

ISGINTT

Internationaler Sicherheitsleitfaden
für die Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals



Erste Ausgabe Juni

2010



Oil Companies
International Marine Forum



Zentralkommission
für die Rheinschifffahrt

ISGINTT

Internationaler Sicherheitsleitfaden für die
Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals

International Safety Guide
for Inland Navigation Tank-barges and Terminals

Erste Ausgabe

ZENTRAKKOMMISSION FÜR DIE RHEINSCHIFFFAHRT
OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM

Erschienen 2010

© Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, Straßburg
und
Oil Companies International Marine Forum

ISBN 978-2-9538256-9-5

Die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) ist eine internationale Organisation, die vom Wiener Kongress ins Leben gerufen wurde und die den Bestimmungen der Überarbeiteten Konvention zur Rheinschifffahrt unterliegt.

The Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) ist eine freiwillige Vereinigung von Ölgesellschaften, die an der Verschiffung und dem Umschlag von Erdöl und Ölprodukten interessiert sind. Die OCIMF vertritt ihre Mitglieder bei der Internationalen Seeschifffahrts-Organisation und anderen staatlichen Gremien zu Fragen, die die Verschiffung und den Umschlag von Erdöl und Ölprodukten sowie die Meeresverschmutzung und die Sicherheit der Meere betreffen, und berät sich mit diesen.

Hinweis zu den Nutzungsbedingungen

Die Informationen und Hinweise in diesem Sicherheitsleitfaden (Leitfaden) beruhen zwar auf den besten derzeit verfügbaren Informationsquellen, sind aber dennoch nur als Leitfaden gedacht, dessen Nutzung auf eigenes Risiko erfolgt. Es werden keine Gewährleistungen oder Zusicherungen gegeben und keine Sorgfaltspflicht oder Verantwortung für die Genauigkeit der in dem Leitfaden enthaltenen Informationen und Empfehlungen oder Auslassungen oder für Folgen, die direkt oder indirekt aus der Einhaltung oder Annahme des Leitfadens bzw. dem Vertrauen in dieser resultieren, übernommen, weder von Seiten der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) und der Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) oder deren Mitarbeitern, Mitgliedern, Fremdfirmen noch von anderen Personen, Firmen, Gesellschaften oder Organisationen, die in irgendeiner Weise mit der Bereitstellung der Informationen und Daten, der Ausarbeitung oder Übersetzung, Veröffentlichung und Beschaffung dieses Leitfadens befasst waren, selbst wenn die Ursache in unangemessener Sorgfalt begründet liegt.

Der Nutzer wird darauf hingewiesen, dass die web-basierte Version dieses Leitfadens kostenlos verfügbar ist.

Der Leitfaden wurden in englischer Sprache verfasst und in die deutsche, französische und niederländische Sprache übersetzt ("Ausgaben").

Die englische Ausgabe dieses Leitfadens gilt als offizielle Fassung. Falls es Abweichungen zwischen dem englischen Text und den anderen Ausgaben gibt, hat die englische Fassung Priorität.

Veröffentlicht und erschienen bei der
Zentralkommission für die Rheinschifffahrt
2, Place de la République
67082 Strasbourg Cedex, Frankreich
Tel. Nr.: +33 (0)388 52 20 10
Fax-Nr.: +33 (0)388 32 10 72
www.ccr-zkr.org

VORWORT

Die ZKR bildet zusammen mit anderen internationalen Gremien das Forum für die Erstellung und Verabschiedung sowie anschließende Prüfung und Aktualisierung des Regelwerks für die Schifffahrt auf dem Rhein und anderen europäischen Wasserstraßen. Seit Verabschiedung der Regelung für die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR) durch die ZKR¹, ist eine spürbare Verbesserung der dokumentierten Sicherheitsbilanz und Unfallstatistik sowie der Umweltbilanz der Binnentankschiffindustrie in Europa zu verzeichnen. Ein derartige positive Entwicklung ist jedoch nicht auf das Regelwerk allein zurückzuführen, sondern auch auf die Verfahrensweisen der Industrie in der Praxis, die ständig verbessert werden, und auf das Engagement ihrer Beschäftigten im Bereich Sicherheit und Umweltschutz.

Eine der Hauptaufgaben der internationalen Vereinigungen, die diese Publikation ausgearbeitet haben, besteht darin, die Interessen der Industrie vor den Regulierungsbehörden wie z. B. der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) und der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (IMO) zu vertreten. Der Europäische Rat der chemischen Industrieverbände (CEFIC), die Europäische Binnenschiffahrtsunion (EBU), die Europäische Skipper-Organisation (ESO), die Europäische Vereinigung der Mineralölindustrie (EUROPIA), die Organisation europäischer Seehäfen (ESPO), der Verband europäischer Tanklager (FETSA), die Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) und die Gesellschaft für internationale Gastank- und Terminalbetreiber (SIGTTO) tragen alle in unterschiedlichem Maße zur Arbeit dieser Regulierungsbehörden bei.

Dieses Streben nach kontinuierlicher Verbesserung wird in den Bemühungen der Industrie bei der Erstellung eines internationalen Sicherheitsleitfadens für Binnentankschiffe und Terminals – oder in der Industrie kurz als ISGINTT bekannt - deutlich.

Es ist uns daher eine große Freude, diese erste Ausgabe des Sicherheitsleitfadens vorstellen zu können. Die ZKR erkennt den ISGINTT als grundlegenden Referenzleitfaden der Industrie für den sicheren Betrieb von Tankschiffen und den dazugehörigen Terminals an.

Dieser Sicherheitsleitfaden vermittelt die bekanntesten Sicherheitspraktiken für den Betrieb von Tankschiffen und Terminals und setzt auf eine Philosophie der Risikokontrolle. Durch eine Erhöhung des Risikobewusstseins will der ISGINTT eine Umwelt fördern, in der die Unsicherheiten in Verbindung mit bestimmten Abläufen des Schiffsbetriebs nicht nur durch Vorschriften abgebaut werden, sondern auch durch Appellieren an die Schiffs- und Terminalbesatzung sowie deren Arbeitgeber, die Risiken bei allen Operationen, die sie durchführen, zu erkennen und zielgerichtete Maßnahmen zur Risikominde rung zu ergreifen. Damit wird das Hauptaugenmerk auf die Menschen gelegt, was voll und ganz der Strategie bezogen auf den menschlichen Faktor entspricht.

Wir sind zuversichtlich, dass der ISGINTT nicht nur zur weiteren Verbesserung der ausgezeichneten Sicherheitsbilanz der Industrie beitragen wird, sondern uns auch dem von uns allen angestrebten Ziel von null Unfällen näher bringen wird. Daher empfehlen wir den Sicherheitsleitfaden allen Beteiligten.

Zur Gewährleistung einer breiten Nutzung wird der Sicherheitsleitfaden auch in den Arbeitssprachen der ZKR, d.h. in Niederländisch, Französisch und Deutsch, veröffentlicht. Wir möchten den Mitgliedsstaaten der ZKR sowie den Organisationen und Gesellschaften, die auf der Rückseite des Leitfadens aufgeführt sind, für ihre finanzielle Unterstützung danken, die die Übersetzung dieses Leitfadens in die genannten Sprachen möglich gemacht hat.

Jean-Marie Woehrling
Generalsekretär
Zentralkommission für die Rheinschifffahrt
Captain David Cotterell
Direktor
Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)

¹ Im Jahr 2011 wird das ADNR durch das "Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen" (ADN) ersetzt, die die Mehrzahl der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union gemäß Richtlinie 2008/68/EG und der Europäischen Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UN ECE) verabschieden werden.

EINLEITUNG

Die Sicherheit ist ein entscheidendes Kriterium für die Tankschifffahrt. Die Verfasser des International Safety Guide for Inland Tank-barges and Terminals (ISGINTT) hoffen, dass dieser Sicherheitsleitfaden zum Standardreferenzwerk für einen sicheren Betrieb von Binnentankschiffen und den dazugehörigen Terminals wird. Zu diesem Zweck müssen die Leitfaden in Hinblick auf Änderungen in der Konstruktion von Tankschiffen und von Betriebsabläufen auf dem neuesten Stand sein und die neueste Technologie und Gesetzgebung widerspiegeln.

In diesem Werk wurden die neuesten Ansichten zu einer Reihe von Fragen aufgegriffen, u.a. die Erzeugung von statischer Elektrizität und Streuströmen. Die in dem Leitfaden enthaltenen Sicherheitschecklisten beziehen sich auf den Umschlag von Ladungen und Slops vom Schiff zum Land und vom Schiff zu Schiff (und umgekehrt). Die Autoren hoffen, dass diese Checklisten die persönlichen und gemeinsamen Zuständigkeiten der Tankschiffe und Terminals umfassend wiedergeben und dass diese Checklisten von den Häfen und Terminals allgemein akzeptiert werden.

Der Leitfaden untergliedert sich in fünf Abschnitte: "Allgemeine Informationen", "Schiffsrelevante Informationen", "Terminalrelevante Informationen", "Management der Schnittstelle zwischen Schiff und Terminal" und "Zusätzliche Informationen zur Beförderung von Flüssiggasen".

Für den "International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals" (ISGOTT) der OCIMF, Ausgabe 5 und für bestimmte Kapitel zu gasförmigen Produkten wurden die SIGTTO "Richtlinien für den Umgang mit Flüssiggas auf Schiffen und an Terminals" wurden als Muster verwendet, um Lücken zu vermeiden und eine Kompatibilität der Schnittstellen zwischen Seeschiff und Binnenschiff zu gewährleisten. Die Nutzung der OCIMF- und SIGTTO-Veröffentlichungen bei der Erstellung des ISGINTT bedeuten auf keinen Fall einen Verzicht auf gewerbliche Schutz- und Urheberrechte der OCIMF und SIGTTO an der Publikation. Sämtliche gewerbliche Schutz- und Urheberrechte werden respektiert.

Nach Ansicht der Autoren wird der ISGINTT der beste technische Leitfaden für den Betrieb von Binnentankschiffen und Terminals sein. Alle Betreiber werden veranlasst, dafür zu sorgen, dass die in diesem Leitfaden enthaltenen Empfehlungen nicht nur gelesen und komplett verstanden, sondern auch eingehalten werden.

Die ZKR hat ein ISGINTT-Sekretariat gebildet, um die Erstfassung des ISGINTT zu unterstützen und dessen geplante regelmäßige Aktualisierung in der Zukunft sicherzustellen. Das Sekretariat fordert die Nutzer des ISGINTT auf, Anmerkungen und Vorschläge zur Verbesserung und eventuelle Zusätze für zukünftige Ausgaben vorzubringen. Die ISGINTT-Website enthält nicht nur die neuesten Informationen zum ISGINTT; sie dient auch als Kommunikationsverbindung zwischen Nutzern des ISGINTT einerseits und Fachleuten und Organisationen, die an der Ausarbeitung beteiligt sind, andererseits.

Zur ISGINTT-Website gelangt man unter www.isgintt.org; das ISGINTT-Sekretariat ist unter folgender E-Mail erreichbar: secretariat@isgintt.org.

Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR)
2, Place de la République
67082 Strasbourg Cedex
Frankreich
www.ccr-zkr.org

Oil Companies International Marine Forum (OCIMF)
29 Queen Anne's Gate
London SW1H 9BU
Großbritannien
www.ocimf.com

International Association of Ports and Harbors
7th Floor, South Tower New Pier Takeshiba
1-16-1, Kaigan, Minato-ku
Tokyo 105-0022
Japan
www.iaphworldports.org

International Chamber of Shipping
12 Carthusian Street
London EC1M 6EZ
United Kingdom
www.marisec.org

European Chemical Industry Council
Avenue E. van Nieuwenhuysse, 4 box 1
1160 Brussels
Belgium
www.cefic.org

European Barge Union
Vasteland 12e
3011 BL Rotterdam
The Netherlands
www.ebu-uenf.org

European Skippers Organization
Voorhavenstraat 2
1000 Brussels
Belgium
www.eso-oeb.org

European Petroleum Industry Association
Boulevard du Souverain 165 - 3rd Floor
1160 Brussels
Belgium
www.europia.com

European Sea Ports Organisation
Treurenberg 6
1000 Brussels
Belgium
www.espo.be

Federation of European Tank Storage
Rue des Colonies 11
1000 Brussels
Belgium
www.fetsa.com

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators
17 St Helen's Place
London EC3A 6DG
United Kingdom
www.sigtto.org

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	v
EINLEITUNG	vii
ZWECK UND GELTUNGSBEREICH	xxxiii
QUELLENVERZEICHNIS	xxxv
BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	xxxix
TEIL 1 – ALLGEMEINE INFORMATIONEN	1
KAPITEL 1 – GRUNDEIGENSCHAFTEN VON FLÜSSIGEM MASSENGUT	3
1.1 Dampfdruck	3
1.1.1 Echter Dampfdruck.....	3
1.1.2 Reid-Dampfdruck	4
1.2 Entflammbarkeit	4
1.2.1 Allgemein	4
1.2.2 Explosionsgrenzwerte	4
1.2.3 Wirkung des Inertgases auf die Entflammbarkeit	4
1.2.4 Entflammbarkeitstests	6
1.2.5 Flammpunkt	6
1.2.6 Klassifikation der Entflammbarkeit	6
1.3 Dichte der Kohlenwasserstoffgase	8
1.4 Korrosivität	9
KAPITEL 2 - GEFAHREN FLÜSSIGER MASEN	11
2.1 Entflammbarkeit	11
2.2 Dichte	11
2.3 Toxizität	11
2.3.1 Einleitung	11
2.3.2 Flüssiges Produkt	12
2.3.3 Produktdämpfe	13
2.3.4 Sicherheitsdatenblätter (SDB)	14
2.3.5 Benzole, andere CMR-Produkte und andere aromatische Kohlenwas- serstoffe	14

2.3.6	Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	15
2.3.7	Mercaptane	20
2.3.8	Benzin mit Tetraethylblei- (TEL) oder Tetramethylbleigehalt (TML)	20
2.3.9	Inertgas	20
2.3.10	Sauerstoffmangel	21
2.3.11	Fettsäuremethylester (FAME)	21
2.3.12	MTBE/ETBE	21
2.3.13	Ethanol	22
2.4	Gasmessung	22
2.4.1	Einleitung	22
2.4.2	Messung der Produktkonzentration	23
2.4.3	Brenngasmessgeräte (Explosimeter)	23
2.4.4	Nichtkatalytische Gasanzeigergeräte mit Heizdrähten (Tankscopes)	26
2.4.5	Interferometer (Refraktometer)	28
2.4.6	Infrarotmessgeräte	29
2.4.7	Messung von niedrigen Konzentrationen von giftigen Gasen	31
2.4.8	Stationäre Gaswarnsysteme	32
2.4.9	Messung der Sauerstoffkonzentrationen	32
2.4.10	Einsatz von Sauerstoffanalysegeräten	33
2.4.11	Multigasgeräte	34
2.4.12	Persönliche Gasmonitore	34
2.4.13	Gasprobenleitungen und Probenahmeverfahren	35
2.5	Produktgasentwicklung und Dispersion	36
2.5.1	Einleitung	36
2.5.2	Gasentwicklung und Entgasung	37
2.5.3	Gasausbreitung	39
2.5.4	Dispersionshemmende Variable	39
2.5.5	Minimierung der Gefahren durch Entlüftungsgase	45
2.5.6	Nicht zutreffend	47
2.6	Nicht zutreffend	47
2.7	Gefahren, die mit dem Umschlag, der Speicherung und Beförderung der Rest- produkte verbunden sind	47
2.7.1	Allgemein	47
2.7.2	Art der Gefährdung	47
2.7.3	Messung des Flammpunkts und der Entflammbarkeit im Gasraum	48
2.7.4	Vorsichtsmaßnahmen	48
2.7.5	Gefahr durch Schwefelwasserstoff in Rückstandsheizölen	49

KAPITEL 3 - STATISCHE ELEKTRIZITÄT	51
3.1 Prinzipien der Elektrostatik	51
3.1.1 Zusammenfassung	51
3.1.2 Ladungstrennung	52
3.1.3 Ladungsspeicherung	53
3.1.4 Elektrostatische Entladung	53
3.1.5 Elektrostatische Eigenschaften von Gasen und Dämpfen	57
3.2 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren	57
3.2.1 Überblick	57
3.2.2 Elektrische Masseverbindung (Bonden)	59
3.2.3 Vermeiden von losen leitenden Gegenständen	60
3.3 Andere elektrostatische Gefahrenquellen	60
3.3.1 Filter	60
3.3.2 Stationäre Geräte in Ladetanks	60
3.3.3 Freier Fall in Tanks	61
3.3.4 Wasserdampf	61
3.3.5 Inertgas	62
3.3.6 Entladung von Kohlendioxid	62
3.3.7 Kleidung und Schuhwerk	63
3.3.8 Synthetische Materialien	63
KAPITEL 4 - ALLGEMEINE GEFAHREN FÜR TANKSCHIFFE UND TERMINALS	65
4.1 Allgemeine Grundsätze	65
4.2 Kontrolle potentieller Zündquellen	66
4.2.1 Offenes Feuer	66
4.2.2 Rauchen	66
4.2.3 Kombüseherde und Kochgeräte	68
4.2.4 Motor- und Kesselräume	68
4.3 Tragbare Elektrogeräte	69
4.3.1 Allgemein	69
4.3.2 Lampen und andere Elektrogeräte mit flexiblen Kabeln (freie Anschluss- leitungen)	69
4.3.3 Druckluftlampen	69
4.3.4 Taschenlampen, Lampen und tragbare batteriebetriebene Geräte	69
4.3.5 Kameras	70
4.3.6 Andere tragbare Elektrogeräte	70

4.4	Umgang mit elektrischen Anlagen und Geräten in gefährdeten Bereichen	71
4.4.1	Allgemein	71
4.4.2	Gefährdete Bereiche	71
4.4.3	Elektrische Anlagen und Geräte	72
4.4.4	Inspektion und Instandhaltung elektrischer Anlagen und Geräte	73
4.4.5	Elektrische Reparaturen, Instandhaltung und Prüfungen an Terminals	74
4.5	Einsatz von Werkzeugen	75
4.5.1	Sandstrahlen und mechanisch angetriebene Werkzeuge	75
4.5.2	Handwerkzeuge	76
4.6	Geräte aus Aluminium	76
4.7	Kathodenschutzanoden in Ladetanks	76
4.8	Kommunikationstechnik	77
4.8.1	Allgemein	77
4.8.2	Funkgeräte des Tankschiffs	77
4.8.3	Radargeräte an Bord	78
4.8.4	Automatisches Identifizierungssystem (AIS)	78
4.8.5	Telefone	79
4.8.6	Mobiltelefone	79
4.8.7	Pager	79
4.9	Spontane Verbrennung	80
4.10	Selbstentzündung	80
4.11	Asbest	80
	KAPITEL 5 – BRANDBEKÄMPFUNG	81
5.1	Brandbekämpfungslehre	81
5.2	Brandarten und geeignete Feuerlöschmittel	81
5.2.1	Klasse A - Feststoffbrände, im Allgemeinen organischer Natur, bei denen die Verbrennung normalerweise mit der Bildung glimmender Asche einhergeht	81
5.2.2	Klasse B - Brände von Flüssigkeiten oder verflüssigbaren Feststoffen	81
5.2.3	Klasse C - Brände von Gasen	82
5.2.4	Klasse D - Brände von Metallen	83
5.2.5	Klasse F - Brände von Speiseölen/-fetten (pflanzliche oder tierische Öle und Fette) in Küchengeräten	83
5.2.6	Brände von Elektrogeräten	83
5.3	Löschmittel	83
5.3.1	Kühlmittel	83
5.3.2	Löschmittel mit erstickender Wirkung	84
5.3.3	Flammschutzmittel	86
5.4	Brandmeldeanlagen	87
5.5	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	87

KAPITEL 6 – SICHERHEIT	89
6.1 Allgemein	89
6.2 Sicherheitseinschätzung.....	89
6.3 Verantwortlichkeiten im Rahmen des ISPS-Codes	90
6.4 Sicherheitspläne	90
6.5 Sicherheitspläne für Binnentankschiffe	91
6.6 Sicherheitserklärung	92
TEIL 2 - SCHIFFSRELEVANTE INFORMATIONEN	95
KAPITEL 7 – BORDSYSTEME	97
7.1 Stationäre Inertgasanlage	97
7.1.1 Allgemein	97
7.1.2 Inertgasquellen	97
7.1.3 Zusammensetzung und Qualität des Inertgases	98
7.1.4 Verfahren zum Austausch der Tankatmosphäre	98
7.1.5 Regelung der Atmosphäre in Ladetanks	99
7.1.6 Einsatz bei Ladetankaktivitäten	99
7.1.7 Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen	103
7.1.8 Schutz der Ladetanks gegen Über- und Unterdruck	104
7.1.9 Nicht zutreffend	105
7.1.10 Nicht zutreffend	105
7.1.11 Vorsichtsmaßnahmen für Inertgasanlagen bei kaltem Wetter	105
7.1.12 Ausfall der Inertgasanlage	106
7.1.13 Instandsetzung der Inertgasanlage	107
7.2 Entlüftungsanlagen	107
7.2.1 Allgemein	107
7.2.2 Tanküberdrücke und Unterdrücke	108
7.3 Ladungsumschlag- und Ballastssysteme	110
7.3.1 Bedienungshandbuch	110
7.3.2 Integrität des Ladungsumschlag- und Ballastsystems	110
7.3.3 Ladegeschwindigkeiten	111
7.3.4 Überwachung der Leer- und Ballasträume	113
7.4 Strom- und Antriebssysteme	113
7.5 Nicht zutreffend	113
7.6 Nicht zutreffend	113

KAPITEL 8 – SCHIFFSAUSRÜSTUNGEN	115
8.1 Feuerlöschgeräte an Bord	115
8.1.1 Allgemein	115
8.1.2 Fest installierte Feuerlöschgeräte auf dem Schiff mit Kühlwirkung	115
8.1.3 Stationäre Feuerlöschgeräte auf dem Schiff mit Erstickungswirkung	115
8.1.4 Tragbare Feuerlöschgeräte	116
8.2 Gasprüfgeräte	117
8.2.1 Einleitung	117
8.2.2 Zusammenfassung der Gasprüfungsaufgaben	118
8.2.3 Gasmessgeräte	119
8.2.4 Alarmfunktionen von Gasmessgeräten	119
8.2.5 Probenahmeleitungen	119
8.2.6 Kalibrierung	120
8.2.7 Funktionsprüfungen und Inspektion	120
8.2.8 Persönliche Wegwerfgasdetektoren	121
8.3 Hebezeuge	121
8.3.1 Inspektion und Wartung	121
8.3.2 Schulung	122
 KAPITEL 9 - SICHERHEITS- UND NOTFALLMANAGEMENT	 123
9.1 Internationaler Sicherheitsmanagement-Code (ISM-Code)	123
9.2 Sicherheitsmanagementsysteme	124
9.2.1 Risikoeinschätzung	125
9.3 Arbeitsgenehmigungssysteme	125
9.3.1 Allgemein	125
9.3.2 Struktur des Arbeitsgenehmigungssystems	126
9.3.3 Funktionsweisen des Arbeitsgenehmigungssystems	127
9.3.4 Arbeitsgenehmigungsformulare	127
9.3.5 Arbeitsplanungstreffen	128
9.4 Warmarbeiten	128
9.4.1 Kontrolle der Warmarbeiten	128
9.4.2 Warmarbeiten im Innern des bezeichneten Raums	128
9.4.3 Warmarbeiten außerhalb des zugewiesenen Raums	129
9.4.4 Warmarbeiten in gefährlichen und explosionsgefährdeten Bereichen	131
9.5 Schweiß- und Brenngeräte	137
9.6 Andere gefährliche Arbeiten	137
9.7 Beauftragung von Fremdfirmen	138

9.8	Reparaturen außerhalb der Schiffswerft	138
9.8.1	Einleitung	138
9.8.2	Allgemein	138
9.8.3	Aufsicht und Kontrolle	139
9.8.4	Planung vor Einlaufen des Schiffs	139
9.8.5	Festmachen des Schiffs	139
9.8.6	Anlagen an Land	140
9.8.7	Sicherheitstreffen vor Beginn der Arbeiten	140
9.8.8	Arbeitsgenehmigungen	141
9.8.9	Tankzustand	141
9.8.10	Ladungsleitungen	141
9.8.11	Brandschutzmaßnahmen	142
9.8.12	Ernennung eines Sondersicherheitsbeauftragten	142
9.8.13	Warmarbeiten	142
9.9	Notfallmanagement an Bord	143
9.9.1	Allgemein	143
9.9.2	Schiffsnotfallplan	143
9.9.3	Maßnahmen bei Eintreten eines Notfalls	145
KAPITEL 10 - GESCHLOSSENE RÄUME		147
10.1	Begriffsbestimmung und allgemeine Vorsichtsmaßregeln	147
10.2	Gefährdungen in geschlossenen Räumen	147
10.2.1	Risikoeinschätzung	147
10.2.2	Gefährdungen der Atemwege	148
10.2.3	Ladungsgase und toxische Gase.....	148
10.2.4	Besondere toxische Gase	149
10.2.5	Sauerstoffmangel	149
10.2.6	Nicht zutreffend	150
10.3	Prüfung der Atmosphäre vor Betreten	150
10.4	Kontrolliertes Betreten von geschlossenen Räumen	151
10.5	Sicherheitsvorkehrungen für das Betreten von geschlossenen Räumen	152
10.6	Notfallverfahren	153
10.6.1	Evakuierung aus geschlossenen Räumen	153
10.6.2	Rettung aus geschlossenen Räumen	153
10.6.3	Reanimation	153
10.7	Betreten von geschlossenen Räumen mit Atmosphären, von denen bekannt ist oder angenommen wird, dass das Betreten dieser Räume nicht sicher ist	154

10.8	Atemschutzgeräte	155
10.8.1	Umluftunabhängige Atemschutzgeräte	155
10.8.2	Schlauchgeräte	156
10.8.3	Atemschutzfluchtgeräte	157
10.8.4	Atemmasken mit Filtereinsätzen oder Behälter	158
10.8.5	Atemmasken mit Schlauchanschluss (Frischlufatemschutzgerät)	159
10.8.6	Wartung der Geräte	159
10.8.7	Lagerung	159
10.8.8	Schulung	159
10.9	Arbeiten in geschlossenen Räumen	159
10.9.1	Allgemeine Vorschriften	159
10.9.2	Öffnen von Ausrüstungen und Armaturen	160
10.9.3	Einsatz von Werkzeugen	160
10.9.4	Elektrische Lampen und Betriebsmittel	160
10.9.5	Entfernen von Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen	160
10.9.6	Nicht zutreffend	160
10.10	Vorsichtsmaßnahmen beim Betreten von Pumpenräumen	161
10.10.1	Lüftung	161
10.10.2	Verfahren zum Betreten des Pumpenraums	161
10.11	Operative Vorsichtsmaßnahmen im Pumpenraum	162
10.11.1	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	162
10.11.2	Entleeren der Ladungs- und Ballastleitungen	163
10.11.3	Routinewartungen und organisatorische Fragen	163
10.11.4	Wartung der elektrischen Betriebsmittel im Pumpenraum	164
10.11.5	Inspektion und Wartung der Lüftungsgebläse des Pumpenraums	164
10.11.6	Prüfen von Alarm- und Auslösegeräten	164
10.11.7	Verschiedenes	164
KAPITEL 11 – SCHIFFSBETRIEB		167
11.1	Umschlagsaktivitäten	167
11.1.1	Allgemein	167
11.1.2	Einstellen von Leitungen und Ventilen	167
11.1.3	Ventilbetätigung	167
11.1.4	Druckschwankungen	168
11.1.5	Schmetterlings- und Rückschlagventile	168
11.1.6	Ladevorgänge	168
11.1.7	Laden von statischen Akkumulatorölen	173
11.1.8	Laden von Beförderungsgut mit sehr hohem Dampfdruck	180
11.1.9	Laden von schwefelwasserstoffhaltigem Beförderungsgut (H ₂ S)	181
11.1.10	Laden von benzolhaltigem Beförderungsgut	182

11.1.11	Laden von erwärmten Produkten	182
11.1.12	Beladen von oben (auch als 'Globalbeladung' bezeichnet)	183
11.1.13	Ladebetrieb an Terminals, die mit Abgaskontrollsystemen ausgestattet sind	183
11.1.14	Löschverfahren	186
11.1.15	Reinigen der Rohrleitungen und Schläuche nach den Umschlagaktivitäten	189
11.2	Betrachtungen zu Stabilität, Spannung, Trimmung und Schwappbewegungen	192
11.2.1	Allgemein	192
11.2.2	Freie Oberflächeneffekte	192
11.2.3	Schwappbewegungen	193
11.2.4	Planung der Belade- und Löschvorgänge	193
11.3	Tankreinigung	194
11.3.1	Allgemein	194
11.3.2	Risikomanagement in Bezug auf Tankreinigung	194
11.3.3	Überwachung und Vorbereitung	195
11.3.4	Tankatmosphären	195
11.3.5	Tankreinigung	196
11.3.6	Vorsichtsmaßnahmen für die Tankreinigung	200
11.4	Entgasung	203
11.4.1	Allgemein	203
11.4.2	Entgasung zum Zwecke des Betretens ohne Atemschutzgerät	203
11.4.3	Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen	204
11.4.4	Gasprüfungen und Gasmessungen	205
11.4.5	Fest eingebaute Entgasungsanlagen	205
11.4.6	Mobile Ventilatoren	205
11.4.7	Entlüften der Doppelhüllen-Ballasttanks	206
11.4.8	Entgasung in Vorbereitung auf die Warmarbeiten	206
11.5	Nicht zutreffend	206
11.6	Ballastumschlag	206
11.6.1	Einleitung	206
11.6.2	Allgemein	206
11.6.3	Beladen der Ladetanks mit Ballast	206
11.6.4	Laden von getrenntem Ballast	207
11.6.5	Entladen des Ballasts im Hafen	208
11.6.6	Ableiten von getrenntem Ballast	208
11.6.7	Nicht zutreffend	209
11.6.8	Nicht zutreffend	209

11.7	Auslaufen von Ladung in die Doppelhüllentanks	209
11.7.1	Erforderliche Maßnahmen	209
11.7.2	Nicht zutreffend	210
11.8	Messen der Ladung, Peilen des Füllstands, Eintauchen und Probenahme.....	210
11.8.1	Allgemein	210
11.8.2	Messungen und Probenahmen in nicht inertisierten Tanks	211
11.8.3	Messen und Probenahmen in inertisierten Tanks	214
11.8.4	Messen und Probenahmen von Ladungen, die toxische Substanzen enthalten	217
11.8.5	Geschlossene Messverfahren für eichpflichtigen Verkehr	217
11.9	Umschlag zwischen den Schiffen	218
11.9.1	Umschlag von Schiff zu Schiff	218
11.9.2	Umschlag von Hochseetankschiff auf Binnentankschiff und umgekehrt	218
11.9.3	Umschlag von Schiff zu Schiff mit Hilfe eines Gasausgleichsverfahrens	219
11.9.4	Umschlag von Schiff zu Schiff mit Hilfe von Terminalanlagen	219
11.9.5	Elektrische Ströme von Schiff zu Schiff	219
	KAPITEL 12 - BEFÖRDERUNG UND LAGERUNG VON GEFÄHRGUT	221
12.1	Flüssiggase	221
12.2	Schiffsvorräte	222
12.2.1	Allgemein	222
12.2.2	Farben	222
12.2.3	Chemikalien	222
12.2.4	Reinigungsflüssigkeiten	222
12.2.5	Lagerung von Ersatzladegeschirr	222
12.3	Ladungs- und Bunkerproben	223
12.4	Sonstige Materialien	223
12.4.1	Sägespäne, ölaufsaugende Granulate und Pads	223
12.4.2	Abfall	223

12.5	Stückgut	223
12.5.1	Mineralöl und andere brennbare Flüssigkeiten	223
12.5.2	Nicht zutreffend	225
12.5.3	Betretten von Laderäumen	225
12.5.4	Tragbare Elektrogeräte	225
12.5.5	Feuerlöscher mit erstickenden Löschmitteln	225
12.5.6	Brandschutzmaßnahmen	225
12.5.7	Vorderdeckräume	225
12.5.8	Materialien, die an Deck verstaut werden	226
12.5.9	Nicht zutreffend	226
KAPITEL 13 - MENSCHLICHE FAKTOREN		227
13.1	Personalstärke	227
13.2	Schulung und Erfahrungen	228
13.3	Ruhezeiten	229
13.3.1	Gesetzliche Auflagen	229
13.3.2	Ermüdung	230
13.4	Drogen- und Alkoholpolitik	230
13.4.1	Richtlinien der Industrie	230
13.4.2	Alkoholkontrolle	230
13.4.3	Drogen- und Alkoholtestprogramme	231
13.5	Drogenhandel	231
13.6	Einstellungsverfahren	231
KAPITEL 14 - BESONDERE SCHIFFSTYPEN - Nicht zutreffend.....		233

TEIL 3 - TERMINALRELEVANTE INFORMATIONEN	235
KAPITEL 15 - TERMINALMANAGEMENT UND TERMINALRELEVANTE INFORMATIONEN	237
15.1 Konformität	237
15.2 Risikoerkennung und Risikomanagement	238
15.3 Betriebshandbuch	238
15.4 Terminalrelevante Informationen und Hafenverordnung	239
15.5 Aufsicht und Kontrolle	239
15.5.1 Personalstärke	239
15.5.2 Reduzierung der Personalstärke an den Liegeplätzen während des La- dungsumschlags	240
15.5.3 Mengenprüfungen während des Ladungsumschlags	240
15.5.4 Schulung	240
15.6 Kompatibilität von Schiff und Liegeplatz	240
15.6.1 Maximaler Tiefgang	241
15.6.2 Maximale Verdrängung	241
15.6.3 Gesamtlänge	241
15.6.4 Sonstige Kriterien	241
15.7 Dokumentation	242
KAPITEL 16 – TERMINALBETRIEB	243
16.1 Kommunikation vor Ankunft des Schiffs	243
16.2 Festmachen	243
16.2.1 Ausrüstung zum Festmachen	243
16.3 Einschränkende Bedingungen	244
16.4 Zugang zwischen Schiff und Land	244
16.4.1 Allgemein	244
16.4.2 Bereitstellung der Zugangseinrichtungen zwischen Schiff und Land	245
16.4.3 Zugangseinrichtungen	245
16.4.4 Ausrichten des Landstegs	246
16.4.5 Sicherheitsnetze	246
16.4.6 Routinemäßige Wartung	246
16.4.7 Unbefugte Personen	247
16.4.8 Betrunkene oder Raucher	247
16.5 Paarweise Befestigung	247

16.6	Umschlagoperationen während des Tidenwechsels	247
16.6.1	Löschen während des Tidenwechsels	248
16.6.2	Beladen während des Tidenwechsels	248
16.7	Operationen, bei denen das Schiff nicht immer schwimmfähig ist	248
16.8	Erzeugung von Druckstößen in den Rohrleitungen	249
16.8.1	Einleitung	249
16.8.2	Erzeugung eines Druckstoßes	249
16.9	Einschätzung der Druckstöße	251
16.9.1	Effektive Ventilschließzeit	251
16.9.2	Ableitung des Gesamtdrucks im System	251
16.9.3	Bemessung des Gesamtsystems	251
16.10	Reduzierung der Gefahr durch Druckstoß	252
16.10.1	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	252
16.10.2	Begrenzung der Durchflussgeschwindigkeit, um das Risiko der Beschädigung durch Druckstoß zu vermeiden	252
16.11	Durchflussregelung für Rohrleitungen als statische Vorsichtsmaßnahme	253
16.11.1	Allgemein	253
16.11.2	Anforderungen an die Durchflussregelung	253
16.11.3	Regelung der Ladegeschwindigkeiten	253
16.11.4	Löschen in landseitige Tanks	253
KAPITEL 17 - TERMINALANLAGEN UND BETRIEBSMITTEL		255
17.1	Elektrische Anlagen und Geräte	255
17.2	Befenderung	255
17.3	Hebevorrichtungen	256
17.3.1	Inspektion und Wartung	256
17.3.2	Schulung zur Bedienung von Hebevorrichtungen	256
17.4	Beleuchtung	257

17.5	Elektrische Isolierung Schiff/Land	257
17.5.1	Allgemein	257
17.5.2	Elektrische Ströme vom Schiff zum Land	257
17.5.3	Nicht zutreffend	259
17.5.4	Elektrisch leitende Drähte zwischen Schiff und Land	259
17.5.5	Isolierflansch	260
17.6	Erdungs- und Verbindungsverfahren am Terminal	262
17.7	Wachsamkeitskontrolle (Totmannschalter)	263
KAPITEL 18 - LADE- UND LÖSCHAUSRÜSTUNGEN		265
18.1	Metallverladearme	265
18.1.1	Betriebsbereich	265
18.1.2	Kräfte, die auf die Sammelleitungen wirken	265
18.1.3	Beschränkungen der Sammelleitung auf dem Schiff	266
18.1.4	Unbeabsichtigtes Füllen der Verladearme in Ruhestellung	266
18.1.5	Eisbildung	266
18.1.6	Mechanische Kupplungen	266
18.1.7	Windkräfte	267
18.1.8	Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen und Abkoppeln der Verlade- arme	267
18.1.9	Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen der Verladearme	267
18.1.10	Kraftbetriebene Notlösekupplungen	267
18.2	Ladeschläuche	268
18.2.1	Allgemein	268
18.2.2	Arten und Anwendungsfälle	268
18.2.3	Leistung	269
18.2.4	Kennzeichnung	269
18.2.5	Durchflussgeschwindigkeiten	269
18.2.6	Inspektions-, Prüfungs- und Wartungsanforderungen an angedockte Ladeschläuche	270
18.2.7	Anforderungen an Schlauchflansche	275
18.2.8	Betriebsbedingungen	275
18.2.9	Längere Lagerung	275
18.2.10	Prüfungen vor Einsatz des Schlauchs	276
18.2.11	Handhabung, Heben und Aufhängen	276
18.2.12	Nicht zutreffend	278
18.2.13	Nicht zutreffend	278
18.3	Gasüberwachungssysteme	278

KAPITEL 19 - SICHERHEIT UND BRANDSCHUTZ	279
19.1 Sicherheit	279
19.1.1 Auslegungskriterien	279
19.1.2 Sicherheitsmanagement	280
19.1.3 Permit to Work Systems - General Considerations	280
19.2 Brandschutz am Terminal	281
19.2.1 Allgemein	281
19.2.2 Feuerverhütung und Isolation	282
19.2.3 Brandmeldeanlagen	282
19.2.4 Automatische Brandmeldeanlagen	282
19.2.5 Auswahl der Brandmelder	283
19.2.6 Standort und Abstand der Brandmelder	283
19.2.7 Ortsfeste Brandgas- oder Giftgasmelder	284
19.2.8 Positionierung von ortsfesten Brandgas- und Giftgasmeldern	284
19.2.9 Ortsfeste Brandgas- und Giftgasanalysatoren	284
19.2.10 Kompatibilität mit den Feuerlöschgeräten	286
19.3 Alarm- und Signalanlagen	286
19.3.1 Typen von Alarmanlagen	286
19.3.2 Signaltypen	286
19.3.3 Auslegung von Alarm- und Signalanlagen	286
19.3.4 Auslegung von alternativen Alarm- und Signalanlagen	287
19.3.5 Schnittstelle zwischen Gasmeldeanlagen sowie Alarm- oder Feuerlöschanlagen – Schaltungsaufbau	287
19.3.6 Elektrische Stromquellen	287
19.4 Melde- und Alarmanlagen von Terminals, an denen Rohöl, Erdöl und chemische Produkte umgeschlagen werden	288
19.4.1 Allgemein	288
19.4.2 Kontrollräume/Kontrollgebäude	289
19.5 Feuerlöschgeräte	289
19.5.1 Feuerlöschgeräte des Terminals	290
19.5.2 Tragbare oder fahrbare Feuerlöscher und Monitore	290
19.5.3 Ortsfeste Feuerlöschgeräte des Terminals	291
19.6 Schwimmende Feuerlöschanlagen	297
19.7 Schutzbekleidung	298
19.8 Zufahrt für die Feuerwehr	298

KAPITEL 20 – NOTFALLVORSORGE	299
20.1 Überblick	299
20.2 Terminalnotfallplan - Planbestandteile und Vorgehensweisen	300
20.2.1 Planerstellung	300
20.2.2 Kontrolle	301
20.2.3 Kommunikations- und Alarmeinrichtungen	302
20.2.4 Lagepläne und Karten	303
20.2.5 Zugang zu den Geräten	303
20.2.6 Straßenverkehr und -regelung	303
20.2.7 Externe Hilfsorganisationen	304
20.2.8 Notfallschulungen	305
20.3 Begriffsbestimmung und Notfallhierarchie	306
20.3.1 Allgemein	306
20.3.2 Hierarchie der Notfälle	306
20.3.3 Risikoeinschätzung	307
20.4 Terminalnotfallplan	307
20.4.1 Format	307
20.4.2 Erstellung	308
20.4.3 Verfügbarkeit der Ressourcen	308
20.4.4 Sonstige organisatorische Fragen	309
20.5 Emergency Removal of Tanker from Berth	311
 KAPITEL 21 – NOTFALLEVAKUIERUNG	 313
21.1 Allgemein	313
21.1.1 Schiffsevakuierung	314
21.1.2 Nicht unbedingt benötigtes Personal	314
21.2 Evakuierungs- und Personalfuchtwege	314
21.2.1 Haupt- und Nebenfluchtwege	314
21.2.2 Personenschutz	314
21.2.3 Zugang zu den Booten	315
21.2.4 Verfügbarkeit von Rettungsbooten	315
21.2.5 Rettungsmittel	315
21.3 Nicht zutreffend	316
21.4 Schulung und Übungen	316

TEIL 4 - VERWALTUNG DER SCHNITTSTELLE ZWISCHEN SCHIFF UND TERMINAL	317
KAPITEL 22 – KOMMUNIKATION	319
22.1 Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen	319
22.1.1 Kommunikationstechnik	319
22.1.2 Kommunikationsverfahren	319
22.1.3 Einhaltung der Terminalvorschriften und örtlichen Bestimmungen	320
22.2 Informationsaustausch vor Ankunft	320
22.2.1 Austausch von Sicherheitsinformationen	320
22.2.2 Vom Schiff zur jeweils zuständigen Behörde	320
22.2.3 Vom Schiff zum Terminal	321
22.2.4 Vom Terminal zum Schiff	321
22.3 Informationsaustausch vor dem Anlegen	322
22.3.1 Vom Schiff zum Terminal und/oder Lotsen	322
22.3.2 Vom Terminal und/oder Lotsen zum Schiff	322
22.4 Informationsaustausch vor Ladungsumschlag	322
22.4.1 Vom Schiff zum Terminal	323
22.4.2 Vom Terminal zum Schiff	324
22.5 Vereinbarter Ladeplan	325
22.6 Vereinbarter Löschplan	326
22.7 Vereinbarung zur Durchführung von Reparaturarbeiten	327
22.7.1 Reparaturarbeiten auf dem Tankschiff	327
22.7.2 Reparaturarbeiten am Terminal	328
22.7.3 Benutzung von Werkzeugen während sich das Schiff längsseits des Terminals befindet	328
KAPITEL 23 – FESTMACHEN	329
23.1 Personensicherheit	329
23.2 Sicherheit des Festmachens	329
23.3 Vorbereitungen für die Ankunft	329
23.3.1 Festmacherausrüstung des Schiffs	329
23.3.2 Hilfsboote	330
23.3.3 Einsatz von Schleppern und anderen Booten in einem Notfall	330
23.4 Festmachen an Liegeplätzen an der Pier	330
23.4.1 Art und Qualität der Festmacherleinen	331
23.4.2 Anleitung beim Vertäuen am Liegeplatz	331
23.5 Nicht zutreffend	333

KAPITEL 24 - VORSICHTSMASSNAHMEN AUF DEM SCHIFF UND AM TERMINAL WÄHREND DES UMSCHLAGS	335
24.1 Außenöffnungen in den Wohnbereichen und Maschinenräumen	335
24.2 Klima- und Lüftungsanlagen	336
24.3 Öffnungen in Ladetanks	337
24.3.1 Ladetankdeckel	337
24.3.2 Sicht- und Peilöffnungen	337
24.3.3 Entlüftungsöffnungen der Ladetanks	337
24.3.4 Öffnungen für die Tankreinigung	337
24.4 Prüfung der Schiffsladetanks vor dem Beladen	338
24.5 Deckel von Tanks für getrennten Ballast	338
24.6 Schiff-Land-Verbindungen	338
24.6.1 Flanschverbindungen	338
24.6.2 Entfernen der Blindflansche	339
24.6.3 Reduzier- und Zwischenstücke	339
24.6.4 Beleuchtung	339
24.6.5 Notentriegelung	339
24.7 Unbeabsichtigte Schütt- und Leckverluste	340
24.7.1 Allgemein	340
24.7.2 Nicht zutreffend	340
24.7.3 Speigattverschlüsse	340
24.7.4 Auffangen von austretenden Ladungen	341
24.7.5 Nicht benutzte Schiffs- und Terminalumschlagleitungen	341
24.8 Feuerlöschgeräte	341
24.9 Nähe zu anderen Schiffen	341
24.9.1 Tankschiffe an angrenzenden Liegeplätzen	341
24.9.2 Normale Ladetanker an angrenzenden Liegeplätzen	341
24.9.3 Umschlagoperationen von Schiffen an Liegeplätzen mit normaler La- dung	342
24.9.4 Schlepper und andere Boote längsseits	342

24.10	Hinweise	343
24.10.1	Hinweise auf dem Schiff	343
24.10.2	Hinweise am Terminal	343
24.11	Personalbedarf	344
24.12	Kontrolle von offenen Flammen und anderen potenziellen Zündquellen	344
24.13	Kontrolle von Fahrzeugen und anderen Betriebsmitteln	344
24.14	Nicht zutreffend	344
KAPITEL 25 – BUNKERVORGÄNGE		345
25.1	Allgemein	345
25.2	Bunkerungsverfahren	345
25.3	Bunkerung	346
25.4	Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe	346
25.4.1	Allgemein	346
25.4.2	Benutzungsrichtlinien	347
25.4.3	Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe	349
KAPITEL 26 – SICHERHEITSMANAGEMENT		351
26.1	Klimabedingungen	351
26.1.1	Hinweise des Terminals zu schlechten Wetterbedingungen	351
26.1.2	Windverhältnisse	352
26.1.3	Gewitter (Blitzen)	352
26.2	Personensicherheit	352
26.2.1	Persönliche Schutzausrüstungen	352
26.2.2	Rutsch- und Fallrisiken	352
26.2.3	Persönliche Hygiene	353
26.2.4	Kleidung aus synthetischen Materialien	353
26.3	Sicherheitschecklisten	353
26.3.1	Allgemein	353
26.3.2	Hinweise für das Ausfüllen	354
26.3.3	Musterschreiben Sicherheitserklärung	357
26.4	Hinweise zum Ausfüllen der Sicherheitschecklisten Schiff/Land	358

26.5	Notfallmaßnahmen	358
26.5.1	Feuer oder Explosion an einem Liegeplatz	358
26.5.2	Feuer auf einem Tankschiff an einem Terminal oder auf einem anderen Tankschiff	358
26.5.3	Internationaler Feuerlösch-Landanschluss (falls gefordert)	361
26.5.4	Notentriegelungsverfahren	362
26.5.5	Notschleppgeschirr	362
 TEIL 5 - GASE		363
 KAPITEL 27 – GRUNDEIGENSCHAFTEN VON FLÜSSIGGASEN		365
27.1	Flüssiggase (LPG)	365
27.2	Herstellung von Flüssiggas	366
27.2.1	Herstellung von Flüssigerdgas (LNG)	366
27.2.2	Flüssiggasherstellung	369
27.2.3	Herstellung von chemischen Gasen	371
27.2.4	Hauptprodukte	372
27.3	Chemische Struktur von Gasen	374
27.4	Gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe	377
27.5	Chemische Gase	378
27.6	Chemische Eigenschaften	380
27.7	Inertgas und Stickstoff	384
27.8	Polymerisation	385
27.9	Hydratbildung	387
27.10	Schmierung	388
27.11	Physikalische Eigenschaften	389
27.12	Aggregatzustände	389
27.12.1	Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase	389
27.12.2	Austreten/Auslaufen von Flüssiggas	391
27.12.3	Verdampfung von ausgetretener Flüssigkeit	392
27.13	Prinzipien der Kühlung	392
27.14	Kritische Temperaturen und Drücke	394
27.15	Zusammenhang zwischen Flüssigkeits- und Dampfvolumen	394
27.16	Ideale Gasgesetze	394

27.17	Sättigungsdampfdruck	398
27.18	Dichte von Flüssigkeiten und Dämpfen	402
	27.18.1 Flüssigkeitsdichte	402
	27.18.2 Dampfdichte	403
27.19	Physikalische Eigenschaften von Gasgemischen	403
27.20	Blasenbildungspunkte und Taupunkte von Gemischen	405
27.21	Rückverflüssigung und Enthalpie	407
	27.21.1 Enthalpie	407
	27.21.2 Rückverflüssigung	407
27.22	Entflammbarkeit	409
27.23	Unterdrückung der Entflammbarkeit durch Inertgas	414
27.24	Zündquellen	416
KAPITEL 28 – GEFÄHRDUNGEN DURCH GASE		417
28.1	Risiken beim Umschlag	417
28.2	Entflammbarkeit	420
	28.2.1 Operative Aspekte	420
	28.2.2 Aspekte eines Notfalls	420
28.3	Luftmangel	420
	28.3.1 Toxizität	420
	28.3.2 Asphyxie (Ersticken)	422
	28.3.3 Medizinische Versorgung	423
	28.3.4 Sauerstofftherapie	426
28.4	Erfrierungen	427
28.5	Chemische Verbrennungen	428
28.6	Transport zum Krankenhaus	428
28.7	Gefährliche Atmosphären	429
	28.7.1 Notwendigkeit einer Gasprüfung	429
	28.7.2 Sauerstoffanalysegeräte	429
	28.7.3 Brenngasmessgeräte	429
	28.7.4 Messgeräte für die Toxizität	429

KAPITEL 29 – STATISCHE ELEKTRIZITÄT	431
29.1 Elektrostatik	431
KAPITEL 30 – BRANDBEKÄMPFUNG	433
30.1 Hauptgefahren	433
30.1.1 Entflammbarkeit	433
30.2 Flüssiggasbrände	434
30.2.1 Allgemein	434
30.2.2 Stichflammen	434
30.2.3 Brände von Flüssigkeiten (Lachen)	434
30.2.4 Brände in Kompressorräumen	436
30.2.5 Brände an Sammelleitungen	436
30.3 Löschen von Flüssiggasbränden	436
30.3.1 Feuerlöschmittel	436
30.3.2 Schulung	438
KAPITEL 31 – BORDSYSTEME	439
31.1 Ladungsleitungen und Ventile	439
31.1.1 Ladungsleitungen	439
31.1.2 Ladungsventile	440
31.1.3 Notabschaltsysteme	441
31.1.4 Sicherheitsventile für Ladetanks und Rohrleitungen	442
31.2 Ladepumpen	443
31.3 Ladungsheizung	451
31.4 Ladungsverdampfer	452
31.5 Rückverflüssigungsanlagen und Siededampfkontrolle	452
31.5.1 Indirekter Kreislauf	453
31.5.2 Direkter Kreislauf	453
31.6 Ladungskompressoren und zugehörige Vorrichtungen	458
31.6.1 Kolbenkompressor	458
31.6.2 Schraubenkompressoren	461
31.6.3 Flüssigkeitsabscheider an der Kompressorausleitung	462
31.6.4 Spülgaskondensator.....	462

31.7	Inertgas- und Stickstoffanlagen	463
31.7.1	Stickstoffherstellung auf Tankschiffen	463
31.7.2	Landseitig gelieferter reiner Stickstoff	464
31.8	Elektrische Geräte in gasgefährdeten Räumen	464
31.9	Messgeräte	466
31.9.1	Messgeräte zum Messen des Flüssigkeitspegels	466
31.9.2	Füllstandsalarm und automatische Abschaltssysteme	467
31.9.3	Druck- und Temperaturmessgeräte	467
KAPITEL 32 – SCHIFFSBETRIEB		469
32.1	Arbeitsablauf	469
32.2	Tankinspektion, Trocknen und Inertisieren	470
32.2.1	Tank Inspection	470
32.2.2	Trocknen	470
32.2.3	Inertisierung vor dem Beladen	471
32.3	Begasung	475
32.4	Abkühlung	477
32.5	Beladen	479
32.5.1	Beladen - Vorbereitende Verfahren	479
32.5.2	Dampfkontrolle während des Beladens	481
32.5.3	Beladen - Erste Stufen	482
32.5.4	Laden von Massengut	485
32.5.5	Füllgrenzen bei Ladetanks	486
32.6	Fahrt mit Ladung	488
32.6.1	Einsatz der Rückverflüssigungsanlage	490
32.7	Entladen	491
32.7.1	Entladen durch Druckbeaufschlagung des Dampfraums	491
32.7.2	Entladen mit Pumpen	491
32.7.3	Entladen mit Boosterpumpe und Ladungsheizer	496
32.7.4	Trockenlegen von Tanks und Rohrleitungen	497
32.8	Fahrt mit Ballast	498
32.9	Ladungswechsel (und Vorbereitung auf den Trockendock)	498
32.9.1	Entfernen der Restflüssigkeit	499
32.9.2	Erwärmen	500
32.9.3	Inertisierung nach dem Entladen	501
32.9.4	Belüftung	502
32.9.5	Ammoniak – Sonderverfahren	503

32.10	Übergabe von Schiff zu Schiff	504
32.11	Fazit	504
KAPITEL 33 – TYPEN VON GASTANKSCHIFFEN		505
33.1	Typen von Gastankschiffen	505
33.2	Sicherheitsbehälter für die Fracht	507
33.2.1	Unabhängige Tanks	507
33.2.2	Membrantanks (Membran - 0,7 bis 1,5 mm dick)	511
33.2.3	Halbmembrantanks	515
33.2.4	Integrale Tanks	515
33.3	Bau- und Isoliermaterialien	515
33.3.1	Baumaterialien	515
33.3.2	Tankisolierung	516
INDEX		519

ANHÄNGE

Anhang 1:	Sicherheitscheckliste Schiff/Land
Anhang 2:	Sicherheitscheckliste Seeschiff - Binnentankschiff / Binnentankschiff
Anhang 3:	Checkliste für die Entsorgung gefährlicher Stoffe
Anhang 4:	Checkliste für die Entsorgung ungefährlicher Stoffe
Anhang 5:	Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe
Anhang 6:	Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Seeschiffe
Anhang 7:	Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitschecklisten

ZWECK UND GELTUNGSBEREICH

Dieser Leitfaden dient der Verbesserung der Sicherheit bei der Beförderung von Gefahrgut an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiffen und anderen Schiffen oder Anlagen an Land (Terminals). Es ist nicht Anliegen des Leitfadens, die geltenden gesetzlichen Bestimmungen zu begründen, zu ersetzen oder zu ergänzen; er gibt vielmehr zusätzliche Richtlinien, die nicht Bestandteil der gesetzlichen Bestimmungen sind.

Die Umsetzung dieses Sicherheitsleitfadens wird von den beteiligten Organisationen der Industrie CEFIC, EBU, ESO, ESPO, EUROPIA, FETSA, IAPH, OCIMF, ICS und SIGTTO mit der erforderlichen politischen und rechtlichen Unterstützung der ZKR empfohlen.

Dieser Leitfaden enthält Empfehlungen für die Besatzung von Tankschiffen und Terminals für die sichere Beförderung und den sicheren Umschlag von Produkten, die normalerweise mit Öl-, Chemikalien- oder Flüssiggastankern befördert und an den Terminals umgeschlagen werden.

Außerdem enthält der Leitfaden praktische Hinweise für das Personal, das direkt mit den Betriebsabläufen der Tankschiffe und Terminals befasst ist. Er enthält keine definitive Beschreibung der Betriebsabläufe von Tankschiffen und Terminals. Er gibt jedoch Anleitungen und Beispiele zu bestimmten Aspekten der Betriebsabläufe bei Tankschiffen und Terminals und wie diese gemanagt werden können. Ein effektives Risikomanagement erfordert Prozesse und Kontrollen, die schnell an Veränderungen angepasst werden können. Daher hat der Leitfaden an vielen Stellen absichtlich keinen verbindlichen Charakter, sondern lässt Spielraum für alternative Verfahrensweisen für einige Betreiber bei der Steuerung ihrer Betriebsabläufe. Diese alternativen Verfahrensweisen können über die in diesem Leitfaden enthaltenen Empfehlungen hinausgehen.

Falls man sich für alternative Verfahrensweisen entscheidet, sollten die Betreiber einen Risikomanagementprozess verfolgen, der Systeme zur Risikoerkennung und Risikobewertung einschließt und demonstriert, wie diese gehandhabt werden. Für den Schiffsbetrieb ist es erforderlich, dass dieses Vorgehen den Anforderungen der einschlägigen Rechtsvorschriften genügt.

Alle in dem Leitfaden enthaltenen Hinweise unterliegen den geltenden örtlichen oder staatlichen Vorschriften zu Terminals; es ist darauf zu achten, dass die betreffenden Personen Kenntnis von diesen Vorgaben haben.

Es wird empfohlen, dass an Bord eines jeden Tankschiffs und an jedem Terminal eine Kopie des Leitfadens aufbewahrt wird und zur Nutzung zur Verfügung steht, um Hinweise zu den Betriebsabläufen und den gemeinsamen Verantwortlichkeiten für die Abläufe an der Schnittstelle zwischen Schiff und Land zu geben.

Bestimmte Themen werden in anderen Publikationen, die von der ZKR, OCIMF, ICS oder SIGTTO oder anderen Binnenschifffahrt- oder zwischenstaatlichen Seeschifffahrtorganisationen oder Industrieorganisationen herausgegeben wurden, ausführlicher behandelt. In den jeweiligen Fällen wird ein entsprechender Verweis und eine Liste mit den jeweiligen Publikationen im Literaturverzeichnis angegeben.

Es ist nicht Anliegen dieses Leitfadens, Empfehlungen zum Design oder zur Konstruktion der Tankschiffe zu geben. Informationen zu diesen Fragen können von zwischenstaatlichen Organisationen, nationalen Behörden und auskunftsberechtigten Stellen wie z. B. Klassifikationsgesellschaften, die im Bereich Binnenschifffahrt tätig sind, eingeholt werden. Ebenso gilt, dass mit dem Leitfaden nicht bezweckt wird, sich mit anderen spezifischen Sicherheitsfragen wie z. B. der Sicherheit der Schifffahrt und Schiffswerften zu befassen, obwohl einige Aspekte unvermeidlich gestreift werden.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass der Leitfaden sich auch nicht mit schwimmenden Anlagen, wie z. B. schwimmende Produktions-, Speicher- und Entladeeinrichtungen (FPSOs) und schwimmende Speichereinrichtungen (FSUs) befasst; die Betreiber derartiger Anlagen können jedoch diesen Leitfaden berücksichtigen, wenn und insoweit die bewährten Verfahrensweisen von Tankschiffen gleichermaßen auf ihre Betriebsabläufe anwendbar sind.

QUELLENVERZEICHNIS

Die folgenden Publikationen, auf die in diesem Leitfaden verwiesen wird, stellen eine zuverlässige Informationsquelle der Industrie dar und sollten für zusätzliche Auskünfte zu Rate gezogen werden.

BSI	Circular Flanges for Pipes, Valves and Fittings (Class Designated) (<i>Rundflansche für Rohre, Ventile und Armaturen (PN bezeichnet)</i>) Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges (<i>Flansche aus Stahl, Gusseisen und Kupferlegierungen</i>) Specification for Steel Flanges (<i>Spezifikation für Stahlflansche</i>) (BS 1560. 3-1)
CEN	Classification of Fires (EN2) (<i>Brandklassen</i>)
IMO	Code for Existing Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (<i>Richtlinien für bestimmte Schiffe, die Flüssiggas als Massengut befördern</i>)
IMO	Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (<i>Richtlinien für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen, die Flüssiggas als Massengut befördern</i>)
IMO	Crude Oil Washing Systems (<i>Erdölreinigungsanlagen</i>)
EU	Richtlinie des Europäischen Parlaments und Rats vom 12. Dezember 2006, in der die technischen Vorgaben für Binnenschiffe verankert sind und die die Richtlinie des Rats 82/714/EEC (2006/87/EG) aufhebt;
EU	Richtlinie 2008/68/EG des Europäischen Parlaments und Rats vom 24. September 2008 zur Beförderung von Gefahrgut auf Binnenwasserstraßen
ICS	Drug Trafficking and Drug Abuse (<i>Drogenhandel und Drogenmissbrauch</i>): Guidelines for Owners and Masters on Prevention, Detection and Recognition (<i>Richtlinien für Eigentümer und Kapitäne zur Prävention, Aufdeckung und Erkennung</i>)
CEN	Explosive Atmospheres - Part 10-1 (<i>Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 10-1</i>): Classification of Areas Explosive Gas Atmospheres (EN 60092502) (<i>Einteilung in gasexplosionsgefährdete Bereiche</i>)
IEC	Electrical Installations in Ships - Part 502: (<i>Elektrische Anlagen auf Schiffen - Teil 502</i>): Tankers - Special Features (IEC 60092502) (<i>Tankschiffe - Sondermerkmale</i>)
CENELEC	Electrostatics - Code of Practice for the Avoidance of Hazards Due to Static Electricity (Technical Report CLC/TR 50404) (<i>Elektrostatik - Praxisleitfaden zur Vermeidung von Gefahren infolge von statischer Elektrizität (Technischer Bericht CLC/TR 50404)</i>)
IMO	Emergency Procedures for Ships Carrying Dangerous Goods - Group Emergency Schedules (<i>Notfallmaßnahmen für Schiffe, die Gefahrgut befördern - Gruppe Notfallpläne</i>)
UNECE	European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN) (<i>Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen</i>)

UNECE	European Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) (<i>Europäisches global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien</i>)
IMO	Guidelines on Fatigue (<i>Ermüdungsrichtlinien</i>)
IMO	Guidelines for Maintenance and Monitoring of Onboard Materials Containing Asbestos (MSC/Circ.1045, 28.05.2002) (<i>Richtlinien zur Wartung und Überwachung von asbesthaltigen Materialien an Board</i>)
OCIMF	Guidelines for the Control of Drugs and Alcohol Onboard Ship (<i>Richtlinien zur Drogen- und Alkoholkontrolle an Board des Schiffs</i>)
IMO	Guidelines on Maintenance and Inspection of Fire Protection Systems and Appliances (MSC/Circ.850, 08.06.1998) (<i>Richtlinien zur Wartung und Inspektion von Brandschutzanlagen und Geräten</i>)
Energy Institute	HM 50. Guidelines for the Cleaning of Tanks and Lines for Marine Tank Vessels Carrying Petroleum and Refined Products (<i>Richtlinien für die Reinigung von Tanks und Leitungen von Seetankschiffen, die Mineralöl und Raffinerieerzeugnisse befördern</i>)
IMO	IGC Code - The International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (<i>Internationale Richtlinien für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen, die Flüssiggas als Massengut befördern</i>)
IMO	IMDG Code - the International Maritime Dangerous Goods Code (<i>Internationaler Code für die Beförderung von gefährlichen Gütern mit Seeschiffen</i>)
CEN	Inland navigation vessels - Installation of berths and loading areas (EN 14329) (<i>Binnenschiffe - Installation von Liegeplätzen und Ladeflächen</i>)
OCIMF	International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) (<i>Internationale Sicherheitsrichtlinien für Öltanker und Terminals</i>)
IMO	International Safety Management (ISM) Code (<i>Internationaler Code für Sicherheitsmanagement</i>)
IMO	ISPS - International Ship and Port Facility Security Code (<i>Internationaler Code für die Sicherheit von Schiffen und Hafenanlagen</i>)
SIGTTO/OCIMF	Jetty Maintenance and Inspection Guide (<i>Wartungs- und Inspektionsrichtlinien für Landungsbrücken</i>)
SIGTTO	Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals (<i>Richtlinien für den Umgang mit Flüssiggas auf Schiffen und an Terminals</i>)
OCIMF	Marine Terminal Baseline Criteria and Assessment (<i>Kriterien und Einschätzung von Seeumschlagplätzen</i>)
OCIMF	Marine Terminal Training and Competence Assessment Guidelines for Oil and Petroleum Product Terminals (<i>Richtlinien zu Ausbildung und Kompetenzeinschätzung an Seeumschlagplätzen für Öl- und Mineralölprodukte</i>)
IMO	MARPOL 73/78 - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978 (<i>Internationale Konvention zur Verhinderung der Verschmutzung durch Schiffe</i>)
EFOA	MTBE/ETBE Transport over Inland Waterway Guidelines (<i>Richtlinien zum Transport über Binnenwasserstraßen</i>)
ICS	Model Ship Security Plan (<i>Musterplan zur Schiffssicherheit</i>)
IMO	Recommendations for Material Safety Data Sheets (MSDS) for MARPOL Annex I Oil Cargo and Oil Fuel (MSC Res. 286(86)) (<i>Empfehlungen für Material Sicherheitsdatenblätter für MARPOL Anhang 1 Ölladung und Ölbrennstoffe</i>)
IMO	Recommendations on the Safe Transport of Dangerous Cargoes and Related Activities in Port Areas (<i>Empfehlungen für einen sicheren Transport von gefährlichen Gütern und damit verbundene Aktivitäten im Hafenbereich</i>)

CCNR	Regulation concerning the Carriage of Dangerous Goods on the Rhine (ADNR) (<i>Verordnung zur Beförderung von gefährlichen Gütern auf dem Rhein</i>)
CCNR	Rhine Vessel Inspection (<i>Rheinschiffsuntersuchungsordnung</i>)
IMO	SOLAS 74/88 - International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 and 1988 Protocol, as amended (<i>Internationales Übereinkommen zum Schutz mensch- lichen Lebens auf See</i>)
IMO	Standards for Vapour Emission Control Systems (MSC/Circ.585, 16 April 1992) (<i>Normen für Dampfüberwachungssysteme</i>)
CEN	Transport Quality Management System - Road, Rail and Inland navigation trans- port - Quality management system requirements to supplement EN ISO 9001 for the transport of dangerous goods with regard to safety (EN 12798) (<i>Qualitätsma- nagement im Transportwesen - Straße, Schiene, Binnengewässer</i>)

Einzelheiten zu den vorgenannten und zu anderen Publikationen erfahren Sie unter folgenden Websi-
tes:

CDI	www.cdi.org.uk
CDIT	www.cdit.nl
CEFIC	www.cefic.org
CCNR	www.ccr-zkr.org
DC	www.ccr-zkr.org
EBIS	www.ebis.nl
EFOA	www.efoa.org
EIGA	www.eiga.org
IAPH	www.iaphworldports.org
ICS	www.marisec.org
IMO	www.imo.org
IVR	www.ivr.nl
OCIMF	www.ocimf.com
SIGTTO	www.sigtto.org
UNECE	www.unece.org

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Im Sinne dieses Leitfadens gelten die folgenden Begriffsbestimmungen:

Adiabatisch

Beschreibt die ideale Zustandsänderung von Gasen, bei der kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet.

Administration

Bezieht sich auf die Regierung des Staates, unter dessen Flagge das Schiff fährt.

ALARP

Englische Abkürzung für: so niedrig wie vernünftigerweise praktikabel

Antistatische Zusätze

Substanzen, die Öle zugesetzt werden, um deren elektrische Leitfähigkeit auf eine Sicherheitsstufe von über 50 Picosiemens pro Meter (pS/m) zu erhöhen und damit eine Akkumulation der statischen Elektrizität zu verhindern.

Zugelassene Anlagen

Anlagen, deren Auslegung von einer zuständigen Behörde, wie z. B. einer Dienststelle der Regierung oder einer Klassifikationsgesellschaft, geprüft und zugelassen wurden. Diese Behörde sollte die sichere Nutzung der Anlage in einem bestimmten gefährdeten oder gefährlichen Bereich zertifiziert haben.

Selbstentzündung

Entzündung eines brennbaren Materials ohne Auslösung durch Funken oder Flammen, wenn das Material auf eine Temperatur gebracht wurde, bei der die Verbrennung von selbst vonstatten geht.

Binnenschiff

Alle Frachtschiffe der Binnenschifffahrt

Verdampfungsverlust

Verdampfungsverlust bezieht sich auf den Dampf, der über der Oberfläche einer siedenden Ladung durch Verdampfung gebildet wird. Er entsteht durch Eindringen von Wärme oder Druckabfall.

Siedepunkt

Temperatur, bei der der Dampfdruck einer Flüssigkeit gleich dem Druck an deren Oberfläche ist (der Siedepunkt ist druckabhängig).

Elektrische Masseverbindung (Bonden)

Verbindung von Metallteilen zur Gewährleistung des Stromdurchgangs.

Boosterpumpe

Pumpe, die zur Erhöhung des Förderdrucks einer anderen Pumpe (wie z. B. Ladepumpe) verwendet wird.

Massengutladung

Flüssigladung, die in Ladetanks transportiert und nicht in Trommeln, Containern oder Kollis verschifft wird.

Carbamat

Weißer pudriger Substanz, die durch die Reaktion von Ammoniak mit Kohlendioxid entsteht.

Karzinogen

Krebserregende Substanz

Bereich der Ladung

Teil des Schiffs, in dem sich die Ladetanks, Ladepumpen und Kompressorräume befinden, einschließlich des Deckbereiches über dem Bereich der Ladetanks. Nicht zum Bereich der Ladung gehören Kofferdämme, Ballasttanks und Hohlräume, sofern vorhanden, die sich hinter dem letzten, am nächsten zum Heck gelegenen Laderaum bzw. am vordersten Ende des vordersten Laderaums befinden. (Eine genauere Begriffsbestimmung ist in den Gas Codes enthalten.)

Ladetanksysteme

Anordnung der Ladetanks, einschließlich der Haupt- und Nebenbarrieren, der dazugehörigen Isolierungen, Räume zwischen den Barrieren und der erforderlichen Konstruktion zum Stützen dieser Elemente. (Eine genauere Begriffsbestimmung ist in den Gas Codes enthalten.)

Kaskaden-Rückverflüssigungskreislauf

Vorgang, bei dem Verdampfungsverluste aus Ladetanks in einem Kondensator, in dem sich als Kühlmittel R22 oder ein gleichwertiges Kühlgas befindet, kondensiert wird. Das Kühlgas wird dann verdichtet und durch einen herkömmlichen seewassergekühlten Kondensator geleitet.

Kathodenschutz

Schutz vor Korrosion durch elektrochemische Verfahren Auf Tankschiffen findet das Verfahren oft extern am Schiffsrumpf oder intern an den Oberflächen der Tanks Anwendung. An den Terminals wird es oft für Stahlpfähle und Fenderplatten verwendet.

Kavitation

Vorgang, der innerhalb des Impellers einer Zentrifugalpumpe abläuft, wenn der Druck am Einlass zum Impeller unter den Dampfdruck der geförderten Flüssigkeit fällt. Die dabei gebildeten Dampfblasen fallen mit impulsiver Kraft in den höheren Druckbereichen des Impellers zusammen. Dieser Effekt kann zu beträchtlichen Schäden an der Impelleroberfläche und darüber hinaus zu einem Saugkraftverlust der Pumpen führen.

Zulassungszeugnis

Zeugnis, das von der Administration eines Flaggenstaates ausgestellt wird und das bestätigt, dass Konstruktion, Ausstattung, Armaturen, Anlagen und Materialien, die für den Bau des Gastankschiffes verwendet wurden, dem einschlägigen Gas Code bzw. den geltenden gesetzlichen Anforderungen entsprechen. Das betreffende Zertifikat kann im Auftrag der Administration durch eine zugelassene Klassifikationsgesellschaft ausgestellt werden.

Gasfreiheitsbescheinigung

Ein Tank oder Raum wird als gasfrei zertifiziert, wenn ein unabhängiger Chemiker die Luft darin mit einem zugelassenen Gerät geprüft und festgestellt hat, dass dieser sich in einem geeigneten Zustand befindet. Das bedeutet, dass kein Sauerstoffmangel vorliegt und der Tank oder Raum für den bestimmten Zweck weitgehend frei von toxischen oder entflammenden Gasen ist.

Anhaftungen

Öl, das an den Rohrwänden oder Tankinnenflächen zurückbleibt, nachdem der Großteil des Öls abgelaufen ist.

Geschlossener Betrieb

Beladen und Löschen von Ballast und Ladung ohne Öffnen der Peilöffnungen und Sichtluken. Bei geschlossenem Betriebs benötigen die Schiffe Betriebsmittel zur geschlossenen Überwachung des Tankinhalts, wie z. B. fest eingebaute Messgeräte oder tragbare Geräte, die eine Dampfsperre passieren.

CMR-Substanz

Krebserregende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Substanz.

Kaltarbeiten

Arbeiten, die keine Zündquelle bilden können.

Brennbar (auch als 'entflammbar' bezeichnet)

Zündfähig und brennbar im Sinne dieses Leitfadens werden die Begriffe 'brennbar' und 'entflammbar' als Synonyme verwendet.

Druckverhältnis

Verhältnis zwischen absolutem Druck am Ablass vom Kompressor zum absoluten Druck am Einlass.

Kondensate

Rückverflüssigte Gase, die sich im Kondensator ansammeln und dann an die Ladetanks zurückgeführt werden.

Wasserfahrzeuge

Alle Schiffe, die Hilfsdienste leisten, wie z. B. Schleppboote, Mooringboote, Arbeitsboote, Versorgungsschiffe, Feuerlöschboote, Rettungsboote.

Schiffsbetreiber

Eigentümer eines Schiffes oder einer anderen Organisation oder Person, z. B. Manager oder Charterer des reinen Schiffes, der die Verantwortung für den Schiffsbetrieb vom Schiffseigentümer übernommen hat, darunter auch die Pflichten und Verantwortlichkeiten, die ihm vom ISM-Code auferlegt werden.

Fachkräfte

Personen, die über eine adäquate Ausbildung verfügen, um Aufgaben übernehmen zu können, zu denen sie laut ihrer Tätigkeitsbeschreibung verpflichtet sind. In Bezug auf die Schifffahrtsindustrie sollten sie ihre Kompetenz durch die Vorlage von durch die Schiffsbehörde anerkannten Zeugnissen nachweisen.

Kritischer Druck

Druck, bei dem sich ein Stoff im flüssigen Zustand bei kritischer Temperatur befindet. (Mit anderen Worten handelt es sich hierbei um den Sättigungsdruck bei kritischer Temperatur.)

Kritische Temperatur

Temperatur, ab der ein Gas nicht durch Druck allein verflüssigt werden kann.

Kryogenik

Studium des Verhaltens von Stoffen bei sehr niedrigen Temperaturen.

Gefahrenbereich

Bereich auf einem Tankschiff, der für die Installation oder Nutzung elektrischer Anlagen als gefährlich erachtet wird. (Für Terminal siehe „explosionsgefährteter Bereich“.)

Gefahrgut

Gefahrgut bezieht sich auf Stoffe und Artikel, deren Beförderung durch die geltenden Rechtsvorschriften verboten oder nur unter den darin festgelegten Bedingungen zulässig ist.

Deepwell-Pumpe

Eine Art Tauchpumpe, wie sie üblicherweise auf Gastankschiffen eingesetzt wird. Die Hauptantriebsmaschine ist in der Regel ein Elektro- oder Hydraulikmotor. Der Motor ist normalerweise oben auf dem Ladetank montiert und treibt das im unteren Teil des Tanks angebrachte Pumpenaggregat über eine lange Getriebewelle durch eine Doppeldichtung an. Die Abflussleitung für das Beförderungsgut umschließt die Antriebswelle; die Wellenlager werden durch die Förderflüssigkeit gekühlt und geschmiert.

Dichte

Masse je Volumeneinheit unter bestimmten Temperatur- und Druckbedingungen (siehe 1.3).

Taupunkt

Temperatur, bei der die Kondensation innerhalb eines Gases bei fortgesetzter Kühlung erfolgt.

Trockenlöschmittel

Flammenhemmendes Pulver zur Brandbekämpfung

Erdung (auch Masseanschluss genannt)

Der elektrische Anschluss von Anlagen an die Hauptmasse 'Erde', um sicherzustellen, dass Erdspannung anliegt. An Bord des Schiffs erfolgt der Anschluss an die Hauptmetallkonstruktion des Schiffs, die aufgrund der Leitfähigkeit des Meeres auf Erdpotential ausgelegt ist.

Geschlossener Raum

Raum, der begrenzte Öffnungen für den Ein- und Ausgang und eine ungünstige natürliche Be- und Entlüftung hat und nicht für den ständigen Aufenthalt von Personen gedacht ist.

Dazu gehören Ladetanks, Doppelböden, Kraftstoffbehälter/Bunker, Ballasttanks, Pumpenräume, Kofferdämme, Hohlräume, Rohrtunnel, Räume zwischen den Barrieren, Motorgehäuse und Abwassertanks.

Endotherme Prozesse

Prozesse, bei denen eine Wärmeabsorption stattfindet.

Enthalpie

Enthalpie ist ein thermodynamisches Maß für den Gesamtwärmeinhalt einer Flüssigkeit oder von Dampf bei einer bestimmten Temperatur; es wird in Energie pro Masseinheit (kJoules pro kg) vom absoluten Nullpunkt angegeben. Folglich ist das Maß bei einem Flüssigkeits-/Dampfgemisch die Summe aus Enthalpie der Flüssigkeit und Verdampfungswärme.

Entropie

Die Entropie eines Flüssigkeits-/Gassystems bleibt konstant, wenn es keinen Wärmeaustausch gibt, während es sein Volumen ändert oder in Betrieb ist; es dehnt sich jedoch aus oder zieht sich zusammen, wenn eine kleine Wärmemenge ein- oder austritt. Der Wert wird durch Dividieren der inneren Energie des Materials durch dessen absolute Temperatur bestimmt. Die innere Energie ist das Produkt aus spezifischer Wärme bei konstantem Volumen multipliziert mit der Temperaturänderung. Entropie wird als Wärmeinhalt pro Masse und Temperatureinheit angegeben. Nach dem SI-System wird die Einheit daher in Joule/kg/K angegeben. Hierbei ist zu beachten, dass in einem umkehrbaren Prozess, bei dem keine Wärme abgegeben oder aufgenommen wird, die Entropieänderung gleich Null ist.

Zutrittsgenehmigung / Befahrerlaubnis

Dokument, das durch einen Schiffsbeauftragten ausgestellt wird und den Zutritt zu Bereichen oder Räumen in einer bestimmten Zeitspanne gestattet.

Gasspürgerät

Siehe 'Ex-Meter'.

Explosionssgeschützt (auch als 'flammensicher' bezeichnet)

Elektroinstallationen werden als explosionssgeschützt bezeichnet und zertifiziert, wenn diese von einem Gehäuse umgeben sind, das einer Explosion eines Kohlenwasserstoffgas-/Luftgemisches oder eines anderen bestimmten entflammaren Gasgemisches darin standhalten kann. Das bedeutet auch, dass sich dieses Gemisch nicht außerhalb des Gehäuses durch einen Funken oder eine Flamme, die von einer inneren Explosion stammen, oder infolge eines Temperaturanstiegs des Gehäuses nach einer internen Explosion entzünden darf. Die Installationen müssen bei einer Außentemperatur betrieben werden, die keine Entzündung der entflammaren Umgebungsluft zulassen.

Explosionsbereich

Siehe 'Zündbereich'.

Flammendurchschlagsicherung

Durchlässige Matrix aus Metall, Keramik oder anderen hitzebeständigen Werkstoffen, die selbst eine starke Flamme und die daraus resultierenden Verbrennungsprodukte auf eine Temperatur abkühlen können, die unter der Zündtemperatur für brennbare Gase auf der anderen Seite der Flammendurchschlagsicherung liegt.

Flammensicher

Siehe 'Explosionsschutz'.

Flammennetz

Tragbares oder eingebautes Gitter, das aus einem oder mehreren Schichten aus korrosionsbeständigem, sehr feinmaschigem Drahtgewebe besteht und ein Überspringen der Funken in eine Tank- oder Lüftungsöffnung oder kurzzeitig den Flammendurchschlag verhindern soll. (Nicht zu verwechseln mit 'Flammendurchschlagsicherung'.)

Entflammbar (auch als 'brennbar' bezeichnet)

Zündfähig und brennbar Im Sinne dieses Leitfadens werden die Begriffe 'entflammbar' und 'brennbar' wie Synonyme verwendet.

Ex-Meter (auch als 'Gasspürgerät' bezeichnet)

Gerät zum Messen der Zusammensetzung von Kohlenwasserstoffgas-/Luftgemischen, wobei der Messwert i.d.R. in Prozent der unteren Explosionsgrenze (UEG) angegeben wird.

Zündbereich (auch als 'Explosionsbereich' bezeichnet)

Bereich der Kohlenwasserstoffgaskonzentrationen in der Luft zwischen der oberen und unteren Zündgrenze (Explosionsgrenze). Gemische in diesem Bereich sind zündfähig und brennbar.

Handlampe

Siehe 'Taschenlampe'.

Flammpunkt

Die niedrigste Temperatur eines flüssigen Stoffes bei der seine Dämpfe mit der Luft ein entzündbares Gemisch bilden. Die Messung erfolgt im Labor mit einem Standardgerät nach einem festgelegten Verfahren.

Durchflussgeschwindigkeit

Lineare Durchflussgeschwindigkeit einer Flüssigkeit in einer Rohrleitung, die i.d.R. in Meter pro Sekunde (m/s) gemessen wird. Die Ermittlung der Durchflussgeschwindigkeiten an Stellen innerhalb des Ladungsleitungssystems ist äußerst wichtig, wenn es sich bei dem Güterumschlag um statische Akkumulatoren handelt.

Schaum

Schaumlösung, die zur Brandverhütung und Brandbekämpfung eingesetzt wird.

Schaummittel (auch als 'Schaumverbindung' bezeichnet)

Hochkonzentrierte Flüssigkeit, wie geliefert, die verdünnt und zu Schaum verarbeitet wird.

Schaumlösung

Gemisch, das durch Verdünnen des Schaumkonzentrats mit Wasser vor der Verarbeitung zu Schaum entsteht.

Freier Fall

Ungehinderter Fall der Flüssigkeit in einen Tank.

Von oben oder überalles

Siehe 'Beladen über Top'.

Gas Codes

Zu den Gas Codes gehören die Richtlinien für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen, die Flüssiggas als Massengut befördern (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC-Code) und der Richtlinien für bestimmte Schiffe, die Flüssiggas als Massengut befördern (Code for Existing Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk).

Herausgeber dieser Standards ist die IMO.

Gasgefährdete Räume oder Bereiche

Räume oder Bereiche (wie in den Gas Codes definiert) innerhalb des Bereichs der Ladung, von denen ausgegangen werden kann, dass sie entflammbare Dämpfe enthalten und nicht mit den zugelassenen Vorrichtungen ausgestattet sind, um gewährleisten zu können, dass sich die Atmosphäre in diesem Bereich jederzeit in einem sicheren Zustand befindet. (Eine genauere Begriffsbestimmung ist in den Gas Codes enthalten).

Gasfrei

Ein Tank, Raum oder Container ist gasfrei, wenn in diesen genügend Frischluft gelangt, um die Konzentration von entflammbaren, toxischen oder Inertgasen soweit zu verringern, wie es für den bestimmten Zweck, z. B. Warmarbeiten, Zutritt usw., erforderlich ist.

Gasfreiheitszertifikat

Zertifikat, das von dem jeweils autorisierten Schiffsbeauftragten ausgestellt wird und bestätigt, dass der Tank, Raum oder Container zum Zeitpunkt der Prüfung für den bestimmten Zweck gasfrei war.

Entgasung

Entfernen von toxischen und/oder entflammbaren Gasen aus dem Tank oder einem geschlossenen Raum mit Inertgas und anschließender Frischluftzufuhr.

Begasung

Austausch der Schutzgasatmosphäre im Tank gegen Dampf vom nächsten Beförderungsgut in einem angemessenen Maß, um ein Abkühlen und Laden zu ermöglichen.

Masseanschluss

Siehe 'Erdung'.

Halon

Halogenkohlenwasserstoff, der bei der Brandbekämpfung eingesetzt wird und das Ausbreiten der Flammen verhindert.

Explosionsgefährdeter Bereich

Bereich an Land, der zum Zweck der Installation und zur Nutzung der Elektroinstallationen als gefährlich eingestuft wird. Diese gefährdeten Bereiche werden in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit, dass dort leicht entzündbare Gasgemische vorhanden sind, als Gefahrenzonen eingestuft. (Für Schiffe siehe 'Gefahrenbereich'.)

Gefährliche Tätigkeiten

Tätigkeiten außer Arbeiten mit offenen Flammen, die für das Schiff, das Terminal oder das Personal eine Gefahr darstellen und deren Durchführung eine Gefährdungsbeurteilung erfordert und z. B. durch ein Arbeitsgenehmigungsverfahren oder ein kontrolliertes Verfahren kontrolliert werden muss.

Gefahrenzone

Siehe 'Explosionsgefährdeter Bereich'.

Feuarbeiten

Arbeiten, bei denen es eine Zündquelle gibt oder die Temperaturen hoch genug sind, um ein Entzünden des brennbaren Gasgemisches herbeizuführen. Dazu gehören Arbeiten, die den Einsatz von Schweiß-, Brenn- und Lötanlagen, Lötlampen, bestimmten kraftbetriebenen Werkzeugen und transportablen Elektrogeräten, die nicht eigensicher sind und nicht von einem zulässigen explosionsgeschützten Gehäuse umgeben sind, und Verbrennungsmaschinen erforderlich machen.

Genehmigung der Feuerarbeiten

Dokument, das von einem Schiffsbeauftragten ausgestellt wurde und bestimmte Arbeiten mit offenen Flammen innerhalb einer bestimmten Zeitspanne in einem bestimmten Bereich gestattet.

Kohlenwasserstoffgas

Gas, das nur aus Kohlenwasserstoff besteht.

Inertzustand

Zustand, bei dem der Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre des Tanks auf 8 Volumen% oder weniger durch Zugabe eines Inertgases reduziert wurde.

Inertgas

Gas oder Gasgemisch, wie z. B. Rauchgas, das zu wenig Sauerstoff enthält, um die Verbrennung des Kohlenwasserstoffs zu fördern.

Inertgasanlage

Alle Anlagen, die die Erzeugung, Förderung des Inertgases zu den Ladetankanlagen ermöglichen, kühlen, reinigen, mit Druck beaufschlagen, überwachen und regeln.

Inertgassystem (IGS)

Inertgasanlage und Inertgasverteilungsanlage einschließlich der Mittel zur Verhinderung eines Rückflusses der Ladungsgase zu den Maschinenräumen, fest eingebaute und tragbare Mess- und Regelgeräte.

Inertisierung

Ausspülen des Tanks mit Inertgas, um einen Inertzustand herzustellen.

Isolierflansch

Flanschverbindung mit Isolierdichtung, -buchsen und -scheiben, um einen Stromdurchgang zwischen Schiff und Land zu verhindern.

Trennschichtsonde

Elektrisches Gerät zum Erkennen der Grenze zwischen Öl und Wasser.

International Safety Management (ISM) Code

Internationaler Standard für ein sicheres Schiffsmanagement und einen sicheren Schiffsbetrieb und zur Verhütung von Umweltverschmutzung. Die Richtlinien legen die Ziele für das Sicherheitsmanagement fest und schreiben vor, dass der Schiffsbetreiber ein eigenes Safety Management System (SMS) verfasst, das von der Administration des Flaggenstaats geprüft und genehmigt werden muss.

Eigensicherer Stromkreis

Ein Stromkreis oder Teil eines Stromkreises ist eigensicher, wenn er bei einem Funkenschlag oder Wärmeeffekt, der normalerweise (z. B. durch Unterbrechen oder Schließen des Stromkreises) oder zufällig (z. B. durch Kurzschluss oder Erdschluss) entsteht, das vorgegebene Gasgemisch unter den vorgeschriebenen Prüfbedingungen nicht entzünden kann.

Isotherme

Zustandsänderung eines idealen Gases, wenn sich Druck und Volumen ändern, die Temperatur aber konstant bleibt.

Latente Wärme

Wärme, die benötigt wird, um eine Zustandsänderung eines Stoffes vom festen Zustand in den flüssigen Zustand (Schmelzwärme / Schmelzenthalpie) oder vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand (Verdampfungswärme / Verdampfungsenthalpie) zu bewirken. Diese Phasenübergänge treten bei konstanter Temperatur am Schmelz- bzw. Siedepunkt auf.

Verdampfungswärme / Verdampfungsenthalpie

Wärmemenge, die für den Übergang eines Stoffes vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand (oder umgekehrt) bei konstanter Temperatur benötigt wird.

Flüssiggas

Flüssigkeit mit einem Dampfdruck von über 2,8 bar bei 37,8 °C und bestimmte andere Stoffe, die in den Gas Codes näher beschrieben sind.

LNG

Englische Abkürzung für Flüssigerdgas (Liquefied natural gas), dessen Hauptbestandteil Methan ist.

Beladen über Top (auch als Globalbeladung bezeichnet)

Laden der Fracht oder des Ballasts durch eine offene Rohr- oder Schlauchleitung, die über eine Öffnung an Deck in den Tank und somit zum freien Fall der Flüssigkeit führt.

Ladegeschwindigkeit

Volumenmaß der Flüssigkeit, die innerhalb einer bestimmten Zeit geladen wird, das i.d.R. in Kubikmeter pro Stunde (m³/h) oder Barrel pro Stunde (bbls/h) angegeben wird.

Untere Explosionsgrenze (UEG)

Konzentration eines Kohlenwasserstoffgases in der Luft, unterhalb derer der Kohlenwasserstoffanteil nicht ausreicht, um die Verbrennung zu fördern und zu schüren. Manchmal wird sie auch als untere Entflammbarkeitsgrenze bezeichnet.

LPG

Englische Abkürzung für flüssig Erdölgas (Liquefied Petroleum Gas). Zu dieser Produktgruppe gehören auch Propan und Butan, die beide getrennt oder als Gemisch verschifft werden können. LPGs können Raffinerie-Nebenprodukte sein oder in Verbindung mit Erdöl oder Erdgas hergestellt werden.

MARVS

Englische Abkürzung für den maximal zulässigen Einstelldruck der Sicherheitsventile am Schiffsladetank, wie im Zulassungszeugnis angegeben.

Sicherheitsdatenblatt (SDB)

Dokument, das Substanzen und deren Bestandteile identifiziert. Es enthält alle für den Empfänger notwendigen Hinweise für den sicheren Umgang mit der Substanz. Form und Inhalt eines solchen SDB für Ölfrachten und Ölbrennstoffe MARPOL Anhang I sind in der IMO-Resolution MSC.286(86) festgelegt. Siehe SDB.

Mercaptane / Schwefelkohlenwasserstoffe

Gruppe von natürlichen organischen schwefelhaltigen Chemikalien. Sie kommen in einigen Erdölen und in Pentan sowie Ladungen vor. Sie haben einen starken Geruch.

Offenes Licht

Offene Flammen oder Feuer, angezündete Zigaretten, Zigarren, Pfeifen oder ähnliche Materialien zum Rauchen, andere freie Zündquellen, Elektro- und andere Anlagen, bei deren Nutzung es zum Funkenschlag kommen kann, ungeschützte Glühbirnen oder Flächen mit einer Temperatur, die gleich oder höher ist als die Selbstentzündungstemperatur der Umschlagprodukte.

Nicht flüchtiges Mineralöl

Mineralöl mit einem Flammpunkt von 60 °C und darüber, wie in dem Prüfverfahren im geschlossenen Tiegel festgelegt.

Geruchsgrenze

Niedrigste Dampfkonzentration eines Stoffes in der Luft, die durch Geruch festgestellt werden kann.

Sauerstoffanalysator oder Sauerstoffmessgerät

Gerät zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre, die einem Tank, Rohr oder Raum entnommen wurde.

Verpackte Ladung

Mineralöl oder anderes Transportgut in Fässern, Kollis oder anderen Containern.

Pellistor

Elektrischer Sensor, der mit einem Brenngasdetektor zur Messung von Kohlenwasserstoffdämpfen und Luftgemischen ausgestattet ist und mit dem festgestellt wird, ob das Gemisch im Zündbereich ist.

Genehmigung (Arbeitsgenehmigung)

Dokument, das von dem Schiffsbeauftragten ausgestellt wird und Arbeiten zulässt, die in Übereinstimmung mit dem Sicherheits Management System des Schiffs durchzuführen sind.

Arbeitsgenehmigungssystem

System zur Kontrolle der Aktivitäten, durch die Schiff, Terminal, Personal und Umgebung einer Gefahr ausgesetzt werden. Das System bietet Gefährdungsbeurteilungsverfahren und wendet diese auf die verschiedenen potentiellen Risikostufen an. Das System sollte einer anerkannten Richtlinie der Industrie genügen.

Mineralöl

Erdöl und daraus abgeleitete flüssige Kohlenwasserstoffprodukte.

Erdölgas (Petroleum gas)

Gas, das aus Mineralöl gebildet wird. Die Hauptbestandteile von Erdölgasen sind Kohlenwasserstoffe; sie können aber auch andere Substanzen oder Nebenbestandteile wie z. B. Schwefelwasserstoff oder Bleialkyle enthalten.

Aggregatzustände von Öl

Bei Öl geht man von drei Zustandsphasen aus, die sich in der Art und der Temperatur des Öls unterscheiden. Die drei Phasen bezeichnen den Fest-, Flüssig- und gasförmigen Zustand. Die Phasen kommen nicht getrennt voneinander vor; zum Befördern von Öl ist es erforderlich, dass das Personal die Kombinationen der Ölphasen in der beförderten Ladung kennen.

Polymerisation

Chemische Reaktion von zwei oder mehr Molekülen derselben Verbindung, infolge derer ein größeres Molekül einer neuen Verbindung entsteht. Das Produkt der Polymerisation nennt man Polymerisate. Durch diesen Mechanismus kann die Reaktion sich von selbst ausbreiten und dazu führen, dass Flüssigkeiten zähflüssiger und letztendlich sogar fest werden können.

Stockpunkt

Niedrigste Temperatur, bei der ein Mineralöl flüssig bleibt.

Druckstoß

Plötzlicher Druckanstieg einer Flüssigkeit in einer Rohrleitung infolge einer abrupten Änderung der Durchflussgeschwindigkeit.

Überdruck-/Unterdruckventil

Gerät, das für den Durchfluss kleiner Mengen Dampf-, Luft- oder Inertgasgemische infolge thermischer Schwankungen im Ladetank sorgt.

Pumpenspülung

Entfernen der Flüssigkeit von Tauchpumpen.

Spülen

Zufuhr von Inertgas in einen Tank, der bereits im Inertzustand ist, mit dem Ziel, den vorliegenden Sauerstoffgehalt und/oder Kohlenwasserstoffgasgehalt auf ein Niveau zu reduzieren, unterhalb dessen die Verbrennung durch anschließende Luftzufuhr in den Tank nicht gefördert werden kann.

Luftentzündliches Eisensulfid

Eisensulfid, das zu einer schnellen exothermen Oxidationsreaktion fähig ist, die, wenn es Luft ausgesetzt ist, zu einem Erglühen und einer potentiellen Entzündung von entflammaren Kohlenwasserstoffgas-/Luftgemischen führen kann.

Empfänger

Der Empfänger gemäß Beförderungsvertrag. Bezeichnet der Empfänger gemäß den für den Beförderungsvertrag geltenden Bestimmungen einen Dritten, so gilt dieser als Empfänger. Erfolgt die Beförderung ohne Beförderungsvertrag, so ist Empfänger das Unternehmen, welches die gefährlichen Güter bei Ankunft übernimmt.

Reid-Dampfdruck

Dampfdruck einer Flüssigkeit, der nach einem Normverfahren mit Hilfe eines Reid-Apparates bei einer Temperatur von 37,8 °C und einem Gas-Flüssigkeits-Volumenverhältnis von 4:1 bestimmt wird. Wird nur zu Vergleichszwecken verwendet. Siehe 'Echter Dampfdruck'.

Relative Dichte der Flüssigkeit

Masse einer Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur, verglichen mit der Masse der gleichen Menge Frischwasser bei gleicher Temperatur oder bei einer anderen vorgegebenen Temperatur.

Relaxationszeit

Zeit, die zum Entladen einer elektrostatischen Aufladung oder zur Freisetzung aus der Flüssigkeit benötigt wird. Bei Flüssigkeiten, die statische Akkumulatoren sind, beträgt diese Zeit i.d.R. eine halbe Minute. Nicht zu verwechseln mit 'Beruhigungszeit'; siehe Begriffsbestimmung.

Verantwortliche Person an Bord

Person, die von dem Schiffsbetreiber oder dem Kapitän des Schiffs ernannt und ermächtigt ist, sämtliche Entscheidungen in Bezug auf spezifische Aufgaben zu treffen, und die das dafür erforderliche Wissen und die dafür erforderliche Erfahrung hat.

Beatmungsgerät

Gerät zur Erhaltung und Wiederherstellung der Atmung von Personen nach Gaseinwirkung oder Sauerstoffmangel.

Rollover

Phänomen, bei dem die Stabilität von zwei geschichteten Lagen der Flüssigkeit mit unterschiedlicher relativer Dichte gestört wird, was spontan zu einer schnellen Vermischung der Schichten und, im Falle von Flüssiggasen, gleichzeitig zu einer starken Dampfbildung führt.

Sicherheitsdatenblatt (SDS)

Dokument, das Substanzen und deren Bestandteile identifiziert. Es enthält alle für den Empfänger notwendigen Hinweise für den sicheren Umgang mit der Substanz. Anleitungen zu Form und Inhalt eines SDS sind in dem Europäischen global harmonisierten System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (European Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals - GHS) enthalten. Siehe MSDS.

Sicherheitsmanagementsystem (SMS)

Ein formales Dokumentensystem, den der ISM-Code vorschreibt und dessen Einhaltung gewährleisten soll, dass alle Betriebsabläufe und Aktivitäten an Bord eines Schiffs den Sicherheitsvorschriften entsprechen.

Sekundärschutz

Flüssigkeitsbeständiges Außenelement eines Ladetanks, das vorübergehend Schutz vor der Leckage einer Flüssigladung durch Primärschutz bieten und ein Absinken der Temperatur der Schiffskonstruktion auf ein kritisches Niveau verhindern soll.

Selbsttrimmende Verholwinde

Eine Verholwinde ist mit einer Trommel ausgestattet, auf der ein Verholdraht oder Seil befestigt ist; die Winde ist selbsttrimmend ausgelegt.

Beruhigungszeit

Zeit, die benötigt wird, um den Tankinhalt zur Ruhe zu bringen, sobald der Füllvorgang beendet ist, und damit das Ende der weiteren Erzeugung von statischer Elektrizität. In Normalfall beträgt die Zeit 30 Minuten. Nicht zu verwechseln mit 'Relaxationszeit'; siehe Begriffsbestimmung.

Slop

Gemisch aus Ladungsrückständen und Waschwasser, Rost oder Schlamm, das sich zum Pumpen eignet oder nicht.

SOLAS

Internationale Konvention für die Sicherheit menschlichen Lebens auf See von 1974 und das dazugehörige Protokoll von 1988 in der jeweiligen Fassung.

Peilrohr

Rohr, das vom oberen Ende zum unteren Ende des Tanks verläuft und in dem die Füllhöhe in dem Tank gemessen werden kann. Das Rohr ist normalerweise mit Löchern versehen, um sicherzustellen, dass der Flüssigkeitspegel im Rohr der gleiche ist wie der im Innern des Tanks, und um ein Überlaufen zu verhindern. Das Rohr sollte mit der Schiffskonstruktion am Deck und am unteren Ende elektrisch verbunden sein.

Saure Erdöle und Erdölprodukte

Begriff zur Bezeichnung von Erdöl und Erdölprodukten, die beträchtliche Mengen Schwefelwasserstoff und/oder Mercaptan enthalten.

Versetztes Erdöl

Erdöl gemischt mit Flüssiggas oder Kondensat.

Spontane Verbrennung

Zündung eines Stoffs, die durch eine wärmeerzeugende (exotherme) chemische Reaktion mit dem Stoff selbst hervorgerufen wird, ohne dass dieser einer externen Zündquelle ausgesetzt ist.

Ladungsverteilung

Ladeverfahren, bei dem mehrere Tanks gleichzeitig beladen werden, um die Erzeugung statischer Elektrizität beim Laden von statischen Akkumulatoren zu verhindern.

Öle, die statische Akkumulatoren sind

Öle, deren elektrische Leitfähigkeit weniger als 50 Picosiemens pro Meter (pS/m) beträgt und die sich somit stark elektrostatisch aufladen kann.

Statische Elektrizität

Elektrizität, die durch die Bewegung zweier ungleicher Stoffe durch physikalische Berührung und Trennung erzeugt wird.

Öle, die keine statischen Akkumulatoren sind

Öle, die eine elektrische Leitfähigkeit von mehr als 50 Picosiemens pro Meter (pS/m) haben und somit nicht fähig sind, signifikante elektrostatische Ladung zu speichern.

Nachlenzen (Strippen)

Letzter Vorgang zum Lenzen der Flüssigkeit aus dem Tank oder der Rohrleitung.

Tauchpumpe

Eine Art Kreiselladepumpe, die i.d.R. auf Gastankschiffen und an Terminals am Boden eines Ladetanks installiert wird. Sie besteht aus Antriebsmotor, Impeller und Lager und taucht komplett in die Ladung ein, wenn der Tank mit flüssiger Ladung gefüllt ist.

Absender

Das Unternehmen, das selbst oder für einen Dritten gefährliche Güter versendet. Erfolgt die Beförderung auf Grund eines Beförderungsvertrages gilt als Absender der Absender gemäß diesem Vertrag. Bei Tankschiffen mit leeren oder entladenen Ladetanks wird hinsichtlich der erforderlichen beförderungspapiere der Schiffsführer als Absender angesehen.

Druckstoß

Phänomen, das in einer Rohrleitung auftritt, wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit der Flüssigkeit in der Leitung ändert. Druckstöße können gefährlich hoch sein, wenn die Durchflussgeschwindigkeit zu hoch ist; die daraus resultierenden Druckwellen können Beschädigungen an der Pumpenanlage und Risse in den Rohrleitungen und dazugehörigen Anlagen hervorrufen.

Tankreinigung

Vorgang, bei dem Kohlenwasserstoffdämpfe, Flüssigkeiten oder Reststoffe aus Tanks entfernt werden. Normalerweise können die Tanks danach zu Inspektionszwecken oder zur Durchführung von Warmarbeiten oder zur Vermeidung von Kontaminationen zwischen den Gütestufen betreten werden.

Tankschiff

Schiff, das für die Beförderung von flüssigem Mineralöl, Chemikalien oder Gasladungen als Massengüter ausgelegt ist.

Terminal

Ort, an dem Tankschiffe be- oder entladen werden oder auf die Be- oder Entladung warten.

Terminalbeauftragter

Person, der vom Terminal die Verantwortung für Abläufe und Pflichten übertragen wurde.

Höchstzulässige Konzentration (TLV)

Konzentration von Substanzen in der Luft, der fast alle Arbeiter täglich ohne schädliche Auswirkungen ausgesetzt sein dürfen. Die TLV-Werte sind Empfehlungs- oder Richtwerte und keine rechtsverbindlichen Normwerte; sie stützen sich auf Erfahrungswerte und Studien der Industrie. Es gibt drei verschiedene Arten von TLV-Werten:

- **Zeitgewichtete mittlere Konzentration (TLV-TWA)** - Konzentration von toxischen Substanzen in der Luft für einen 8-Stunden-Arbeitstag, i.d.R. in ppm (Teile pro Million) angegeben.
- **Grenzwert für Kurzzeitbelastung (TLV-STEL)** - Konzentration von toxischen Substanzen in der Luft für durchschnittlich 15 Minuten, i.d.R. in ppm (Teile pro Million) angegeben.
- **Höchstgrenze (TLV-C)** - Konzentration, die zu keiner Zeit überschritten werden darf.

Abladen

Beendigung des Tankladevorgangs bis zum gewünschten Füllstand.

Beifüllen

Zufuhr von Inertgas in einen Tank, der sich bereits im Inertzustand, mit dem Ziel, den Tankdruck zu erhöhen und das Eindringen von Luft zu verhindern.

Taschenlampe (auch als 'Handlampe' bezeichnet)

Batteriebetriebene Handlampe. Taschenlampe, die durch die zuständige Behörde zur Verwendung in brennbarer Atmosphäre zugelassen ist.

Toxizität

Grad, in dem ein Stoff oder Stoffgemisch für Menschen und Tiere schädlich sind.

'Akute Toxizität' - schädliche Wirkung auf den Organismus nach einmaliger Kurzzeitbelastung.

'Chronische Toxizität' - Fähigkeit eines Stoffs oder Stoffgemischs, schädliche Wirkungen nach einer Langzeitbelastung hervorzurufen, i.d.R. nach wiederholten oder andauernden Expositionen; dabei können die schädlichen Wirkungen ein Leben lang andauern.

Echter Dampfdruck

Absoluter Druck eines Gases, das durch Verdampfung einer Flüssigkeit gebildet wird, wenn bei der vorherrschenden Temperatur ein Gleichgewicht zwischen Gas und Flüssigkeit besteht und dieses Gas-Flüssigkeits-Verhältnis praktisch null ist. Siehe 'Reid-Dampfdruck'.

Füllungsfreier Raum

Raum über der Flüssigkeit im Tank, der konventionell als Abstand zwischen Kalibrierungspunkt und Flüssigkeitsoberfläche gemessen wird.

Obere Explosionsgrenze (OEG)

Konzentration von Kohlenwasserstoffgas in der Luft, oberhalb derer nicht genug Sauerstoff vorhanden ist, um die Verbrennung zu unterstützen und zu verstärken. Auch als obere Entflammbarkeitsgrenze bezeichnet.

Dampf

Gas unterhalb seiner kritischen Temperatur.

Dampfüberwachungssystem (VECS)

Anordnung von Rohren und Anlagen zur Kontrolle des Dampfaustritts während der Tank-schiffaktivitäten einschließlich Gassammelleitungen, Überwachungs- und Regelungsgeräte und Dampfverarbeitungsvorrichtungen.

geschlossenes Probenahmesystem

Installationen, die an einem Tank angebracht sind und zur Messung und Probenahme der Ladungen ohne Freisetzung von Dampf oder Inertgasdruck dienen.

Leerraum

Geschlossener Raum im Bereich der Ladung außerhalb eines Ladungsbehälters, ausgenommen Laderäume, Brennstofftanks, Ladepumpen, Kompressorenräume oder andere durch das Personal normal genutzte Räume.

Flüchtiges Mineralöl

Mineralöl mit einem Flammpunkt unter 60 °C, bestimmt nach dem Prüfverfahren mit geschlossenem Tiegel.

Wassernebel

Suspension in der Atmosphäre aus sehr feinen Wassertropfen, die mit hohem Druck durch eine Nebeldüse gesprüht und bei der Brandbekämpfung eingesetzt wird.

Sprühwasser

Wasserstrahl, der beim Sprühen durch eine Spezialdüse grobe Tropfen bildet und zur Brandbekämpfung eingesetzt wird.

TEIL 1

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Kapitel 1

GRUNDEIGENSCHAFTEN VON FLÜSSIGEM MASSENGUT

In diesem Kapitel werden die physikalischen und chemischen Eigenschaften beschrieben, die den größten Einfluss auf Gefahren haben, die sich aus dem Umschlag von flüssigem Massengut ergeben. Zu diesen Eigenschaften gehören der Dampfdruck, die Entflammbarkeit der Gase, die sich aus den Flüssigkeiten entwickeln, und die Dichte.

1.1 Dampfdruck

1.1.1 Echter Dampfdruck

Alle Rohöle, Mineralölprodukte und chemischen Produkte sind im Wesentlichen Gemische mit einem großen Spektrum unterschiedlicher Zusammensetzungen. Die Siedepunkte dieser chemischen Verbindungen variieren von - 162 °C (Methan) bis zu weit über + 400 °C; dabei hängt die Volatilität jedes einzelnen Gemisches von Verbindungen in erste Linie von der Menge der Bestandteile mit einer höheren Volatilität ab (d.h. mit einem niedrigeren Siedepunkt).

Die Volatilität (d.h. Tendenz eines Produkts zur Gasbildung) wird durch den Dampfdruck bestimmt. Wird ein Produkt an einen gasfreien Tank oder Container übergeben, beginnt es zu verdampfen, d.h. es setzt Gas in den darüber liegenden Raum frei.

Es besteht auch die Tendenz, dass sich dieses Gas in der Flüssigkeit neu auflöst, bis sich schließlich ein Gleichgewicht einstellt, sobald sich eine bestimmte Gasmenge gleichmäßig in dem Raum verteilt hat. Der Druck, der durch dieses Gas entsteht, wird als Gleichgewichtsdampfdruck der Flüssigkeit bezeichnet, der i.d.R. einfach als Dampfdruck bezeichnet wird.

Der Dampfdruck einer reinen Verbindung hängt nur von ihrer Temperatur ab. Der Dampfdruck eines Gemisches hingegen hängt von dessen Temperatur, Bestandteilen und dem Volumen des Gasraums, in dem die Verdampfung erfolgt, ab; das heißt, er hängt von dem Volumenverhältnis zwischen Gas und Flüssigkeit ab.

Der echte Dampfdruck oder Dampfdruck am Blasenbildungspunkt ist der Druck, den das Gas, das aus einem Gemisch entsteht, wenn Gas und Flüssigkeit bei der vorherrschenden Temperatur im Gleichgewicht sind, ausübt. Das ist der höchste Dampfdruck, der bei einer bestimmten Temperatur möglich ist.

Wenn sich die Temperatur eines Produkts erhöht, steigt auch der echte Dampfdruck. Wenn der echte Dampfdruck den atmosphärischen Druck überschreitet, beginnt die Flüssigkeit zu siedeln.

Der echte Dampfdruck eines Produkts ist ein guter Indikator für dessen Eignung zur Gasbildung. Leider lässt sich diese Eigenschaft nur sehr schwer messen, obgleich sie durch genaue Kenntnis der Zusammensetzung der Flüssigkeit berechnet werden kann. Es gibt zuverlässige Korrelationen für die Ableitung des echten Dampfdrucks aus dem Reid-Dampfdruck und der Temperatur.

1.1.2 Reid-Dampfdruck

Die Reid-Dampfdruckprüfung ist ein einfaches, i.d.R. für Mineralölprodukte angewandtes Verfahren zur Messung der Volatilität von flüssigem Massengut. Es wird in einer genormten Apparatur auf genau beschriebene Weise durchgeführt. Eine Flüssigkeitsprobe wird in einen Testbehälter bei atmosphärischem Druck gegeben, so dass das Volumen der Flüssigkeit ein Fünftel des Gesamtinhalts des Behälters ausmacht. Der Behälter wird versiegelt und in ein Wasserbad getaucht, wo er auf 37,8 °C erwärmt wird. Zum schnelleren Erreichen der Gleichgewichtsbedingungen wird der Behälter geschüttelt, und dann wird der Druckanstieg infolge der Verdampfung an dem eingebauten Druckmessgerät abgelesen. Der an dem Druckmessgerät abgelesene Wert, der in Bar angegeben wird, stellt einen genauen Näherungswert für den Dampfdruck bei 37,8 °C dar.

Der Reid-Dampfdruck ist hilfreich, um die Volatilität von einer Vielzahl von Produkten allgemein vergleichen zu können. Er eignet sich jedoch kaum, um die Wahrscheinlichkeit der Gasbildung unter bestimmten Gegebenheiten einschätzen zu können, vor allem nicht, weil die Messung bei einer Normtemperatur von 37,8 °C und einem festen Gas-Flüssigkeits-Verhältnis erfolgt. Für diesen Zweck ist der echte Dampfdruck viel besser geeignet, und in einigen Fällen gibt es, wie bereits erwähnt, Korrelationen zwischen echtem Dampfdruck, Reid-Dampfdruck und Temperatur.

1.2 Entflammbarkeit

1.2.1 Allgemein

Beim Brennvorgang reagieren Gase auf den Sauerstoff in der Luft. Bei dieser Reaktion wird genügend Wärme freigesetzt, um eine Flamme zu bilden, die sich durch das Gemisch aus Produktgas und Luft ausbreitet. Entzündet sich das Gas über der Flüssigkeit, reicht die dabei erzeugte Wärme normalerweise aus, um genügend Frischgas zu verdampfen und die Flamme zu erhalten; es heißt, die Flüssigkeit brennt. In Wirklichkeit ist es das Gas, das brennt und kontinuierlich aus der Flüssigkeit aufgefüllt wird.

1.2.2 Explosionsgrenzwerte

Ein Gemisch aus Produktgas und Luft kann nicht entzündet werden und brennen, wenn dessen Zusammensetzung einer Gas-Luft-Konzentration entspricht, die nicht im Zündbereich liegt. Der untere Grenzwert dieses Bereichs, bekannt als untere Explosionsgrenze (UEG), bezeichnet die Produktkonzentration, unterhalb derer nicht genug Produktgas vorhanden ist, um die Verbrennung zu unterstützen und zu verstärken. Der obere Grenzwert des Bereichs, bekannt als obere Explosionsgrenze (OEG), bezeichnet die Produktkonzentration, oberhalb derer nicht genug Luft vorhanden ist, um die Verbrennung zu unterstützen und zu verstärken.

Die Explosionsgrenzen variieren bei den unterschiedlichen Produkten.

1.2.3 Wirkung des Inertgases auf die Entflammbarkeit

Wird ein Inertgas, z. B. Stickstoff, CO₂ oder Rauchgas, zu einem Produktgas-Luft-Gemisch gegeben, führt das zu einer Erhöhung der Konzentration mit unterer Explosionsgrenze und Verringerung der Konzentration mit oberer Explosionsgrenze. Diese Wirkungen sind in Abbildung 1.1 dargestellt, die nur zur Veranschaulichung der zugrunde liegenden Grundsätze dienen soll.

Jeder Punkt in dem Diagramm stellt ein Kohlenwasserstoffgas-/Luft-/Inertgasgemisch dar, das nach seinem Kohlenwasserstoff- und Sauerstoffgehalt spezifiziert wird. Kohlenwasserstoffgas-/Luftgemische ohne Inertgas befinden sich auf der AB-Linie, deren Neigung die Verringerung des Sauerstoffgehalts bei zunehmendem Kohlenwasserstoffgehalt widerspiegelt. Die Punkte links von der AB-Linie stellen Gemische dar, deren Sauerstoffgehalt durch Zugabe von Inertgas weiter verringert wird.

Die Gemische mit oberer und unterer Entflammbarkeitsgrenze für Kohlenwasserstoffgas in der Luft werden durch die Punkte C und D dargestellt. Mit zunehmendem Inertgasgehalt ändern sich die Gemische mit Explosionsgrenze wie durch die Linien CE und DE, die schließlich in dem Punkt E zusammenlaufen, angezeigt wird. Nur die Mischungen, die durch die Punkte in der schraffierten Fläche innerhalb der CED-Schleife dargestellt sind, können brennen.

In diesem Diagramm werden die Änderungen in der Zusammensetzung infolge der Zugabe von Luft oder Inertgas durch Bewegungen entlang der Geraden dargestellt, die entweder in Richtung Punkt A (reine Luft) oder eines Punktes auf der Sauerstoffgehaltachse entsprechend der Zusammensetzung des zugegebenen Inertgases verlaufen. Diese Linien werden für das Gasgemisch, das durch Punkt F dargestellt wird, angegeben.

In Abbildung 1.1 wird deutlich, dass bei Zugabe des Inertgases zu den Produktgas-/Luftgemischen der Entflammbarkeitsbereich zunehmend kleiner wird, bis der Sauerstoff ein Niveau erreicht, das i.d.R. mit ca. 11 Volumen% angenommen wird und bei dem kein Gemisch brennen kann. Die Angabe von 8 Volumen% Sauerstoff, wie sie in diesem Sicherheitsleitfaden für ein sicher inertisiertes Gasgemisch festgelegt wird, gestattet eine Differenz über diesen Wert hinaus.

Wird ein inertisiertes Gemisch, wie das, das durch Punkt F dargestellt wird, durch Luft verdünnt, bewegt sich dessen Zusammensetzung entlang der FA-Linie und überschreitet deshalb den schraffierten Bereich der entflammbaren Gemische. Das heißt, dass alle inertisierten Gemische in dem Bereich über der GA-Linie einen entflammbaren Zustand durchlaufen, da sie mit Luft gemischt werden, wie z. B. während der Entgasung.

Diese Gemische unterhalb der GA-Linie, wie sie durch Punkt H dargestellt werden, werden nach der Verdünnung nicht entflammbar. Es sei darauf verwiesen, dass es möglich ist, von einem Gemisch wie F zu einem Gemisch wie H durch Verdünnen mit zusätzlichem Inertgas zu kommen (z. B. Spülen zum Entfernen des Kohlenwasserstoffgases).

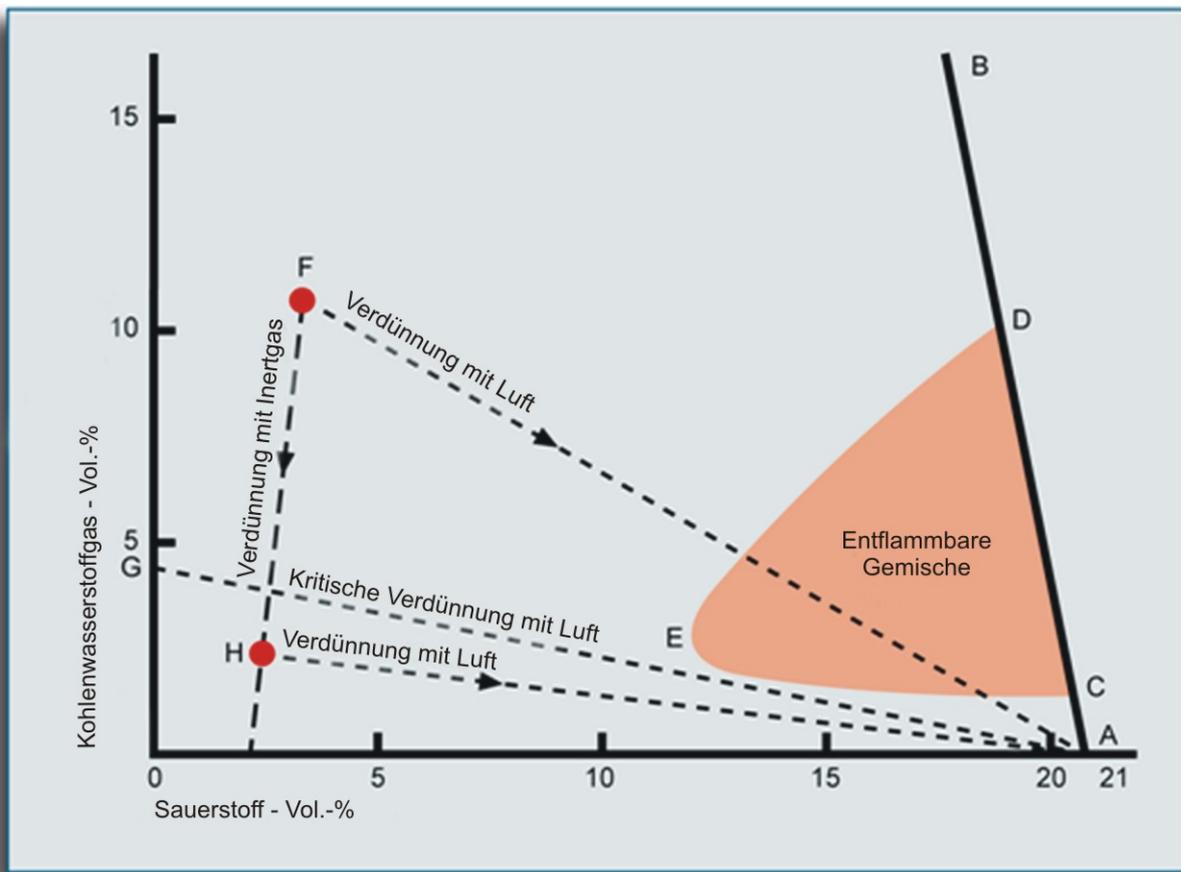


Abbildung 1.1 – Diagramm Entflammbarkeit - Zusammensetzung

1.2.4 Entflammbarkeitstests

Da Produktgas-/Luftgemische in einem relativ engen Bereich von Produktgaskonzentrationen in der Luft entflammbar sind und die Konzentration in der Luft vom Dampfdruck abhängt, sollte es im Prinzip möglich sein, einen Entflammbarkeitstest durch Messung des Dampfdrucks zu entwickeln. In der Praxis hat die enorme Vielzahl von Mineralölprodukten und der Temperaturbereich, in dem sie umgeschlagen werden, die Entwicklung eines einfachen Testverfahrens zu diesem Zweck verhindert.

Stattdessen verwendet die Industrie zwei Standardverfahren. Das eine Verfahren ist der Reid-Dampfdrucktest (siehe Abschnitt 1.1.2) und das andere der Flammpunkttest, bei dem die Entflammbarkeit direkt gemessen wird. Bei einigen Rückstandsheizölen hat sich jedoch gezeigt, dass der Flammpunkttest nicht immer einen direkten Hinweis auf die Entflammbarkeit gibt (siehe Abschnitt 2.7).

1.2.5 Flammpunkt

Bei diesem Test wird die Flüssigkeitsprobe in einem speziellen Tiegel allmählich erwärmt, indem die Oberfläche der Flüssigkeit immer wieder kurzzeitig einer kleinen Flamme ausgesetzt wird. Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur der Flüssigkeit, bei der eine kleine Flamme einen Flammenblitz an der Oberfläche der Flüssigkeit auslöst, wobei angezeigt wird, ob sich über der Flüssigkeit ein brennbares Gas-Luft-Gemisch befindet.

Bei sämtlichen Ölen, mit Ausnahme einiger Rückstandsheizöle, entspricht dieses Gas-Luft-Gemisch weitestgehend dem unteren Explosionsgrenzwert.

Es gibt viele unterschiedliche Arten von Apparaten zur Bestimmung des Flammpunkts, die sich allerdings in zwei Gruppen zusammenfassen lassen. Bei der einen Gruppe ist der Tiegel immer offen, wenn die Flüssigkeit erwärmt und der Flammpunkt ermittelt wird. Bei der anderen Gruppe wird die Flüssigkeit in einem geschlossenen Tiegel erwärmt. Er wird nur für einen kurzen Augenblick geöffnet, wenn die Initiierungsflamme durch eine kleine Öffnung geführt wird. Das Testergebnis nach diesem Verfahren wird als 'Flammpunktbestimmung mit geschlossenem Tiegel' bezeichnet.

Aufgrund des höheren Gasverlusts in dem Verfahren mit offenem Tiegel ist der Flammpunkt der Mineralöflüssigkeit immer ein wenig höher (um ca. 6 °C) als der Flammpunkt, der in dem Verfahren mit geschlossenem Tiegel ermittelt wurde. Der begrenzte Gasverlust bei geschlossenem Tiegel führt außerdem zu einem viel gleichbleibenderem Ergebnis als beim dem Verfahren mit offenem Tiegel. Aus diesem Grund wird das Verfahren mit geschlossenem Tiegel im Allgemeinen bevorzugt und in diesem Sicherheitsleitfaden verwendet, wenn es um die Klassifikation von Mineralölen geht. Es ist jedoch möglich, dass die Testergebnisse aus Verfahren mit offenem Tiegel noch in der Gesetzgebung von verschiedenen nationalen Verwaltungen, in den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften und ähnlichen Dokumenten zu finden sind.

1.2.6 Klassifikation der Entflammbarkeit

Es gibt viele Systeme für die Einteilung des kompletten Spektrums an flüssigem Massengut in verschiedene Entflammbarkeitsklassen in Abhängigkeit vom Flammpunkt und Dampfdruck, wobei es starke Abweichungen zwischen diesen Systemen in den einzelnen Ländern gibt. Das Hauptprinzip besteht normalerweise darin zu prüfen, ob ein entflammbares Gas-Luft-Gemisch über der Oberfläche der Flüssigkeit gebildet werden kann, wenn die Flüssigkeit Umgebungstemperatur hat.

Generell soll es in diesem Sicherheitsleitfaden genügen, das flüssige Massengut in zwei Kategorien, d.h. flüchtige und nicht flüchtige Flüssigkeiten, zu unterteilen, die in Abhängigkeit vom Flammpunkt wie folgt definiert werden:

Nicht flüchtige Flüssigkeiten

Flammpunkt gleich 60 °C und darüber, wie in dem Testverfahren mit geschlossenem Tiegel bestimmt wurde. Diese Flüssigkeiten erzeugen bei normaler Umgebungstemperatur Gleichgewichtskonzentrationen unterhalb der unteren Explosionsgrenze. Dazu gehören destillierte Heizöle, schwere Gasöle und Dieselöle. Der Reid-Dampfdruck dieser Öle liegt unter 0,007 Bar und wird i.d.R. nicht gemessen.

Flüchtige Flüssigkeiten

Flammpunkt niedriger als 60 °C, wie in dem Testverfahren mit geschlossenem Tiegel bestimmt wurde. Einige Mineralöflüssigkeiten dieser Kategorie können innerhalb des Entflammbarkeitsbereichs ein Gas-Luft-Gleichgewichtsgemisch bilden, wenn sich ein Teil im normalen Umgebungstemperaturbereich befindet, während der Großteil ein Gas-Gleichgewichtsgemisch oberhalb der oberen Explosionsgrenze bei durchgehend normaler Umgebungstemperatur bildet.

Die Wahl des Kriteriums für die Einteilung in flüchtige und nicht flüchtige Flüssigkeiten, das für den Flammpunkt von 60 °C spricht, erfolgt in gewissem Maße willkürlich. Da für nicht flüchtige Flüssigkeiten weniger strenge Vorkehrungen erforderlich sind, ist es wichtig, dass die Flüssigkeit auf keinen Fall zur Bildung eines entflammaren Gas-Luft-Gemischs führen darf, wenn sie versehentlich zur nicht flüchtigen Gruppe zugeordnet wurde. Deshalb muss eine Trennlinie gewählt werden, die solche Faktoren, wie Fehlbeurteilung der Temperatur, Ungenauigkeit der Flammpunktmessung und Möglichkeit kleiner Verunreinigungen durch flüchtigere Stoffe, Rechnung trägt. Bei der Flammpunktermittlung von 60 °C mit einem geschlossenen Tiegel werden diese Faktoren hinreichend berücksichtigt; sie ist auch mit den Begriffsbestimmungen, die international von der IMO und von einer Reihe von Regulierungsbehörden in der ganzen Welt angenommen worden sind, kompatibel.

1.3 Dichte der Kohlenwasserstoffgase

Es ist wichtig zu wissen, ob die Dichte von Gas größer oder kleiner ist als die Dichte von Luft. Ist die Gasdichte größer als die Luftdichte, breitet sich das Gas über dem Boden des Raums aus oder bleibt, bei einem Terminal, dicht am Boden. Bei Ladungsumschlagaktivitäten kann es zu Schichtenbildungseffekten kommen und Gefahrensituationen zur Folge haben.

In Tabelle 1.1 werden für einige Produkte die Gasdichtewerte bezogen auf Luft angegeben.

Gas	Dichte bezogen auf Luft		
	Reiner Kohlenwasserstoff	50 Vol.-% Kohlenwasserstoff/ 50 Vol.-% Luft	Gemisch mit unterer Explosionsgrenze
Propan	1,55	1,25	1,0
Butan	2,0	1,5	1,0
Pentan	2,5	1,8	1,0

Tabelle 1.1 – Propan, Butan und Pentan; Dichte bezogen auf Luft:

Hohe Dichtewerte, höher als Luft, und die daraus resultierenden Schichtwirkungen sind nur von Bedeutung, solange sich die Gaskonzentration nicht ändert. Wenn es mit Luft verdünnt wird, nähert sich die Dichte des Gas-Luft-Gemisches bei allen drei in der Tabelle genannten Gasen der Luftdichte und ist am unteren Explosionsgrenzwert nicht von dieser unterscheidbar.

1.4 Korrosivität

Tanks, Rohrleitungen, Schläuche und die dazugehörige Ausrüstung, wie z. B. Pumpen, Dichtungen, Messgeräte und Armaturen, müssen aus einem Material hergestellt sein, dass entweder:

- eine gute mechanische und chemische Beständigkeit gegenüber den Transportgütern hat oder
- mit einer geeigneten Schicht bzw. Coating zum Schutz vor den Eigenschaften der Transportgüter versehen sein.

Kapitel 2

GEFAHREN FLÜSSIGER MASSENGÜTER

Um die Gründe für die Praktiken verstehen zu können, die zur Gewährleistung der Sicherheit des Schiffs- und Terminalbetriebes angewendet werden, sollte das gesamte Personal die Brenneigenschaften der Produkte, die Wirkung der Dichte von Gasen und deren toxischen Eigenschaften kennen. Diese werden in diesem Kapitel beschrieben.

Ferner werden spezifische Fragen erörtert, wie z. B. der Umschlag von Ladungen mit hohem Dampfdruck und die besonderen Gefahren in Verbindung mit Umschlag, der Lagerung und Beförderung von Rückstandsheizölen.

In dem Kapitel werden auch die Grundsätze, Einsatzmöglichkeiten und Beschränkungen von Gasspürgeräten beschrieben und Fragen bezüglich der Gasentwicklung und Gasausbreitung angesprochen.

2.1 Entflammbarkeit

Die Volatilität (d.h. Tendenz eines Produkts zur Gasbildung) wird durch den Dampfdruck bestimmt. Wird ein Produkt an einen gasfreien Tank oder Container übergeben, beginnt es zu verdampfen, d.h. es setzt Gas in den darüber liegenden Raum frei.

Die Entflammbarkeit ist ein Hauptrisiko beim Umschlag von Mineralöl; sie stellt eine ständige Gefahr dar.

Ausführliche Informationen zur Entflammbarkeit sind in Abschnitt 1.2 enthalten.

2.2 Dichte

Gase aus flüssigem Massengut können schwerer als Luft sein und beim Ladungsumschlag sollte dieser Gefahr, die diese Eigenschaft mit sich bringt, Rechnung getragen werden.

Informationen zur Dichte dieser Gase sind in Abschnitt 1.3 enthalten.

2.3 Toxizität

2.3.1 Einleitung

Die Toxizität ist die Dosis einer Substanz oder eines Stoffgemisches, die für den Menschen schädlich sein kann. Toxisch bedeutet giftig.

Toxische Stoffe können auf drei verschiedenen Wegen in den menschlichen Organismus gelangen: durch Schlucken (Einnehmen), über die Haut (Absorbieren) und über die Lungen (Inhalieren). Toxische Stoffe können lokale Wirkungen zeigen, wie z. B. Haut- oder Augenirritationen; sie können aber auch andere, weiter entfernte Bereiche des Körpers betreffen (systemische Wirkungen). Zweck dieses Abschnitts ist es, die negativen Wirkungen von toxischen Stoffen, denen das Schiffspersonal mit großer Wahrscheinlichkeit ausgesetzt ist, zu beschreiben, die Konzentrationen aufzuzeigen, die voraussichtlich nach ein- oder mehrmaligem Kontakt mit diesen Stoffen zu solchen Schäden für den Menschen führen, und die Verfahren zur Verringerung des Gefährdungspotentials zu beschreiben. Die Wirkungen von Sauerstoffmangel werden ebenfalls beschrieben, obgleich dies nicht direkt eine Frage der Toxizität ist.

Produkte und Produktdämpfe können unterschiedliche Wirkungen haben. Sie können krebserregend und fortpflanzungsgefährdend sein und chemische Verbrennungen, Ekzeme, Asthma, organische Schäden usw. hervorrufen. Diese Wirkungen werden in dem Sicherheitsdatenblatt für das jeweilige Produkt beschrieben.

2.3.2 Flüssiges Produkt

2.3.2.1 Einnahme

Die orale Toxizität von chemischen Produkten variiert in starkem Maße; genaue Informationen zum Produkt und zu den Maßnahmen, die nach Verschlucken einer toxischen Substanz ergriffen werden müssen, sind in dem Sicherheitsdatenblatt (SDB) enthalten. Darin ist auch die erforderliche persönliche Schutzausrüstung (PSA) beschrieben.

Mineralöl hat eine geringe orale Toxizität, verursacht aber akutes Unwohlsein und Brechreiz, wenn es geschluckt wird. Dabei kann es vorkommen, dass das flüssige Mineralöl während des Erbrechens in die Lungen gelangt, was ernsthafte Folgen, insbesondere bei Produkten mit einer höheren Volatilität, wie z. B. Benzin und Kerosin, nach sich ziehen kann.

2.3.2.2 Absorption

Die Absorptionseffekte können bei den chemischen Produkten stark variieren. Die Produkte können akute Wirkungen (Bewusstlosigkeit, Benommenheit, chemische Verbrennungen, Organversagen, Tod) oder chronische Wirkungen (Krebs, Organschaden, Gefährdung der Fortpflanzung) auslösen.

Das Sicherheitsdatenblatt sollte auf spezifische Informationen zu dem betreffenden Produkt und den erforderlichen Maßnahmen bei Hautkontakt mit dem toxischen Stoff geprüft werden.

Viele Mineralölprodukte, insbesondere mit höherer Volatilität, verursachen Irritationen und bauen ätherische Öle ab, was zu Dermatitis führen kann, wenn sie mit der Haut in Berührung kommen. Sie können auch Irritationen am Auge auslösen. Bestimmte schwerere Öle können nach mehrmaligem und längerem Kontakt ernsthafte Hauterkrankungen verursachen. Der direkte Kontakt mit Mineralöl sollte immer vermieden werden, indem eine angemessene Schutzausrüstung getragen wird, insbesondere undurchlässige Handschuhe und Brillen.

Informationen zur angemessenen PSA sind dem jeweiligen MSDB zu entnehmen.

2.3.3 Produktdämpfe

2.3.3.1 Inhalieren

Das Inhalieren von Produktgasen kann sehr unterschiedliche Wirkungen haben. Die Wirkungen von Gasen können akuter Natur (Bewusstlosigkeit, Benommenheit, chemische Verbrennungen, Organversagen) oder chronischer Natur (Krebs, Organschaden, Gefährdung der Fortpflanzung) sein. Ein bedeutendes Problem stellt das Risiko eines Lungenödems dar. Flüssigkeit in den Lungen kann zu einer schweren Atemnot führen und oft erst Stunden nach Inhalieren auftreten.

In dem Sicherheitsdatenblatt sind genaue Informationen enthalten und Maßnahmen genannt, die ergriffen werden müssen, wenn eine Person den Produktdampf inhaliert hat. Es enthält außerdem Angaben zur persönlichen PSA.

Geruchlosigkeit sollte nie als Indiz für Gasfreiheit gesehen werden.

Generell steigt die Gefahr durch das Produkt, wenn der Dampfdruck hoch und die höchstzulässige Konzentration (TLV) niedrig ist.

Relativ geringe Mengen Produktgas können, wenn sie inhaliert werden, Symptome einer verminderten Zurechnungsfähigkeit und Benommenheit, ähnlich wie bei der Vergiftung, mit Kopfschmerzen und Irritationen am Auge hervorrufen. Das Inhalieren übermäßiger Mengen kann tödlich sein. Das hängt hauptsächlich von dem Produkt selbst ab, zu dem Informationen aus dem SDB eingeholt werden sollten.

Diese Symptome können bei Konzentrationen weit unter der unteren Explosionsgrenze auftreten. Die physiologischen Einwirkungen von Erdölgasen sind jedoch unterschiedlich, und die Toleranz des Menschen gegenüber diesen Einwirkungen variiert auch stark. Man sollte nicht davon ausgehen, dass, wenn die Bedingungen toleriert werden können, die Gaskonzentration in einem sicheren Grenzbereich liegt.

Der Geruch des Produktgasgemischs variiert stark; in einigen Fällen können die Gase den Geruchssinn trüben. Die Beeinträchtigung des Geruchssinns ist besonders wahrscheinlich und stark, wenn das Gemisch Schwefelwasserstoff enthält.

2.3.3.2 Expositionsgrenzwerte

Die Expositionsgrenzwerte sind jeweils in den SDB beschrieben.

Die Expositionsgrenzwerte, die von internationalen Organisationen, nationalen Behörden oder nationalen Regelwerken vorgegeben werden, sollten nicht überschritten werden.

Industrieverbände und Ölgesellschaften verweisen oft auf die American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), die Richtlinien zu Grenzwerten aufgestellt hat, deren Einhaltung gewährleisten soll, dass das Personal vor schädlichen Dämpfen im Arbeitsumfeld geschützt ist. Die genannten Werte werden als höchstzulässige Konzentrationen (TLV) in ppm (Teile pro Million) auf das Gasvolumen in Luft bezogen angegeben.

Der beste Schutz besteht darin, die Konzentrationen aller atmosphärischen Schadstoffe so niedrig wie möglich zu halten.

Im folgenden Text wird der Begriff TLV- bzw. Schwellengrenzwert der zeitgewichteten mittleren Konzentration verwendet. Da es sich hierbei um Mittelwerte handelt, geht man bei einem zeitgewichteten Durchschnitt von Kurzzeitbelastungen oberhalb des TLV-Werts des zeitgewichteten Durchschnitts davon aus, dass die Belastungen nicht so hoch sind, dass sie zu gesundheitlichen Schäden führen und dass sie durch gleichwertige Kurzzeitwerte unterhalb des TLV-Werts des zeitgewichteten Durchschnitts im Laufe eines normalen 8-Stunden-Arbeitstages ausgeglichen werden können.

Zur Vermeidung von Gesundheitsschäden sollten Expositionsspitzenwerte begrenzt werden (siehe SDB o.ä.).

2.3.3.3 Auswirkungen

Die Auswirkungen der Belastung durch Dämpfe können je nach Art des Produkts variieren und Informationen darüber sollten dem Sicherheitsdatenblatt des Produkts entnommen werden.

2.3.4 Sicherheitsdatenblätter (SDB)

Um die Schiffsbesatzung zu unterstützen, sich auf toxische Ladungen vorbereiten zu können, hat die IMO die Regierungen aufgefordert, dafür zu sorgen, dass den Seeschiffen die Sicherheitsdatenblätter für signifikante Ladungen bereitgestellt werden, die an Board mitzuführen sind. Die Sicherheitsdatenblätter sollten Angaben zur Art und den wahrscheinlichen Konzentrationen an gefährlichen oder toxischen Komponenten in der umzuschlagenden Ladung, insbesondere H₂S und Benzol, enthalten. In der Verordnung der UN-Wirtschaftskommission für Europa (UNECE) und der EU werden diese Dokumente Sicherheitsdatenblätter (SDB) genannt. Die SDB müssen dem Standardformat entsprechen, das das geltende Recht vorschreibt.

Der Lieferant sollte dem Tankschiff die einschlägigen SDB übergeben, bevor mit dem Beladen der Produkte begonnen wird. Das Tankschiff sollte dem Empfänger das SDB für die zu löschende Ladung übergeben. Das Tankschiff sollte auch das Terminal und die Tankinspektoren oder Sachverständigen informieren, ob die vorhergehende Ladung toxische Substanzen enthalten hat.

Die Vorlage eines SDB ist keine Garantie dafür, dass alle gefährlichen oder toxischen Komponenten der speziellen Ladung oder Bunker, die beladen werden, festgestellt oder dokumentiert wurden. Liegt kein SDB vor, sollte das nicht als Hinweis verstanden werden, dass keine gefährlichen oder toxischen Substanzen vorhanden sind. Das Bedienpersonal sollte über Verfahren verfügen, mit denen festgestellt werden kann, ob die Ladungen toxische Komponenten enthalten, die sie für möglich halten.

Laut UNECE- und EU-Vorschriften sind die Tankschiffe nicht verpflichtet, SDB mit sich zu führen. Stattdessen brauchen diese 'Schriftliche Weisungen'. Da diese Weisungen jedoch weniger und mehr allgemeine Informationen enthalten, wird dringend empfohlen, Sicherheitsdatenblätter für alle Produkte, die an Bord befördert werden, mitzuführen, da diese bei eventuellen ladungsbedingten Notsituationen eine Hilfe sein werden.

2.3.5 Benzole, andere CMR-Produkte und andere aromatische Kohlenwasserstoffe

2.3.5.1 Aromatische Kohlenwasserstoffe

Zu den aromatischen Kohlenwasserstoffen gehören Benzol, Toluol und Xylol. Bei diesen Substanzen handelt es sich um Komponenten, die in unterschiedlichen Mengen in vielen Mineralölladungen vorkommen, z. B. Benzin, Benzinbeimischungen, Reformate, Naphtha, Speziallösungsmittel, Terpentin, Terpentinersatz und Erdöl.

Der Lieferant sollte dem Tankschiff mitteilen, wie hoch der Anteil an aromatischen Kohlenwasserstoffen in dem zu ladenden Beförderungsgut ist (siehe Abschnitt 2.3.4 oben).

2.3.5.2 Benzole und andere CMR-Produkte

Die Belastung durch Konzentrationen von Benzoldämpfen von nur wenigen ppm in der Luft kann das Knochenmark angreifen und zu Anämie (Blutarmut) und Leukämie führen.

Benzol stellt in erster Linie eine Gefahr durch Einatmen dar. Es verfügt über geringe Warneigenschaften, da seine Geruchsschwelle weit über dem Schwellengrenzwert des zeitgewichteten Durchschnitts (TLV-TWA) liegt.

Expositionsgrenzwerte

Die IMO gibt den Schwellengrenzwert des zeitgewichteten Durchschnitts für Benzol mit 1 ppm für einen 8-Stunden-Zeitraum an. In der Praxis sollte jedoch angestrebt werden, dass die Gaskonzentrationen an den Arbeitsplätzen so niedrig wie möglich sind.

Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Das Personal sollte angehalten werden, unter den folgenden Bedingungen Atemschutz zu tragen:

- Wenn eine Gefahr durch Benzoldämpfe über dem Schwellengrenzwert des zeitgewichteten Durchschnitts besteht.
- Wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass die von den nationalen und internationalen Behörden vorgegebenen Schwellengrenzwerte des zeitgewichteten Durchschnitts überschritten werden.
- Wenn eine Überwachung nicht möglich ist.

Betreten des Tanks

Vor Betreten des Tanks, der zuvor benzolhaltige und/oder andere CMR-Produkte enthalten hat, sollte der Tank auf diese Konzentrationen hin untersucht werden. Diese Bestimmung gilt zusätzlich zu den Vorgaben für das Betreten von geschlossenen Räumen, die ausführlich in Kapitel 10 beschrieben sind.

2.3.6 Schwefelwasserstoff (H₂S)

Schwefelwasserstoff (H₂S) ist ein sehr giftiges, ätzendes und brennbares Gas. Es hat eine sehr niedrige Geruchsschwelle und riecht stark nach faulen Eiern. H₂S ist farblos, schwerer als Luft, hat eine relative Dampfdichte von 1.189 und ist in Wasser löslich.

2.3.6.1 Schwefelwasserstoffquellen (H₂S)

Viele Rohöle kommen aus den Quellen mit hohem H₂S-Gehalt, durch einen Stabilisierungsprozess kann dieser Gehalt jedoch normalerweise reduziert werden, bevor das Rohöl zum Tankschiff befördert wird. Die Höhe der Stabilisierung kann allerdings zeitweilig verringert werden, was dazu führen kann, dass das Tankschiff eine Ladung mit einem H₂S-Gehalt erhält, der höher ist als üblich oder erwartet. Außerdem werden einige Rohöle nie stabilisiert und enthalten immer hohe H₂S-Konzentrationen.

H₂S kann auch in veredelten Produkten wie Naphtha, Heizöl, Bunkeröle, Bitumen und Gasöl vorkommen.

Ladungen und Bunkeröle (als Ladung) sollten so behandelt werden, als enthielten sie H₂S, ehe der Ladevorgang nicht abgeschlossen ist und durch die Überwachungsergebnisse und die einschlägigen Angaben aus dem Sicherheitsdatenblatt bestätigt worden ist, dass sie keinen Schwefelwasserstoff enthalten.

2.3.6.2 Erwartete Konzentrationen

Es ist wichtig, zwischen H_2S -Konzentrationen in der Atmosphäre, angegeben in ppm auf Volumen bezogen, und Konzentrationen in einer Flüssigkeit, angegeben in ppm auf Gewicht bezogen, zu unterscheiden.

Es ist nicht möglich, wahrscheinliche Dampfkonzentrationen aus einer bestimmten Flüssigkeitskonzentration vorauszusagen, aber ein Rohöl mit einem H_2S -Gehalt von 70 ppm (bezogen auf das Gewicht) hat beispielsweise eine Konzentration von 7000 ppm (bezogen auf das Volumen) in dem durch das Tankentlüftungsventil ausgetretenen Gasstrom ergeben.

Während des Transports kann sich die Konzentration der H_2S -Dämpfe wesentlich erhöhen und muss daher überwacht werden.

Es sollte auch beachtet werden, dass die Möglichkeit besteht, dass frühere H_2S -haltige Ladungen kontaminierte Dämpfe während des Beladens, insbesondere bei erhitzten Ladungen, freisetzen.

Außerdem sollte auf die potentielle Abweichung von H_2S -Messgeräten geachtet werden, die in der Größenordnung von 0 bis 3 ppm bezogen auf das Gewicht liegen kann.

Vorkehrungen gegen hohe H_2S -Konzentrationen werden i.d.R. als notwendig erachtet, wenn der H_2S -Gehalt in der Dampfphase 5 ppm bezogen auf das Volumen oder mehr beträgt. Die (inter)nationale Gesetzgebung kann jedoch stringenter sein, was den Grad der Konzentration betrifft.

Welche Auswirkungen H_2S in den unterschiedlichen zunehmenden Konzentrationen in der Luft hat, sind in Tabelle 2.1 dargestellt.

Die H_2S -Konzentration in Dampf zeigt starke Abweichungen und hängt von Faktoren ab, wie z. B.

- H_2S -Gehalt in der Flüssigkeit.
- Stärke der Luftzirkulation.
- Temperatur der Luft und Flüssigkeit.
- Füllungsgrad im Tank.
- Anzahl der Umschlagsarbeiten.

2.3.6.3 Expositionsgrenzwerte

In vielen Ländern gilt ein Schwellengrenzwert des zeitgewichteten Durchschnitts für H₂S von 5 ppm über einen Zeitraum von 8 Stunden. Möglicherweise ist die (inter)nationale Gesetzgebung jedoch stringenter. In der Arbeitspraxis sollte man bestrebt sein, dass die Gas-konzentrationen am Arbeitsplatz so gering wie möglich sind.

2.3.6.4 Verfahren für den Umschlag von H₂S-haltigen Ladungen und Bunkern

Die folgenden Sicherheitsmaßnahmen sollten beim Umschlag von Ladungen und Bunkerölen getroffen werden, bei denen man von der Wahrscheinlichkeit ausgeht, dass diese gefährliche H₂S-Konzentrationen enthalten. Diese Maßnahmen sollten auch getroffen werden, wenn Tanks, die vorher H₂S-haltige Ladungen enthalten haben, mit Ballast beladen, gereinigt oder entgast werden. Eine praktische Anleitung zu operativen Maßnahmen, die getroffen werden können, um die Risiken in Verbindung mit H₂S-haltigen Ladungen zu minimieren, wird in Abschnitt 11.1.9 gegeben.

H ₂ S-Konzentration (ppm bezogen auf Volumen in der Luft)	Physiologische Wirkungen
0.1 - 0.5 ppm	Zunächst erkennbar durch Geruch.
10 ppm	Kann leichte Übelkeit und minimale Augenreizung hervorrufen.
25 ppm	Reizung der Augen und Atemwege. Starker Geruch.
50 - 100 ppm	Geruchssinn beginnt zu versagen. Längere Belastungen durch Konzentrationen von 100 ppm führen zu einer Verstärkung dieser Symptome und können nach Expositionszeiten von 4-48 Stunden zum Tode führen.
150 ppm	Verlust des Geruchssinns nach 2-5 Minuten.
350 ppm	Könnte nach 30 Minuten Einatmen zum Tode führen.
700 ppm	Führt schnell zu Bewusstlosigkeit (wenige Minuten) und zum Tode. Verursacht Anfälle und Kontrollverlust des Darms und der Blase. Die Atmung kommt zum Stillstand, was zum Tode führt, wenn keine unverzüglichen Rettungsaktionen erfolgen.
700+ ppm	Sofortige Todesfolge.
<p>Hinweis: Personen, die zu lange H₂S-Dämpfen ausgesetzt waren, sollten so schnell wie möglich an die frische Luft gebracht werden.</p> <p>Durch schnelles Handeln kann den schädlichen Wirkungen von H₂S entgegen gewirkt und die Wahrscheinlichkeit, das Leben von Personen zu retten, erhöht werden.</p>	

Tabelle 2.1 - Typische Wirkungen von Belastungen durch Schwefelwasserstoff (H₂S)

Überwachung auf Gase

An allen Arbeitsplätzen sollten die Expositionspegel mit Hilfe der entsprechenden Messgeräte zum Aufspüren und Messen der Gaskonzentration überwacht werden.

Hohe Konzentrationen und die korrosive Eigenschaft von Gas kann eine schädliche Wirkung auf viele elektronische Messgeräte haben. Niedrige H₂S-Konzentrationen über eine bestimmte Zeit können sich auch schädlich auf die elektronischen Geräte auswirken. Die Prüfröhrchen sollten daher zum Einsatz kommen, wenn es erforderlich ist, eine bekannte hohe Konzentration zu überwachen.

Die Verwendung von persönlichen H₂S-Gasmessgeräten für Personal, das mit den Ladevorgängen befasst ist, wird dringend empfohlen. Diese Geräte geben bei einem vorgegebenen Niveau entweder Alarm oder zeigen den aktuellen H₂S-Wert an und geben Alarm. Weiterhin wird empfohlen, dass die Alarmgeber auf das Maximum TLV-TWA eingestellt werden. Das Personal wird angehalten, immer persönliche Überwachungsgeräte bei sich zu führen, wenn sie in geschlossenen Räumen arbeiten, Eichungen vornehmen, Proben entnehmen, einen Pumpenraum betreten, Ladeleitungen anschließen oder abkoppeln, Filter reinigen, in offene Sicherheitsbehälter entleeren und Übergelaufenes säubern, falls die H₂S-Konzentrationen TLV-TWA überschreiten könnten.

Passive Probenahmeplaketten zeigen sofort visuell an, wenn eine bestimmte chemische Gefahr entdeckt oder ein sicherer Expositionspegel für diese Chemikalie überschritten wurde. Die Plaketten sollten nur zu Zwecken der Arbeitshygiene, wie z. B. Flächenstichproben, und zur Ermittlung der Belastung des Personals über einen bestimmten Zeitraum verwendet werden. Sie sind nicht Teil der persönlichen Schutzausrüstung.

Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Es sollten Verfahrensschritte für den Einsatz von Atemschutzgeräten festgelegt werden, wenn Dampfkonzentrationen TLV-TWA voraussichtlich überschreiten.

Es sollte geprüft werden, Personal, das in gefährdeten Bereichen arbeitet, mit Atemschutzfluchtgeräten auszustatten. Diese sind leicht tragbar und können, wenn Gas festgestellt wird, schnell angelegt werden.

Das Personal sollte unter den folgenden Umständen angehalten werden, Atemschutzgeräte zu tragen:

- Wenn sie dem Risiko der Belastung durch H₂S-Dämpfe über dem Schwellengrenzwert des zeitgewichteten Durchschnitts ausgesetzt sind.
- Wenn die Schwellengrenzwerte der zeitgewichteten Durchschnittswerte, die von nationalen und internationalen Behörden festgelegt wurden, überschritten oder voraussichtlich überschritten werden.
- Wenn eine Überwachung nicht möglich ist.
- Wenn aus irgendeinem Grund keine geschlossenen Operationen durchgeführt werden können und die H₂S-Konzentrationen den Schwellengrenzwert des zeitgewichteten Durchschnitts überschreiten könnten.

Maßnahmen der Unternehmen und der Terminals

Das Sicherheitsmanagementsystem (SMS) des Schiffs und das Betriebshandbuch des Terminals sollten Anleitungen enthalten und Verfahren festlegen, die einen sicheren Betriebsablauf gewährleisten, wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass die umgeschlagene Ladung H₂S enthält. Das Pflichtenheft sollte unter Anderem folgenden Anforderungen genügen:

- Schulung der Besatzungsmitglieder in Gefahrensituationen, die mit H₂S verbunden sind, und Sicherheitsmaßnahmen zur Risikominderung auf ein akzeptables Maß.
- Sichere Arbeitsanweisungen für alle Betriebsabläufe.

- Gasprüfungs-/Atmosphärische Überwachungsverfahren.
- Wartungsvorschriften für umschlagsbezogene Systeme.
- Vorschriften zur persönlichen Schutzausrüstung.
- Kontingentplanung.
- Notfallmaßnahmen.
- Maßnahmen zum Schutz von Besuchern vor Gefährdungen.

2.3.6.5 Zusätzliche Vorschriften zum Umschlag von Ladungen mit sehr hohen H₂S-Konzentrationen

Unternehmen und Terminals sollten zusätzliche Bedienungsanleitungen für den Umschlag von Ladungen mit sehr hohen H₂S-Konzentrationen geben (100 ppm in den Gasen gelten als angemessener Schwellenwert.)

Um eine Belastung durch hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen zu vermeiden, sollten die Besatzungsmitglieder an Deck persönliche Schwefelwasserstoff-Alarmgeber tragen. Löst dieses Messgerät einen Alarm aus, sollten unverzüglich die folgenden Aktivitäten als Minimum durchgeführt werden:

- Umschlagsbetrieb stoppen.
- Andere Besatzungsmitglieder informieren.
- Terminal-Personal informieren.
- Andere danebenliegende Tankschiffe (insbesondere auf der Leeseite (windabgewandte Seite)) informieren.
- Tankschiffbetreiber informieren.
- Terminal um Durchführung von Messungen bitten.
- In enger Zusammenarbeit mit Terminal und Betreiber besprechen, wie der Umschlag weiter verlaufen soll.

Möglichst auf der Luvseite bleiben und sich nicht unnötig an Deck aufhalten.

2.3.6.6 Korrosion

H₂S ist sehr korrosiv; es sollten verstärkte Inspektions- und Wartungsmaßnahmen getroffen werden, wenn von hohen H₂S-Konzentrationen ausgegangen wird.

Die Wahrscheinlichkeit, dass Überdruck-/Unterdruckventilsitze aus Messing ausfallen, ist größer als bei Ventilsitzen aus rostfreiem Stahl.

Mechanische Tankanzeigen sind störanfälliger, weil H₂S eine schädigende Wirkung auf Federn aus rostfreiem Stahl und Metall wie Messing und Bronze im inneren der Tankuhr hat. Ein größeres Ersatzteillager kann erforderlich sein.

Computer- und Messgerätkomponenten aus Silber und Gold sind selbst bei niedrigen H₂S-Konzentrationen stark anfällig. Sie können schnell anlaufen und dadurch die elektrischen Kontakte unterbrechen.

2.3.6.7 Allgemeine Ärgernisse

Neben der gesundheitsschädigenden Wirkung stellt der Geruch von H₂S auch ein öffentliches Ärgernis dar. In den meisten örtlichen Umweltvorschriften wird die Freisetzung von H₂S-Konzentrationen in die Atmosphäre begrenzt oder verboten, und das ist auf jeden Fall eine gute Vorgehensweise (good practice). Es ist daher erforderlich, den Druck im Lade-tank innerhalb niedriger akzeptabler Grenzen zu halten.

Der Dampfdruck im Tank wird schnell steigen, wenn der Dampfraum Wärme ausgesetzt oder das Produkt bewegt wird.

2.3.7 Mercaptane

Mercaptane sind farblose, riechende Gase, die auf natürlichem Wege durch den Abbau natürlicher Organismen gebildet werden. Ihr Geruch ähnelt faulem Kohl. Sie können auch in Wasser- und Ballastwasseraufbereitungsanlagen vorkommen.

Mercaptane kommen außerdem in den Dämpfen von Pentan und Ladungen und in einigen Röhlen vor. Sie werden auch als Odoriemittel in Erdgas eingesetzt.

Mercaptane lassen sich bei Konzentrationen unter 0,5 ppm durch Geruch feststellen, wobei gesundheitlichen Auswirkungen erst bei einem Vielfachen dieses Wertes auftreten.

Die ersten Auswirkungen von Mercaptan auf den Menschen sind mit denen vergleichbar, die durch H₂S-Belastung hervorgerufen werden, d.h. Reizung der Lunge, Augen, Nase und des Halses. Bei sehr hohen Konzentrationen kann Bewusstlosigkeit eintreten und die Zufuhr von Sauerstoff erforderlich sein.

2.3.8 Benzin mit Tetraethylblei- (TEL) oder Tetramethylbleigehalt (TML)

Die Mengen an Tetraethylblei (TEL) oder Tetramethylblei (TML), die dem Benzin normalerweise zugegeben werden, reichen nicht aus, um die Gase von diesen Produkten als wesentlich giftiger einzustufen als die von bleifreiem Benzin. Die Auswirkungen der Gase von bleifreiem Benzin ähneln daher denen, die für Produktgase (siehe Abschnitt 2.3.3) beschrieben wurden.

2.3.9 Inertgas

2.3.9.1 Allgemein

Inertgas wird generell zur Kontrolle der Atmosphäre des Ladetanks verwendet und verhindert somit die Bildung von zündfähigen Gemischen. Die Hauptanforderung an ein Inertgas ist ein niedriger Sauerstoffgehalt. Die Zusammensetzung kann jedoch variieren. (Tabelle 7.1, Abschnitt 7.1.3 enthält Hinweise auf typische Inertgaskomponenten, angegeben in Vol.-%).

2.3.9.2 Toxische Bestandteile

Die Hauptgefahr in Verbindung mit Inertgas besteht in dessen niedrigem Sauerstoffanteil. Einige Inertgase könnten jedoch Spuren Mengen von verschiedenen giftigen Gasen enthalten, die zu einer erhöhten Gefahr für das Personal, das ihnen ausgesetzt ist, führen kann.

Die Sicherheitsmaßnahmen, die vor dem Betreten des Tanks zu ergreifen sind, beinhalten keine Anforderungen an die direkte Messung der Konzentration der Spurenbestandteile des Inertgases. Der Grund dafür ist, dass die Entgasungsaktivität, die vor Betreten des Tanks durchgeführt werden muss, ausreicht, um diese toxischen Bestandteile auf ein Niveau unterhalb des Schwellengrenzwerts des zeitgewichteten Durchschnitts zu reduzieren.

2.3.9.3 Nicht zutreffend

2.3.9.4 Nicht zutreffend

2.3.9.5 Nicht zutreffend

2.3.10 Sauerstoffmangel

Der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre in geschlossenen Räumen kann aus verschiedenen Gründen niedrig sein. Der offensichtlichste Grund ist der, dass der Sauerstoff durch das Inertgas verdrängt wird, wenn ein Raum sich in einem Inertzustand befindet. Sauerstoff kann auch durch chemische Reaktionen, wie z. B. Rosten oder das Härten von Farb- und Deckschichten, aus der Atmosphäre entfernt werden.

Wenn sich die verfügbare Sauerstoffmenge verringert und die normalen 21 Vol.-% unterschreitet, wird der Atem schneller und tiefer. Symptome, die anzeigen, dass ein Sauerstoffmangel in der Atmosphäre vorherrscht, kann eine unzureichende Gefahrenwahrnehmung geben. Die meisten Menschen wären nicht in der Lage, die Gefahr zu erkennen, bevor sie zu schwach wären, um ohne fremde Hilfe hinauszugelangen. Das ist vor allem dann der Fall, wenn man zur Flucht klettern muss.

Die Menschen sind zwar unterschiedlich empfindlich, aber sie alle werden geschwächt, wenn der Sauerstoffgehalt auf 16 Volumen% fällt.

Ist der Mensch einer Atmosphäre mit weniger als 10 Vol.-% Sauerstoffgehalt ausgesetzt, führt das unweigerlich zur Bewusstlosigkeit. Die Schnelligkeit des Ohnmachtsanfalls steigt mit Verringerung des Sauerstoffgehalts und endet tödlich, wenn das Opfer nicht an die frische Luft gebracht und wiederbelebt wird.

Eine Atmosphäre mit weniger als 5 Vol.-% Sauerstoff führt zur sofortigen Bewusstlosigkeit; hier gibt es nur ein Warnsignal, das hörbare Einatmen. Verzögert sich der Wiederbelebungsversuch um mehrere Minuten, kann das Hirn irreversiblen Schaden nehmen, selbst wenn das Leben gerettet wird.

2.3.11 Fettsäuremethylester (FAME)

Fettsäuremethylester wird als Biokomponente zur Beimischung für Mitteldestillate von Biobrennstoffen verwendet. Die Moleküle werden hauptsächlich aus pflanzlichen Ölen durch Umesterung gewonnen (Prozess, beim dem der Alkoholrest einer Esterverbindung durch einen anderen Alkoholrest ersetzt wird). Beim Verschiffen ist darauf zu achten, dass Kontaminierungen mit gesundheitsschädlichen Stoffen, die die Sicherheit des Endprodukts beeinträchtigen und die Fettverarbeitung selbst bewirken könnten, vermieden werden. Methylester im Bereich von C8 – C18 sind praktisch ungiftig.

Die Beständigkeit von Ladetankbeschichtungen und Kunststoff- oder Gummiteilen der Tank- und Produktleitungsausrüstung gegenüber Methylester ist zu prüfen.

2.3.12 MTBE/ETBE

Methyl-Tertiär-Butyl-Ether (MTBE) und Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether (ETBE) sind hoch entzündliche Flüssigkeiten mit einem starken unangenehmen Geruch. Sie werden durch die Mischung von Chemikalien wie Isobuten und Methanol hergestellt und wurden als sauerstoffgesättigter Benzinzusatzstoff bei der Benzinherstellung verwendet. MTBE/ETBE verdampft schnell und kann sich in kleinen Mengen in Wasser auflösen. MTBE/ETBE kann an Partikeln im Wasser haften bleiben, was letztendlich dazu führt, dass es sich am Bodensediment absetzt.

Überlegungen sollten hinsichtlich der Umweltgefahren angestellt werden, die mit den Gemischen aus Wasser und MTBE/ETBE in der Ladung und den Schmutzwassertanks verbunden sind. Es wird empfohlen, MTBE/ETBE nur auf Tankschiffen zu befördern, die über ein getrenntes Ballastsystem verfügen.

Es wird empfohlen, dass Tankschiffe, die MTBE/ETBE befördern, mit schadstoffarmen Probenahmestellen ausgerüstet sind.

Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether wird allgemein als sauerstoffgesättigter Benzinzusatzstoff verwendet. MTBE- und ETBE-Dämpfe sind schwerer als Luft und wandern damit naturgemäß zur Wasseroberfläche. Deshalb sollten die Dämpfe beim Transport idealerweise nicht ventiliert werden.

Die Ballastaufnahme sollte immer auf eigens dafür bestimmte Ballasttanks beschränkt sein. Das Reinigen von Ladetanks sowie die Entsorgung von Produktrückständen und Waschwasser müssen kontrolliert an den zugelassenen Entsorgungsstellen und nach dem anwendbaren Recht des jeweiligen Landes erfolgen.

2.3.13 Ethanol

Ethanol (Ethylalkohol, Kornalkohol) in denaturierter Form ist eine klare, farblose Flüssigkeit mit einem charakteristischen, akzeptablen Geruch; sie wird als Zusatzkomponente in Biotreibstoffen verwendet.

Ethanol wird denaturiert, damit es nicht als Getränk verwendet wird. Denaturiertes Ethanol kann kleine Mengen, jeweils 1 oder 2 %, verschiedener unangenehmer oder giftiger Substanzen enthalten.

Beachtung sollte den Gemischen aus Wasser und Ethanol in Lade- und Schmutzwassertanks und der damit verbundenen Entflammbarkeit gegeben werden. Ein separates Ballastladetanksystem sowie Gaspendelleitungen und effizientes Nachlenzsystem werden bevorzugt. Berücksichtigung sollte der großen Zündbereich (3,4 – 19 Vol.-% in Luft) der Produktdämpfe finden und die Ballastaufnahme sollte stets auf die eigens dafür vorgesehenen Ballasttanks beschränkt werden. Das Reinigen der Ladetanks sowie die Entsorgung von Produktrückständen und Waschwasser müssen kontrolliert an den zugelassenen Entsorgungsstellen und nach dem anwendbaren Recht des jeweiligen Landes erfolgen.

2.4 Gasmessung

2.4.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die Grundsätze, Nutzungsmöglichkeiten und Einschränkungen der tragbaren Geräte zur Messung der Konzentrationen an Kohlenwasserstoffgas (in inerter und nicht inerter Atmosphäre) und anderen giftigen Gasen und Sauerstoff beschrieben. Außerdem werden bestimmte ortsfeste Anlagen beschrieben. Ausführliche Informationen zur Nutzung sämtlicher Messgeräte sind stets in den Anleitungen des Herstellers und dem Sicherheitsdatenblatt des Produkts gegeben.

Es ist wichtig, dass die eingesetzten Messgeräte

- für den notwendigen Test geeignet sind;
- für den notwendigen Test genau genug sind;
- einem zugelassenen Gerätetyp entsprechen;
- ordnungsgemäß gewartet werden;
- regelmäßig mit Standardproben geprüft werden.

2.4.2 Messung der Produktkonzentration

Es gibt diverse tragbare Geräte, mit denen Produktkonzentrationen und gefährdete Atmosphären, toxische Gase und Sauerstoff festgestellt werden können. Angesichts der Unterschiede in der Geräteempfindlichkeit und den Einschränkungen sei auf die Anleitungen in den Herstellerunterlagen und den Sicherheitsdatenblättern verwiesen, wenn ein Messgerät für einen bestimmten Zweck ausgewählt werden soll.

Die Messung von Kohlenwasserstoffdämpfen auf Tankschiffen und an Terminals lässt sich in zwei Verfahren unterteilen:

1. Messung von Kohlenwasserstoffgas in der Luft bei Konzentrationen unterhalb der unteren Explosionsgrenze (UEG)

Hierbei werden zündfähige (und potenziell explosionsfähige) Dämpfe und Konzentrationen von Kohlenwasserstoffdampf nachgewiesen, die für das Personal schädlich sein können. Die Anzeige der Konzentration erfolgt in Prozent der unteren Explosionsgrenze (UEG) und werden i.d.R. als % UEG aufgezeichnet. Bei den Messgeräten handelt es sich um Brenngas-Anzeigegeräte mit katalytischer Wärmetönung (CFCG), die üblicherweise als Brenngasmessgeräte oder Explosimeter bezeichnet werden. Ein CFCG-Anzeigegerät sollte nicht zum Messen von Kohlenwasserstoffgas in inerter Atmosphäre verwendet werden.

2. Messung des Anteils von Kohlenwasserstoffgas an der gesamten gemessenen Atmosphäre bezogen auf das Volumen

Diese Messung wird i.d.R. an Bord eines Tankschiffs durchgeführt, um den Anteil des Kohlenwasserstoffdampfes an einer sauerstoffarmen (inerten) Atmosphäre zu ermitteln. Die Geräte zur Messung der Kohlenwasserstoffdämpfe in einer inerten Gasatmosphäre wurden speziell zu diesem Zwecke entwickelt. Die Messwerte werden als Anteil des Kohlenwasserstoffdampfes bezogen auf das Volumen angegeben und in Vol.-% aufgezeichnet.

Zur Messung des Anteils an Kohlenwasserstoffdämpfen in Inertgas werden nichtkatalytische Gasanzeigegeräte mit Heizdrähten (im Allgemeinen als Tankscopes bezeichnet) und Refraktometer eingesetzt. Zu den neuesten Entwicklungen in der Gasdetektortechnik gehören elektronische Messgeräte mit Infrarotsensoren, die die gleiche Funktion wie die Tankscopes haben.

2.4.3 Brenngasmessgeräte (Explosimeter)

Die modernen Brenngasmessgeräte (Explosimeter) bestehen aus einem zündfähigen Pellistor als Messfühler, der unempfindlich gegenüber giftigen Stoffen ist. Die Pellistoren benötigen Sauerstoff (mindestens 11 Vol.-%), um effektiv zu funktionieren; aus diesem Grund sollten Brenngasmessgeräte nicht zum Messen von Kohlenwasserstoffgas in einer inerten Atmosphäre verwendet werden.

2.4.3.1 Funktionsweise

Abbildung 2.1 zeigt eine vereinfachte Darstellung des elektrischen Stromkreises mit Pellistor in einer Wheatstoneschen Brücke.

Anders als bei den früheren Explosimetern, gleicht der Pellistor die Spannung aus und bringt die Anzeige automatisch auf Null, wenn das Gerät an der frischen Luft eingeschaltet wird. Der Pellistor braucht in der Regel 30 Sekunden, um seine Betriebstemperatur zu erreichen. Zum Starten des Vorgangs sollte der Benutzer jedoch immer die Anleitungen des Herstellers beachten.

Eine Gasprobe kann auf verschiedene Weise entnommen werden:

- Diffusion.
- Schlauch und Saugbirne (einmal Drücken entspricht ungefähr 1 m Schlauchlänge).
- Motorpumpe (intern oder extern).

Zündfähige Dämpfe gelangen durch ein Sinterfilter (Flammendurchschlagsicherung) in die Verbrennungskammer des Pellistors. In der Kammer befinden sich zwei Elemente, der Detektor und der Kompensator. Diese beiden Elemente werden auf 400 bis 600 °C erhitzt.

Ist kein Gas vorhanden, werden die Widerstände der beiden Elemente ausgeglichen und die Brücke erzeugt ein stabiles Grundliniensignal. Sind brennbare Gase vorhanden, werden diese am Detektorelement katalytisch oxidiert, wodurch ihre Temperatur steigt. Diese Oxidation kann nur stattfinden, wenn genügend Sauerstoff vorhanden ist. Die Temperaturdifferenz im Vergleich zum Kompensatorelement wird in % UEG angegeben.

Der Messwert wird abgelesen, wenn die Anzeige stabil ist. Moderne Geräte zeigen an, wenn die Gasprobe den unteren Explosionsgrenzwert überschritten hat.

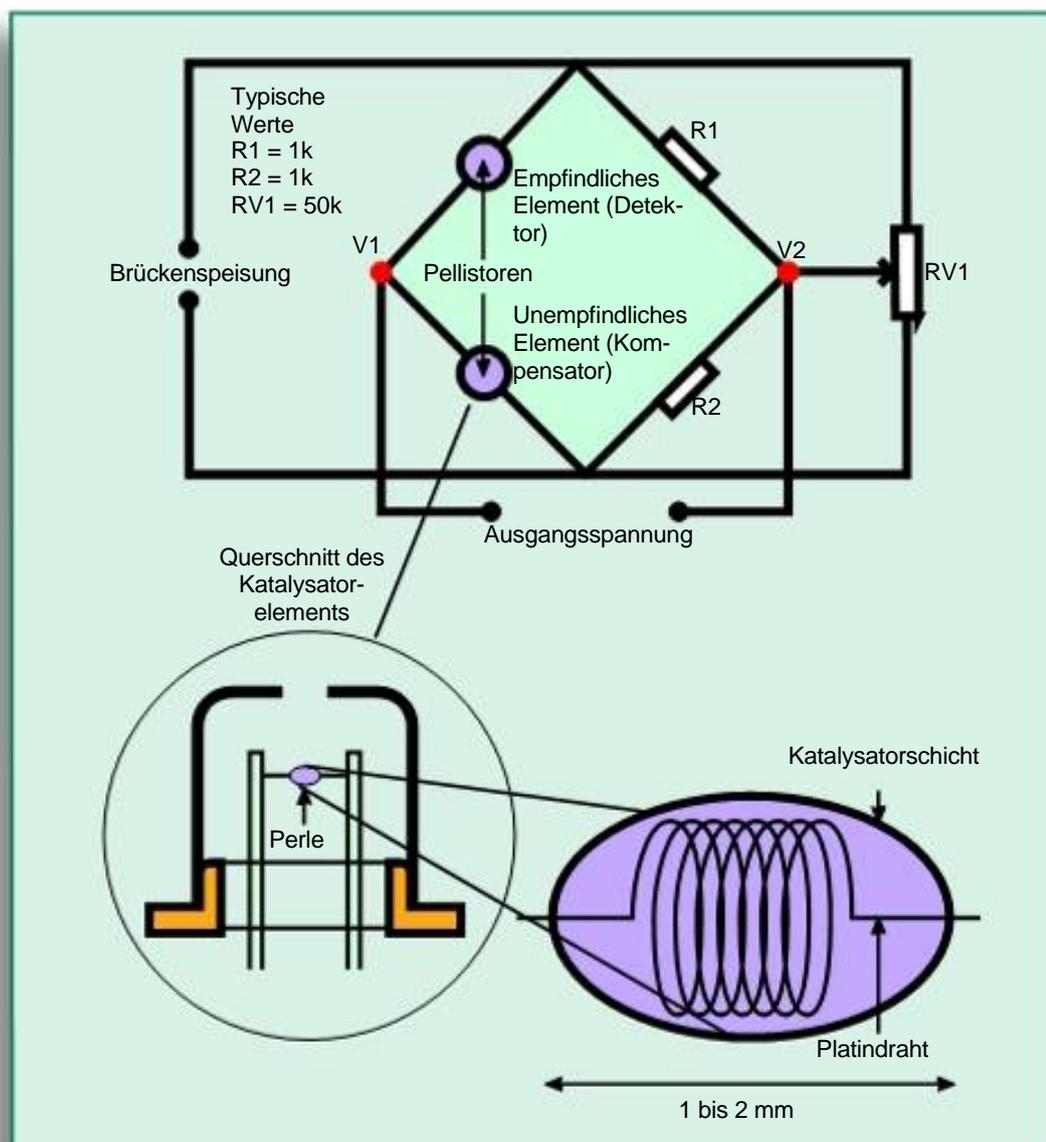


Abbildung 2.1 - Vereinfachte schematische Darstellung eines Gasmonitors mit integriertem Pellistor

Es ist darauf zu achten, dass keine Flüssigkeit in das Messgerät dringt. Durch die Verwendung eines geraden Wasserabscheiders und einer Schwimmersonde am Ende des Absaugschlauches sollte das verhindert werden. Die meisten Hersteller bieten diese Elemente als Zubehör an.

Beim Messen der Kohlenwasserstoffe sollten zum Entfernen der Feststoffteilchen oder Flüssigkeit aus der Gasprobe nur Baumwollfilter verwendet werden. Wasserabscheider können verwendet werden, um das Gerät an den Stellen zu schützen, an denen das entnommene Gas sehr nass sein kann. Anleitungen zur Verwendung der Filter und Abscheider sind im Bedienungshandbuch für das Gerät enthalten. (Siehe auch Abschnitt 2.4.13.3)

2.4.3.2 Warnhinweise

Gifte und Inhibitoren

Einige Verbindungen können die Empfindlichkeit des Pellistors schwächen.

- Gifte sind Verbindungen, die die Funktionstüchtigkeit des Pellistors dauerhaft schädigen können; dazu gehören Silicondämpfe und organische Bleiverbindungen.
- Inhibitoren sind Verbindungen, die ähnlich wie Gifte wirken, außer dass die Reaktion reversibel, also umkehrbar, ist. Inhibitoren sind u.a. Schwefelwasserstoff, Freon und chlorinierte Kohlenwasserstoffe. Besteht der Verdacht auf Vorhandensein von Schwefelwasserstoff, sollte dies geprüft werden, bevor mit den Messungen von Kohlenwasserstoffdämpfen begonnen wird. (Siehe Abschnitt 2.3.6.)

Druck

Bei Messgeräten mit Pellistor sollten die Sensoren nicht Druck ausgesetzt werden, da dies zur Beschädigung des Pellistors führt.

Ein derartiger Druckaufbau kann entstehen, wenn der Gastest unter folgenden Bedingungen durchgeführt wird:

- Inertgas unter hohem Druck oder bei hoher Geschwindigkeit, wie z. B. bei einem Spülrohr oder einem Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventil anliegt.
- Kohlenwasserstoffgasgemische mit hoher Geschwindigkeit in den Gasleitungen oder von einem Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventil.

Die vorstehenden Informationen sind auch für den Einsatz von Multigasgeräten wichtig. Wenn z. B. ein Infrarotsensor für die Ablesung eines Gasmesswerts in % Vol verwendet wird, kann der Sensor des Pellistors in dem Gerät beschädigt werden, wenn der eingetretene Gasstrom in dem Gerät druckbeaufschlagt ist oder eine hohe Geschwindigkeit hat.

Kondensation

Die Leistung der Pellistoren kann zeitweilig durch Kondensation beeinträchtigt sein. Das kann passieren, wenn das Gerät in feuchter Umgebung eingesetzt wird, nachdem es vorher in einem klimatisierten Raum war. Vor dem Einsatz sollte die Geräte genügend Zeit haben, sich auf die Betriebstemperatur einstellen zu können.

Brennbarer Nebel

Die Geräte mit Pellistor zeigen brennbaren Nebel (z. B. Schmieröle) oder Staub nicht an.

2.4.3.3 Kalibrierung der Messgeräte und Prüfverfahren

Das Messgerät wird im Werk mit Hilfe eines spezifischen Kohlenwasserstoffgas/Luftgemischs kalibriert. Das Kohlenwasserstoffgas, das zum Kalibrieren und zu Prüfzwecken verwendet wird, sollte auf einem Etikett auf dem Gerät vermerkt werden.

Anleitungen zum Kalibrieren und zur Funktionsprüfung und Inspektion der Gasmessgeräte sind in Abschnitt 8.2.6 bzw. 8.2.7 enthalten.

2.4.3.4 Messgenauigkeit

Die Reaktion des Messgeräts hängt von der Zusammensetzung des geprüften Kohlenwasserstoffgases, die praktisch nicht bekannt ist, ab. Durch Verwendung von Propan oder Butan als Kalibriergas für Messgeräte, die auf Tankschiffen verwendet werden, die stabilisiertes Rohöl oder Mineralölprodukte befördern, können die angezeigten Werte leicht fehlerhaft, d.h. etwas zu hoch sein. Das garantiert, dass alle Messwerte darauf hindeuten, dass man "auf der sicheren Seite" ist. (Siehe auch Abschnitt 8.2.6.)

Faktoren, die die Messungen beeinträchtigen können, sind starke Änderungen der Umgebungstemperatur und übermäßiger Druck der getesteten Tankatmosphäre, was zu hohen Durchflussgeschwindigkeiten führt, die sich wiederum negativ auf die Temperatur des Pellistors auswirken.

Die Verwendung von Verdünnungsröhrchen, mit denen die katalytischen Messgeräte mit Heizelementen Konzentrationen in zu fetten Kohlenwasserstoffgas/Luftgemischen messen können, wird nicht empfohlen.

2.4.3.5 Funktionsmerkmale

Ältere Geräte sind mit Flammendurchschlagsicherungen am Ein- und Ausgang der Heizelementkammer des Detektors ausgestattet. Die Sicherungen sind wichtig, um die Möglichkeit einer Flammenausbreitung von der Brennkammer zu verhindern; es sollte stets geprüft werden, dass diese sich an der richtigen Stelle befinden und ordnungsgemäß angebracht sind. Moderne Messgeräte mit Pellistor bestehen aus Sinterfiltern, die normalerweise in den Pellistorkörper eingebaut werden.

Einige Behörden verlangen als Bedingung für ihre Genehmigung, dass die Messgeräte mit Aluminiumgehäuse mit PVC-Belägen versehen werden, um das Risiko einer zündgefährlichen Funkenbildung zu vermeiden, wenn das Gehäuse auf rostigen Stahl schlägt.

2.4.4 Nichtkatalytische Gasanzeigergeräte mit Heizdrähten (Tankscopes)

2.4.4.1 Funktionsweise

Das Sensorelement dieses Geräts ist normalerweise ein nichtkatalytischer Heizdraht. Die Zusammensetzung des Umgebungsgases bestimmt die Wärmeverlustrate des Heizdrahts und damit dessen Temperatur und Widerstand.

Der Sensorheizdraht bildet einen Zweig der Wheatstoneschen Brücke. Durch Nullabgleich zu Beginn wird ein Brückengleichgewicht geschaffen und die richtige Spannung am Heizdraht eingestellt, was wiederum die korrekte Betriebstemperatur gewährleistet. Während des Nullabgleichs wird der Heizdraht des Sensors mit Luft oder kohlenwasserstofffreiem Inertgas gespült. Wie beim Explosimeter gibt es auch hier einen zweiten identischen Heizdraht in dem anderen Zweig der Brücke, der ständig in Kontakt mit Luft bleibt und als Kompensator fungiert.

Das Vorhandensein von Kohlenwasserstoff bewirkt eine Änderung des Widerstands des Heizelements des Sensors, was deutlich wird durch den Ausschlag am Brückenmessgerät. Die Wärmeverlustrate des Heizelements bildet eine nichtlineare Funktion der Kohlenwasserstoffkonzentration, die auf der Skala des Messgeräts sichtbar wird. Das Messgerät zeigt den Kohlenwasserstoffanteil direkt in % Vol an.

Beim Einsatz des Messgeräts sollten stets die ausführlichen Anleitungen des Herstellers beachtet werden. Nachdem das Gerät zu Beginn auf Null gestellt wurde, indem dem Heizelement des Sensors Frischluft zugeführt wurde, wird eine Probe mittels einer Gummisaugbirne in das Gerät gesaugt. Die Birne sollte so lange betätigt werden, bis der Zeiger des Messgeräts auf der Skala zum Stillstand kommt (normalerweise nach 15-20 mal Drücken); dann sollte der Saugvorgang gestoppt werden und die Endablesung erfolgen. Es ist wichtig, dass die Ablesung ohne Durchfluss am Messgerät erfolgt und das Gas dabei einen normalen atmosphärischen Druck aufweist.

Das nichtkatalytische Heizelement wird nicht durch Gaskonzentrationen, die über den Messbereich hinausgehen, beeinträchtigt. Der Messwert verlässt den Anzeigebereich und verharrt in dieser Position, bis das Heizelement mit einem Reichgasgemisch in Berührung kommt.

2.4.4.2 Messgeräteprüfverfahren

Zur Prüfung nichtkatalytischer Messgeräte mit Heizdraht müssen Gasgemische, deren Gesamtkohlenwasserstoffgehalt bekannt ist, bereitgestellt werden.

Als Trägergas kann Luft, Stickstoff oder Kohlendioxid oder eine Mischung aus diesen verwendet werden. Da dieser Messgerätetyp für genaue Messungen von niedrigen Konzentrationen (1 % - 3 % Vol) oder hohen Konzentrationen (über 10 % Vol) zum Einsatz kommen kann, es ist wünschenswert, zwei Prüfgemische von z. B. 2 % und 15 % Vol oder ein Gemisch zwischen diesen Werten, sagen wir 8 % Vol zu haben. Prüfgasgemische können in kleinen Aerosolpackungen oder kleinen Druckgasflaschen gewonnen oder in einem speziellen Testkit hergestellt werden.

2.4.4.3 Messgenauigkeit

Ein genaues Messen dieser Geräte kann nur erreicht werden, wenn Gaskonzentrationen in Gemischen gemessen werden, für das Gerät kalibriert wurde und die bei Gerätetemperatur gasförmig bleiben.

Relativ geringe Abweichungen vom normalen Atmosphärendruck in dem Gerät erzeugen erhebliche Differenzen in der angezeigten Gaskonzentration. Wenn die Probe aus einem Raum mit erhöhtem Druck genommen wird, kann es erforderlich sein, die Probeleitung vom Gerät zu entfernen, damit der Druck der Probe mit dem Atmosphärendruck kompensiert wird.

2.4.4.4 Messgeräte mit Infrarotsensoren

Wird zur Messung des Kohlenwasserstoffanteils an der inerten Gasatmosphäre bezogen auf das Volumen ein Messgerät mit Infrarotsensor verwendet, ist darauf zu achten, dass der Sensor innerhalb des Gasspektrums, das wahrscheinlich in der zu messenden Atmosphäre vorkommt, genaue Messwerte liefert. Vorsichtshalber empfiehlt sich eine Vergleichsmessung mit einem Tankscope, um die Akzeptanz der Messwerte, die das zu prüfende Messgerät anzeigt, zu bestätigen.

2.4.5 Interferometer (Refraktometer)

2.4.5.1 Funktionsweise

Ein Interferometer ist ein optisches Gerät, das sich die unterschiedlichen Brechungsindizes von Gasproben und Luft zunutze macht.

Bei diesem Gerätetyp wird ein Lichtbündel in zwei Bahnen getrennt, die dann am Okular wieder zusammengeführt werden. Diese vereinigten Bündel bilden ein Interferenzmuster, das dem Betrachter wie eine Anzahl von dunklen Linien im Okular vorkommt.

Ein Strahlengang verläuft über mit Luft gefüllte Kammern. Der andere Strahlengang verläuft über die Kammern, durch die das Messgas gepumpt wird. Zunächst werden die letzten Kammern mit Luft gefüllt und das Gerät wird so eingestellt, dass eine der dunklen Linien mit der Nulllinie auf der Geräteskala identisch ist. Wird dann ein Gasgemisch in die Testkammern gepumpt, werden die dunklen Linien über der Skala proportional zur Änderung des Brechungsindex verschoben.

Die Verschiebung wird durch Ermittlung der neuen Position der Linie auf der Skala, die anfangs zur Nulleinstellung des Geräts verwendet wurde, gemessen. Die Skala kann in Einheiten der Konzentration kalibriert werden; sie kann aber auch willkürlich kalibriert werden, wobei die Messwerte in die gewünschten Einheiten gemäß Tabelle oder Grafik umgerechnet werden.

Das Messgerät zeigt eine lineare Reaktion; die Prüfung an einem Punkt mit einem Standardgemisch mit einer bekannten Konzentration genügt für die Prüfzwecke.

Normalerweise wird das Gerät für ein bestimmtes Kohlenwasserstoffgasgemisch kalibriert. So lange der Einsatz des Geräts auf das Kalibrierungsgemisch beschränkt wird, sind die Messungen der Gaskonzentrationen genau.

Die Messung der Kohlenwasserstoffgaskonzentration in einer inerten Atmosphäre wird durch das Kohlenstoffdioxid, das vorhanden ist, wenn Rauchgas zum Inertisieren verwendet wird, beeinträchtigt. In diesem Fall wird die Verwendung von Natronkalk als Kohlendioxid absorbierendes Mittel empfohlen, vorausgesetzt, dass die Anzeige entsprechend korrigiert wurde.

Das Refraktometer wird durch Gaskonzentrationen, die über den Skalenbereich hinausgehen, nicht beeinträchtigt. Der Anzeigewert verlässt die Skala und verharrt so lange in dieser Position, bis die Gaskammern mit dem Gasgemisch gefüllt sind.

2.4.5.2 Messgeräteprüfverfahren

Zur Prüfung des Geräts ist ein Gemisch aus einem bekannten Kohlenwasserstoff, z. B. Propan in Stickstoff mit einer bekannten Konzentration, zu verwenden. Falls das Kohlenwasserstoffprüfgas vom Originalkalibriergas abweicht, wird der angezeigte Messwert mit dem entsprechenden Korrekturfaktor multipliziert, bevor die Genauigkeit und Stabilität des Gerätes bewertet wird.

2.4.6 Infrarotmessgeräte

2.4.6.1 Funktionsweise

Der Infrarot- bzw. IR-Sensor ist ein Messwertwandler, der zur Messung der Kohlenwasserstoffkonzentrationen in der Atmosphäre durch Absorption der Infrarotstrahlung dient.

Das zu prüfende Gas gelangt durch Diffusion oder mit Hilfe einer Pumpe in die Messkammer. Von der Lichtquelle gelangt Infrarotstrahlung durch ein Fenster in der Kammer. Diese wird durch einen sphärischen Spiegel reflektiert und gebündelt und dann durch ein anderes Fenster geführt, wo sie auf den Strahlteiler trifft. Der Anteil der Strahlung, die durch den Strahlenteiler läuft, läuft durch ein Breitbandfilter (Messfilter) in die Gehäuseummantelung des Messdetektors und wird in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Der Anteil der Strahlung, der durch den Strahlenteiler reflektiert wird, läuft durch das Referenzfilter, um zum Referenzdetektor zu gelangen.

Wenn das Gasgemisch in der Kammer Kohlenwasserstoff enthält, wird ein Teil der Strahlung im Wellenlängenbereich des Messfilters absorbiert und ein abgeschwächtes elektrisches Signal übertragen. Das Signal des Referenzdetektors bleibt dabei unverändert. Die Gaskonzentration wird durch Vergleich der relativen Werte des Referenzdetektors und Messdetektors ermittelt.

Die unterschiedliche Lichtleistung der Infrarotlichtquelle, Schmutz auf dem Spiegel und den Fenstern sowie Aerosolstaub in der Luft haben auf beide Detektoren die gleichen Auswirkungen und werden damit kompensiert.

2.4.6.2 Messgeräteprüfverfahren

Dieses Gerät wird mit Hilfe eines Prüfgases, dessen Kohlenwasserstoffgemisch bekannt ist, geprüft. Für den Infrarotsensor muss die Gaskonzentration keine Luft und kein Inertgas enthalten, da ihre Zuverlässigkeit allein von den Kohlenwasserstoffmolekülen abhängt. Im Allgemeinen sind diese Geräte sehr stabil und erfordern einen geringen Wartungsaufwand. Die Kalibrierung sollte öfter entsprechend den Anweisungen des Herstellers und nach den Verfahren durchgeführt werden, die das Sicherheitsmanagementsystem an Bord vorsieht. (Siehe auch Abschnitt 2.4.4.4.)

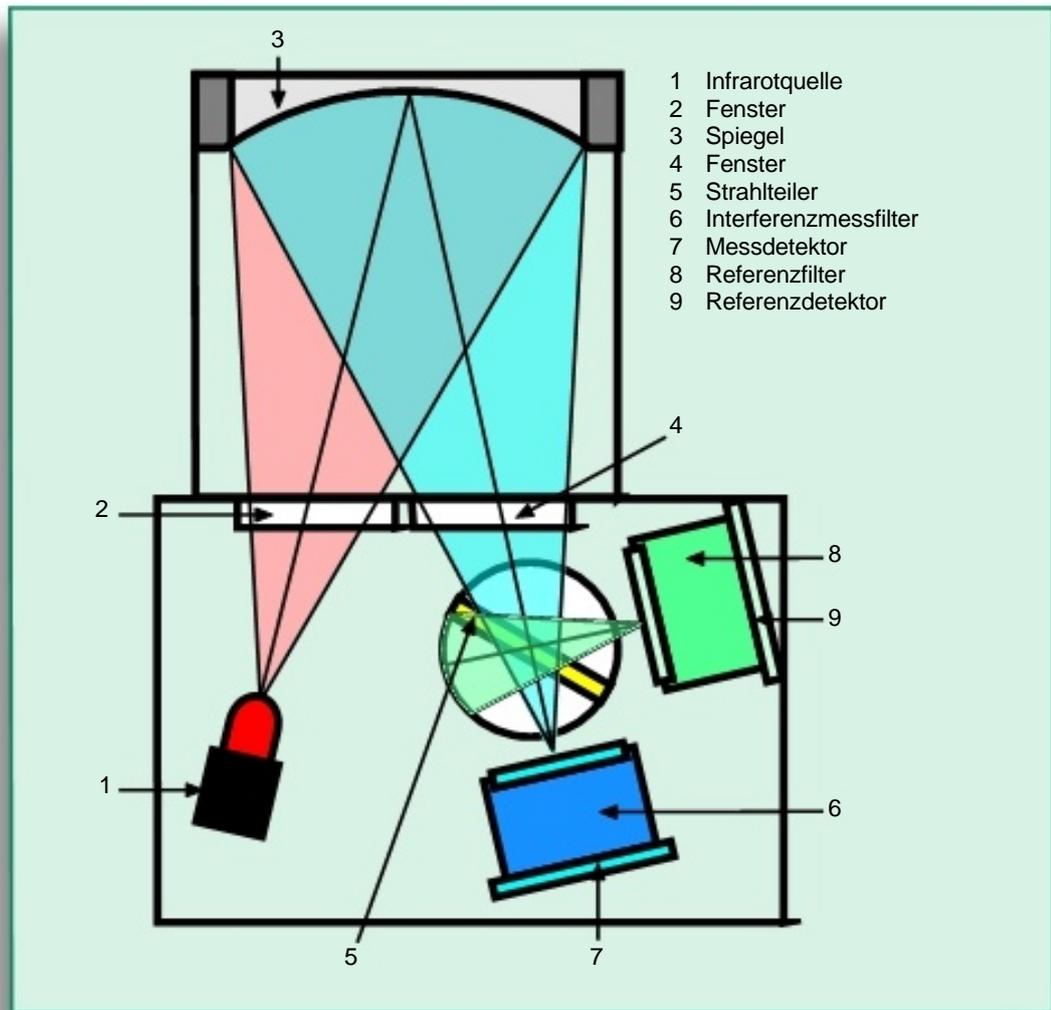


Abbildung 2.2 - Infrarotsensor

2.4.7 Messung von niedrigen Konzentrationen von giftigen Gasen

2.4.7.1 Chemikalien-Prüfröhrchen

Das wahrscheinlich einfachste und geeignetste Gerät zur Messung von sehr niedrigen Konzentrationen toxischer Gase auf Tankschiffen ist die Verwendung von Prüfröhrchen.

Messfehler können entstehen, wenn gleichzeitig mehrere Gase vorhanden sind, da ein Gas die Messung eines anderen Gases stören kann. Bevor mit der Messung dieser Atmosphären begonnen wird, ist es ratsam, die Bedienungsanleitungen des Geräteherstellers zu lesen.

Das Prüfröhrchen besteht aus einem versiegelten Glasröhrchen mit einer geschützten Füllung, die auf ein bestimmtes Gas reagiert und die Konzentration des geprüften Gases visuell anzeigt. Zur Messung werden die Plomben an beiden Enden des Glasröhrchens entfernt. Dann wird das Röhrchen in eine balgartige, manuell bediente Konstantpumpe gesteckt und das vorgegebene Volumen des Gasgemischs wird durch das Röhrchen geleitet; dabei wird die Durchflussgeschwindigkeit durch die Ausdehnungsrate der Bälge festgelegt. Über die Rohrlänge wird eine Farbänderung sichtbar; die Länge der Verfärbung, die ein Maß der Gaskonzentration ist, wird über den Vollanschlag der in dem Röhrchen integrierten Skala hinaus abgelesen.

Bei manchen Varianten dieser Geräte wird anstelle der Balgpumpe eine manuelle Injektionsspritze verwendet.

Wichtig ist, dass alle Komponenten, die für die Messung verwendet werden, vom gleichen Hersteller stammen. Nicht zulässig ist, das Röhrchen von einem Hersteller mit der Handpumpe eines anderen Herstellers zu verwenden. Wichtig ist auch, dass die Bedienungsanleitungen des Herstellers sorgfältig beachtet werden.

Da die Messungen von dem Durchsatz eines bestimmten Gasvolumens durch das Glasröhrchen abhängen, ist unbedingt darauf zu achten, dass die Verlängerungsschläuche den Vorschriften des Herstellers entsprechen.

Die Röhrchen sind für die Messung von Gaskonzentrationen in der Luft bestimmt und ausgelegt. Folglich sollten die Messungen, die in belüfteten Tanks zur Vorbereitung der Tankbegehung durchgeführt werden, zuverlässig sein.

Die Hersteller sind verpflichtet, sich bei jedem Rohrtyp an die Genauigkeitsstandards, die in den nationalen Standards festgelegt sind, zu halten. Tankschiffbetreibern wird empfohlen, sich an die Verwaltung des Flaggenstaats wegen der Richtlinien für zulässige Geräte zu wenden.

2.4.7.2 Elektrochemische Sensoren

Elektrochemische Sensoren basieren auf der Tatsache, dass Zellen so ausgelegt sein können, dass sie auf das gemessene Gas reagieren und elektrischen Strom erzeugen. Dieser Strom kann gemessen und darüber die Gasmenge bestimmt werden. Die Sensoren sind kostengünstig und klein genug, so dass mehrere in einem Gerät installiert werden können, was sie auch einsetzbar in Multigasdetektoren macht.

Es gibt eine Vielzahl von elektrochemischen Sensoren, die eine Vielzahl von Gasen abdecken, die in der Umgebung an Bord eines Schiffes vorkommen können, wie z. B. Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Schwefeldioxid.

Elektrochemische Sensoren können in eigenständigen Geräten eingesetzt werden, die bei einer vorgegebenen Dampfkonzentration ein Warnsignal geben; sie können auch in Multi-sensorgeräten eingesetzt werden, um ein Ablesen von Dampfkonzentrationen, i.d.R. in ppm (Teile pro Million), zu ermöglichen.

Aufgrund der Querempfindlichkeit können diese Sensoren fehlerhafte Werte anzeigen. Das passiert beispielsweise bei Messung toxischer Gase mit vorhandenen Kohlenwasserstoffgasen, z. B. H_2S , wenn Stickstoffoxid und Schwefeloxid vorhanden sind.

2.4.8 Stationäre Gaswarnsysteme

Stationäre Gaswarnsysteme werden auf einigen Tankschiffen verwendet, um die Entflammbarkeit der Atmosphäre in Räumen wie Wallgängen, Doppelböden von Pumpenräumen, Maschinenräume, Kesselräume, Ruderhaus und Unterkünfte zu überwachen.

Für stationäre Gaswarnsysteme wurden die folgenden drei allgemeinen Einrichtungen entwickelt:

- Sensorgeräte, die in den zu überwachenden Räumen verteilt sind. Die Signale werden nacheinander von jedem Sensor über die Steuerzentrale aufgenommen.
- Gasmesssystem, das in der Hauptschalttafel installiert ist.
- Infrarotsensoren, die sich an einem sicheren Standort in einem Raum befinden, der mit der für die Verarbeitung der Signale erforderlichen Elektronik ausgestattet ist.

Stationäre Gaswarnanlagen werden i.d.R. zum Aufspüren von Leckagen und nicht für Gasprüfungen vor dem Betreten der entsprechenden Räume installiert. Gasprüfungen zum Zwecke des Betretens sollten nur mit Geräten durchgeführt werden, die kalibriert und getestet wurden und mit entsprechenden Anzeigeskalen versehen sind. Einige stationäre Gaswarnanlagen erfüllen diese Kriterien. (Siehe Abschnitt 10.10.2.)

2.4.9 Messung der Sauerstoffkonzentrationen

Tragbare Sauerstoffanalysegeräte werden normalerweise eingesetzt, um festzustellen, ob die Atmosphäre in einem geschlossenen Raum (z. B. Ladetank) durchgängig intertisiert ist oder sicher betreten werden kann. Stationäre Sauerstoffanalysegeräte werden zur Überwachung des Sauerstoffgehalts in Kesselsteigleitungen und Inertgashauptleitungen eingesetzt.

Die folgenden Typen gehören zu den gängigsten, in der Praxis verwendeten Sauerstoffanalysegeräten:

- Paramagnetische Sensoren.
- Elektrochemische Sensoren.

Beim Einsatz aller Analysegeräte, unabhängig vom Typ, sind unbedingt die Anleitungen des Herstellers zu beachten. Wenn diese so eingesetzt werden, können die Analysegeräte bis auf die unten genannten Einschränkungen als sicher angesehen werden.

2.4.10 Einsatz von Sauerstoffanalysegeräten

2.4.10.1 Paramagnetische Sensoren

Sauerstoff ist stark paramagnetisch (d.h. es wird durch die Pole eines Magneten angezogen, bleibt aber auf Dauer nicht magnetisch), während sich das bei den meisten anderen üblichen Gasen anders verhalten. Diese Eigenschaft bedeutet, dass der Sauerstoffgehalt bei einer großen Vielfalt von Gasgemischen messbar ist.

Ein allgemein verwendetes Sauerstoffanalysegerät des paramagnetischen Typs ist mit einer Probenküvette versehen, in der sich ein leichter Körper in einem Magnetfeld in der Schwebe befindet. Wenn die Gasprobe durch die Küvette geleitet wird, erfährt der schwebende Körper ein Drehmoment, das proportional zur magnetischen Suszeptibilität des Gases ist. Der elektrische Strom, der durch die sich um den schwebenden Körper windende Spule fließt, erzeugt ein gleiches und ein gegensätzliches Drehmoment. Der Ausgleichstrom ist ein Maß der Magnetkraft und somit auch ein Maß der magnetischen Suszeptibilität der Probe, d.h. bezogen auf dessen Sauerstoffgehalt.

Vor dem Einsatz wird das Analysegerät mit Luft auf einen Referenzpunkt von 21 % Sauerstoff und mit Stickstoff oder Kohlendioxid auf einen Referenzpunkt von 0 % Sauerstoff geprüft.

Die Freisetzung von Stickstoff oder Kohlendioxid in einem geschlossenen, nicht belüfteten Raum kann zu einer Verringerung der Sauerstoffkonzentration auf ein Niveau führen, das eine direkte Gefahr für das Leben oder die Gesundheit darstellt. Die Kalibrierung sollte daher nur in gut belüfteten Räumen durchgeführt werden.

Die Anzeigewerte der Analysegeräte sind direkt proportional zum Druck in der Messküvette. Das Gerät wird auf spezifischen Atmosphärendruck kalibriert; kleine Fehler aufgrund der Schwankungen des atmosphärischen Drucks können, wenn erforderlich, korrigiert werden. Durch Überdruck werden dem Gerät kontinuierlich Proben zugeführt. Sie sollten nicht durch Unterdruck durch das Analysegerät geleitet werden, da dies zu einem unsicheren Messdruck führt.

Das Filter wird gereinigt oder ausgetauscht, wenn ein höherer Probedruck erforderlich ist, um einen angemessenen Gasdurchfluss durch das Analysegerät beizubehalten. Der gleiche Effekt wird erzeugt, wenn das Filter durch ungenügendes Trocknen des Gases nass wird. Es ist regelmäßig zu prüfen, ob das Filter gereinigt oder ausgetauscht werden muss.

2.4.10.2 Elektrochemische Sensoren

Analysegeräte dieses Typs dienen zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts eines Gasgemischs durch Messen des Ergebnisses einer elektrochemischen Zelle. Bei einem allgemein verwendeten Analysegerät diffundiert Sauerstoff durch eine Membran in die Zelle und bringt den Strom zwischen zwei Spezialelektroden, die durch eine Flüssigkeit oder eine Gelelektrode getrennt sind, zum Fließen.

Der Stromfluss ist bezogen auf die Sauerstoffkonzentration in der Probe; die Skala ist so ausgelegt, dass sie den Sauerstoff direkt anzeigt. Die Zelle mit den Elektroden kann in einem separaten Sensorkopf untergebracht werden, der über Kabel mit der Ableseeinheit verbunden ist.

Die Anzeigewerte des Analysegeräts sind direkt proportional zum Druck in der Messzelle; durch normale Schwankungen des atmosphärischen Drucks werden aber nur kleine Fehler verursacht.

Bestimmte Gase können sich negativ auf den Sensor auswirken und zu falschen Ableswerten führen. Schwefeldioxid und Stickstoffoxide interferieren, wenn ihr Anteil in den Konzentrationen über 0,25 % Vol. beträgt. Mercaptan und Schwefelwasserstoff können den Sensor vergiften, wenn ihr Anteil mehr als 1 % Vol. ausmacht. Diese Vergiftung tritt nicht sofort auf, sondern über einen bestimmten Zeitraum; ein vergifteter Sensor driftet ab und kann nicht an der Luft kalibriert werden. In diesen Fällen wird auf die Anleitungen des Herstellers verwiesen.

2.4.10.3 **Wartung, Kalibrierung und Prüfverfahren**

Da diese Sauerstoffanalysegeräte lebensnotwendig sind, es ist wichtig, dass sie mit einem gültigen Kalibrierungszertifikat versehen sind, und dass sie vor Benutzung strikt nach den Anleitungen des Herstellers geprüft werden.

Es ist sehr wichtig, dass jedes Mal, wenn ein Gerät benutzt werden soll, die Batterien (wenn vorhanden) und die Nulleinstellung (21 % Sauerstoff) geprüft werden. Während des Einsatzes empfiehlt es sich, öfter Prüfungen durchzuführen, um sicherzugehen, dass jederzeit genaue Messwerte angezeigt werden.

Der Prüfvorgang ist bei allen Analysegeräten leicht, die atmosphärische Luft zur Prüfung des Referenzpunktes (21 % Sauerstoff) und ein Inertgas (Stickstoff oder Kohlendioxid) zur Prüfung des Nullgehalts von Sauerstoff verwenden. (Siehe auch Abschnitt 8.2.6 und 8.2.7.)

2.4.11 **Multigasgeräte**

Multigasgeräte finden inzwischen breite Anwendung und können im Allgemeinen vier verschiedene Sensoren aufnehmen. Eine typische Konfiguration würde Sensoren für folgenden Messungen umfassen:

- Kohlenwasserstoffdampf als Prozent der unteren Explosionsgrenze (% UEG) (Explosimeterfunktion mit Pellistor-Sensor).
- Kohlenwasserstoffdampf in einem Inertgas als Vol.-% (Tankscopefunktion mit Infrarotsensor).
- Sauerstoff (mit elektrochemischem Sensor).
- Schwefelwasserstoff (mit elektrochemischem Sensor).

Multigasgeräte sollten regelmäßig entsprechend den Anweisungen des Herstellers geprüft werden.

Multigasgeräte können zur Gasmessung verwendet und mit Dataloggingfunktion ausgestattet werden, aber nicht mit Alarmfunktion.

Bei dem Einsatz von Multigasgeräten zur Prüfung des Kohlenwasserstoffgehalts in der inerten Atmosphäre unter Druck ist Vorsicht geboten, da der Pellistor in dem Gerät beschädigt werden könnte, sobald er Druck ausgesetzt wird (siehe Abschnitt 2.4.3.2).

2.4.12 **Persönliche Gasmonitore**

Multigasgeräte gibt es als Kompaktgeräte mit Alarmfunktion für den persönlichen Schutz während der Tankbegehung. Diese persönlichen Überwachungsgeräte eignen sich zur kontinuierlichen Messung des Gehalts der Atmosphäre durch Diffusion. Normalerweise können sie bis zu vier elektrochemische Sensoren aufnehmen und erzeugen ein akustisches und optisches Alarmsignal, wenn die Atmosphäre unsicher wird, wobei die Person, die das Gerät bei sich führt, einen entsprechenden Warnhinweis auf die unsicheren Zustände erhält.

Heute sind Gasüberwachungsgeräte als Einwegartikel verfügbar.. Sie sind i.d.R. als Ein-gasgerät und für niedrige Sauerstoffpegel sowie hohe Konzentrationen von Kohlenwasserstoff und anderen toxischen Dämpfen ausgelegt. Die Geräte geben akustische und visuelle Warnsignale bei bestimmten Pegeln der Dampfkonzentration, die dem Schwellenwert des zeitgewichteten Durchschnitts für den überwachten Dampf entsprechen oder darunter liegen sollten. Diese Monitorgeräte wiegen i.d.R. weniger als 100 g und haben eine Lebensdauer von 2 Jahren.

2.4.13 Gasprobenleitungen und Probenahmeverfahren

2.4.13.1 Gasprobenleitungen

Material und Zustand der Probenleitungen können sich nachteilig auf die Genauigkeit der Gasmessungen auswirken.

Metallrohre sind für die meisten Ladetank-Gasmessungen ungeeignet; stattdessen sollten flexible Leitungen verwendet werden.

Die Gase aus Mineralölen und vielen Erdölprodukten bestehen im Wesentlichen aus paraffinischen Kohlenwasserstoffen; es gibt eine Reihe von geeigneten Materialien für flexible Probenleitungen. Das Problem der Materialauswahl ist schwieriger für Gase, die einen beträchtlichen Anteil an aromatischen Kohlenwasserstoffen, insbesondere Xylen, haben. Es wird empfohlen, in diesen Fällen den Lieferanten der Probeleitungen um die Bereitstellung von Prüfdaten zu bitten, die die Eignung des Produkts für den angedachten Zweck bestätigen.

Probeleitungen sollten beständig gegen heißes Waschwasser sein.

Probenleitungen, die Risse aufweisen oder blockiert sind oder mit Resten der Ladung kontaminiert sind, wirken sich sehr nachteilig auf die Anzeigewerte des Geräts aus. Die Benutzer sollten den Zustand der Rohre regelmäßig prüfen und ggf. defekte Leitungen austauschen.

Um zu vermeiden, dass Flüssigkeit in die Gasprobenleitung gezogen und die Leitung kontaminiert wird, baut der Hersteller eine Schwimm - oder Probensperre ein, die ein Eindringen der Flüssigkeit verhindert. Die Benutzer können die Verwendung dieser Armaturen in Erwägung ziehen, sollten sich aber der eingeschränkten Nutzung zur Vermeidung statischer Gefahren bewusst sein.

2.4.13.2 Probenahmeverfahren

Jeder Tank hat 'tote Punkte', in denen die Änderungsrate der Gaskonzentration während des Belüftungs- oder Spülvorgangs unter dem Durchschnittswert des Großteils des Tanks liegt. Die Lage dieser toten Punkte hängt von der Position des Ein- und Auslasses, durch die Luft oder das Inertgas ein- oder austritt, sowie von der Anordnung der Bauelemente im Tank ab. In der Regel, jedoch nicht ausnahmslos, befinden sich die toten Punkte innerhalb Tankbodenkonstruktion. Die Probenleitung sollte lang genug sein, um eine Probeentnahme vom Boden zu ermöglichen.

Abweichungen in der Gaskonzentration zwischen dem Großteils des Tanks und toten Punkten variieren in Abhängigkeit von der angewendeten Verfahrensweise. Zum Beispiel sind die starken Wasserstrahlen, die durch stationäre Waschanlagen erzeugt werden, ausgezeichnete Mischgeräte, die dazu tendieren, große Unterschiede in der Gaskonzentration zwischen den einzelnen Positionen im Tank auszuschalten. Ähnlich sorgt die Zufuhr von Gebläseluft oder Inertgas als starke Strahlen, die vom Deck direkt nach unten zielen, für eine gute Mischung und minimiert die Schwankungen der Konzentration.

Aufgrund der Gefahren, die mit diesen toten Punkten verbunden sind, ist es wichtig, vor Betreten eines Ladetanks oder eines anderen geschlossenen Raums Kapitel 10 zu lesen.

2.4.13.3 Filter in Probenleitungen

Baumwollfilter werden eingesetzt, um Wasserdampf in einigen Kohlenwasserstoffgasmessgeräten, z. B. katalytische und nichtkatalytische Typen mit Heizdraht, zu entfernen; weitere Filter sind normalerweise nicht notwendig. Unter extrem nassen Bedingungen, z. B. bei Reinigen der Tanks, kann überschüssiges Wasser aus der Gasprobe durch die Verwendung von Materialien entfernt werden, die Wasser zurückhalten, sich aber auf die Kohlenwasserstoffe nicht negativ auswirken. Als Materialien eignen sich granulares, wasserfreies Calciumchlorid oder Sulfat. Wenn erforderlich, kann Natronasbest Schwefelwasserstoff wahlweise ohne Schädigung der Kohlenwasserstoffe zurückhalten. Es hält allerdings auch Kohlendioxid und Schwefeldioxid zurück und sollte nicht in Tanks verwendet werden, die mit gereinigtem Rauchgas inertisiert wurden.

Wasserabscheider werden oft in modernen Gasmessgeräten eingesetzt. Sie enthalten eine Polytetrafluoroethylen- (PTFE) Membran, die verhindert, dass Flüssigkeit und Feuchtigkeit in die Sensoren gelangen kann.

Die Verwendung von Wasserrückhaltefiltern spielt eine Rolle bei Sauerstoffmessgeräten, insbesondere, bei den paramagnetischen Typen, weil das Vorhandensein von Wasserdampf in der Probe die Messzelle schädigen kann. Es sollten nur vom Hersteller empfohlene Filter verwendet werden.

2.5 Produktgasentwicklung und Dispersion

2.5.1 Einleitung

Während vieler Ladungsumschlag- und damit verbundener Aktivitäten wird Gas in solchen Mengen aus den Ladetanköffnungen ausgeschieden, die zündfähige Gasgemische in der Atmosphäre außerhalb der Tanks hervorrufen. Hauptanliegen dieses Leitfadens ist es zu verhindern, dass solche zündfähigen Gasgemische in Berührung mit einer Zündquelle kommen. In vielen Fällen wird das durch Entfernen der Zündquelle oder durch die Absicherung mit Barrieren, wie z. B. geschlossene Türen und Öffnungen, zwischen dem Gas und der unvermeidlichen potenziellen Zündquelle erreicht.

Es ist jedoch nicht möglich, alle potenziellen menschlichen Fehler oder jede Kombination von Umständen abzusichern. Zusätzliche Schutzvorrichtungen sind möglich, wenn die Aktivitäten so organisiert werden können, dass das aus den Öffnungen entweichende Gas ausreichend verteilt wird, so dass verhindert wird, dass zündfähige Gasgemische in die Bereiche gelangen, in denen sich potenzielle Zündquellen befinden.

Wenn die Gase eine höhere Dichte als Luft haben, ist das von großer Bedeutung dafür, wie sie sich innerhalb und außerhalb der Tanks verhalten (siehe Abschnitt 1.3).

Das Gas, das entlüftet wird, entwickelt sich innerhalb der Tanks, wobei die Art, wie es sich entwickelt, Einfluss auf die Konzentration beim Ausströmen des Gases und die Zeitdauer, in der hohe Konzentrationen ausströmen, hat. Zu den Situationen, die zur Gasentwicklung führen, gehören das Beladen, das Verweilen der Ladung in vollen oder teilweise gefüllten Tanks (einschließlich Schmutzwassertanks) und das Verdampfen der Tankrückstände nach dem Entladen.

Die ursprüngliche Tankatmosphäre, ob aus Luft oder Inertgas, hat keinen Einfluss auf die Gasentwicklung oder Entgasung

2.5.2 Gasentwicklung und Entgasung

2.5.2.1 Entwicklung während des Beladens

Wenn eine Ladung mit hohem Dampfdruck in einen leeren, gasfreien Tank gefüllt wird, gibt es eine schnelle Gasentwicklung. Das Gas bildet eine Schicht am Boden des Tanks, die mit der Produktoberfläche beim Befüllen des Tanks steigt. Wurde es einmal gebildet, nimmt die Schichttiefe über den Zeitraum, der normalerweise zum Füllen des Tanks benötigt wird, nur langsam zu, wenn auch letzten Endes ein Gleichgewichtsgasgemisch in dem füllungsfreien Raum des Tanks gebildet wird.

Menge und Konzentration des Gases, das diese Schicht zu Beginn des Ladevorgangs bildet, hängen von vielen Faktoren ab, wie z. B.:

- Echter Dampfdruck der Ladung;
- Spritzmenge beim Einfüllen des Produkts in den Tank;
- Tankladezeit;
- Vorhandensein eines partiellen Unterdrucks in der Ladeleitung.

Die Produktgaskonzentration in der Schicht variiert mit dem Abstand über der Flüssigkeitsoberfläche. Ganz nah zur Oberfläche hat sie einen Wert, der dem echten Dampfdruck der angrenzenden Flüssigkeit nahe kommt. Ist der echte Dampfdruck beispielsweise 0,75 bar, beträgt die Produktgaskonzentration direkt über der Oberfläche ca. 75 Vol.-%. Weit über der Oberfläche ist die Produktgaskonzentration sehr gering; es wird davon ausgegangen, dass der Tank ursprünglich gasfrei war. Um die Auswirkung der Gasschichttiefe weiter prüfen zu können, ist es erforderlich, diese Tiefe in gewisser Weise zu definieren.

Für die Prüfung der Verbreitung der Gase außerhalb der Ladetanks sind nur die hohen Gaskonzentrationen in dem ausgelassenen Gas von Bedeutung. Zu diesem Zweck wird daher die Tiefe der Gasschicht als Abstand zwischen Flüssigkeitsoberfläche und dem darüber liegenden Level, wo die Gaskonzentration 50 Vol.-% beträgt, genommen. Es sei daran erinnert, dass Produktgas in Höhen über der Flüssigkeitsoberfläche, die das Vielfache der hier definierten Schichttiefe ausmachen, aufspürbar ist.

Die meisten Ladungen mit hohem Dampfdruck führen zur Bildung einer Gasschicht, die unter diesen Bedingungen weniger als 1 m tief ist. Die genaue Tiefe hängt von den Faktoren ab, die zuvor genannt wurden, und die meisten Hinweise, die in diesem Leitfaden in Bezug auf das abgeführte Gas gegeben werden, gelten für solche Ladungen. Es ist jedoch möglich, dass die Gasschichten tiefer als 1 m sind, wenn der echte Dampfdruck der Ladung hoch genug ist. Ladungen, die diese tieferen Gasschichten hervorrufen, erfordern besondere Vorsichtsmaßnahmen (siehe Abschnitt 11.1.8).

2.5.2.2 Gasaustritt während des Ladevorgangs

Wurde die dichte Produktgasschicht einmal über der Oberfläche der Flüssigkeit gebildet, nimmt sie gemäß Abschnitt 2.5.2.1 nur sehr langsam an Tiefe zu. Mit steigender Flüssigkeit im Tank steigt auch die Schicht des Produktgases. Oberhalb dieser Schicht bleibt die Atmosphäre, die anfangs im Tank vorherrschte, fast unverändert; es ist das Gas, das während der ersten Ladestufen in das Lüftungssystem eindringt. Daher ist das Gas, das in einem anfangs gasfreien Tank zunächst abgelassen wird, meist Luft (oder Inertgas) mit einer Produktgaskonzentration unterhalb der unteren Explosionsgrenze. Mit fortschreitendem Ladevorgang nimmt der Produktanteil in dem abgelassenen Gas zu.

Konzentrationen im Bereich von 30 - 50 Vol.-% des Produktgases in dem ausgelassenen Gas sind nicht selten zum Ende des Ladevorgangs, obwohl die sehr hohe Konzentration direkt über der Flüssigkeitsoberfläche in dem letzten füllungsfreien Raum nach Abschluss des Ladevorgangs verbleibt.

Folglich dauert die Verdampfung an, bis sich ein Gleichgewicht der Kohlenwasserstoffkonzentration in dem füllungsfreien Raum einstellt. Dieses Gas wird nur durch Atmen des Tanks und damit nur stoßweise entgast. Wenn das Produkt gelöscht wird, bewegt sich ein sehr dichtes Gasgemisch zum Tankboden mit der fallenden Flüssigkeitsoberfläche und kann sich in das Gas einbringen, das bei der nächsten Tankoperation entlüftet wird.

Ist der Tank anfangs nicht gasfrei, hängt die Produktgaskonzentration in dem austretenden Gas während des Ladevorgangs von dem vorherigen Zustand des Tanks ab. Bevor ein anderes Produkt geladen wird, muss zur Vermeidung gefährlicher Reaktionen die Verträglichkeit mit den vorhergehenden Produkten geprüft werden.

Im Folgenden werden Beispiele für typische Gaskonzentrationen gegeben:

- Kurz nach dem Löschen einer Vergaserkraftstoff- oder Flugbenzinladung befindet sich eine Schicht am Tankboden, in der Produktgaskonzentrationen von 30- 40 Vol.-% gemessen wurden. Wenn in dieser Phase beladen wird, dringt das Gas sofort in das Entlüftungssystem ein, bevor die nächste Ladung eine angereicherte Schicht bilden kann.
- In Vergaserkraftstoff- und Flugbenzintanks, die nach dem Löschvorgang verschlossen und nicht entgast worden sind, wurden Kohlenwasserstoffgaskonzentrationen von 40 Vol.-% im Tank gemessen. Diese Konzentration wird über die nächste Ladung in das Entlüftungssystem ausgestoßen, bis die angereicherte Schicht über der Flüssigkeitsoberfläche die Tankdecke erreicht.

Es ist zu beachten, dass bei allen Ladevorgängen bis zur Beendigung des Ladevorgangs sehr hohe Konzentrationen in das Entlüftungssystem eindringen, unabhängig davon, ob der Tank zunächst gasfrei war oder nicht.

2.5.2.3 Beladen der Ladetanks mit Ballast

Die Atmosphäre in Ladetanks vor dem Beladen mit Ballast wird ähnlich wie vor dem Laden des Beförderungsguts bei ähnlichem Tankzustand sein. Die Gaskonzentration, die erwartungsgemäß in das Entlüftungssystem während des Beladens mit Ballast eindringt, wird daher vergleichbar mit der in den vorstehenden Beispielen sein.

2.5.2.4 Inertgasspülung

Erfolgt die Inertgasspülung nach der Verdrängungsmethode (siehe Abschnitt 7.1.4), wird die dichte angereicherte Kohlenwasserstoffschicht am Tankboden in den ersten Phasen abgeführt, und dann folgt der Rest der Tankatmosphäre, da dieser durch das Inertgas nach unten gedrückt wird. Bei gleichmäßig hoher Konzentration im gesamten Tank, z. B. nach der Produktwäsche, bleibt die Produktkonzentration des entlüfteten Gases über den gesamten Spülprozess hindurch hoch, bis das Inertgas den Tankboden erreicht.

Erfolgt die Inertgasspülung nach der Verdünnungsmethode (siehe Abschnitt 7.1.4), ist die Gaskonzentration am Auslass zu Beginn des Vorgangs am höchsten und fällt dann kontinuierlich mit fortschreitendem Prozess ab.

2.5.2.5 Entgasung

Beim Entgasen wird Luft in den Tank befördert, wo sie sich mit der vorhandenen Tankatmosphäre vermischt und wo sie auch dazu tendiert, sich mit anderen vorhandenen Schichten zu vermischen. Das entstandene Gemisch wird in die Außenatmosphäre abgeführt. Da es bei diesem Prozess um eine kontinuierliche Verdünnung mit Luft geht, wird die höchste Produktkonzentration zu Beginn der Entgasung abgeführt und dann abgebaut. Bei einem nicht inertisierten Tank z. B. können durch Entgasung eines verschalkten Vergaserkraftstofftanks Anfangskonzentrationen von bis zu 40 % entstehen, jedoch ist die Konzentration in dem abgeführten Gas meistens viel niedriger, selbst zu Beginn der Vorgänge.

Auf einem inertisierten Tankschiff wird die Anfangskonzentration nach dem Spülvorgang, bei dem Produktdampf entfernt wird, bevor mit der Entgasung begonnen wird, 2 Vol.-% oder weniger betragen.

In speziellen Fällen wird die Entgasung gesetzlich geregelt und erfordert die Genehmigung der zuständigen Behörden.

2.5.3 Gasausbreitung

Ob das Produktgas sich an der Austrittsöffnung mit Luft oder Inertgas vermischt, hat keine Auswirkung auf die Ausbreitung des Gases, nachdem es die Austrittsöffnung verlassen hat.

Sobald das Produktgas während der Lade-, Ballastfüll-, Entgasungs- oder Spülvorgänge von der oder den Entlüftungsöffnungen des Tankschiffs freigegeben wird, beginnt es sofort sich mit der Atmosphäre zu vermischen.

Die Produktkonzentration wird zunehmend abgebaut, bis sie in einem bestimmten Abstand zur Entlüftungsöffnung die untere Explosionsgrenze unterschreitet. An jedem Punkt unterhalb der unteren Explosionsgrenze stellt sie keine Gefahr mehr durch Entflammbarkeit dar, das sie nicht mehr zündfähig ist. Es gibt jedoch in der Nähe einer jeden Entlüftungsöffnung einen zündfähigen Bereich, in dem die Gaskonzentration die untere Explosionsgrenze überschreitet.

Eine potentielle Brand- und Explosionsgefahr besteht, wenn dieser Zündbereich Stellen erreicht, an denen sich Zündquellen befinden können, wie z. B.:

- Unterkünfte, in die das Gas durch Türen, Luken oder Lüftungszugänge eindringen kann.
- Ladedeck, das einen Arbeits- und Durchgangsbereich darstellt, wenn auch allgemein davon ausgegangen wird, dass dieser Bereich frei von Zündquellen ist.
- Angrenzende Anlegestelle, die einen Arbeits- und Durchgangsbereich darstellt, wenn auch allgemein davon ausgegangen wird, dass dieser Bereich frei von Zündquellen ist.
- Angrenzende Schiffe

2.5.4 Dispersionshemmende Variable

2.5.4.1 Dispersionsprozess

Ein Gemisch aus Produktgas und Luft (oder Inertgas), das eine Austrittsöffnung vertikal verlässt, erhebt sich durch seine Eigendynamik wie eine Dampffahne über der Austrittsöffnung. Weht kein Wind, behält die Dampffahne ihre vertikale Lage bei, ansonsten wird sie in Windrichtung mitgerissen. Dem Aufsteigen der Dampffahne infolge der Eigendynamik wirkt die Tendenz zu sinken entgegen, wenn die Dichte der Dampffahne größer ist als die der Umgebungsluft.

Die Strömungsgeschwindigkeit des austretenden Gases hat die Höchstgrenze erreicht, wenn das Gas durch die Austrittsöffnung strömt, und verringert sich, wenn Luft in die Dampffahne tritt. Diese Luft verringert die Produktgaskonzentration und damit die Gasdichte der Dampffahne. Die fortschreitende Abnahme der Geschwindigkeit, Produktkonzentration und Dichte zusammen mit der Windgeschwindigkeit und anderen meteorologischen Faktoren bestimmen die endgültige Form der Dampffahne und damit des Zündbereichs.

Die Art der verwendeten Entlüftung wirkt sich auf die Ausbreitung der Gasdampffahne aus. Während der normalen Ladevorgänge erfolgt die Entlüftung wie folgt:

- Über ein Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventil, das in einer Mindesthöhe von 2 m über Deck angebracht ist und den Dampf bei einer Geschwindigkeit von 30 m/s abführt, unabhängig von der Ladegeschwindigkeit der Ladung, oder
- eine Entlüftungssteigleitung mit einer Mindesthöhe von 6 m über dem Deck.

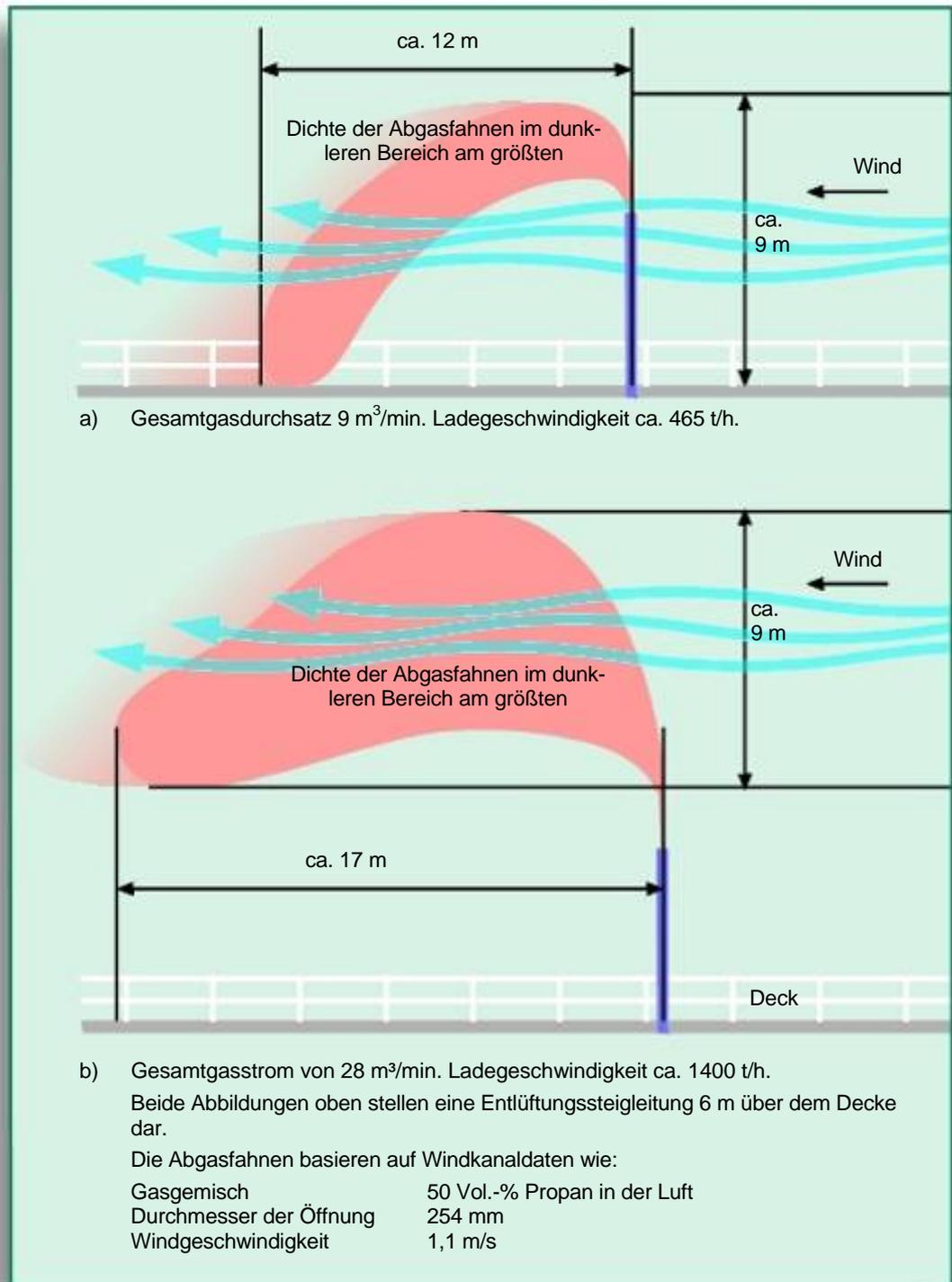
Diese Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventile und Steigleitungen müssen einen Mindestabstand von 10 m zu den Entlüftungsventile der Unterkünfte haben, um zu gewährleisten, dass die Ladungsgase sicher verteilt sind, bevor sie diese Stellen erreichen.

2.5.4.2 Windgeschwindigkeit

Seit vielen Jahren steht fest, dass die Ausbreitung der Produktgas/Luftgemische durch die Windgeschwindigkeit beeinträchtigt wird. Diese Erkenntnis basiert auf der Erfahrung der Tankschiffe; es wurden auch ein paar Experimente durchgeführt, um quantitative Angaben zur Wirkung der Windgeschwindigkeit zu erhalten. Viel hängt von der Gasmenge ab, die abgeführt wird, und wie diese abgeführt wird, die Erfahrung an den Terminals jedoch scheint dazu zu tendieren, dass die bei einer Windgeschwindigkeit von mehr als ca. 5 m/s (10 Knoten) stattfindende Dispersion ausreicht, um das Risiko der Entflammbarkeit auszuschalten.

2.5.4.3 Gasdurchflussmenge

Da die Durchflussmenge eines Produktgas-/Luftgemisches mit einer bestimmten Zusammensetzung durch eine bestimmte Öffnung zunimmt, kommen mehrere Effekte ins Spiel. An erster Stelle nimmt die Emissionsrate des Produktbestandteils proportional zur gesamten Gasdurchflussmenge zu und deshalb sollte der Abstand, den die Dampffahne zurücklegt, bevor sie bis zur unteren Explosionsgrenze verdünnt wird, größer sein. Andererseits nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit die Effektivität der Mischung aus Gas mit einem anfänglich hohem Produktgehalt und Luft zu, wodurch dem ersten Effekt entgegengewirkt wird.



Abbildungen 2.3 (a) und (b) - Hinweis der Gasdurchflussgeschwindigkeit auf den Zündbereich

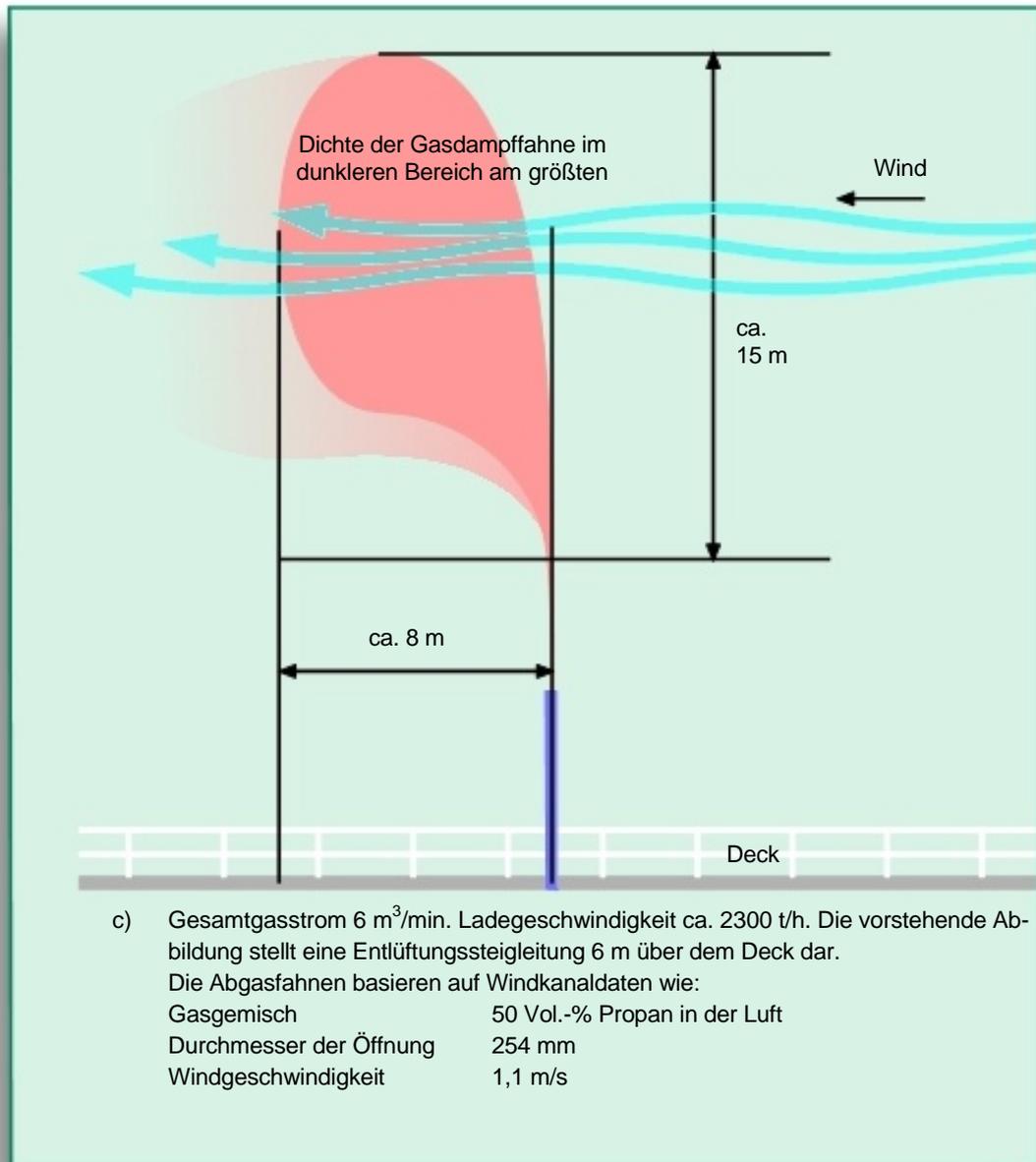


Abbildung 2.3 (c) - Hinweis der Gasdurchflussgeschwindigkeit auf den Zündbereich

Darüber hinaus kann die Eigendynamik der Dampffahne bei niedrigen Gesamtgasdurchflussmengen nicht ausreichen, um dem Abfallen der Dampffahne entgegenzuwirken, wenn diese eine hohe Dichte hat.

Die Ergebnisse der Wechselwirkung dieser unterschiedlichen Prozesse bei niedriger Windgeschwindigkeit sind in Abbildung 2.3 dargestellt. Das in diesen schematischen Darstellungen verwendete Gasgemisch bestand aus 50 Vol.-% Propan und 50 Vol.-% Luft. Bei der niedrigsten Durchflussgeschwindigkeit (Abbildung 2.3 (a)) dominiert der Dichteeffekt und das Gas sinkt in Richtung Deck zurück. Bei der höchsten Durchflussgeschwindigkeit (Abbildung 2.3 (c)) ist die Mischung viel effektiver und es zeigt sich keine Tendenz, dass die Dampffahne sinkt.

2.5.4.4 Produktgaskonzentration

Bei einer konstanten Gasgesamtdurchflussmenge haben Änderungen der Produktkonzentration zwei Auswirkungen: Die Emissionsrate von Kohlenwasserstoffgas nimmt proportional zur Konzentration zu, so dass das Ausmaß des Zündbereichs größer wird, auch wenn sich die anderen Größen nicht ändern. Die Anfangsdichte des Gasgemischs, das aus der Öffnung tritt, wird ebenfalls größer, so dass eine höhere Tendenz besteht, dass die Dampffahne sinkt.

Bei niedrigen Konzentrationen ist daher ein Zündbereich ähnlich wie in Abbildung 2.3 (c) dargestellt zu erwarten, aber er ist mit aller Wahrscheinlichkeit klein aufgrund der relativ geringen Menge an Kohlenwasserstoffgas. Mit zunehmender Konzentration tendiert der Zündbereich dazu, Formen wie in Abbildung 2.3 (b) und 2.3 (a) dargestellt anzunehmen, da die zunehmende Dichte ihre Wirkung zeigt. Außerdem wird der Bereich aufgrund der höheren Emissionsrate des Kohlenwasserstoffgases insgesamt größer.

2.5.4.5 Querschnittsfläche der Öffnung

Die Fläche der Öffnung, durch das Produktgas/Luftgemisch ausströmt, bestimmt für eine bestimmte Volumendurchflussrate die lineare Strömungsgeschwindigkeit und damit den Grad der Mischung der Dampffahne mit der Atmosphäre. Effekte dieser Art treten z. B. bei der Entgasung auf. Werden stationäre Turbogebläse eingesetzt, wird das Gemisch normalerweise durch ein Standrohr mit einer Querschnittsfläche abgeführt, die klein genug ist, um eine hohe Geschwindigkeit zu bewirken und die Ausbreitung in der Atmosphäre zu fördern. Bei Verwendung kleiner tragbarer Gebläse, die normalerweise bei niedrigem Gegenstand verwendet werden, ist es üblich, das Gas durch eine offene Tankluke abzulassen. Die Ausströmungsgeschwindigkeit ist dann sehr niedrig, wenn sich der Ausgangsöffnung sehr nah zum Deck befindet; das sind Umstände, die dazu führen, dass sich das Gas nahe zum Deck befindet.

2.5.4.6 Ausführung der Entlüftungsöffnung

Ausführung und Position der Entlüftungsöffnung müssen den aktuellen einschlägigen (internationalen) Rechtsvorschriften genügen.

Bei bestimmten Vorgängen, wie z. B. der Entgasung, kann der Dampf aus dem Tank über andere Arbeitsöffnungen als an diesen dafür bestimmten Tankentlüftungsklappen abgeführt werden.

2.5.4.7 Position der Entlüftungsöffnung

Wenn sich die Entlüftungsöffnungen in der Nähe von Aufbauten, wie z. B. den Wohnbereichen, befinden, wird die Form des Zündbereichs durch die Verwirbelung beeinflusst, die in der Luft entsteht, wenn diese über die Aufbauten hinweg strömt. In Abbildung 2.4 ist die Art der Wirbel, die gebildet werden, schematisch dargestellt. Sie zeigt auf der Aufwindseite Abwärtswirbel unter einem Niveau, das durch die X-X-Linie angezeigt wird, und wie über und im Windschatten der Aufbauten eine Tendenz zu Luftturbulenzen, die Wirbel in der Nähe der Aufbauten bilden, besteht.

Diese Bewegungen können sich nachteilig auf eine effiziente Dispersion des Produktgases auswirken.

Wenn die Austrittsgeschwindigkeit an einer Öffnung in der Nähe der Aufbauten hoch ist, kann sie den Einfluss der Wirbel überstehen.

In Abbildung 2.5 (a) wird z. B. ein Zündbereich von einer Tanköffnung gezeigt, die sich nur ca. 1,5 m windwärts von einem Wohnbereich befindet; die Dampffahne ist fast vertikal und berührt den Wohnbereich nur ganz leicht. Ein etwas niedrigere Entlüftungsrate jedoch hätte zu einem starken Aufprall des Bereichs auf dem Wohnbereich geführt.

In Abbildung 2.5 (b) ist der Effekt einer zusätzlichen Öffnung dargestellt, mit der eine Doppelung der freigesetzten Gasmenge bewirkt wird. Teilweise durch die Wirbel und teilweise durch die dichtere Dampffahne bedingt, steht der Zündbereich in engem Kontakt mit der Decke des Wohnbereichs.

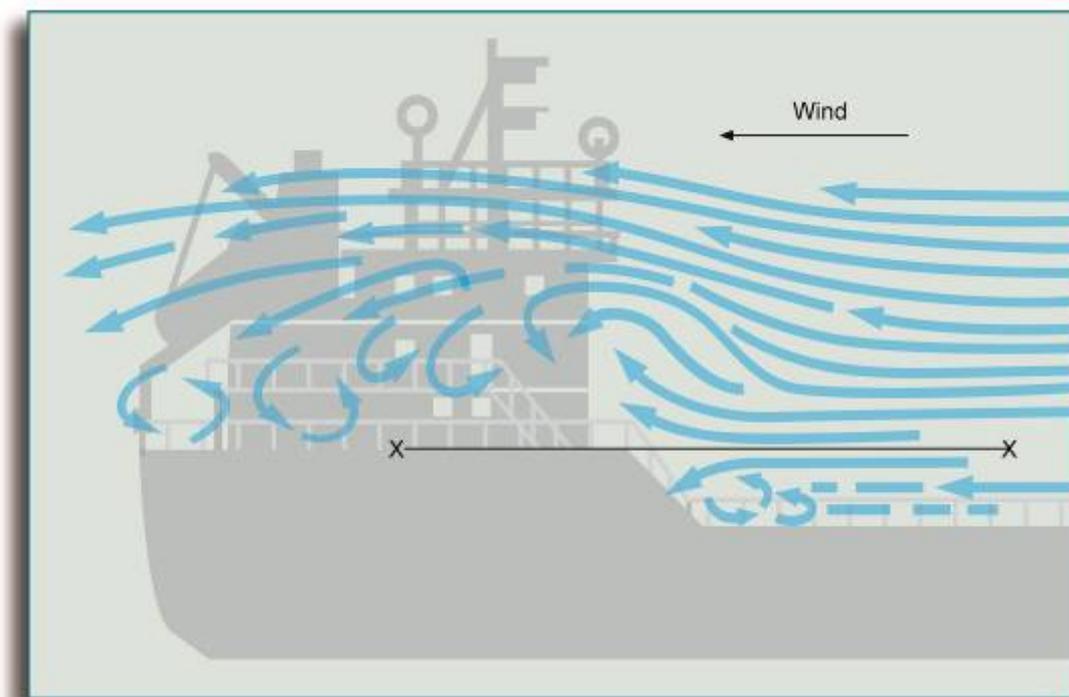


Abbildung 2.4 - Typisches Muster eines Luftstroms um den Wohnbereich

2.5.5 Minimierung der Gefahren durch Entlüftungsgase

Das Ziel der Lüftungsanlagen und ihrer Steuerung besteht in der Minimierung der Möglichkeiten, dass zündfähige Gaskonzentrationen in geschlossene Räume eindringen können, die Zündquellen enthalten, oder in Deckbereiche gelangen, wo sich trotz aller Vorsichtsmaßnahmen eine Zündquelle befinden könnten. In vorhergehenden Abschnitten wurden die Mittel beschrieben, mit denen eine schnelle Dispersion von Gas gefördert und dessen Neigung, an Deck zu sinken, minimiert werden kann. Wenn auch in diesem Abschnitt auf die Entflammbarkeit eingegangen wird, so gelten die gleichen Grundsätze für die Dispersion von Gas bis auf Konzentrationen, die für das Personal sicher sind.

Die folgenden Bedingungen sollten bei allen Vorgängen berücksichtigt werden, bei denen zündbare Gemische an die Atmosphäre freigegeben oder die Gemische verdrängt werden, die nach Verdünnen mit Luft, wie z. B. auf inertisierten Tankschiffen, zündfähig werden können:

- Ungehinderter vertikaler Ausstoß bei hoher Ausflussgeschwindigkeit.
- Positionierung der Austrittsöffnung in ausreichender Höhe über dem Deck.
- Positionierung der Austrittsöffnung in einem angemessenen Abstand zu den Aufbauten und anderen geschlossenen Räumen.

Wenn eine Entlüftungsöffnung mit einem festen Durchmesser verwendet werden, der üblicherweise für 125 % der maximalen Ladegeschwindigkeit der Ladung ausgelegt ist, wird die Ausflussgeschwindigkeit bei niedrigeren Ladegeschwindigkeiten fallen. Entlüftungsöffnungen mit automatisch einstellbaren Bereichen (Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventile) können angebracht werden, um eine hohe Ausflussgeschwindigkeit unter allen Ladebedingungen beizubehalten.

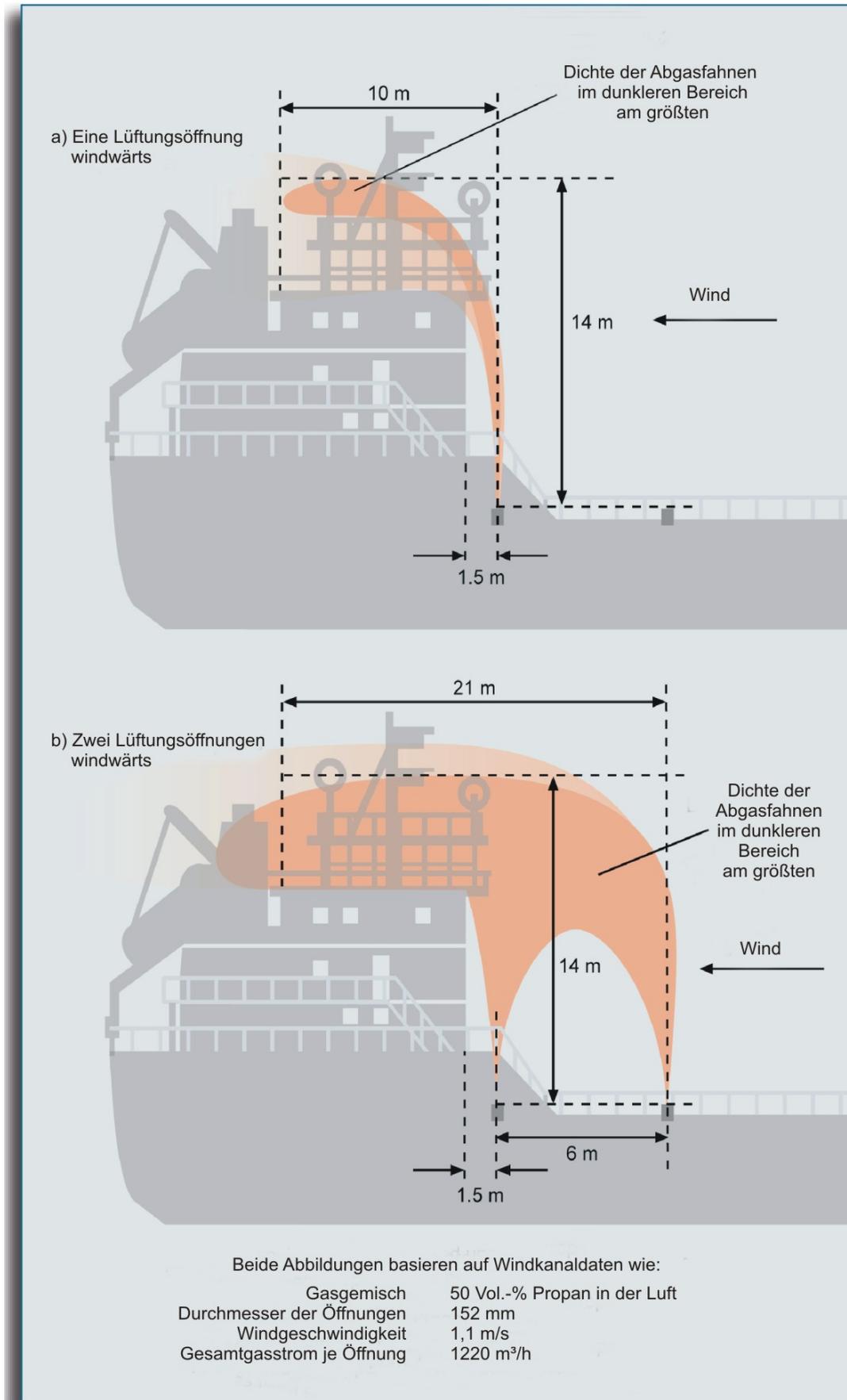


Abbildung 2.5 - Zündbereich von Öffnungen in der Nähe des Wohnbereichs

Beim Beladen und während des Beladens der nicht gasfreien Ladetanks mit Ballast sollten die Lüftungsanlagen immer eingeschaltet sein.

Beim Entgasen mit Hilfe fest eingebauter mechanischer Lüfter oder Spülen mit Inertgas durch Verdrängung oder Verdünnung über die dafür vorgesehen Auslassöffnungen ist darauf zu achten, dass die Ausflussgeschwindigkeiten hoch genug sind, um bei allen Bedingungen eine schnelle Dispersion des Gases zu gewährleisten.

Beim Entgasen mit Hilfe tragbarer Gebläse kann es sein, dass ein Tanklukendeckel geöffnet werden muss, der wie eine Gasauslassöffnung wirkt, wobei die resultierende Gasaustrittsgeschwindigkeit niedrig ist. Wachsamkeit ist dann gefordert, wenn sicherzustellen ist, dass es zu keiner Gasansammlung an Deck kommt. Wenn ein inertisierter Tank über die offene Luke gasfrei gemacht wurde, kann es einzelne Bereiche geben, in denen die Atmosphäre einen Sauerstoffmangel aufweist. Wenn durchführbar wird die Entgasung über eine Öffnung mit kleinem Durchmesser, wie z. B. die Öffnung für die Tankreinigung, mit einem zeitweilig aufgetakelten Standrohr bevorzugt.

Bei allen Abläufen, in denen Gas entlüftet wird, ist hohe Wachsamkeit gefragt, insbesondere wenn die Bedingungen schlecht sind (z. B. wenig oder kein Wind). Unter diesen Bedingungen kann es klug sein, die Operationen zu stoppen, bis die Bedingungen sich verbessert haben.

2.5.6 Nicht zutreffend

2.6 Nicht zutreffend

2.7 Gefahren, die mit dem Umschlag, der Speicherung und Beförderung der Restprodukte verbunden sind

2.7.1 Allgemein

Der erste Teil dieses Abschnitts befasst sich mit den Gefahren durch Entflammbarkeit in Verbindung mit den Rückstandsheizölen; er enthält Informationen zur Messung des Flammpunkts und der Dampfzusammensetzung sowie zu Vorsichtsmaßnahmen, die empfohlen werden, wenn es um den Umschlag, die Speicherung und Beförderung von Rückstandsheizölen geht.

Es sei angemerkt, dass dieser Leitfaden nur auf Rückstandsheizöle und nicht auf Destillatöle Bezug nimmt.

Siehe auch die in Abschnitt 11.8.2 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen, die erforderlich sind, wenn Messungen und Probenahmen in nicht inertisierten Tanks durchgeführt werden und die Möglichkeit besteht, dass ein entflammbares Gas/Luftgemisch vorhanden ist.

Der letzte Teil dieses Abschnitts bezieht sich auf Gefahren durch Schwefelwasserstoff in Verbindung mit Heizöl (siehe auch Abschnitt 2.3.6).

2.7.2 Art der Gefährdung

Rückstandsheizöle können leichte Kohlenwasserstoffe im oberen Bereich des Tanks erzeugen, so dass die Dampfzusammensetzung nahe oder innerhalb des Zündbereichs liegt. Das kann sogar der Fall sein, wenn die Speichertemperatur weit unter dem gemessenen Flammpunkt liegt. Das ist normalerweise keine Frage der Herkunft des Kraftstoffes oder Herstellungsprozesses, obwohl Kraftstoffe, die Krackreste enthalten, eine größere Tendenz aufweisen, leichte Kohlenwasserstoffe zu erzeugen.

Obgleich sich leichte Kohlenwasserstoffe im Gasraum des Restheizöltanks befinden können, ist das damit verbundene Risiko gering, solange die Atmosphäre sich nicht im Zündbereich befindet und keine Zündquelle vorhanden ist. In diesem Fall könnte es zu einem Störfall kommen. Daher wird empfohlen, Gasräume mit Restheizöl als potenziell zündfähig einzustufen.

2.7.3 Messung des Flammpunkts und der Entflammbarkeit im Gasraum

2.7.3.1 Flammpunkt

Heizöle werden nach ihrer Sicherheit in Bezug auf Lagerung, Umschlag und Beförderung unter Verweis auf ihren Flammpunkt, der mit geschlossenem Tiegel ermittelt wurde, eingestuft (siehe auch Abschnitt 1.2.5). Informationen zur Verknüpfung zwischen rechnerischem Flammpunkt der Gasraumatmosphäre und gemessenen Flammpunkt des Restheizöls haben jedoch gezeigt, dass es keine feste Korrelation gibt. Eine entflammbare Atmosphäre kann daher in einem Tankgasraum sogar dann erzeugt werden, wenn das Restheizöl bei einer Temperatur unterhalb des Flammpunkts gelagert wird.

2.7.3.2 Entflammbarkeit des Gasraums

Traditionell wurden Gasdetektoren wie Explosimeter verwendet, um festzustellen, dass geschlossene Räume gasfrei sind; sie haben sich für diesen Zweck als absolut geeignet erwiesen (siehe Abschnitt 2.4.3). Sie wurden auch zur Messung der "Entflammbarkeit" von Gasräumen in % UEG (untere Explosionsgrenze) verwendet. Diese Detektoren stützen sich i.d.R. auf die Kalibrierung für einen einzigen Kohlenwasserstoff, wie z. B. Methan, der bzw. die Eigenschaften einer unteren Explosionsgrenze aufweisen, die weit von denen der Kohlenwasserstoffe entfernt sind, die tatsächlich im Gasraum vorkommen. Wenn ein Explosimeter eingesetzt wird, um den Gefährdungsgrad in Gasräumen von nicht inertisierten Restheizöltanks einzuschätzen, empfiehlt es sich, das Geräte mit einem Pentan/Luft- oder Hexan/Luftgemisch zu kalibrieren. Das wird zu konservativeren Schätzungen zum Brennverhalten führen, dennoch sollten die Anzeigewerte nicht als genaue Messung des Dampf-raumzustands angesehen werden.

Bei der Durchführung von Messungen sind die Gerätebedienungsanleitungen des Herstellers unbedingt einzuhalten; die Kalibrierung des Geräts sollte öfter geprüft werden, da ein Detektoren mit Oxidationskatalysator (Pellistoren) dazu neigen, empfindlich gegenüber Gift zu sein, wenn sie den Restheizöldämpfen ausgesetzt werden. Siehe auch Abschnitt 2.4.3.2 zur Vergiftung von Pellistoren.

Angesichts der Probleme, die mit der Messgenauigkeit der Entflammbarkeit in Gasräumen der Restheizöltanks mit Hilfe leicht verfügbarer, tragbarer Geräte verbunden sind, gibt der Messwert in % UEG weitgehend nur über die relative Gefahr der Kraftstoffe Auskunft. Daher ist Vorsicht bei der Interpretation der Messwerte angesagt, die mit Hilfe dieser Gasdetektoren ermittelt wurden.

2.7.4 Vorsichtsmaßnahmen

2.7.4.1 Lagerungs- und Umschlagtemperaturen

Bei der Beförderung des Kraftstoffs sollten die Temperaturen der Restheizöle in dem Kraftstoffsystem stets dem einschlägigen Praxisleitfaden entsprechen; eine übermäßige lokale Erwärmung sollte vermieden werden.

2.7.4.2 Befüllen und Entlüften

Wenn die Tanks gefüllt werden, wird das Gas im Tankgasraum über die Entlüftungsrohre verdrängt. Es ist besonders darauf zu achten, dass der Flammenschutz oder die Flammrückschlagsicherung sich in einem einwandfreien Zustand befinden und dass sich in unmittelbarer Umgebung des Lüftungssystems keine Zündquellen befindet.

Beim Befüllen von leeren oder fast leeren Tanks sollten die Heizspulen abgeschaltet und abgekühlt werden. Heizöl in Berührung mit Wärme oder Heizspulen könnten schnell eine entflammbare Atmosphäre erzeugen.

2.7.4.3 Gasraumklassifikation

Alle Gasräume von Restheizöltanks sollten als gefährlich eingestuft und geeignete Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Es ist darauf zu achten, dass die elektrischen Geräte innerhalb des Raums den einschlägigen Sicherheitsstandards entsprechen.

2.7.4.4 Gefahrenminimierung

Die Entflammbarkeit des Gasraums von Restheizöltanks sollte regelmäßig überwacht werden.

Falls ein Messwert über den empfohlenen Werten (IMO-Resolution A.565(14)) liegt und mehr als 50 % der unteren Explosionsgrenze ausmacht, sollten Maßnahmen ergriffen werden, um die Dampfkonzentration durch Spülen des Gasraums mit Niederdruckluft zu verringern. Die Gase sollten in einen sicheren Bereich entlüftet werden, in dem es keine Zündquelle in der Nähe der Auslassöffnung gibt. Nach Beendigung des Lüftungsvorgangs sollten die Gaskonzentrationen weiterhin überwacht werden und erforderlichenfalls weitere Lüftungsmaßnahmen ergriffen werden.

Beim Befördern von Restheizöl als Ladung an Bord der Tankschiffe, die mit Inertgas ausgestattet sind, empfiehlt es sich, dass das Inertgas eingesetzt und der Gasraum in einem inerten Zustand gehalten wird.

2.7.4.5 Peilen und Probenahme

Alle Abläufe sollten so erfolgen, dass genügend Sorgfalt verwendet wird, um Gefahren in Verbindung mit statische elektrischen Ladungen (siehe Abschnitt 11.8.2) zu vermeiden.

2.7.5 Gefahr durch Schwefelwasserstoff in Rückstandsheizölen

Bunkeröle, die hohe H₂S-Konzentrationen enthalten, dürfen ohne vorherige Hinweise an die Tankschiffe geliefert werden. Die Besatzung der Tankschiffe sollte, was das mögliche Vorhandensein von H₂S im Bunkeröl betrifft, stets wachsam und bereit sein, entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen, falls welches vorhanden ist.

Vor dem Beladen der Bunker sollte das Tankschiff mit dem Lieferanten sprechen, um sich zu vergewissern, ob das zu ladende Öl voraussichtlich H₂S enthält.

Die Konstruktion der Entlüftungsöffnungen der Bunkertanks und deren Position erschwert dem Personal das Gefahrenmanagement, da ein Beladen und Entlüften im geschlossenen Raum normalerweise nicht möglich ist.

Wenn das Beladen der Bunker mit Öl, das einen H₂S-Gehalt über dem Schwellengrenzwert des zeitgewichteten Durchschnitts hat, nicht vermieden werden kann, müssen Maßnahmen zur Überwachung und Kontrolle des Zugangs des Personals zu den gefährdeten Bereichen getroffen werden.

Zum Zwecke der Verringerung der Dampfkonzentration in füllungsfreien Räumen und in bestimmten Bereichen, in denen sich Dampf ansammeln kann, sollte Entlüftungsmaßnahmen so bald als möglich durchgeführt werden.

Selbst wenn der Tank entlüftet wurde, um die Konzentration auf ein akzeptables Niveau zu verringern, kann das Umpumpen, Erwärmen oder Rühren des Kraftstoffs zu einem erneuten Auftreten der Konzentration führen.

Die H₂S-Konzentration sollte weiterhin überwacht werden, bis der Bunkertank mit einem Heizöl aufgefüllt ist, das kein H₂S enthält.

Kapitel 3

STATISCHE ELEKTRIZITÄT

In diesem Kapitel werden die Gefahren beschrieben, die mit der Erzeugung statischer Elektrizität während des Be- und Entladens der Fracht und während der Tankreinigungs-, Eintauch-, Peilungs- und Probeentnahmevorgänge verbunden sind. Abschnitt 3.1 stellt einige Grundprinzipien der Elektrostatik vor und erklärt, wie Gegenstände sich aufladen und welche Wirkung diese Aufladungen auf andere Gegenstände in der unmittelbaren Umgebung haben.

Risiken durch elektrostatische Entladungen treten ein, wenn die Wahrscheinlichkeit einer entflammbaren Atmosphäre besteht. Eine umfassende Vorsichtsmaßnahme für Tankschiffe gegen elektrostatische Risiken besteht darin, den Betrieb mit Ladetanks durchzuführen, die durch Inertgas geschützt sind. Für Schiffe, die nicht durch Inertgas geschützt sind, enthält Abschnitt 3.2 eine allgemeine Beschreibung der Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren; eine genauere Beschreibung folgt dann in Kapitel 11 (Schiffsbetrieb). Abschnitt 3.3 betrachtet auch andere potenzielle elektrostatische Gefahrenquellen bei Betriebsabläufen auf dem Tankschiff und an den Terminals.

3.1 Prinzipien der Elektrostatik

3.1.1 Zusammenfassung

Statische Elektrizität stellt Brand- und Explosionsgefahren während des Umschlags von entflammbaren Flüssigkeiten und während anderer Betriebsabläufe auf einem Tankschiff dar, wie z. B. bei Tankreinigungs-, Eintauch-, Peil- und Probenentnahmeaktionen. Bestimmte Operationen können zu einer Speicherung der elektrischen Ladung führen, die durch eine plötzliche elektrostatische Entladung freigesetzt werden kann, bei der genug Energie entladen wird, um das entflammbare Produktgas/Luftgemisch zu zünden. Ist kein entflammbares Gemisch vorhanden, besteht natürlich keine Entzündungsgefahr. Es gibt drei Voraussetzungen, die zu einer potenziellen elektrostatischen Gefahr führen:

- Ladungstrennung.
- Ladungsspeicherung.
- Elektrostatische Entladung.

Für eine elektrostatische Zündung der entflammbaren Atmosphäre sind alle drei Voraussetzungen notwendig.

Elektrostatische Entladungen können infolge einer Ladungsspeicherung auftreten, z. B.:

- Flüssige oder feste Nichtleiter, z. B. statisches Akkumulatoröl (wie z. B. Kerosin), das in einen Tank gepumpt wird, ein Polypropylenseil bei Probenahmen.
- Elektrisch isolierte flüssige oder feste Leiter, z. B. feuchte Dünste, Sprays oder Feinstaub suspensionen in der Luft oder eine unverbundene Metallstange, die an einem Seilende hängt.

Die Prinzipien der elektrostatischen Gefahren und die erforderlichen Risikovororgemaßnahmen werden im Folgenden ausführlich beschrieben.

3.1.2 Ladungstrennung

Wann immer sich zwei ungleiche Körper berühren, entsteht an der Berührungsstelle eine Ladungstrennung.

Die Berührungsstelle kann zwischen zwei Feststoffen, zwischen einem Feststoff und einer Flüssigkeit oder zwischen zwei nicht vermischbaren Flüssigkeiten sein. An der Berührungsstelle bewegt sich die Ladung eines Pols (sagen wir Plus) von Körper A nach Körper B, sodass die Körper A und B unterschiedlich negativ oder positiv aufgeladen werden.

Während die Körper miteinander in Berührung bleiben und sich nicht aufeinander zubewegen, liegen die Ladungen extrem dicht beieinander. Der Spannungsunterschied zwischen den Ladungen des umgekehrten Pols ist dann sehr gering, was bedeutet, dass keine Gefahr besteht. Bewegen sich die Körper jedoch voneinander weg, können die Ladungen getrennt und die Spannungsdifferenz verstärkt werden.

Die Ladungen können durch viele Prozesse getrennt werden. Zum Beispiel:

- Durchfluss von Flüssigprodukt durch die Rohre.
- Durchfluss durch Feinfilter (weniger als 150 Mikrometer), die die Produkte in einen sehr hohen Ladezustand versetzen können, was darauf zurückzuführen ist, dass alle Produkte in engen Kontakt mit der Filteroberfläche, an der die Ladungstrennung erfolgt, gebracht werden.
- Schadstoffe wie z. B. Wassertropfen, Rost oder andere Partikel, die sich aufgrund der Verwirbelungen relativ zum Produkt bewegen, während es durch die Rohre fließt,
- Absetzen eines Feststoffs oder einer nicht mischbaren Flüssigkeit durch eine Flüssigkeit (z. B. Wasser, Rost oder andere Partikel in dem Produkt). Dieser Prozess kann bis zu 30 Minuten nach Beendigung der Tankbeladung dauern.
- Aufsteigende Gasblasen in einer Flüssigkeit (z. B. Luft, Inertgas, das durch Ausblasen der Umschlagleitungen in den Tank eingeführt wird, oder Dampf von der Flüssigkeit selbst, der bei Druckabfall freigesetzt wird). Dieser Prozess kann ebenfalls bis zu 30 Minuten nach Beendigung des Ladevorgangs dauern.
- Verwirbelungen und Verspritzen zu Beginn des Ladevorgangs, wenn das Produkt in einen leeren Tank geladen wird. Das ist ein Problem für die Flüssigkeit und den Nebel, der sich über der Flüssigkeit bilden kann.
- Ausstoß von Partikeln oder Tropfen aus einer Düse (z. B. während des Ausdampfens oder beim Einblasen von Inertgas).
- Verspritzen oder Verwirbelung einer Flüssigkeit gegen eine feste Oberfläche (z. B. Reinigungsaktionen oder Anfangsphasen der Tankbeladung mit einem Produkt).
- Starkes Aneinanderreiben und darauffolgende Trennung bestimmter synthetischer Polymere (z. B. Gleiten eines Polypropylenseils durch behandschuhte Hände).

Beim Trennen der Ladungen kann eine große Spannungsdifferenz zwischen diesen entstehen. In dem angrenzenden Raum erfolgt auch eine Spannungsverteilung, die als elektrostatisches Feld bekannt ist. Beispiele dafür sind:

- Die elektrische Ladung an einer aufgeladenen Flüssigkeit in einem Tank erzeugt ein elektrostatisches Feld im ganzen Tank, d.h. sowohl im Flüssigkeitsbereich als auch im Leerraum.
- Die elektrische Ladung im Wassernebel, der durch Reinigen des Tanks entsteht, erzeugt ein elektrostatisches Feld im ganzen Tank.

Befindet sich ein neutraler Leiter in einem elektrostatischen Feld, hat dieser ungefähr die gleiche Spannung wie der Bereich, in dem er sich befindet. Darüber hinaus verursacht das Feld eine Bewegung der elektrischen Ladung innerhalb des Leiters; die elektrische Ladung eines Pols wird durch das elektrische Feld jeweils zum anderen Ende des Leiters bewegt. Ladungen, die auf diese Weise getrennt werden, sind als 'induzierte Ladungen' bekannt; sie können zur elektrostatischen Entladung beitragen, so lange sie durch das elektrische Feld getrennt bleiben.

3.1.3 Ladungsspeicherung

Ladungen, die getrennt wurden, versuchen sich wieder zu verbinden und sich gegenseitig zu neutralisieren. Dieser Prozess ist als 'Ladungsrelaxation' bekannt. Handelt es sich bei einem oder beiden getrennten ladungstragenden Materialien um einen sehr schlechten elektrischen Leiter, wird die Neutralisierung verhindert und das Material hält oder speichert die elektrische Ladung. Der Zeitraum, in dem die Ladung gehalten wird, ist durch die Relaxationszeit des Materials bezogen auf dessen Leitfähigkeit charakterisiert; je niedriger die Leitfähigkeit, desto größer ist die Relaxationszeit.

Bei Materialien mit einer relativ hohen Leitfähigkeit erfolgt die Neutralisierung der Ladungen sehr schnell und wirkt dem Trennungsprozess entgegen; das bedeutet, dass das Material nur eine geringe oder keine statische Elektrizität speichert. Ein so stark leitfähiges Material kann die Ladung nur halten oder speichern, wenn es durch einen schlechten Leiter isoliert wird und der Ladestromverlust dann von der Relaxationszeit des schlechter leitenden Materials abhängt.

Die entscheidenden Faktoren, die die Relaxation steuern, ist deshalb die elektrische Leitfähigkeit der getrennten Materialien, der anderen nahe gelegenen Leiter, wie z. B. Bauteile des Tankschiffs, und zusätzlicher Materialien, die nach ihrer Trennung dazwischengeschaltet werden können.

3.1.4 Elektrostatische Entladung

Elektrostatische Entladung entsteht, wenn das elektrostatische Feld zu stark wird und der elektrische Widerstand eines Isoliermaterials plötzlich zusammenbricht. Dabei wird der allmähliche Strom zur Neutralisierung der Ladung in Verbindung mit der Relaxation durch einen plötzlichen Stromfluss ersetzt, der eine intensive örtliche Erwärmung (z. B. Funken) erzeugt und somit zur Zündquelle in einer entflammaren Atmosphäre werden kann. Obwohl alle Isoliermedien von Durchschlägen und elektrostatischer Entladung betroffen sein können, gilt die Hauptsorge bei den Betriebsabläufen auf dem Tankschiff der Vorbeugung von Entladungen in der Luft oder im Dampf und damit der Vermeidung von Zündquellen.

Elektrostatische Felder in Tanks oder Kammern sind aufgrund der Form der Tanks und der leitfähigen Vorsprünge im Innern, z. B. Sonden und Bauelemente, unterschiedlich. Im Bereich der Vorsprünge ist die Feldstärke größer; folglich finden dort i.d.R. die Entladungen statt. Eine Entladung kann zwischen einem Vorsprung und einem isolierten Leiter oder nur zwischen einem leitenden Vorsprung und dem Raum in dessen unmittelbarer Umgebung auftreten, ohne dass ein anderes Objekt dazwischenliegt.

3.1.4.1 Formen der elektrostatischen Entladung

Die elektrostatische Entladung kann in Form einer 'Koronarentladung', 'Bürstenentladung', eines 'Funken' oder einer 'fortschreitenden Bürstenentladung', wie im Folgenden beschrieben, auftreten:

Die Koronarentladung ist eine diffuse Entladung, die von einem einzigen spitzen Leiter ausgeht, der langsam einen Teil der vorhandenen Energie freisetzt. Grundsätzlich kann die Koronarentladung selbst keine Zündung des Gases auslösen.

Die Bürstenentladung ist eine diffuse Entladung von einem stark geladenen, nicht leitenden Körper zu einem stumpfen Leiter; sie ist schneller als die Koronarentladung und es wird mehr Energie freigesetzt. Eine Bürstenentladung kann ein Zünden der Gase und Dämpfe bewirken. Beispiele einer Bürstenentladung:

- Zwischen einem leitenden Probeentnahmegesetz, das in einen Tank abgelassen wird, und der Oberfläche der aufgeladenen Flüssigkeit;
- Zwischen einem leitenden Vorsprung (z. B. fest eingebaute Tankreinigungsanlage) oder einem Bauelement und einer elektrisch aufgeladenen Flüssigkeit, die mit hoher Geschwindigkeit geladen wird;

Ein Funken ist eine fast momentane Entladung zwischen zwei Leitern, bei der fast die ganze Energie in dem elektrostatischen Feld in Wärme umgewandelt wird, mit der eine entflammbare Atmosphäre gezündet wird. Funken können auftreten, z. B.:

- Zwischen einem ungeerdeten, leitfähigen Körper, der auf der Oberfläche einer aufgeladenen Flüssigkeit schwimmt, und der angrenzenden Tankkonstruktion;
- Zwischen einem ungeerdeten, leitfähigen Gerät, das in einem Tank eingehängt ist, und der angrenzenden Tankkonstruktion;
- Zwischen leitenden Werkzeugen oder Materialien, die nach der Wartung zurückbleiben, wenn mit einem Lappen oder einem Stück Isoliermaterial isoliert wurde.

Funken können unter verschiedenen Bedingungen zündgefährlich sein. Dazu gehören:

- Entladungslücke, die kurz genug ist, um eine Entladung bei der vorhandenen Spannungsdifferenz zu ermöglichen, jedoch nicht kurz genug, um eine daraus resultierende Flamme zu löschen;
- Genügend elektrische Energie, die als Mindestmenge ausreicht, um eine Verbrennung auszulösen.

Die fortschreitende Bürstenentladung ist eine schnelle, energiereiche Entladung, die von einem Stück Material mit hoher Widerstandsfähigkeit und hoher dielektrischer Stärke ausgeht; dabei sind die beiden Flächen stark aufgeladen, haben aber eine unterschiedliche Polarität. Die Entladung wird durch eine elektrische Verbindung (Kurzschluss) zwischen den Flächen ausgelöst. Das bipolare Stück Material kann in einem 'freien Raum' sein oder, was üblicher ist, eine Fläche haben, die ein leitendes Material (i.d.R. geerdet) berührt.

Ein Kurzschluss kann wie folgt ausgelöst werden:

- Durch Durchbohren der Fläche (mechanisch oder durch elektrischen Durchbruch);
- Durch gleichzeitiges Annähern beider Flächen mit Hilfe von zwei Elektroden, die elektrisch verbunden sind;
- Wenn eine der Flächen geerdet ist, durch Berühren der anderen Fläche mit einem geerdeten Leiter.

Eine fortschreitende Bürstenentladung kann stark energetisch (1 Joule oder mehr) sein und schnell zur Entzündung des entflammaren Gemisches führen.

Wissenschaftliche Studien belegen, dass Epoxidbeschichtungen an Tanks, Füllrohren und Armaturen von mehr als 2 mm Dicke Bedingungen schaffen können, die eine fortschreitende Bürstenentladung ermöglichen. In diesen Fällen ist es notwendig, fachmännischen Rat zur Erdung des Beförderungsguts einzuholen. Bei den meisten Tankschiffen jedoch sind die Epoxidbeschichtungen i.d.R. nicht dicker als 2 mm.

3.1.4.2 Leitfähigkeit

Materialien und Flüssigprodukte, die von Tankschiffen und Terminals umgeschlagen werden, werden in nichtleitende, halbleitende (in den meisten Elektrostatikstandards wird der Begriff 'dissipative' dem Begriff 'halbleitend' inzwischen vorgezogen) oder leitende eingeteilt.

Nichtleitende Materialien (oder Nichtleiter)

Die Leitfähigkeit dieser Materialien ist so gering, dass sie, sobald sie aufgeladen sind, diese Ladung über einen langen Zeitraum halten. Nichtleiter können den Ladungsverlust von Leitern durch ihre Wirkung als Isolatoren verhindern. Geladene Nichtleiter sind ein Problem, da sie zündfähige Bürstenentladungen in der Nähe geerdeter Leiter erzeugen und eine Ladung induzieren oder auf die angrenzenden isolierten Leiter übertragen und damit zur Funkenbildung beitragen können.

Flüssigkeiten gelten als Nichtleiter, wenn ihre Leitfähigkeit weniger als 50 pS/m (Picosiemens pro Meter) beträgt. Diese Flüssigkeiten werden oft als statische Akkumulatoren bezeichnet. Zur Feststellung der Leitfähigkeit eines Produktes wird auf das SDB verwiesen.

Feste Nichtleiter sind u.a. Kunststoffe, wie z. B. Polypropylen, PVC, Nylon und viele Arten von Gummi. Die Leitfähigkeit dieser Stoffe kann zunehmen, wenn ihre Oberflächen durch Schmutz oder Feuchtigkeit kontaminiert sind. (Abschnitt 11.1.7 beschreibt Vorsichtsmaßnahmen, die beim Beladen von statischen Akkumulatorölen erforderlich sind.)

Halbleitende Materialien (oder dissipative Materialien oder Halbleiter)

Die Flüssigkeiten dieser Zwischenkategorie haben eine Leitfähigkeit von mehr als 50 pS/m und sind, zusammen mit den leitenden Flüssigkeiten, oft als statische Nichtakkumulatoren bekannt. Zu den Feststoffen dieser Zwischenkategorie gehören i.d.R. Materialien wie Holz, Kork, Sisal und natürlich vorkommende organische Substanzen. Sie verdanken ihre Leitfähigkeit ihrer Wasserabsorptionsfähigkeit; bei Verunreinigung ihrer Oberfläche durch Feuchtigkeit und Schmutz nimmt ihre Leitfähigkeit zu. Wenn sie jedoch neu oder gründlich gereinigt und getrocknet sind, können sie eine so niedrige Leitfähigkeit haben, dass sie in die nichtleitfähige Kategorie fallen.

Sind die Stoffe der Halbleitergruppe nicht erdisoliert, ist ihre Leitfähigkeit hoch genug, um die Speicherung einer elektrostatischen Ladung zu verhindern. Ihre Leitfähigkeit ist jedoch normalerweise niedrig genug, um die Erzeugung energetischer Funken zu verhindern.

Bei Materialien mit Halbleiterfähigkeit ist das Risiko einer elektrostatischen Entladung, insbesondere wenn die praktischen Hinweise in diesem Leitfaden befolgt werden, gering und die Möglichkeit, dass sie zündfähig sind, ist noch geringer. Dennoch ist beim Umgang mit Halbleitern weiterhin Vorsicht geboten, da ihre Leitfähigkeit von vielen Faktoren abhängt und ihre tatsächliche Leitfähigkeit nicht bekannt ist.

Leitfähige Materialien

Bei Feststoffen sind das Metalle und bei Flüssigkeiten das ganze Spektrum an Wasserlösungen, einschließlich Meerwasser. Der menschliche Körper, der zu ca. 60 % aus Wasser besteht, ist im Grunde genommen ein flüssiger Leiter. Viele Alkohole sind leitende Flüssigkeiten.

Die entscheidende Eigenschaft von Leitern ist, dass sie nicht fähig sind, eine Ladung zu halten, sofern sie nicht isoliert sind, und dass, wenn sie isoliert sind, sie aufgeladen sind und die Möglichkeit einer elektrischen Entladung besteht, wobei die ganze zur Verfügung stehende Ladung fast sofort für die potenzielle zündfähige Entladung freigesetzt wird.

Tabelle 3.1 enthält Angaben für einen typischen Leitfähigkeitswert und die Klassifikation von verschiedenen Produkten:

Produkt	Typische Leitfähigkeit (Pico-siemens pro Meter)	Klassifikation
Nichtleitend		
Xylen	0,1	Akkumulator
Benzin (Destillat)	0,1 bis 1	Akkumulator
Diesel (extrem schwefelarm)	0,1 bis 2	Akkumulator
Schmieröl (Grundöl)	0,1 bis 1000*	Akkumulator
Handelsüblicher Flugtreibstoff	0,2 bis 50	Akkumulator
Toluol	1	Akkumulator
Kerosin	1 bis 50	Akkumulator
Diesel	1 bis 100*	Akkumulator
Cyclohexan	<2	Akkumulator
Vergaserkraftstoff	10 bis 300*	Akkumulator
Halbleitend		
Kraftstoff mit antistatischem Zusatz	50 bis 300	Nichtakkumulator
Schwarze Schweröle	50 bis 1000	Nichtakkumulator
Leitfähiges Erdöl	>1000	Nichtakkumulator
Bitumen	>1000	Nichtakkumulator
Alkohole	100.000	Nichtakkumulator
Ketone	100.000	Nichtakkumulator
Leitend		
Destilliertes Wasser	1.000.000.000	Nichtakkumulator
Wasser	100.000.000.000	Nichtakkumulator

Tabelle 3.1 - Typische Produktleitfähigkeit

3.1.5 Elektrostatische Eigenschaften von Gasen und Dämpfen

Unter normalen Bedingungen sind Gase stark isolierend, was in Bezug auf Dämpfe und Feinstaub suspensionen in der Luft und in anderen Gasen bedeutende Folgen hat. Aufgeladene Dämpfe werden beim Austreten von Flüssigkeit aus einer Düse gebildet, wie z. B.:

- Produkte, die mit hoher Geschwindigkeit in einen leeren Tank gefüllt werden;
- Kondensieren von Nassdampf;
- Wasser aus Tankwaschanlagen.

Auch wenn die Flüssigkeit, z. B. Wasser, eine sehr hohe Leitfähigkeit besitzen kann, wird die Relaxation der Ladung in den Tropfen durch Isoliereigenschaften des Umgebungsgases behindert. Feinpartikel, die in dem Inertrauchgas enthalten sind oder durch Entladung von druckbeaufschlagtem, flüssigem Kohlendioxid entstehen, sind oft aufgeladen. Eine allmähliche Relaxation der Ladung tritt ein, wenn sich die Partikel oder Tropfen gesetzt haben, die Feldstärke hoch genug ist und es eine Koronarentladung an den spitzen Vorsprüngen gegeben hat. Unter bestimmten Umständen können Entladungen auftreten, die genügend Energie freisetzen, um die Produktgas/Luftgemische zu zünden. Siehe auch Abschnitt 3.3.4.

3.2 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren

3.2.1 Überblick

Wann immer es eine potenziell entflammbare Atmosphäre geben kann, sind folgende Maßnahmen erforderlich, um elektrostatische Gefahren zu vermeiden:

- Anbringen von metallischen Leitern (erden) an die Metallkonstruktion des Tankschiffs, um das Risiko einer Funkenentladung zwischen den Metallobjekten, die elektrisch isoliert sein könnten, zu vermeiden. Dazu gehören die metallischen Bauteile aller Geräte, die zum Eintauchen, Vermessen und zur Probeentnahme verwendet werden.
- Entfernen von losen leitenden Gegenständen, die nicht geerdet werden können, aus den Tanks oder anderen explosionsgefährdeten Bereichen.
- Beschränken der Strömungsgeschwindigkeit auf maximal 1 m/s an den einzelnen Tankeinlässen während der Ladeanfangsphasen, d.h. bis:
 - a) das Füllrohr und die anderen Konstruktionselemente auf dem Boden des Tanks bis auf das Doppelte des Füllrohrdurchmessers eingetaucht wurde, damit das Verspritzen und Verwirbeln der Oberfläche gestoppt wird, und
 - b) das Wasser, das sich in der Rohrleitung angesammelt hat, abgezogen wurde. Es ist notwendig, die Ladegeschwindigkeit für einen Zeitraum von 30 Minuten oder bis zum fertigen Laden von zwei Leitungsvolumen (d.h. vom Tank an Land zum Tank auf dem Schiff), je nachdem, was weniger Zeit in Anspruch nimmt, zu drosseln.

Durchmesser	Anzahl der offenen Tanks – Geschwindigkeit in m ³ /h							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6" / 150 mm	65	130	200	260	325	390	450	520
8" / 200 mm	120	240	350	460	580	700	820	-
10" / 250 mm	180	360	540	720	910	-	-	-
12" / 300 mm	260	520	780	-	-	-	-	-

Tabelle 3.2 – Ladegeschwindigkeiten äquivalent zur Durchflussgeschwindigkeit von 1 m/s
(Anfangsphase beim Laden)
Siehe auch Kapitel 7.3.3.2 und 11.1.7.3

- Weitere Begrenzung des Produktflusses auf maximal 1 m/s am Tankeinlass während des gesamten Vorgangs, bis das Produkt 'sauber' ist. Ein 'sauberes' Produkt in diesem Zusammenhang ist ein Produkt, das weniger als 0,5 Vol.-% freies Wasser oder eine andere unvermischbare Flüssigkeit enthält und weniger als 10 mg/l Schwebstoffe¹.
- Vermeiden von Spritzeffekten durch Verwendung eines Bodeneingangs beim Befüllen und eines Füllrohrs, das nahe am Tankboden endet.

Es wird empfohlen, folgende Vorsichtsmaßnahmen zusätzlich gegen statische Elektrizität während des Vermessens, Eintauchens, Kalibrierens oder der Probeentnahme von statischen Akkumulatorprodukten durchzuführen:

- Keine metallischen Geräte zum Eintauchen, Vermessen und zur Probeentnahme während und 30 Minuten nach Beendigung des Ladevorgangs verwenden. Nach einer Wartezeit von 30 Minuten dürfen metallische Geräte zum Eintauchen, Vermessen und zur Probeentnahme verwendet werden, diese müssen jedoch effektiv mit der Konstruktion des Tankschiffs geerdet sein, bevor diese in den Tank eingeführt werden und sie müssen geerdet bleiben, bis sie entfernt wurden.
- Keine nichtmetallischen Behälter mit mehr als 1 Liter Fassungsvermögen zum Eintauchen, Vermessen und zur Probeentnahme während und 30 Minuten nach Beendigung des Ladevorgangs verwenden.

Nichtmetallische Behälter mit weniger als 1 Liter Fassungsvermögen können jederzeit zur Probeentnahme in Tanks verwendet werden, vorausgesetzt, dass diese keine leitenden Bauteile enthalten und vor der Probeentnahme nicht abgerubbelt wurden. Zum Zwecke einer geringeren Ladungserzeugung wird empfohlen, für die Reinigung einen Markenreiniger mit hoher Leitfähigkeit, ein Lösungsmittel wie z. B. 70:30 IPA/Toluolgemisch oder Seifenwasser zu verwenden. Um ein Aufladen zu verhindern, sollte der Behälter nach dem Waschen nicht trockengerubbelt werden.

¹ CENELEC Technischer Bericht CLC/TR 50404, "Elektrostatik - Praxisleitfaden zur Vermeidung von Gefahren durch statische Elektrizität, Juni 2003.

Der Einsatz eines ordnungsgemäß konstruierten und installierten Peilrohrs ist jederzeit gestattet. Nicht jede größere Ladung kann auf der Oberfläche der Flüssigkeit in dem Peilrohr gespeichert werden; daher ist auch keine Wartezeit erforderlich. Dennoch gelten nach wie vor die empfohlenen Vorsichtsmaßnahmen gegen das Einführen elektrisch geladener Gegenstände in den Tank; metallische Geräte müssen geerdet werden, bevor sie in das Peilrohr eingeführt werden.

Ausführliche Anleitungen zu den erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen beim Vermessen, Eintauchen und bei der Probeentnahme von statischen Akkumulatorölen sind in Abschnitt 11.8.2.3 enthalten. Es wird empfohlen, diese Vorsichtsmaßnahmen strikt zu befolgen, um Gefahren infolge der Speicherung elektrischer Ladung im Ladegut zu vermeiden.

3.2.2 Elektrische Masseverbindung (Bonden)

Die wichtigste Gegenmaßnahme zur Vermeidung einer elektrostatischen Gefahr besteht darin, alle metallischen Körper durch elektrische Masseverbindung miteinander zu verbinden und damit das Risiko der Entladung zwischen den Körpern, die aufgeladen und elektrisch isoliert sein können, auszuschalten. Um ein Entladen der Leiter zur Erde zu vermeiden, ist es in der Praxis üblich, eine Verbindung zur Erde ('Erdung' oder 'Masseanschluss') herzustellen. Auf den Tankschiffen wird die Erdverbindung effektiv durch die Verbindung metallischer Körper mit der Metallkonstruktion des Tankschiffs, die natürlich durch das Wasser geerdet ist, hergestellt.

Beispiele für Körper, die in Gefahrensituationen elektrisch isoliert sein könnten und deshalb verbunden werden müssen:

- Schlauchkupplungen und Flansche für Schiff/Land, außer Isolierflansche oder nichtleitende Schläuche mit einfacher Länge, die als elektrische Isolierung zwischen Schiff und Land dienen (siehe Abschnitt 17.5.);
- Transportable Tankreinigungsanlagen;
- Handbetätigte Vermessungs- und Probeentnahmegерäte mit leitfähigen Bauteilen;
- Schwimmkörper eines fest angebrachten Vermessungsgerätes, wenn es nicht mit einer Erdung über ein Metallband versehen ist.

Die beste Methode für eine sichere Verbindung und Erdung ist normalerweise eine metallische Verbindung zwischen den Leitern. Es gibt alternative Verbindungsmittel, die sich in einigen Anwendungsfällen als effektiv erwiesen haben, z. B. halbleitende (dissipative) Rohre und 'O'-Ringe, anstelle von eingebetteten Metallschichten für GFK-Rohre und den dazugehörigen Metallanschlussstücken.

Erdungsverbindungen oder Masseanschlüsse, die als Schutz vor elektrostatischen Gefahren durch tragbare Geräte dienen, müssen aktiv sein, wenn das Gerät eingestellt ist, und dürfen nicht getrennt werden, bis das Gerät ausgeschaltet wurde.

3.2.3 Vermeiden von losen leitenden Gegenständen

Verschiedene Körper können während der Betriebsabläufe auf dem Tankschiff isoliert werden, wie z. B.:

- Ein metallischer Gegenstand, z. B. eine Dose, der in einer statischen Akkumulatorflüssigkeit schwimmt;
- Ein loser metallischer Gegenstand, der während der Reinigung in einen Tank fällt;
- Ein metallisches Werkzeug, das auf einem Stück altem Isoliermaterial, das nach der Wartung zurückgelassen wurde, liegt.

Es sollte alle Anstrengungen unternommen werden, um sicherzustellen, dass Gegenstände wie diese aus dem Tank entfernt werden, da es offensichtlich keine Möglichkeit gibt, diese bewusst zu erden. Das erfordert eine sorgfältige Inspektion der Tanks, insbesondere nach Reparaturen in der Werft.

3.3 Andere elektrostatische Gefahrenquellen

3.3.1 Filter

Filter lassen sich in die drei folgenden Klassen einteilen:

Grobe (größer oder gleich 150 Mikrometer)

Diese Filter erzeugen nur eine unbedeutende Ladungsmenge und bedürfen keiner zusätzlichen Vorsichtsmaßnahmen, solange sie in einem sauberen Zustand sind.

Feine (kleiner als 150 Mikrometer, größer als 30 Mikrometer)

Diese Filter können eine signifikante Ladungsmenge erzeugen und brauchen daher genug Zeit zur Ladungsrelaxation, bevor die Flüssigkeit in den Tank gefüllt wird. Es ist wichtig, dass die Flüssigkeit mindestens 30 Minuten (Verweilzeit) nach dem Filter in der Rohrleitung bleibt. Die Fließgeschwindigkeit sollte geregelt werden, um die Einhaltung der vorgegebenen Verweilzeit zu gewährleisten.

Mikrofeine (kleiner oder gleich 30 Mikrometer)

Um genügend Relaxationszeit zu gewährleisten, muss die Verweilzeit nach Passieren der Mikrofilter mindestens 100 Sekunden betragen, bevor das Produkt in den Tank gelangt. Die Fließgeschwindigkeit sollte entsprechend eingestellt werden.

3.3.2 Stationäre Geräte in Ladetanks

Eine Metallsonde, entfernt von jeglichen Tankkonstruktionen, aber nah an einer hochaufgeladenen Flüssigkeitsoberfläche hat ein starkes elektrostatisches Feld an der Sondenspitze. Vorsprünge dieser Art können mit Geräten verglichen werden, die an der Tankdecke montiert sind, wie z. B. fest eingebaute Reinigungsanlagen oder Hochpegelalarmgeräte. Beim Beladen von statischen Akkumulatorölen kann dieses starke elektrostatische Feld elektrostatische Entladungen in Richtung der näherkommenden Flüssigkeitsoberfläche bewirken.

Die Verwendung dieser Art von Metallsonden, wie oben beschrieben, kann vermieden werden, indem die Geräte direkt neben einer Schottwand oder einem anderen Tankelement installiert werden, um so ein kleineres elektrostatisches Feld zu erhalten. Alternativ kann zusätzlich eine Stützvorrichtung vom unteren Ende der Sonde nach unten zum unteren Tankelement angebracht werden, so dass die ansteigende Flüssigkeit eher die Stützvorrichtung bei Nullpotenzial als die isolierte Sondenspitze erreicht. Eine andere mögliche Lösung ist in manchen Fällen, die sondenartige Vorrichtung komplett aus einem nichtleitenden Material zu bauen. Diese Maßnahmen sind nicht erforderlich, wenn das Schiff nur leitende Produkte befördert oder die Tanks inertisiert sind.

3.3.3 Freier Fall in Tanks

Durch das Beladen oder die Beballastung von oben im freien Fall wird eine aufgeladene Flüssigkeit in einer Weise in den Tank gefüllt, dass dabei kleine Tropfen in den Tank spritzen. Das kann zur Bildung von aufgeladenem Nebel und Erhöhung der Produktgaskonzentration in dem Tank führen. Einschränkungen für das Laden von Ladegut und Ballast von oben sind in Abschnitt 11.1.12 beschrieben.

3.3.4 Wassernebel

Das Besprühen der Tanks mit Wasser, z. B. beim Reinigen mit Wasser, führt zu einer erhöhten elektrostatischen Aufladung des Nebels. Dieser Nebel wird im ganzen Tank, der gereinigt wird, gleichmäßig verteilt.

Die Stärke der elektrostatischen Aufladung ist von Tank zu Tank sehr unterschiedlich, sowohl in Bezug auf die Intensität als auch auf die Polarität.

Wenn mit dem Reinigen eines schmutzigen Tanks begonnen wird, ist die Ladung des Nebels anfangs negativ; sie erreicht einen negativen Höchstwert und geht dann über Null zurück und steigt schließlich auf einen positiven Ladungswert. Es wurde festgestellt, dass von den zahlreichen Variablen, die die Stärke und Polarität der Ladung beeinflussen, die Eigenschaften des Reinigungswassers und der Grad der Sauberkeit des Tanks den größten Einfluss haben. Die elektrostatischen Ladeigenschaften des Wassers ändern sich durch Umwälzung oder Zugabe von Tankreinigungskemikalien, von denen beide Verfahren sehr hohe elektrostatische Spannungspotenziale im Nebel erzeugen können. Die Potentiale sind bei größeren Tanks größer als bei kleinen. Die Größe und Anzahl der Reinigungsanlagen im Tank beeinflussen die Ladungsänderungsrate, sie haben aber wenig Einfluss auf den endgültigen Gleichgewichtswert.

Die aufgeladenen Nebeltröpfchen, die sich während des Reinigungsvorgangs im Tank gebildet haben, verursachen ein elektrostatisches Feld, das durch das Potential (Spannungsverteilung) im gesamten Tankraum charakterisiert ist. An den Schottwänden und Bauelementen liegt ein Erd(Null-)potential an; das Raumpotential nimmt mit größer werdendem Abstand von diesen Oberflächen zu und erreicht den höchsten Wert an den Stellen, die am weitesten von den Oberflächen entfernt sind. Die Feldstärke oder das Spannungsgefälle ist in der Nähe der Tankschottwände und Bauelemente, insbesondere an den Stellen, wo die Vorsprünge in den Tank hineinragen, am größten. Wenn die Feldstärke groß genug, erfolgt in dem Raum ein elektrischer Durchbruch, der zu einer Teilentladung führt. Da die Vorsprünge Feldstärkekonzentrationen verursachen, erfolgt eine Teilentladung vorzugsweise an diesen Stellen. Eine Teilentladung injiziert eine Ladung des Gegenpols im Nebel und wird für einen der Hauptprozesse gehalten, die die Menge der Ladung im Nebel auf einen Gleichgewichtswert begrenzt. Die Koronarentladungen, die während der Tankreinigung entstanden sind, sind nicht so stark, dass sie die möglicherweise vorhandenen Kohlenstoffgas-/Luftgemische entzünden können.

Unter bestimmten Umständen kann es durch ungeerdete, leitende Gegenstände, die bereits in dem Tank mit aufgeladenem Nebel waren oder hineinbefördert wurden, zu Entladungen kommen, bei denen genügend Energie freigesetzt wird, um Produktgas-/Luftgemische zu zünden. Derartige ungeerdete Leiter sind z. B. Metallpeilrohre, die an einem Seil hängen, oder ein Stück Metall, das durch den Tankraum fällt.

Ein ungeerdeter Leiter in einem Tank kann, hauptsächlich durch Induktion, ein hohes Potential erreichen, wenn er sich einem geerdeten Gegenstand oder Bauelement nähert, insbesondere wenn das Bauelement die Form eines Vorsprungs hat. Der ungeerdete Leiter kann dann zur Erde entladen werden, wodurch Funken entstehen, die fähig sind, ein entflammbares Produktgas-/Luftgemisch zu entzünden.

Die Prozesse, durch die ungeerdete Leiter Zündungen im Nebel verursachen, sind ziemlich komplex, und eine Reihe von Bedingungen müssen gleichzeitig erfüllt sein, bevor eine Zündung ausgelöst werden kann.

Zu diesen Bedingungen gehören die Größe des Gegenstandes, seine Bewegungsbahn, die Stärke der elektrostatischen Ladung im Tank und die geometrische Konfiguration der Stelle, an der die Entladung stattfindet.

Wie ein ungeerdeter leitender Festkörper kann auch ein spannungsfreier Wasserschwall, der beim Reinigen entsteht, ähnlich als Funkenkatalysator wirken und eine Zündung hervorrufen. Experimente haben gezeigt, dass eine hohe Kapazität, eine einzige Düse und fest eingebaute Reinigungsanlagen Wasserschwall erzeugen können, die aufgrund ihrer Größe, Bewegungsbahn und Dauer bis zum Durchbruch die Kriterien zur Erzeugung von zündfähigen Entladungen erfüllen können. Es gibt jedoch keinen Beweis dafür, dass die Wasserschwallen fähig sind, zündfähige Entladungen bei mobilen Reinigungsanlagen zu erzeugen. Das lässt sich damit erklären, dass, wenn der Strahl anfangs fein ist, die Länge der entstehenden Wasserschwallen relativ kurz ist, was bedeutet, dass sie eine geringe Aufnahmekapazität haben und nicht ohne Weiteres zündfähige Entladungen erzeugen können.

Nach umfangreichen experimentellen Untersuchungen und auf der Grundlage der Ergebnisse von Langzeitversuchen hat die Tankschifffahrt die Tankreinigungsrichtlinien, die in Abschnitt 11.3 beschrieben sind, festgelegt. Diese Richtlinien dienen dazu, eine übermäßige Aufladung in Dünsten zu verhindern und das Einbringen von nichtgeerdeten, leitenden Gegenständen zu kontrollieren, wenn sich aufgeladener Nebel in dem Tank befindet.

3.3.5 Inertgas

Kleine Schwebstoffe, die in Inertgas befördert werden, können elektrostatisch aufgeladen sein. Die Ladungstrennung wird durch den Verbrennungsprozess eingeleitet und die aufgeladenen Partikel können über den Nassabscheider, das Gebläse oder die Verteilungsrohre in die Ladetanks befördert werden. Die elektrostatische Ladung, die durch das Inertgas befördert wird, ist gewöhnlich klein, aber es wurden auch höhere Ladungszustände beobachtet als bei Wasserdünsten, die während des Waschvorgangs gebildet wurden. Da die Tanks normalerweise in einem Inertzustand sind, ist die Möglichkeit einer elektrostatischen Entzündung nur in Erwägung zu ziehen, wenn das Inertisieren eines Tanks erforderlich ist, der bereits eine entflammbare Atmosphäre enthält oder der bereits inertisiert wurde, möglicherweise aber zündfähig geworden ist, da der Sauerstoffgehalt durch das Eindringen von Luft gestiegen ist. Vorsichtsmaßnahmen sind dann während des Eintauchens, Vermessens und während der Probeentnahme erforderlich. (Siehe Abschnitt 11.8.3.).

3.3.6 Entladung von Kohlendioxid

Während des Entladens von unter Druck stehenden flüssigen Kohlendioxid kann die schnelle Abkühlung bei der Entspannung zur Bildung von festem Kohlendioxidpartikeln führen, die beim Aufprall und Kontakt mit der Düse aufgeladen werden. Die Aufladung kann eine Rolle spielen, wenn zündfähige Funken vorhanden sind. Verflüssigtes Kohlendioxid sollte Ladetanks oder Pumpenräumen, die entflammbare Gasgemische enthalten können, nicht zum Inertisieren oder zu anderen Zwecken zugeführt werden.

3.3.7 Kleidung und Schuhwerk

Personen, die durch ihr Schuhwerk oder die Fläche, auf der sie stehen, gegen Erde isoliert sind, können elektrostatisch aufgeladen werden. Diese Aufladung kann durch eine physikalische Trennung der Isoliermaterialien verursacht werden, die z. B. durch Laufen auf einer sehr trockenen Isolierfläche (Trennung zwischen Schuhsohle und Oberfläche) oder durch Entfernung eines Kleidungsstücks entstehen kann.

3.3.8 Synthetische Materialien

In zunehmendem Maße werden Artikel zur Nutzung an Bord eines Tankschiffs angeboten, die aus synthetischen Materialien gefertigt sind. Es ist wichtig, dass die für deren Beschaffung zuständigen Personen sich vergewissern, dass diese Materialien, wenn sie in entflammaren Atmosphären eingesetzt werden, keine elektrostatischen Gefahren auslösen.

Kapitel 4

ALLGEMEINE GEFAHREN FÜR TANKSCHIFFE UND TERMINALS

Schwerpunkt dieses Kapitels sind die allgemeinen Gefahren an Bord eines Tankschiffs und/oder an den Terminals und die erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen, um diese zu minimieren. Es wird auch auf die jeweiligen Kapitel zu Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf bestimmte Betriebsabläufe, z. B. Laden, Löschen, Ballastieren, Tankreinigung, Inertisierung oder Betreten von geschlossenen Räumen, verwiesen.

4.1 Allgemeine Grundsätze

Um Brand- und Explosionsrisiken auf Tankschiffen auszuschalten, muss verhindert werden, dass eine Zündquelle und eine entflammbare Atmosphäre zur gleichen Zeit am gleichen Ort vorhanden sind. Da es nicht immer möglich ist, diese beiden Faktoren gleichzeitig auszuschließen, sind die Vorsichtsmaßnahmen darauf gerichtet, einen dieser Faktoren auszuschließen oder zu kontrollieren.

Es kann davon ausgegangen werden, dass in Frachträumen, Pumpräumen und manchmal am Tankdeck entflammbare Gase vorhanden sind; daher ist es lebenswichtig, alle potentiellen Zündquellen von diesen Räumen fernzuhalten.

Kajüten, Kombüsen und andere Bereiche innerhalb des Wohnbereichs haben zwangsläufig Zündquellen, z. B. Elektrogeräte, Kaffeemaschinen, Fernsehgeräte, Zündhölzer und/oder elektrische Zigarettenanzünder. Während es sich in der Praxis bewährt hat, diese Zündquellen zu minimieren und unter Kontrolle zu halten, wie z. B. durch die Einrichtung genehmigter Raucherzimmer, ist es wichtig, das Eindringen von entflammbaren Gasen zu vermeiden.

Mit Hilfe von speziellen zugelassenen Ventilatoren kann gewährleistet werden, dass der Luftdruck im inneren Wohnbereich größer ist als der Außenluftdruck. In Motor- und Kesselräumen lassen sich Zündquellen, die z. B. mit dem Kesselbetrieb und Elektroanlagen verbunden sind, nicht vermeiden (siehe auch Abschnitt 4.2.4). Daher ist es wichtig, das Eindringen von entflammbaren Gasen in diese Räume zu verhindern. Brennstoffe stellen eine potentielle Brandgefahr dar (siehe Abschnitt 2.7); daher sollte das Schiffspersonal angehalten werden, Maschinen- und Heizräume routinemäßig auf Gasfreiheit zu überprüfen.

Durch gute Konstruktion und Betriebspraxis ist es möglich, sowohl entflammbare Gase als auch Zündquellen in Werkstätten an Deck, Lagerräumen, Laderäumen für Trockengut usw. sicher unter Kontrolle zu halten. Die Kontrolleinrichtungen müssen jedoch sorgfältig gewartet werden und können den nationalen Vorschriften unterliegen.

Obwohl die Installation und fehlerfreie Funktion einer Inertgasanlage eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme darstellt, schließt sie nicht die Notwendigkeit aus, die in diesem Kapitel dargelegten Vorsichtsmaßnahmen aufmerksam zu beachten.

Öllachen und Leckagen sind eine Feuergefahr und können zu Kontaminationen führen. Sie stellen auch eine Rutsch- und Sturzgefahr dar. Lachen und Leckagen sind daher zu vermeiden; wenn sie auftreten, gilt der Beseitigung der Ursache und Entfernung der kontaminierten Flächen sofortige Aufmerksamkeit.

4.2 Kontrolle potentieller Zündquellen

4.2.1 Offenes Feuer

Offene Feuer sind an Tankdecks und anderen Orten, die entflammbare Gase enthalten können, verboten.

4.2.2 Rauchen

Rauchen an Bord von Tankschiffen stellt ein hohes Risiko dar und erfordert daher einen sorgfältigen Umgang. Obwohl sich dieser Abschnitt ausdrücklich auf das Rauchen bezieht, gelten die Kontrollmaßnahmen auch für das Brennen anderer Produkte wie Räuchermittel und Räucherstäbchen. Wie für Tabakprodukte gilt schwelende, Rauch erzeugende Produkte niemals unbeaufsichtigt oder in der Nähe von Betten oder anderen brennbaren Materialien zu lassen.

4.2.2.1 Rauchen an Bord eines Tankschiffs während der Fahrt

Während der Fahrt des Tankschiffs sollte Rauchen nur zu Zeiten und an Orten gestattet sein, die der Schiffsführer festgelegt hat. Rauchen außerhalb der Unterkunft oder an anderen Orten, an denen entflammbare Gas auftreten können, ist verboten.

4.2.2.2 Rauchen im Hafen und kontrolliertes Rauchen

Rauchen im Hafen ist nur unter kontrollierten Bedingungen zulässig und bei Umschlags-, Ballast- und Entgasungsaktionen zu vermeiden. Schwierigkeiten, die bei der Einführung einer restriktiven Rauchpolitik, einschließlich eines totalen Rauchverbots, auftreten, sollten nicht daran hindern, eine solche Politik im Interesse der Betriebssicherheit durchzusetzen. Geeignete Maßnahmen zur vollständigen Durchsetzung sollten sowohl auf dem Schiff als auch an Land zur Verfügung stehen.

Rauchen innerhalb der Rauchverbotszonen, zu denen auch alle Liegeplätze gehören, und an Bord, während das Tankschiff an einem Liegeplatz vor Anker liegt, sollte streng untersagt sein. Die lokalen (Hafen-) Vorschriften sind zu beachten.

Bestimmte Schiffe, wie Leichter ohne Antrieb, können mit einem Wohnbereich oder einem kleineren Aufbau direkt am Tankdeck ausgestattet sein. Die Räume unterhalb dieses Aufbaus können für die Beförderung von nichtexplosiven und nicht brennbaren Produkten ausgelegt sein; das ist jedoch keine Garantie dafür, dass diese Räume gasfrei sind.

Ähnlich sind die Risiken bei einigen konventionellen Schiffen, i.d.R. kleinere Leichter und Binnenwasserfahrzeuge, da sie nicht in der Lage sind, im Wohnbereich und in anderen Räumen einen Überdruck zu halten.

In diesen Fällen ist es nicht möglich, sichere Raucherzonen zu schaffen, da es potentiell schwierig ist, die Umgebung innerhalb, unmittelbar außerhalb oder unterhalb eines solchen Wohnbereichs oder eines kleineren Aufbaus gasfrei zu halten. Rauchen an Bord solcher Wasserfahrzeuge sollte strikt verboten werden, so lange sich diese längsseits des Terminals oder der Anlage befinden.

4.2.2.3 Standort von landseitigen Raucherplätzen

Feste Raucherplätze an Land müssen vorher schriftlich mit dem Schiffsbeauftragten und dem Terminalbeauftragten abgesprochen werden. Der Schiffsbeauftragte hat dafür zu sorgen, dass alle Personen an Bord des Tankschiffs über die ausgewählten Raucherplätze informiert werden.

Raucherplätze an Land werden nach folgenden Kriterien festgelegt:

- Raucherplätze sollten auf Standorte innerhalb der Gebäude beschränkt sein¹.
- Raucherplätze sollten keine Türen oder Fenster haben, die sich direkt in Richtung Freiflächen öffnen lassen.
- Bedingungen, die auf eine Gefahr hindeuten, sollten berücksichtigt werden, wie z. B. der Hinweis auf eine ungewöhnlich hohe Gaskonzentration, insbesondere, wenn kein Wind geht und Aktivitäten auf angrenzenden Tankschiffen oder am Liegeplatz am Pier stattfinden.

Während das Tankschiff am Terminal festgemacht wird, darf, selbst wenn gerade keine betrieblichen Prozesse laufen, nur an den dafür vorgesehenen Raucherplätzen oder, wenn es eine vorherige schriftliche Vereinbarung zwischen dem Schiffsbeauftragten und dem Terminalbeauftragten gibt, in anderen geschlossenen Wohnbereichen entsprechend den hiesigen (Hafen-) Vorschriften geraucht werden.

4.2.2.4 Zündhölzer und Feuerzeuge

Sicherheitszündhölzer oder eingebaute elektrische Zigarettenanzünder (im Auto) sollten in genehmigten Raucherzonen benutzt werden.

Alle Zündhölzer, die an Bord von Tankschiffen verwendet werden, sollten sicher sein. Die Verwendung von Zündhölzern und Feuerzeugen außerhalb der Unterkunft sollte verboten sein. Zündhölzer und Feuerzeuge sollten nicht am Tankdeck oder in anderen Räumen, die entflammbare Gase enthalten können, mitgeführt werden.

Alle mechanischen Feuerzeuge und tragbaren Feuerzeuge mit elektrischer Zündquelle sollten an Bord von Tankschiffen verboten sein.

Wegwerff Feuerzeuge sind eine unkontrollierte Zündquelle und stellen somit ein beträchtliches Risiko dar. Durch den ungeschützten Funkenzündmechanismus können sie leicht versehentlich aktiviert werden.

Das Mitführen von Zündhölzern und Feuerzeugen an Terminals ist verboten. Zuwiderhandlungen können nach den nationalen Vorschriften schwer bestraft werden.

¹ Die nationalen Rechtsvorschriften können Raucherzonen innerhalb von Gebäuden verbieten. Eine formelle Risikoeinschätzung sollte vorliegen, um einen akzeptablen Sicherheitsstandard zu gewährleisten.

4.2.2.5 Hinweisschilder

Portable und befestigte Rauchverbotschilder und Schilder, die offene Flammen verbieten, sollten auf dem Tankschiff und an den Ausgängen des Wohnbereichs gut sichtbar angebracht werden. Anweisungen zum Rauchen innerhalb des Wohnbereichs sollten gut sichtbar angebracht werden.

4.2.3 Kombüseherde und Kochgeräte

Während sich das Tankschiff am Terminal befindet, sollten die Benutzung von Kombüseherden und andere Kochgeräten mit offenen Flammen verboten sein.

Es ist wichtig, das Personal im sicheren Umgang mit der Küchentechnik zu schulen. Unbefugten und unerfahrenen Personen sollte der Umgang mit solchen Einrichtungen nicht gestattet sein.

Eine häufige Brandursache ist die Ansammlung von Brennstoff oder Fettablagerungen in den Küchenbereichen, innerhalb der Abgasrohre und in den Filterhauben der Küchenabzugsöffnungen. Solche Bereiche müssen öfter kontrolliert werden, um sicherzugehen, dass sie in einem einwandfreien Zustand sind. Öl- und Frittiergeräte sollten ein Thermostat haben, mit dem der Strom abgeschaltet und Brandunfälle vermieden werden können.

Das Küchenpersonal sollte im Umgang mit Feuergefahren und entsprechenden Gegenmaßnahmen geschult werden. Geeignete Feuerlöscher und Löschdecken sollten griffbereit sein.

Die Verwendung von portablen Herden und Küchengeräten an Bord des Tankschiffs muss kontrolliert erfolgen und im Hafen verboten werden.

Kocher und andere Geräte, die mit Dampf beheizt werden, können jederzeit benutzt werden.

4.2.4 Motor- und Kesselräume

4.2.4.1 Verbrennungsanlagen

Als Vorsichtsmaßnahme gegen Brände von Lüftungsschächten und Funkenbildung ist darauf zu achten, dass Brenner, Rohre, Steigleitungen, Abgassammelleitungen und Funkenfänger in einwandfreiem Betriebszustand sind. Falls der Lüftungsschacht brennt oder aus dem Schacht Funken austreten, sollte das Tankschiff, wenn es auf Fahrt ist, den Kurs so schnell als möglich ändern, um zu verhindern, dass die Funken auf das Tankdeck fallen. Alle gerade laufenden Umschlag-, Ballast- oder Tankreinigungsaktionen müssen gestoppt und die Tanköffnungen geschlossen werden.

4.2.4.2 Nicht zutreffend

4.3 Tragbare Elektrogeräte

4.3.1 Allgemein

Alle tragbaren Elektrogeräte, u.a. Lampen, müssen zur Nutzung in explosionsgefährdeten Bereichen zugelassen sein. Vor ihrem Einsatz werden die Elektrogeräte auf potentielle Mängel, z. B. beschädigte Isolierung, geprüft; außerdem wird kontrolliert, ob die Kabel richtig angebracht sind und bei der Arbeit so bleiben. Besondere Sorgfalt ist erforderlich, um eine mechanische Beschädigung der flexiblen Kabel oder freien Anschlussleitungen zu vermeiden.

4.3.2 Lampen und andere Elektrogeräte mit flexiblen Kabeln (freie Anschlussleitungen)

Die Nutzung tragbarer Elektrogeräte mit freien Anschlussleitungen ist innerhalb der Ladetanks und angrenzenden Räume oder über dem Tankdeck verboten, sofern nicht folgende Bedingungen für den Zeitraum der Nutzung vorliegen:

- Die Räume, in denen oder über denen die Geräte und Leitungen verwendet werden sollen, sind für Warmarbeiten sicher (siehe Absatz 9.4).
- Auch die angrenzenden Räume sind für Warmarbeiten sicher oder wurden mit Kohlenwasserstoff von weniger als 2 Vol.-% gespült und inertisiert oder sind komplett mit Ballastwasser gefüllt, oder eine Kombination dieser Bedingungen liegt vor (siehe Abschnitt 9.4).
- Alle Tanköffnungen zu anderen Räumen, die nicht sicher sind für Warmarbeiten oder gespült wurden, wie zuvor beschrieben, sind und bleiben geschlossen; oder
- das Gerät einschließlich aller freien Anschlussleitungen ist eigensicher; oder
- das Gerät ist von einem zugelassenen explosionsgeschützten Gehäuse umgeben. Alle flexiblen Kabel sind für extreme Beanspruchung zugelassen; sie haben einen Erdleiter und sind vorschriftsmäßig fest an das explosionsgeschützte Gehäuse angeschlossen.

Außerdem gibt es bestimmte Gerätetypen, die nur zur Nutzung oberhalb des Tankdecks zugelassen sind.

Das Vorhergehende gilt nicht für die ordnungsgemäße Nutzung von flexiblen Kabeln in Verbindung mit Signal- oder Navigationslichtern oder zugelassenen Telefonanlagen.

4.3.3 Druckluftlampen

Zugelassene Druckluftlampen können in gefährlichen/explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, wobei jedoch zur Vermeidung einer elektrostatischen Aufladung am Gerät die folgenden Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten sind:

- Die Luftzufuhr sollte mit einem Wasserabscheider versehen sein.
- Der Luftschlauch sollte einen geringen elektrischen Widerstand haben.

Fest eingebaute Geräte sollten geerdet sein.

4.3.4 Taschenlampen, Lampen und tragbare batteriebetriebene Geräte

An Bord eines Tankschiffs dürfen nur Taschenlampen verwendet werden, die durch die zuständige Behörde für die Nutzung in entflammaren Atmosphären zugelassen sind.

Es dürfen nur eigensichere tragbare UHF/UKW-Sende-Empfangsgeräte verwendet werden.

Kleine batteriebetriebene persönliche Gegenstände wie Uhren, Minihörgeräte und Herzschrittmacher stellen keine maßgebliche Zündquelle dar.

Sofern keine Zulassung für die Nutzung in entflammbarer Atmosphäre vorliegt, dürfen tragbare Radios, Bandaufnahmegeräte, Taschenrechner, Kameras mit Batterien, Fotoblitzgeräte, Mobiltelefone und Pager jedoch nicht auf dem Tankdeck oder in Bereichen, die entflammbares Gas enthalten können, verwendet werden.

TriMode-Maßbänder sind batteriebetriebene elektronische Geräte, deren Eignung für entflammbare Atmosphären zertifiziert sein muss.

4.3.5 Kameras

Die Produktpalette an Fototechnik ist groß. Tankschiffe und Terminals können je nach Situation mit verschiedenen Arten von Kameras in Berührung kommen; für Filmcrews gibt es komplette professionelle Fotoausrüstungen mit großen Batterien und für das Personal Fotoapparate und Videokameras. Um einschätzen zu können, ob eine bestimmte Kamera für den Verwendungszweck sicher ist, sollten die folgenden allgemeinen Richtlinien beachtet werden. Dieser Leitfaden nimmt nur Bezug auf Zündgefahren und prüft keine Sicherheitsaspekte, die andere Einschränkungen bezüglich der Nutzung von Kameras in einigen Häfen erfordern.

Eine Kameraausrüstung mit Batterien kann einen zündfähigen Funken durch das Blitzlicht oder elektrische Elemente, wie die Blendensteuerung und der Filmtransportmechanismus, erzeugen. Diese Ausrüstung sollte daher nicht in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden (siehe Abschnitt 4.4.2), sofern deren Eignung für die Nutzung in solchen Bereichen nicht zertifiziert wurde. Wegwerfkameras gibt es mit eingebautem Blitz; diese dürfen nicht in explosionsgefährdeten Bereichen benutzt werden.

Es gibt auch Fotoausrüstungen ohne Blitz oder batterie- oder strombetriebene Elemente, wie z. B. Wegwerfkameras aus Kunststoff ohne Blitz. Die Benutzung dieser Kameras in explosionsgefährdeten Bereichen gilt als sicher.

Es gibt auch Kameras, die mit einem Uhrwerk oder einem direkten mechanischen Teil für die Blendeneinstellung und den Filmtransport ausgestattet sind und für die Benutzung in explosionsgefährdeten Bereichen als sicher gelten.

4.3.6 Andere tragbare Elektrogeräte

Anleitungen zur Nutzung von Mobiltelefonen und Funkmeldern sind in Abschnitt 4.8.6 und 4.8.7 enthalten.

Alle anderen elektrischen oder elektronischen Geräte, die nicht zugelassen sind, strom- oder batteriebetrieben, dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nicht aktiviert, eingeschaltet oder benutzt werden. Das sind u.a. Radios, Rechner, Fotoausrüstungen, Laptops, Taschencomputer und andere tragbare Geräte, die mit Strom betrieben werden und für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen nicht zugelassen sind.

Angesichts der hohen Verfügbarkeit und der weit verbreiteten Nutzung solcher Geräte ist es notwendig, geeignete Maßnahmen zu treffen, um deren Nutzung in explosionsgefährdeten Bereichen zu verhindern. Es ist wichtig, das Personal über das Verbot nicht zugelassener Geräte zu informieren; Terminals sollten Besucher darauf aufmerksam machen, welche potentiellen Gefahren mit der Nutzung von tragbaren Elektrogeräten verbunden sind. Terminals sollten sich auch das Recht vorbehalten, dass alle nicht zugelassenen Gegenstände der Ausrüstung am Eingang zum Hafengelände oder an einer anderen geeigneten Stelle im Terminalbereich abgegeben werden.

4.4 Umgang mit elektrischen Anlagen und Geräten in gefährdeten Bereichen

4.4.1 Allgemein

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Herangehensweisen bei der Klassifizierung der Gefahrenbereiche an Bord eines Tankschiffs und an den Terminals in Bezug auf elektrische Anlagen und Geräte beschrieben. Es werden allgemeine Richtlinien zu den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen bei der Wartung und Instandsetzung von elektrischen Anlagen gegeben. Es sei darauf hingewiesen, dass die Standards für elektrische Anlagen und deren Installation über den Rahmen dieser Richtlinien hinausgehen.

4.4.2 Gefährdete Bereiche

4.4.2.1 Gefährdete Bereiche auf Tankschiffen

Bestimmte Bereiche auf einem Tankschiff werden durch internationale Konventionen, die Regierung eines Flaggenstaats, Rechtsvorschriften und Klassifikationsgesellschaften für die Installation und Nutzung von Elektrogeräten als gefährlich oder gefährdet eingestuft, entweder für alle Zeiten oder während bestimmter Zeiträume, in denen Lade-, Ballast-, Tankreinigungs- und Entgasungsaktionen stattfinden.

Die Begriffsbestimmungen für gefährdete Bereiche auf Schiffen, die ausführlich in den Regelungen der Klassifikationsgesellschaft beschrieben werden, sind von den Empfehlungen der International Electrotechnical Commission (IEC - *Internationale Kommission für Elektrotechnik*) für Elektrogerätetypen, die in diesen Bereichen installiert werden dürfen, abgeleitet worden. Es sei darauf verwiesen, dass die IEC-Begriffsbestimmungen für Terminals auf einer strengen Einteilung in Zonen (siehe Abschnitt 4.4.2.2 unten) basieren.

4.4.2.2 Gefährdete Bereiche an Terminals

An einem Terminal wird die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von entflammbar Gasgemischen durch die Einteilung der gefährdeten Bereiche in drei Zonen berücksichtigt. Laut IEC erfolgt die Einteilung der gefährdeten Bereiche in Zonen nach der Häufigkeit und Dauer des Vorhandenseins einer explosiven Gasatmosphäre wie folgt:

- **Zone 0**
Ort mit einer explosiven Atmosphäre, in der sich ständig oder über einen langen Zeitraum oder häufig ein Gemisch aus Luft und entflammbar Stoffen in Form von Gas, Dampf oder Nebel befindet.
- **Zone 1**
Ort mit einer explosiven Atmosphäre, in der sich wahrscheinlich gelegentlich bei normalem Betrieb ein Gemisch aus Luft und entflammbar Stoffen in Form von Gas, Dampf oder Nebel befindet.

- **Zone 2**
Ort mit einer explosiven Atmosphäre, in der sich bei normalem Betrieb wahrscheinlich kein Gemisch aus Luft und entflammaren Stoffen in Form von Gas, Dampf oder Nebel befindet, oder wenn doch, dieses nur für eine kurze Zeit vorhanden ist.

4.4.2.3 Klassifikation nach Gefahrenzonen bei Tankschiffen am Terminal

Befindet sich ein Tankschiff am Terminal, ist es möglich, dass ein Bereich des Schiffs, der als sicher gilt, in eine der Gefahrenzonen des Terminals fällt. Falls eine solche Situation entsteht und der fragliche Bereich nicht zugelassene elektrische Anlagen und Geräte enthält, dann kann es möglich sein, dass diese Anlagen und Geräte für die Zeit, in der sich das Schiff am Terminal befindet, abgeschaltet werden müssen. Während der Umschlag-, Bunker-, Ballast-, Tankreinigungs-, Entgasungs-, Spül- oder Inertisierungsvorgänge sollten alle nicht zugelassenen elektrischen Anlagen und Geräte abgeschaltet sein.

4.4.3 Elektrische Anlagen und Geräte

4.4.3.1 Stationäre elektrische Anlagen und Geräte

In gefährdeten Bereichen, selbst da, wo eine entflammare Atmosphäre kaum zu erwarten ist, dürfen nur zugelassene stationäre elektrische Anlagen und Geräte verwendet werden. Diese Anlagen und Geräte müssen ordnungsgemäß gewartet werden, um zu gewährleisten, dass weder die Anlage bzw. das Gerät noch die elektrische Leitung zu einer Zündquelle werden.

4.4.3.2 Videoüberwachung

Werden auf Tankschiffen oder am Pier Videoüberwachungsgeräte installiert, ist darauf zu achten, dass die Kameras und die dazugehörigen Einrichtungen für die angedachten Bereiche zugelassen sind. Sind sie zugelassen, gibt es keine Einschränkung für ihre Verwendung. Befindet sich das Tankschiff am Terminal, unterliegt die Benutzung dieser Einrichtungen der vorherigen Vereinbarung zwischen dem Schiffsbeauftragten und dem Terminalbeauftragten.

4.4.3.3 Elektrische Geräte und Anlagen an Bord des Schiffs

Stationäre elektrische Geräte und Anlagen auf Tankschiffen müssen den Anforderungen der Klassifikationsgesellschaft oder den nationalen Vorschriften, die auf Empfehlungen der IEC beruhen, genügen. In Abschnitt 4.3 und 10.9.4 werden zusätzliche Empfehlungen in Bezug auf die Nutzung von provisorischen elektrischen Anlagen und tragbaren elektrischen Geräten gegeben.

4.4.3.4 Elektrische Geräte und Installationen an Terminals

Die Elektrogerätetypen und Installationsmethoden an Terminals unterliegen normalerweise den nationalen Vorschriften und ggf. den IEC-Empfehlungen.

4.4.4 Inspektion und Instandhaltung elektrischer Anlagen und Geräte

4.4.4.1 Allgemein

Es ist darauf zu achten, dass alle Geräte, Systeme und Installationen, einschließlich Kabel, Schaltungen und ähnlichem Zubehör, in einem einwandfreien Zustand sind. Zu diesem Zweck ist eine regelmäßige Inspektion erforderlich.

Eine ordnungsgemäße Funktionsweise schließt nicht automatisch ein, dass den erforderlichen Sicherheitsstandards entsprochen wurde.

4.4.4.2 Inspektionen und Prüfungen

Alle Geräte, Systeme und Anlagen müssen bei ihrer Erstinbetriebnahme geprüft werden. Nach einer Reparatur, Justierung oder Änderung müssen die Teile der Installation, die defekt waren, entsprechend den nationalen Vorschriften geprüft werden.

Bei jeder Änderung in der Einstufung in Gefahrenzonen oder der Eigenschaften des entflammenden Materials, das am Terminal umgeschlagen wird, empfiehlt sich eine Prüfung, um zu gewährleisten, dass alle Anlagen und Geräte zur richtigen Gruppe und Temperaturklasse gehören und weiterhin den Vorschriften für die überprüfte Klasse entsprechen.

4.4.4.3 Instandhaltung elektrischer Anlagen und Geräte

Die Wahrung des Schutzes, der durch die Ausführung der explosionsgeschützten oder eigensicheren elektrischen Betriebsmittel gegeben ist, kann durch unsachgemäße Wartung gefährdet werden. Selbst die einfachsten Reparatur- und Instandhaltungsmaßnahmen müssen streng nach den Anweisungen des Herstellers und nach den nationalen Vorschriften ausgeführt werden, damit die Funktionssicherheit des Geräts auch weiterhin gewährleistet ist.

Das ist besonders von Bedeutung bei explosionsgeschützten Leuchten, die, wenn sie nach dem Auswechseln der Glühlampe nicht richtig geschlossen werden, nicht mehr ein geschlossenes Ganzes bilden.

Zur Erleichterung der routinemäßigen Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten sollten Tankschiffe ausführliche Informationen zu Instandhaltungsverfahren und/oder Handbücher für bestimmte an Bord installierte Anlagen und Einrichtungen erhalten.

4.4.4.4 Prüfung der Isolierung

Die Isolierung darf nur geprüft werden, wenn kein entflammendes Gasgemisch vorhanden ist.

4.4.4.5 Änderungen an den Geräten, Systemen und Installationen der Terminals und Tankschiffe

Zugelassene Geräte, Anlagen oder Installationen an Terminals oder auf Tankschiffen dürfen nur mit Genehmigung der zuständigen Behörde geändert, erweitert oder entfernt werden, sofern nicht bestätigt werden kann, dass eine derartige Änderung die Ungültigkeit der Zulassung bewirken würde.

Änderungen an den Sicherheitsfunktionen des Geräts bzw. der Anlage, die auf Verfahren der Trennung, Druckbeaufschlagung, Spülung und anderen Verfahren zur Gewährleistung der Sicherheit basieren, dürfen nur mit Genehmigung des Schiffsbeauftragten durchgeführt werden.

Wird ein Gerät oder eine Anlage in einer Gefahrenzone permanent außer Betrieb gesetzt, sollte die zugehörige elektrische Leitung aus der Gefahrenzone entfernt oder ordnungsgemäß mit einer Verkapselung abgeschlossen werden, die der zugeordneten Gefahrenzone entspricht.

Wird ein Gerät oder eine Anlage in einer Gefahrenzone zeitweilig außer Betrieb gesetzt, sollten die freigelegten Leiter wie oben ordnungsgemäß abgeschlossen oder entsprechend isoliert oder fest miteinander verbunden und geerdet werden.

Die Kabeladern mit eigensicheren Stromkreisen sollten voneinander getrennt oder miteinander verbunden und gegen Erde isoliert werden.

4.4.4.6 Regelmäßige mechanische Inspektionen

Wenn die elektrischen Geräte und Installationen inspiziert werden, ist auf Folgendes besonders zu achten:

- Risse im Metall, gerissenes oder zerbrochenes Glas, Mängel an den Klebstellen um das Glas von flammfesten oder explosionsgeschützten Gehäusen herum;
- Sitz der Deckel von flammfesten Gehäusen muss dicht sitzen; sicherstellen, dass keine Schrauben fehlen und sich zwischen den Metallkontaktflächen keine Dichtung befindet;
- Jede Verbindung muss sich in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden;
- Eventuelle Wackelkontakte in den Leitungen und Leitungszubehör;
- Klemmung der Kabelummantelung;
- Spannungen an Kabeln, die zu einem Bruch führen könnten.

4.4.5 Elektrische Reparaturen, Instandhaltung und Prüfungen an Terminals

4.4.5.1 Allgemein

Alle Instandhaltungsarbeiten an elektrischen Geräten und Anlagen sollten im Rahmen einer Genehmigung oder eines entsprechenden Sicherheitsmanagementsystems durchgeführt werden; die damit verbundenen Maßnahmen müssen gewährleisten, dass die elektrischen und mechanischen Isolierungen effektiv ausgeführt werden.

Die Verwendung von mechanischen Arretiereinrichtungen und Sicherheitsschildern wird dringend empfohlen.

4.4.5.2 Kaltarbeiten

Es sollten keine Kaltarbeiten an Geräten oder Leitungen durchgeführt, keine flammfesten bzw. explosionsgeschützten Gehäuse geöffnet und keine Sondersicherheitsfunktionen bei einem Standardgerät ausgeschaltet werden, bis der elektrische Strom von dem betreffenden Gerät bzw. der betreffenden Leitung abgeschaltet wurde. Der elektrische Strom darf nicht wieder eingeschaltet werden, bis die Arbeiten beendet sind und die vorgenannten Sicherheitsfunktionen komplett wiederhergestellt sind. Alle Arbeiten, einschließlich das Auswechseln von Lampen, dürfen nur durch eine dazu autorisierte Person ausgeführt werden.

4.4.5.3 Warmarbeiten

Die Verwendung von Lötgeräten oder anderen Geräten, die mit Flamme, Feuer oder Wärme arbeiten, und die Verwendung von Industriegerätetypen in Gefahrenzonen im Terminalbereich ist zulässig, wenn der Bereich vorher sicher gemacht wurde und eine autorisierte Person diesen als gasfrei zertifiziert hat und dann für die Dauer der Arbeiten in diesem Zustand bleibt. Wird die Durchführung derartiger Warmarbeiten an einem Liegeplatz, an dem ein Tankschiff liegt, oder auf einem vor Anker liegenden Tankschiff als erforderlich erachtet, muss zuerst das Einverständnis des Terminalbeauftragten und des Schiffsbeauftragten eingeholt und eine Genehmigung für Warmarbeiten ausgestellt werden.

Unter den gleichen Bedingungen ist es auch zulässig, den Strom an dem Gerät zu Prüfzwecken während der Reparatur- oder Änderungsmaßnahmen wieder einzuschalten.

Bevor mit den Warmarbeiten begonnen wird, sollten die Hinweise in Abschnitt 9.4 beachtet werden.

4.5 Einsatz von Werkzeugen

4.5.1 Sandstrahlen und mechanisch angetriebene Werkzeuge

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass Sandstrahlen und der Einsatz von mechanisch angetriebenen Werkzeugen normalerweise nicht unter die Begriffsbestimmung von Warmarbeiten in der Schifffahrtsindustrie fällt. Diese Aktivitäten haben jedoch ein beträchtliches Potential zur Funkenerzeugung und sollten daher nur mit einer speziellen Arbeitsgenehmigung oder im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems des Tankschiffs durchgeführt werden.

Folgende Vorsichtsmaßnahmen sollten eingehalten werden:

- Der Arbeitsbereich darf nicht freigesetzten Dämpfen oder einer Konzentration von brennbaren Dämpfen ausgesetzt sein und muss frei von brennbaren Stoffen sein.
- Der Arbeitsbereich sollte gasfrei sein; Tests mit einem Explosimeter sollte einen Messwert von 1 % UEG nicht überschreiten.
- Mechanische Werkzeuge sollten nicht verwendet werden, wenn sich das Schiff am Terminal befindet, sofern nicht die ausdrückliche Genehmigung des Terminalvertreters vorliegt.
- Es dürfen gerade keine Umschlags-, Bunker-, Ballast-, Tankreinigungs-, Entgasungs-, Spül- oder Inertisierungsvorgänge stattfinden.
- Angemessene Feuerlöschgeräte müssen griffbereit und sofort einsatzfähig sein.

Der Trichter und die Schlauchdüse einer Sandstrahlmaschine sollten elektrisch verbunden und mit dem Deck oder der Installation, an der gerade gearbeitet wird, geerdet sein.

Es gibt eine Perforationsgefahr bei Rohrleitungen durch Sandstrahlen oder Absplittern; die Planung derartiger Arbeiten erfordert somit große Sorgfalt. Vor Beginn der Arbeiten an den Ladeleitungen an Deck sollten diese gespült werden. Die Ventile der Ladeleitungen sollten geschlossen und mit Wasser gefüllt oder inertisiert werden. Die Atmosphäre im Innern des Abschnitts, an dem gearbeitet werden soll, sollte entweder auf weniger als 8 Vol.-% Sauerstoff inertisiert oder max. 1 % UEG gasfrei sein. Ähnliche Vorsichtsmaßnahmen sind erforderlich, um die Effektivität von Nachlenz-, Dampfdruck-, Inertgas- und Rohölwaschleitungen oder Tankwaschleitungen zu gewährleisten.

4.5.2 Handwerkzeuge

Die Verwendung von Handwerkzeugen wie Meißelhammer, Scraper und Waschgeräte zur Behandlung von Stahl, Instandhaltung und zum Anstreichen bedarf keiner Genehmigung für Warmarbeiten. Ihr Einsatz ist jedoch auf die Bereiche und Anlagen an Deck, außerhalb des Bereichs der Ladung beschränkt.

Der Arbeitsbereich muss gasfrei und frei von brennbaren Stoffen sein. Auf dem Tankschiff dürfen gerade keine Umschlag-, Bunker-, Ballast-, Tankreinigungs-, Entgasungs-, Spül- oder Inertisierungsaktivitäten laufen.

Bei Nichteisen- oder so genannten nichtfunkenden Werkzeugen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie zündfähige Funken bilden, nur geringfügig geringer, und sie sind aufgrund ihrer relativen Weichheit nicht so effektiv wie ihre Gegenstücke aus Eisen. Partikel aus Beton, Sand oder ähnlichen felsartigen Substanzen lagern sich leicht auf der Arbeitsfläche oder am Rand dieser Werkzeuge ab und können bei Aufprall mit Eisen oder anderen harten Metallen zündfähige Funken verursachen. Die Verwendung von NE-Werkzeugen wird daher nicht empfohlen. Werkzeuge aus Chromvanadiumstahl sind eine akzeptable Alternative.

4.6 Geräte aus Aluminium

Aluminiumgeräte dürfen nicht über Stahl geschliffen oder gerieben werden, da dies eine Schmiere hinterlassen würde, die, wenn ein Hammer oder ein Gegenstand darauf fällt, einen zündfähigen Funken bilden kann. Es wird daher empfohlen, dass die Unterseiten von Landgangsstegen und Stufenleitern aus Aluminium sowie andere schwere tragbare Konstruktionen aus Aluminium mit einer Hartplaste- oder Holzleiste versehen werden, um zu verhindern, dass die Schmiere auf die Stahloberflächen gelangt.

Die Verwendung anderer Aluminiumgeräte in Ladetanks und an Ladedecks sollte einer Risikobeurteilung unterzogen und erforderlichenfalls sorgfältig geprüft werden.

4.7 Kathodenschutzanoden in Ladetanks

Wenn Magnesiumanoden auf rostigen Stahl schlagen, ist die Wahrscheinlichkeit, dass zündfähige Funken gebildet werden, groß. Deshalb dürfen solche Anoden nicht in Tanks angebracht werden, in denen sich möglicherweise entflammbare Gase befinden.

Aluminiumanoden verursachen bei heftigem Aufprall zündfähige Funken und sollten daher nur an genehmigten Stellen im Ladetank installiert werden; ohne ordnungsgemäße Kontrolle sollten sie an keine andere Stelle verschoben werden. Darüber hinaus können Aluminiumanoden leicht mit Zinkanoden verwechselt werden und in potentiellen Gefahrenbereichen installiert werden; aus diesem Grund sollte ihre Verwendung auf Ballasttanks beschränkt werden.

Zinkanoden erzeugen keinen zündfähigen Funken bei Aufprall auf rostigem Stahl und unterliegen daher nicht den vorgenannten Beschränkungen.

Position, Absicherung und Art der Anode, die in Ladetanks installiert wird, muss durch die zuständigen Behörden genehmigt werden. Die Empfehlungen dieser Behörden sollten beachtet und Inspektionen so oft wie möglich durchgeführt werden, um die Sicherheit der Anoden und Befestigungen zu prüfen. Mit der Einführung von Hochleistungs-Tankwaschmaschinen sind Anoden störanfälliger für Beschädigungen geworden.

4.8 Kommunikationstechnik

4.8.1 Allgemein

Sämtliche Kommunikationsgeräte an Bord eines Tankschiffs, wie z. B. Telefone, Wechsel-sprechanlagen, Signalleuchten, Suchscheinwerfer, Megaphone, Videoüberwachungs-kameras und Schalter für Schallzeichen sofern sie nicht als eigensicher oder als zugelassene Konstruktion zertifiziert wurden, dürfen weder benutzt noch eingeschaltet oder abgeschaltet werden, wenn sie sich in Bereichen befinden, die in den Grenzbereich einer Gefahrenzone an Land fallen.

4.8.2 Funkgeräte des Tankschiffs

Die Verwendung von Funkgeräten während der Umschlag- oder Ballastaktivitäten stellt eine potentielle Gefahr dar.

4.8.2.1 Mittel- und Hochfrequenz-Funkübertragungen

Während der Mittel- und Hochfrequenz-Funkübertragungen (300 KHz-30 MHz) wird viel Energie abgestrahlt, die bei Entfernungen bis zu 500 m von der Übertragungsantenne ein elektrisches Potential in ungeerdeten 'Empfängern' (Lademaste, Takelage, Mastverankerungen usw.) erzeugen kann, das fähig ist, einen zündfähigen Funken zu bilden. Übertragungen können auch einen Funkenschlag über der Oberfläche von Antennenisolatoren bilden, wenn deren Oberflächenschicht salz-, schmutz- oder wasserhaltig ist.

Daher wird Folgendes empfohlen:

- Alle Verankerungen, Lademaste und Befestigungen sollten geerdet sein. Zur Erhaltung der elektrischen Leitfähigkeit sollten die Lagerung der Ausleger mit elektrisch leitendem Fett (z. B. Graphitfett) behandelt oder geeignete Massebänder installiert werden.
- Übertragungen sollten nicht gestattet werden, wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass im Bereich der Übertragungsantenne entflammbare Gase vorhanden sind oder die Antenne in den landseitigen Gefahrenbereich gerät.
- Die Hauptübertragungsantenne sollte geerdet oder isoliert werden, wenn sich das Tankschiff am Liegeplatz befindet.

Falls es erforderlich ist, den Schiffsfunk im Hafen für Instandhaltungsmaßnahmen einzuschalten, sollten sich Tankschiff und Terminal zu den Maßnahmen einigen, die zur Gewährleistung der Sicherheit erforderlich sind. Derartige Vorsichtsmaßnahmen können sein, den Betrieb bei geringer Leistung fortzusetzen oder eine Antennenblindlast einzusetzen, die die Funkübertragungen an die Atmosphäre ausschaltet. Auf alle Fälle muss ein Sicherheitssystem für die Arbeiten vereinbart und realisiert werden, bevor diese Geräte unter Spannung gesetzt werden.

4.8.2.2 UKW/UHF-Geräte

Die Verwendung von fest und ordnungsgemäß installierten UKW- und UHF-Geräten während der Umschlag-, Bunker-, Ballast-, Tankreinigungs-, Entgasungs-, Spül- und Inertisierungsaktivitäten wird als sicher eingestuft. Es wird jedoch empfohlen, die Sendeleistung niedrig einzustellen (1 Watt oder weniger), wenn der Einsatz im Hafenbetrieb erfolgt.

An Bord oder im Terminalbereich sollten nur tragbare UKW/UHF-Funkgeräte verwendet werden, die normgerecht als eigensicher oder explosionsgeschützt zertifiziert und gewartet sind und eine Ausgangsleistung von 1 Watt oder weniger haben.

Der Einsatz von UKW/UHF-Funkgeräten als Kommunikationsmittel zwischen Tankschiff und Landpersonal sollte gefördert werden.

4.8.2.3 Satellitenkommunikationsgeräte

Diese Geräte arbeiten normalerweise mit 1,6 GHz; die Leistungspegel, die erzeugt werden, sind nicht so stark, dass sie eine Zündgefahr darstellen. Satellitenkommunikationsgeräte können daher verwendet werden, um Nachrichten zu senden und zu empfangen, während das Schiff im Hafen liegt.

4.8.3 Radargeräte an Bord

Marineradarsysteme werden im Hochfrequenz- (HF) und Mikrowellenbereich betrieben. Wenn sich der Scanner dreht, verbreiten sich seine Strahlen fächerförmig in einem fast horizontalen, schmalen Bündel. Im Hafen tastet der Scanner Kräne, die Ladearme von Gerüstbrücken und ähnliche Konstruktionen ab, wird sich aber i.d.R. nach unten zum Schiffsdeck oder zum Pier hin verbreiten.

Radargeräte für Wellenlängen von 3 cm und 10 cm sind mit einer Spitzenausgangsleistung von 30 kW ausgelegt und stellen, wenn richtig positioniert, keine Zündgefahr durch Funkübertragung infolge der Induktionsströme dar.

Hochfrequenzstrahlen dringen nicht in den menschlichen Körper ein, können aber auf nahe Entfernung (bis zu 10 m) eine Erwärmung der Haut oder Augen hervorrufen. Geht man davon aus, dass sinnvolle Vorsichtsmaßnahmen getroffen wurden, wie z. B. nicht direktes Schauen in den Scanner auf nahe Entfernung, gibt es keine signifikanten Gesundheitsrisiken durch Marineradaremissionen.

Radarscannermotoren werden nicht für den Einsatz in Gefahrenzonen eingestuft und können sich auf kleineren Schiffen innerhalb der Gefahrenzonen von Land befinden. Es ist daher Vorsicht geboten, wenn Radargeräte dort getestet werden müssen. Das Radargerät sollte ausgeschaltet oder im Standby-Modus geschaltet sein, wenn es sich längsseits eines Terminals befindet; vor dem Testen des Radargeräts während der Umschlagsarbeiten sollte das Terminal konsultiert werden.

4.8.4 Automatisches Identifizierungssystem (AIS)

Auf einigen Binnenwasserstraßen wird verlangt, dass das AIS-Gerät in Betrieb ist, wenn das Tankschiff auf Fahrt ist und wenn es stillliegt. Einige Hafenbehörden können auch verlangen, dass das AIS-Gerät eingeschaltet bleibt, wenn sich das Tankschiff an der Anlage befindet. Das AIS-Gerät arbeitet im UKW-Bereich und überträgt und empfängt Informationen automatisch; die Ausgangsleistung liegt zwischen 2 und 12,5 Watt. Die automatische Abfrage durch eine andere Station (z. B. durch eine Anlage der Hafenbehörde oder ein anderes Schiff) könnte dazu führen, dass die Anlage bei der höheren Ausgangsleistung (12,5 Watt) sendet, selbst wenn diese auf die niedrige Wattzahl (normalerweise 2 Watt) eingestellt ist.

Befindet sich das Schiff längsseits des Terminals oder Hafengebäudes, wo Kohlenwasserstoffgase vorhanden sein können, sollte entweder das AIS-Gerät ausgeschaltet oder die Antenne isoliert und das AIS-Gerät mit einer Ersatzlast versehen werden. Durch Isolieren der Antenne werden manuell eingegebene Daten, die bei Ausschalten des AIS-Gerät verloren gehen könnten, erhalten. Erforderlichenfalls ist die Hafenbehörde in Kenntnis zu setzen.

Befindet sich das Schiff längsseits des Terminals oder Hafengebäudes, wo das Vorhandensein von Kohlenwasserstoffgasen unwahrscheinlich ist, sollte das AIS-Gerät, wenn eine solche Möglichkeit vorhanden ist, auf niedrige Leistung geschaltet werden.

Wurde das AIS-Gerät ausgeschaltet oder isoliert, während das Schiff längsseits lag, muss es reaktiviert werden, wenn das Schiff aus dem Liegeplatz ausläuft.

Der Einsatz der AIS-Technik kann die Sicherheit des Tankschiffs oder Terminals, an dem es liegt, beeinträchtigen. Unter solchen Umständen kann die Hafenbehörde festlegen, ob das AIS eingesetzt werden darf, was von der Sicherheitsstufe im Hafen abhängt.

4.8.5 Telefone

Bei direkter Telefonverbindung vom Schiff zur Schaltzentrale oder anderswo an Land sollten die Kabel möglichst außerhalb der Gefahrenzone verlegt werden.

Ist das nicht möglich, sollte das Kabel durch qualifiziertes Landpersonal verlegt und an der richtigen Stelle befestigt und vor mechanischer Beschädigung gesichert werden, damit es keine Gefahrenquelle darstellt.

4.8.6 Mobiltelefone

Die meisten Mobiltelefone sind nicht eigensicher und gelten nur als sicher, wenn sie in nicht gefährdeten Bereichen benutzt werden. Mobiltelefone sollten nur mit Genehmigung des Schiffsführers an Bord des Schiffs benutzt werden. Sofern sie nicht als eigensicher zertifiziert wurden (siehe unten), sollte ihre Benutzung auf die festgelegten Bereiche des Wohnbereichs, wo es unwahrscheinlich ist, dass sie die Schiffstechnik stören, beschränkt sein.

Wenn auch die Sendeleistungspegel von nicht eigensicheren Mobiltelefonen nicht ausreichen, um Probleme bezüglich der Funkenbildung durch induzierte Spannungen hervorzurufen, können die Batterien genug Strom enthalten, um einen zündfähigen Funken zu bilden, wenn sie beschädigt sind oder einen Kurzschluss haben. Es darf nicht vergessen werden, dass Geräte wie Mobiltelefone und Pager, wenn sie eingeschaltet sind, durch Fernsteuerung aktiviert werden und durch den Alarmierungs- oder Rufmechanismus und bei Telefonen durch die natürliche Reaktion, den Anruf anzunehmen, eine Gefahr darstellen können. Sie sollten daher im Terminalbereich und beim Betreten oder Verlassen des Schiffs ausgeschaltet werden und erst wieder im nicht gefährdeten Bereich eingeschaltet werden, d.h. im Wohnbereich des Schiffs oder außerhalb des Terminalbereichs.

Es gibt eigensichere Mobiltelefone, die in Gefahrenzonen benutzt werden dürfen. Diese Telefone müssen in Bezug auf alle ihre Funktionen eindeutig als eigensicher identifiziert sein. Wenn das Terminalpersonal an Bord eines Schiffs geht bzw. das Schiffspersonal den Terminalbereich betritt und beide Parteien eigensichere Mobiltelefone mit sich führen, sollten sie darauf vorbereitet sein, der jeweils anderen Partei auf Verlangen einen entsprechenden Nachweis vorzulegen. Anderen Besuchern des Schiffs oder Terminals sollte die Benutzung von Mobiltelefonen untersagt werden, sofern sie nicht vorher die Genehmigung vom Schiff bzw. Terminal eingeholt haben.

4.8.7 Pager

Nicht alle Pager (Funkmeldeempfänger) sind eigensicher. Nicht eigensichere Pager gelten nur als sicher, wenn sie in nicht gefährdeten Bereichen benutzt werden. Werden sie im Terminalbereich oder beim Betreten oder Verlassen des Schiffs mitgeführt, sollten sie ausgeschaltet sein und erst wieder eingeschaltet werden, wenn sie sich im nicht gefährdeten Bereich, wie z. B. dem Wohnbereich des Schiffs, befinden.

Eigensichere Pager dürfen in Gefahrenbereichen benutzt werden. Diese Pager müssen aber in Bezug auf alle ihre Funktionen eindeutig als eigensicher gekennzeichnet sein. Wenn das Terminalpersonal an Bord eines Schiffs geht bzw. das Schiffspersonal den Terminalbereich betritt und beide Parteien eigensichere Pager mit sich führen, sollten beide Parteien darauf vorbereitet sein, der jeweils anderen Partei auf Verlangen einen entsprechenden Nachweis vorzulegen. Anderen Besuchern des Schiffs oder Terminals sollte die Benutzung von Pagern untersagt werden, sofern sie nicht vorher die Genehmigung vom Schiff bzw. Terminal eingeholt haben.

4.9 Spontane Verbrennung

Einige Materialien können sich, wenn sie feucht oder mit Öl, insbesondere pflanzlichen Ölen, durchtränkt sind, ohne äußere Wärmeeinwirkung durch allmähliche Erwärmung innerhalb des Materials durch Oxidation entzünden. Die Selbstentzündungsgefahr ist bei Petroleumölen zwar geringer als bei pflanzlichen Ölen, ist aber nicht ausgeschlossen, insbesondere, wenn das Material warm gehalten wird, z. B. in der Nähe eines heißen Rohrs.

Baumwollabfälle, Lumpen, Segeltuch, Bettzeug, Jutesäcke, Sägemehl und ähnliche saugstarke Materialien sollten deshalb nicht zusammen mit Öl, Farbe usw. in einem Raum aufbewahrt und nicht am Pier, an Deck, auf Anlagen oder in der Nähe von Rohrleitungen usw. liegen gelassen werden. Wenn diese Materialien mit Öl durchtränkt sind, sollten sie gereinigt oder vernichtet werden.

Bestimmte Chemikalien, die für Kessel verwendet werden, sind auch Oxidationsmittel und können, obwohl verdünnt, sich selbst erhitzen, wenn sie verdampfen.

4.10 Selbstentzündung

Mineralöl Flüssigkeiten, die genügend erwärmt werden, entzünden sich ohne Berührung mit offenen Flammen. Dieser Prozess der Selbstentzündung ist sehr verbreitet, wenn unter Druck stehender Brennstoff oder Schmieröl auf eine heiße Oberfläche spritzt. Es kommt auch dazu, wenn Öl auf eine Wärmeisolierung läuft, verdampft und in Flammen ausbricht. In beiden Fällen kommt es zu schweren Bränden. Ölleitungen benötigen besondere Aufmerksamkeit, um zu verhindern, dass Öl aus den undichten Stellen spritzt. Ölgetränkte Wärmeisolierungen sollten entfernt und das Personal gegen Zündung oder Rückzündung der Dämpfe während des Prozesses geschützt werden.

4.11 Asbest

Asbest sollte möglichst nur durch Fachfirmen entsorgt werden. Falls die Besatzung an dringenden Reparaturarbeiten auf See beteiligt ist, sollten Maßnahmen getroffen werden, die einen adäquaten Schutz vor der Gefährdung durch Asbest gewährleisten. Das Rundschreiben 1045 der IMO MSC enthält die erforderlichen Anleitungen zum sicheren Umgang mit Asbest an Bord von Schiffen.

Kapitel 5

BRANDBEKÄMPFUNG

In diesem Kapitel werden die Brandarten, die auf einem Tankschiff oder an einem Terminal entstehen können, sowie die Brandbekämpfungsmittel beschrieben. Informationen zu den Feuerlöscheinrichtungen, die auf Tankschiffen und an Terminals vorhanden sein sollten, sind in Kapitel 8 bzw. 19 enthalten.

5.1 Brandbekämpfungslehre

Feuer entsteht durch das Zusammenkommen von Brennstoff, Sauerstoff und einer Zündquelle was zum Ablauf einer chemischen Reaktion führt, die allgemein als Verbrennung bezeichnet wird.

Feuer werden gelöscht durch Entziehen der Hitze, des Brennstoffs oder der Luft oder durch Unterbrechen der chemischen Verbrennungsreaktion. Das Hauptziel bei der Brandbekämpfung ist die Verringerung der Temperatur, die Beseitigung des Brennstoffs, die Unterbindung der Sauerstoffzufuhr oder die chemische Störung des Verbrennungsprozess und das alles in möglichst kurzer Zeit.

5.2 Brandarten und geeignete Feuerlöschmittel

Die unten genannten Brandklassen entsprechen der Europäischen Norm EN 2. An anderen Orten sind auch alternative Klassen möglich.

5.2.1 Klasse A - Feststoffbrände, im Allgemeinen organischer Natur, bei denen die Verbrennung normalerweise mit der Bildung glimmender Asche einhergeht

Bei Bränden der Klasse A sind feste zellulosehaltige Stoffe wie Holz, Lumpen, Gewebe, Papier, Pappe, Kleidung, Betten, Seile und andere Materialien, z. B. Kunststoffe, beteiligt.

Das Kühlen mit großen Mengen Wasser oder die Verwendung von Feuerlöschmitteln mit einem hohen Wasseranteil ist von elementarer Bedeutung, wenn es bei der Brandbekämpfung um gewöhnliche brennbare Materialien geht. Materialien der Klasse A können Tiefen- und Schmelzbrände begünstigen, lange nachdem die sichtbaren Flammen gelöscht wurden. Deshalb sollten Brandherd und Umgebung lange genug gekühlt werden um sicherzugehen, dass sich die Tiefenbrände nicht neu entzünden können.

5.2.2 Klasse B - Brände von Flüssigkeiten oder verflüssigbaren Feststoffen

Brände der Klasse B entstehen in Dampf/Luft-Gemischen über der Oberfläche von entflammaren bzw. brennbaren Flüssigkeiten, wie z. B. Rohöl, Benzin, Petrochemikalien, Heiz- und Schmieröle und andere Flüssigkeiten aus Kohlenwasserstoff sowie verflüssigbare Feststoffe wie Teer, Wachs und viele Kunststoffe.

Diese Brände werden durch Isolieren des Brandherds (Unterbrechung der Brennstoffzufuhr), Verhindern der Freisetzung von brennbaren Dämpfen oder Unterbrechen der chemischen Reaktion des Verbrennungsvorgangs gelöscht. Da die meisten Materialien der Klasse B mit höherer Intensität brennen und sich schneller rückentzünden können als die Materialien der Klasse A, sind i.d.R. wirksamere Löschmittel erforderlich.

Schwerschäum, der in Kapitel 5.3.2.1 definiert und erörtert wird, ist ein effektives Mittel zum Löschen der meisten Brände von Kohlenwasserstoffflüssigkeiten. Der Schaum wird so aufgetragen, dass er einen gleichmäßigen, fortschreitenden Film über der Brandfläche bildet, wobei übermäßiges Schütteln und Eintauchen zu vermeiden sind. Das lässt sich am besten erreichen, indem der Schaum senkrecht gegen eine das Feuer angrenzende Oberfläche gespritzt wird, zum einen um die Wucht des Strahls zu bremsen und zum anderen um eine durchgehende Schicht aufzubauen, die das Feuer erstickt. Gibt es keine senkrechte Oberfläche, sollte die Löschung in schwingenden Bögen möglichst in Windrichtung erfolgen; dabei ist darauf zu achten, dass der Schaum nicht in die Flüssigkeit taucht. Schaumsprühstrahle sind auch effizient, allerdings haben sie eine begrenzte Reichweite.

Feuer von flüchtigen Flüssigkeiten von begrenztem Ausmaß lassen sich mit Löschpulvern schnell löschen; sie können aber wieder zünden, wenn heiße Oberflächen mit entflammablen Dämpfen in Berührung kommen.

Feuer von nichtflüchtigen Flüssigkeiten, die über einen längeren Zeitraum nicht gebrannt haben, können mit Wasserdampf oder Wasserschleier gelöscht werden, wenn die gesamte brennende Fläche zugänglich ist. Die Oberfläche des brennenden Öls überträgt die Hitze schnell auf die Wassertropfen, die eine sehr große Kühlfläche bilden. Die Flamme wird durch fortschreitende, hin- und her schwingende Nebel- oder Sprühbögen über die gesamte Breite des Feuers gelöscht. Ein Ölfeuer, das einige Zeit gebrannt hat, ist schwer mit Wasser zu löschen, da sich das Öl mit zunehmender Tiefe erhitzt und nicht so schnell abgekühlt werden kann, dass es kein Gas mehr abgibt.

Wasser sollte bei Ölfeuern nur in Form von Spray oder Nebel eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Wasserstrahlen besteht die Gefahr, dass das brennende Öl durch Spritzen oder Überfluten weiter verteilt wird.

Ein Aspekt, der bei Flüssiggas nicht außer Acht gelassen werden darf, ist das Risiko der Wiederezündung, d.h. man muss auch nach Löschen des Feuers weiter aufpassen und einsatzbereit sein.

5.2.3 Klasse C - Brände von Gasen

Klasse C beinhaltet Brände von Erdgasen, Flüssiggasen und Industriegasen.

5.2.4 Klasse D - Brände von Metallen

Klasse D beinhaltet Brände von brennbaren Metallen oder pulverförmigen Metallen wie z. B. Magnesium, Titan, Kalium und Natrium. Diese Metalle brennen bei hohen Temperaturen und reagieren heftig auf Wasser, Luft und/oder andere Chemikalien. Feuerlöscher, die für Brände der Klasse D eingesetzt werden, sind nicht universell einsetzbar und müssen dem jeweiligen Metalltyp entsprechen. Feuerlöscher, die für Brände der Klasse D eingestuft sind, sind mit einem Etikett versehen, auf dem die Metalle aufgeführt sind, für die sie sich eignen.

5.2.5 Klasse F - Brände von Speiseölen/-fetten (pflanzliche oder tierische Öle und Fette) in Küchengeräten

Klasse F beinhaltet Brände von Speiseölen, die eine hohe Temperatur erreichen und in Großküchen usw. verwendet werden. Herkömmliche Feuerlöscher sind nicht zum Löschen von Bränden von Speiseölen geeignet, da sie nicht ausreichend kühlen oder sogar einen Flammenrückschlag auslösen und damit die betroffene Person gefährden können.

5.2.6 Brände von Elektrogeräten

Diese Brände betreffen stromführende Elektroanlagen. Ursache kann ein Kurzschluss, ein Überhitzen der Stromkreise oder Anlagen, ein Blitz oder Feuer, das sich von anderen Bereichen ausgebreitet hat, sein. Erste Maßnahme sollte das Abschalten des Elektrogeräts sein. Nach der Abschaltung sollte ein nichtleitendes Feuerlöschmittel, z. B. Kohlendioxid, verwendet werden. Pulver sind ein effektives nichtleitendes Löschmittel, die sich jedoch danach schwer entsorgen lassen. Wenn das Gerät nicht abgeschaltet werden kann, ist es lebensnotwendig, dass ein nichtleitendes Mittel verwendet wird.

Elektrische Brände bilden keine eigene Brandklasse, da die Elektrizität eine Zündquelle ist, die das Feuer so lange unterhält, bis sie entfernt wird.

5.3 Löschmittel

Löschmittel reagieren durch Wärmeabfuhr (Kühlen), Ersticken (Sauerstoffentzug) oder Flammenhemmung (chemisches Eingreifen in den Verbrennungsprozess).

5.3.1 Kühlmittel

5.3.1.1 Wasser

Direkt auf das Feuer gerichtete Wasserstrahlen sind nur für Brände der Klasse A eine effektive Löschmethode. Durch Zugabe eines Benetzungsmittels zum Wasser kann der Wasserverbrauch, der zum Löschen der Brände von dicht gepackten Materialien der Klasse A erforderlich ist, verringert werden, da dieses Mittel eine effektivere Durchdringung des Wassers durch Verringerung seiner Oberflächenspannung ermöglicht.

Bei Bränden von Kohlenwasserstoffflüssigkeiten wird in erster Linie Wasser verwendet, um die Ausbreitung des Feuers durch Kühlen der betroffenen Flächen zu minimieren. Sprühwasser und Wasserdampf können verwendet werden, um ein Hitzeschutzschild zwischen Feuer und Feuerwehrleuten bzw. Feuerlöschgeräten herzustellen. Wenn keine Schaummittel zur Verfügung stehen, kann das Feuer in flachen Schwerölbecken mit Wasserdampf gelöscht werden.

Handelt es sich um Brände von heißem Speiseöl oder -fett darf kein Wasser verwendet werden, da sich das Feuer dadurch ausbreiten kann.

Bei Flüssiggasbränden sollten die intensiven Wasserstrahlen nicht direkt auf das Feuer gerichtet werden, da das die Gefahr durch zunehmende Größe der Dampfwolke infolge einer stärkeren Verdampfung der Ladungsflüssigkeit noch erhöhen würde. Sprühwasser oder Wasserdampf können jedoch bei Bränden von Flüssiggasen und verschüttetem Gut eingesetzt werden. Sie kühlen die Fläche und kontrollieren die Feuerintensität; außerdem fördern sie die Dispersion der Dampfwolke.

Wasserstrahlen sollten nicht direkt auf stromführende Elektroanlagen gerichtet werden, da dadurch ein Strompfad von der Anlage zu den Feuerwehrleuten entstehen könnte und diese damit der Gefahr eines elektrischen Schocks ausgesetzt werden könnten.

5.3.1.2 Schaum

Schaum wirkt begrenzt wärmeabsorbierend und sollte normalerweise nicht zum Kühlen eingesetzt werden.

5.3.2 Löschmittel mit erstickender Wirkung

5.3.2.1 Schaum

Die Hauptlöschwirkung von Schaum ist das Ersticken der Flammen. Schaum besteht aus vielen kleinen Blasen, deren spezifische Schwerkraft größer ist als die von Öl oder Wasser und die sich über der Oberfläche der brennenden Flüssigkeit ausbreiten und eine geschlossene Schaumdecke bilden. Eine gute Schaumdecke dichtet gegen entflammbare Dampfschwaden ab, bewirkt eine leichte Abkühlung der Brennstoffoberfläche durch Wärmeabsorption, trennt die Brennstoffoberfläche von der Sauerstoffzufuhr und die entflammbare Dampfschicht von anderen Zündquellen (z. B. Flammen oder extrem heiße Metalloberflächen) und verhindert damit die Verbrennung. Eine gute Schaumdecke hält Wind und Zugluft sowie Hitze und Flammenaufprall stand und schließt sich wieder, wenn die Oberfläche unterbrochen oder gestört ist. Schaum ist ein elektrischer Leiter und sollte nicht bei stromführenden Elektroanlagen eingesetzt werden.

Es gibt verschiedene Arten von Schaummitteln. Dazu gehören Standardprotein-, Fluorproteinschaummittel und synthetische Mittel. Die synthetischen Schaummittel werden unterteilt in wasserfilmbildende Schaummittel (AFFF) für den normalen Gebrauch und oberflächenaktive Kohlenwasserstoffschaummittel in Verbindung mit Alkohol und Brennstoffen, die mit großen Mengen Alkohol gemischt sind. Normalerweise werden Protein-, Fluorprotein- und wasserfilmbildende Schaummittel mit einem Anteil von 3 – 6 Vol.-% in Wasser verwendet. Die oberflächenaktiven Kohlenwasserstoffschaummittel werden mit einem Anteil von 1 - 6 Vol.-% verwendet.

Alkoholbeständige wasserfilmbildende Schaummittel erzeugen eine physikalische Polymer trennschicht zwischen der Schaumdecke und der Brennstoffoberfläche. Wasser-schichtbildende Schaummittel unterdrücken Kohlenwasserstoffbrände der Klasse B (Diesel, Benzin, Kerosin usw.) und Brände von polaren mit Lösungsmittel/Wasser mischbaren Kraftstoffen (Alkohole (z. B. Methanol, Ethanol), Ketone (z. B. MTBE / ETBE-Produkte)). Außerdem unterdrücken alkoholbeständige AFFF die gefährlichen Dämpfe, die durch Brennen oder Überlaufen dieser Materialien austreten.

Leichtschaum aus oberflächenaktiven Kohlenwasserstoffmitteln hat eine Verschäumungszahl von ungefähr 200:1 bis 1000:1. Ein Schaumgenerator, stationär oder mobil, sprüht die Schaumlösung auf ein feinmaschiges Netz, durch das Gebläseluft zugeführt wird. Die Einsatzmöglichkeiten von Leichtschaum sind begrenzt. Der Haupteinsatzort ist in geschlossenen Räumen, die schnell zu füllen sind und in denen das Feuer durch Verdrängen der freien Luft in dem Raum gelöscht wird. Leichtschaum eignet sich i.d.R. nicht für den Außenbereich, da er nicht auf eine brennende, nicht eingegrenzte heiße Lache geworfen werden kann und schon bei leichtem Wind schnell zerfällt.

Leichtschaumanlagen werden durch den neu entwickelten "Heißschaum" aufgewertet und inzwischen verstärkt auf Tankschiffen anstelle von Halon eingesetzt.

Mittelschaum hat eine Verschäumungszahl von ungefähr 15:1 bis 150:1. Der Schaum besteht aus den gleichen Konzentrationen wie Leichtschaum, benötigt aber kein Gebläse zur Luftbegasung. Mit tragbaren Schaumlöschgeräten können beträchtliche Schaummengen auf brennende Lachen aufgebracht werden, die Wurfweite ist jedoch begrenzt und der Schaum löst sich bei geringem Wind auf.

Schwerschaum hat eine Verschäumungszahl von ungefähr 3:1 bis 15:1. Er besteht aus proteinhaltigen oder synthetischen Konzentraten und kann mit Hilfe stationärer Überwachungsgeräte oder beweglicher Schaumapplikatoren bei Bränden von Lachen oder Tanks eingesetzt werden. Er hat eine große Wurfweite und ist windbeständig.

Schaumapplikatoren sollten nie direkt auf das brennende Flüssiggas gerichtet werden, bevor das Wasser in der Anlage nicht klargestpült ist.

Der Schaum darf nicht mit elektrischen Anlagen in Berührung kommen.

Die verschiedenen Schaummittel sind grundsätzlich nicht miteinander kompatibel und sollten bei der Lagerung nicht vermischt werden. Einige Schaummittel jedoch, die aus diesen Konzentraten getrennt hergestellt wurden, sind kompatibel, wenn sie nacheinander oder gleichzeitig zur Brandbekämpfung eingesetzt werden. Die meisten Schaummittel können mit konventionellen Schaumgeneratoren, die für die Herstellung von Proteinschäumen geeignet sind, hergestellt werden. Die Anlagen sollten gründlich durchgespült und gereinigt werden, bevor ein anderes Mittel eingesetzt wird, da die synthetischen Schaummittel Ablagerungen lösen und die Dosiereinrichtungen blockieren können.

Einige Schaummittel aus Konzentraten sind kompatibel mit Trockenlöschmitteln und eignen sich für einen kombinierten Einsatz. Der Grad der Kompatibilität zwischen den verschiedenen Schaummitteln und zwischen verschiedenen Schaummitteln und Trockenlöschmitteln variiert und lässt sich durch entsprechende Tests ermitteln.

Die Kompatibilität der Schaumverbindungen ist ein Faktor, der zu berücksichtigen ist, wenn gemeinsame Aktionen mit anderen Feuerlöschgeräten angedacht sind.

Schaummittel können mit der Zeit in Abhängigkeit von den Lagerungsbedingungen verderben. Werden sie bei hohen Temperaturen und in Kontakt mit Luft gelagert, führt das zur Bildung von Schlamm und Ablagerungen. Das kann die Löschleistung des expandierten Schaums beeinträchtigen. Deshalb sollten regelmäßig Schaummittelprouben zur Überprüfung und Bewertung an den Hersteller eingeschickt werden.

5.3.2.2 Kohlendioxid

Kohlendioxid ist ein wirkungsvolles Löschmittel mit erstickender Wirkung bei der Bekämpfung von Bränden in geschlossenen Räumen, in denen diese sich nicht so stark ausbreiten können und das Personal schnell evakuiert werden kann (z. B. Maschinenräume, Pumpenräume und elektrische Schalträume). Kohlendioxid ist relativ unwirksam am offenen Deck oder im Bereich von Anlegestellen.

Kohlendioxid führt nicht zur Beschädigung von empfindlichen Maschinen und Geräten und kann als Nichtleiter sicher bei stromführenden Elektroanlagen eingesetzt werden.

Da die Möglichkeit der Erzeugung statischer Elektrizität besteht, sollten Kohlendioxide nicht in einen Raum mit einer ungezündeten, entflammbaren Atmosphäre eingeblasen werden.

Kohlendioxid ist ein Stickgas und lässt sich nicht visuell oder durch Geruch feststellen. Deshalb sollte das gesamte Personal evakuiert werden, bevor Kohlendioxid abgelassen wird. Niemand sollte dann die gesperrten oder teilweise gesperrten Räume, in die Kohlendioxid abgelassen wurde, unbeaufsichtigt und ohne Schutz durch entsprechende Atemschutzgeräte oder Rettungsleine betreten. Behältergeräte sollten nicht verwendet werden. Der Raum, der mit Kohlendioxid geflutet wurde, muss komplett gelüftet und auf ausreichend Sauerstoff geprüft werden, bevor er mit einem Atemschutzgerät betreten werden darf.

5.3.2.3 Dampf

Dampf ist zum totalen Erstickten des Feuers ungeeignet, was auf die wesentliche Verzögerung zurückzuführen ist, die auftreten kann, bevor genügend Luft aus einer Umhüllung verdrängt wurde, um die Atmosphäre unbrennbar zu machen. Dampf sollte aufgrund der möglichen Erzeugung statischer Elektrizität nicht in Räume mit einer ungezündeten, entflammbaren Atmosphäre eingeblasen werden. Dampf kann jedoch wirksam bei Bränden an Flanschen oder ähnlichen Teilen eingesetzt werden, wenn er über eine lanzenartige Düse direkt auf die undichte Stelle des Flansches oder der Verbindung oder an einer Lüftungsöffnung o.ä. abgelassen wird.

5.3.2.4 Sand

Sand ist als Löschmittel relativ ineffektiv und wird nur bei kleinen Bränden auf festen Oberflächen eingesetzt. Er dient hauptsächlich zum Trocknen von kleinen Lachen.

5.3.3 Flammschutzmittel

Brandhemmer sind Stoffe, die chemisch in den Verbrennungsprozess eingreifen und dadurch die Flammen löschen. Kühlen und Entfernen des Brennstoffs sind jedoch auch erforderlich, um ein Wiederentzünden zu verhindern.

5.3.3.1 Löschpulver

Löschpulver als Brandhemmer sind Stoffe, die chemisch in den Verbrennungsprozess eingreifen und dadurch die Flammen löschen. Löschpulver haben eine geringe Kühlwirkung; daher ist es zur Verhinderung einer Wiederezündung durch heiße Metalloberflächen wichtig, den Brennstoff zu entfernen oder mit Wasser zu kühlen.

Bestimmte Arten von Löschpulvern können zu einem Zerfallen der Schaumdecke führen; daher sollten nur Löschpulver in Verbindung mit Schaum verwendet werden, die als schaumverträglich gekennzeichnet sind.

Löschpulver können mit einem Feuerlöscher, einer Schlauchtülle, einem Regler am Löschfahrzeug oder einer stationären Düsenanlage als frei schwebende Wolke ausgelassen werden. Sie eignen sich am besten für die Bekämpfung eines Brandes, der durch eine Öllache entstanden ist, und ermöglichen ein schnelles Löschen der Flammen; sie können auch in gesperrten Räumen eingesetzt werden, in denen ein Schutz vor Einatmen von Pulver erforderlich sein kann. Sie eignen sich vor allem für brennende Flüssigkeiten, die aus Rohrleitungen und Verbindungen ausgelaufen sind. Es handelt sich dabei um Nichtleiter, die sich auch für Elektrobrände eignen. Das Mittel wird direkt auf die Flammen aufgetragen.

Löschpulver werden klumpig und unbrauchbar, wenn sie beim Lagern oder Füllen der Feuerlöscher feucht werden.

Löschpulver neigen dazu, sich durch Schütteln zu setzen und zu verdichten. Zur Wartung sollte auch ein Plan gehören, nach dem die Feuerlöscher auf den Kopf gestellt und gerollt werden, um die Rieselfähigkeit des Löschpulvers zu erhalten.

5.3.3.2 Verdampfende Flüssigkeiten

Verdampfende Flüssigkeiten haben wie Löschpulver eine flammhemmende und ebenso leicht erstickende Wirkung.

5.4 Brandmeldeanlagen

Empfohlen werden stationäre Brandmeldeanlagen zusammen mit einer Meldezentrale, die regelmäßig überprüft werden sollten. Siehe auch Kapitel 8 und Kapitel 19.

5.5 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Für den Einsatz von Gasfeuerlöschanlagen werden die folgenden Vorsichtsmaßnahmen empfohlen:

- Das gesamte Personal ist aus dem Raum, in dem es brennt, zu evakuieren.
- Vor Inbetriebnahme der Anlage müssen alle Ventilatoren abgeschaltet werden.
- Alle Lufteintrittsöffnungen müssen geschlossen werden.

Es ist zu beachten, dass stationäre Gasfeuerlöschanlagen nur einmal verwendet werden können.

Nach dem Löschen des Feuers vor Öffnen des Raums genug Zeit vergehen lassen. Es ist zu beachten, dass sobald wieder Luft in den Raum geführt wird, eine Wiederezündung des Feuers möglich ist.

Nach dem Einsatz von stationären Gasfeuerlöschanlagen werden die folgenden Vorsichtsmaßnahmen empfohlen:

- Vor Betreten des Raums ist für eine ausreichende Lüftung zu sorgen.
- Die Sauerstoffkonzentration sollte geprüft werden.
- Es ist zu prüfen, ob große Mengen an toxischen Gasen vorhanden sind.
- Die Verfahren zum Betreten von geschlossenen Räumen müssen eingehalten werden.

Die Tankschiffbesatzung sollte die stationären Löschanlagen kennen und der Einsatz entsprechend geschult werden; die Anlagen sollten regelmäßig geprüft werden. Die Anlage sollte regelmäßig durch eine kompetente und zugelassene Firma geprüft werden.

Kapitel 6

SICHERHEIT

Binnentankschiffe nutzen zum Be- und Entladen oft Anlagen, an denen der Umschlag von Hochseetankschiffen stattfindet und die somit dem ISPS-Code (International Ship and Port Facility Security) unterliegen. Dieses Kapitel enthält eine kurze Zusammenfassung der Hauptbestimmungen dieses ISPS-Codes.

Darüber hinaus gibt Absatz 6.5 Anleitungen zum Inhalt und Aufbau von Sicherheitsplänen für Binnentankschiffe.

6.1 Allgemein

Internationale Hochseetankschiffe und Terminals, an denen der Umschlag dieser Schiffe stattfindet, sind aufgefordert, Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit auf See zu ergreifen und die Vorschriften des ISPS-Code, Teil A & B, zu befolgen. Auf den Code wird ausführlich in Kapitel XI-2 der „International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)“ eingegangen.

Wichtig für Terminals ist, dass die SOLAS-Konvention hiermit erstmalig auf landseitige Anlagen in Staaten, die der Konvention angehören, Anwendung findet.

Es wird empfohlen, dass alle Hochseetankschiffe und Terminals einen Sicherheitsplan haben, in dem Maßnahmen festgelegt sind, die allen Sicherheitsaspekten, die durch die Einschätzung der Sicherheit herausgearbeitet wurden, gerecht werden. Tankschiffe und Terminals, die sich nicht an die SOLAS-Konvention und den ISPS-Code halten müssen, werden aufgefordert, sich bei der Ausarbeitung ihrer Sicherheitspläne an die darin enthaltenen Vorschriften zu halten.

Es ist möglich, dass die gesetzlichen Vorschriften bestimmte Sicherheitsmaßnahmen für Binnentankschiffe und Terminals vorschreiben. Wenn Binnentankschiffe Terminals und Anlagen ansteuern, für die der ISPS-Code verbindlich ist oder bei denen die Sicherheitsmaßnahmen durch gesetzliche Vorschriften geregelt werden, empfiehlt es sich, diese Maßnahmen auf die Anforderungen des ISPS-Codes abzustimmen, um Sicherheitslücken zu vermeiden.

6.2 Sicherheitseinschätzung

Die Sicherheitseinschätzung für Terminals und Hochseetankschiffe sollte eine Risikoanalyse beinhalten, die alle Aspekte der Betriebsabläufe auf Schiffen und an Terminals berücksichtigt, um feststellen zu können, welche Bereiche davon stör anfälliger und/oder eher Sicherheitsvorfällen ausgesetzt sind. Das Risiko hängt von der Gefahr eines Sicherheitsvorfalls sowie der Anfälligkeit des Ziels und der Folgen des Vorfalls ab. Die Sicherheitsbeurteilung sollte mindestens folgende Punkte umfassen:

- Ermittlung bestehender Sicherheitsmaßnahmen, Verfahren und Aktivitäten an Bord des Tankschiffs oder am Terminal;

- Ermittlung und Einschätzung der Schlüsselanlagen und Infrastruktur, die es zu schützen gilt;
- Vermeintliche Gefahren für das Tankschiff oder Terminal und deren Wahrscheinlichkeit;
- Potentielle Anfälligkeit und Folgen von potentiellen Vorfällen für Tankschiffe, Terminals, Liegeplätze und Tankschiffe an den Liegeplätzen;
- Identifikation von Schwachstellen (z. B. menschliche Faktoren) in der Infrastruktur, den Richtlinien und Verfahren.

6.3 Verantwortlichkeiten im Rahmen des ISPS-Codes

Bei einem Terminal liegt die Verantwortung für den Sicherheitsplan beim Terminalmanagement; sie kann je nach Umständen am Terminal die Ernennung eines Sicherheitsbeauftragten erforderlich machen, der über die notwendigen Fähigkeiten und Qualifikation verfügt, um die volle Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen am Terminal zu gewährleisten.

Bei einem Hochseetankschiff liegt die Verantwortung der Reederei für den Plan beim Sicherheitsbeauftragten der Reederei. Der Kapitän hat jedoch höchste Befehlsgewalt und trifft die Entscheidungen, was den Schutz und die Sicherheit des Tankschiffs betrifft. Der Sicherheitsbeauftragte des Schiffs muss über die notwendigen Fähigkeiten und Qualifikation verfügen, um die volle Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen an Bord des Schiffs gewährleisten zu können. Diese Aufgabe kann der Kapitän übernehmen, obwohl oftmals einer der dienstältesten Offiziere ernannt wird.

6.4 Sicherheitspläne

Der Sicherheitsplan wird in Abhängigkeit von den besonderen Umständen, die durch die Sicherheitseinschätzung, Forderungen nach Einhaltung der SOLAS-Konvention und des ISPS-Codes, örtlichen und nationalen Sicherheitsüberlegungen herausgearbeitet wurden, von Terminal zu Terminal und Hochseetankschiff zu Hochseetankschiff verschieden sein. Der Plan sollte Folgendes beschreiben:

- Sicherheitsorganisation an Bord des Hochseetankschiffs bzw. am Terminal und im Hafen;
- Grundlegende Sicherheitsmaßnahmen für den normalen Betrieb und zusätzliche Maßnahmen für höhere oder niedrigere Sicherheitsstufen bei Änderung der Gefahr, die dem Hochseetankschiff und Terminal gestatten, den Betrieb ohne Verzögerung fortzusetzen;
- Verfahren zur Abstimmung der Sicherheitsmaßnahmen der Hochseetankschiffe und Terminals mit den örtlichen Hafenbehörden, mit anderen Tankschiffen, Terminals und Dockanlagen in der Region und anderen örtlichen Behörden und Organisationen (z. B. Polizei und Küstenwache);
- Regelmäßige Überprüfung des Plans auf Änderungen aufgrund von Erfahrungen oder geänderten Umständen;
- Maßnahmen zur Verhinderung von unbefugtem Zugang zu den Hochseetankschiffen und Terminals und insbesondere Maßnahmen zur Beschränkung des Zugangs zu Risikobereichen des Terminals oder Tankschiffen, wenn diese am Terminal festgemacht sind, sowie Identifikation des Schiffs- und Terminalpersonals (z. B. durch Ausweispapiere oder Namensschilder);

- Maßnahmen, die das Mitführen von unerlaubten Waffen, gefährlichen Substanzen oder Geräten, die für den Einsatz gegen Personen, Tankschiffe oder Terminals gedacht sind, an Bord des Schiffs oder zum Terminal verhindern;
- Maßnahmen im Falle von Sicherheitsgefahren oder Sicherheitsverstößen, wie z. B. Evakuierung.

Bei Hochseetankschiffen wird auf die ICS-Veröffentlichung "Model Ship Security Plan" (Schiffssicherheitsplan Muster) verwiesen. Dieses Muster kann an die Sicherheitsbedürfnisse der einzelnen Tankschiffe angepasst werden.

6.5 Sicherheitspläne für Binnentankschiffe

Der Sicherheitsplan für Binnentankschiffe wird in Abhängigkeit von den besonderen Umständen, die durch die Sicherheitseinschätzung, Forderungen nach nationalen und/oder internationalen gesetzlichen Vorschriften und örtlichen und nationalen Sicherheitsüberlegungen herausgearbeitet wurden, von Schiff zu Schiff verschieden sein. Der Plan sollte mindestens die folgenden Punkte enthalten und beschreiben:

- a) Spezifische Übertragung von Sicherheitsaufgaben an kompetentes Fachpersonal mit der entsprechenden Genehmigung, diese Aufgaben zu erfüllen;
- b) Aufzeichnungen zu den fraglichen Gefahrgütern oder Arten von Gefahrgütern;
- c) Bericht über laufende Betriebsvorgänge und Einschätzung der Sicherheitsrisiken, z. B. erforderliche Unterbrechungen des Transportbetriebs, Aufbewahrung von Gefahrgütern auf dem Schiff, im Tank oder Container vor, während und nach der Fahrt und sofortige temporäre Lagerung von Gefahrgütern im intermodalen Transfer oder beim Umschlag zwischen den Standorten;
- d) Verständliche Erklärung zu den Maßnahmen, die zur Minimierung der Sicherheitsrisiken getroffen werden sollen sowie Angaben zu den Verantwortlichkeiten und Pflichten des Teilnehmers; z. B.
 - Schulung;
 - Sicherheitsrichtlinien (z. B. Reaktion auf höhere Gefahrenbedingungen, Verifizierung neuer Mitarbeiter/Arbeitsverträge usw.);
 - Betriebspraktiken (z. B. Wahl/Nutzung von bekannten Strecken, Zugang zu Gefahrgütern in temporären Zwischenlagern (wie in (c) definiert), Nähe zu gefährdeten Infrastrukturen);
 - Geräte und Mittel, die zur Risikominderung eingesetzt werden sollen;
- e) Effektive und aktuelle Verfahren zum Melden und Bearbeiten von Sicherheitsrisiken, -verstößen oder -vorfällen;
- f) Verfahren zu Bewertung und Prüfung der Sicherheitspläne und Verfahren für regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der Pläne;
- g) Maßnahmen zur Gewährleistung der dinglichen Sicherheit von Transportdaten, die im Sicherheitsplan enthalten sind; und
- h) Maßnahmen zur Gewährleistung dessen, dass die Weitergabe von Informationen, die den Transportbetrieb betreffen und im Sicherheitsplan enthalten sind, auf die Personen beschränkt sind, die diese brauchen.

6.6 Sicherheitserklärung

Gemäß den gesetzlichen Vorschriften des ISPS kann eine Sicherheitserklärung durch das Hochseetankschiff und das Binnentankschiff ausgestellt werden. Die Erklärung enthält ausführliche Angaben zu den gegenseitig vereinbarten Sicherheitsmaßnahmen. Im Folgenden wird der Inhalt einer Sicherheitserklärung an einem Beispiel beschrieben:

Sicherheitserklärung

von einem Schiff und einem anderen Schiff, mit dem es sich an einer Schnittstelle befindet

Name der Hafenanlage oder des Seeschiffes	Name des Binnenschiffs
Heimathafen	Heimathafen
IMO-Nummer	Amtliche Schiffs-Nummer

Diese Sicherheitserklärung ist gültig vom bis
für die folgenden Aktivitäten
..... in den folgenden Sicherheitsstufen

Sicherheitsstufe(n) für die Hafenanlage /
Seeschiff:

--	--

Sicherheitsstufe(n) für das Binnenschiff:

-------	--

Die Hafenanlage / das Seeschiff und das Binnenschiff vereinbaren die folgenden Sicherheitsmaßnahmen und Verantwortlichkeiten (wenn zutreffend), um die Einhaltung der Vorschriften von Teil A des ISPS-Codes zu gewährleisten.

Mit den Initialen des Kapitäns, Schiffsführers oder Sicherheitsbeauftragten des Schiffs unter diesen Spalten wird bestätigt, dass die Maßnahme entsprechend dem betreffenden genehmigten Plan durchgeführt wird durch

Aktivität	Hafenanlage / Seeschiff	Binnenschiff
Gewährleistung der Erfüllung aller Sicherheitspflichten		
Überwachung gesperrter Bereiche, um sicherzustellen, dass nur befugtes Personal Zugang hat		
Kontrolle des Zugangs zum Schiff		
Kontrolle des Zugangs zu dem anderen Schiff		
Überwachung der Bereiche, die das Schiff umgeben		
Überwachung der Bereiche, die das andere Schiff umgeben		
Frachtumschlag		
Lieferung der Schiffsvorräte		
Abfertigung von unbeaufsichtigtem Gepäck		
Kontrolle der Einschiffung von Personen und Auswirkungen		
Gewährleistung, dass die Kommunikation zwischen den Schiffen zu Fragen der Sicherheit funktioniert		

Die Unterzeichner dieser Vereinbarung bescheinigen, dass die Sicherheitsmaßnahmen und Vorkehrungen für beide Schiffe während der genannten Aktivitäten den Bestimmungen von Kapitel XI-2 und Teil A des ISPS-Code entsprechen und diese gemäß den Bestimmungen, die bereits in ihren genehmigten Plänen oder in den speziellen Vereinbarungen, die in dem beigefügten Anhang getroffen wurden, durchgeführt werden.

Ort Datum

Unterzeichnet für und im Auftrag von	
Seeschiff / Hafen:	Binnenschiff:

(Unterschrift des Kapitäns oder Sicherheitsbeauftragten des Schiffes oder der Hafenanlage)

(Unterschrift des Schiffsführers oder Sicherheitsbeauftragten des Schiffes)

Name und Titel des Unterzeichnenden	
Name:	Name:
Titel:	Titel:

Kontaktdaten	
Kapitän:	Schiffsführer:
Sicherheitsbeauftragter des Schiffes:	Sicherheitsbeauftragter des Schiffes:
Reederei:	Reederei:
Sicherheitsbeauftragter der Reederei:	Sicherheitsbeauftragter der Reederei:
Telefonnummer:	Telefonnummer:
Funkkanäle:	Funkkanäle:

TEIL 2

SCHIFFSRELEVANTE INFORMATIONEN

Kapitel 7

BORDSYSTEME

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Systeme an Bord eines Tankschiffs beschrieben, die während des Umschlags- und Ballastierungsvorgangs im Hafen zum Einsatz kommen.

7.1 Stationäre Inertgasanlage

Gegenstand dieses Abschnitts ist die allgemeine Beschreibung der Funktionsweise einer stationären Inertgasanlage (IG), die zur Erhaltung einer sicheren Atmosphäre in den Ladetanks des Schiffs dient. Des Weiteren werden Vorsichtsmaßnahmen beschrieben, mit denen Gefahren für die Gesundheit, die aus Risiken in Verbindung mit dem Betrieb von IG-Systemen resultieren, abgewendet werden sollen. In der Regel wird Stickstoff als Inertgas auf Binnentankschiffen eingesetzt.

Einzelheiten zur Funktionsweise bestimmter Systeme können auch aus den Bedienungshandbüchern des Tankschiffs und den Anleitungen des Herstellers bzw. Einbauzeichnungen entnommen werden.

7.1.1 Allgemein

In der Regel kann Kohlenwasserstoffgas in Öltankern in einer Atmosphäre mit weniger als ungefähr 11 Vol.-% Sauerstoffgehalt nicht brennen. Demzufolge kann der Dampfraum von Ladetanks vor Feuer oder Explosion u.a. dadurch geschützt werden, indem der Sauerstoffgehalt unter diesem Level gehalten wird. Das ist möglich mit Hilfe eines stationären Rohrleitungssystems, durch das Inertgas in die einzelnen Ladetanks geblasen wird, um den Luftgehalt und folglich den Sauerstoffgehalt zu reduzieren und somit eine nicht brennbare Atmosphäre im Tank zu erzeugen.

Siehe Abschnitt 1.2.3 und Abbildung 1.1 für ausführliche Informationen zur Wirkung des Inertgases auf die Entflammbarkeit.

7.1.2 Inertgasquellen

Typische Inertgasquellen auf Binnentankschiffen:

- Ein unabhängiger Inertgas(Stickstoff)-Generator;
- Inertgas (Stickstoff) von Terminalanlagen;
- Inertgas (Stickstoff), das an Bord gelagert wird.

7.1.3 Zusammensetzung und Qualität des Inertgases

Inertgasanlagen sollten in der Lage sein, Inertgas mit einem Sauerstoffgehalt von nicht mehr als 5 Vol.-% in der Inertgashauptleitung bei jeder erforderlichen Durchflussgeschwindigkeit zu liefern und in den Ladetanks jederzeit einen Überdruck bei einer Atmosphäre mit einem Sauerstoffgehalt von nicht mehr als 8 Vol.-% zu halten, wenn der Tank gasfrei sein muss.

Mit einem eingebauten unabhängigen Inertgasgenerator kann der Sauerstoffgehalt auf feinere Grenzwerte geregelt werden, i.d.R. zwischen 1,5 bis 2,5 Vol.-%.

In bestimmten Häfen kann der maximale Sauerstoffgehalt von Inertgas in Ladetanks auf 5 % eingestellt werden, um den besonderen Sicherheitsanforderungen, z. B. Einsatz eines Abgaskontrollsystems, zu genügen.

7.1.4 Verfahren zum Austausch der Tankatmosphäre

Wenn die gesamte Tankatmosphäre gegen ein gleiches Volumen des Inertgases ausgetauscht werden könnte, hätte die resultierende Tankatmosphäre den gleichen Sauerstoffgehalt wie das einströmende Inertgas. Das ist praktisch nicht realisierbar und bevor das gewünschte Ergebnis erreicht werden kann, muss sich in dem Tank ein Inertgasvolumen, das mehreren Tankvolumina entspricht, befinden.

Der Austausch der Tankatmosphäre durch Inertgas kann durch Inertisieren oder Spülen erfolgen. Die Wirkung wird durch zwei unterschiedliche Prozesse, Verdünnung oder Verdrängung, erzielt, wobei jeweils einer der Prozesse in den beiden Verfahren dominiert.

Bei der Verdünnung vermischt sich das einströmende Inertgas mit der ursprünglichen Tankatmosphäre und bildet ein homogenes Gemisch in dem ganzen Tank, so dass mit fortschreitendem Prozess die Konzentration des ursprünglichen Gases immer geringer wird. Es ist wichtig, dass die Einlassgeschwindigkeit des einströmenden Gases ausreicht, um bis zum Tankboden durchzudringen. Um das zu gewährleisten, muss die Anzahl der Tanks, die gleichzeitig inertisiert werden, begrenzt werden. Wenn diese Grenze im Betriebshandbuch nicht klar festgelegt ist, sollte bei dem Verdünnungsverfahren jeweils nur ein Tank inertisiert oder gespült werden.

Die Verdrängung entsteht dadurch, dass Inertgas etwas leichter ist als Kohlenwasserstoffgas und, während das Inertgas im oberen Teil des Tanks einströmt, das schwerere Kohlenwasserstoffgas über entsprechende Rohre am Boden entweicht. Bei diesem Verfahren ist es wichtig, dass das Inertgas eine sehr niedrige Geschwindigkeit hat, um eine stabile horizontale Trennschicht zwischen einströmendem und ausströmendem Gas zu ermöglichen. In der Praxis ist es jedoch unvermeidlich, dass eine gewisse Verdünnung stattfindet, was auf die Verwirbelungen, die in dem Inertgasstrom entstehen, zurückzuführen ist. Nach dem Verdrängungsprinzip können im Allgemeinen mehrere Tanks gleichzeitig inertisiert oder gespült werden.

Unabhängig von dem eingesetzten Verfahren und davon, ob inertisiert oder gespült wird, ist es für die Prüfung der Effizienz des Verfahrens äußerst wichtig, dass Sauerstoff- oder Gasmessungen in verschiedenen Höhen und horizontalen Positionen im Tank durchgeführt werden. Ein Gemisch aus Inertgas und entflammbarem Gas kann, wenn es abgelassen wird und sich mit Luft vermischt, entflammbar werden. Daher dürfen die normalen Sicherheitsvorkehrungen, die beim Ablassen von entflammbaren Gasen aus dem Tank zu treffen sind, nicht vernachlässigt werden.

7.1.5 Regelung der Atmosphäre in Ladetanks

7.1.5.1 Inertgasaktivitäten

Auf Tankschiffen mit einer Inertgasanlage sollten die Ladetanks jederzeit in einem nicht entflammbaren Zustand sein. Daraus folgt:

- Tanks sollten jederzeit in einem inerten Zustand sein, außer wenn sie gasfrei sein müssen für Inspektionen und Arbeiten in den Tanks. Im inerten Zustand sollte z. B. der Sauerstoffgehalt nicht mehr als 8 Vol.-% betragen und die Atmosphäre einen konstanten Überdruck haben.
- Beim Übergang vom inerten in den gasfreien Zustand ist darauf zu achten, dass kein entflammbarer Zustand in der Atmosphäre im Tank entsteht. Praktisch bedeutet das, dass, bevor ein Tank entgast wird, dieser mit Inertgas gespült werden muss, bis der Kohlenwasserstoffgehalt der Tankatmosphäre unterhalb der kritischen Verdünnungslinie (GA-Linie in Abbildung 1.1) liegt.

7.1.5.2 Wartung der Inertgasanlage

Der Schutz, den eine Inertgasanlage bietet, hängt von der ordnungsgemäßen Funktionsweise und Instandhaltung des gesamten Systems ab.

Um eine ordnungsgemäße Funktionsweise und Instandhaltung der Inertgasanlage gewährleisten zu können, empfiehlt sich eine enge Zusammenarbeit zwischen Deck- und Motorbereich. Besonders wichtig ist es zu gewährleisten, dass die Rückschlagventile, insbesondere die Absperr- und Ablassventile, richtig funktionieren, damit die Produktgase oder Flüssigkeiten nicht in die Maschinenräume zurückströmen können.

Als Nachweis dafür, dass die Inertgasanlage voll funktionstüchtig und in einwandfreiem Arbeitszustand ist, sollte an Bord ein Prüfprotokoll für die Inertgasanlage einschließlich der Mängel und Mängelbeseitigung geführt werden.

7.1.5.3 Verschlechterung der Inertgasqualität

Das Schiffspersonal sollte erhöhte Wachsamkeit zeigen, wenn sich die Inertgasqualität in den Tanks infolge einer unsachgemäßen Handhabung der Inertgasanlage verschlechtert. Zum Beispiel:

- Kein schnelles Nachfüllen des Inertgases, wenn der Systemdruck aufgrund nächtlicher Temperaturänderungen fällt;
- Längeres Offenhalten der Tanköffnungen beim Messen, Entnehmen von Proben und Eintauchen von Gegenständen.

7.1.6 Einsatz bei Ladetankaktivitäten

Bevor die Inertgasanlage in Betrieb genommen wird, sollten die Tests, die im Bedienungshandbuch oder in den Anleitungen des Herstellers verlangt werden, durchgeführt werden. Wird ein fest eingebautes Sauerstoffanalyse- oder Aufzeichnungsgerät verwendet, sollten die Geräte auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Auch tragbare Geräte zur Messung des Sauerstoffs und der Explosionsgrenzen sollten vorbereitet und geprüft werden.

7.1.6.1 Inertisierung von leeren Tanks

Bei der Inertisierung von gasfreien Tanks, z. B. nach einem Werftaufenthalt oder nach Betreten eines Tanks, erfolgt die Begasung mit Inertgas über das Verteilungssystem, während die Luft im Tank in die Atmosphäre abgelassen wird. Dieser Vorgang dauert so lange, bis der Sauerstoffgehalt im ganzen Tank nicht mehr als 8 Vol.-% beträgt. Danach wird das Sauerstoffniveau nicht mehr steigen, wenn der Überdruck mit Hilfe der Inertgasanlage, die im Bedarfsfall zusätzlich Inertgas zuführt, konstant gehalten wird.

Ist der Tank nicht gasfrei, sollten die in Abschnitt 7.1.6.8 angeführten Vorsichtsmaßnahmen gegen statische Elektrizität durchgeführt werden, bis sich der Sauerstoffgehalt des Tanks auf 8 Vol.-% verringert hat.

Bei Inertisierung aller Tanks sollten diese zusammen mit der Inertgashauptleitung und der Inertgasanlage mit einem Mindestüberdruck beaufschlagt werden. Wenn einzelne Tanks von einer gemeinsamen Leitung getrennt werden müssen (z. B. zum Zwecke der Produktintegrität), sollten die getrennten Tanks mit alternativen Einrichtungen zur Erhaltung einer Inertgasdecke versehen werden.

7.1.6.2 Befüllen der Tanks mit Beförderungsgut oder Ballast in inertem Zustand

Beim Befüllen der Tanks mit Beförderungsgut oder Ballast wird die Inertgasanlage, wenn vorhanden, abgeschaltet und die Tanks werden über das entsprechende Lüftungssystem entlüftet. Nach Abschluss der Lade- und Ballastvorgänge sowie Peilen des Freiraums werden die Tanks geschlossen und die Inertgasanlage wird neu gestartet und wieder mit Druck beaufschlagt. Dann wird das System ausgeschaltet und alle Sicherheitsventile werden gesichert.

Es ist möglich, dass örtliche Vorschriften das Entlüften nach dem Löschen verbieten.

7.1.6.3 Gleichzeitige Ladegut- und Ballastumschlagsaktivitäten

Bei gleichzeitigem Be- und Entladen von Beförderungsgut und/oder Ballast sollte die Entlüftung in die Atmosphäre minimiert oder möglichst ganz vermieden werden. In Abhängigkeit von der relativen Pumpenleistung kann der Druck in den Tanks erhöht oder ein Unterdruck erzeugt werden und somit eine entsprechende Regulierung des Inertgasdurchflusses erforderlich machen, um den Tankdruck in normalen Grenzen zu halten.

Besondere Aufmerksamkeit sollte dem potentiellen Einfluss von freien Oberflächen gelten, wenn Ballastoperationen während des Be- und Entladens durchgeführt werden (siehe Abschnitt 11.2.2).

7.1.6.4 Gasausgleich während des Umschlags von Schiff zu Schiff

Mit Hilfe des Gasausgleichs soll das Freisetzen von Gasen über die Lüftungsöffnungen in die Atmosphäre verhindert und der Einsatz von Inertgasanlagen minimiert werden, wenn die Ladung von Schiff zu Schiff umgeschlagen wird. Als Minimum sollten die folgenden Empfehlungen befolgt werden:

Vor Beginn des Ladungsumschlags:

- Mindestens an einem der Schiffe sollte ein Gerät angebracht werden, mit dem der Sauerstoffgehalt des Gasstroms kontrolliert werden kann.
- Der Sauerstoffgehalt des Gasraums der einzelnen Tanks sollte geprüft werden und weniger als 8 Vol.-% betragen.

Während des Ladungsumschlags:

- Die Inertgasanlage des löschenden Schiffs sollte, wenn vorhanden, funktionsfähig und einsatzbereit sein.
- Beide Schiffe sollten den Druck ihrer Ladetanks überwachen und diesen regelmäßig dem anderen Schiff mitteilen.
- Es ist darauf zu achten, dass keine Luft in die Ladetanks des löschenden Schiffs eintritt.
- Beträgt der Sauerstoffgehalt des Gasstroms mehr als 8 Vol.-%, werden die Umschlagsaktivitäten unterbrochen und erst wieder aufgenommen, wenn sich der Sauerstoffgehalt auf 8 Vol.-% oder weniger reduziert hat.
- Die Ladungsumschlagsquote darf den Nennwert für das Gasregulierungssystem nicht überschreiten.

7.1.6.5 Fahrt mit geladener Fracht

Das Inertgas im Tankfreiraum sollte während der Fahrt mit geladener Fracht jederzeit Überdruck haben, um ein mögliches Eindringen von Luft zu verhindern (siehe auch Abschnitt 7.1.5.3). Fällt der Druck unter den festgesetzten unteren Druckpegel oder Alarmpegel, muss die Inertgaszufuhr eingeschaltet werden, um einen adäquaten Druck in dem System wiederherzustellen.

Ein Druckverlust ist i.d.R. auf Leckagen an Tanköffnungen und fallende Luft- und Wassertemperaturen zurückzuführen. In den letztgenannten Fällen ist es umso wichtiger sicherzustellen, dass die Tanks gasdicht sind. Gasleckagen lassen sich normalerweise leicht am Geruch erkennen; es müssen alle Anstrengungen unternommen werden, um die Leckagen an den Tankkluken, Deckeln der Tankfreiräume, Öffnungen für Tankwaschanlagen, Ventilen usw. zu entfernen.

Leckagen, die nicht behoben werden können, sollten gekennzeichnet und eingetragen werden, damit sie bei der nächsten Ballastfahrt oder bei einer anderen passenden Gelegenheit abgedichtet werden können.

Bestimmte Ölprodukte, vor allem Flugturbinenkerosin und Dieselöl, können während des Aufbereitungs- und Lagerungsprozesses Sauerstoff absorbieren. Dieser Sauerstoff kann später in eine Atmosphäre mit Sauerstoffmangel, wie z. B. der Tankfreiraum eines inertisierten Ladetanks, freigesetzt werden. Wenn auch wenige Fälle, in denen Sauerstoff freigesetzt wurde, registriert wurden, ist es wichtig, das Sauerstoffniveau in den Ladetanks zu überwachen, damit vor dem Entladen die erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden können.

7.1.6.6 Löschen der Ladung aus Tanks in inertem Zustand

Während der gesamten Löschvorgänge muss Inertgas zugeführt werden, um ein Eindringen der Luft in die Tanks zu verhindern. Wenn ein ausreichender Inertgasüberdruck sicher gehalten werden kann, ohne dass ständig Inertgas zugeführt wird, dann kann die Inertgaszufuhr rezirkuliert oder gestoppt werden, vorausgesetzt, dass die Inertgasanlage sofort betriebsbereit ist.

Während des Löschens der Ladung ist es wichtig, den Sauerstoffgehalt der Inertgaszufuhr sorgfältig zu überwachen. Außerdem sollte der Sauerstoffgehalt und Druck der Inertgashauptleitung während des Löschvorgangs überwacht werden. Maßnahmen, die im Falle einer Störung der Inertgasanlage während des Löschens von inertem Tanks erforderlich sind, sind in Abschnitt 7.1.12 beschrieben.

Wenn manuelles Peilen des Füllstands in einem Tank erforderlich ist, kann der Druck bei geöffneten Peilöffnungen reduziert werden, es ist jedoch darauf zu achten, dass kein Unterdruck entsteht, da dadurch die Luft in den Tank gezogen werden würde. Um das zu verhindern, kann es notwendig sein, die Fördermenge zu reduzieren; der Löschvorgang sollte sofort gestoppt werden, wenn die Gefahr besteht, dass sich ein Unterdruck in den Tanks bildet.

7.1.6.7 Ballastfahrt

Während einer Ballastfahrt sollten die Ladetanks, die nicht gasfrei sein müssen, in einem inerten Zustand und unter Überdruck bleiben, um das Eindringen von Luft zu verhindern. Sobald der Druck auf den unteren Druckalarmpegel fällt, sollte die Inertgasanlage neu gestartet werden, um den Druck wieder aufzubauen, wobei der Sauerstoffgehalt des zugeführten Inertgases nicht außer Acht gelassen werden darf.

7.1.6.8 Vorsichtsmaßnahmen im Hinblick auf statische Elektrizität

Bei normalem Betrieb verhindert das vorhandene Inertgas das Vorhandensein von entflammbar Gasgemischen in den Ladetanks. Gefährdungen aufgrund statischer Elektrizität können jedoch entstehen, vor allem bei einer Störung der Inertgasanlage. Zur Vermeidung derartiger Gefahren werden die folgenden Maßnahmen empfohlen:

- Bei Ausfall der Inertgasanlage während des Löschens sollten die Arbeiten unterbrochen werden (siehe Abschnitt 7.1.12). Ist Luft in den Tank gelangt, dürfen keine Tauch-, Peil-, Probeentnahme- oder anderen Geräte in den Tank eingeführt werden, ehe nicht mindestens 30 Minuten vergangen sind, nachdem Inertgas eingeblasen wurde. Nach diesem Zeitraum können die Geräte eingeführt werden, wobei Voraussetzung ist, dass alle metallischen Bauteile sicher geerdet sind. Diese Erdungsvorschrift gilt bis fünf Stunden nach Einblasen des Gases.
- Während der erneuten Inertisierung eines Tanks nach Ausfall und Instandsetzung der Inertgasanlage oder während der ersten Inertisierung eines nicht gasfreien Tanks dürfen keine Tauch-, Peil-, Probeentnahme- oder anderen Geräte in den Tank eingeführt werden, ehe sich der Tank nicht in einem inerten Zustand befindet und dies durch Überwachung des Gases, das aus dem zu inertisierenden Tank abgeblasen wird, festgestellt wurde. Falls jedoch die Einführung eines Gasprobeentnahmegäräts in den Tank erforderlich ist, um dessen Zustand feststellen zu können, sollte mindestens 30 Minuten nach Abschluss des Inertgaseinblasens abgewartet werden, bevor das Probeentnahmegärät eingeführt wird. Metallische Bauteile des Probenahmegäräts müssen leitend miteinander verbunden werden und sicher geerdet sein. (Siehe auch Kapitel 3 und Abschnitt 11.8.)

7.1.6.9 Tankreinigung

Vor jeder Tankreinigung muss der Sauerstoffgehalt an zwei Stellen ermittelt werden, einmal ein Meter unterhalb des Decks und dann in der Mitte des Freiraums. An beiden Stellen sollte der Sauerstoffgehalt nicht mehr als 8 Vol.-% betragen. Der Sauerstoffgehalt und Druck des Inertgases, das während des Waschvorgangs zugeführt wird, sollte überwacht werden.

Falls der Sauerstoffgehalt während des Reinigungsvorgangs auf über 8 Vol.-% ansteigt oder die Atmosphäre in den Tanks keinen Überdruck mehr hat, muss der Waschvorgang gestoppt werden, bis wieder zufriedenstellende Bedingungen geschaffen wurden (siehe auch Abschnitt 7.1.12).

7.1.6.10 Spülen

Wenn ein Tank nach dem Reinigen entgast werden soll, empfiehlt es sich, den Tank erst mit Inertgas zu spülen, um den Kohlenwasserstoffgehalt auf 2 Vol.-% oder weniger zu reduzieren. Damit soll sichergestellt werden, dass während der darauf folgenden Entgasung kein Teil der Tankatmosphäre in den Entflammbarkeitsbereich kommt.

Der Kohlenwasserstoffgehalt wird mit einem entsprechenden Messgerät gemessen, das für die Messung des Anteils des entflammbaren Gases in der sauerstoffarmen Atmosphäre ausgelegt ist. Das normale Brenngasanzeigegerät ist für diesen Zweck nicht geeignet (siehe Abschnitt 2.4).

Wird beim Spülen das Verdünnungsverfahren eingesetzt, sollte die Inertgasanlage auf Höchstleistung eingestellt sein, um eine maximale Verwirbelung im Tank zu erzielen. Wird das Verdrängungsverfahren eingesetzt, sollte die Einlassgeschwindigkeit niedriger sein, um eine übermäßige Verwirbelung zu vermeiden (siehe Abschnitt 7.1.4).

7.1.6.11 Entgasung

Bevor mit dem Entgasen begonnen wird, sollte der Tank von den anderen Tanks getrennt werden. Wenn fest eingebaute Gebläse, die mit der Ladungsrohrleitung verbunden sind, zum Gaseinblasen in den Tank verwendet werden, sollte der Inertgaseinlass abgeschaltet werden. Wird das Gebläse der Inertgasanlage zum Ansaugen von Luft in den Tank verwendet, sollten sowohl die Rückleitung zur Inertgasquelle als auch der Inertgaseinlass in den noch inertisierten Tank abgeschaltet werden.

7.1.6.12 Vorbereitung zum Betreten des Tanks

Allgemeine Hinweise zum Betreten von geschlossenen Räumen sind in Kapitel 10 enthalten.

7.1.7 Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen

7.1.7.1 Inertgas an Deck

Unter bestimmten Windbedingungen können die abgeführten Gase wieder nach unten auf das Deck gedrückt werden, und das sogar von speziell ausgelegten Entlüftungsöffnungen. Außerdem können, wenn Gase auf niedrigem Niveau aus den Tankluken, Peilöffnungen oder anderen Tanköffnungen abgelassen werden, die Umgebungsbereiche Gasmengen in schädlichen Konzentrationen und zu wenig Sauerstoff enthalten. Unter diesen Bedingungen sollten alle unwesentlichen Arbeiten eingestellt werden und nur das erforderliche Personal an Deck bleiben, das die entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen durchführt.

Wenn die letzte Ladung, die umgeschlagen wurde, Schwefelwasserstoff enthalten hat, sollten auch Schwefelwasserstofftests durchgeführt werden. Wird ein Gehalt von mehr als 5 ppm festgestellt, dürfen nur Personen an Deck arbeiten, die ein entsprechendes Atemschutzgerät tragen. (Siehe Abschnitt 2.3.6 und 11.1.9.) Es ist jedoch möglich, dass die (inter)nationalen gesetzlichen Vorschriften stringenter sind in Bezug auf den Gehalt und die zu ergreifenden Maßnahmen.

7.1.7.2 Peilen des Freiraums und Inspektion der Tanks über die Tankluken

Der niedrige Sauerstoffgehalt des Inertgases kann schnell zum Erstickten führen. Daher ist darauf zu achten, dass sich keine Personen im Weg des abgelassenen Gases aufhalten (siehe Abschnitt 11.8.3).

7.1.7.3 Betreten des Ladetanks

Das Betreten von Ladetanks ist erst nach deren Entgasung gemäß Abschnitt 7.1.6.10 und 7.1.6.11 zulässig. Die in Kapitel 10 beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen sollten befolgt und das Tragen eines persönlichen Sauerstoffmangelwarngeräts in Erwägung gezogen werden. Wenn das in Abschnitt 10.3 angegebene Kohlenwasserstoff- und Sauerstoffniveau nicht erreicht werden kann, sollte der Zutritt nur in Ausnahmefällen gestattet werden, und wenn es keine praktische Alternative gibt. Es empfiehlt sich, eine gründliche Risikoeinschätzung vorzunehmen und entsprechende Maßnahmen zur Risikominimierung umzusetzen. Zumindest muss das Personal unter solchen Umständen ein Atemschutzgerät tragen (weitere Einzelheiten siehe Abschnitt 10.7).

Ladungs- und Ballasttanks unter Inertgas sollten mit Hilfe von Warnschildern, die neben den Tankluken angebracht sind, gekennzeichnet werden. Beispiele für Warnschilder sind unten gegeben.



7.1.7.4 Nicht zutreffend

7.1.8 Schutz der Ladetanks gegen Über- und Unterdruck

Auf Öltankern gab es schwerwiegende Zwischenfälle, die darauf zurückzuführen waren, dass Ladetanks extremen Über- oder Unterdrücken ausgesetzt waren. Es ist lebensnotwendig, dass die Entlüftungssysteme gründlich geprüft werden, um sicherzustellen, dass sie für die beabsichtigte Aktivität richtig eingestellt sind. Mit Beginn der Aktivitäten sollten weitere Checks erfolgen, um Unregelmäßigkeiten, wie z. B. ungewöhnliche Geräusche beim Entweichen von Gas unter Druck oder beim Öffnen der Überdruck-/Unterdruckventile feststellen zu können. (Nähere Einzelheiten zu den wahrscheinlichen Ursachen von Tanküberdrücken und -unterdrücken und Sicherheitsmaßnahmen, um diese zu vermeiden, sind in Abschnitt 7.2.2 enthalten.)

Das Schiffpersonal sollte klare, unmissverständliche Bedienungsanleitungen erhalten, um das Lüftungssystem ordnungsgemäß managen und kontrollieren zu können, und es sollte die Leistungsfähigkeit des Systems in vollem Umfang verstehen.

7.1.8.1 Nicht zutreffend

7.1.8.2 Überdruck-/Unterdruckventile

Diese Ventile dienen zur Regulierung des Durchflusses von kleinen Mengen der Tankatmosphäre, die auf thermische Schwankungen in dem Ladetank zurückzuführen sind. Überdruck-/Unterdruckventile müssen stets in einem guten, betriebsfähigen Zustand sein und regelmäßig geprüft und gereinigt werden.

7.1.8.3 Überdruck/Unterdruckentgasungsvorrichtungen mit voller Durchflussmenge

Inertgasanlagen mit Tank-Absperrventilen können einen sekundären Schutz gegen Überdruck und Unterdruck der Ladetanks mit Hilfe von Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventilen und Unterdruckventilen als Vollstromschutzeinrichtung bieten. Hierbei sollte besonders darauf geachtet werden, dass die Ventile mit dem erforderlichen Druck und den erforderlichen Vakuumeinstellungen funktionieren. Es sollte ein Maßnahmenplan zur Instandhaltung und Prüfung dieser Sicherheitseinrichtungen aufgestellt werden. Ausführliche Informationen hierzu sind in Abschnitt 7.2.1 enthalten.

7.1.8.4 Individuelle Tankdrucküberwachungs- und Alarmsysteme

Bei Inertgasanlagen, die mit Tankabsperrenten ausgerüstet sind, werden mögliche Über- und Unterdrücke der Ladetanks durch individuelle Tankdrucksensoren, die mit einem Alarmsystem verbunden sind, angezeigt. Wenn derartige Anlagen eingesetzt werden, sollte ein Maßnahmenplan zur Instandhaltung und Prüfung der Sensoren und zur Bestätigung, dass die Anzeige korrekt funktioniert, aufgestellt werden.

7.1.9 Nicht zutreffend

7.1.10 Nicht zutreffend

7.1.11 Vorsichtsmaßnahmen für Inertgasanlagen bei kaltem Wetter

Inertgasanlagen können Betriebsstörungen aufweisen, wenn sie extrem kalten Witterungsbedingungen ausgesetzt sind.

7.1.11.1 Kondensation in Inertgasrohrleitungen

Das Rohrleitungssystem muss so ausgelegt sein, dass sich unter normalen Bedienungen kein Ladegut oder Wasser in der Rohrleitung ansammelt. Unter extrem kalten Bedingungen jedoch kann der Wasserrückstand in dem Inertgas in der Inertgasleitung gefrieren. Das Bedienpersonal sollte sich dessen bewusst sein und die Anlage so betreiben, dass der Wasserrückstand so gering wie möglich ist, und den Betrieb der Anlage streng überwachen.

7.1.11.2 Steuerluft

Luftbetätigte Regelventile, die an der Inertgasanlage außerhalb des Maschinenraums angebracht sind, arbeiten möglicherweise nicht korrekt, wenn sie extrem niedrigen Umgebungstemperaturen ausgesetzt sind und die Steuerluft einen hohen Wasserdampfgehalt hat.

Wasserabscheider in Steuerluftanlagen sollten öfter entleert und die Steuerlufttrockner regelmäßig auf Funktionstüchtigkeit geprüft werden.

7.1.11.3 Sicherheitseinrichtungen

Bei extrem kaltem Wetter kann das Eis die Funktion der Überdruck-/Unterdruckventile stören und den Flammenschutz an den Überdruck-/Unterdruckventilen und Steigleitungen blockieren.

7.1.11.4 Nicht zutreffend

7.1.12 Ausfall der Inertgasanlage

Jedes Schiff, das mit einer Inertgasanlage ausgestattet ist, sollte Bedienungshandbücher erhalten, in denen die Funktionsweise, die Sicherheits- und Instandhaltungsanforderungen und die Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz, bezogen auf das installierte System und dessen Anwendung auf die Ladetankanlage, ausführlich beschrieben sind. Das Handbuch muss Anleitungen zu den Maßnahmen enthalten, die im Falle einer Störung oder eines Ausfalls der Inertgasanlage zu treffen sind.

7.1.12.1 Maßnahmen, die bei Ausfall der Inertgasanlage zu treffen sind

Falls die Inertgasanlage nicht mehr in der Lage ist, das Inertgas in der erforderlichen Qualität und Quantität zu liefern oder einen Überdruck in den Ladetanks zu erhalten, müssen sofort Maßnahmen getroffen werden, um zu verhindern, dass Luft in die Tanks gezogen wird. Alle Fracht- und Ballastentladevorgänge an den inertisierten Tanks müssen gestoppt, das Absperrventil am Inertgasdeck geschlossen, das Entlüftungsventil zwischen dem Absperrventil und dem Gasdruckregelventil (wenn vorhanden) geöffnet und sofortige Schritte zur Instandsetzung der Inertgasanlage unternommen werden.

Die Schiffsführer werden daran erinnert, dass die nationalen und örtlichen Vorschriften vorschreiben können, dass der Ausfall einer Inertgasanlage der Hafenbehörde, dem Terminaloperator, der Hafenverwaltung und den Regierungen des Flaggenstaates gemeldet wird.

In Abschnitt 11.8.3.1 sind Anleitungen zu speziellen Vorsichtsmaßnahmen enthalten, die im Falle eines Ausfalls der Inertgasanlage beim Laden von statischen Akkumulatorölen in inertisierte Ladetanks durchzuführen sind.

7.1.12.2 Nicht zutreffend

7.1.12.3 Nachfolgebemaßnahme auf Tankschiffen mit beschichteten Ladetanks

Tankbeschichtungen unterbinden normalerweise die Bildung von Pyrophoren in den Ladetanks von Tankschiffen. Wenn die Instandsetzung der Inertgasanlage als völlig undurchführbar erachtet wird, kann das Entladen fortgesetzt werden, wenn alle Beteiligten ihre schriftliche Zustimmung gegeben haben und vorausgesetzt, dass eine externe Inertgasquelle bereitgestellt wird und ausführliche Maßnahmen aufgestellt werden, um die Sicherheit der Arbeiten zu gewährleisten. Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen sollten getroffen werden:

- Das in Abschnitt 7.1.12 oben erwähnte Handbuch sollte zu Rate gezogen werden.
- Geräte zur Verhinderung eines Flammendurchschlags oder Flammenschutzvorrichtungen (soweit erforderlich) sind positioniert und werden geprüft, ob sie sich in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden.
- Besondere Aufmerksamkeit sollte darauf verwendet werden sicherzustellen, dass die Menge des zugeführten Inertgases im Gleichgewicht mit der Förderleistung ist. In jedem Fall sollte ein Überdruck in den Ladetanks vorsichtig geregelt und überwacht werden, um ein potentielles Öffnen des/der Überdruck-/Unterdruckventile aufgrund des Über- oder Unterdrucks zu verhindern.
- Wasser oder Schmutzwasser im freien Fall ist nicht zulässig.

- Wenn nicht unbedingt erforderlich für die Betriebssicherheit, dürfen Tauch-, Peil-, Probeentnahme- oder andere Geräte nicht in den Tank eingeführt werden. Wenn es erforderlich ist, diese Geräte in den Tank einzuführen, sollte das erst nach Ablauf von 30 Minuten nach Einblasen des Inertgases erfolgen. (Siehe Abschnitt 7.1.6.8 Vorichtsmaßnahmen wegen statischer Elektrizität in Bezug auf Inertgas und Abschnitt 11.8 wegen statischer Elektrizität bei Tauch-, Peil- und Probeentnahmeaktionen).
- Alle metallischen Bauteile eines Geräts, das in den Tank eingeführt werden soll, müssen sicher geerdet sein. Diese Einschränkung gilt bis zu fünf Stunden nach Einblasen des Inertgases.

7.1.13 Instandsetzung der Inertgasanlage

Da Inertgas zum Erstickten führt, muss äußerste Sorgfalt angewendet werden, um zu verhindern, dass das Inertgas in einen geschlossenen oder teilweise geschlossenen Raum entweicht.

Vor Öffnen der IG-Anlage sollte diese möglichst gasfrei gemacht werden und der geschlossene Raum, in dem die Anlage geöffnet wird, sollte belüftet werden, um das Risiko eines Sauerstoffmangels zu vermeiden.

Die Überdruckbelüftung muss vor und während der Arbeiten ständig eingeschaltet bleiben.

7.2 Entlüftungsanlagen

7.2.1 Allgemein

Es ist wichtig, dass Entlüftungsanlagen entsprechend ihrem beabsichtigten Zweck eingesetzt und ordnungsgemäß gewartet werden.

Zur Unterstützung der Verdünnung von entflammenden Dämpfen in der Atmosphäre oberhalb des Schiffsdecks sorgen Entlüftungsanlagen für die Freisetzung der Dämpfe entweder:

- bei niedriger Geschwindigkeit, hoch über dem Deck über eine Entlüftungssteigleitung, wenn vorhanden; oder
- bei hoher Geschwindigkeit über ein Hochgeschwindigkeitsventil, das sich näher am Deck befindet. Dadurch wird die Verdünnung der entflammenden Gase in der Atmosphäre oberhalb des Schiffsdecks begünstigt.

Entlüftungsöffnungen befinden sich an ausgewählten Stellen, um zu verhindern, dass sich eine entflammende Atmosphäre auf dem Tankdeck oder um den Wohn- oder Maschinenraumbereich herum ansammelt (siehe Abschnitt 2.5.4).

Das Schiffspersonal sollte sich mit dem Betrieb und der Instandhaltung aller Bauteile einer Entlüftungsanlage gut auskennen und auch seine Grenzen kennen, um zu verhindern, dass sich Unter- oder Überdrücke in den Tanks bilden, für die die Anlage gedacht ist (Abschnitt 7.2.2 unten).

7.2.2 Tanküberdrücke und Unterdrücke

7.2.2.1 Allgemein

Überdrücke der Ladungs- und Ballasttanks entstehen durch die Verdichtung des Freiraums im Tank infolge einer unangemessenen Freisetzung von Gas oder bei Überfüllen des Tanks. Unterdrücke können entstehen, wenn beim Entladen der Flüssigkeit kein Inertgas oder keine Luft in den Tank gelassen wird. Der resultierende Über- oder Unterdruck im Tank kann zu ernsthaften Verformungen oder zu einem katastrophalen Ausfall der Tankkonstruktion und der peripheren Schottwände des Tanks führen, was die bauliche Integrität des Schiffs ernsthaft gefährden kann, was wiederum Feuer, Explosion oder Schadstoffbelastung zur Folge haben kann. (Siehe auch Abschnitt 7.1.8.)

Bauliche Schäden können auch entstehen, wenn dem Tank kein Inertgas, Dampf oder keine Luft zugeführt wird, während die Flüssigkeit entladen wird. Der resultierende Unterdruck in dem Tank kann zu Verformungen der Schiffskonstruktion führen, was wiederum Feuer, Explosion oder Schadstoffbelastung zur Folge haben kann.

Als Schutz vor Über- oder Unterdrücken der Tanks sollten Eigentümer/Betreiber ernsthaft über folgende Schutzvorrichtungen nachdenken:

- Individuelle Drucksensoren mit Alarmfunktion für jeden einzelnen Tank.
- Individuelle Vollstrom-Überdruck-/Überdruckventile für jeden einzelnen Tank.

7.2.2.2 Ursachen für Tanküberdruck

Überdruck entsteht i.d.R. während der Ballast-, Lade- oder internen Fracht- oder Ballastumschlagsaktivitäten. Er kann eine der folgenden Ursachen haben:

- Überfüllen des Tanks mit Flüssigkeit;
- Unsachgemäße Einstellung des Tankdampf- oder Inertgas-Absperrventils zur Dampf- oder Inertgasleitung;
- Ausfall eines Absperrventils zur Dampf- oder Inertgasleitung;
- Ausfall oder Störung des Entlüftungs- oder Hochgeschwindigkeitsventils;
- Blockierte Flammendurchschlagsicherung oder Flammenschutzvorrichtung;
- Beladen des Tanks mit Fracht oder Ballast bei einer Durchflussleistung, die größer ist als die maximale Entlüftungsleistung (siehe Abschnitt 7.3.3.1.);
- Eisbildung an den Entlüftungsventilen oder Einfrieren der Überdruck-/Unterdruck- oder Hochgeschwindigkeitsventile oder Eisbildung an der Ballastoberfläche (siehe Abschnitt 7.1.11.3.);
- Verengung der Dampfleitungen infolge von Paraffin, Rückstände oder Kalk.

7.2.2.3 Vorsichts- und Abhilfemaßnahmen bei Tanküberdruck

Der Hauptschutz vor Tanküberdruck ist das Festhalten an bewährten Betriebsabläufen. Dazu gehören:

- Bei Tankschiffen ohne Inertgasanlage sollte die Einstellung der Absperrventile an den Dampfleitungen kontrolliert werden. Dieses Verfahren schließt ein, dass die aktuelle Position der Absperrventile aufgezeichnet und verhindert wird, dass sie unsachgemäß oder zufällig aktiviert werden.

Bei Tankschiffen mit Inertgasanlage, wo die Absperrventile an der Zweigleitung zu den einzelnen Tanks angebracht sind, wird empfohlen, diese Ventile "mit Schließmechanismen zu versehen, die der Kontrolle des Schiffsbeauftragten unterstehen". Diese Erklärung ist so zu verstehen, dass die Ventile gesperrt sein müssen, um eine mögliche Änderung der Ventileinstellung zu verhindern, die ohne die Genehmigung des Schiffsbeauftragten für die Freischaltung des Sperrmechanismus am Ventil nicht gestattet ist.

- Es sollte der Stand aller Ventile des Frachtsystems aufgezeichnet und verhindert werden, dass sie unsachgemäß oder zufällig aktiviert werden.
- Die Ventile sollten so eingestellt werden, dass sie die richtige Arbeitsposition haben, und es sollte kontrolliert werden, dass das so bleibt.
- Die Bedienung der Ventile sollte nur auf dazu befugtes Personal beschränkt sein.

Regelmäßige Instandhaltung, Prüfung vor Inbetriebnahme und Kenntnis der Bedienungsperson über Absperrventile, Überdruck-/Unterdruckventile oder Hochgeschwindigkeitsventile kann vor Ausfall während des Betriebes schützen.

Zum Schutz gegen Überdruck während einer zu schnellen Tankbefüllung sollten alle Tankschiffe maximale Füllraten für die einzelnen Tanks haben, die dem Schiffspersonal zu Referenzzwecken zur Verfügung stehen sollten (siehe auch Abschnitt 7.3.3). Die Tanklüftungsventile sollten geprüft werden, um sicherzustellen, dass sie frei sind, wenn die Arbeiten beginnen. Bei Frost sollten sie während des gesamten Betriebs in regelmäßigen Abständen geprüft werden.

Bei Verdacht auf Überdruck im Tank oder in den Tanks erfordert die Situation entsprechende Abhilfemaßnahmen. Das Laden der Flüssigkeit sollte sofort gestoppt werden.

7.2.2.4 Ursachen für Tankunterdruck

Die Ursachen für Unterdruck sind ähnlich wie für Überdruck, d.h.:

- Unsachgemäße Einstellung der Tankabsperrventile zur Dampf- oder Inertgasleitung;
- Ausfall eines Absperrventils an der Dampf- oder Inertgasleitung;
- Ausfall eines der Inertgaszufuhrventile;
- Blockierter Flammenschutz an der Dampfzuleitung;
- Eisbildung an den Entlüftungsventilen der Ballasttanks bei kalten Witterungsbedingungen;
- Entladung und Ballastentladung der Tanks bei einer Durchflussleistung, die größer ist als die maximale Entlüftungsleistung (siehe Abschnitt 7.3.3.1.).

7.2.2.5 Vorsichts- und Abhilfemaßnahmen bei Tankunterdruck

Die Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz vor Unterdruck sind die gleichen, die für Überdruck gelten (siehe Abschnitt 7.2.2.3).

Bei Verdacht auf Unterdruck im Tank oder in den Tanks erfordert die Situation entsprechende Abhilfemaßnahmen. Das Entladen der Flüssigkeit sollte sofort gestoppt werden.

Zur Reduzierung des teilweisen Unterdrucks im Tank kann entweder der Flüssigkeitspegel im Tank gehoben werden, indem Ladegut oder Ballast in den betreffenden Tank aus einem anderen Tank geleitet bzw. gepumpt oder Inertgas oder Luft in den Tankfreiraum eingelassen wird.

Warnhinweise

- Bei Tankschiffen mit Inertgasanlage besteht die Möglichkeit, dass die Qualität des Inertgases durch Entweichen der Luft an den Dichtungen der Tankzugangsstellen beeinträchtigt wird.
- Die Zufuhr von Inertgas in den Tank bei hoher Geschwindigkeit und damit die erneute Überdruckbeaufschlagung des Tanks könnte eine elektrostatische Gefahr mit sich bringen.
- Es empfiehlt sich, beim Messen und bei der Probeentnahme die in Abschnitt 11.8.3 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten.
- Bei Tankschiffen ohne Inertgasanlage, auf denen es nicht möglich ist, den teilweisen Unterdruck durch Anheben des Flüssigkeitspegels zu reduzieren, sollte darauf geachtet werden, dass die Luftströmung nicht Fremdkörper in den Tank schleust, die möglicherweise zündfähig sind, wie z. B. Rost.

7.3 Ladungsumschlag- und Ballastsysteme

In diesem Abschnitt werden die Rohrleitungen und Pumpen beschrieben, mit denen das Ladegut und der Ballast be- und entladen werden. Zum Zwecke dieser Richtlinien wird die Heizanlage für das Ladegut, wenn sie fest montiert ist, als Teil der Frachtanlage angesehen.

7.3.1 Bedienungshandbuch

Die Schiffsbesatzung sollte Zugang zu den aktuellen Zeichnungen und Informationen, die die Ladungsumschlag- und Ballastsysteme betreffen, haben und ein Bedienungshandbuch erhalten, in dem beschrieben ist, wie die Anlagen zu bedienen sind.

Das Ladungsumschlagsystem ist eine der Hauptstellen, an denen es zum Bruch der Frachtsicherheitsbehälter kommen kann. Es ist darauf zu achten, dass Anlageteile nicht unter Überdruck gesetzt oder Stoßbelastungen ausgesetzt werden.

Die Bedienung der Ladungsumschlag- und Ballastanlagen sollte nur durch Personen erfolgen, die sich mit der richtigen Bedienung der Pumpen und dazugehörigen Geräte entsprechend dem Bedienungshandbuch auskennen.

7.3.2 Integrität des Ladungsumschlag- und Ballastsystems

Ladungsumschlag- und Ballastsysteme sind vielen Bedingungen ausgesetzt, die letzten Endes zu einer Störung und damit zu einem ungewollten Austritt von Stoffen aus einem System führen können. Zum Beispiel:

- Verwirbelungen beim Durchfluss, verursacht durch schlechte Leitungsbemessung oder übermäßig hohe Durchflussgeschwindigkeiten und Abrieb durch Feststoffteilchen im Ladegut oder Ballast, können zu lokaler Erosion und Lochfraß in den Leitungen führen.
- Die Hauptrohrleitungen längsschiffs befinden sich normalerweise am Boden der Tanks und auf dem Hauptdeck, wo die Aufbiegung und Durchsenkung des Schiffskörpers, sowie die zyklischen Bewegungen eines Tankschiffs im Seegang am stärksten sind. Diese Bewegungen können zu Schäden an den Rohrverbindungen und zum Durchdringen der Schotte sowie zu lokalen äußeren Schäden an den Rohrbefestigungen führen.

- Umschlag von Ladungen, für die das System nicht ausgelegt ist. Es ist besonders darauf zu achten, dass Schäden an den Ventil- und Pumpendichtungen, die nicht für aggressive Ladungen geeignet sind, vermieden werden.
- Korrosion infolge von Oxidation (Rosten), wenn Rohrleitungssysteme sowohl für Wasser als auch Öl verwendet werden.

Korrosion entsteht vor allem dann, wenn Innenbeschichtungen versagt haben, wobei die Korrosion auf kleine Stellen konzentriert ist. Diese lokale Korrosion kann beschleunigt werden, wenn sich am Boden der Rohre Wasser befindet, zusammen mit Schwefelprodukten aus der Ladung, oder wenn elektrolytische Korrosionszellen gebildet werden, wenn Rohrverbindungen nicht sicher verbunden sind.

Weist das Ladungssystem einen versteckten Mangel auf, zeigt er sich i.d.R. von selbst, wenn das System während des Entladebetriebs mit Druck beaufschlagt wird. Es hat sich in der Praxis bewährt, Ladungsleitungen regelmäßig in Abhängigkeit von der Art der Ladung des Schiffs einer Druckprüfung zu unterziehen. Obwohl diese Druckprüfungen einen Hinweis auf den Zustand des Systems zum Zeitpunkt der Prüfung geben können, sollten sie nicht als Ersatz für regelmäßige externe Prüfungen des Rohrleitungssystems und regelmäßige interne Inspektionen, insbesondere an bekannten Schwachstellen wie Auslaufkrümmern der Pumpen und Sticheleitungsverbindungen verstanden werden.

Weist das Ballastsystem einen versteckten Mangel auf, zeigt er sich i.d.R. von selbst, wenn das System während des Ballastentladebetriebs eingesetzt wird. Die Unfähigkeit, Ballasttanks vollständig zu entladen bzw. zu entleeren, kann zu Stabilitätsproblemen bei Schiffen mit Doppelboden oder Doppelhülle und in manchen Fällen zum Überladen des Schiffs führen.

7.3.3 Ladegeschwindigkeiten

Der Schiffsführer sollte Informationen zu den maximal zulässigen Ladegeschwindigkeiten für die einzelnen Ladetanks erhalten und, wenn Tanks ein gemeinsames Lüftungssystem haben, für jede Lade- oder Ballasttankgruppe erhalten. Diese Forderung zielt darauf ab, dass die Tanks keinen Über- oder Unterdruck haben, wenn die Leistung der Lüftungsanlage einschließlich der installierten sekundären Lüftungseinrichtungen überschritten wird.

Es bedarf auch weiterer Überlegungen, wenn die maximalen Ladegeschwindigkeiten für Öltanker festgelegt werden. Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf Gefahren durch statische Elektrizität und Erosion der Rohrleitungen sind in Abschnitt 7.3.3.2 beschrieben.

7.3.3.1 Entlüftungsvorrichtungen

Die Entlüftungsleistung basiert auf dem maximalen Volumen der Tankladung mit einer Toleranz von ungefähr 25 % zur Berücksichtigung der Gasentwicklung (Dampfzunahme).

Beim Laden von Ladegut mit einem hohen Dampfdruck, kann es zu einer übermäßigen Gasentwicklung kommen, und die Toleranz von 25 % kann sich als ungenügend erweisen. Zu den Maßnahmen, die in Frage kommen, um zu gewährleisten, dass die Leistung des Entlüftungssystems nicht überschritten wird, gehören eine strikte Überwachung der Gasleitungsdrücke auf inertisierten Tankschiffen und die Begrenzung der Ladegeschwindigkeiten auf nicht inertisierten Tankschiffen während des Ladevorgangs. Es wird darauf hingewiesen, dass die Gasmenge zunimmt, wenn der Flüssigkeitspegel im Tank über 80 % beträgt. Bei inertisierten Schiffen sollte strikt auf eine Überwachung der Drücke der Inertgasanlage, insbesondere beim Nachfüllen während der Ladeaktivitäten, geachtet werden.

Beim Berechnen der Ladegeschwindigkeiten sollte eine maximale Entlüftungsgeschwindigkeit von 36 Metern pro Sekunde zugrunde gelegt werden. Diese Durchflussgeschwindigkeit sollte für jeden einzelnen Durchmesser der genutzten Leitung berechnet werden. Die Volumendurchsätze können zusammengefasst werden, wenn eine gemeinsame Entlüftungssteigleitung genutzt wird, die maximale Durchflussgeschwindigkeit sollte jedoch an keiner Stelle des Systems überschritten werden.

7.3.3.2 Durchflussgeschwindigkeiten der Ladeleitungen

In Abhängigkeit vom Ladegut des Tankschiffs müssen eine Reihe von Ladegeschwindigkeiten für jeden einzelnen Ladetank ermittelt werden. Diese Ladegeschwindigkeiten sind abhängig von den maximalen Durchflussgeschwindigkeiten in den Ladeleitungen für verschiedene Produkte und Ladevorgänge. Im Allgemeinen müssen die folgenden Durchflussgeschwindigkeiten für jeden Abschnitt des Ladesystems berechnet werden.

- Ladegeschwindigkeit anhand einer linearen Geschwindigkeit von 1 m/s am Tankeinlass für die anfängliche Ladegeschwindigkeit beim Beladen von nicht inertisierten Tanks mit statischen Akkumulatorenölen;
- Ladegeschwindigkeit anhand einer linearen Geschwindigkeit von 7 m/s für das Beladen von nicht inertisierten Tanks mit statischen Akkumulatorenölen;
- Ladegeschwindigkeit anhand einer linearen Geschwindigkeit von 12 m/s für das Beladen von inertisierten Tanks mit nichtstatischen sowie statischen Akkumulatorenölen. Diese Geschwindigkeit gilt nur als Orientierungsgröße und es wird allgemein davon ausgegangen, dass es bei Überschreiten dieser Geschwindigkeit zur Erosion der Rohrleitungen an den Rohrverbindungen und Krümmern kommen kann.

Wenn mehrere Tanks über eine Sammelleitung geladen werden, kann die maximale Ladegeschwindigkeit durch die Durchflussgeschwindigkeit in der Sammelleitung oder in den Stichleitungen ermittelt werden. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Ventile der einzelnen Ladetanks, die gleichzeitig geöffnet sind, ständig geprüft werden, und dass eine geeignete Ladegeschwindigkeit für den speziellen Ladevorgang berechnet wird.

7.3.3.3 Anstiegsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Ladetank

Kleine Tanks können mit größeren Füll- oder Saugventilen ausgestattet sein als sie normalerweise brauchen, um bestimmte Abläufe, für die sie ausgelegt sind, gewährleisten zu können. In diesen Fällen ist es möglich, dass die Begrenzungsfaktoren der Durchflussgeschwindigkeit des Entlüftungsventils und der Flüssigkeitsleitung für die Ermittlung der maximalen Ladegeschwindigkeit nicht geeignet sind. Dann ist es auch erforderlich, die Anstiegsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Tank zu prüfen, wenn ein Überfüllen vermieden werden soll.

Für die Regelung der Anstiegsgeschwindigkeit der Flüssigkeit in jedem beliebigen Ladetank kann es angebracht sein, die Ladegeschwindigkeit auf maximal 150 mm/min einzustellen, um die Anstiegsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Ladetank zu begrenzen.

7.3.3.4 Ladegeschwindigkeiten für Ballasttanks

Die Ladegeschwindigkeiten für Ballasttanks werden auf die gleiche Weise berechnet wie für Ladetanks, unter Berücksichtigung der Größe der Entlüftungsöffnungen bei einer Entlüftungsgeschwindigkeit von 36 m/s. Die Flüssigkeitsfüllraten können mit Hilfe der Durchflussgeschwindigkeit der Rohrleitung von 12 m/s berechnet werden; und es sollte auch eine ähnliche Anstiegsrate der Flüssigkeit von 150 mm/min geprüft werden, wenn durchführbar.

7.3.4 Überwachung der Leer- und Ballasträume

Leer- und Ballasträume, die sich innerhalb des Bereichs der Ladung befinden, sollten routinemäßig überwacht und auf Leckagen aus angrenzenden Tanks geprüft werden. Zum Überwachen gehören die regelmäßigen Prüfungen der Atmosphäre auf entflammaren Inhalt und die regelmäßige Peilung der Leerräume (siehe auch Abschnitt 11.8).

7.4 Strom- und Antriebssysteme

Wenn ein Tankschiff am Terminal anlegt, sollten seine Hauptmotoren, die Steuerung und anderen Anlagen, die zum Manövrieren des Schiffs wichtig sind, i.d.R. in betriebsbereitem Zustand sein, damit das Schiff bei Eintreten eines Notfalls vom Liegeplatz wegbewegt werden kann. Hinweise zu geplanter Außerbetriebsetzung sind in Abschnitt 22.7.1.1 enthalten.

Ein Terminal kann einen gewissen Grad der Außerbetriebsetzung der Antriebsanlage gestatten, so lange das Schiff längsseits liegt. Das Schiff muss jedoch die Genehmigung des Terminalvertreters oder der örtlichen Behörde einholen, bevor es Maßnahmen durchführen darf, die die Fahrbereitschaft des Schiffs aus eigener Kraft beeinträchtigen.

Liegt ungeplant ein Zustand vor, der zum Verlust der Funktionsfähigkeit, insbesondere der Sicherheitssysteme, führt, sollte dies sofort dem Terminal mitgeteilt werden.

7.5 Nicht zutreffend

7.6 Nicht zutreffend

Kapitel 8

SCHIFFSAUSRÜSTUNGEN

In diesem Kapitel wird die Ausrüstung beschrieben, die an Bord von Tankschiffen zum Feuerlöschen, für Gasmessungen und zu Hebezwecken bereitgestellt wird. Es enthält auch Hinweise auf die Notwendigkeit, Maßnahmen zur Prüfung und Instandhaltung dieser Ausrüstung durchzuführen.

8.1 Feuerlöschgeräte an Bord

8.1.1 Allgemein

Die Anforderungen an die Feuerlöschgeräte an Bord eines Tankschiffs sind in den Regularien des jeweiligen Landes, in dem das Tankschiff registriert ist, festgelegt.

Auf die Aspekte der Brandbekämpfung und die Brandarten wird in Kapitel 5 eingegangen.

8.1.2 Fest installierte Feuerlöschgeräte auf dem Schiff mit Kühlwirkung

Alle Tankschiffe sind mit einem Wasserlöschsystem ausgestattet, das aus Pumpen mit fest eingebautem Wasseranschluss, einer Feuerlöschhauptleitung mit Hydrantenanschlüssen, Löschschläuchen komplett mit Kupplungen und Strahldüsen oder vorzugsweise Strahl/Sprühdüsen besteht. Durch eine genügende Anzahl an Hydranten und entsprechende Positionierung wird gewährleistet, dass jeder Teil des Schiffs mit zwei Wasserstrahlen erreichbar ist.

Bei kaltem Wetter ist darauf zu achten, dass die Feuerlöschhauptleitung und die Hydranten nicht einfrieren, dem durch kontinuierliche Wasserentnahme von den Hydranten über Bord am äußersten Ende der Feuerlöschhauptleitung entgegengewirkt werden kann. Alternativ dazu können alle unteren Stellen der Feuerlöschhauptleitung trocken gehalten werden.

8.1.3 Stationäre Feuerlöschgeräte auf dem Schiff mit Erstickungswirkung

Ein oder zwei Systeme von den unten aufgeführten Erstickungssystemen können an Bord von Tankschiffen installiert werden. (Siehe auch Abschnitt 5.3.)

8.1.3.1 Kohlendioxid-Flutungssystem

Dieses System ist zum Löschen von Feuern in Maschinen-, Kessel- und Pumpenräumen ausgelegt. In der Regel besteht es aus einer Batterie von großen Kohlendioxidflaschen. Das Kohlendioxid wird von der Flaschensammelleitung zu den entsprechenden Stellen mit Zerstäuberdüsen geleitet. Bevor das Kohlendioxid freigesetzt wird, sollte ein Alarm in dem Raum ausgelöst werden, um dem Personal Zeit zu geben, den Raum zu verlassen.

8.1.3.2 Beschäumungsanlagen

Beschäumungsanlagen dienen zum Löschen von Feuern in Laderäumen, an Deck eines Schiffs, in Pumpen- und Maschinenräumen. Die Beschäumungsanlage besteht aus Speicherbehältern mit Schaummitteln. Das Wasser aus den Feuerlöschpumpen nimmt über ein Dosiergerät die richtige Menge Schaummittel aus dem Behälter auf; dann wird die Schaumlösung durch die fest verlegten Zuleitungen zu den Entnahmestellen, stationären Schaummonitoren oder, wenn es sich um Maschinenraumanlagen handelt, zu den festen Dispersionsdüsen gepumpt.

8.1.3.3 Wassernebel

Wassernebelanlagen bestehen aus Hochdruckwasserleitungen und speziellen Nebeldüsen. Durch einen Düsenring um das Innere der Tanköffnung wird das Feuer an der Ladetankluke effektiv erstickt. Einige Tankschiffe sind auch mit stationären Wassernebelanlagen ausgerüstet, die zum Schutz spezieller Teile des Maschinenraums, wie z. B. Heizölaufbereitungsräume, Kesselbefuerungsbühnen, kleine Maschinenbereiche und Pumpenräume, dienen.

8.1.3.4 Wasservorhang

Einige Tankschiffe sind mit einem stationären System ausgestattet, das einen schützenden Wasservorhang zwischen Ladetank und Aufbauten bildet.

8.1.3.5 Inertgasanlage

Die Inertgasanlage dient zur Verhinderung von Bränden und Explosionen an Ladetanks. Es handelt sich dabei um keine stationäre Feuerlöschanlage; sie kann aber im Falle eines Brandes dabei helfen, das Feuer unter Kontrolle zu bringen und Explosionen zu verhindern.

8.1.4 Tragbare Feuerlöschgeräte

Alle Tankschiffe sind mit einer Reihe von tragbaren Feuerlöschgeräten ausgestattet, um den Anforderungen der einschlägigen gesetzlichen Vorschriften zu genügen.

Alle Feuerlöscher sollten sich stets in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden und sofort einsatzbereit sein. Alle Feuerlöschgeräte sollten mindestens einmal im Jahr formal auf ordnungsgemäßen Standort, Ladedruck und Zustand geprüft werden.

Es sollte auch erwogen werden, tragbare Feuerlöschgeräte bereitzustellen, die bei Bränden der Klasse A (siehe Abschnitt 5.2.1) eingesetzt werden können und für den Einsatz an der Sammelleitung des Tankschiffs, wenn es sich im Hafen befindet, bestimmt sind.

8.1.4.1 Arten von tragbaren Feuerlöschgeräten

Neben den Löschschauchtrommeln zum Löschen von Bränden der Klasse A, zu denen brennbare Materialien wie Holz, Papier und Textilien gehören, mit Wasser, sind alle Tankschiffe mit einer Reihe von tragbaren Feuerlöschgeräten ausgestattet. Tabelle 8.1 enthält eine Übersicht über die Arten von Feuerlöschern, die sich wahrscheinlich an Bord eines Tankschiffs befinden, und deren Einsatzmöglichkeiten. Brände der Klasse D sind hauptsächlich der Vollständigkeit halber auch aufgeführt. (Angaben zu den Brandklassen siehe Abschnitt 5.2).

Brandart	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D	Klasse F	
Feuerlöschmittel	Feststoffbrände (z. B. Holz, Papier, Textilien)	Brände von Flüssigkeiten und verflüssigbaren Feststoffen	Gasbrände	Metallbrände (z. B. Magnesium, Titan, Kalium und Natrium)	Speiseöl/Fettbrände in Küchengeräten	Brände von Elektrogeräten
Wasser/Schlauchtrommeln	✓					
Wasser mit Zusatz	✓					
Sprühschaum	✓	✓				
Löschpulver	✓	✓	✓			✓
CO ₂ -Gas		✓				✓
Nasse Chemikalien	✓				✓	
Löschdecke					✓	
Für eine bestimmte Brandart ausgelegt				✓		

Tabelle 8.1 - Löschmittel von tragbaren Feuerlöschern und deren Einsatzmöglichkeiten

8.2 Gasprüfgeräte

8.2.1 Einleitung

Dieser Abschnitt enthält Anleitungen zur Benutzung von Gasmessgeräten, die in Abschnitt 2.4 beschrieben sind.

Das sichere Managen von Betriebsabläufen an Bord eines Tankschiffs hängt oftmals von der Fähigkeit der Besatzung ab, die Zusammensetzung der Umgebungsatmosphäre oder der Atmosphäre in einem geschlossenen Raum zu bestimmen.

Es ist wichtig, dass die Schiffsbesatzung die Anteile an Sauerstoff, entflammbaren und toxischen Gasen in der Atmosphäre misst. Dadurch kann sie feststellen, ob explosive Gemische und toxische Gase vorhanden sind oder ein Sauerstoffmangel besteht, was ein Explosionsrisiko oder eine Gefährdung für das Personal darstellen kann.

Für Tankschiffe, die mit einer Inertgasanlage ausgestattet sind, besteht zusätzlich die Notwendigkeit, den Sauerstoffgehalt des Inertgases zu messen, was zum sicheren Umgang mit Ladetankatmosphären gehört.

8.2.2 Zusammenfassung der Gasprüfungsaufgaben

8.2.2.1 Überwachung der Atmosphäre

Die Außenatmosphäre sollte kontrolliert werden auf:

- Entflammbare Gase bei der Durchführung von Warmarbeiten; (Wichtige Einschränkungen für Warmarbeiten siehe Abschnitt 9.4). Das erfolgt mit Hilfe eines Explosimeters, mit dem das Gas bis zur unteren Explosionsgrenze (UEG) gemessen und der Wert auf der Teilstrichskala in Prozent des Grenzwerts angegeben werden kann.
- Toxische Gase beim Laden von gifthaltigen Ladungen und bei der Entgasung nach der Beförderung solcher Ladungen. Dazu wird ein Gerät verwendet, mit dem toxische Gaskonzentrationen im Bereich der Humantoxizität, i.d.R. auf Teile pro Million kalibriert, gemessen werden können.

8.2.2.2 Überwachung geschlossener Räume

Bevor geschlossene Räume betreten werden dürfen, müssen Messungen durchgeführt werden, um feststellen zu können, ob Kohlenwasserstoffgas vorhanden ist, ein normales Sauerstoffniveau vorherrscht und ggf. toxische Gase vorhanden sind. (Eine genaue Beschreibung der Prüfungen, die vor dem Betreten eines geschlossenen Raumes durchzuführen sind, ist in Abschnitt 10.3 gegeben.)

Die Messung zur Absicherung, dass die Atmosphäre frei von schädlichem Kohlenwasserstoffgas ist, erfolgt mit Hilfe eines Explosimeters, mit dem Gas bis zur unteren Explosionsgrenze (UEG) gemessen und auf der Teilstrichskala als Prozent der unteren Explosionsgrenze (% UEG) angegeben werden kann.

Mit einem Sauerstoffmessegerät wird festgestellt, ob ein normales Sauerstoffniveau von 20,9 Vol.-% in der Luft vorhanden ist.

Besteht die Möglichkeit, dass der zu betretende Raum toxisches Gas enthält, sollte die Atmosphäre auch mit einem Gerät gemessen werden, mit dem sich die toxischen Gaskonzentrationen im Bereich der Humantoxizität, i.d.R. auf Teile pro Million kalibriert, feststellen lassen.

8.2.2.3 Kontrolle der Inertgasatmosphäre

Tankschiffe mit einer Inertgasanlage sollten mit einem Gasmessegerät ausgestattet sein, um die Qualität des Inertgases ermitteln und das Sauerstoffniveau in den Ladetanks messen zu können.

Zur Gewährleistung der Sicherheit der Betriebsabläufe, z. B. Spülen und Entgasen der Ladetanks, wird auch ein Gasanzeigergerät benötigt, mit dem sich der Brenngasanteil bezogen auf das Volumen (Vol.-%) in einer inerten Atmosphäre messen lässt.

8.2.3 Gasmessgeräte

Es wird empfohlen, dass Tankschiffe, die Ladungen befördern, bei denen die Wahrscheinlichkeit besteht, dass sie in einem Laderaum toxische oder entflammbare Gase freisetzen oder einen Sauerstoffmangel auslösen, entsprechende Geräte inklusive ausführlicher Bedienungsanleitungen mit sich führen, mit denen die Gas- oder Sauerstoffkonzentration in der Luft gemessen werden kann.

Das impliziert, dass der Schiffsbetreiber das richtige Gerät für den jeweils erforderlichen Test bereitstellt. Es ist anzumerken, dass die verschiedenen Gasprüffunktionen in einem Multifunktions-Gasmessgerät integriert sein können.

Die Gasmessgeräteausstattung an Bord eines Tankschiffs sollte ein umfassendes, integriertes System sein, das alle erforderlichen, vom Benutzer vorgegebenen Anwendungsfälle bedienen kann. Die Geräte sollten für den jeweiligen Einsatzzweck geeignet sein; es ist Aufgabe des Benutzers, sich mit den speziellen Einsatzmöglichkeiten und Beschränkungen eines jeden Geräts vertraut zu machen.

Die Benutzer von Gasmessgeräten sollten in der ordnungsgemäßen Handhabung der Geräte entsprechend ihren Arbeitspflichten geschult werden.

8.2.4 Alarmfunktionen von Gasmessgeräten

Gasmessgeräte sollten nur mit Alarmfunktionen ausgestattet werden, wenn ein akustisches Warnsignal erforderlich ist, wie z. B. bei einem persönlichen Gaswarngerät. Messgeräte, die zur Ermittlung von numerischen Werten für Gase und Dämpfe vor Betreten von gefährdeten Räumen eingesetzt werden, müssen keine Alarmfunktion haben.

Geräte mit Alarmfunktion sollte so ausgelegt sein, dass der Gerätebenutzer die Alarmsperr- und Aktivierungsfunktion nicht ändern kann. Dadurch soll die Möglichkeit einer unsachgemäßen oder versehentlichen Sperrung der Alarmfunktion ausgeschlossen werden.

Die Verwendung verschiedener Geräte zum Prüfen der Atmosphäre zwecks Zutrittszertifizierung und das Überwachen der Atmosphären mit einem persönlichen Warngerät während des Betretens verringert die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls infolge von Gerätefunktionsstörungen. Daher wird empfohlen, dass das Prüfgerät nicht gleichzeitig als persönliches Alarmgerät während des Betretens verwendet wird.

8.2.5 Probenahmeleitungen

Probenahmeleitungen sollten, so vorhanden, für den vorgesehenen Zweck geeignet und dicht sein gegenüber Gasen, die in der überwachten Atmosphäre vorhanden sind. Sie sollten auch beständig gegen heißes Waschwasser sein.

8.2.6 Kalibrierung

Die Kalibrierung sollte nicht mit den Funktionsprüfungen verwechselt werden (siehe Abschnitt 8.2.7 unten).

Die Genauigkeit der Messgeräte sollte den vom Hersteller genannten Standards entsprechen. Die Geräte sollten bei Erstlieferung ein Kalibrierzertifikat haben, das möglichst auf international anerkannte Standards zurück verfolgbar ist. Deshalb sollte der Kalibrierungs- und Zertifizierungsprozess Bestandteil des Sicherheitsmanagementsystems an Bord sein. Hierbei kann die Kalibrierung an Bord entsprechend den Anleitungen des Herstellers erfolgen; die Geräte können aber auch durch eine anerkannte Prüfstelle an Land regelmäßig kalibriert werden, entweder in bestimmten Intervallen oder während der Überholung des Schiffs oder wenn die Genauigkeit des Geräts nicht mehr der vom Hersteller angegebenen Genauigkeit zu entsprechen scheint.

Die Kalibrierzertifikate enthalten Angaben wie Geräteseriennummer, Kalibrierungsdatum, Kalibriergas oder Kalibrierverfahren sowie einen Hinweis auf die einschlägigen Standards und sollten an Bord aufbewahrt werden.

Messgeräte werden normalerweise mit Hilfe eines Kalibriergases kalibriert, das der Verwendungszweck des Geräts entspricht, wie z. B. Propan oder Butan. Das verwendete Kalibriergas sollte auf dem Gerät vermerkt werden.

Die Verwendung eines ungeeigneten Gases zum Kalibrieren könnte zu fehlerhaften Messwerten während des Einsatzes führen, selbst wenn das Gerät scheinbar korrekt funktioniert.

Die Geräte dürfen nur von Personen auseinandergenommen werden, die für solche Arbeiten qualifiziert sind.

8.2.7 Funktionsprüfungen und Inspektion

Gasmessgeräte sollten entsprechend den Anleitungen des Herstellers geprüft werden, bevor mit den Arbeiten, für die sie gebraucht werden, begonnen wird. Derartige Prüfungen dienen nur dem Zweck der Gewährleistung, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert. Sie sollten nicht mit der Kalibrierung verwechselt werden (siehe Abschnitt 8.2.6 oben).

Die Geräte sollten nur verwendet werden, wenn die fraglichen Prüfungen ergeben, dass das Gerät genaue Messwerte anzeigt und die Alarmfunktionen, wenn vorhanden, entsprechend den voreingestellten Sollwerten ausgelöst werden.

Folgende Funktionsprüfungen sollten ggf. durchgeführt werden:

- Handpumpe
- Verlängerungsrohre
- Dichtigkeit der Anschlüsse
- Batterien
- Gehäuse und Verkleidung

Geräte, die diese Funktionsprüfungen nicht bestehen, sollten neu kalibriert werden, bevor sie wieder in Betrieb genommen werden. Ist das nicht möglich, sollten sie außer Betrieb genommen und eindeutig gekennzeichnet werden, dass sie nicht verwendet werden dürfen.

Es ist wichtig, das Gerät und die Probenahmeleitungen während der Arbeiten gelegentlich auf Dichtigkeit zu prüfen, da die Probe durch eindringende Luft verdünnt wird, was zu falschen Messwerten führt. Dichtigkeitsprüfungen können durch Zusammendrücken des Endes der Probenahmeleitung und Drücken der Saugbirne erfolgen. Der Saugball dürfte sich nicht ausdehnen, so lange die Probenahmeleitung gedrückt bleibt.

Bei längeren Arbeiten sollte der Schiffsbetreiber die Häufigkeit der Funktionsprüfungen festlegen. Die Prüfungs- und Inspektionsergebnisse sollten aufgezeichnet werden.

Diese Abläufe sollten in dem Sicherheitsmanagementsystem dokumentiert werden (siehe Abschnitt 9.2).

8.2.8 Persönliche Wegwerfgasdetektoren

Persönliche Wegwerfgasdetektoren sollten regelmäßig auf korrekte Funktionsweise entsprechend den Empfehlungen des Herstellers geprüft werden.

Wegwerfgasdetektoren könnten nicht neu kalibriert werden und sollten sicher entsorgt werden, wenn die Gültigkeit der Kalibrierung abgelaufen ist. Aus diesem Grund ist es wichtig, das Datum der Inbetriebnahme derartiger Geräte zu notieren, um das Ablaufdatum feststellen zu können.

8.3 Hebezeuge

8.3.1 Inspektion und Wartung

Alle Hebezeuge an Bord, mit denen z. B. Güterumschlagsgeräte und/oder Landgangsstege bewegt werden, sollten mindestens einmal im Jahr geprüft und mindestens alle 5 Jahre einem Belastungstest unterzogen werden, sofern örtliche, nationale oder interne Vorschriften nicht häufigere Prüfungen vorschreiben.

Hebezeuge sind:

- Kräne für Umschlagsschläuche, Lademaste, Bootskräne und Gerüste
- Landgangsstege und zugehörige Kräne und Bootskräne
- Lagerkräne und Bootskräne
- Kettenzüge, Handwinden und ähnliche mechanische Geräte
- Personenlifts und Aufzüge
- Schlingen, Anschlagmittel, Ketten und andere Hilfsmittel.

Alle Geräte sollten durch eine entsprechend qualifizierte Person oder Behörde geprüft werden und die zulässige Tragfähigkeit, die Seriennummer und das Prüfdatum deutlich darauf gekennzeichnet sein.

Es ist Aufgabe des Schiffs zu gewährleisten, dass alle Wartungsarbeiten an den Hebezeugen entsprechend den Richtlinien des Herstellers durchgeführt werden. Routinekontrollen sollten Teil des geplanten Instandhaltungsprogramms des Schiffs sein.

Alle Prüf- und Inspektionsprotokolle sollten in dem Schiffsregister für Hebezeuge erfasst sein. Diese Protokolle sollten den Terminalvertretern zur Einsichtnahme zur Verfügung stehen, wenn das Terminalpersonal an Hebeaktionen mit Hilfe der Schiffstechnik beteiligt ist.

8.3.2 Schulung

Hebezeuge dürfen nur von Mitarbeitern bedient werden, die dafür geschult wurden und nachgewiesen haben, dass sie in der Lage sind, diese Geräte zu bedienen.

Kapitel 9

SICHERHEITS- UND NOTFALL- MANAGEMENT

Die Beteiligten an der Beförderung gefährlicher Güter sind verpflichtet, angemessene Maßnahmen in Abhängigkeit von der Art und dem Ausmaß der vorhersehbaren Gefahren zu ergreifen, um Personen- oder Sachschäden zu vermeiden und, wenn erforderlich, deren Auswirkungen zu minimieren. Zur Kontrolle der Gesundheits- und Sicherheitsaspekte, die mit dem Umschlag gefährlicher Güter verbunden sind, wird ein Sicherheitsmanagementsystem empfohlen, das auf die Minimierung der damit verbundenen Risiken zielt. Bei der Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen kann der ISM-Code für Hochseeschiffe als Muster verwendet werden, falls es keinen äquivalenten Code für die Binnenschifffahrt gibt. Dieses Kapitel enthält Richtlinien für Sicherheitsmanagementsysteme und stellt einen risikoorientierten Ansatz bei der Planung und Durchführung gefährlicher Arbeiten vor.

Die Richtlinien beziehen sich auf Risikoeinschätzungs- und Risikomanagementprozesse und enthalten Informationen zur praktischen Umsetzung dieser Prozesse in Bezug auf Warmarbeiten und andere gefährliche Tätigkeiten an Bord.

Die Sicherheit an Bord der Tankschiffe erstreckt sich auch auf die Tätigkeiten der Vertragspartner und Reparaturteams an Bord. Es werden Fragen des Sicherheitsmanagements der Vertragspartner und Reparaturarbeiten außerhalb der Werft angesprochen.

Zum Schluss werden Hinweise zur Notfallmanagementstruktur und Organisation gegeben, die ein effektives Reagieren auf Notfälle an Bord erleichtern.

9.1 Internationaler Sicherheitsmanagement-Code (ISM-Code)

Alle Tankschiffe im Sinne der SOLAS- und MARPOL-Konventionen mit einer Bruttoreaumzahl von 500 und mehr müssen sich an den Internationalen Sicherheitsmanagement-Code (ISM-Code) halten. Tankschiffe, für die der Code nicht gilt, werden aufgefordert, ein Managementsystem zu erarbeiten, das einen gleichwertigen Standard für einen sicheren Betrieb bietet.

Die Sicherheitsmanagementprozesse im Rahmen des ISM-Code basieren auf Risikoeinschätzungs- und Risikomanagementverfahren. Dieser Ansatz unterscheidet sich wesentlich von früheren Anforderungen, die auf strenge Einhaltung der Vorschriften beruhen.

Der ISM-Code ist ein internationaler Standard für die sichere Organisation und den sicheren Betrieb von Tankschiffen und zur Verhinderung von Umweltverschmutzungen.

Der Code verpflichtet jeden Betreiber eines Tankschiffs,

- für sichere Abläufe im Schiffsbetrieb und eine sichere Arbeitsumgebung zu sorgen;
- Sicherheitsvorschriften für alle identifizierten Risiken aufzustellen;
- ständig die Fähigkeiten der Mitarbeiter im Bereich Sicherheitsmanagement an Land und an Bord zu verbessern und sie auf Notfallsituationen in Bezug auf Sicherheit und Umweltschutz vorzubereiten.

In dem Code wird ein Tankschiff betreibendes Unternehmen definiert und das Unternehmen aufgefordert, ein Sicherheitsmanagementsystem zu verfassen, das bestimmte funktionelle Anforderungen enthalten sollte, insbesondere "Anweisungen und Vorgehensweisen zur Gewährleistung eines sicheren Schiffsbetriebs und zum Schutz der Umwelt".

Der ISM-Code schreibt nicht vor, wie der Schiffsbetrieb zu organisieren ist. Es ist dem Unternehmen überlassen, Elemente des Sicherheitsmanagementsystems zu verfassen, die auf den Betrieb des jeweiligen Tankschiffs abgestimmt sind.

Bei der Abfassung ihres Sicherheitsmanagementsystems werden die Unternehmen aufgefordert, die einschlägigen Publikationen und Richtlinien der Branche zu berücksichtigen.

Das Sicherheitsmanagementsystem sollte herausarbeiten, dass die Be- und Entladevorgänge, darunter auch von gefährlichen Gütern, in die Dokumentation des Unternehmens aufgenommen werden sollen.

9.2 Sicherheitsmanagementsysteme

Das Sicherheitsmanagementsystem ermöglicht eine effektive Umsetzung der Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzrichtlinien des Unternehmens. Das System wird einer regelmäßigen Prüfung unterzogen, um dessen Eignung zu verifizieren und zu bestätigen, dass es effektiv ist die genannten Maßnahmen eingehalten werden.

Obwohl in dem Code eine Reihe von Sicherheitsmanagementfragen aufgegriffen wird, sollte das Unternehmen ein in Inhalt und Form eigenes Sicherheitsmanagementsystem entwickeln. Das Sicherheitsmanagementsystem muss belegen, dass die Organisation der Sicherheit ein akzeptables Niveau hat, um Schiff, Personal und Umwelt zu schützen.

Um das erforderliche Sicherheitsniveau zu gewährleisten, muss das Sicherheitsmanagementsystem alle Aktivitäten, die in dem Schiffsbetrieb eine Rolle spielen, und mögliche Situationen ansprechen, die sich ergeben können und die Sicherheit des Schiffs und Schiffsbetriebs beeinträchtigen würden.

Diese Aktivitäten und Situationen bergen verschiedene Gefahrenstufen für das Schiff, sein Personal und die Umwelt in sich. Eine sorgfältige Einschätzung dieser Gefahren und der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens gibt Aufschluss über den Schweregrad der damit verbundenen Risiken. Dann kommen Risikomanagementtools zum Einsatz, um die sichere Fertigstellung der Arbeiten zu ermöglichen, die Einhaltung des Sicherheitsmanagementsystems sicherzustellen und den für die Verifizierung benötigten Nachweis wie folgt zu erbringen:

- Dokumentierte Richtlinien, Verfahrensweisen und Anweisungen;
- Dokumentation der Verifizierung der täglichen Betriebsabläufe durch den Schiffsbeauftragten, wenn dies für die Gewährleistung der Einhaltung der Vorschriften relevant ist.

Das Endergebnis eines effektiven Sicherheitsmanagementsystems ist ein sicheres Arbeitssystem.

9.2.1 Risikoeinschätzung

Bei der Risikoeinschätzung sollte sorgfältig geprüft werden, was in den Betriebsabläufen zu Schäden führen könnte und ob die Vorsichtsmaßnahmen adäquat sind oder mehr getan werden sollte, um Unfälle und Krankheiten an Bord von Tankschiffen zu minimieren.

Die Risikoeinschätzung sollte zunächst die Gefahren am Arbeitsplatz erfassen und dann signifikante Risiken, die sich aus der Tätigkeit ergeben, aufzeigen. In der Einschätzung sollten bestehende Vorsichtsmaßnahmen zur Risikokontrolle berücksichtigt werden, wie z. B. Arbeitsgenehmigungen, Zutrittsbeschränkungen, Warnschilder, vereinbarte Verfahrensweisen und persönliche Schutzausrüstung. Bei einer Risikoeinschätzung sollten folgende Arten von Fragen beantwortet werden:

Was kann schief gehen?

Identifizierung von Gefahren und Unfallszenarien nebst potentieller Ursachen und Ergebnisse

Wie ernst und wie wahrscheinlich?

Bewertung der Risikofaktoren

Kann etwas verbessert werden?

Identifizierung der Risikokontrollmöglichkeiten zur Reduzierung der erkannten Risiken

Welche Bemühungen gibt es und um wie viel besser wäre das Ergebnis?

Ermittlung des Nutzens und der Effektivität der einzelnen Risikokontrollmöglichkeiten

Welche Maßnahme sollte durchgeführt werden?

Beschreibung der geeigneten Vorgehensweise zur Gewährleistung der Sicherheit unter Berücksichtigung der Gefährdungen, der damit verbundenen Risiken und der Effektivität alternativer Risikokontrollmöglichkeiten.

Zusammenfassend sollte die Risikoeinschätzung gewährleisten, dass Schutz- und Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, die die Risiken, die mit einer Aufgabe verbunden sind, auf ein Maß reduziert, das so niedrig wie vernünftigerweise praktikabel ist.

9.3 Arbeitsgenehmigungssysteme

9.3.1 Allgemein

Während Unternehmen ihre eigenen Verfahrensweisen zum Managen aller Betriebsaspekte und Aufgaben aufstellen, entscheiden sich viele Betreiber dafür, ein Arbeitsgenehmigungssystem in ihr Sicherheitsmanagementsystem zu integrieren, um gefährliche Aufgaben managen zu können.

Das Arbeitsgenehmigungssystem ist ein formelles schriftliches Verfahren, mit dem bestimmte Arten von Arbeiten kontrolliert werden. Es bietet einen risikoorientierten Ansatz in Bezug auf das Sicherheitsmanagement und verlangt von den Mitarbeitern, Risikoeinschätzungen bei der Entwicklung eines sicheren Arbeitssystems vorzunehmen und aufzuzeichnen.

Richtlinien zur Einführung eines Arbeitsgenehmigungssystems sind in einer Reihe von Publikationen, die von Industrieverbänden und nationalen Sicherheitsgremien herausgegeben wurden, enthalten.

Das Arbeitsgenehmigungssystem kann eines oder mehrere der folgenden Dokumente zur Kontrolle gefährlicher Tätigkeiten enthalten:

- Arbeitsanleitungen
- Instandhaltungsverfahren
- Örtliche Verfahren
- Ablaufverfahren
- Checklisten
- Genehmigungen

Die Maßnahmen, die bei der Ausübung einer bestimmten Tätigkeit erforderlich sind, werden in der Risikoeinschätzung festgelegt und in der Arbeitsgenehmigung festgehalten.

9.3.2 Struktur des Arbeitsgenehmigungssystems

Die Struktur des Systems und die damit verbundenen Prozesse sind sehr wichtig dafür, dass das System das erforderliche Sicherheitsniveau und die operative Integrität gewährleistet.

Das Arbeitsgenehmigungssystem sollte folgende Begriffsbestimmungen enthalten:

- Verantwortung des Unternehmens
- Verantwortlichkeiten für alle Mitarbeiter, die mit dem System arbeiten
- Schulung zur Systemanwendung
- Kompetenzmaß für die Mitarbeiter
- Genehmigungsarten und Beantragung
- Zuständigkeitsebenen
- Isolierungsmaßnahmen
- Verfahren zur Erteilung von Genehmigungen
- Verfahren zur Annullierung von Genehmigungen
- Notfallmaßnahmen
- Führen von Aufzeichnungen
- Auditierung
- Systemaktualisierung.

Das System legt die entsprechenden Kontrollen, die zum Managen des mit der jeweiligen Tätigkeit verbundenen Risikos erforderlich sind, und das entsprechende Managementtool, das zum Managen der Tätigkeit fest, wie in Abschnitt 9.3.1 oben beschrieben wird.

Das System verlangt nicht, dass alle Aufgaben formell genehmigt werden müssen. Wichtig ist jedoch, dass die Arbeitsanleitungen, Verfahren oder Genehmigungen, die in Bezug auf die Ausführung der Aufgaben zur Anwendung kommen, der auszuführenden Tätigkeit entsprechen, und dass sich der Prozess zur Erkennung und Bewältigung von Risiken als effektiv erweist.

9.3.3 Funktionsweisen des Arbeitsgenehmigungssystems

Das Arbeitsgenehmigungssystem sollte folgende Schritte enthalten:

- Beschreibung der Aufgabe und Ort der Ausführung
- Identifizierung der Gefährdungen und Risikoeinschätzung
- Gewährleistung der erforderlichen Kompetenz des Personals, das mit der Ausführung der Arbeiten betraut ist
- Definierung der Risikokontrollmaßnahmen mit Angabe zu den Vorsichtsmaßnahmen und der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung
- Festlegung der Kommunikationsverfahren
- Festlegung eines Verfahrens und Beantragung einer Arbeitsgenehmigung
- Einholen der formellen Genehmigung für die Durchführung der Arbeiten
- Einweisung vor Durchführung der Arbeiten
- Vorbereitung der Arbeiten
- Durchführung der Arbeiten bis zur Fertigstellung
- Übergabe des Arbeitsplatzes in einem sicheren Zustand
- Fertigstellung des Prozesses, Aufbewahrung der Aufzeichnungen zu Prüfzwecken.

9.3.4 Arbeitsgenehmigungsformulare

Das Arbeitsgenehmigungsformular soll den Nutzer logisch, detailliert und kompetent durch den jeweiligen Prozess führen. Die Genehmigung ist das Ergebnis gemeinsamer Bemühungen zwischen denen, die die Genehmigung für die Arbeiten erteilen, und denen, die die Arbeiten ausführen. Die Genehmigung sollte gewährleisten, dass alle sicherheitsrelevanten Fragen in vollem Umfang angesprochen werden.

Gestaltung und Inhalt der Arbeitsgenehmigungsformulare werden von den spezifischen individuellen Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems eines Schiffs diktiert; im Allgemeinen beinhalten sie aber das Folgende:

- Art der Genehmigung
- Genehmigungsnummer
- Begleitunterlagen, z. B. Angaben zu Isolierungen, Gasprüfungsergebnissen
- Ort der Arbeiten
- Beschreibung der Arbeiten
- Identifizierung der Gefährdungen
- Notwendige Vorsichtsmaßnahmen
- Erforderliche Schutzausrüstung
- Gültigkeitszeitraum
- Autorisierung zur Arbeit einschließlich Dauer, Bewilligung durch den Schiffsführer oder Abteilungsleiter
- Zustimmung der Personen, die die Arbeiten ausführen
- Managen von Änderungen in Bezug auf Arbeitskräfte oder Bedingungen
- Erklärung zur Fertigstellung der Arbeiten
- Annullierung.

Die Erteilung einer Genehmigung macht den Job an sich noch nicht sicher.

Die Beachtung der Vorgaben einer Genehmigung und Erkennung von Abweichungen von bestimmten Kontrollen oder vorausgesetzten Bedingungen sind sehr wichtig für die sichere Fertigstellung der Arbeiten. Das System sollte auch auf Konflikte zwischen Tätigkeiten, die zeitgleich an Bord des Schiffs auszuführen sind, aufmerksam machen.

9.3.5 Arbeitsplanungstreffen

Arbeitsplanungstreffen sollten abgehalten werden, um sicherzustellen, dass die Betriebsabläufe und Wartungsarbeiten korrekt geplant und gemanagt und alle Tätigkeiten sicher und effektiv ausgeführt werden. Auf diesen Treffen können folgende Themen diskutiert werden:

- Risikoeinschätzungen
- Arbeitsgenehmigungen
- Auflagen zum Sicherheitsabstand und zur Kennzeichnung
- Notwendigkeit von Sicherheitsbriefings, Mitarbeiterbesprechungen vor Ort und korrekte Verfahrensweisen.

Form und Häufigkeit von Arbeitsplanungstreffen sollten den Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems des Unternehmens entsprechen und werden durch die Arbeiten auf dem Schiff vorgeschrieben.

Es kann sich als günstig erweisen, Treffen auf zwei Ebenen durchzuführen, einmal auf Managementebene und dann Treffen, auf denen praktische Fragen in Bezug auf die Durchführung bestimmter Arbeiten angesprochen werden.

9.4 Warmarbeiten

Hinweis: Der folgende Abschnitt zu Warmarbeiten ersetzt nicht die gesetzlichen Verpflichtungen, Warmarbeiten unter Aufsicht und/oder mit Genehmigung der zuständigen Behörde auszuführen. Die Behörden können Prüfungen zur Gasfreiheit vor Ort durch einen amtlich zugelassenen Gutachter anordnen, bevor mit den Warmarbeiten begonnen wird. Es hat sich in der Praxis bewährt, einen amtlich zugelassenen Gutachter für die Prüfungen auf Gasfreiheit vor Ort zu beauftragen, bevor mit den Warmarbeiten begonnen wird.

Es gab eine Reihe von Bränden und Explosionen aufgrund von Warmarbeiten in oder in der Nähe von Ladetanks oder anderen Räumen, die entflammbare Stoffe oder Stoffe, die entflammbare Dämpfe freisetzen, enthalten oder vorher enthalten haben.

9.4.1 Kontrolle der Warmarbeiten

Das Sicherheitsmanagementsystem sollte entsprechende Anleitungen zur Kontrolle von Warmarbeiten enthalten und strikt genug sein, um die Einhaltung dieser zu gewährleisten (siehe Abbildung 9.2). Fehlen diese Anleitungen, wird das eher als Verbot statt als Zustimmung gewertet.

9.4.2 Warmarbeiten im Innern des bezeichneten Raums

Soweit möglich sollte ein Raum, wie z. B. die Maschinenraumwerkstatt, in dem die Bedingungen als sicher erachtet werden, für Warmarbeiten zugelassen und in erster Linie davon ausgegangen werden, dass in diesem Raum Warmarbeiten durchgeführt werden.

Legt das Unternehmen einen solchen Ort fest, sollte dieser auf potentielle Risiken bewertet und die Bedingungen, unter denen Warmarbeiten an diesem Ort durchgeführt werden können, festgelegt werden.

Zu den Bedingungen könnten die Notwendigkeit zusätzlicher Kontrollen und auch die Prüfung der Bedingungen, unter denen die Warmarbeiten in dem zugewiesenen Raum durchgeführt werden dürfen, gehören, wenn sich die Bunker längsseits befinden oder das Schiff vor Anker liegt.

9.4.3 Warmarbeiten außerhalb des zugewiesenen Raums

9.4.3.1 Allgemein

Warmarbeiten außerhalb des zugewiesenen Raums sollten im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems mit Hilfe des Arbeitsgenehmigungssystems kontrolliert werden.

Der Schiffsführer sollte entscheiden, ob die Durchführung von Warmarbeiten gerechtfertigt ist und ob diese sicher durchgeführt werden können. Der Schiffsführer oder der Schiffsbeauftragte muss die erteilte Genehmigung bestätigen, bevor mit den Warmarbeiten begonnen werden kann.

Es sollte überlegt werden, ob nicht aufgrund der Ressourcenbeschränkungen, die i.d.R. an Bord eines Schiffs vorherrschen, jeweils immer nur eine Warmbearbeitung erfolgen soll. Für jede geplante Arbeit und jeden Ort ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich.

Zur Identifizierung der Gefährdungen und Einschätzung der verbundenen Risiken sollte eine Risikoeinschätzung erfolgen. Im Ergebnis wird es eine Reihe von Risikominderungsmaßnahmen geben, die erforderlich sind, um die Arbeiten sicher ausführen zu können.

Die Risikoeinschätzung sollte Gefahren, die Risiken für die Feuerwache darstellen, und Maßnahmen zur Evakuierung in einem Notfall identifizieren. Zur Risikoeinschätzung sollte auch die zusätzliche persönliche Schutzausrüstung gehören, die zur Gewährleistung akzeptabler Risikostufen erforderlich ist.

Es sollte ein schriftlicher Plan zur Durchführung der Arbeiten ausgearbeitet, besprochen und von allen, die Verantwortlichkeiten in Bezug auf die Arbeit haben, gebilligt werden.

In diesem Plan sollten die vor dem Beginn der Arbeiten erforderlichen Vorbereitungsmaßnahmen, die Vorgehensweisen bei der eigentlichen Ausführung der Arbeiten und die damit verbundenen Sicherheitsvorkehrungen definiert werden. Der Plan sollte auch die Person festlegen, die die Arbeiten genehmigt, und die Personen, die für die Ausführung der speziellen Arbeiten zuständig sind, ggf. auch beauftragte Firmen. (Siehe auch Abschnitt 9.7.)

Es sollte ein Schiffsverantwortlicher, der nicht direkt an den Warmarbeiten beteiligt ist, ernannt werden, der dafür zu sorgen hat, dass der Plan befolgt wird.

Die Genehmigung für die Warmarbeiten sollte direkt vor Beginn der Arbeiten erteilt werden. Falls es eine Verzögerung des Arbeitsbeginns gibt, sollten alle Sicherheitsmaßnahmen vor dem tatsächlichen Beginn der Arbeiten noch einmal geprüft und protokolliert werden.

Wenn sich die Bedingungen, zu denen die Genehmigung erteilt wurde, geändert haben, müssen die Warmarbeiten sofort abgebrochen werden. Die Genehmigung sollte zurückgezogen oder für ungültig werden, bis alle Bedingungen und Sicherheitsvorkehrungen geprüft und wiederhergestellt sind, so dass die Genehmigung erneut erteilt oder bestätigt werden kann.

Der Arbeitsbereich sollte sorgfältig vorbereitet und isoliert werden, bevor mit den Warmarbeiten begonnen wird.

Brandschutz- und Feuerlöschmaßnahmen sollten überprüft werden. Entsprechende Feuerlöschgeräte müssen bereitgestellt und aufgebaut werden und sofort einsatzfähig sein.

Für den Bereich der Warmarbeiten und angrenzenden Räume, in denen eine Wärmeübertragung oder zufällige Schäden zu einer Gefährdung führen könnten, z. B. Schäden an den Hydraulikleitungen, Elektrokabeln, Thermoölleitungen usw., müssen Feuerfrüherkennungsverfahren festgelegt werden. Aufgabe des Feuerfrüherkennungssystems ist es, die Arbeiten zu überwachen und Maßnahmen auszulösen, wenn sich Rückstände oder Farbschichten entzündet haben. Effektive Maßnahmen zum Aufnehmen und Löschen von Schweißfunken und geschmolzener Schlacke müssen festgelegt werden.

Die Atmosphäre des Bereichs ist zu prüfen und sollte weniger als 1 % der UEG betragen.

Der Arbeitsbereich muss angemessen und kontinuierlich belüftet und die Überwachungsfrequenz der Atmosphäre festgelegt werden. Die Überwachungszeiten der Atmosphäre und Ergebnisse sollten auf der Genehmigung für Warmarbeiten festgehalten werden.

Wenn es notwendig ist, Warmarbeiten in einem gefährlichen oder explosionsgefährdeten Raum durchzuführen, sollten die Anleitungen in Abschnitt 9.4.4 befolgt werden.

Wenn Warmarbeiten längsseits des Terminals ausgeführt werden sollen, dürfen diese nur entsprechend den einschlägigen nationalen oder internationalen Vorschriften, Hafen oder Terminalvorgaben und nach Vorlage aller notwendigen Genehmigungen genehmigt werden.

Die Absicherung des Arbeitsbereichs und Brandschutzmaßnahmen sollten fortgesetzt werden, bis keine Feuergefahr mehr besteht.

Das Personal, das mit der Ausführung der Arbeiten betraut ist, muss entsprechend geschult sein und über die notwendige Kompetenz verfügen, um die Arbeiten sicher und effektiv ausführen zu können.

In Abbildung 9.1 wird ein Ablaufschema als Anleitung dargestellt. In dem Ablaufschema wird davon ausgegangen, dass die Arbeiten wichtig sind für die Sicherheit oder direkte Funktionsfähigkeit des Tankschiffs und nicht bis zum nächsten geplanten Aufenthalt in einer Reparaturwerft aufgeschoben werden können.

In Abbildung 9.2 wird veranschaulicht, wie die Anleitungen für Warmarbeiten auf einem inertisierten Schiff im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems dargestellt werden können. Das ist nur ein Beispiel für Betreiber, das an die eigenen Anforderungen anzupassen ist.

9.4.3.2 Warmarbeiten in gassicheren Bereichen

Ein geeigneter Bereich für Warmarbeiten außerhalb des Maschinenraums wäre z. B. auf dem Poopdeck hinter dem Wohnbereich und in ausreichendem Abstand zu den Öltankentlüftungsklappen. Dieser Bereich sollte entsprechend gekennzeichnet sein. Alle Arbeiten, die an diesem Ort ausgeführt werden sollen, erfordern eine vollständige Risikoeinschätzung und Vorsichtsmaßnahmen entsprechend Abschnitt 9.4.3.1.

9.4.3.3 Warmarbeiten innerhalb des Maschinenraums

Bei Warmarbeiten innerhalb des Hauptmaschinenraums in Verbindung mit Brennstofftanks und Brennstoffrohrleitungen ist davon auszugehen, dass möglicherweise Kohlenwasserstoffdämpfe in der Atmosphäre und potentielle Zündquellen vorhanden sind.

Warmarbeiten an Schottwänden von Bunkertanks oder im Bereich von 500 mm dieser Schottwände dürfen erst durchgeführt werden, wenn der Tank gereinigt wurde und dem Standard für Warmarbeiten entspricht.

9.4.4 Warmarbeiten in gefährlichen und explosionsgefährdeten Bereichen

9.4.4.1 Allgemein

Gefährliche oder explosionsgefährdete Bereiche sind Orte an Bord oder innerhalb des Terminals, an denen eine explosionsfähige Atmosphäre, wie in Abschnitt 4.4.2 beschrieben, vorhanden sein könnte. In Bezug auf Tankschiffe ist damit effektiv ein Bereich gemeint, der etwas größer ist als das Ladetankdeck und zu dem Ladetanks und Pumpenräume sowie die Atmosphäre ringsherum und darüber gehören. In gefährlichen oder explosionsgefährdeten Bereichen dürfen keine Warmarbeiten durchgeführt werden, bis der Bereich sicher gemacht und der Nachweis dafür erbracht wurde und alle erforderlichen Genehmigungen eingeholt worden sind.

Alle Warmarbeiten in gefährlichen und explosionsgefährdeten Bereichen erfordern eine vollständige Risikoeinschätzung; ebenso sind die Anleitungen in Abschnitt 9.4.3 zu befolgen. Das mögliche Vorhandensein von Kohlenwasserstoffdämpfen in der Atmosphäre und von potentiellen Zündquellen ist auch zu berücksichtigen.

Warmarbeiten in gefährlichen oder explosionsgefährdeten Bereichen dürfen nur ausgeführt werden, wenn das Tankschiff mit Ballast beladen ist. Während der Umschlags- oder Ballastarbeiten und beim Reinigen oder Entgasen, Spülen oder Inertisieren der Tanks sind Warmarbeiten verboten. Wenn die Warmarbeiten zum Zwecke der Durchführung der genannten Arbeiten unterbrochen werden müssen, wird die Genehmigung zurückgezogen oder für ungültig erklärt. Nach Abschluss der genannten Arbeiten müssen alle Sicherheitschecks noch einmal durchgeführt und die Genehmigung neu erteilt oder eine neue Vorgehensweise festgelegt werden.

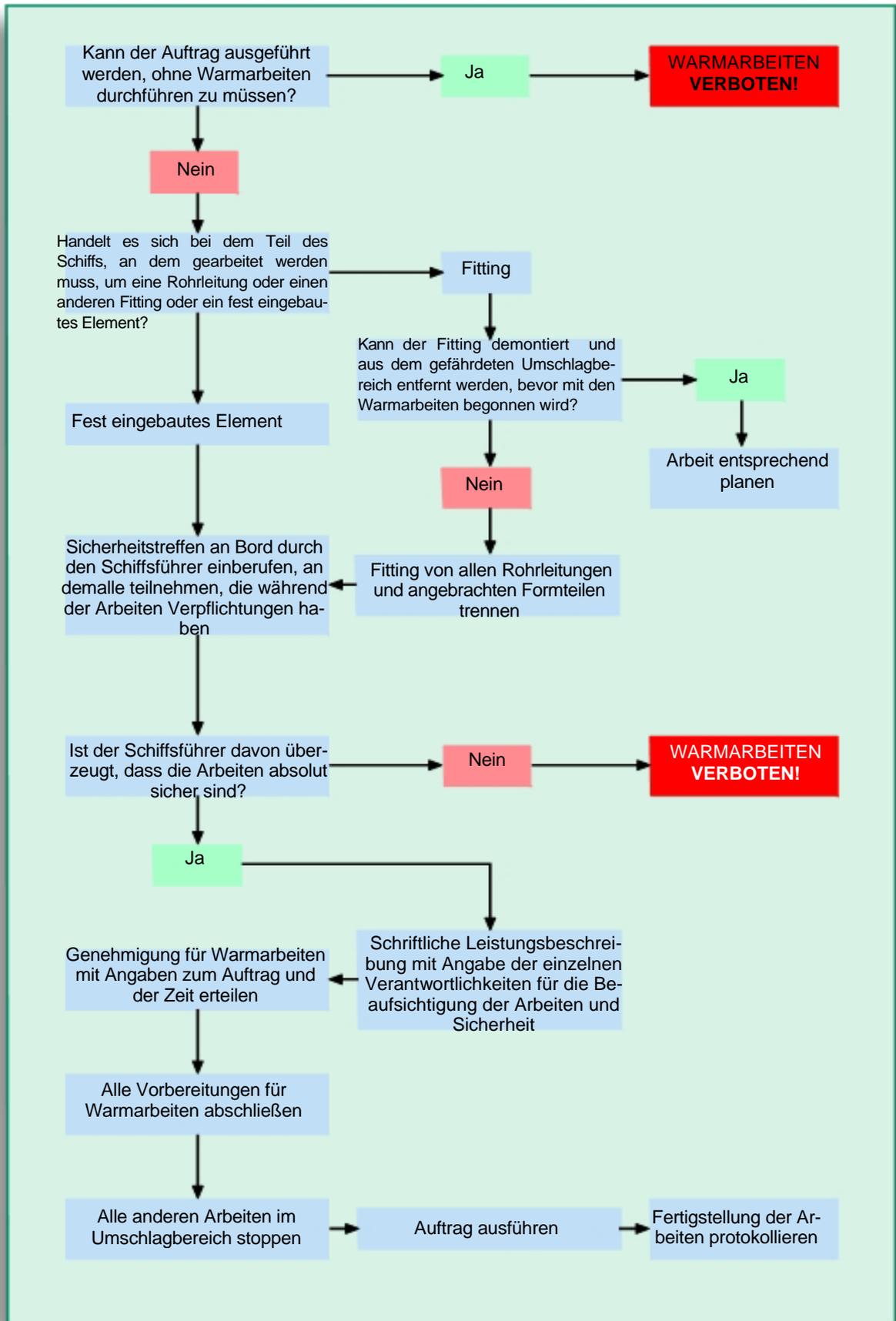


Abbildung 9.1 – Ablaufschema von Warmarbeiten

Arbeitsplatz Mindestanforderungen	Maschinenraumwerkstatt	Andere Abschnitte des nicht gefährdeten Bereichs	Offenes Deck hinter dem Wohnbereich	Geschlossene Räume (außer Pumpenräume)	Hauptdeck (Deckbepankung)	-Arbeiten an Einrichtungen im Hauptdeckbereich	Arbeiten an Ladungsleitungen inkl. Heizschlangen in einem Ladetank	Umschlagpumpenraum	Lade- oder Ballasttanks
Arbeitsplanungstreffen abhalten und Risikoeinschätzung abschließen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arbeiten in vorgegebenem Raum mit Schutzschild und Vorhang	✓								
Angemessene Lüftung	✓	✓		✓			✓	✓	✓
Bestätigung des Schiffsführers oder Beauftragten, dass Arbeiten fortgesetzt werden dürfen	✓								
Tankatmosphäre geprüft und Zutrittsgenehmigung ausgestellt				✓			✓		✓
Tank reinigen und entgasen					✓		✓		✓
Ladetanks spülen und inertisieren auf max. 8 % O ₂ und max. 2 % HC					✓	✓	✓	✓	✓
Arbeiten im Abstand von über 500 mm zum Tankdeck oder zu den Schottwänden ausführen				✓		✓		✓	
Arbeiten im Abstand von über 500 mm zum Öltankdeck oder zu den Schottwänden ausführen			✓	✓		✓		✓	
Örtliche Reinigung entsprechend den Vorgaben durchführen				✓			✓	✓	✓
Alle Verbindungsleitungen spülen und entleeren							✓	✓	✓
Tankventile isoliert							✓	✓	✓
Genehmigung für Warmarbeiten an Bord erteilt		✓							
Genehmigung für Warmarbeiten mit Zustimmung des Unternehmens erteilt			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Genehmigung für Warmarbeiten durch den Schiffsführer oder Schiffsverantwortlichen bestätigt		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abbildung 9.2 - Beispiel für Anleitungen zur Durchführung von Warmarbeiten auf einem inertisierten Tankschiff im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems

Wenn Warmarbeiten das Betreten eines geschlossenen Raums erforderlich machen, empfiehlt es sich, die Verfahrensweise, die in Kapitel 10 für geschlossene Räume beschrieben wird, einzuhalten. Der Raum, in dem Warmarbeiten durchgeführt werden sollen, muss sauber sein und gelüftet werden. Besondere Aufmerksamkeit gilt auch dem Zustand der angrenzenden Räumen.

Angrenzende Heizölbunkertanks können als sicher angesehen werden, wenn die Tests in dem Dampfraum des Bunkertanks Messwerte von weniger als 1 % der UEG ergeben haben. Warmarbeiten an den Schottwänden der Bunkertanks oder im Abstand von bis zu 500 mm von den Schottwänden dürfen nicht ausgeführt werden, es sei denn, der Tank wurde für die Warmarbeiten gereinigt.

Angrenzende Ballasttanks und Räume, außer Ladetanks, müssen geprüft werden, um sicherzustellen, dass sie gasfrei und für Warmarbeiten sicher sind. Stellt sich heraus, dass angrenzende Ballasttanks und Räume Kohlenwasserstoffflüssigkeit oder -dämpfe enthalten, sollten diese gereinigt und entgast oder inertisiert werden.

9.4.4.2 Warmarbeiten in Ladetanks

Der Arbeitsbereich wird gereinigt, indem der ganze Schlamm, die ölgetränkten Ablagerungen, Rückstände und anderen Stoffe, die entflammbare Dämpfe abgeben können, beseitigt werden. Der Umfang der gereinigten Fläche wird anhand der Risikoeinschätzung für die speziellen Arbeiten, die durchgeführt werden sollen, festgelegt. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Rückseite von Rahmen und Schottwänden. Andere Bereiche, die von den Warmarbeiten betroffen sind, wie z. B. der Bereich unmittelbar unterhalb des Arbeitsplatzes, sollten auch gereinigt werden.

Tabelle 9.1 enthält Richtlinien für einen sicheren Abstand der zu reinigenden Bereiche und Mindestanforderungen, die entsprechend dem Ergebnis der Risikoeinschätzung zu ergänzen sind. Der Reinigungsabstand hängt von der Art der durchzuführenden Arbeit und von der Höhe über dem Tankboden ab.

Es sollte in Erwägung gezogen werden, Brandschutzdecken zu verwenden oder den Tank mit einem Wasserboden zu versehen, um zu verhindern, dass herabfallende Funken mit Farbanstrichen in Berührung kommen.

Alle Verbindungsleitungen zu anderen Räumen müssen mit Wasser durchgespült, entleert, gelüftet und von dem Raum, in dem die Warmarbeiten durchgeführt werden sollen, abgeschottet werden. Ladungsleitungen können anschließend inertisiert oder komplett mit Wasser gefüllt werden, wenn dies als notwendig erachtet wird.

Höhe des Arbeitsbereichs	Bedienungsseite			Gegenseite		
	Brennschneiden	Schweißen	Fugen	Brennschneiden	Schweißen	Fugen
0-5 Meter	1,5 m	5,0 m	4,0 m	7,5 m	2,0 m	2,0 m
5-10 Meter	1,5 m	5,0 m	5,0 m	10,0 m	2,0 m	2,0 m
10-15 Meter	1,5 m	5,0 m	7,5 m	15,0 m	2,0 m	2,0 m
> 15 Meter	1,5 m	5,0 m	10,0 m	20,0 m	2,0 m	2,0 m

Tabelle 9.1 - Radius der Bereiche, die in Vorbereitung auf die Warmarbeiten in den Tanks zu reinigen sind

Heizschlangen sollten gespült oder mit Dampf durchgeblasen werden und nachweislich frei von Kohlenwasserstoff sein.

Ein angrenzender Heizölbunkertank kann als sicher angesehen werden, wenn die Tests Messwerte in dem Dampfraum des Bunkertanks von weniger als 1 % der UEG ergeben und es zu keiner Wärmeübertragung durch die Schottwände des Bunkertanks infolge der Warmarbeiten kommt.

Nichtinertisierte Tankschiffe

Der Raum, in dem die Warmarbeiten durchgeführt werden sollen, muss entsprechend dem Standard für Warmarbeiten gereinigt und entgast sein und kontinuierlich gelüftet werden.

Angrenzende Ladetanks, auch wenn diagonal angeordnet, müssen entsprechend dem Standard für Warmarbeiten gereinigt und entgast oder komplett mit Wasser gefüllt werden.

Das gesamte Schmutzwasser sollte entweder vom Tankschiff entsorgt oder in einem geschlossenen, nicht angrenzenden Tank in einem Abstand von mindestens 30 Metern vom Ort der Warmarbeiten sicher aufbewahrt werden. Zu diesem Zweck sollten Tanks, die diagonal angeordnet sind, wie angrenzende Tanks betrachtet werden. Für die Dauer der Warmarbeiten sollte ein nicht angrenzender Schmutzwassertank geschlossen bleiben und sicher von der Inertgashauptleitung und dem Rohrleitungsnetz getrennt sein.

Dampf- und Lüftungsleitungen zu dem Raum sollten auch auf nicht mehr als 1 % der UEG gelüftet und isoliert werden.

Die Möglichkeit der Nutzung externer Inertgasquellen sollte in Erwägung gezogen werden.

Inertisierte Tankschiffe

Der Raum, in dem die Warmarbeiten durchgeführt werden sollen, muss entsprechend dem Standard für Warmarbeiten gereinigt und entgast sein und kontinuierlich gelüftet werden.

Angrenzende Ladetanks, auch wenn diagonal angeordnet, müssen entweder:

- gereinigt und entgast werden, bis der Kohlenwasserstoffdampfgehalt nicht mehr als 1 % der UEG beträgt und bei diesem Niveau gehalten wird; oder
- geleert und gespült werden, bis der Kohlenwasserstoffdampfgehalt weniger als 2 Vol.-% beträgt, und inertisiert werden; oder
- komplett mit Wasser gefüllt werden.

Alle Ladetanks sollten inertisiert und ihre Decköffnungen geschlossen werden.

Wenn Warmarbeiten an der Schottwand eines Ladetanks oder innerhalb von 500 mm von der Schottwand durchzuführen sind, dann sollte der Raum auf der anderen Seite auch entsprechend dem Standard für Warmarbeiten gereinigt werden.

Es sollte in Erwägung gezogen werden, den Inertgasdruck für die Dauer der Warmarbeiten zu reduzieren, um ein unkontrolliertes Lüften zu vermeiden.

Inertgasleitungen zu dem Raum sollten so lange mit Inertgas gespült werden, bis der Kohlenwasserstoffgehalt nicht mehr als 2 Vol.-% beträgt, und danach isoliert werden.

Das gesamte Schmutzwasser sollte entweder vom Tankschiff entsorgt oder sicher in einem nicht angrenzenden Tank, der mindestens 30 Meter vom Ort der Warmarbeiten entfernt ist, getrennt aufbewahrt werden. Zu diesem Zweck sollten Tanks, die diagonal angeordnet sind, wie angrenzende Tanks betrachtet werden. Für die Dauer der Warmarbeiten sollte ein nicht angrenzender Schmutzwassertank geschlossen bleiben und sicher von der Inertgashauptleitung und dem Rohrleitungsnetz getrennt sein.

9.4.4.3 Warmarbeiten im Bereich des Ladetankdecks

Auf dem Tankdeck

Wenn Warmarbeiten auf dem Tankdeck oder in einer Höhe von weniger als 500 mm über dem Tankdeck durchgeführt werden müssen, sollten diese wie Warmarbeiten im Tank eingestuft und die entsprechenden Maßnahmen eingehalten werden (siehe 9.4.4.2).

Oberhalb des Tankdecks

Wenn Warmarbeiten oberhalb des Tankdecks (höher als 500 mm) durchzuführen sind, sollten Lade- und Schmutzwassertanks in einem Radius von 30 Metern um den Arbeitsbereich herum entweder:

- gereinigt und entgast werden, bis der Kohlenwasserstoffdampfgehalt nicht mehr als 1 % der UEG beträgt und bei diesem Niveau gehalten wird; oder
- geleert und gespült werden, bis der Kohlenwasserstoffdampfgehalt weniger als 2 Vol.-% beträgt, und inertisiert werden; oder
- komplett mit Wasser gefüllt werden.

Alle anderen Ladetanks werden bei geschlossenen Öffnungen inertisiert.

Alle Schmutzwasser sollten entweder vom Tankschiff entsorgt oder sicher in einem Tank, der so weit weg vom Ort der Warmarbeiten entfernt ist, getrennt aufbewahrt werden.

Zusätzlich für nichtinertisierte Tankschiffen

Alle Ladetanks, die sich innerhalb von 30 Metern des Einsatzorts befinden, auch die diagonal angeordneten, sollten entweder entsprechend dem Standard für Warmarbeiten gereinigt und entgast oder komplett mit Wasser gefüllt sein.

Alle Schmutzwasser sollten entweder vom Tankschiff entsorgt oder sicher in dem Tank, der am weitesten (mindestens 30 Meter) vom Ort der Warmarbeiten entfernt ist, getrennt aufbewahrt werden. Dampf- und Lüftungsleitungen zu dem Raum sollten auch auf nicht mehr als 1 % der UEG gelüftet und isoliert werden.

Die Möglichkeit der Nutzung externer Inertgasquellen sollte in Erwägung gezogen werden.

9.4.4.4 Warmarbeiten in der Nähe von Bunkertanks

Warmarbeiten in der Nähe von Treiböltanks werden i.d.R. genau so behandelt wie Warmarbeiten oberhalb des Tankdecks. Bevor der Tank nicht entsprechend dem Standard für Warmarbeiten gereinigt wurde, dürfen keine Warmarbeiten an Deck oder innerhalb von 500 mm vom Deck ausgeführt werden.

Treiböltanks sollten eindeutig gekennzeichnet werden, um Missverständnisse in Bezug auf ihren Standort und Umfang zu vermeiden.

9.4.4.5 Warmarbeiten an Rohrleitungen

Wenn immer möglich, sollten Leitungsabschnitte und dazugehörige Teile wie Filter und Ventile aus der Anlage ausgebaut und an einem dafür vorgesehen Ort Instand gesetzt werden. (Siehe Abschnitt 9.4.2.)

Wenn Warmarbeiten an den Rohrleitungen und Ventilen vor Ort auszuführen sind, müssen die Teile, an denen die Warmarbeiten durchgeführt werden sollen, durch Kaltarbeiten ausgebaut und die restlichen Rohre abgedeckt werden. Das zu bearbeitende Teil muss entsprechend dem Standard für sichere Warmarbeiten gereinigt und entgast werden, unabhängig davon, ob es aus dem Bereich der gefährlichen Ladung entfernt wurde oder nicht.

Wenn der Einsatzort, an dem die Warmarbeiten durchgeführt werden sollen, nicht in unmittelbarer Nähe der getrennten Rohrleitung liegt, sollte über eine kontinuierliche Durchlüftung der Rohrleitung mit Frischluft und Kontrolle der Abluft auf Kohlenwasserstoffdampf in Erwägung gezogen werden.

Heizschlangen sollten gespült oder mit Dampf durchgeblasen werden und nachweislich frei von Kohlenwasserstoff sein.

9.5 Schweiß- und Brenngeräte

Schweiß- und andere Geräte, die für Warmarbeiten verwendet werden, sollten vor jedem Einsatz sorgfältig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Wenn notwendig, müssen die Geräte vorschriftsmäßig geerdet werden. Kommen Lichtbogenschweißgeräte zum Einsatz, sollte insbesondere sichergestellt werden, dass

- die elektrischen Anschlüsse in einem gasfreien Raum verlegt sind;
- die vorhandenen Stromkabel so ausgelegt sind, dass sie den Elektrostrombedarf ohne Überlastung und Erwärmung abdecken kann;
- die Isolierung der flexiblen Elektrokabel in ordnungsgemäßem Zustand ist;
- die Kabelführung bis zum Einsatzort so sicher wie möglich ist und durch gasfreie oder inertisierte Räume verläuft;
- der Erdanschluss an den Einsatzort grenzt und die Erdrückleitung direkt zurück zum Schweißgerät führt. Die Schiffskonstruktion sollte nicht als Erdrückleitung verwendet werden.

9.6 Andere gefährliche Arbeiten

Gefährliche Arbeiten sind, abgesehen von Warmarbeiten, Arbeiten, die eine Gefahr für das Schiff, das Terminal oder das Personal darstellen und durch einen Risikoeinschätzungsprozess, wie z. B. ein Arbeitsgenehmigungsverfahren, kontrolliert werden müssen.

Das bedeutet, dass für jede gefährliche Tätigkeit eine Arbeitsgenehmigung erteilt oder ein kontrollierter Ablauf genehmigt werden muss. Das Genehmigungs- bzw. Ablaufverfahren sollte entsprechend der Beschreibung in Abschnitt 9.3 durchgeführt und mit den Personen besprochen werden, die die Arbeiten ausführen.

Maßnahme, Genehmigung und Übereinstimmungserklärung sollten in den Protokollen des Sicherheitsmanagementsystems festgehalten werden.

Gefährliche Arbeiten längsseits des Terminals sollten nur mit vorheriger Zustimmung des Terminalbeauftragten durchgeführt werden.

Beispiele für diese Tätigkeiten sind:

- Betreten von geschlossenen Räumen
- Tankinspektionen
- Tauchaktionen

- Austasten von Seekisten
- Längeres Arbeiten über Deck oder über Bord
- Schwere oder ungewöhnliche Hebeaktionen
- Arbeiten an oder neben einer druckbeaufschlagten Anlage
- Prüfen und Aussetzen von Rettungsbooten.

9.7 Beauftragung von Fremdfirmen

Es ist Aufgabe des Schiffsführers, sich selbst davon zu überzeugen, dass, wenn Fremdfirmen oder Arbeitskolonnen beauftragt werden, diese die einschlägigen Arbeitssicherheitsrichtlinien verstanden haben und einhalten werden. Das ist besonders wichtig, wenn sie Warmarbeiten oder andere gefährliche Arbeiten ausführen sollen. Die Fremdfirmen sollten durch einen eigens dazu ernannten Schiffsbeauftragten beaufsichtigt und kontrolliert werden.

Die Fremdfirma nimmt an wichtigen Sicherheitstreffen teil, um die Arbeitsvereinbarungen zu besprechen. Der Fremdfirma unterzeichnet ggf. die formelle Genehmigung für die auszuführenden Arbeiten und bestätigt damit, dass er die Risiken und Sicherheitsmaßnahmen, die zur Minimierung der Risiken auf eine akzeptable Stufe erforderlich sind, kennt.

9.8 Reparaturen außerhalb der Schiffswerft

9.8.1 Einleitung

Dieser Abschnitt befasst sich mit Reparaturarbeiten, die an Bord eines Schiffs außerhalb der Werft durchgeführt werden. Die Anleitungen, die in diesem Abschnitt gegeben werden, sollen die Anleitungen, die an anderer Stelle dieser Publikation gegeben werden, nur ergänzen und nicht ersetzen.

9.8.2 Allgemein

Wenn das Tankschiff fahrtüchtig, auf Fahrt oder im Hafen ist, erfüllt das Schiffspersonal seine Pflichten entsprechend dem Sicherheitsmanagementsystem des Schiffs. Befindet sich das Schiff in einer Werft, ist es nicht fahrtüchtig und werden die Arbeiten hauptsächlich durch die Werft ausgeführt und gemanagt. Das Schiffspersonal kann die Arbeiten zwar überwachen und überprüfen, aber die Sicherheit des Schiffs und der Personen an Bord hängt grundsätzlich von dem Sicherheitsmanagementsystem der Werft ab. Es wird Gelegenheiten geben, da ein Schiff, das fahrtüchtig ist, Reparaturarbeiten durch Arbeitskräfte vom Festland außerhalb der Werft oder eines Trockendocks erforderlich macht. In diesen Fällen hängt die Sicherheit aller Personen an Bord von dem Sicherheitsmanagementsystem des Schiffs ab; alle Arbeiten sollten daher gemäß diesem System ausgeführt werden.

Reparaturarbeiten können in folgenden Schiffspeditionen durchgeführt werden:

- vor Anker liegend;
- längsseits eines Liegeplatzes, der i.d.R. nicht für Umschlagaktivitäten genutzt wird;
- längsseits eines Handelspiers;
- während der Fahrt.

Reparaturarbeiten dieser Art werden nur in Ausnahmefällen durchgeführt und es ist dabei darauf zu achten, dass das Sicherheitsmanagementsystem des Schiffs die geplanten Arbeiten und Forderungen gegenüber den beauftragten Arbeitskräften vom Land voll abdeckt.

9.8.3 Aufsicht und Kontrolle

Der Schiffsführer, der Inspektor des Unternehmens oder eine andere gesondert beauftragte Person sollte die volle Kontrolle über die Reparaturarbeiten haben und gewährleisten, dass sich das Schiff zu jeder Zeit in einem sicheren Zustand befindet und alle Arbeiten sicher und vorschriftsmäßig ausgeführt werden.

Spezielle Verfahren werden erforderlich, wenn das Schiff im spannungslosen Zustand repariert werden muss oder wenn es Beschränkungen hinsichtlich der Stromversorgung gibt.

9.8.4 Planung vor Einlaufen des Schiffs

Vor Einlaufen in einen Reparaturliegeplatz, einen Ankerplatz oder eine andere Anlage sind bei der anfänglichen Planung folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Art und Standort des Liege- oder Ankerplatzes
- Art und Anzahl der Festmacher
- Zustand des Tankschiffs - gasfrei oder inertisiert
- Sicherer Zugang - durch Barkassen, Landgangssteg oder andere Vorrichtungen
- Anzahl der beteiligten Personen, u.a. Unternehmer von Fremdfirmen
- Einsatzort der durchzuführenden Arbeiten - Maschinenraum, Frachträume, über Deck, Wohnbereiche usw.
- Anlagen zur Entsorgung von Schmutzwasser oder Schlamm
- Vereinbarungen zu Genehmigungen und Zertifikaten
- Kenntnisnahme der Hafен- und Terminalvorschriften
- Verfügbarkeit von Hauptstromaggregaten oder Antriebsmaschinen
- Notfallmaßnahmen an Bord und an Land
- Bereitstellung von Hilfeleistungen, z. B. bei der Brandbekämpfung, medizinische Einrichtungen usw.
- Landseitige Anschlüsse für Wasser, Strom usw.
- Wetterbedingungen
- Tiefgang- und Trimmgrenzen (zur Vermeidung eines unnötigen Ballastumschlags)
- Einschränkungen für Raucher und offenes Feuer

9.8.5 Festmachen des Schiffs

Zum Festmachen des Schiffs an einem Reparaturliegeplatz sollten Anzahl und Größe der Festmacherleinen an die voraussichtlichen Wetter- und Gezeitenbedingungen angepasst werden.

Wenn praktisch durchführbar, sollte eine alternative Stromquelle für die Decksmaschinen bereitgestellt werden, damit die Muringe eingestellt werden können, wenn kein Hauptstromnetz zur Verfügung steht.

Es ist möglich, dass das Festmachen an einer Muring in Reparaturliegeplätzen durch Kranbewegungen oder andere Aktivitäten auf der Dockseite eingeschränkt ist. Derartige Einschränkungen müssen bei der Planung des Anlegemanövers berücksichtigt werden.

Festmacherleinen sollten sich nicht im Bereich von Warmarbeiten oder anderen Bereichen befinden, in denen die Leinen durch die laufenden Reparaturarbeiten beschädigt werden können.

Wenn das Schiff vor Anker liegt, ist es möglich, dass zusätzliche Kabel benötigt werden, insbesondere, wenn der oder die Antriebsmotoren nicht zu jeder Zeit zur Verfügung stehen.

9.8.6 Anlagen an Land

Wenn durchführbar, sollte das Schiff von den festen Terminalanlagen oder Liegeplätzen physisch getrennt sein, wenn dort an anderen Tankschiffen gearbeitet wird.

Finden Reparaturarbeiten parallel zu Frachtumschlagarbeiten statt, müssen Sondergenehmigungen durch die Terminalbetreiber erteilt werden.

Der Schiffsführer stellt fest, ob wichtige Abläufe geplant sind, von denen andere Schiffe in der Nähe des Liegeplatzes, an dem Reparaturarbeiten durchgeführt werden, betroffen sind, d.h. An- und Abreise anderer Schiffe, Bunkerung, Heizölumschlag usw.

Der Schiffsführer sollte die spezifischen Sicherheitsanforderungen der Anlage und/oder Hafenbehörden kennen.

Es sollten jederzeit sichere Zugangsvorrichtungen, ggf. mit Schutzgeländer und Sicherheitsnetzen, vorhanden sein. Es ist darauf zu achten, dass es genügend Zugänge bzw. Ausgänge gibt, um eine rechtzeitige Evakuierung des gesamten Personals an Bord zu ermöglichen. Der Landgangsteg stets überwacht und ein Wachposten aufgestellt werden, der den Zugang zum Schiff kontrolliert (siehe auch Kapitel 6 - Sicherheit).

Wenn ein Schiff, das am Rastliegeplatz vor Anker liegt, nicht gasfrei ist, sollte am Fuße des Landgangsstegs ein Schild mit den Worten "Unbefugten Zutritt verboten. Dieses Schiff ist nicht gasfrei." angebracht werden.

Die Hafensicherheitspläne sind, soweit erforderlich, umzusetzen und zu befolgen.

Die Fremdfirmen sollten dem Schiffsführer täglich die Zahl und Arbeitsgänge der Arbeiter an Bord während des Reparaturzeitraums mitteilen.

Die Verfahrensweise bezüglich des Einsatzes von Kränen und anderen Hebevorrichtungen sollte bei Ankunft festgelegt werden.

Zwischen Schiff und Anlage werden Müllentsorgungsmaßnahmen und eine regelmäßige Entsorgung des angesammelten Mülls vereinbart.

Wenn möglich, sollten Notrufsignale vereinbart und vor Beginn der Reparaturarbeiten eine Notfallübung durchgeführt werden. Wenn die Reparaturarbeiten über einen längeren Zeitraum andauern, sollten weitere Übungen folgen.

Einschränkungen für Vorgänge wie Bunkerung, Lagerung oder Schmierölentnahme müssen vereinbart werden.

9.8.7 Sicherheitstreffen vor Beginn der Arbeiten

Vor Beginn der Arbeiten und jeden darauf folgenden Arbeitstag finden Treffen zur Arbeitsplanung statt.

An diesen Arbeitsplanungstreffen nehmen i.d.R. Vertreter des Schiffs und von allen beteiligten Fremdfirmen teil.

Das Hauptanliegen dieser Treffen ist zu gewährleisten, dass das gesamte beteiligte Personal u.a. Kenntnis von dem Tagesplan, den wechselseitigen Beziehungen zwischen den Fremdfirmen, speziellen Problembereichen und besonderen Vorkehrungen, die zu treffen sind, hat.

9.8.8 Arbeitsgenehmigungen

Alle relevanten Reparaturarbeiten, auch die, die durch das Schiffspersonal ausgeführt werden, sind genehmigungspflichtig. Die Erteilung von Genehmigungen gilt vor allem für:

- Betreten von geschlossenen Räumen
- Warmarbeiten
- Elektrische Anlagen
- Andere gefährliche Arbeiten

Kopien aller Genehmigungen sollten, wenn erforderlich, ausgehängt werden. Kopien sollten auch bei der mit den Arbeiten beauftragten Person verbleiben.

Das gesamte eingesetzte Personal sollte vollständige Kenntnis von den Anforderungen und Vorteilen des Arbeitsgenehmigungssystems haben und über die Einschränkungen für den Arbeitsbeginn unterrichtet werden, bis die entsprechende Genehmigung erteilt wurde.

9.8.9 Tankzustand

Ob ein Schiff gasfrei ist oder nicht hängt von den durchgeführten Arbeiten ab und von den jeweiligen Hafen- oder Anlagevorschriften.

Alle Lade-/Ballasträume müssen von einem staatlich geprüften Chemiker auf Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalt geprüft werden. Der Zustand aller Tanks und Leerräume wird in dem Protokoll des Chemikers festgehalten.

Als Minimum müssen täglich Gasfreiheitszertifikate ausgestellt werden.

Wenn es nicht erforderlich ist, dass Ladetanks gasfrei sind und das Schiff in einem inerten Zustand ist, sollte in den Tanks stets ein Überdruck vorherrschen.

9.8.10 Ladungsleitungen

Alle Ladungsleitungen an Deck, in den Tanks und im Pumpenraum, darunter auch Leitungen und Pumpen, die bei den letzten Tankreinigungsaktionen nicht eingesetzt waren, müssen gründlich gereinigt und entleert werden. Das gilt auch für alle in dem System enthaltenen Blindverschlüsse.

Die Hydraulikventilanlage muss so abgesichert sein, dass ein versehentliches Aktivieren der Ladeventile während des Arbeitsprozesses ausgeschlossen werden kann. Entsprechende Hinweise sollten angebracht und der für das Reparaturteam Verantwortliche darüber in Kenntnis gesetzt werden.

9.8.11 Brandschutzmaßnahmen

9.8.11.1 Löschwasser

Feuerlöschhauptleitungen sollten über die Schiffspumpen oder durch landseitige Aggregate stets mit Druck beaufschlagt werden.

Für die Feuerlöschhauptleitung sollte ein Druck festgelegt werden, der stets einzuhalten ist.

9.8.11.2 Feuerpatrouillen

Die Vorgehensweise der Feuerpatrouillen an Bord sollte festgelegt sein.

Feuerpatrouillen können durch die Schiffsbesatzung oder durch Unternehmer von Fremdfirmen an Land bereitgestellt werden.

Jedes Mitglied der Feuerpatrouille sollte gut darüber Bescheid wissen, wie ein Alarm ausgelöst wird und welche Maßnahmen in einer Notfallsituation zu treffen sind.

Alle Bereiche, in denen Warmarbeiten durchgeführt werden, sollten stets durch die Feuerpatrouillen überwacht werden.

9.8.12 Ernennung eines Sondersicherheitsbeauftragten

Zur Koordinierung der Genehmigungs- und Zertifizierungsprozesse für den fraglichen Reparaturzeitraum wird ein Sondersicherheitsbeauftragter ernannt.

Dieser Sicherheitsbeauftragte sollte alle seine Pflichten und Verantwortlichkeiten kennen.

9.8.13 Warmarbeiten

Die folgenden Hinweise dienen als Ergänzung und nicht als Ersatz für die in Abschnitt 9.4 enthaltenen Richtlinien und sollten bei Reparaturarbeiten, die Warmarbeiten beinhalten, ebenfalls eingehalten werden.

Innerhalb von oder an den Grenzen zu Ladetanks, Ballasttanks, Schmutzwassertanks, Bunkertanks, Pumpenräumen und Kofferdämmen im Bug, einschließlich Deckbeplattung und Schiffsaußenhaut, dürfen keine Warmarbeiten durchgeführt werden, wenn vor Einlaufen in den Liegeplatz oder die Anlage keine Sondervorkehrungen getroffen und die notwendigen Sonderbedingungen geschaffen wurden.

Elektrische Schweißgeräte dürfen nur kontrolliert eingesetzt und es müssen entsprechende Erdungskabel verwendet werden. Der Schweißstrom darf nicht über den Schiffskörper an den Transformator zurückgegeben werden.

Warmarbeiten dürfen nicht im Umkreis von 30 Metern von nicht gasfreien Räumen durchgeführt werden, sofern keine Sondergenehmigung durch die Aufsichtsbehörde erteilt wurde.

Es sollten Hinweise zum aktuellen Zustand des Tanks oder Leerraums, z. B. ob gasfrei und für Warmarbeiten geeignet oder nur sicher zum Betreten, angebracht werden.

Die Warmarbeiten müssen sofort ausgesetzt werden, sobald eine der spezifischen Sicherheitsvorgaben nicht erfüllt werden kann.

Die Warmarbeiten an oder oberhalb des Wetterdecks müssen sofort abgebrochen werden, wenn der Inertgasdruck den Abblasedruck der Überdruck-/Unterdruckventile erreicht. Wenn es für notwendig befunden wird, Tankdruck in die Atmosphäre abzulassen, sollten alle Arbeiten unterbrochen werden, bis der Vorgang beendet ist. Gegebenenfalls sollte das Personal während der Entgasung das Deck räumen, insbesondere, wenn die Möglichkeit besteht, dass toxisches Gas (z. B. H₂S) vorhanden ist. Bevor die Arbeiten fortgesetzt werden, muss eine neue Genehmigung ausgestellt werden.

9.9 Notfallmanagement an Bord

9.9.1 Allgemein

Das Sicherheitsmanagementsystem sollte das Unternehmen dazu anhalten, Verfahren festzulegen, die das Erkennen, Beschreiben und Reagieren auf Notfälle ermöglichen. Dieser Abschnitt enthält Hinweise dahingehend, wie dieser Verantwortung durch Ansprechen der im Rahmen dieses Leitfadens erfassten Aspekte Rechnung getragen werden kann.

9.9.2 Schiffsnotfallplan

9.9.2.1 Vorbereitung

Die Planung und Vorbereitung spielen eine wichtige Rolle, wenn das Personal sich erfolgreich mit Notfällen an Bord eines Tankschiffs auseinandersetzen muss. Der Schiffsführer sollte überlegen, was sie in den verschiedenen Notfallsituationen, wie z. B. Feuer in den Ladetanks, Feuer im Maschinenraum, Feuer im Wohnbereich, Zusammenbruch einer Person im Tank, bei Abtreiben des Schiffs vom Liegeplatz und Notfreigabe eines Schiffs vom Liegeplatz, tun würden.

Sie werden nicht in der Lage sein, genau vorherzusehen, was in all diesen Notfällen passieren kann, aber eine gute Vorausplanung wird zu schnelleren und besseren Entscheidungen und einer gut organisierten Reaktion auf die Situation führen.

Die folgenden Daten sollten sofort bereitliegen:

- Art der Ladung, Menge und Lage
- Standort von anderen gefährlichen Gütern
- Allgemeiner Anlageplan
- Angaben zur Stabilität
- Feuerlöschgerätepläne.

9.9.2.2 Notfallorganisation

Zur Mobilisierung in einem Notfall sollte eine Notfallorganisation aufgestellt werden. Diese Notfallorganisation hat die Aufgabe, den Alarm auszulösen, den Vorfall und potentielle Gefahren zu lokalisieren und einzuschätzen sowie die erforderlichen Arbeitskräfte und Geräte zu organisieren.

Im Folgenden werden praktische Hinweise für die Planung einer Notfallorganisation gegeben, die vier Aspekte abdecken sollte:

Kommandozentrale

Es sollte eine Gruppe geben, die die Kontrolle in der Notfallsituation hat und deren Leitung der Schiffsführer oder der Leitende Offizier an Bord hat. Die Kommandozentrale sollte über interne und externe Kommunikationsmittel verfügen.

Haupteinsatzgruppe

Diese Gruppe untersteht dem Kommando des leitenden Offiziers und hat zur Aufgabe, den Notfall einzuschätzen und der Kommandozentrale über die Situation zu berichten und dabei darauf hinweisen, welche Maßnahmen getroffen werden sollen und welche Unterstützung seitens des Schiffs oder, wenn das Schiff im Hafen liegt, von Land benötigt wird.

Reservegruppe

Die Reservegruppe, die dem Kommando eines Offiziers untersteht, sollte parat stehen, um die Haupteinsatzgruppe entsprechend den Anweisungen aus der Kommandozentrale zu unterstützen und Hilfsdienste, wie z. B. Geräten, Materiallager, medizinische Versorgung sowie Herz-Lungen-Reanimation usw., zu übernehmen.

Ingenieurgruppe

Diese Gruppe untersteht dem Kommando des Chefindenieurs oder dem Leitenden Ingenieur an Bord; sie leistet Unterstützung im Notfall und folgt dabei den Anweisungen der Kommandozentrale. Diese Gruppe trägt wahrscheinlich die Hauptverantwortung, wenn eine Notfallsituation im Hauptmaschinenraum eintritt. Möglicherweise wird diese Gruppe aufgefordert, zusätzliche Arbeitskräfte von irgendwoher zu besorgen.

Der Plan sollte gewährleisten, dass alle Vorkehrungen gleichermaßen greifen, unabhängig davon, ob das Schiff im Hafen ist oder auf See.

9.9.2.3 Vorläufige Maßnahmen

Die Person, die den Notfall zuerst feststellt, muss den Alarm auslösen und den diensthabenden Offizier von der Situation in Kenntnis setzen; dieser alarmiert dann die Notfallorganisation. Während dessen sollten alle, die am Geschehen beteiligt sind, versuchen, sofortige Maßnahmen zu ergreifen, um die Notfallsituation in den Griff zu bekommen, bis die Notfallorganisation wirksam wird. Jede Gruppe der Notfallorganisation sollte einen bestimmten Versammlungsort haben; das gilt auch für die Personen, die nicht direkt einer der Gruppen angehören. Personen, die nicht direkt beteiligt sind, müssen als Reserve zur Verfügung stehen.

9.9.2.4 Feueralarmsignal an Bord

Liegt ein Schiff im Hafen, sollte das Feueralarmsignal an Bord durch mehrmaliges Betätigen der Schiffssirene hintereinander, wobei jeder Signalton mindestens 10 Sekunden dauern soll, oder durch ein anderes lokal vorgegebenes Signal ergänzt werden.

9.9.2.5 Brandschutzpläne

Brandschutzpläne müssen ständig an markanten Stellen ausgehängt sein und den Standort und Angaben zu sämtlichen Feuerlöschgeräten, Absperrvorrichtungen, Regelgeräten usw. für jedes Deck deutlich machen. Befindet sich das Schiff im Hafen, könnten diese Pläne auch außerhalb der Wohnung zur Unterstützung der Feuerwehrleute an Land ausgehängt oder leicht zugänglich gemacht werden.

9.9.2.6 Inspektion und Wartung

Feuerlöschgeräte müssen immer sofort einsatzbereit sein und regelmäßig überprüft werden. Die Termine und Einzelheiten für diese Checks sollten aufgezeichnet und, soweit erforderlich, auf dem Gerät vermerkt werden. Alle Feuerlösch- und anderen Notfallgeräte sollten durch einen Schiffsverantwortlichen überprüft und die notwendigen Wartungsarbeiten unverzüglich durchgeführt werden.

9.9.2.7 Feueralarm-Übungen

Das Schiffspersonal sollte mit der in Kapitel 5 umrissenen Brandschutzlehre vertraut sein und Anweisungen zur Benutzung der Feuerlösch- und Notfallgeräte entgegennehmen. Es sollten Feueralarm-Übungen in regelmäßigen Abständen stattfinden, damit das Personal die Kenntnisse über den Umgang mit diesen Geräten auffrischen kann.

Falls sich die Möglichkeit ergibt, gemeinsame Feueralarm-Übungen oder Übungen am Schreibtisch mit Landpersonal am Terminal (siehe Abschnitt 20.2.8) durchzuführen, sollte der Schiffsführer einen Offizier zur Verfügung stellen, der dem Landpersonal zeigt, wo sich die tragbaren und stationären Feuerlöschgeräte an Bord befinden, und ihnen Hinweise zu einzelnen Auslegungsmerkmalen des Tankschiffs, die im Brandfall eventuell besonderes Aufmerksamkeit erfordern, gibt.

9.9.3 Maßnahmen bei Eintreten eines Notfalls

9.9.3.1 Feuer an Bord eines Schiffs vor Anker oder auf See

Das Schiffspersonal, das den Ausbruch eines Feuers entdeckt, muss sofort Alarm schlagen und mitteilen, wo das Feuer ausgebrochen ist. Das Feueralarm- oder allgemeine Alarmsignal des Schiffs muss so bald wie möglich betätigt werden.

Personen, die sich in der Nähe des Feuers aufhalten, sollten die nächstgelegenen geeigneten Feuerlöschmittel einsetzen, um ein Ausbreiten des Feuers zu verhindern, dieses zu löschen und danach ein Neuentzünden zu verhindern (siehe Abschnitt 5.3). Sollte dies nicht gelingen, muss sofort ein schiffsinterner Notfallplan aktiviert werden.

Alle Umschlag-, Ballast-, Tankreinigungs- oder Bunkerarbeiten müssen unverzüglich gestoppt und alle Ventile geschlossen werden. Alle Fahrzeuge längsseits sollten geräumt werden.

Sobald das gesamte Personal aus der Umgebung evakuiert wurde, müssen alle Türen, Öffnungen und Tankklappen so schnell wie möglich geschlossen und die mechanische Belüftung abgeschaltet werden. Decks, Schottwände und andere Konstruktionselemente in der Nähe des Feuers und angrenzende Tanks, die Produkte enthalten und nicht gasfrei sind, müssen mit Wasser gekühlt werden.

Wenn es die Umstände zulassen, sollte das Schiff so manövriert werden, dass es der Feuerausbreitung standhalten und das Feuer von der Luvseite bekämpft werden kann.

9.9.3.2 Notfälle im Hafen

Notfälle, die sich an Bord oder neben dem Schiff, wenn es im Hafen liegt, ereignen, werden in Abschnitt 26.5 beschrieben, da das Ergreifen von Maßnahmen in der gemeinsamen Zuständigkeit des Schiffsführers und der Hafen- oder Terminalbehörde liegt.

9.9.3.3 Nicht zutreffend

9.9.3.4 Folgemaßnahmen

Nach einem Vorfall sollte die gesamte Ausrüstung, die zum Einsatz gekommen ist, so bald als möglich einer gründlichen Prüfung unterzogen werden. Tragbare Feuerlöscher müssen wieder aufgefüllt oder durch Geräte aus dem Lagerbestand ausgetauscht und die Flaschen Atemschutzgeräte wieder aufgefüllt werden. Beschäumungsanlagen müssen mit Wasser durchgespült werden.

In Besprechungen nach dem Vorfall sollte angesprochen werden, wie und was man aus den Ereignissen gelernt hat und wie die Notfallpläne verbessert werden können.

Kapitel 10

GESCHLOSSENE RÄUME

In diesem Kapitel werden die Gefahren, die mit dem Betreten von geschlossenen Räumen verbunden sind, und Prüfungen beschrieben, die durchzuführen sind, um feststellen zu können, ob ein geschlossener Raum sicher ist und betreten werden darf. Es werden die Zugangsvoraussetzungen sowie Vorichtsmaßnahmen, die vor Betreten und während der Arbeiten in einem geschlossenen Raum erforderlich sind, beschrieben.

Die Schiffsführer sollten wissen, dass die Terminalvorschriften für das Betreten von geschlossenen Räumen von den Richtlinien infolge nationaler gesetzlicher Vorschriften abweichen können.

10.1 Begriffsbestimmung und allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Im Sinne dieses Leitfadens ist ein 'geschlossener Raum' als Raum definiert, der folgende Eigenschaften aufweist:

- Begrenzte Eingangs- und Ausgangsöffnungen
- Ungünstige natürliche Be- und Entlüftung
- Nicht für den ständigen Aufenthalt der Arbeiter ausgelegt.

Geschlossene Räume sind zum Beispiel: Ladetanks, Doppelböden, Kraftstofftanks, Ballasttanks, Pumpenräume, Kofferdämme, Leerräume und Abwassertanks.

Pumpenräume gehören zwar laut Begriffsbestimmung zu den geschlossenen Räumen, sie haben aber ihre eigenen spezifischen Ausrüstungen, Charakteristika und Risiken, die besondere Vorsichtsmaßnahmen und Verfahren erfordern. Diese werden in Abschnitt 10.10 beschrieben.

Viele Unfälle, die sich in geschlossenen Räumen von Tankschiffen ereignet haben, waren darauf zurückzuführen, dass Menschen einen geschlossenen Raum unkontrolliert und ohne die vereinbarten Vorsichtsmaßnahmen betreten haben. In fast allen Fällen wäre der Unfall vermeidbar gewesen, wenn die einfachen Richtlinien in diesem Kapitel befolgt worden wären.

Die schnelle Rettung der Mitarbeiter, die in einem geschlossenen Raum kollabiert sind, stellt ein besonderes Risiko dar. Es ist eine menschliche Reaktion, einem Kollegen in Not zu Hilfe zu eilen, aber viel zu viele zusätzliche und unnötige Unfälle gehen auf impulsive und schlecht vorbereitete Rettungsversuche zurück.

10.2 Gefährdungen in geschlossenen Räumen

10.2.1 Risikoeinschätzung

Zur Gewährleistung der Sicherheit muss eine Risikoeinschätzung entsprechend Abschnitt 9.2.1 durchgeführt werden. Durch Gasprüfungen vor Betreten des Raums werden Verunreinigungen deutlich, die in Anbetracht des vorherigen Förderguts, der Raumlüftung, Tankkonstruktion, Beschichtungen im Raum und anderer relevanter Faktoren aller Wahrscheinlichkeit nach in dem Raum anzutreffen sind.

Wenn Vorbereitungen zum Betreten eines Ballasttanks oder Leerraums, in dem normalerweise keine Ladungsgase sein können, getroffen werden, ist es umsichtig, den Raum, wenn dieser an Lade- oder Bunkertanks angrenzt, auf Ladungsgase, Sauerstoffmangel oder toxische Gase zu prüfen. Das ist von besonderer Bedeutung, wenn ein Betreten des Raums erforderlich ist, um die Schottwände auf eventuelle Mängel zu prüfen.

10.2.2 Gefährdungen der Atemwege

Eine Gefährdung der Atemwege in einem geschlossenen Raum könnte eine Reihe von Ursachen haben. Sie könnte auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sein:

- Sauerstoffmangel durch Vorhandensein eines Inertgases, Oxidation (Rosten) von blanken Stahlflächen oder durch Mikrobentätigkeit.
- Ladungsgase.
- Toxische Verunreinigungen in Verbindung mit organischen Gasen, z. B. aromatische Kohlenwasserstoffe, Benzol, Toluol usw.
- Toxische Gase, wie z. B. Schwefelwasserstoff und Mercaptane.
- Feste Inertgasrückstände und Feinstaub, z. B. von Asbest, Schweißrauch und Farbnebeln.

10.2.3 Ladungsgase und toxische Gase

Während der Beförderung und nach dem Löschen von gefährlichem Fördergut, sollte aus folgenden Gründen immer davon ausgegangen werden, dass Ladungsgase oder toxische Gase in dem geschlossenen Raum vorhanden sind:

- Das Fördergut kann in andere Räume ausgelaufen sein, z. B. Pumpenräume, Kofferdämme, stationäre Ballasttanks und Tanks, die an die Tanks angrenzen, die die Ladung enthalten haben.
- Ladungsrückstände können sogar nach dem Reinigen und Lüften auf den Innenflächen der Tanks zurückbleiben.
- Schlamm und Ablagerungen im Tank, die für gasfrei erklärt wurden, können weitere gefährliche Gase abgeben, wenn sie berührt oder höheren Temperaturen ausgesetzt werden.
- In den Ladungs- oder Ballastleitungen und Pumpen können Rückstände zurückbleiben.

Das Vorhandensein von Gas sollte auch in leeren Tanks oder Räumen angenommen werden, wenn nichtflüchtiges Fördergut in einen nicht gasfreien Tank geladen wurde oder wenn es ein gemeinsames Lüftungssystem gibt, das einen ungehinderten Durchlass von Gasen von einem Tank zum anderen ermöglicht.

Toxische Schadstoffe könnten von vorherigen Ladungen zurückgeblieben sein.

Der Raum kann als sicher angesehen und betreten werden, ob zu Inspektionszwecken oder um Kalt- oder Warmarbeiten durchzuführen, wenn der Messwert weniger als 1 % UEG beträgt und/oder ein entsprechendes Kontrollgerät keine wesentliche Konzentration an toxischen Gasen anzeigt. Die Messergebnisse müssen aufgezeichnet werden.

10.2.4 Besondere toxische Gase

10.2.4.1 Benzol

Die mit Benzol verbundenen Gefahren sind in Abschnitt 2.3.5 beschrieben. Vor Betreten des Raums, in dem kürzlich eine möglicherweise benzolhaltige Ladung befördert wurde, sollte dieser auf Benzolgase geprüft werden. Das Betreten sollte nicht ohne die entsprechende persönliche Schutzausrüstung gestattet werden, wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass die gesetzlich vorgeschriebenen oder empfohlenen zeitlich gewichteten durchschnittlichen Grenzwerte (TLV-TWAs) überschritten werden (siehe Abschnitt 2.3.3.2). Prüfungen auf Benzolgase können nur mit Hilfe von geeigneten Messgeräten, z. B. Prüfröhrchen, durchgeführt werden. Alle Tankschiffe, die möglicherweise benzolhaltige Ladungen befördern, sollten mit Gasmessgeräten ausgerüstet sein.

10.2.4.2 Schwefelwasserstoff

Gefährdungen in Verbindung mit Schwefelwasserstoff (H_2S) sind in Abschnitt 2.3.6 beschrieben. H_2S kann in einigen Produkten in unterschiedlichen Konzentrationen vorhanden sein.

H_2S ist sehr gut in Wasser löslich. Die allgemeine Praxis und Erfahrung haben gezeigt, dass durch Reinigen eines Tanks mit Wasser, nachdem in diesem H_2S -haltiges Fördergut befördert wurde, kein Schwefelwasserstoffdampf in diesem Raum mehr vorhanden sein sollte.

Dennoch sollte vor Betreten eines geschlossenen Raums, der zuvor eine H_2S -haltige Ladung enthalten hat oder in dem das Vorhandensein von H_2S -Dampf angenommen werden kann, dieser so lange gelüftet werden, bis das Explosimeter einen Messwert von weniger als 1 % UEG anzeigt, und mit Hilfe eines Gasprüfröhrchens auf Schwefelwasserstoff geprüft werden. Es sollte darauf geachtet werden, sich nicht auf katalytische H_2S -Sensoren zu verlassen, da diese eine Querempfindlichkeit gegenüber Ladungsgasen haben.

Da H_2S schwerer ist als Luft, ist es sehr wichtig, dass der Boden eines jeden Raums gründlich geprüft wird.

Bei der Beförderung von H_2S -haltiger Ladung sollte besonders bedacht werden, dass es möglich ist, dass Bereiche wie Pumpenräume, Lagerräume an Deck und Ballasttanks Schwefelwasserstoff aufweisen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass Ballasttanks Schwefelwasserstoff enthalten, ist sehr groß, was darauf zurückzuführen ist, dass während der Ballastentladung beim Ladevorgang Gas in den Tank gesaugt wurde.

10.2.4.3 Mercaptane

Gefährdungen in Verbindung mit Mercaptanen sind in Abschnitt 2.3.7 beschrieben. Mercaptane sind in pentanhaltigen Gasen und Ladungen und in einigen Rohölen enthalten. Sie können auch da auftreten, wenn Ölreste über längere Zeit Berührung mit Wasser hatten.

Das Vorhandensein von Mercaptanen kann mit Hilfe eines chemischen Prüfröhrchens festgestellt werden. Ihre Konzentration sollte auf 0,5 ppm reduziert werden, um Beschwerden bei den Arbeitern und unangenehme Gerüche zu vermeiden.

10.2.5 Sauerstoffmangel

Bevor ein geschlossener Raum erstmals betreten werden darf, sollte die Atmosphäre mit Hilfe eines Sauerstoffanalysegeräts geprüft und nachgewiesen werden, dass die Luft 21 % Sauerstoff enthält. Das ist besonders wichtig, wenn ein Raum, Tank oder Bereich betreten werden soll, der vorher inertisiert wurde. Es sollte immer in allen geschlossenen Räumen ein Sauerstoffmangel angenommen werden, vor allem, wenn diese Räume Wasser enthalten haben, Dampf oder Feuchtigkeit ausgesetzt waren oder Inertgas enthalten haben oder an andere inertisierte Tanks angrenzen oder mit diesen verbunden sind.

10.2.6 Nicht zutreffend

10.3 Prüfung der Atmosphäre vor Betreten

Das Betreten eines geschlossenen Raums sollte erst gestattet werden, nachdem die Atmosphäre in diesem Raum mit einem zugelassenen, kürzlich kalibrierten und auf Funktionsfähigkeit geprüften Prüfgerät gründlich geprüft worden ist (siehe Abschnitt 8.2).

Die Prüfungen der Atmosphäre sollten Folgendes ergeben:

- Der Sauerstoffgehalt beträgt 21 Vol.-%.
- Die Dampfkonzentration des Förderguts beträgt weniger als 1 % UEG.
- Es gibt keine messbaren Mengen an toxischen oder anderen Schadstoffen.

Es sollte darauf geachtet werden, dass die Messwerte einem repräsentativen Raumquerschnitt entnommen werden, indem die Proben an verschiedene Tiefen und über so viele Decksöffnungen wie möglich entnommen werden. Wenn die Tests von der Decksebene aus durchgeführt werden, sollte die Lüftung gestoppt und mindestens ungefähr 10 Minuten abgewartet werden, bis die Messwerte abgelesen werden.

Selbst wenn die Tests gezeigt haben, dass der Tank oder Raum sicher ist und betreten werden kann, sollte immer davon ausgegangen, dass es noch Gaseinschlüsse gibt.

Bei umfangreichen Arbeiten in einem großen Raum, wie z. B. einem Ladetank, wird empfohlen, eine vollständige Bewertung der Tankatmosphäre vorzunehmen, nachdem erste Tests mit zufriedenstellendem Ergebnis durchgeführt und aufgezeichnet worden sind.

Nach zufriedenstellendem Abschluss der Atmosphäreprüfungen sollten die Ergebnisse aufgezeichnet werden, wie es in dem entsprechenden Sicherheitsverfahren des Schiffssicherheitsmanagementsystems vorgeschrieben ist.

So lange sich das Personal im Tank oder in dem Raum befindet, sollte die Lüftung eingeschaltet bleiben.

Eine Neubildung von Ladungsgasen sollte, selbst nach Entfernen von losen Ablagerungen oder Schlamm, nie ausgeschlossen werden. Die Atmosphäre in dem Raum sollte ständig kontrolliert werden, wie in dem Sicherheitsmanagementsystem des Schiffs vorgeschrieben.

Nach Unterbrechung oder Abbruch der Arbeiten sollte die Atmosphäre stets geprüft werden. Um zu gewährleisten, dass die Messergebnisse repräsentativ sind für den Zustand des gesamten Raums, sollten genügend Proben entnommen werden.

Beim Betreten von Lade- oder Bunkertanks sollten alle Tanks und Räume, die an den zu betretenden Raum angrenzen, ebenfalls auf Ladungsgase und/oder toxische Gase und Sauerstoffmangel geprüft werden, und es sollte ggf. der Inertgasdruck reduziert werden, um die Möglichkeit einer Leckage zwischen den Tanks zu verhindern. Ungeachtet dieser Vorsichtsmaßnahme muss das Personal wachsam bleiben in Bezug auf potentielle Leckagen von Ladungsgasen und/oder toxischen Gasen von angrenzenden Räumen oder Rohrleitungen, die durch den Tank verlaufen.

10.4 Kontrolliertes Betreten von geschlossenen Räumen

Es liegt in der Verantwortung des Unternehmens, Verfahren auszuarbeiten, die das sichere Betreten von geschlossenen Räumen an Bord durch das Personal gewährleisten. Der Prozess der Beantragung, Erteilung und Ausstellung von Genehmigungen zum Betreten eines geschlossenen Raums sollte durch Verfahren kontrolliert werden, die in dem Sicherheitsmanagementsystem des Schiffs festgelegt sind. Es liegt in der Verantwortung des Schiffsführers zu gewährleisten, dass die festgelegten Verfahren für das Betreten geschlossener Räume umgesetzt werden.

Der Schiffsführer und der Verantwortliche Offizier treffen die Entscheidung, ob das Betreten eines geschlossenen Raums gestattet werden kann. Der Verantwortliche Offizier hat die Pflicht zu gewährleisten, dass:

- der Raum gelüftet ist;
- die Atmosphäre in dem Raum geprüft und für zufriedenstellend befunden wurde;
- die Sicherheitsvorrichtungen angebracht sind, um das Personal vor den erkannten Gefährdungen zu schützen;
- geeignete Mittel für ein kontrolliertes Betreten vorhanden sind.

Das Personal, das die Arbeiten in einem geschlossenen Raum ausführt, ist verantwortlich für die Umsetzung der Verfahren und Benutzung der vorgegebenen Sicherheitsausrüstung.

Vor Betreten eines geschlossenen Raums sollte eine Risikoeinschätzung erfolgen, um die potentiellen Gefährdungen herauszuarbeiten und die erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen festzulegen. Das resultierende sichere Arbeitsverfahren sollte dokumentiert und durch den Verantwortlichen Offizier genehmigt werden, bevor der Schiffsführer gegenzeichnet und bestätigt, dass das Verfahren sicher ist und dem Sicherheitsmanagementsystem des Schiffs entspricht. Die Genehmigung bzw. das entsprechende Freigabedokument sollte von der Person, die den Raum betreten soll, vor Betreten eingesehen und ausgefüllt werden.

Die Kontrollen, die für das sichere Betreten des Raums erforderlich sind, variieren in Abhängigkeit von der Arbeit, die ausgeführt werden soll, und von den potentiellen Gefährdungen, die in der Risikoeinschätzung identifiziert wurden. In den meisten Fällen jedoch bietet das Zutrittsgenehmigungsverfahren ein zweckmäßiges und effektives Mittel zur Gewährleistung und Dokumentierung, dass wichtige Vorsichtsmaßnahmen getroffen und ggf. physische Sicherheitsvorrichtungen angebracht wurden. Die Einführung eines Zutrittsgenehmigungsverfahrens, das auch Checklisten umfassen kann, wird daher empfohlen.

Die Genehmigung zur Fortsetzung der Arbeiten sollte nur für den Zeitraum der Fertigstellung der Arbeiten erteilt werden. Dieser Zeitraum sollte unter keinen Umständen überschritten werden, nicht mal um einen Tag.

Eine Kopie der Genehmigung sollte sichtbar am Raumeingang angebracht werden, um das Personal über die beim Betreten des Raums erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen und Beschränkungen für die in dem Raum zugelassenen Arbeiten zu informieren.

Die Genehmigung verliert ihre Gültigkeit, wenn die Lüftung des Raums aussetzt oder sich eine der in der Checkliste aufgeführten Bedingungen geändert hat.

Durch die eingeschränkte Ausgabe von Genehmigungen, wie z. B. Zutrittsgenehmigungen, und Ausgabe eines Dokuments für alle Tanks, die sicher sind und betreten werden dürfen, kann ein Vereinfachung der Papierverwaltung bedeuten, Überschneidungen vermeiden und möglicherweise weniger Verwirrung in Bezug darauf, welche Genehmigung für welchen Tank gilt, hervorrufen. Wenn jedoch dieses System eingesetzt wird, muss es strenge Kontrollen geben, um zu gewährleisten, dass die derzeitigen Genehmigungen ungültig sind und die Atmosphären aller genannten Tanks zum Zeitpunkt der Erteilung ordnungsgemäß geprüft wurden, so dass die tatsächliche Gültigkeitsdauer nicht versehentlich verlängert werden kann. Es ist besonders wichtig, dass das Genehmigungsverfahren durch die Kennzeichnung der Tankdeckel mit Hinweis darauf, welche Tanks sicher sind und betreten werden dürfen, ergänzt wird.

Es ist möglich, dass die Ladetanks nach dem Reinigen und vor erneutem Beladen durch einen unabhängigen Gutachter geprüft werden. Alle einschlägigen Tankzutrittsverfahren müssen befolgt werden.

10.5 Sicherheitsvorkehrungen für das Betreten von geschlossenen Räumen

Bevor der Zugang zu einem Raum gestattet wird, übernimmt der Verantwortliche Offizier folgende Gewährleistungen:

- Die Atmosphäre wurde den entsprechenden Prüfungen unterzogen.
- Vor Betreten eines geschlossenen Raums:
 - (a) Wenn entflammbare, gefährliche Stoffe der Klassen 2, 3, 4.1, 6.1, 8 oder 9 an Bord des Schiffs befördert werden, darf die Gaskonzentration in dem geschlossenen Raum, die mit Hilfe eines Gasdetektors gemessen wird, nicht mehr als 1 % der unteren Explosionsgrenze des gefährlichen Stoffs ausmachen. Für die Ladungspumpenräume unterhalb des Decks kann dieser Wert mit Hilfe eines stationären Gasdetektors ermittelt werden.
 - (b) Wenn toxische, gefährliche Stoffe der Klassen 2, 3, 4.1, 6.1, 8 oder 9 an Bord des Schiffs befördert werden, sollte mit Hilfe eines Toximeters bestätigt werden, dass der geschlossene Raum keine wesentlichen Konzentrationen an toxischen Gasen enthält.
 - (c) Durch Messung mit einem Sauerstoffmessgerät wird ein Sauerstoffgehalt von 21 % bestätigt.
- Rohrleitungen, Inertgas- und Lüftungssysteme wurden isoliert.
- Während der Arbeiten in dem geschlossenen Raum muss die Lüftung permanent eingeschaltet sein.
- Stationäre Beleuchtung, wie z. B. Druckluftleuchten, stehen für einen längeren Aufenthalt in dem geschlossenen Raum zur Verfügung.
- Zugelassene, umluftunabhängige Überdruckatemschutzgeräte und Reanimationsgeräte stehen am Eingang zu dem geschlossenen Raum bereit.
- Die Person, die den Raum betritt, wurde geschult und hat die notwendigen Gesundheitschecks absolviert und ist zum Zeitpunkt des Betretens des Raums körperlich fit.
- Ein verantwortliches Mitglied der Schiffsbesatzung befindet sich die ganze Zeit über außerhalb des Raums in unmittelbarer Nähe des Eingangs und steht in direktem Kontakt mit dem Verantwortlichen Offizier.
- Am Eingang des Raums befindet sich Rettungsgeschirr einschließlich Rettungsleine, das bzw. die sofort einsatzbereit sind.
- Am Eingang des Raums befindet sich eine vollgeladene, zugelassene Sicherheitstaschenlampe, die sofort einsatzbereit ist.
- Alle beteiligten Personen sollten für die Maßnahmen, die in einem Notfall zu ergreifen sind, geschult sein.

- Die Kommunikationswege wurden klar festgelegt und von allen Beteiligten verstanden.
- Die Namen und Zutrittszeiten werden aufgezeichnet und durch das Personal außerhalb des Raums überwacht.

Das Personal, das mit der Aufgabe betraut ist, sollte dafür sorgen, dass diese Sicherheitsvorkehrungen vor dem Betreten des Raums getroffen werden.

Die persönliche Schutzausrüstung, die von den Personen, die den Raum betreten, benutzt werden soll, muss vorgeschrieben werden. Folgende Gegenstände sind zu prüfen:

- Schutzbekleidung einschließlich Arbeitskleidung oder Schutzanzüge, Schutzstiefel, Schutzhelm, Handschuhe und Schutzbrille;
- In großen Räumen oder wenn der Zutritt Klettern erfordert, empfiehlt sich auch das Tragen von Sicherheitsgeschirr;
- Zugelassene Sicherheitstaschenlampen;
- Persönlicher Gasetektor oder flächendeckender Gasspür- oder Gaswarngerät

10.6 Notfallverfahren

10.6.1 Evakuierung aus geschlossenen Räumen

Wenn sich eine der Bedingungen, die auf der Genehmigung zum Betreten eines geschlossenen Raums genannt sind, ändert oder der Verdacht besteht, dass der Raum nicht mehr sicher ist, nachdem das Personal den Raum betreten hat, sollte das Personal aufgefordert werden, den Raum sofort zu verlassen und diesen nicht wieder zu betreten, bis die Situation neu eingeschätzt wurde und die auf der Genehmigung genannten sicheren Bedingungen wiederhergestellt sind.

10.6.2 Rettung aus geschlossenen Räumen

Wenn sich ein Unfall mit Personenschaden in einem geschlossenen Raum ereignet, muss als erstes Alarm ausgelöst werden. Obwohl die Schnelligkeit oftmals entscheidend ist für die Rettung des Lebens, sollten keine Rettungsversuche unternommen werden, bis die nötige Unterstützung und Ausrüstung da ist. Es gibt viele Beispiele, in denen Menschen ihr Leben verloren haben aufgrund von überstürzten und schlecht vorbereiteten Rettungsversuchen.

Die Vorbereitung ist von großem Wert für einen schnellen und effektiven Einsatz. Rettungsleinen, Rettungsgeschirr, Atemschutzgeräte, Reanimationsgeräte (wenn vorhanden) und andere Gegenstände der Rettungsausrüstung sollten stets einsatzbereit sein, und es sollte geschultes Personal zur Verfügung stehen. Das Kommunikationsmittel sollte vorher vereinbart werden.

Sobald der Verdacht besteht, dass eine nicht sichere Atmosphäre zu dem Unfall beigetragen hat, sollten beim Betreten des Raums Atemgeräte und, wenn möglich, Rettungsleinen benutzt werden.

10.6.3 Reanimation

Das Schiffs- und Terminalpersonal, das für die Sicherheit zuständig ist, sollte in die Bedienung von Reanimationsgeräten eingewiesen werden, um Personen behandeln zu können, die toxischen Gasen ausgesetzt waren oder deren Atmung durch andere Ursachen wie Stromschlag oder Ertrinken ausgesetzt hat.

Einige Schiffe und Terminals sind mit einem speziellen Reanimationsgerät ausgestattet. Das Gerät gibt es in verschiedenen Ausführungen. Es ist wichtig, dass das Personal weiß, wo sich dieses Gerät befindet und wie es richtig zu bedienen ist.

Nach Möglichkeit sollte das Gerät da verstaut werden, wo es leicht zugänglich ist; es sollte nicht verschlossen gehalten werden. Die Bedienungsanleitungen für das Gerät müssen klar sichtbar angebracht sein. Gerät und Flascheninhalt müssen regelmäßig geprüft werden. Es ist wichtig, entsprechende Ersatzflaschen dabei zu haben.

10.7 **Betretten von geschlossenen Räumen mit Atmosphären, von denen bekannt ist oder angenommen wird, dass das Betreten dieser Räume nicht sicher ist**

Es sei hervorzuheben, dass das Betreten eines Raums, der nicht für sicher befunden wurde, nur in einer Notfallsituation in Betracht gezogen werden soll, wenn es keine praktikable Alternative gibt. In dieser höchst gefährlichen Situation muss unbedingt die Genehmigung des Unternehmens eingeholt und ein sicheres Arbeitssystem vereinbart werden.

Wenn das Betreten eines Raums, von dem bekannt ist, dass er toxische Gase oder zu wenig Sauerstoffmangel und/oder der Schadstoffe enthält, die nicht mit Hilfe von Luftreinigungsgeräten wirksam behandelt werden können, in einer Notfallsituation dennoch notwendig ist, dann müssen Atemschutzgeräte mit Überdruck benutzt werden.

Das Betreten eines geschlossenen Raums, dessen Atmosphäre bekannterweise oder vermutlich nicht sicher ist, sollte nur in Ausnahmefällen gestattet werden, wenn es keine praktikable sichere Alternative gibt.

Der Schiffsführer sollte schriftlich erklären, dass es keine praktikable Alternative zu der vorgeschlagenen Maßnahme gibt und dass das Betreten für den sicheren Schiffsbetrieb notwendig ist.

Wird die Notwendigkeit einer derartigen Maßnahme vereinbart, muss in Abstimmung mit dem Unternehmen eine Risikoeinschätzung erfolgen und ein sicheres Arbeitssystem entwickelt werden.

Ein Schiffsverantwortlicher muss die Maßnahme ständig überwachen und Folgendes sicherstellen, dass:

- die beteiligten Personen gut in die Benutzung des Atemschutzgeräts eingewiesen werden und wissen, wie gefährlich es ist, die Schutzmaske in der nicht gesicherten Atmosphäre abzunehmen;
- das Personal Überdruckatemschutzgeräte benutzt;
- die Zahl der Personen, die den Tank zur Durchführung der notwendigen Arbeiten betreten, so niedrig wie möglich gehalten wird;
- die Namen und Zutrittszeiten durch Personal außerhalb des Raums protokolliert und überwacht werden;
- die Lüftung eingeschaltet ist, wo es machbar ist;
- Kommunikationsmittel stets zur Verfügung stehen und dass ein Signalsystem vereinbart wird, das das beteiligte Personal kennt;
- Ersatzgeräte für das Atemschutzgerät, Beatmungsgerät (wenn vorhanden) und Rettungsgeräte außerhalb des Raums zur Verfügung stehen und eine Person mit angelegtem Atemschutzgerät sich für den Notfall bereithält;

- alle wichtigen Arbeiten, die durchgeführt werden müssen, so durchgeführt werden, dass keine Zündgefahr entsteht;
- wenn das Personal nicht mit einer Rettungsleine abgesichert ist, entsprechende Mittel zur Verfügung stehen, mit denen festgestellt werden kann, wo sich die Personen in dem Raum gerade befinden.

10.8 Atemschutzgeräte

Es gibt eine Reihe verschiedener Typen von Atemschutzgeräten, die auf Tankschiffen eingesetzt werden können.

Einige Atemschutzgeräte sind von den Brandschutzbestimmungen, z. B. SOLAS, vorgeschrieben. Soweit die Bestimmungen des ISM-Code es jedoch zulassen, ist das Unternehmen für die Ausrüstung zuständig, die benötigt wird, um alle Aspekte der Betriebs- und Sicherheitsabläufe an Bord sicher managen zu können. Atemschutzgeräte, die diesen Bestimmungen genügen müssen, liegen meist über den Mindestanforderungen der gesetzlichen Vorschriften.

Alle Schutzgeräte müssen resistent gegenüber den Produkten sein, die auf dem Tankschiff umgeschlagen werden.

10.8.1 Umluftunabhängige Atemschutzgeräte

Diese Geräte bestehen aus einer oder mehreren tragbaren Druckluftflaschen, die auf einem Tragegestell befestigt sind, und einem Gurt für den Geräteträger. Die Luftzufuhr für den Träger erfolgt durch die Atemmaske, die so angepasst wird, dass sie luftdicht abschließt. Der Druck in der Flasche wird über ein Manometer angezeigt; wird zu wenig Luft zugeführt, ertönt ein akustischer Alarm. Für geschlossene Räume werden nur Überdruckatemschutzgeräte empfohlen, da diese, wie der Name schon sagt, stets für einen Überdruck in der Atemmaske sorgen.

Bei Einsatz des Atemschutzgeräts gilt Folgendes zu beachten:

- Der Druckmesser ist vor dem Einsatz zu prüfen.
- Vor dem Einsatz ist zu prüfen, ob der akustische Alarm bei Niederdruck funktioniert.
- Die Atemmaske muss geprüft und so angepasst werden, dass sie luftdicht abschließt. Barthaare können die Dichtigkeit der Maske beeinträchtigen; sollte der Geräteträger einen Bart haben, muss eine andere Person das Gerät übernehmen. Alternativ kann auch ein anderes Gerät verwendet werden, das unempfindlich gegenüber Barthaaren ist.
- Mit Hilfe eines Manometers wird während des Einsatzes regelmäßig kontrolliert, wie viel Luft noch verbleibt.
- Es sollte genügend Zeit bleiben, um die gefährdete Atmosphäre verlassen zu können. Auf jeden Fall muss der Geräteträger den Raum sofort verlassen, wenn das Niederdruckalarmsignal ertönt. Es sei daran erinnert, dass die Dauer der Luftzufuhr vom Gewicht und von der Fitness des Geräteträgers sowie von der Einsatzdauer abhängt.

Falls der Geräteträger das Gefühl hat, dass das Gerät nicht ordnungsgemäß funktioniert oder die Atemmaske nicht mehr dicht ist, sollte er den Raum sofort verlassen.



Abbildung 10.1 – Umluftunabhängige Atemschutzgeräte

10.8.2 Schlauchgeräte

Atemschutzgeräte mit einem Luftschlauch ermöglichen längere Einsatzzeiten der Druckluftgeräte als umluftunabhängige Atemschutzgeräte.

Die Geräte bestehen aus einer Atemmaske oder einer Frischluft-Überdruckhaube; die Luftzufuhr erfolgt über einen Schlauch mit einem geringen Durchmesser, der aus dem Raum herausführt und dort an Pressluftflaschen angeschlossen ist, oder über einen Luftschlauch, der über einen Kompressor versorgt wird. Wird die Luft vom Schiff zugeführt, ist es wichtig, dass sie richtig gefiltert und ordnungsgemäß auf toxische oder gefährliche Bestandteile überprüft wird. Der Schlauch ist über einen Gurt oder eine andere Vorrichtung mit dem Geräteträger verbunden, was im Notfall ein schnelles Lösen ermöglicht. Die Luftzufuhr zur Atemmaske oder Haube wird durch ein Mengenventil oder Mundstück geregelt.

Erfolgt die Luftzufuhr über einen Kompressor, muss ein Notvorrat an Druckluftflaschen für den Fall eines Kompressorausfalls bereitstehen. In diesem Fall muss der Geräteträger gewarnt werden und den Raum sofort verlassen.

Eine geschulte und sachverständige Person muss den Druck im Luftschlauch überwachen und darauf achten, wann es erforderlich ist, auf die alternative Versorgung umzuschalten, wenn der normale Arbeitsdruck nicht gehalten wird. Es muss gewährleistet sein, dass diese Person den akustischen Niederdruckalarm hören kann.

Bei Einsatz eines Atemschutzgeräts mit Luftschlauch gilt Folgendes zu beachten:

- Wird eine Atemmaske verwendet, muss geprüft und gewährleistet werden, dass die Maske so eingestellt ist, dass sie luftdicht abschließt. Barthaare können die Dichtigkeit beeinträchtigen.
- Wird eine Frischluft-Überdruckhaube benutzt, muss geprüft und gewährleistet werden, dass die Haube keine Beschädigungen aufweist.
- Vor dem Einsatz ist der Arbeitsdruck zu prüfen.

- Vor dem Einsatz ist der akustische Niederdruckalarm zu prüfen.
- Zur Vermeidung von Beschädigungen sind Luftschläuche vor spitzen hervorstehenden Teilen zu schützen.
- Es ist zu gewährleisten, dass der Luftschlauch lang genug ist für den geplanten Einsatz, jedoch nicht länger als 25 Meter.
- Es ist zu gewährleisten, dass der Luftschlauch knickfrei, antistatisch und öl-/ chemikalienbeständig ist.
- Es ist darauf zu achten, dass genügend Zeit verbleibt, um den Raum bei Ertönen des Niederdruckalarms zu verlassen. Wie lange die Luft reicht, hängt vom Gewicht des Geräteträgers, dessen Fitness und der Einsatzintensität ab; jeder Geräteträger sollte die spezifischen Grenzen des Geräts kennen.

Falls es Zweifel an der Funktionsfähigkeit des Geräts geben, hat der Geräteträger den Raum sofort zu verlassen.

Es wird empfohlen, dass der Geräteträger einen völlig separaten Frischluftvorrat dabei hat, den er bei Verlassen des Raums im Notfall, d.h. wenn die Druckluftleitung ausfällt, einsetzt. Es wird empfohlen, dass der Geräteträger ein Atemschutzfluchtgerät mit sich führt.

10.8.3 Atemschutzfluchtgeräte

Hierbei handelt es sich um Druckluft- oder Sauerstoffatemschutzgeräte, die bei der Flucht aus einem Raum, in dem die Atmosphäre für die sich darin befindliche Person gefährlich geworden ist, eingesetzt werden. Während der Begehung eines geschlossenen Raums sollten zusätzliche Geräte für die Flucht bereitgestellt werden. Jedes Gerät ist für eine Einsatzdauer von mindestens 10 Minuten ausgelegt. Es kann zwischen zwei Gerätetypen gewählt werden:

Druckluftatemschutzgeräte

Diese Geräte bestehen aus Druckluftflasche, Druckminderungsventil, Luftschlauch, Atemmaske oder Haube und einem feuerfesten, hochviskosen Beutel oder Überzug. Dabei handelt es sich in der Regel um Geräte mit einer konstanten Druckluftversorgung des Trägers bei einer ungefähren Durchflussgeschwindigkeit von 40 Liter pro Minute, was je nach Flaschenvolumen für eine Einsatzzeit von 10 (Minimum) bis 15 Minuten reicht. Druckluftatemschutzgeräte für die Flucht können normalerweise an Bord mit Hilfe eines konventionellen Kompressors für umluftunabhängige Atemschutzgeräte aufgefüllt werden.

Vor dem Einsatz sind Manometer, Luftventil und Haube zu prüfen.

Kreislaufatemschutzgeräte

Diese Geräte bestehen i.d.R. aus einem stabilen, wasserfesten Transportgehäuse, einem Druckluftbehälter, einem Atembeutel, Mundstück und einer feuerabweisenden Haube. Sie können nur einmal benutzt werden. Wenn der Träger die Haube aufgesetzt und das Gerät aktiviert hat, vermischt sich die ausgeatmete Luft mit der Druckluft in dem Atembeutel, was dem Träger ein normales Atmen während der Flucht aus einer gefährdeten Atmosphäre ermöglicht.

Es sei darauf hingewiesen, dass diese Fluchtgeräte nur für den Notfluchtfall gedacht sind und nicht als Hauptgerät beim Betreten von Räumen mit Sauerstoffmangel oder bei der Brandbekämpfung eingesetzt werden sollen.

10.8.4 Atemmasken mit Filtereinsätzen oder Behälter

Dies Geräte bestehen aus einem an der Maske befestigten Filter oder Behälter. Sie dienen zum Reinigen der Luft von bestimmten Schadstoffen. Sie sind nicht für eine zusätzliche Luftzufuhr bestimmt. Es ist darauf zu achten, dass sie nur zu dem vorgesehenen Zweck unter Beachtung der vom Hersteller vorgegebenen Einsatzgrenzen verwendet werden. Zu den Einsatzgrenzen gehört z. B. die Lebensdauer der Filter oder Behälter.

Atemmasken mit Filter oder Behälter schützen den Träger nicht vor Kohlenwasserstoffkonzentrationen oder toxischen Gasen über ihre Bemessungsgrößen hinaus oder vor Sauerstoffmangel, und sie sollten nie anstelle von Atemschutzgeräten oder in geschlossenen Räumen eingesetzt werden.



Abbildung 10.2 – Beispiele für Filter in Atemmasken

10.8.5 Atemmasken mit Schlauchanschluss (Frischluftatemschutzgerät)

Dieses Gerät besteht aus einer Maske, der Luft über einen Schlauch mit großem Durchmesser zugeführt wird, der an eine Kreiselpumpe oder ein Gebläse angeschlossen ist. Das ist umständlich und das Eindringen von Gas kann auch nicht verhindert werden.

Obwohl es auf einigen Tankschiffen Atemschutzmasken mit Schlauch gibt, sollten diese nicht in geschlossenen Räumen benutzt werden. Auch wenn die meisten gesetzlichen Vorschriften das Mitführen dieses Typs von Atemschutzgeräten verlangen, sind diese nicht als adäquat und sicher anerkannt.

10.8.6 Wartung der Geräte

Alle Atemschutzgeräte werden regelmäßig durch den Verantwortlichen Prüfer inspiziert und geprüft. Mängel werden sofort behoben und die Inspektionen und Reparaturen werden protokolliert. Druckluftflaschen werden nach dem Einsatz so schnell als möglich aufgefüllt.

Druckluftflaschen dürfen keine Beschädigungen aufweisen und nicht korrodiert sein und sie müssen einem Hydrauliktest gemäß den gesetzlichen Vorschriften unterzogen werden.

Masken und Helme werden nach dem Einsatz gereinigt und desinfiziert. Alle Reparatur- oder Wartungsarbeiten werden unter strenger Einhaltung der Herstelleranweisungen durchgeführt.

Alle Atemschutzgeräte werden durch eine zugelassene Firma unter Einhaltung der Intervalle und Bedingungen, die in den Anweisungen des Herstellers und/oder der (in-ter)nationalen gesetzlichen Vorschriften vorgegeben sind, geprüft und zertifiziert.

10.8.7 Lagerung

Atemschutzgeräte werden komplett zusammengebaut an einem leicht zugänglichen Ort gelagert. Es ist darauf zu achten, dass die Druckluftflaschen voll aufgefüllt und die Stellgurte locker eingestellt sind. Die Standorte der Geräte werden so gewählt, dass sie für Notfälle in verschiedenen Bereichen des Schiffs einsetzbar sind.

10.8.8 Schulung

Der Einsatz von Atemschutzgeräten wird praktisch demonstriert und geschult, damit das Personal praktische Erfahrungen sammeln kann. Umluftunabhängige Atemschutzgeräte und Schlauchgeräte dürfen nur von geschultem Personal benutzt werden, da ein unsachgemäßer oder ineffizienter Gebrauch das Leben des Benutzers gefährden kann.

10.9 Arbeiten in geschlossenen Räumen

10.9.1 Allgemeine Vorschriften

Alle Arbeiten, die in geschlossenen Räumen ausgeführt werden, erfolgen unter Kontrolle des Sicherheitsmanagementsystems. Alle Zutrittsbedingungen, einschließlich der Zutritts-genehmigung, werden überwacht.

Zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen können erforderlich sein, um zu gewährleisten, dass sich im Bereich des Einsatzortes keine losen Ablagerungen, kein Schlamm und keine brennbaren Stoffe befinden, die, wenn sie gestört oder erwärmt werden, toxische oder brennbare Gase freisetzen könnten. Der Raum muss sehr gut gelüftet werden, und zwar möglichst direkt in Richtung Arbeitsbereich.

10.9.2 Öffnen von Ausrüstungen und Armaturen

Bevor Ladepumpen, Rohrleitungen, Ventile oder Heizspulen geöffnet werden, müssen diese zuerst gründlich mit Wasser gespült werden. Aber selbst nach dem Spülen besteht immer die Möglichkeit, dass Reste der Ladung zurückbleiben, die eine Quelle für weitere brennbare oder toxische Gase sein könnten. Vor dem Einschalten dieser Geräte muss im Rahmen des Sicherheitsmanagementprozesses festgelegt werden, welche Mindestmaßnahmen zur Gewährung der Sicherheit beim Arbeiten zu ergreifen sind, wie z. B. zusätzliche Gasmessungen.

10.9.3 Einsatz von Werkzeugen

Werkzeuge dürfen nicht in die geschlossenen Räume mitgenommen werden, sondern müssen in einem Plastikeimer oder Leinenbeutel herabgelassen werden, um ein Herabfallen zu verhindern. Bevor mit dem Hämmern und Abklopfen begonnen wird und Elektrowerkzeuge eingesetzt werden, muss sich der Verantwortliche Offizier davon überzeugen, dass die Wahrscheinlichkeit von gefährlichen Gasen in diesem Bereich ausgeschlossen werden kann.

10.9.4 Elektrische Lampen und Betriebsmittel

Sofern ein Raum nicht im Rahmen eines zugelassenen Arbeitssicherheitssystems, wie z. B. Genehmigung für Warmarbeiten, als sicher für Warmarbeiten ausgewiesen wurde, dürfen nicht zugelassene Lampen oder nicht eigensichere elektrische Geräte in einen geschlossenen Raum nicht mitgeführt werden.

Es dürfen nur Sicherheitslampen oder eigensichere elektrische Geräte in geschlossenen Räumen, die einer Neukontamination mit gefährlichen Gasen ausgesetzt sind, benutzt werden.

Im Hafen sind die örtlichen Vorschriften im Hinblick auf die Benutzung von elektrischen Lampen und Betriebsmitteln einzuhalten.

10.9.5 Entfernen von Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen

Beim Entfernen von Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen aus einem geschlossenen Raum ist es erforderlich, dass während des Arbeitseinsatzes regelmäßig Gasmessungen durchgeführt und für eine kontinuierliche Lüftung gesorgt wird.

Es kann zu erhöhten Gaskonzentrationen in der unmittelbaren Nähe des Arbeitsortes kommen; deshalb muss darauf geachtet werden, dass die Atmosphäre für das Personal sicher bleibt. Es wird dringend empfohlen, einen Teil des Personals oder alle, die an der Arbeit beteiligt sind, mit einem persönlichen Gasmessgerät auszustatten.

10.9.6 Nicht zutreffend

10.10 Vorsichtsmaßnahmen beim Betreten von Pumpenräumen

Ladepumpenräume sind als geschlossene Räume anzusehen; daher sind die in diesem Kapitel enthaltenen Vorschriften möglichst zu befolgen. Aufgrund ihrer Lage, Bauweise und der betrieblichen Notwendigkeit für das Personal, den Raum routinemäßig zu betreten, stellen Pumpenräume jedoch eine besondere Gefahr dar und bedürfen daher besonderer Vorsichtsmaßnahmen, die in dem folgenden Abschnitt beschrieben werden.

10.10.1 Lüftung

Aufgrund der Möglichkeit, dass im Pumpenraum brennbares Gas vorhanden ist, ist eine mechanische Belüftung erforderlich, um den sicheren Zustand der Atmosphäre zu erhalten.

Die Ladepumpenräume sind mit einem stationären Gasmesssystem zu versehen, das das Vorhandensein explosiver Gase oder einen Sauerstoffmangel durch Messsensoren vor Ort automatisch anzeigt und einen optischen und akustischen Alarm auslöst, wenn die Gaskonzentration 10 % der unteren Explosionsgrenze erreicht hat. Die Sensoren dieses Systems müssen an geeigneten Stellen am Boden oder direkt unterhalb des Decks angebracht werden.

Die Messungen müssen kontinuierlich erfolgen.

Akustische und optische Alarmgeräte sollten im Steuerhaus und im Ladepumpenraum installiert werden; wird ein Alarm ausgelöst, werden alle Be- und Entladeanlagen abgeschaltet. Der Ausfall des Gasmesssystems muss sofort im Steuerhaus und an Deck durch akustischen und optischen Alarm signalisiert werden.

Das Lüftungssystem sollte, gerechnet am Gesamtvolumen des Betriebsraums, eine Kapazität von mindestens 30 Luftwechseln pro Stunde haben.

Die Lüftung erfolgt kontinuierlich, bis der Zugang nicht mehr erforderlich ist oder die Umschlagarbeiten abgeschlossen sind.

10.10.2 Verfahren zum Betreten des Pumpenraums

Vor Betreten eines Pumpenraums muss dieser gründlich gelüftet, der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre geprüft und die Atmosphäre auf Kohlenwasserstoff und toxische Gase in Verbindung mit der umgeschlagenen Ladung geprüft werden.

Nur wenn ein stationäres Gasmesssystem

- ordnungsgemäß kalibriert und geprüft wurde und
- Gasmesswerte an repräsentativen Stellen im Pumpenraum als Prozent des UEG (% UEG) mit einer Genauigkeit anzeigt, die den tragbaren Gasmessgeräten entspricht,

sollte dieses Gasmesssystem verwendet werden, um Daten für das sichere Betreten des Raums zu geben.

Zur Kontrolle der Pumpenraumbegabung sollten formelle Verfahren zur Verfügung stehen. Das Verfahren sollte auf der Risikoeinschätzung basieren und gewährleisten, dass Risikominderungsmaßnahmen getroffen werden und das Betreten des Raums protokolliert wird.

Ein Kommunikationssystem sorgt für die Verbindung zwischen Pumpenraum, Kommando-
brücke, Maschinenraum und Ladekontrollraum. Außerdem sollte der Pumpenraum mit
akustischen und optischen Leitungsverstärkern für die Hauptalarmanlagen, wie z. B. all-
gemeine Alarm- und Brandmeldealarmanlagen, ausgestattet sein.

Es sind Vorkehrungen erforderlich, die jederzeit eine effektive Kommunikation zwischen
dem Personal im Pumpenraum und außerhalb gewährleisten. Regelmäßige Kommunikati-
onschecks sollten zu vorher vereinbarten Zeiten durchgeführt werden; bei fehlender Reak-
tion muss der Alarm ausgelöst werden.

UKW/UHF-Kommunikationstechnik sollte nicht als Hauptkommunikationsmittel an Orten
verwendet werden, von denen bekannt ist, dass der Empfang aufgrund des Lärms schlecht
oder nicht gegeben ist. Wenn die Kommunikation über UKW/UHF schwierig ist, empfiehlt
es sich, eine Person in Bereitschaft oberhalb vom Pumpenraum zu positionieren und auf
ein visuelles und ferngesteuertes Kommunikationsverfahren zurückzugreifen.

Die Häufigkeit der Pumpenraumbegehung zu Inspektionszwecken während der Umschlag-
arbeiten sollte überprüft werden, um die Belastung des Personals zu minimieren.

Am Eingang des Pumpenraums sollten Hinweise angebracht werden, dass das Betreten
des Raums ohne formelle Genehmigung nicht gestattet ist.

Folgende Anweisungen sind am Eingang des Ladepumpenraums anzubringen:

**Vor Betreten des Ladepumpenraums prüfen,
ob der Raum frei von Gasen ist und genügend Sauerstoff enthält.**

**Öffnen der Türen und Eingangsöffnungen
ohne Genehmigung des Schiffsführers verboten.**

Bei Alarm den Raum sofort verlassen.

10.11 Operative Vorsichtsmaßnahmen im Pumpenraum

Im Pumpenraum sind im Vergleich zum gesamten Schiffsbereich die meisten Ladungslei-
tungen; durch Leckage von flüchtigen Produkten an einem Teil dieses Systems könnte
schnell eine entflammbare oder toxische Atmosphäre entstehen. Der Pumpenraum kann
auch eine Reihe potentieller Zündquellen enthalten, wenn die formellen, strukturierten War-
tungs-, Inspektions- und Überwachungsverfahren nicht streng eingehalten werden.

10.11.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Vor Beginn der Umschlagarbeiten:

- Inspektion durchführen, um zu gewährleisten, dass die Siebdeckel, Prüfplaketten und
Ablassschrauben in Position und gesichert sind.
- Ablassventile des Umschlagsystems im Pumpenraum, insbesondere an den Ladeöl-
pumpen, fest verschließen.
- Alle Stopfbuchsen der Schottwände prüfen und justieren oder ölen, wenn erforderlich,
um zu gewährleisten, dass die Dichtung zwischen Pumpen- und Maschinenraum gas-
dicht ist.

Während der Umschlagarbeiten, einschließlich Beladen:

- Pumpenraum regelmäßig auf Leckagen an den Stopfbuchsen, Ablassschrauben und Ablassventilen, vor allem der Ladepumpen, prüfen.
- Während des Pumpenbetriebs Pumpenstopfbuchsen, Lager und Stopfbuchsen der Schottwände (falls montiert) auf Überhitzen prüfen. Bei Leckage oder Überhitzen Pumpe abstellen.
- Während des Pumpenbetriebs keine Justierung der Pumpenstopfbuchsen an den rotierenden Wellen vornehmen.

10.11.2 Entleeren der Ladungs- und Ballastleitungen

Einige Tankschiffe haben keine effektive Leitungsentleerung; um den Anforderungen bestimmter Produktmarken zu genügen, werden die letzten Leitungsinhalte in Pumpenraumbilgen entleert. Dieses Verfahren ist nicht sicher; daher wird empfohlen, die Umschlagverfahren dahingehend zu überprüfen, dass keine flüchtigen Produkte in die Bilge entleert werden.

Es wird dringend empfohlen, umfangreiche Abstreifvorrichtungen in Erwägung zu ziehen, um ein effektives Entleeren aller Leitungen und Pumpen in Lade-, Abwasser- oder spezielle Aufnahmetanks zu ermöglichen, die dann später an Land entleert werden.

Wenn Ballastleitungen nach Beendigung des Ballastentladevorgangs in die Pumpenraumbilge entleert werden müssen, ist darauf zu achten, dass bei diesen Entleerungen keine Ladungsreste zurückbleiben.

10.11.3 Routinewartungen und organisatorische Fragen

Es ist wichtig, dass die Integrität der Rohrleitungen und Pumpen gewahrt bleibt und Leckagen aufgedeckt und zeitnah behoben werden.

Pumpenraumbilgen müssen sauber und trocken sein. Es ist besonders darauf zu achten, dass keine entflammaren Flüssigkeiten oder Gase in den Pumpenraum eindringen.

Zur Prüfung ihres Zustands werden Rohrleitungen einer Sichtprüfung und laufenden Druckprüfungen unterzogen. Andere zerstörungsfreie Prüfungen oder Untersuchungen, wie z. B. Ultraschall-Wanddickenmessungen, können in Erwägung gezogen werden, sollten aber stets durch Sichtprüfungen ergänzt werden.

Es sollten Maßnahmen festgelegt werden, mit denen bestätigt wird, dass Schlammkästen und Filter wieder ordnungsgemäß versiegelt sind, nachdem sie für routinemäßige Reinigungs- und Prüfmaßnahmen geöffnet wurden.

Ventilstopfbuchsen und Ablasshähne sind regelmäßig auf Undichtigkeiten zu prüfen.

Schottdurchführungen sind routinemäßig auf Dichtigkeit zu prüfen.

Sicherheitsrelevante Schrauben von Ladepumpen und die zugehörigen Verbindungselemente, wie z. B. Sockelpassschrauben, Pumpengehäuseschrauben und Schrauben zum Sichern des Gelenkwellenschutzes müssen gesichert werden. Außerdem sollten Prüfungsvorschriften in Bezug auf diese Elemente in die laufenden Wartungsmaßnahmen aufgenommen werden.

Das Pumpenraumrettungsgeschirr und Rettungsseil müssen regelmäßig überprüft werden, um zu gewährleisten, dass sie betriebsbereit sind und sofort aufgezogen werden können.

Die Notausgänge müssen regelmäßig kontrolliert werden, um sicherzugehen, dass sie ordnungsgemäß gekennzeichnet und frei von Hindernissen sind. Wenn es eine Schleusen-kammer gibt, muss geprüft werden, ob sich die Türen leicht betätigen lassen, die Tür-dichtungen in Ordnung sind und die Beleuchtung in der Schleusen-kammer funktioniert.

10.11.4 **Wartung der elektrischen Betriebsmittel im Pumpenraum**

Die Unversehrtheit des Schutzes, der durch die Ausführung der explosions-sicheren oder eigensicheren elektrischen Betriebsmittel gegeben ist, kann durch unsachgemäße Wartung gefährdet werden. Selbst die einfachsten Reparatur- und Wartungsarbeiten müssen genau nach den Anweisungen des Herstellers durchgeführt werden, um zu gewährleisten, dass diese Betriebsmittel in einem sicheren Zustand bleiben.

Die Wartung von explosions-sicheren und eigensicheren Betriebsmitteln darf nur durch das entsprechende Fachpersonal ausgeführt werden. Das ist insbesondere wichtig, wenn es sich um explosions-sichere Beleuchtung handelt, die nach Auswechseln einer Lampe nicht richtig verschlossen und somit die Unversehrtheit der Beleuchtung gefährden könnte.

Zur Unterstützung der routinemäßigen Wartungs- und Reparaturarbeiten erhalten die Tankschiffe ausführliche Wartungsanleitungen für spezifische Systeme und Vorrichtungen an Bord.

10.11.5 **Inspektion und Wartung der Lüftungsgebläse des Pumpenraums**

Die Lüftungsgebläse des Pumpenraums werden zur Entlüftung des Raums benötigt. Das bedeutet, dass, wenn in dem Pumpenraum Gas vorhanden ist, die Gase über die Flügel des Gebläse-rades abgeführt werden und sich entzünden könnten, wenn die Flügel mit dem Gehäuse in Berührung kommen oder die Gebläse-lager oder Dichtungen heißlaufen.

Die Sauglüfter des Pumpenraums einschließlich Impeller, Wellen und Gasdichtungen müs-sen regelmäßig überprüft werden.

Der Zustand der Gebläseleitung muss geprüft und die ordnungsgemäße Funktion der Wechselklappen und Brandschutzklappen bestätigt werden.

Routinemäßige Schwingungsüberwachungen und -analysen sollten zum Zwecke der Früh-erkennung von Verschleißerscheinungen an den Bauteilen in Erwägung gezogen werden.

10.11.6 **Prüfen von Alarm- und Auslösegeräten**

Pumpenalarm- und Auslösevorrichtungen, Füllstandsalarmvorrichtungen und ähnliche Ein-richtungen, wenn vorhanden, sollten regelmäßig auf Funktionstüchtigkeit geprüft und die Testergebnisse protokolliert werden.

Diese Tests sollten so gründlich wie möglich sein, damit die Funktionstüchtigkeit des Sys-tems in vollem Umfang bestätigt werden kann und nicht auf die elektrische Funktionsprü-fung des Alarmgeräts beschränkt wird.

10.11.7 **Verschiedenes**

Es gibt eine Reihe anderer Möglichkeiten, die Sicherheit in Pumpenräumen zu erhöhen, von denen einige für bestimmte Tankschiffe obligatorisch sind, z. B.:

- Stationäre Gasmesssysteme, mit denen das Vorhandensein von entflamm-baren Gasen ständig überwacht werden kann. Ist ein solches Gerät installiert, muss gewähr-leistet werden, dass das Gerät regelmäßig geprüft und kalibriert wird. Es sollte auch fest-gelegt werden, welche Maßnahmen im Falle eines Alarms zu ergreifen sind, insbe-sondere im Hinblick auf die Evakuierung des Raums und das Abschalten der Lade-pumpen. Nach Möglichkeit sollen Gasmessgeräte mehrere Bereiche und nicht nur den unteren Bereich im Pumpenraum überwachen.

- Stationäre Probenahmeverrichtung für das Überwachen des Sauerstoffgehalts im Pumpenraum von Deck aus über ein tragbares Manometer vor dem Pumpenraumeingang. Ist eine derartige Vorrichtung installiert, sollten mit ihr die entlegenen Bereiche des Pumpenraums überwacht werden.
- Temperaturüberwachungsgeräte, die an den Hauptladepumpen angebracht sind, zur Fernanzeige der Temperatur der Pumpengehäuse, Lager und Schottdichtungen. Sind Geräte dieser Art installiert, sollte festgelegt werden, welche Maßnahmen im Falle eines Alarms zu ergreifen sind.
- Füllstandsalarmergeräte in den Pumpenraumbilgen, die akustische und optische Alarmsignale im Ladungs-Kontrollraum, Maschinenraum und auf der Kommandobrücke auslösen.
- Manuelle Bedienelemente für die Hauptladepumpen, die sich im unteren Pumpenraumbereich und ganz oben (Hauptdeck) befinden.
- Sprühnebelabscheider um die Stopfbuchsen aller Ladekreiselpumpen herum, um die Bildung von Nebel bei geringfügiger Leckage an der Stopfbuchse zu vermeiden.
- Eignung einer Doppeldichtung prüfen, um Leckagen von den Hauptdichtungen einzuschließen und einen Fernalarm auszulösen, der die Leckage anzeigt. Der Effekt der Nachrüstung auf die Integrität der Pumpe muss jedoch zusammen mit dem Pumpenhersteller klar eingeschätzt werden.
- Überprüfen, ob der Feuerschutz in unmittelbarer Nähe der Ladepumpen angemessen ist.
- Aufgrund der Probleme, die mit der Rückzündung durch Flammenrückschlag nach Einsatz eines Primärbrandschutzmittels verbunden sind, sollte zur Ergänzung des bestehenden Systems über die Notwendigkeit eines Hilfsmittels, wie z. B. Leichtschaummittel oder Durchnässen, nachgedacht werden.
- Für Tankschiffe, die mit einer Inertgasanlage ausgestattet sind, könnte eine Notfallvorrichtung zur Inertisierung des Pumpenraums eine Option darstellen, wobei die Sicherheit und Integrität der Vorrichtung sorgfältig zu bedenken sind.
- Bereitstellen von Atemschutzfluchtgeräten, die im Pumpenraum positioniert werden und leicht zugänglich sind.

Kapitel 11

SCHIFFSBETRIEB

Dieses Kapitel enthält Informationen zum gesamten Spektrum der betrieblichen Abläufe auf einem Schiff, wie z. B. Be- und Entladen der Fracht, Reinigen der Schläuche und Tanks, Entgasen, Ballastieren, Umschlag von Schiff zu Schiff und Vertäuen.

Das Kapitel enthält ebenfalls Informationen zum sicheren Umschlag bestimmter Ladungen, die einen hohen Dampfdruck aufweisen und schwefelwasserstoffhaltig sind, wie z. B. statische Akkumulatoröle.

Andere Abläufe, die angesprochen werden, beziehen sich auf Abgaskontrollsysteme und effektive Nachlenzverfahren.

11.1 Umschlagsaktivitäten

11.1.1 Allgemein

Alle Umschlagsaktivitäten müssen im Voraus sorgfältig geplant und dokumentiert werden. Einzelheiten der Planung müssen mit dem gesamten Schiffs- und Terminalpersonal besprochen werden. Es ist möglich, dass es nach der Besprechung oder nach einer Änderung der Umstände an Bord oder an Land Planänderungen gibt. Alle Änderungen werden formell festgehalten und dem gesamten Personal, das an den Abläufen beteiligt ist, mitgeteilt. Kapitel 22 enthält nähere Angaben zu den Ladeplänen und der damit verbundenen Kommunikation.

11.1.2 Einstellen von Leitungen und Ventilen

Bevor mit den Beladen oder Löschen begonnen wird, werden die Ladeleitungen und Ventile von dem Schiffsverantwortlichen entsprechend dem Be- und Entladeplan eingestellt und von einem anderen Mitarbeiter unabhängig geprüft.

11.1.3 Ventilbetätigung

Zur Vermeidung von Druckschwankungen dürfen Ventile am Auslaufende eines Rohrleitungssystems nicht gegen den Flüssigkeitsstrom gesperrt werden, von Notfällen abgesehen. Darauf müssen alle Mitarbeiter, die für den Güterumschlag auf dem Schiff und am Terminal zuständig sind, hingewiesen werden. (Siehe Abschnitt 11.1.4 unten.)

Generell gilt, dass, wenn Pumpen am Ladungsumschlag beteiligt sind, alle Ventile des Umschlagsystems (auf dem Schiff und an Land) geöffnet sein müssen, bevor mit dem Pumpen begonnen werden kann; das Druckventil der Kreiselpumpe kann allerdings geschlossen bleiben, bis die Pumpe ihre Drehzahl erreicht hat, und dann langsam geöffnet werden. Bei Tankschiffen mit Schwerkraftbeladung befindet sich das Ventil, das zuletzt geöffnet wird, am landseitigen Tankende der Anlage.

Wenn der Durchfluss von einem Tank zum nächsten umgeleitet werden soll, wird entweder das Ventil am zweiten Tank geöffnet, bevor das Ventil am ersten Tank geschlossen wird, oder der Pumpvorgang wird während des Wechsels gestoppt. Ventile, die den Flüssigkeitsdurchsatz regeln, müssen langsam geschlossen werden. Die Zeit, die für das Fahren der elektrisch betätigten Ventile vom AUF- in den ZU-Zustand und umgekehrt benötigt wird, muss regelmäßig bei normaler Betriebstemperatur geprüft werden.

11.1.4 Druckschwankungen

Die unsachgemäße Bedienung von Pumpen und Ventilen kann zu Druckschwankungen im Rohrleitungssystem führen.

Diese Schwankungen können stark genug sein, um Schäden an den Rohrleitungen, Schläuchen oder Metallhalterungen hervorzurufen. Zu den empfindlichsten Teilen des Systems gehören die Anschlüsse zwischen Schiff und Land. Druckschwankungen entstehen vor einem sich schließenden Ventil; schließt das Ventil zu schnell, können sie zu groß werden. Die Wahrscheinlichkeit von starken Druckschwankungen besteht eher bei langen Rohrleitungen mit hohen Durchflussgeschwindigkeiten.

Wenn das Risiko von Druckschwankungen besteht, sollten Schiff und Terminal sich gegenseitig informieren und schriftliche Vereinbarungen treffen, was die Regelung der Durchflussgeschwindigkeiten, Geschwindigkeit der Ventilschließung und Pumpengeschwindigkeit betrifft. Das schließt die Schließungszeiten für ferngesteuerte und automatisch betätigte Absperrventile ein. Diese Vereinbarung ist Bestandteil des Betriebsablaufplans. (Auf die Erzeugung von Druckschwankungen wird ausführlicher in Abschnitt 16.8 eingegangen.)

11.1.5 Schmetterlings- und Rückschlagventile

Schmetterlings- und Rückschlagventile in Schiff- und Terminalumschlagsystemen sind bekannt dafür, dass sie zuschlagen, wenn die Ladung mit hoher Geschwindigkeit durch sie durchfließt, wobei sehr starke Druckschwankungen aufgebaut werden, die zu Schäden an den Leitungen, Schläuchen oder Metallhalterungen und sogar zu Bauschäden an den Stegen führen können. Diese Schäden sind in der Regel darauf zurückzuführen, dass der Ventilteller bei geöffnetem Ventil nicht ganz parallel zur Strömungsrichtung oder völlig entgegen steht. Das kann zu einer Schließkraft führen, die bei Schmetterlingsventilen eine Scherwirkung auf die Ventilspindel oder im Falle eines Rückschlagventils auf die Klappenachse ausüben kann. Daher ist es wichtig zu prüfen, dass alle Ventile voll geöffnet sind, wenn sie Ladung oder Ballast befördern.

11.1.6 Ladevorgänge

11.1.6.1 Allgemein

Die Verantwortung für einen sicheren Ladungsumschlag liegt bei Schiff und Terminal gleichermaßen, d.h. Schiffsführer und Terminalbeauftragter haben eine gemeinsame Verantwortung. Wie die Verantwortung aufgeteilt wird, obliegt den beiden Seiten; es muss aber gewährleistet sein, dass alle Aspekte des Umschlagbetriebs erfasst sind.

11.1.6.2 Gemeinsame Erklärung der Ladebereitschaft

Vor Beginn des Ladungsumschlags erklären der Schiffsvverantwortliche und der Terminalbeauftragte formell, dass Schiff und Terminal bereit sind, die Umschlagsvorgänge sicher abzuwickeln.

11.1.6.3 Notabschaltsystem

Schiff und Terminal vereinbaren Notabschalt- und Alarmmaßnahmen und halten diese schriftlich auf dem entsprechenden Formular fest.

In der Vereinbarung werden die Umstände aufgeführt, unter denen die Arbeiten sofort zu stoppen sind.

Potentielle Gefahren durch Druckschwankungen in Verbindung mit Notabschaltvorgängen müssen entsprechend berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 16.8).

Tankschiffe können mit folgenden Notabschaltsystemen ausgestattet sein:

Während der Ladevorgänge:

Bei einem Notabschaltsystem werden in den Ladetanks Überdrucksensoren angebracht. Werden diese aktiviert, geben sie ein visuelles oder akustisches Alarmsignal an Bord; gleichzeitig lösen sie einen elektrischen Kontakt in Form eines binären Signals aus, was zu einer Unterbrechung des elektrischen Stromkreises, der von der Anlage an Land gespeist wird, führt, wobei Maßnahmen an der Überlaufsicherung während der Ladevorgänge eingeleitet werden.

Das Signal muss an die Landanlage mittels eines wasserdichten, zweipoligen Gerätesteckers einer Kupplungssteckvorrichtung nach Norm EN 60309-2 : 1999 für Gleichstrom von 40 bis 50 Volt, Kennfarbe weiß, Lage der Hilfsnase 10 Uhr, übergeben werden können.

Es ist darauf zu achten, dass der Stecker in unmittelbarer Nähe der Lade- und Löschleitungen fest am Schiff montiert ist.

Der Überdrucksensor muss auch in der Lage sein, die Schiffspumpen während des Löschvorgangs abzuschalten.

Es wird empfohlen, dass der Überdrucksensor unabhängig vom Niveau-Warngerät funktioniert.

Während der Löschvorgänge:

Während des Löschens mit einer Pumpe an Bord kann die Anlage an Land die Pumpen auf dem Schiff über das Notabschaltsystem abschalten. Zu diesem Zweck wird ein unabhängiger, eigensicherer Stromkreis, der vom Schiff gespeist wird, von der Anlage an Land durch einen elektrischen Kontakt abgeschaltet.

Es sollte möglich sein, das binäre Signal von der Anlage an Land mittels einer wasserdichten, zweipoligen Steckdose einer Kupplungssteckverbindung nach der Norm EN 60309-2 : 1999 für Gleichstrom von 40 bis 50 Volt, Kennfarbe weiß, Lage der Hilfsnase 10 Uhr, zu übertragen.

Es ist darauf zu achten, dass die Steckdose in unmittelbarer Nähe der Landanschlüsse der Löschleitungen fest am Schiff montiert ist.

11.1.6.4 Aufsicht

Sicherungsmaßnahmen während des Ladevorgangs:

- Der Schiffsverantwortliche übernimmt die Aufsicht und sorgt dafür, dass genügend Besatzungsmitglieder an Bord sind, die für den Betrieb und die Sicherheit des Tankschiffs sorgen. Das Tankdeck muss ständig unter Kontrolle sein.
- Es ist darauf zu achten, dass die vereinbarten Kommunikationssysteme zwischen Schiff und Land funktionstüchtig sind.
- Zu Beginn des Ladevorgangs und bei jedem Wach- oder Schichtwechsel bestätigen der Schiffsverantwortliche und der Terminalbeauftragte, dass sie und das wach- oder diensthabende Personal das Kommunikationssystem zur Kontrolle der Betriebsabläufe verstanden haben.
- Die Bereitschaftsanforderungen für die normale Abschaltung der Pumpen nach Beendigung des Ladungsumschlags und das Notabschaltsystem für Schiff und Terminal müssen von allen Beteiligten in vollem Umfang verstanden sein.

11.1.6.5 Inertgasverfahren

Vor Beginn des Ladevorgangs wird die Inertgasanlage, sofern vorhanden und nötig, abgeschaltet und der Inertgasdruck in den zu beladenden Tanks gemindert.

11.1.6.6 Ladevorgang

A: Geschlossener Ladebetrieb

Für einen effektiven geschlossenen Ladebetrieb müssen die Peil- und Sichtöffnungen sicher geschlossen sein. Das durch die einströmende Ladung verdrängte Gas wird über Hochgeschwindigkeitsventile in die Atmosphäre abgeführt, um zu gewährleisten, dass die Gase abseits vom Ladendeck ausströmen. Vorrichtungen, die an den Abzugsrohren angebracht sind und den Flammendurchschlag verhindern sollen, müssen regelmäßig auf sauberen und einwandfreien Zustand sowie ordnungsgemäße Montage überprüft werden.

Möglicherweise verbieten örtliche, nationale oder internationale gesetzliche Vorschriften bei bestimmten Produkten das Abblasen von Ladungsgasen in die Atmosphäre. Ist dies der Fall, wird auf geschlossenen Ladebetrieb in Verbindung mit einem Gasausgleich mit dem Ladeterminal zurückgegriffen. In diesem Fall ist es Aufgabe des Terminals, dafür zu sorgen, dass der maximale Dampfdruck im Ladetank des Schiffs zu keinem Zeitpunkt während des Ladevorgangs den Einstellwert des Hochgeschwindigkeitsventils erreicht.

Für einen geschlossenen Ladebetrieb muss das Schiff mit Füllstandmessgeräten ausgestattet sein, die ein Überwachen des Tankinhalts bei geschlossenen Tanköffnungen ermöglichen. (Messungen und Probenahmen bei geschlossenen Öffnungen werden ausführlich in Abschnitt 11.8.1 beschrieben.)

Beim Beladen von geschlossenen Systemen unter normalen Bedingungen besteht das Risiko, dass der Ladetank überfüllt wird. Da man sich auf die geschlossenen Messsysteme verlassen muss, ist es wichtig, dass diese voll funktionstüchtig sind und durch eine unabhängige Alarmvorrichtung bei Überfüllung des Tanks unterstützt werden. Das Alarmsystem hat eine akustische und optische Anzeige und ist so eingestellt, dass der Ladevorgang vor Überfüllen des Tanks gestoppt wird. Bei Normalbetrieb sollte der Ladetank nicht über den Pegel, auf den der Überfüllalarm eingestellt ist, hinaus gefüllt werden.

Die einzelnen Überfüllalarmgeber müssen am Tank geprüft werden, um deren Funktionstüchtigkeit vor Beginn des Ladevorgangs zu gewährleisten, sofern das System nicht mit einer elektronischen Selbsttestfunktion ausgestattet ist, die den Zustand des Alarmstromkreises und des Sensors überwacht und den Sollwert des Gerätes bestätigt.

Wenn sich nach Testen des Überfüllalarms herausstellt, dass dieser nicht richtig funktioniert, darf nicht mit dem Laden begonnen werden.

Schiffe, die mit einer Inertgasanlage ausgestattet sind, müssen sicherstellen, dass diese Anlage den in Abschnitt 11.8.2 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen entspricht.

Schiffe mit Inertgasanlage werden so betrachtet, dass sie immer im geschlossenen Ladebetrieb arbeiten können.

B: Offener Ladebetrieb

Möglicherweise lassen örtliche, nationale oder internationale gesetzliche Vorschriften bei bestimmten Produkten das Ablassen von verdrängten Gasen durch die Sichtöffnungen des Ladetanks zu, wenn diese mit einem Flammensieb ausgestattet sind, das gut angebracht und in einem sauberen und ordnungsgemäßen Zustand ist. In allen Fällen ist zu gewährleisten, dass die Gase abseits vom Ladedeck abgeblasen werden.

Es wird nicht empfohlen, offene Ladesysteme routinemäßig einzusetzen, wenn flüchtige Produkte umgeschlagen werden, die entflammbare Gase erzeugen.

Sobald der Verdacht besteht, dass sich entflammbare Ladungsgase am Ladedeck ansammeln, muss der Ladevorgang sofort abgebrochen werden.

11.1.6.7 Beginn der Ladearbeiten längsseits des Terminals

Wenn alle erforderlichen Terminal- und Schiffsventile in dem Ladesystem geöffnet sind und das Schiff seine Bereitschaft erklärt hat, kann mit den Ladearbeiten begonnen werden. Es sollte mit einer niedrigen Durchflussgeschwindigkeit begonnen werden. Nach Möglichkeit sollte eine Schwerkraftbeladung von nur einem einzigen Tank erfolgen, wobei die landseitigen Pumpen erst eingeschaltet werden dürfen, nachdem das System geprüft wurde und das Schiff mitgeteilt hat, dass die Ladung in den/die richtigen Tank(s) befördert wird. Nach Einschalten der Pumpen werden die Schiff/Land-Anschlüsse auf Dichtigkeit geprüft, bis die vereinbarte Durchflussgeschwindigkeit erreicht ist.

11.1.6.8 Nicht zutreffend

11.1.6.9 Nicht zutreffend

11.1.6.10 Nicht zutreffend

11.1.6.11 Beladen über Leitungen des Pumpenraums

Aufgrund des erhöhten Leckagerisikos im Pumpenraum hat sich das Beladen über Leitungen des Pumpenraums nicht bewährt. Wenn möglich, sollte das Beladen über Sticleitungen im Bereich des Ladetanks erfolgen; dabei müssen alle Ventile des Pumpenraums geschlossen sein.

11.1.6.12 Ladungsprobenahme zu Ladebeginn

Falls die entsprechenden Vorrichtungen vorhanden sind, sollte eine Ladungsprobe so bald als möglich nach Beginn des Ladevorgangs entnommen werden. Damit kann die optische Qualität des Produkts geprüft und sichergestellt werden, dass das zu ladende Produkt die richtige Güte hat. Das muss vor dem Öffnen weiterer Tanks zum Beladen erfolgen. (Siehe Anhang 7.)

Wenn nicht inertisierte Schiffe statische Akkumulatorflüssigkeiten laden, sind Vorsichtsmaßnahmen wegen Gefährdungen durch statische Elektrizität bei der Probenahme zu beachten. (Siehe Abschnitt 11.1.7.)

11.1.6.13 Regelmäßige Prüfungen während des Ladevorgangs

Während des gesamten Ladevorgangs überwacht das Schiff alle vollen und leeren Tanks und prüft diese regelmäßig, um sicherzugehen, dass die Ladung nur in die dafür vorgesehenen Ladetanks befördert wird und keine Ladung in die Pumpenräume oder Kofferdämme entweicht.

Das Schiff prüft mindestens stündlich den Füllstand und berechnet die Durchflussgeschwindigkeit. Die Umschlagdaten und Durchflussgeschwindigkeiten werden mit den Terminalangaben verglichen, um so eventuelle Abweichungen ermitteln zu können.

Auf Schiffen, für die kritische Biegespannungen im Kasko eine Rolle spielen können, sollte Teil der stündlichen Prüfungen auch die Beobachtung und Aufzeichnung der Scherkräfte, Biegemomente, Zug- und Trimmkräfte sowie anderer für das Schiff spezifischer, relevanter Stabilitätsanforderungen sein. Diese Angaben müssen mit dem erforderlichen Ladeplan verglichen werden, um zu bestätigen, dass alle Sicherheitsgrenzwerte eingehalten wurden und der Ladeablauf fortgesetzt werden kann oder ggf. geändert werden muss. Abweichungen müssen dem Schiffsverantwortlichen sofort mitgeteilt werden.

Unerklärliche Druckabfälle oder gravierende Abweichungen zwischen den Mengenüberschlagswerten von Schiff und Terminal könnten auf Leckagen in der Leitung oder im Schlauch hinweisen, was einen sofortigen Stopp der Ladevorgänge erforderlich macht, bis die notwendigen Untersuchungen durchgeführt wurden.

Seitens des Schiffs sind das Ladendeck und der Pumpenraum regelmäßig auf Leckagen zu prüfen. Das Gleiche gilt für die Außenbordbereiche. Im Dunkeln ist die Wasserfläche, die das Schiff umgibt, zu beleuchten, wenn dies sicher und durchführbar ist.

11.1.6.14 Schwankungen der Ladegeschwindigkeit

Die Ladegeschwindigkeit sollte ohne Absprache mit dem Schiff nicht wesentlich verändert werden.

11.1.6.15 Stoppen der Pumpen durch das Terminal

Viele Terminals fordern für das Stoppen der Pumpen eine Bereitschaftszeit entsprechend Punkt 24 der Richtlinien zum Ausfüllen der Sicherheitschecklisten für Schiff/Land, bevor mit dem Laden begonnen wird (siehe Abschnitt 26.4).

11.1.6.16 Volltanks an Bord des Schiffs

Das Schiff teilt dem Terminal mit, wenn ein Volltanken der Tanks erforderlich ist, und bittet das Terminal, in angemessener Zeit, die Ladegeschwindigkeit so weit zu reduzieren, dass eine effektive Durchflussregelung an Bord des Schiffs möglich ist. Nach Auffüllen der einzelnen Tanks werden die Hauptventile nach Möglichkeit geschlossen, um eine Trennung über die beiden Ventile der beladenen Tanks zu ermöglichen. Die Freiräume der aufgefüllten Tanks müssen gelegentlich geprüft werden, um ein Überlaufen infolge von undichten Ventilen oder unsachgemäßer Bedienung zu vermeiden. Generell teilt das Schiff dem Terminal mit, wenn der letzte Ladetank geladen wird.

Die Anzahl der Ventile, die während des Auffüllens geschlossen sein müssen, sollte auf ein Minimum reduziert werden.

Das Schiff sollte nicht alle seine Ventile gegen den Ölfluss schließen.

Nach Möglichkeit sollte zum Ende des Ladevorgangs eine Schwerkraftladung erfolgen. Wenn die Pumpen bis zum Ende gebraucht werden, sollte ihre Förderleistung während der 'Bereitschaftszeit' geregelt werden, damit die Regelventile am Terminal gleich nach Anfrage des Schiffs geschlossen werden können. Die Regelventile am Terminal werden vor den Ventilen auf dem Schiff geschlossen.

11.1.6.17 Prüfungen nach dem Laden

Nach Abschluss der Ladearbeiten prüft der Schiffsverantwortliche, dass alle Ventile des Umschlagsystems und die entsprechenden Tanköffnungen geschlossen und die Überdruck-/Unterdruckventile richtig eingestellt sind.

11.1.7 Laden von statischen Akkumulatorölen

11.1.7.1 Allgemein

Petroleumdestillate haben oft eine elektrische Leitfähigkeit von weniger als 50 Picosiemens pro Meter (pS/m) und fallen somit in die Kategorie der statischen Akkumulatoren.

Da die Leitfähigkeit von Destillaten normalerweise nicht bekannt ist, sollten sie wie statische Akkumulatoren behandelt werden, sofern sie keinen antistatischen Zusatz enthalten, der die Leitfähigkeit des Produktes auf 50 pS/m erhöht. (Siehe Abschnitt 11.1.7.9 Vorsichtsmaßnahmen zur Effektivität von antistatischen Zusatzstoffen.) Ein statischer Akkumulator kann genug statische Ladungen ansammeln, um beim Beladen des Tanks und bis zu 30 Minuten nach Abschluss des Ladevorgangs eine Zündgefahr darzustellen.

Die elektrische Masseverbindung (siehe Abschnitt 3.2.2) ist eine wichtige Sicherheitsmaßnahme zur Verhinderung einer elektrostatischen Ladungsspeicherung, deren Bedeutung nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Die elektrische Masseverbindung kann zwar zur Entspannung beitragen, aber keine Speicherung und Erzeugung von gefährlichen Spannungen verhindern. Daher sollte die elektrische Masseverbindung nicht als Universalmittel zum Ausschalten elektrostatischer Gefahren gesehen werden. Dieser Abschnitt beschreibt Verfahren, mit denen die Erzeugung von Elektrostatik durch Verhinderung einer Ladungstrennung, was eine weitere wichtige Sicherheitsmaßnahme ist, kontrolliert wird (siehe Abschnitt 3.1.2).

11.1.7.2 Kontrolle der Erzeugung von Elektrostatik

Die elektrostatische Entladung ist schon lange als Gefahr, die mit dem Umschlag von brennbaren Produkten verbunden ist, bekannt.

WERDEN DIE IN DIESEM ABSCHNITT GEGEBENEN HINWEISE NICHT BEACHTET, ENTSTEHEN GENAU DIE RISKANTEN BEDINGUNGEN, DIE ZU UNFÄLLEN INFOLGE ELEKTROSTATISCHER ZÜNDQUELLEN FÜHREN.

Wenn sicher ist, dass ein Tank in einem inerten Zustand ist, dann sind keine antistatischen Schutzmaßnahmen erforderlich.

Wenn die Möglichkeit einer entflammaren Atmosphäre im Tank besteht, sind spezifische Schutzmaßnahmen in Bezug auf maximale Durchflussgeschwindigkeiten, sichere Peil-, Probenahme- und Messverfahren während des Umschlags statischer Akkumulatorprodukte erforderlich.

Öl- und Wassergemische sind eine potentielle Quelle für statische Elektrizität. Deshalb sollte besondere Vorsicht gelten, um übermäßige Wassermengen und unnötiges Mischen zu vermeiden.

11.1.7.3 Zu Beginn der Tankbefüllung

Ein allgemein anerkanntes Verfahren zur Kontrolle der elektrostatischen Aufladung zu Beginn des Ladevorgangs besteht darin, die Geschwindigkeit des Ölflusses in dem Tank auf 1 m/s zu beschränken, bis der Tankeinlass gut bedeckt ist und kein Spritzen und Verwirbeln der Oberfläche im Tank mehr stattfindet.

Der Grenzwert von 1 m/s gilt für die Zweigleitungen zu jedem einzelnen Ladetank und wird für den kleinsten Leitungsquerschnitt unter Berücksichtigung der Grenzwerte für Ventile und andere Rohre im letzten Abschnitt vor dem Tankeinlass berechnet.

Durchmesser	Durchflussgeschwindigkeit, ca. (m ³ /h)
3" / 80 mm	17
4" / 100 mm	29
6" / 150 mm	67
8" / 200 mm	116
10" / 250 mm	183
12" / 300 mm	262

Tabelle 11.1 - Durchflussgeschwindigkeiten von 1 m/s

* Die angegebenen Durchmesser sind Nenndurchmesser, die nicht unbedingt den tatsächlichen Innendurchmessern entsprechen müssen.

Tabelle 11.1 zeigt den ungefähren Volumendurchsatz, der einer Lineargeschwindigkeit von 1 m/s in Rohren mit unterschiedlichen Nenndurchmessern entspricht.

Es gibt drei Gründe für diese niedrige Lineargeschwindigkeit von 1 m/s:

1. Zu Beginn des Tankfüllvorgangs ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich Wasser mit dem Öl, das in den Tank gefüllt wird, vermischt, am größten. Die Wasser-Öl-Gemische bilden eine höchstwahrscheinliche Quelle statischer Elektrizität.
2. Eine niedrige Produktgeschwindigkeit am Tankeinlass minimiert die Verwirbelungen und das Spritzen, wenn das Öl in den Tank läuft. Dadurch kann die Erzeugung statischer Elektrizität verringert und somit auch die Dispersion des vorhandenen Wassers verringert werden, so dass es sich schnell am Tankboden absetzt, wo es relativ ruhig und ungestört verweilt, wenn die Ladegeschwindigkeit später erhöht wird.

3. Eine niedrige Produktgeschwindigkeit am Tankeinlass führt zu einer geringeren Nebelbildung, was zu einer Speicherung elektrischer Ladung führen kann, selbst wenn das Öl nicht als statischer Akkumulator angesehen wird. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Nebeltropfen durch die Luft getrennt werden, die wie ein Isolator wirkt. Nebel kann zu einer entflammaren Atmosphäre führen, selbst wenn die Flüssigkeit einen hohen Flammpunkt hat und normalerweise nicht fähig ist, eine entflammare Atmosphäre zu erzeugen.

Abbildung 11.1 enthält ein Ablaufdiagramm, das bei der Entscheidung, welche Vorsichtsmaßnahmen zu treffen sind, wenn statische Akkumulatorflüssigkeiten geladen werden, helfen soll.

11.1.7.4 Minimierung der Gefährdungen durch Wasser

Da Wasser-Öl-Gemische eine potentielle Gefahr infolge statischer Elektrizität darstellen, sollte darauf geachtet werden, dass kein überschüssiges Wasser aus Aktivitäten wie Reinigen mit Wasser, Beballastung oder Spülen von Leitungen in den Tank gelangt, der statisches Akkumulatoröl enthält oder damit geladen werden soll. Zum Beispiel müssen Ladetanks und Leitungen, die mit Wasser gespült worden sind, vor Beladen entleert werden und es ist darauf zu achten, dass sich kein Wasser im Tank ansammelt. Die Leitungen sollten nicht mit Wasser in den Tank, der eine statische Akkumulatorflüssigkeit enthält, zurückverlegt werden.

Das verbleibende Wasser im Rohrleitungssystem des Terminals oder Schiffs könnte nach dem ersten Füllvorgang in den Ladetank gespült werden, wenn bei maximaler Durchsatzrate geladen wird. (Die niedrigste Produktgeschwindigkeit zum Ausspülen des Wassers aus den Rohrleitungen beträgt effektiv 1 m/s.) Das damit verbundene Vermischen und Verrühren von Öl und Wasser im Tank erhöht die statische Aufladung und damit die Gefahr durch eine entflammare Atmosphäre. Bevor die Ladegeschwindigkeit des Massenguts erhöht wird, ist es daher notwendig abzusichern, soweit es machbar ist, dass das gesamte überschüssige Wasser, das möglicherweise an den flachen Stellen in den Rohrleitungen verblieben ist, aus dem System ausgespült wird, und zwar bevor mit dem Ladevorgang begonnen wird oder zu Beginn des Ladevorgangs (Hinweise zum Verfahren siehe Abschnitt 11.1.7.3).

Unter normalen Umständen und vorausgesetzt, dass die vorgenannten Maßnahmen zur Vermeidung von überschüssigem Wasser getroffen wurden, reicht die Wassermenge, die sich zu Beginn des Füllvorgangs immer noch im System befindet, nicht aus, um die statische Trennung mit zunehmender Ladegeschwindigkeit zu erhöhen. Besteht jedoch der Verdacht, dass sich in den Rohrleitungen des Terminals immer noch überschüssiges Wasser befindet, dann wird Folgendes empfohlen:

- Produktgeschwindigkeit in der Terminalleitung während des gesamten Ladevorgangs unter 1 m/s halten, um zu verhindern, dass Wasser in den/die Tank/s des Schiffs gespült wird; oder
- Produktgeschwindigkeit an den Tankeinlässen während des gesamten Ladevorgangs unter 1 m/s halten, um Verwirbelungen im Tank zu vermeiden.

Es sollte die Option gewählt werden, die eine höhere Ladegeschwindigkeit bei Gewährleistung der Sicherheit bietet.

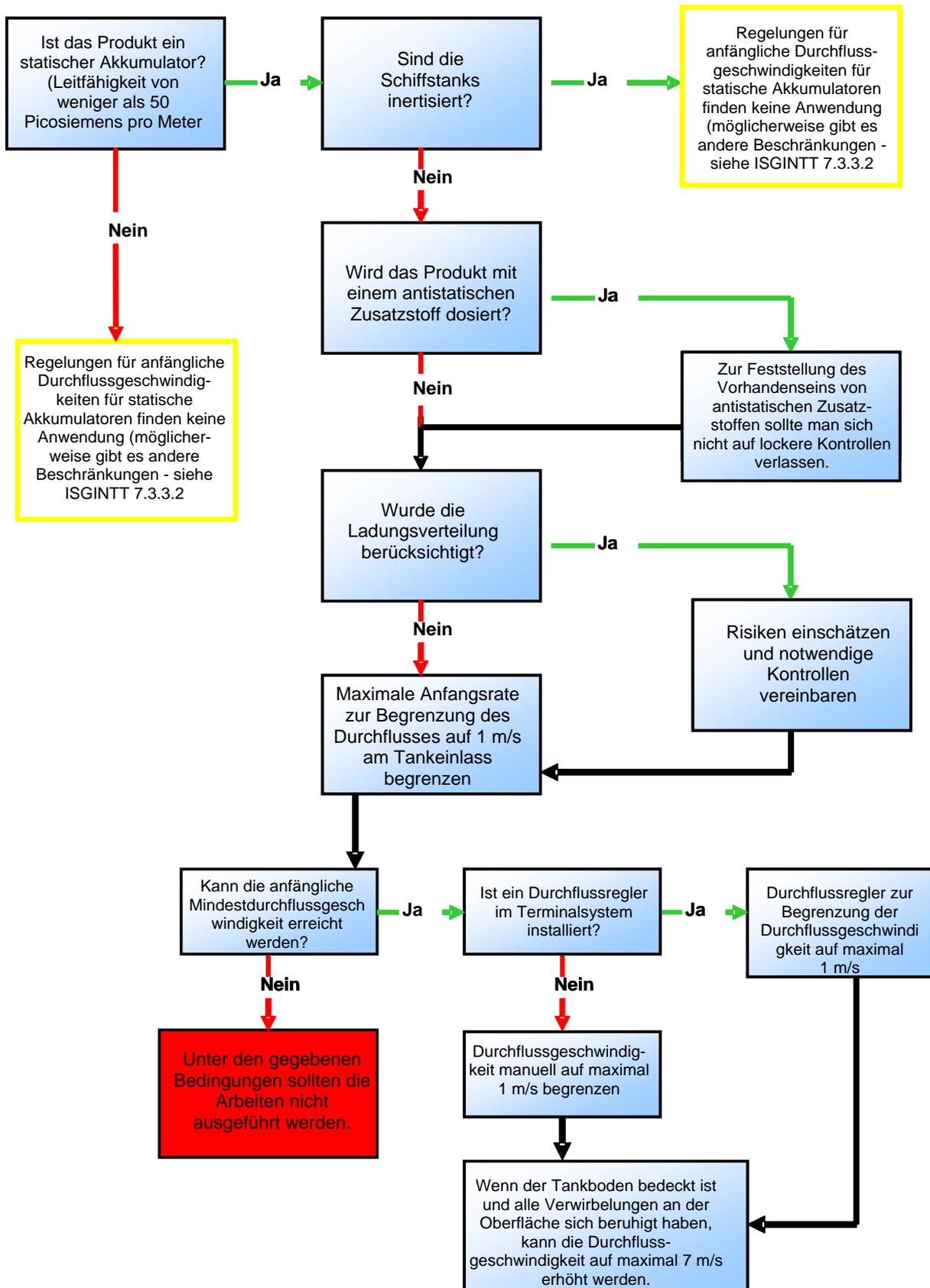


Abbildung 11.1 - Kontrollrisiken in Verbindung mit der Erstbeladung mit statischen Akkumulatorflüssigkeiten

11.1.7.5 Beispiele

Anfängliche Ladephase

Abbildung 11.2 zeigt das Rohrleitungssystem eines Schiffs zum Laden einer statischen Akkumulatorflüssigkeit am Liegeplatz. Die Tabelle enthält Angaben zu den Rohrgrößen und Volumendurchflussraten bei einer Geschwindigkeit von 1 m/s. Zu Beginn der Beladung von zwei Ladetanks liegt die Grenze bei einer Ladegeschwindigkeit von 366 m³/h, die in dem gegebenen Beispiel gefordert wird. (Siehe auch Tabelle 3.2.)

Wenn die Terminalleitung einen Durchmesser von 510 mm hätte und vermutlich Wasser enthalten würde, müsste das Schiff gleichzeitig 4 Tanks beladen, um zu gewährleisten, dass der Wasserinhalt sicher entfernt werden könnte, und die anfängliche Ladegeschwindigkeit müsste 676 m³/h betragen. Dadurch kann das Wasser aus der Terminalleitung entleert werden, während die Geschwindigkeit an den Tankeinlässen auf unter 1 m/s konstant gehalten wird.

11.1.7.6 Praktische Erwägungen

In der Praxis sind nicht alle Terminals mit Durchflussreglern ausgestattet, die die Ladegeschwindigkeit regulieren; daher können sie bei einem Ladetank auch keine Ladegeschwindigkeit einstellen, die einer Geschwindigkeit von 1 m/s entsprechen würde. Einige Terminals erreichen eine niedrige Ladegeschwindigkeit oder versuchen, eine niedrige Ladegeschwindigkeit zu erreichen, indem sie zu Beginn nur unter Schwerkrafteinfluss laden.

11.1.7.7 Ladungsverteilung

Die Ladungsverteilung ist das Verfahren, bei dem zu Beginn des Ladevorgangs mehrere Ladetanks auf dem Schiff gleichzeitig über eine einzige Terminalleitung beladen werden und die fehlende Durchflussregelung seitens des Terminals ausgeglichen werden muss. Ziel dieses Verfahrens ist es, eine Ladegeschwindigkeit zu erreichen, die eine maximale Geschwindigkeit von 1 m/s an den einzelnen Tankeinlässen ermöglicht.

Das Verfahren der Ladungsverteilung ist mit einer Reihe potentieller Risiken durch statische Aufladung verbunden, die eingeschätzt und entsprechend geregelt werden müssen, wenn dieses Verfahren sicher sein soll. Zum Beispiel:

- Ein ungleichmäßiger Durchfluss in den Ladungsleitungen des Schiffs kann zu einem Rückstrom von Dämpfen (Gas oder Luft) aus anderen offenen Tanks, die gerade beladen werden, führen. Dieser Ejektoreffekt bewirkt die Bildung eines Zweiphasengemisches von Produkt und Dampf, das zu verstärkten Verwirbelungen und Nebelbildung im Tank führt.
- Es besteht die Möglichkeit, dass die Produktgeschwindigkeit von 1 m/s aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung des Produkts zwischen den offenen Tanks an einem Tankeinlass überschritten wird.

Zur Risikovorsorge in Verbindung mit der Ladungsverteilung von statischen Akkumulatorflüssigkeiten sollten folgende Vorkehrungen getroffen werden:

- Die Gesamtladegeschwindigkeit muss so gewählt werden, dass sie eine maximale Produktgeschwindigkeit von 1 m/s je Tank gewährleistet, wobei davon ausgegangen wird, dass die Ladung gleichmäßig auf die Tanks aufgeteilt wird.
- Potentielle Unterschiede in der Verteilung der Ladung auf die verschiedenen Tanks müssen in Erwägung gezogen werden, und es sollten alle Anstrengungen unternommen werden, um eine gleichmäßige Verteilung der Ladung auf die Ladetanks zu gewährleisten.
- Es sollten nie mehr als vier Ladetanks zur gleichen Zeit beladen werden.

- Die Tankeinlassventile sollten in der anfänglichen Ladephase nicht zur Regelung des Produktdurchflusses verwendet werden. Das würde die Querschnittsfläche des Einlassventils verringern, was eine höhere Tankeinlassgeschwindigkeit und damit stärkere Verwirbelungen und Nebelbildung zur Folge hätte. Wenn Ventile gedrosselt werden müssen, um die Durchflussgeschwindigkeit zu regeln, sollte dies vor den Tankventilen erfolgen.
- Zur Regelung der mit der Ladungsverteilung verbundenen Risiken bedarf es eines Risikoeinschätzungsverfahrens. Bei der Risikoeinschätzung ist Folgendes zu berücksichtigen:
 - Rohrleitungskonfiguration des Terminals einschl. Durchflussregelungsmöglichkeiten;
 - Rohrleitungskonfiguration des Schiffs;
 - Zustand der Ladetanks auf dem Schiff, z. B. vorherige Ladung, Tankatmosphäre und physikalischer Zustand (z. B. Unversehrtheit der Heizschlangen);
 - Produkt, das geladen werden soll, und das Risiko der Bildung einer entflammbaren Atmosphäre.

Das Verfahren der Ladungsverteilung sollte nur eingesetzt werden, wenn Schiff und Terminal gleichermaßen davon überzeugt sind, dass die Risiken identifiziert und entsprechende Risikovorsorgemaßnahmen getroffen wurden, um diese zu mindern, zu vermeiden oder zu beseitigen.

11.1.7.8 Begrenzung der Produktgeschwindigkeit (Ladegeschwindigkeit) nach der anfänglichen Füllzeit (Laden von Massengut)

Nach der anfänglichen Füllzeit werden elektrostatische Aufladungsprozesse, wie z. B. Nebelbildung und Aufwühlen des Tankbodens durch Verwirbelungen, mit steigendem Flüssigkeitspegel unterdrückt; dann gilt es zu gewährleisten, dass es zu keiner übermäßigen elektrostatischen Aufladung des flüssigen Massengutes kommt. Das erfolgt auch mit Hilfe eines Durchflussreglers, allerdings ist die maximal zulässige Geschwindigkeit größer als in der anfänglichen Füllzeit, vorausgesetzt, dass das Produkt entsprechend Abschnitt 3.2.1 'sauber' ist.

Zweiphasenströmungen (z. B. durch Öl und Wasser) bedeuten eine höhere Aufladung und erfordern vielleicht, dass die Durchflussgeschwindigkeit während des gesamten Ladevorgangs begrenzt wird (siehe Abschnitt 11.1.7.4).

Wenn der Tankboden bedeckt ist, es kein Spritzen und keine Verwirbelungen an der Oberfläche mehr gibt und die Leitung komplett wasserfrei ist, kann die Durchflussgeschwindigkeit auf den unteren Wert der maximalen Durchflussgeschwindigkeiten der Rohrleitungen und Pumpensysteme von Schiff und Land zum Zwecke einer ordnungsgemäßen Systemsteuerung erhöht werden. Die Praxis und Erfahrungen haben gezeigt, dass keine Gefahrenpotentiale entstehen, wenn die Produktgeschwindigkeit weniger als 7 m/s beträgt. Einige nationale Praxisleitfäden schlagen sogar 7 m/s als Höchstwert vor. Es gibt aber auch eine Reihe von Dokumenten aus der Industrie, die 7 m/s als vorsorglichen Grenzwert bestätigen und nicht ausschließen, dass höhere Geschwindigkeiten sicher sein können, ohne die tatsächlichen Grenzwerte näher zu definieren. (Alle empirischen Beziehungen für sicheres Laden wurden aus Experimenten abgeleitet, die auf eine maximale Durchflussgeschwindigkeit von 7m/s begrenzt waren.)

Nur wenn gut belegte Erfahrungen darauf hinweisen, dass höher Geschwindigkeiten sicher eingesetzt werden können, kann der Grenzwert von 7 m/s durch einen entsprechend höheren Wert ersetzt werden.

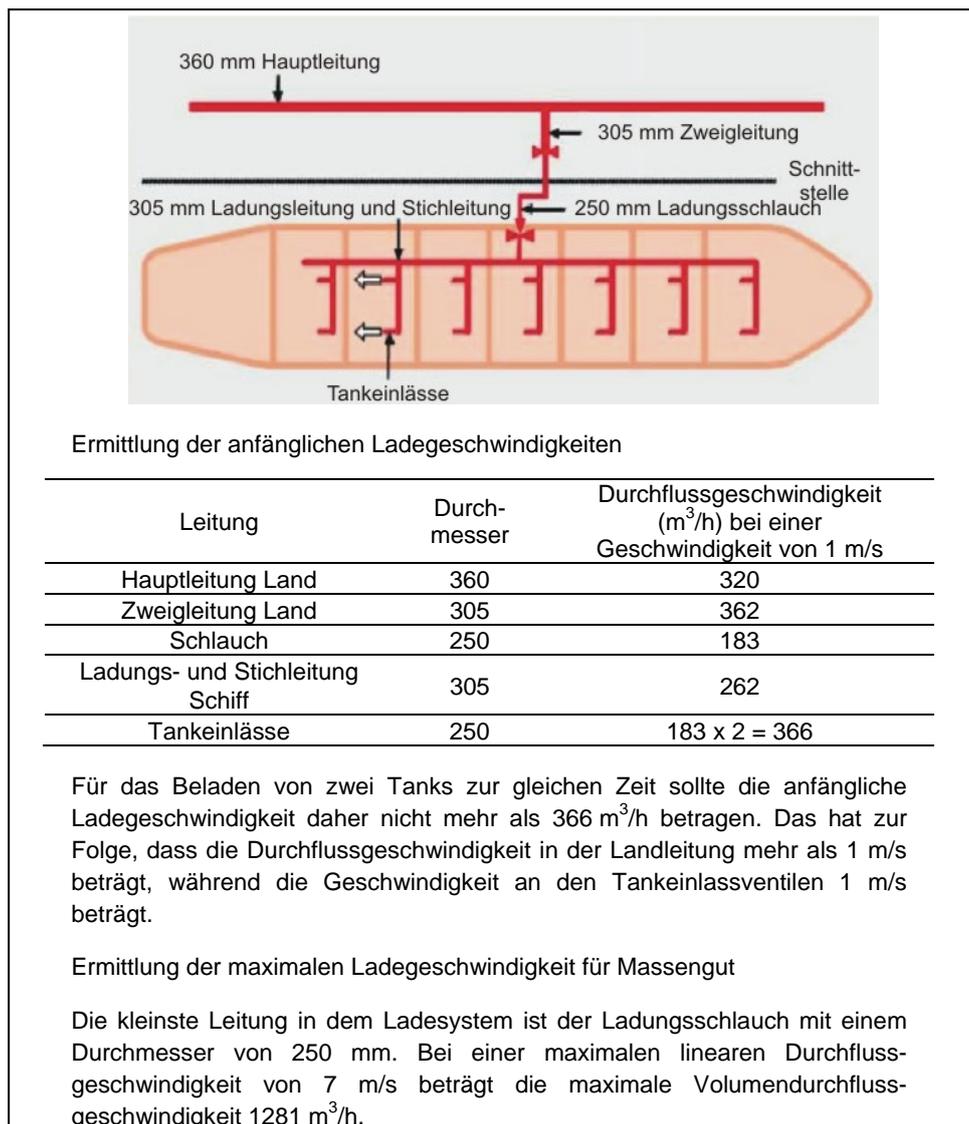


Abbildung 11.2 – Ermittlung der Ladegeschwindigkeit en für statische Akkumulatorflüssigkeiten

Die Betreiber müssen wissen, dass am kleinsten Leitungsdurchmesser keine Höchstgeschwindigkeit anliegen könnte, wenn die Leitung mehrere Zweigleitungen versorgt. Derartige Konfigurationen wären möglich, wenn die Leitung mehrere Verladearme oder Schläuche versorgt, oder auf einem Schiff, von dem eine Hauptladungsleitung mehrere Stichleitungen oder Tankeinlässe versorgt. Wenn z. B. eine Leitung mit einem Durchmesser von 150 mm drei Zweigleitungen mit einem Durchmesser von jeweils 100 mm versorgt, ist die höchste Geschwindigkeit in der 150 mm-Leitung gegeben und nicht in den Zweigleitungen.

Abbildung 11.2 zeigt auch, dass der Leitungsabschnitt mit dem kleinsten Durchmesser in dem System der Ladungsschlauch mit einem Durchmesser von 250 mm ist. Wenn für Schiff und Land eine Ladegeschwindigkeit von 7 m/s akzeptabel ist, sollte eine maximale Ladegeschwindigkeit 1281 m³/h angefordert werden.¹

11.1.7.9 Antistatische Zusätze

Enthält das Ölprodukt einen effektiven antistatischen Zusatz, ist es kein statischer Akkumulator mehr. Obgleich das theoretisch bedeutet, dass die Vorsichtsmaßnahmen, die auf statische Akkumulatoren zutreffen, gelockert werden können, ist es dennoch ratsam, sich in der Praxis daran zu halten. Die Wirksamkeit von antistatischen Zusatzstoffen hängt von der Zeit ab, die seit Zugabe des Zusatzstoffs zum Produkt vergangen ist, von der ausreichenden Produktmischung, von anderen Schadstoffen und der Umgebungstemperatur ab. Es ist niemals sicher, ob die Leitfähigkeit des Produkts mehr als 50 pS/m beträgt, wenn diese nicht fortlaufend gemessen wird.

11.1.7.10 Laden von verschiedenen Produktgütern in unsaubere Tanks (Ladungswechsel)

Ladungswechsel bedeutet, dass eine schwerflüchtige Flüssigkeit in einen Tank geladen wird, der zuvor eine leichtflüchtige Flüssigkeit enthalten hat. Die Rückstände der flüchtigen Flüssigkeit können eine entflammbare Atmosphäre erzeugen, selbst wenn die Atmosphäre selbst, die durch die schwerflüchtige Flüssigkeit entsteht, nicht entflammbar ist.

Unter diesen Umständen ist es wichtig, die Erzeugung von statischer Aufladung zu minimieren, indem das Beladen mit Spritzeffekt und andere ladungserzeugende Mechanismen wie z. B. Filter in den Rohrleitungen vermieden werden. Die Durchflussgeschwindigkeit sollte während der anfänglichen und Massengutladezeiten gemäß Abschnitt 11.1.7.3 bzw. 11.1.7.8 begrenzt werden.

Produktspezifikationen und Qualitätsanforderungen bedeuten normalerweise, dass es auf Schiffen, die Fertigprodukte umschlagen, keinen Ladungswechsel gibt. Die Situation kann jedoch entstehen, wenn Schmutzwasser oder Produkte von geringer Qualität umgeschlagen werden, für die eine Vorbereitung des Tanks nicht unbedingt erforderlich ist, da die Produkte ohne Kontaminierungsrisiko vermischt werden können. In diesem Fall sollten die Vorsichtsmaßnahmen, die oben für den Ladungswechsel beschrieben wurden, getroffen werden.

11.1.8 Laden von Beförderungsgut mit sehr hohem Dampfdruck

Ladungen mit einem hohen Dampfdruck bringen Probleme des Frachtverlusts infolge einer übermäßigen Freisetzung von Gas mit sich; sie können aber auch Probleme beim Löschen aufgrund des Auftankens der Ladepumpen verursachen. Daher können besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich sein. Dazu gehören:

- Nur geschlossenen Ladebetrieb genehmigen (siehe Abschnitt 11.1.6.6);
- Kein Beladen, wenn die Windgeschwindigkeit weniger als 5 Knoten beträgt;
- Anfangs nur sehr niedrige Durchflussgeschwindigkeiten für die Tanks verwenden;
- Nachfüllen nur bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten;
- Unterdruck in der Ladeleitung vermeiden;

¹ Was die angeforderte maximale Ladegeschwindigkeit betrifft, so ist es auch sehr wichtig, die maximale Entlüftungsleistung des Schiffs zu prüfen. Diese maximale Entlüftungsleistung kann durch eine Berechnung der Klassifikationsgesellschaft ermittelt werden. Siehe auch 7.3.3.1.

- Laden von Öl, das warm geworden ist, weil es in den Terminalleitungen der Sonne ausgesetzt war, vermeiden; wenn dies unvermeidlich ist, sollte das Produkt in Tanks geladen werden, die eine gute Entlüftung weg von den Aufbauten (z. B. vordere Tanks) haben;
- Zusätzliche Kontrolle durchführen, um sich zu vergewissern, dass die Gasausbreitung überwacht wird und allen Sicherheitsanforderungen entsprochen wird;
- Inertgashauptleitungsdruck überwachen, wenn das ein Hinweis auf den Druck im Ladetank ist;

Um ein Auftanken der Ladepumpen zu vermeiden, sollte der zu erwartende echte Dampfdruck der Ladung am Auslaufstutzen geprüft werden.

11.1.9 Laden von schwefelwasserstoffhaltigem Beförderungsgut (H₂S)

11.1.9.1 Allgemein

Ladungen, die große Mengen an Schwefelwasserstoff enthalten, nehmen zahlenmäßig zu. Darüber hinaus nimmt auch der Schwefelwasserstoffgehalt der Ladungen selber zu. Hinweise zur Toxizität von H₂S sind in Abschnitt 2.3.6 und in den Richtlinien zu den Gasmessungen und Gasprüfungen in Abschnitt 2.4 und 8.2 enthalten.

Dieser Abschnitt enthält praktische Anleitungen für operative Maßnahmen, die zur Minimierung der mit dem Umschlag von H₂S-haltigen Ladungen, allgemein als 'saure' Ladungen bezeichnet, verbundenen Risiken getroffen werden können.

11.1.9.2 Vorsichtsmaßnahmen beim Laden von H₂S-haltigen Produkten

Vor dem Laden wird die Schiffsbesatzung (der Schiffsverantwortliche oder Schiffsführer) vom Terminal (mündlich oder schriftlich) darüber in Kenntnis gesetzt, wenn eine umzuschlagende Ladung Schwefelwasserstoff enthält.

Außerdem hat es sich als beste Praxis bewährt, Produkte, die vermutlich Schwefelwasserstoff enthalten, voll geschlossenen Bedingungen, vorzugsweise in Verbindung mit Gaspindelung zu laden.

Bei der Vorbereitung des Ladens von sauren Produkten sollten folgende Vorsichtsmaßnahmen in Erwägung gezogen werden:

- Vor Ankunft im Ladehafen ist sicherzustellen, dass das Ladesystem frei von Leckagen an Ladeleitungen, Tankarmaturen und Entlüftungsvorrichtungen ist.
- Es ist zu prüfen, ob sich alle Türen und Öffnungen sicher schließen lassen, um das Eindringen von Gas zu verhindern.

Beim Laden eines H₂S-haltigen Produkts:

- Für den Ladebetrieb sollte ein Sicherheitsplan aufgestellt werden, der Richtlinien zur Entlüftung, Gasüberwachung, persönlichen Schutzausrüstung, zu den Entlüftungseinrichtungen für den Wohnbereich und Maschinenraum sowie eingeführten Notfallmaßnahmen enthält.
- Es sollten geschlossene Ladesysteme, wie in Abschnitt 11.1.6.6 beschrieben, eingesetzt werden.
- Das Belüften der Atmosphäre bei einem relative niedrigen Tankdruck sollte vermieden werden, insbesondere bei ruhigen Windbedingungen.

- Wird ein Produkt geladen, ohne dass ein Gasrückführungsanschluss an das Terminal besteht, sollte der Ladevorgang gestoppt werden, wenn kein Wind geht, der die Gase verteilt oder die Ladungsgase in Richtung Wohnbereich führt.
- Der Zutritt zu offenen Decks ist nur Personal gestattet, das aktiv zur Schiffssicherheit beiträgt und am Frachtumschlag teilnimmt. Die regelmäßige Wartung an Deck sollte begrenzt oder auf einen Zeitpunkt nach Abschluss der Ladearbeiten verschoben werden. Besucher sollten zu und von den Wohnbereichen begleitet werden und über Frachtrisiken und Notfallmaßnahmen kurz unterrichtet werden.
- H₂S ist hoch korrosiv, was zu einer höheren Ausfallquote bei mechanischen Messgeräten im Vergleich zu sonst führt. Sie sind regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit zu prüfen. Bei Ausfall eines Messgeräts sollten keine Reparaturen vorgenommen werden, sofern keine entsprechende Genehmigung vorliegt und alle notwendigen Vorsichtsmaßnahmen getroffen worden sind.
- H₂S ist schwerer als Luft. Beim Schiff-zu-Schiff-Umschlag sollte daher besonders auf den Freibordunterschied der Schiffe und die Möglichkeit, dass das Gas sich nicht frei ausbreiten kann, geachtet werden. Die Entlüftungsgeschwindigkeiten sollten auf dem empfangenden Schiff hoch sein, und die Schiffe sollten sich so drehen, dass der Wind die Gase von den Wohnbereichen wegträgt.

11.1.10 Laden von benzolhaltigem Beförderungsgut

Hinweise zur Toxizität von Benzol sind in Abschnitt 2.3.5 enthalten. Benzolhaltiges Beförderungsgut sollte mit Hilfe von geschlossenen Systemen, wie in Abschnitt 11.1.6.6 beschrieben, geladen werden, da die Gefährdung durch Benzoldämpfe dadurch wesentlich verringert wird. Falls ein Abgaskontrollsystem an Land zur Verfügung steht, sollte dieses eingesetzt werden (siehe Abschnitt 11.1.13).

Die Betreiber sollten Verfahren zur Verifizierung der Effektivität von geschlossenen Ladesystemen im Hinblick auf die Verminderung der Benzolgaskonzentrationen am Arbeitsdeck festlegen. Das schließt Messungen ein, anhand derer potentielle Gefährdungen des Personals durch benzolhaltige Dämpfe während der Arbeiten wie Be- und Entladen, Probenahmen, Schlauchumschlag, Tankreinigung, Entgasung und Messen von benzolhaltigem Beförderungsgut festgestellt werden können. Diese Messungen sollte auch durchgeführt werden, um die Gaskonzentrationen, die während der Tankreinigung, Entlüftung oder Beballastung von Tanks, deren vorherige Ladungen benzolhaltig waren, entstehen, bestimmen zu können.

Das Schiffspersonal sollte die Gaskonzentrationen stichprobenartig mit Hilfe von Prüfröhrchen und Pumpen, toxischen Analysegeräten oder elektronischen Prüfröhrchen überprüfen, um festzustellen zu können, ob die Schwellenwerte der zeitlich gewichteten mittleren Konzentration überschritten wurden und das Personal deshalb persönliche Schutzausrüstung tragen soll.

Darüber hinaus sollten auch die in Abschnitt 11.8.4 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden, um die Exposition während der Messungen und Probenahmen von benzolhaltigem Beförderungsgut zu minimieren.

11.1.11 Laden von erwärmten Produkten

Sofern das Schiff nicht speziell für die Beförderung von heißem Beförderungsgut, wie z. B. Bitumenfrachter, ausgelegt ist, können Ladungen, die auf hohe Temperaturen erwärmt wurden, zu Schäden an der Schiffskonstruktion, den Ladetankbeschichtungen und an Vorrichtungen wie Ventilen, Pumpen und Dichtungen führen.

Einige Klassifikationsgesellschaften haben Vorschriften, was die Höchsttemperatur des Beförderungsguts betrifft, und die Schiffsführer sollten sich mit dem Schiffsbetreiber absprechen, wenn das zu ladende Beförderungsgut eine Temperatur von über 60 °C aufweist.

Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen können helfen, die Auswirkungen von heißen Ladungen abzuschwächen:

- Ladung über das ganze Schiff verteilen, und zwar so gleichmäßig wie möglich, um die überschüssige Wärme abzubauen und lokale Wärmespannungen zu vermeiden;
- Ladegeschwindigkeit so einstellen, dass eine angemessenere Temperatur erreicht wird;
- Äußerste Sorgfalt anwenden um sicherzustellen, dass die Tanks und Rohrleitungen restlos wasserfrei sind, bevor sie mit Ladungen, deren Temperaturen über dem Siedepunkt des Wassers liegen, in Berührung kommen.

11.1.12 Beladen von oben (auch als 'Globalbeladung' bezeichnet)

Gefahrgut sollte niemals von oben geladen werden.
Wenn jedoch das Beladen von oben aus irgendeinem Grund erforderlich ist, sollten folgende Richtlinien befolgt werden.

Flüchtiges oder nichtflüchtiges Petroleum mit einer Temperatur, die höher ist als sein Flammpunkt minus 10 °C, sollte niemals von oben in einen nicht gasfreien Tank gefüllt werden.

Es kann spezifische Hafen- oder Terminalvorschriften in Bezug auf das Beladen von oben geben.

Nichtflüchtiges Petroleum mit einer Temperatur, die niedriger ist als sein Flammpunkt minus 10 °C, kann von oben eingefüllt werden, wenn folgende Bedingungen vorliegen:

- Der betroffene Tank ist gasfrei und es kann keine Kontaminierung mit flüchtigem Petroleum auftreten.
- Schiffsführer und Terminalbeauftragter haben vorher eine Vereinbarung getroffen.

Das freie Schlauchende sollte am Tanklukensüll innen verlascht werden, um ein Verrutschen zu vermeiden.

Ballast oder Abwässer dürfen von oben in den Tank geladen oder umgeschlagen werden, auch wenn dieser brennbare Gasgemische enthält.

11.1.13 Ladebetrieb an Terminals, die mit Abgaskontrollsystemen ausgestattet sind

11.1.13.1 Allgemein

Das Grundkonzept eines Abgaskontrollsystems ist relativ einfach. Wenn Tankschiffe am Terminal laden, sammeln sich Dämpfe an, die durch das einlaufende Beförderungsgut oder den einlaufenden Ballast verdrängt und zur Behandlung oder Entsorgung über eine Rohrleitung an Land befördert werden. Die Folgen für den Betrieb und die Sicherheit sind jedoch gravierend, da Schiff und Terminal durch einen gemeinsamen Gasstrom miteinander verbunden sind, was für den Betrieb eine Reihe zusätzlicher Risiken mit sich bringt, die effektiv kontrolliert werden müssen.

Es gibt eine Reihe von Quellen, die ausführliche Informationen zu den technischen Aspekten der Abgaskontroll- und Behandlungssysteme geben. Die IMO hat einen internationalen Standard für den Bau und Betrieb von Abgassammel- und Abgaskontrollsystemen an Terminals ausgearbeitet, und die OCIMF hat Richtlinien für Gassammelvorrichtungen (siehe Literaturverzeichnis) eingeleitet und herausgegeben.

Es sei darauf hingewiesen, dass Abgaskontrollsysteme für Tankschiffe mit und ohne Inertgasanlage geeignet sind.

Die Informationsbroschüre des Terminals sollte eine Zusammenfassung zu den Abgaskontrollsystemen des Terminals enthalten.

11.1.13.2 Fehlanschluss von Flüssigkeits- und Gasleitungen

Um vor möglichen Fehlan schlüssen der Gassammelleitung des Schiffs und der Flüssigkeitsladeleitung des Terminals zu schützen, sollte der Gasanschluss eindeutig gekennzeichnet sein. Die Rohrleitungen zum Be- und Entladen müssen sich von den anderen Rohrleitungen klar unterscheiden, z. B. durch farbliche Markierung.

11.1.13.3 Gasüberdruck/-unterdruck

Obwohl alle 'geschlossenen' Frachtumschlagsysteme ein effektives Überwachen und Kontrollieren des Tankinnendrucks erforderlich machen, entstehen durch den Anschluss an ein Abgaskontrollsystem Drücke in den Gasräumen des Tankschiffs, die durch Veränderungen, die in dem Terminalsystem auftreten können, direkt beeinflusst werden. Daher ist es wichtig, dass die einzelnen Überdruck/Unterdruck-Sicherheitsvorrichtungen des Ladetanks voll funktionstüchtig sind und die Ladegeschwindigkeit nicht die maximal zulässigen Werte überschreiten.

11.1.13.4 Überfüllen des Ladetanks

Das Risiko, den Ladetank zu überfüllen, wenn ein Abgaskontrollsystem dazwischengeschaltet ist, unterscheidet sich nicht von dem Risiko, das besteht, wenn unter normalen geschlossenen Bedingungen geladen wird. Für die Zuverlässigkeit von geschlossenen Messsystemen ist jedoch wichtig, dass sie voll funktionstüchtig sind und durch einen unabhängigen Überfüllalarm abgesichert werden. Das Alarmsystem hat eine akustische und visuelle Anzeige und ist so eingestellt, dass der Ladevorgang vor Überfüllen des Tanks gestoppt wird. Bei Normalbetrieb sollte der Ladetank nicht über den Pegel, auf den der Überfüllalarm eingestellt ist, hinaus gefüllt werden.

Die einzelnen Überfüllalarmvorrichtungen sollten am Tank geprüft werden, um sich von ihrer Funktionstüchtigkeit vor Beginn des Ladebetriebs zu vergewissern, sofern das System nicht mit einer elektronischen Selbsttestfunktion ausgestattet ist, über die der Zustand des Alarmstromkreises und Sensors überwacht und der Geräteeinstellwert bestätigt wird.

11.1.13.5 Probenahme und Messungen

Ladetanks dürfen niemals zum Zwecke der Probenahme und Messungen geöffnet werden, solange das Schiff mit dem Gasrückführungssystem des Terminals verbunden ist, es sei denn, der Ladevorgang wird unterbrochen, der Tank ist von einem anderen Tank, der gerade beladen wird, getrennt und es wurden Vorsichtsmaßnahmen getroffen, um den Druck im Gasraum des Ladetanks zu mindern.

Auf nichtinertisierten Schiffen sind auch Vorsichtsmaßnahmen gegen Gefährdungen durch statische Elektrizität erforderlich. (Siehe Abschnitt 11.8.)

11.1.13.6 Feuer/Explosion/Detonation

Die Wechselwirkung von schiffs- und landseitigen Gasströmen, die in dem Entflammbarkeitsbereich liegen können oder auch nicht, stellen beträchtliche zusätzliche Risiken dar, die es normalerweise beim Beladen nicht gibt. Sofern keine angemessenen Sicherheitsvorrichtungen installiert oder operativen Maßnahmen getroffen wurden, könnte ein Feuer oder eine Explosion im Gasraum des Tanks an Bord schnell auf das Terminal übergreifen oder umgekehrt.

In unmittelbarer Nähe zum Terminalgasanschluss am Kopf des Piers sollte eine Detonationssicherung angebracht werden, die einen Erstschutz gegen Flammenübertragung oder Flammendurchschlag vom Schiff zum Land oder vom Land zum Schiff bietet.

Die Ausführung des Gaspending- und Gasbehandlungssystem des Terminals ist entscheidend für einen sicheren Umgang mit entflammbaren Gasen; ist dieser nicht möglich, muss das System mit Vorrichtungen enthalten, mit denen der Gasstrom inertisiert, angereichert oder verdünnt und seine Zusammensetzung ständig überwacht wird.

11.1.13.7 Flüssigkondensat in der Gasleitung

Die Schiffssysteme sollten mit Vorrichtungen ausgestattet sein, die ein effektives Entleeren und Auffangen von Flüssigkondensaten, die sich in den Gasleitungen angesammelt haben können, ermöglichen. Jede Ansammlung von Flüssigkeit in der Gasleitung könnte das ungehinderte Durchströmen der Dämpfe beeinträchtigen und zu erhöhten Drücken in den Leitungen führen, was auch wesentliche elektrostatische Aufladungen an der Oberfläche der Flüssigkeit zur Folge haben kann. Es ist wichtig, dass an den unteren Stellen des Gasleitungssystem des Schiffs Ablassvorrichtungen angebracht sind, die regelmäßig geprüft werden und sicherstellen sollen, dass keine Flüssigkeit vorhanden ist.

11.1.13.8 Elektrostatische Entladung

Es gilt, die Vorsichtsmaßnahmen, die in Abschnitt 11.1.7.3 in Bezug auf anfängliche Ladegeschwindigkeiten und in Abschnitt 11.8 in Bezug auf Mess- und Probenahmeverfahren beschrieben sind, zu befolgen. Außerdem ist darauf zu achten, dass alle Rohrleitungen elektrisch mit dem Schiffskörper und leitend miteinander verbunden sind, um elektrostatische Aufladungen in dem Gassammelsystem zu verhindern. Die elektrischen Masseverbindungen werden regelmäßig auf ihren Zustand geprüft. Die Gasanschlüsse des Terminals werden vom Gasanschluss des Schiffs durch ein Isolierflansch oder ein einzelnes Stück des Isolierschlauchs elektrisch isoliert.

11.1.13.9 Schulung

Es ist wichtig, dass der Schiffsverantwortliche eine Schulung zum Abgaskontrollsystem des Schiffs erhalten hat.

11.1.13.10 Kommunikation

Die Einführung eines Abgaskontrollsystems erhöht die Bedeutung einer guten Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Schiff und Terminal. Besprechungen vor dem Umschlag sorgen dafür, dass beide Seiten die Betriebsparameter der anderen Seite kennen. Details wie maximale Umschlagraten, maximal zulässige Druckabfälle im Gassammelsystem sowie Alarm- und Abschaltbedingungen und Verfahren müssen vor Beginn der Umschlagaktivitäten abgesprochen werden (siehe Abschnitt 26.3 - Sicherheitschecklisten).

11.1.14 Löschverfahren

11.1.14.1 Gemeinsame Erklärung der Löschbereitschaft

Bevor mit dem Löschen der Fracht begonnen wird, müssen der Schiffsverantwortliche und der Terminalbeauftragte formell erklären, dass sowohl Schiff als auch Tank bereit sind, die Löscharbeiten sicher durchzuführen.

11.1.14.2 Pumpen- und Ventilbetrieb

Während des Pumpenbetriebes darf die Durchflussgeschwindigkeit nicht abrupt geändert werden.

Hubkolbenpumpen, die beim Beladen als Arbeitspumpen eingesetzt werden, können übermäßige Schwingungen an den metallischen Verlade-/Löscharmen hervorrufen, die wiederum zu Leckagen an den Verbindungsstücken und Drehgelenken und sogar zu mechanischen Schäden an der tragenden Konstruktion führen können. Nach Möglichkeit sollten Pumpen dieses Typs nicht verwendet werden. Wenn doch, ist darauf zu achten, dass die am wenigsten kritische Pumpengeschwindigkeit oder, wenn mehr als eine Pumpe im Betrieb ist, eine Kombination aus den Pumpengeschwindigkeiten gewählt wird, um einen akzeptablen Schwingungspegel zu erreichen. Während des Löschvorgangs muss der Schwingungspegel genau beobachtet werden.

Die Betriebsgeschwindigkeit der Kreiselpumpen sollte so gewählt werden, dass sie keine Kavitation auslösen. Dieser Effekt kann zu Schäden an der Pumpe und anderen Geräten des Schiffs oder Terminals führen.

11.1.14.3 Geschlossener Löschbetrieb

Bei Tankschiffen, die ihre Inertgasanlage ordnungsgemäß betreiben, wird von einem 'geschlossenen' Löschbetrieb ausgegangen.

Auf nichtinertisierten Tankschiffen erfolgen Löschvorgänge, Messungen und Probenahmen normalerweise bei geschlossenen Peil- und Sichtöffnungen. Die Luftzufuhr in die Tanks erfolgt über das betreffende Belüftungssystem oder über die Gassammelleitungen.

Bei ungenügendem Luftdurchsatz über das normale Belüftungssystem, kann Luft auch über eine Sicht- oder Peilöffnung zugeführt werden, allerdings nur, wenn diese mit einem permanenten Flammensieb ausgestattet sind. In diesem Fall spricht man nicht mehr von einem geschlossenen Löschsystem des Schiffs.

11.1.14.4 Inertgasverfahren

Tankschiffe, die Inertgasanlage einsetzen, müssen darauf achten, dass diese voll im Einsatz sind und Inertgas von guter Qualität (d.h. mit geringem Sauerstoffgehalt) mit Beginn des Löschvorgangs erzeugen. Die Inertgasanlage muss während des gesamten Beförderungsgut- und Ballastlöschvorgangs voll einsatzfähig sein und gut funktionieren. Nähere Angaben zum Betrieb der Inertgasanlage sind in Abschnitt 7.1 enthalten.

Mit dem Löschen der Ladung darf erst begonnen werden, wenn:

- alle betroffenen Ladetanks einschließlich Schmutzwassertanks mit der Inertgashauptleitung verbunden sind;
- alle anderen Ladetanköffnungen einschließlich Entlüftungsventile sicher geschlossen sind;
- die Inertgashauptleitung von der Atmosphäre und, wenn es sich um eine Querverbindung handelt, auch von der Beförderungsguthauptleitung getrennt ist;
- die Inertgasanlage in Betrieb ist;
- das Absperrventil für das Deck geöffnet ist.

11.1.14.5 Druckbeaufschlagung der Ladetanks

Wenn Ladungen mit hohem Dampfdruck einen niedrigen Pegel in den Ladetanks erreichen, ist die Flüssigkeitssäule manchmal nicht ausreichend, um die Ladepumpen nachhaltig zu versorgen. Ist eine Inertgasanlage vorhanden, kann es zur Druckbeaufschlagung der Ladetanks eingesetzt werden, um die Pumpenleistung zu verbessern.

11.1.14.6 Nicht zutreffend

11.1.14.7 Beginn des Löschvorgangs längsseits des Terminals

Die Landventile zu den Aufnahmebehältern müssen voll geöffnet sein, bevor die Ventile der Sammelleitung des Schiffs geöffnet werden. Wenn aufgrund der höheren Lage der Terminaltanks gegenüber der Sammelleitung des Schiffs Druck in der Terminalleitung sein könnte und keine Rückschlag(verhinderungs)ventile an der Terminalleitung angebracht sind, muss das Schiff darüber in Kenntnis gesetzt werden, während die schiffseitigen Sammelleitungsventile nicht geöffnet werden dürfen, bis die Pumpen einen angemessenen Druck erzeugt haben.

Der Löschvorgang sollte mit niedriger Geschwindigkeit beginnen und erst auf die vereinbarte Geschwindigkeit erhöht werden, wenn beide Seiten sich davon überzeugt haben, dass der Ladungsdurchfluss zu und von den betreffenden Tanks bestätigt ist.

11.1.14.8 Nicht zutreffend

11.1.14.9 Nicht zutreffend

11.1.14.10 Regelmäßige Kontrollen während des Löschvorgangs

Während des gesamten Löschvorgangs sollte das Tankschiff alle vollen und leeren Tanks überwachen und regelmäßig prüfen, dass das Beförderungsgut nur aus den vorgegebenen Ladetanks läuft und nicht in Pumpenräume (wenn vorhanden) oder Kofferdämme und Ballasttanks entströmt.

Das Tankschiff sollte mindestens einmal in der Stunde den Füllstand der Tanks prüfen und die Löscheschwindigkeit prüfen. Die Umschlagdaten und Durchflussgeschwindigkeiten werden mit den Terminalangaben verglichen, um so eventuelle Abweichungen ermitteln zu können. Diese Prüfungen sollten nach Möglichkeit Beobachtungen und das Erfassen von Scherkräften, Biegemomenten, Zug- und Trimmkräften und anderen relevanten Stabilitätsanforderungen des Tankschiffs beinhalten. Diese Angaben müssen mit den Vorgaben des Löschplans verglichen werden, um zu prüfen, ob alle Sicherheitsgrenzen eingehalten und der Löschauflauf eingehalten werden kann oder, je nach Erfordernis, geändert werden muss. Jegliche Abweichungen sind dem Schiffsverantwortlichen sofort mitzuteilen.

Jeder Druckabfall und jede gravierende Abweichung in den kalkulierten Mengen von Schiff und Terminal könnte auf Leckagen in den Leitungen oder Schläuchen hinweisen und einen Abbruch der Umschlagaktivitäten erforderlich machen, bis die notwendigen Untersuchungen durchgeführt worden sind.

Das Tankschiff sollte das Ladedeck und den Pumpenraum (wenn vorhanden) regelmäßig auf Leckagen überprüfen. Das Gleiche gilt für die Außenbordbereiche. Im Dunkeln sollte das Wasser um das Schiff herum angeleuchtet werden, wenn das sicher und praktikabel ist.

11.1.14.11 Schwankungen der Löschgeschwindigkeit

Während des Löschens wird der Ladungsdurchfluss, wie mit dem Terminal vereinbart, durch das Schiff kontrolliert.

Die Löschgeschwindigkeit sollte ohne Wissen des Terminals nicht wesentlich geändert werden.

11.1.14.12 Gleichzeitiger Ballast- und Ladungsumschlag

Die Beballastung muss planmäßig und programmiert im Rahmen der Umschlagaktivitäten erfolgen, um ein Überschreiten der vorgegebene Tiefgang-, Trimm- oder Krängungswerte zu vermeiden und gleichzeitig die Scherkräfte, Biegemomente und die metazentrische Höhe innerhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte zu halten.

11.1.14.13 Ausfall der Inertgasanlage während des Löschens der Ladung

Maßnahmen, die im Falle eines Ausfalls des Inertgasanlage während des Löschens der Ladung zu treffen sind, werden in den Anleitungen in Abschnitt 7.1.12 beschrieben.

11.1.14.14 (Effektives) Nachlenzen und Entleeren der Ladetanks

Generell sollten alle Ladetanks am Löschterminal vollständig entleert werden.

Ein Terminal sollte mit den entsprechenden Drainagevorrichtungen ausgestattet sein und in dieser Sache aktiv kooperieren.

Mögliche Vorkehrungen, die das Entleeren der Schiffstanks erleichtern:

- Absaugen mit einer Schiffspumpe
- Entleeren mit Hilfe einer Schiffspumpe (Nachlenzpumpe)
- Spülen mit Inertgas oder Luft über eine Nachlenzleitung²

Für diese Zwecke werden folgende Schnittstellensysteme auf dem Schiff empfohlen:

- EN 14 420-6 DN 50 (Steckeranschluss)
- EN 14 420-7 DN 50 (Steckeranschluss)

Es wird empfohlen, dass Terminals mit einem der vorgenannten Buchsenanschlüsse ausgerüstet werden.

Ist ein Terminal mit selbstdichtenden Verbindungsstücken ausgerüstet, sollte das Terminal entsprechende Stecker für die vorgenannten Steckeranschlüsse bereitstellen.

Für ein effektives Nachlenzen muss das Tankschiff in der Lage sein, einen Flüssigkeitsdruck von mindestens 300 kPa (3 Bar) zu liefern. Der Gegendruck, der für den Produktdurchfluss an Land benötigt wird, darf nicht über 300 kPa (3 Bar) betragen.

² Luft- und/oder Gasblasen in einer Flüssigkeit können statische Elektrizität erzeugen. Siehe auch Kapitel 3.

11.1.15 Reinigen der Rohrleitungen und Schläuche nach den Umschlagaktivitäten

11.1.15.1 Allgemein

Das Verfahren zum Reinigen der Rohrleitungen und Schläuche oder Schiffsverladearme zwischen Terminalventil und Schiffssammelleitung hängt von den verfügbaren Anlagen ab und ob diese einen Schmutzwassertank oder anderen Aufnahmebehälter haben. Die relative Höhe der Schiffs- und Terminalsammeleitungen kann auch Einfluss auf die Verfahren haben.

Generell ist Druckluft kein bevorzugtes Medium, insbesondere, wenn brennbare Produkte mit einem Flammpunkt unter 60 °C umgeschlagen werden. Wenn Druckluft zum Reinigen der Leitung zum Terminal verwendet wird, müssen die in Abschnitt 11.1.15.4 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen streng eingehalten werden.

11.1.15.2 Nicht zutreffend

11.1.15.3 Entleeren der Leitungen

Nach Abschluss des Ladevorgangs werden die Leitungen am Ladedeck des Schiffs in die entsprechenden Ladetanks entleert, damit die Wärmeausdehnung des Leitungsinhalts keine Leckagen oder Verformungen verursachen kann. Die Schläuche und Schiffsverladearme und vielleicht ein Teil des Rohrleitungssystems zwischen Terminalventil und Schiffssammelleitung werden i.d.R. auch in die Schiffstanks entleert. In den letzten Tanks muss genügend Freiraum bleiben, um das aus den Schläuchen oder Schiffsverladearmen sowie Schiffs- und Terminalleitungen entleerte Ladungsöl aufnehmen zu können.

Nach Abschluss des Löschvorgangs, werden die Leitungen am Ladedeck des Schiffs in den entsprechenden Tank und dann an Land oder in einen Rückstands(Abwasser)tank entleert. Siehe auch 11.1.14.14.

Nach Abschluss des Entleerungsvorgangs und vor Abkuppeln der Schläuche oder Schiffsverladearme, müssen die Ventile an der Schiffssammelleitung und am Terminal geschlossen und die Ablasshähne an der Schiffssammelleitung zum Entleeren in die stationären Entleerungsbehälter oder tragbaren Auffangschalen geöffnet werden. Ladungssammelleitungen und Schiffsverladearme oder Schläuche müssen nach dem Abkuppeln sicher mit einem Blindflansch versehen werden. Der Inhalt der tragbaren oder fest angebrachten Auffangschalen wird in einen Schmutzwassertank oder einen anderen sicheren Aufnahmebehälter an Land entsorgt.

11.1.15.4 Reinigen der Schläuche und Verladearme zum Terminal

Wenn Schläuche oder Schiffsverladearme zum Terminal mit Druckluft oder Inertgas gereinigt werden müssen, sollten die folgenden Vorsichtsmaßnahmen unbedingt eingehalten werden, um eine potentielle Gefährdung durch elektrostatische Aufladung oder mechanische Schäden an Tanks und Anlagen zu verhindern:

- Das Verfahren, das durchgeführt werden soll, muss zwischen Schiff und Terminal abgestimmt werden.
- Der Freiraum in dem Aufnahmebehälter muss groß genug sein.
- Wenn die Leitung gereinigt ist, muss der Vorgang gestoppt werden, um eine minimale Druckluft- oder Inertgasmenge zu gewährleisten.

- Der Einlass zum Aufnahmebehälter muss einen ausreichenden Abstand zum Wasser haben, das sich am Boden des Tanks befinden kann.
- Um eine statische Aufladung zu vermeiden, sollte sich der Einlass zum Aufnahmebehälter mindestens 30 cm unter dem Flüssigkeitsspiegel befinden. Siehe auch 11.1.15.7.
- Das Reinigen der Leitung muss ständig durch den Verantwortlichen (Schiff und Terminal) überwacht werden.

11.1.15.5 Reinigen von Schläuchen und Schiffsverladearmen zum Schiff

Das Reinigen der Schläuche und Verladearme zum Schiff sollten aufgrund der folgenden Risiken nicht mit Druckluft erfolgen:

- Elektrostatische Aufladung
- Schlechte Inertgasqualität (falls zutreffend)
- Überdruckbeaufschlagung von Tanks, Rohrleitungen, Filtergehäusen, Pumpendichtungen oder Leitungsarmaturen
- Ölnebel, die aus den Entlüftungsklappen der Tanks entweichen.

11.1.15.6 Reinigen von Ladungsleitungen des Schiffs

Wenn zum Reinigen der Schiffsleitungen Druckluft oder Inertgas verwendet wird, z. B. beim Herauspumpen der Flüssigkeitssäule über einer Tauchpumpe, manchmal als 'Ausblasen' bezeichnet, können ähnliche Risiken wie oben beschrieben auftreten, für die auch ähnliche Maßnahmen getroffen werden müssen. Das Reinigen der Leitungen erfolgt entsprechend den Betriebsabläufen, die zuvor für das betreffende Tankschiff festgelegt wurden.

11.1.15.7 Gasfreigabe in den Tankboden

Durch Einblasen von Luft oder Inertgas in den Boden von Tanks, die statisches Akkumulatoröl enthalten, kann ein starkes elektrostatisches Feld erzeugt werden. Befinden sich in der Ladung Wasser oder Schwebstoffe, verschlimmert sich dieser Effekt, da die Schwebstoffe und Wassertropfen durch die aufsteigenden Gasblasen gestört werden. Die sich absetzenden Schmutzstoffe erzeugen eine statische Aufladung in dem Beförderungsgut. Deshalb ist darauf zu achten, dass nach Ausblasen der Leitungen in einen nichtinertisierten Tank oder einen Tank, der möglicherweise eine entflammbare Atmosphäre enthält, eine Absetzzeit von 30 Minuten eingehalten wird.

Vorsichtsmaßnahmen sollten getroffen werden, um die Luft- oder Inertgasmenge, die in die Tanks mit statischen Akkumulatorölen eintritt, auf ein Minimum zu reduzieren. Das Beste ist jedoch, das Ausblasen von Leitungen zurück in die Tanks, die diese Art von Ladung enthalten, zu vermeiden.

Nach Möglichkeit sollten die Ladungsleitungen durch Schwerkraft entleert werden. Zu beachten ist auch, dass es durch die Verwendung von Druckluft oder Stickstoff zur Blasenbildung in dem Produkt kommt, was zu einem Überlaufen des Aufnahmetanks oder zu einer Fehlkalkulation der Mengen führen kann.

11.1.15.8 Entgegennahme von Stickstoff von der Landseite

Das Personal sollte sich der potentiellen Risiken bewusst sein, die mit Stickstoff und insbesondere mit dem Betreten von geschlossenen Räumen oder Bereichen von Tankentlüftungsklappen oder Tankausläufen, die einen Sauerstoffmangel aufweisen können, verbunden sind. Hohe Stickstoffkonzentrationen sind besonders gefährlich, weil sie genug Luft verdrängen, um den Sauerstoffgehalt so weit zu reduzieren, dass Personen, die den Bereich betreten, durch Ersticken das Bewusstsein verlieren können. Stickstoff kann nicht durch den menschlichen Geruchssinn festgestellt werden, d.h. der Geruch ist kein Sicherheitskriterium und es ist möglich, dass Personen, die diesem Bereich zu lange ausgesetzt waren, nicht in der Lage sind, die physischen und psychischen Symptome rechtzeitig zu erkennen, um die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen ergreifen zu können.

Wenn es erforderlich ist, von Land gelieferten Stickstoff zu verwenden, z. B. zum Ausblasen der Tanks, Pressen der Ladung oder Reinigen der Leitungen, sollte sich das Schiff dessen bewusst sein, dass dieser Stickstoff einen hohen Druck (bis zu 10 Bar) und eine hohe Durchflussgeschwindigkeit haben und daher eine potentielle Gefahr darstellen kann, weil das Risiko der Überdruckbeaufschlagung der Ladetanks, Rohrleitungen, Filtergehäuse, Pumpendichtungen oder Leitungsarmaturen besteht.

In diesem Fall ist eine Risikoeinschätzung erforderlich; der Betrieb sollte erst fortgesetzt werden, wenn entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen und umgesetzt wurden. Als absolutes Minimum gilt es, die Abschnitt 7.2.2 ausführlich beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen zu befolgen.

Ein Verfahren zur Verringerung des Überdruckrisikos besteht darin, den Tank mit Entlüftungsklappen zu versehen, die eine höhere Durchflussgeschwindigkeiten haben als die Einfüllstutzen, so dass kein Überdruck in dem Tank entstehen kann. Wenn die Abgaskontroll- und Emissionsvorschriften ein geschlossenes System vorschreiben, muss der anströmende Stickstoff auf eine Durchsatzrate begrenzt werden, die nicht höher sein darf, als die maximal mögliche Gasgeschwindigkeit durch die Gasrückführungsleitung. Das sollte durch eindeutige Maßnahmen abgesichert werden. Zur Begrenzung der Durchsatzrate kann ein kleiner Schlauch oder ein Reduzierstück vor der Sammelleitung installiert werden, wobei der Druck jedoch durch das Terminal geregelt werden muss. Das Schiff kann den Druck mit Hilfe eines Messgeräts überwachen.

Es ist nicht angebracht, den Gasdurchsatz über ein Ventil an der Sammelleitung des Schiffs, das für die Regelung des Flüssigkeitsdurchflusses bestimmt ist, drosseln zu wollen. Die Sammelleitung kann jedoch und sollte auch als Schnellsicherheitssperre in einem Notfall verwendet werden. Dabei sei angemerkt, dass die Reaktion bei einem Druckstoß in einem Gas nicht so heftig ist wie in einer Flüssigkeit.

Empfindliche Ladungen, z. B. einige hochtechnische Schmieröle, müssen unter einem Stickstoffpolster, das vom Terminal geliefert wird, befördert werden. In diesen Fällen ist es ratsam, den gesamten Ladetank vor dem Beladen zu spülen. Nach Beendigung des Spülvorgangs entsteht in dem Tank durch das Beladen des Beförderungsguts in einem geschlossenen Zustand das gewünschte Polster. Das führt zu einer erheblichen Verringerung des Risikos durch Überdruck, der entsteht, wenn das Polster mit Hilfe von Terminalstickstoff als getrenntes Verfahren nach Beendigung des Beladevorgangs gebildet wird.

11.1.15.9 Molchen

Das Molchen ist ein Verfahren zum Reinigen von Rohrleitungen, bei dem ein Gegenstand, meistens in Form einer Gummikugel oder eines Gummizylinders, auch als 'Molch' bekannt, mit einer Flüssigkeit oder Druckluft durch die Leitung gepresst wird. Molche können zum vollständigen Reinigen von Leitungen verwendet werden, wobei sie in der Regel mit Wasser oder Druckluft durch die Leitung gepresst wird; sie können aber auch zum Trennen von unterschiedlichen Produktchargen eingesetzt werden, wobei sie hierbei von dem nachfolgenden Produktstrom geschoben wird.

Es ist Aufgabe des Terminals an Land, eine gemeinsame Vorrichtung zur Aufnahme des Molches, eine Molchschleuse, bereitzustellen, die an der Außenbordsammelleitung des Schiffs angebracht wird und an der der Molch auch herausgenommen werden kann.

Der Mindestdruck, der zum Bewegen des Molches benötigt wird, beträgt ca. 2,7 Bar (40 psi); es können aber auch Drücke bis zu 7 Bar (100 psi) verwendet werden.

Vor Einsatz eines Molchverfahrens müssen der Schiffsverantwortliche und Terminalbeauftragte die Verfahren und damit verbundenen Sicherungsmaßnahmen abstimmen. Die Gas- und Flüssigkeitsmengen, die den Molch bewegen, die Drücke, die Zeit, die zum Bewegen des Molches durch die Leitung benötigt wird, die Menge des Ladungsrückstands in der Leitung und der im Tank zur Verfügung stehende Freiraum müssen besprochen und abgestimmt werden.

Während des Molchens überwacht das Terminal den Druck hinter dem Molch, um sicherzugehen, dass dieser nicht in der Leitung hängen bleibt. Schafft es der Molch nicht, innerhalb der vorgegebenen Zeit durchzulaufen, ist das auch ein Zeichen dafür, dass die Bewegungsfreiheit des Molches eingeschränkt war.

Es ist darauf zu achten, dass nach Ankunft des Molches im Molchempfänger kein Stickstoff bzw. keine Luft, der oder die direkt nach dem Molch in der Ladungsleitung vom Land zum Schiff durchströmt, in den Boden des Ladetanks gelangt. Der Stickstoff bzw. die Luft bildet Blasen, die sich im Tank ausdehnen. Das könnten zu einer unerwünschten Verwirbelung in der Flüssigkeit – dem "Blaseneffekt" – führen, der Probleme an dem 'geschlossenen' Betriebssystem des Schiffs verursachen könnte, z. B. Schäden an den Ladetanks, Rohrleitungen, Filtergehäusen, Leitungsarmaturen und Innentankgeräten.

Zur Vermeidung von unerwünschten Effekten durch Verwirbelung wird empfohlen, dass der Druck in der Leitung an Land abgelassen wird, sobald der Molch entfernt wurde.

Nach Beendigung des Molchverfahrens bestätigt das Terminal, dass der Molch angekommen ist. Der Restdruck in der Terminalleitung wird dann abgelassen, bevor die Molchfalle geöffnet oder die Verladearme oder Schläuche abgekuppelt werden.

Das Personal an der Molch ankommenden Seite sollte darauf achten, dass sich am Molchempfänger Ablagerungen befinden können und Mittel bereitstehen, um diese zu entfernen, wie z. B. Lumpen, aufsaugende Materialien und Trommeln.

11.2 Betrachtungen zu Stabilität, Spannung, Trimmung und Schwappbewegungen

11.2.1 Allgemein

Einhüllentankschiffe mit Mittellängsschott haben normalerweise eine so hohe metazentrische Höhe in jeder Lage, dass sie formstabil bleiben. Solange das Schiffspersonal stets die Längsbiegemomente und vertikalen Scherkräfte während des Umschlags- und Ballastbetriebs berücksichtigt hat, war die tatsächliche Stabilität des Schiffs eher selten ein großes Problem. Die Einführung von Doppelhüllen in der Tankschiffkonstruktion hat diese Situation geändert.

11.2.2 Freie Oberflächeneffekte

Das Hauptproblem, mit dem wahrscheinlich zu rechnen ist, ist der Effekt der metazentrischen Höhe der freien Oberflächen von flüssigen Ladungen und Doppelhüllen als Ballasttanks.

In Abhängigkeit von Tankkonstruktion, -typ und -anzahl wird die metazentrische Höhe durch die freie Oberfläche und die spezifische Dichte der Ladung stark reduziert. Die Situation ist sehr ernst, wenn breite Ladetanks nicht mit Mittellängsschott kombiniert werden und auch die Ballasttanks keinen Mittellängsschott ('U'-Tanks) haben.

Die kritischsten Betriebsphasen liegen vor, wenn die Doppelbodenballasttanks während des Löschens der Ladung gefüllt und die Tanks während des Beladens geleert werden. Wenn genügend Lade- und Ballasttanks zur gleichen Zeit entlastet sind, könnte der Effekt der gesamten freien Oberfläche ausreichen, um die metazentrische Höhe so zu verringern, dass die diagonale Stabilität des Tankschiffs gefährdet ist. Das könnte dazu führen, dass das Schiff plötzlich eine starke Schlagseite oder Schräglage einnimmt. Eine große freie Oberfläche führt wahrscheinlich besonders zu einer Gefährdung der Stabilität bei größeren Peilhöhen (Füllhöhen), die mit einem hohen vertikalen Lastschwerpunkt verbunden sind.

Doppelhüllentankschiffe brauchen Stabilitätspläne im Leckfall und Stabilitätsberechnungen. Aus diesen Plänen muss ersichtlich sein, welche Ladungs- und Ballastsituationen den Plänen entsprechen und welche nicht.

Es ist zwingend erforderlich, dass das Schiffs- und Terminalpersonal, das am Umschlag- und Ballastbetrieb beteiligt ist, diese potentielle Probleme kennt, und dass alle Umschlag- und Ballastvorgänge unter strenger Einhaltung der Beladungsvorschriften des Schiffs, wenn vorhanden, ablaufen.

Wenn Sperrvorrichtungen angebracht sind, die verhindern sollen, dass zu viele Lade- und Ballasttanks gleichzeitig betrieben werden, was zu einer übermäßigen freien Oberfläche führen könnte, sollten diese immer in einem ordnungsgemäßen Betriebszustand sein und nie außer Kraft gesetzt werden.

11.2.3 Schwappbewegungen

Es ist zwingend erforderlich, dass die Schiffsführer sich dessen bewusst sind, dass das teilweise Beladen eines Ladetanks ein potentielles Problem infolge von 'Schwappbewegungen' darstellt. Durch die Kombination von freier Oberfläche und flachem Tankboden kann eine Wellenenergie erzeugt werden, die stark genug ist, um ernste Schäden an der inneren Struktur und den Rohrleitungen herbeizuführen.

11.2.4 Planung der Belade- und Löschvorgänge

Die Beballastung und Ballastentladung müssen um die Umschlagaktivitäten herum geplant und programmiert werden, um ein Überschreiten der spezifischen Tiefgang-, Trimm- oder Kranungsvorgaben zu vermeiden und gleichzeitig die Scherkräfte, Biegemomente und metazentrische Höhe innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte zu halten.

11.3 Tankreinigung

11.3.1 Allgemein

Dieser Abschnitt befasst sich mit den Verfahren und Sicherheitsvorkehrungen beim Reinigen von Ladetanks nach dem Löschen von flüchtigen oder nichtflüchtigen Produkten, die in nicht gasfreien, nicht inertisierten oder inertisierten Tanks befördert werden.

11.3.2 Risikomanagement in Bezug auf Tankreinigung

Alle Tankreinigungsmaßnahmen müssen sorgfältig geplant und dokumentiert werden. Potentielle Risiken in Verbindung mit geplanten Tankreinigungsmaßnahmen sollten systematisch identifiziert, das Risiko eingeschätzt und entsprechende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um das Risiko so weit zu minimieren wie praktisch durchführbar ist.

Beim Planen von Tankreinigungsmaßnahmen besteht das Hauptrisiko darin, dass durch das gleichzeitige Vorhandensein einer entflammaren Atmosphäre und einer Zündquelle ein Feuer oder eine Explosion entstehen kann. Das Hauptaugenmerk gilt daher der Entfernung von einer oder mehreren Gefahrenquellen, die zu diesem Risiko beitragen, nämlich die Seiten des so genannten Feuerdreiecks - Luft/Sauerstoff, Zündquelle und Brennstoff (d.h. entflammare Gase).

Inerte Tankatmosphäre

Das Verfahren mit dem niedrigsten Risiko ist das Reinigen der Tanks in einer inerten Atmosphäre. Der inerte Zustand ist eindeutig; der Definition nach bedeutet inert, dass die Atmosphäre des Tanks einen Sauerstoffgehalt haben MUSS, der auf einem Niveau ist, bei dem keine Verbrennung stattfinden kann.

Kann durch direkte Messungen nicht nachgewiesen, dass der Tank in einem inerten Zustand ist, MUSS davon ausgegangen werden, dass der Tank in einem nichtinerten Zustand ist.

Nichtinerte Tankatmosphäre

Tankschiffe, die keinen Zugriff auf Inertgas haben, weder durch Anlagen an Bord (z. B. Inertgasanlage) oder durch Belieferung vom Terminal, können nur den 'Brennstoff' und die 'Zündquelle' als Seiten des Feuerdreiecks berücksichtigen. Bei einem nichtinerten Zustand gibt es keine physischen Barrieren, die das Ausschalten dieser beiden Gefahren einzeln gewährleisten können. Daher hängt die Sicherheit der Tankreinigung in nichtinertem Zustand von der Integrität der Anlagen und Umsetzung der strengen Verfahren zur effektiven Kontrolle dieser beiden Risiken ab.

Das Reinigen von Ladetanks mit nichtinertierter Atmosphäre sollte nur stattfinden, wenn die beiden Seiten des Feuerdreiecks durch eine Kombination der Maßnahmen zur Kontrolle der Entflammbarkeit der Tankatmosphäre UND der Zündquellen berücksichtigt werden.

Es wird empfohlen, dass alle Tankschiffe, die keine Inertgasanlage haben, in ihre Konstruktion und Ausrüstung eine Funktion aufnehmen, die das mechanische Entlüften der Ladetanks während der Tankreinigung und somit die Kontrolle der Tankatmosphäre möglich macht.

11.3.3 Überwachung und Vorbereitung

11.3.3.1 Aufsicht

Der Schiffsverantwortliche muss alle Tankreinigungsvorgänge beaufsichtigen.

Alle beteiligten Besatzungsmitglieder werden vor Beginn der Arbeiten von dem Schiffsverantwortlichen über die Tankreinigungspläne sowie über ihre Aufgaben und Zuständigkeiten umfassend in Kenntnis gesetzt.

Alle anderen Mitarbeiter an Bord müssen ebenfalls darüber in Kenntnis gesetzt werden, dass mit der Tankreinigung begonnen werden soll; diese Mitteilung MUSS insbesondere auch an die Personen an Bord ergehen, die nicht direkt an der Tankreinigung teilnehmen, die aber aufgrund ihrer laufenden Aufgaben Einfluss auf die Sicherheit der Tankreinigung haben können.

11.3.3.2 Vorbereitung

Vor und während der Tankreinigung muss sich der Schiffsverantwortliche davon überzeugen, dass alle entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen, die in Kapitel 4 beschrieben wurden, eingehalten werden. Wenn ein Schiff längsseits des Tankschiffs liegt, muss auch das Personal dieses Schiffs in Kenntnis gesetzt und bestätigt werden, dass das Personal alle erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen befolgen wird.

Vor Beginn der Tankreinigung längsseits des Terminals werden die folgenden zusätzlichen Maßnahmen getroffen:

- Die einschlägigen Vorkehrungen, die in Kapitel 24 beschrieben werden, müssen eingehalten werden.
- Das betreffende Personal an Land muss bestätigen, dass die Bedingungen am Pier keine Gefährdung darstellen, und das Einverständnis geben, dass mit den Arbeiten begonnen werden kann.

Welches Tankreinigungsverfahren an Bord eines Tankschiffs eingesetzt wird, hängt davon ab, wie die Atmosphären in den Ladetanks bearbeitet werden und mit welchen Geräten und Anlagen des Schiffs ausgerüstet ist.

11.3.4 Tankatmosphären

Tankatmosphären können folgenden Zustand haben:

11.3.4.1 Inerte Tankatmosphäre

In diesem Zustand ist das Explosionsrisiko der Tankatmosphäre bekanntlich am geringsten, da die Atmosphäre durch die Zufuhr von Inertgas und die damit verbundene Verringerung des Gesamtsauerstoffgehalts in jedem Teil des Ladetanks auf max. 8 Vol.-% bei vorherrschendem Überdruck nicht entflammbar ist (siehe Abschnitt 7.1.5.1).

Die Anforderungen an eine inerte Atmosphäre und Vorsichtsmaßnahmen, die es während des Reinigungsvorgangs zu beachten gilt, sind in Abschnitt 7.1.6.9 beschrieben; sie stellen die sicherste Stufe für die Kontrolle der Atmosphäre während der Tankreinigungsaktionen dar.

Nach Gesichtspunkten des Feuerdreiecks fällt durch dieses Verfahren die 'Sauerstoff'-Seite des Feuerdreiecks physisch weg.

11.3.4.2 Nichtinerte Tankatmosphäre

In Sinne dieses Kapitels bedeutet nichtinerte Atmosphäre, dass ein Sauerstoffgehalt von weniger als 8 Vol.-% nicht bestätigt wurde.

Da davon ausgegangen wird, dass die Tankreinigung und Entgasung in nichtinerten Atmosphären ein potentiell erhöhtes Risiko darstellen, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um das Risiko der Abläufe so niedrig wie praktikabel durchführbar zu verringern. Diese Kontrollmaßnahmen MÜSSEN auf zwei Seiten des Feuerdreiecks zielen, d.h.

- 'Brennstoff' und
- 'Zündquellen'.

11.3.5 Tankreinigung

11.3.5.1 Reinigen in inerter Atmosphäre

Kontrollmaßnahmen zum Reinigen in inerter Atmosphäre sind in Abschnitt 7.1.6.9 beschrieben.

Während der Tankreinigung müssen Maßnahmen ergriffen werden, mit denen bestätigt werden kann, dass die Atmosphäre im Tank nicht entflammbar bleibt (Sauerstoffgehalt nicht über 8 Vol.-%) und ein Überdruck vorliegt.

11.3.5.2 Reinigen in nichtinertem Zustand

Das Reinigen von Ladetanks in nichtinertem Zustand sollte nur erfolgen, wenn sowohl die Zündquelle als auch die Entflammbarkeit der Tankatmosphäre kontrolliert werden. Zu diesem Zweck MÜSSEN die folgenden Vorsichtsmaßnahmen zur Kontrolle der 'Zündquellen' und des 'Brennstoffs' beim Reinigen der Tanks in nichtinertem Zustand getroffen werden.

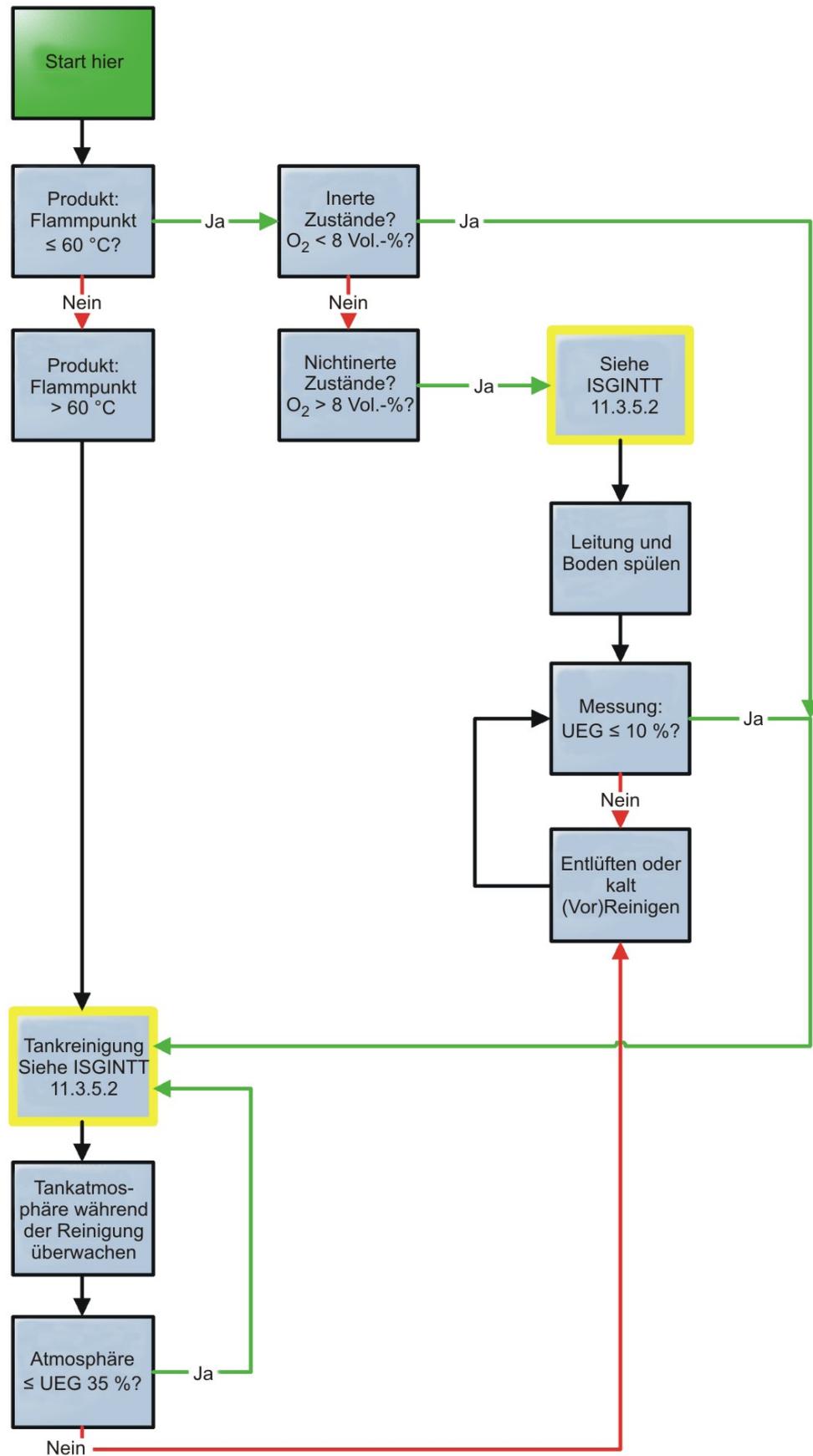


Abbildung 11.4 - Ablaufschema zu Maßnahmen zur Kontrolle des 'Brennstoffs' beim Reinigen von Tanks mit inerter & nichtinertter Atmosphäre

Zur Kontrolle des 'Brennstoffs' in der Tankatmosphäre

(Siehe Abbildung 11.4 Ablaufschema zum Reinigen von nicht inertisierten Tanks.)

Vor der Tankreinigung:

- Vor Beginn der Tankreinigung muss ermittelt werden, ob der Flammpunkt des zu reinigenden Produkts weniger als 60 °C oder gleich 60 °C und mehr beträgt.
- Je nach Flammpunkt des Produkts müssen verschiedene Verfahren verfolgt werden.
- Zum Zweck der Tankreinigung darf nicht nur das letzte umgeschlagene Produkt betrachtet werden. Bewährt hat sich die Prüfung des Flammpunkts mindestens von den letzten drei (3) Ladungen.

Wenn der zu reinigende Ladetank ein Produkt mit einem Flammpunkt von weniger als 60 °C enthalten hat:

- Muss geprüft werden, ob der Ladetank sich in einem inerten Zustand befindet oder nicht. In diesem Sinne bedeutet 'inert' weniger als 8 Vol.-% Sauerstoff.
- Wenn der Ladetank nicht in einem inerten Zustand ist, müssen die unter Punkt 1 (unten) angegebenen Schritte eingehalten werden.
- Wenn der Ladetank in einem inerten Zustand ist, müssen die unter Punkt 2 (unten) angegebenen Schritte eingehalten werden.

Wenn der zu reinigende Ladetank ein Produkt mit einem Flammpunkt von 60 °C und höher enthalten hat:

- Wenn der zu reinigende Ladetank ein Produkt mit einem Flammpunkt von 60 °C und höher enthalten hat, müssen die unter Punkt 2 (unten) angegebenen Schritte eingehalten werden.

1. Vor dem Reinigen:

- Der Tankboden sollte mit Wasser gespült und dabei alle Teile bedeckt und dann nachgelenzt werden. Zum Spülen werden die Hauptladepumpen und Leitungen verwendet. Alternativ können auch fest montierte Rohre genutzt werden, die über die volle Tanktiefe verlaufen. Die Tankreinigungsanlagen sollten nicht zum Spülen verwendet werden.
- Das Rohrleitungssystem einschließlich der Ladepumpen, Schnittstellen und Löschleitungen wird mit Wasser gespült. Das Spülwasser wird in den dafür vorgesehenen Tank und den Tank für Schmutzwasser entleert.
- Der Tank wird entlüftet, um die Gaskonzentrationen der Atmosphäre auf 10 % der unteren Explosionsgrenze (UEG) oder weniger zu reduzieren; es kann aber eine Vorwäsche mit kaltem Wasser in Erwägung gezogen werden. Gasprüfungen müssen in verschiedenen Höhen durchgeführt werden; dabei ist die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass Löcher mit entflammbarem Gas vorhanden sind, insbesondere in der Nähe von potentiellen Zündquellen wie mechanische Anlagen, die Hot Spots erzeugen könnten, z. B. sich bewegende Teile, wie die Impeller von (Tauch)Ladepumpen im Tank.
- Mit dem Reinigen von Tanks mit heißem Waschwasser kann erst begonnen werden, wenn die Tankatmosphäre 10 % des UEG oder weniger erreicht hat.

2. Während des Reinigens mit heißem Waschwasser:

- Die Atmosphäre in den Tanks sollte während der Reinigung regelmäßig bei verschiedenen Pegeln geprüft werden, um die prozentuale Änderung des UEG überwachen zu können.
- Die mögliche Auswirkung von Wasser auf die Effektivität der Gasmessgeräte und folglich die Unterbrechung des Reinigungsvorgangs zum Ablesen der Messwerte sollte in Erwägung gezogen werden.

- Die mechanische Belüftung sollte, sofern möglich, während des Reinigungsvorgangs fortgesetzt werden, um einen freien Luftstrom von einem Tankende zum anderen zu gewährleisten.
- Die mechanische Belüftung während der Tankreinigung wird empfohlen; ist diese nicht möglich, sollte die Tankatmosphäre öfter gemessen werden, da die Wahrscheinlichkeit einer schnellen Gasentwicklung zunimmt.
- Die Tankatmosphäre sollte nicht mehr als 35 % der UEG betragen. Sollte der Gaspegel an jeder Messstelle im Tank 35 % der UEG betragen, MÜSSEN die Reinigungsaktivitäten an diesem speziellen Tank sofort eingestellt werden.
- Das Reinigen kann fortgesetzt werden, wenn die Dauerbelüftung oder Kaltvorwäsche reduziert wurde und die Gaskonzentration bei 10 % der UEG oder weniger gehalten werden kann.
- Falls der Tank mit einem Entlüftungssystem ausgestattet ist, das auch mit anderen Tanks verbunden ist, muss der Tank isoliert werden, um das Eindringen von Gas aus anderen Tanks zu vermeiden.

Kontrolle der 'Zündquellen' im Tank

- a) Die einzelnen Tankreinigungsanlagen sollten einen Mengendurchsatz von nicht mehr als 60 m³/h haben.
- b) Der gesamte Wassermengendurchsatz pro Ladetank sollte so niedrig wie möglich gehalten werden und darf 180 m³/h nicht überschreiten.
- c) Unterschiedliche Reinigungsverfahren sind mit unterschiedlichen Risiken verbunden, und das Folgende sollte beim Tankreinigen unter nichtinerten Bedingungen beachtet werden:
 - Rezirkuliertes Waschwasser DARF NICHT verwendet werden.
 - Heißes Waschwasser kann verwendet werden, sollte aber nicht weiterverwendet werden, wenn die Gaskonzentration 35 % der UEG erreicht hat. Heißes Wasser für ein Produkt mit niedrigem Flammpunkt sollte NUR verwendet werden, wenn vorher ein vollständiger Kaltwaschgang (d.h. von oben nach unten) durchgeführt wurde.
 - Wenn die Temperatur des heißen Wassers mehr als 60 °C beträgt, muss der Gaskonzentrationspegel öfter kontrolliert werden.
 - Chemische Zusätze sind nur zulässig, wenn die Temperatur des Waschwassers NICHT mehr als 60 °C beträgt.
 - Dampf darf niemals in den Tank eingespritzt werden, wenn die Tankreinigung unter nichtinerten Bedingungen erfolgt und DARF NICHT in Erwägung gezogen werden, bis bestätigt wurde, dass der Tank gasfrei ist (siehe Abschnitt 3.1.2 und Begriffsbestimmungen).
- d) Der Tank muss während der Reinigung ständig geleert werden. Sobald sich Waschwasser angesammelt hat, wird der Reinigungsvorgang unterbrochen.
- e) Beim Entleeren in einen Waschwasser-/Schmutzwassertank ist darauf zu achten, dass der Waschwasserpegel immer unterhalb des Flüssigkeitspegels in dem Tank ist.
- f) Werden mobile Reinigungsanlagen verwendet, ist darauf zu achten, dass alle Schlauchanschlüsse den Stromdurchgang kompensieren und daraufhin geprüft werden, bevor die Reinigungsanlage in den Tank eingeführt wird.

Mobile Reinigungsanlagen dürfen nicht in den Tank eingeführt werden, wenn die untere Explosionsgrenze nicht 10 % oder weniger beträgt.

Anschlüsse dürfen nicht getrennt werden, bevor nicht die Anlage aus dem Tank entfernt wurde. Zum Entleeren des Schlauches kann die Kupplung teilweise geöffnet (aber nicht getrennt) und dann wieder festgezogen werden, bevor die Anlage entfernt wird.

- g) Das Einführen von Peilstäben und anderen Geräten in den Tank sollte mit Hilfe eines Peilrohrs über die gesamte Tiefe erfolgen. Ist kein Peilrohr über die ganze Tiefe angebracht, ist es wichtig, dass die metallischen Bauelemente des Peilstabes oder der anderen Geräte elektrisch mit dem Schiff verbunden bzw. geerdet werden, bevor sie in den Tank eingeführt werden, und auch geerdet bleiben, bis sie wieder herausgenommen werden.
- Diese Vorsichtsmaßnahme sollte während der Reinigung und über fünf Stunden danach erfolgen, damit der Nebel, der statisch aufgeladen ist, genug Zeit hat sich aufzulösen. Wird der Tank jedoch nach dem Reinigen kontinuierlich mechanisch entlüftet, kann dieser Zeitraum auf eine Stunde gekürzt werden. In diesem Zeitraum gilt Folgendes:
- Es kann eine Trennschichtsonde aus Metall verwendet werden, wenn diese mit dem Schiff durch eine Klemm- oder Schraubverbindung geerdet ist.
 - Es kann ein Metallstab am Ende des Metallstreifens verwendet werden, wenn dieser mit dem Schiff durch eine Klemm- oder Schraubverbindung geerdet ist.
 - Es darf KEIN Peilstab aus Metall verwendet werden, der an einem Faserseil hängt, selbst wenn das Ende in Deckshöhe mit dem Schiff verbunden ist, weil das Seil kein zuverlässiges Mittel für die Bildung eines Erdungspfades ist.
 - Es können allgemein Geräte, die komplett aus nichtmetallischen Materialien bestehen, verwendet werden, wie z. B. ein Peilstab aus Holz, der an einem Naturfaserseil ungeerdet hängt.
 - Seile aus synthetischen Polymeren sollten NICHT zum Herablassen der Geräte in den Ladetank verwendet werden.
- h) Es sollten Maßnahmen zum Schutz vor Zündung infolge mechanischer Mängel an den Anlagen, z. B. Tauchladepumpen, Tankreinigungsanlagen, Tankmessgeräte usw., getroffen werden.
- i) Es sollten Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um das Risiko durch mechanische Funken von z. B. metallischen Gegenständen, wie z. B. Handwerkzeug, Peilstäbe, Probenahmegefäße usw., die in den Tank getaucht werden, zu vermeiden.
- j) Die Verwendung von nichteigensicheren Geräten, z. B. Taschenlampen und Stablampen, Handys, Laptops, Organismen usw. sollten NICHT zugelassen werden.

11.3.6 Vorsichtsmaßnahmen für die Tankreinigung

11.3.6.1 Mobile Tankreinigungsgeräte und Schläuche

Das Außengehäuse von mobilen Geräten besteht aus einem Material, das bei Kontakt mit einer Innenelement des Ladetanks keinen zündfähigen Funken verursachen kann.

Die Kupplungsvorrichtungen für den Schlauch sind so ausgelegt sein, dass eine effektive elektrische Masseverbindung zwischen Tankreinigungsanlage, Schläuchen und fest eingebauter Wasserleitung für die Tankreinigung hergestellt werden kann.

Es wird eine elektrische Masseverbindung zwischen Reinigungsanlagen und Wasserschlauch mit Hilfe eines geeigneten Anschlusses oder einem externen Verbindungsdraht hergestellt.

Die Geräte werden in dem Tank mit einem Naturfaserseil aufgehängt und nicht mit einem Wasserschlauch.

11.3.6.2 Tragbare Schläuche für fest eingebaute und mobile Tankreinigungsanlagen

Alle Schläuche der mobilen Tankreinigungsanlage sollten mit Verbindungsdrähten versehen sein, die den Stromdurchgang gewährleisten. Die Kupplungen werden an den Schlauch so angeschlossen, dass eine effektive elektrische Masseverbindung zwischen ihnen besteht.

Die Schläuche müssen zur Identifizierung unlöslich gekennzeichnet sein. Über die Stromdurchgangsprüfung wird ein Protokoll mit Datum und Ergebnis angefertigt.

11.3.6.3 Prüfen der Tankreinigungsschläuche

Alle Schläuche für die Tankreinigungsanlage werden vor Benutzung in trockenem Zustand auf Stromdurchgang geprüft; der Widerstand darf auf keinen Fall größer als 6 Ohm pro Meter Länge sein.

11.3.6.4 Tankreinigung parallel zum Ladungsumschlag

In der Regel sollte die Tankreinigung und Entgasung nicht zur gleichen Zeit wie der Ladungsumschlag stattfinden. Falls dies aus irgendeinem Grund notwendig ist, müssen enge Absprachen und Vereinbarungen zwischen dem Terminalbeauftragten und der Hafenbehörde getroffen werden.

11.3.6.5 Freier Fall

Der freie Fall von Wasser oder Schmutzwasser in den Tank ist unbedingt zu vermeiden. Es ist darauf zu achten, dass der Flüssigkeitspegel stets so hoch ist, dass die Einlassöffnungen in dem Schmutzwassertank bis zu einer Tiefe von mindestens einem Meter bedeckt sind, um ein Spritzen zu vermeiden. Das ist jedoch nicht erforderlich, wenn die Schmutzwasser- und Ladetanks voll inertisiert sind.

11.3.6.6 Besprühen mit Wasser

Das Besprühen eines Tanks mit Wasser, der eine nicht unwesentliche Menge an statischem Akkumulatoröl enthält, könnte eine elektrostatische Aufladung an der Flüssigkeitsoberfläche durch Rühren oder Beruhigung des Wassers bewirken. Tanks, die statisches Akkumulatoröl enthalten, sollten vor dem Reinigen mit Wasser immer ausgespült werden, sofern der Tank in keinem inerten Zustand ist. (Siehe Abschnitt 3.3.4.)

11.3.6.7 Nicht zutreffend

11.3.6.8 Sonderverfahren der Tankreinigung

Nach der Beförderung von bestimmten Produkten können die Tanks nur durch Dampf oder den Zusatz von Tankreinigungschemikalien oder Zusätzen zum Waschwasser angemessen gereinigt werden.

Dampfreinigung der Tanks

Aufgrund der Gefährdungen durch statische Elektrizität sollte kein Dampf in die Ladetanks eingeführt werden, wenn in diesen das Risiko einer Atmosphäre besteht. Es darf nicht vergessen werden, dass eine nicht entflammbare Atmosphäre nicht in allen Fällen, in denen eine Dampfreinigung als sinnvoll erachtet wird, gewährleistet werden kann.

Durch die Dampfbehandlung können Nebelwolken entstehen, die elektrostatisch aufgeladen sind. Die Effekte und die potentiellen Gefahren, die von diesen Wolken ausgehen, ähneln denen, die für Nebel, der durch Wasserreinigung entsteht, beschrieben wurden, wobei der Grad der Aufladung hier viel größer ist. Die Zeit, die benötigt wird, um maximale Aufladungen zu erreichen, ist auch viel weniger. Außerdem werden durch Wärme und Störgrößen oftmals Gase freigesetzt und es können entflammbare Gasblasen entstehen, selbst wenn der Tank zu Beginn der Dampfbehandlung für fast gasfrei erklärt wurde.

Die Dampfbehandlung ist nur in Tanks zulässig, die entweder inertisiert oder mit Wasser gereinigt und entgast wurden. Die Konzentration von entflammbaren Gasen darf vor der Dampfbehandlung nicht mehr als 10 % der UEG betragen. Vorsichtsmaßnahmen sind erforderlich, um zu vermeiden, dass sich ein Dampfdruck in dem Tank aufbaut.

Die in Kapitel 3 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf statische Elektrizität sind unbedingt einzuhalten.

Zusatz von Chemikalien zum Waschwasser für die Tankreinigung

Die Beschränkungen bezüglich des Zusatzes von Chemikalien zum Waschwasser für die Tankreinigung hängen von der Tankatmosphäre ab (siehe Abschnitt 11.3.5.2).

Wenn Chemikalien für die Tankreinigung verwendet werden sollen, ist es wichtig zu wissen, dass bestimmte Produkte eine Gefahr durch Toxizität oder Entflammbarkeit hervorrufen können. Das Personal sollte die höchstzulässige Konzentration des Produktes kennen. Prüfröhrchen sind besonders hilfreich, wenn es um das Aufspüren von spezifischen Gasen und Dämpfen in den Tanks geht. Die Chemikalien für die Tankreinigung, die fähig sind, eine entflammbare Atmosphäre zu schaffen, sollten normalerweise nur verwendet werden, wenn der Tank inertisiert wurde.

Zusatz von Chemikalien für die lokale Reinigung der Tanks

Einige Produkte können für die lokale Reinigung von Tankschottwänden und toten Stellen durch Abwischen von Hand verwendet werden, vorausgesetzt, dass die Chemikalie in kleiner Menge verwendet wird, und das Personal, das den Tank betritt, die Vorschriften beim Betreten eines geschlossenen Raumes beachtet.

Darüber hinaus gelten die Anleitungen des Herstellers oder Empfehlungen für den Gebrauch dieser Produkte. Es ist auch möglich, dass die örtlichen Behörden zusätzliche Auflagen erheben, wenn diese Aktivitäten im Hafen stattfinden.

Ein Sicherheitsdatenblatt (SDB) zur Verwendung von Chemikalien für die Tankreinigung sollte an Bord des Tankschiffs verfügbar sein, bevor diese zum Einsatz kommen, und die Hinweise zu den Vorsichtsmaßnahmen befolgt werden.

11.3.6.9 Verbleites Benzin

Während Tanks an Land über lange Zeiträume verbleites Benzin enthalten und somit eine Gefahr infolge von Tetraethylblei und Tetramethylblei darstellen können, wechseln die Tankprodukte von Tankschiffen normalerweise und stellen somit nur ein geringes Risiko dar. Tankschiffe, die jedoch regelmäßig verbleites Benzin befördern, sollten den Boden der Tanks nach jedem Löschen der Ladung mit Wasser ausspülen.

11.3.6.10 Entfernen von Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen

Bevor Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen manuell entfernt werden, muss bestätigt werden, dass die Tankatmosphäre mit Hilfe der entsprechenden Prüfgeräte zur Gewährleistung der Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit der Mitarbeiter, die den Raum betreten, sicher ist und betreten werden darf. Die in Abschnitt 10.9 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen müssen für die Dauer der Arbeiten befolgt werden.

Die für weitere Tankreinigungsmaßnahmen, wie z. B. das Entfernen von festen Rückständen oder Produkten in entgasten Tanks, erforderlichen Geräte müssen so ausgelegt und konstruiert sein und die Baumaterialien so gewählt werden, dass keine Entzündungsgefahr besteht.

11.3.6.11 Reinigen von kontaminierten Ballasttanks

Bei Leckagen vom Ladetank in den Ballasttank ist es notwendig, den Tank entsprechend den lokalen Umweltschutzvorschriften zu reinigen und instanzzusetzen.

Das wird schwierig, wenn die Kontamination auf Rohschmieröl zurückzuführen ist, und besonders schwierig, wenn sie in einem Doppelhüllen- oder Doppelbodenraum auftritt.

Soweit möglich sollte die Tankreinigung mit anderen Verfahren als durch manuelles Abspritzen erfolgen, insbesondere in den ersten Phasen. Dazu gehören u.a. mobile Anlagen, der Einsatz von Reinigungsmitteln oder die Reinigung des Tanks mit Wasser und Reinigungsmitteln. Das Abspritzen von Hand sollte nur für kleine kontaminierte Flächen oder für die Endreinigung zugelassen werden. Alle Tankreinigungsverfahren müssen den einschlägigen Umweltschutzvorschriften entsprechen.

Nach Reinigung mit Anlage oder Reinigungsmitteln muss der Tank vor Betreten zum endgültigen Abspritzen entsprechend den in Abschnitt 11.4.7 beschriebenen Verfahren entlüftet werden und zwar solange, bis die Ablesewerte an jeder Probenahmestelle bestätigen, dass die Atmosphäre den in Kapitel 10 festgesetzten Kriterien für ein 'sicheres Betreten' entspricht. Es sollten entsprechende Kontrollmaßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit der Arbeiter, die den Raum betreten, durchgeführt werden.

11.4 Entgasung

11.4.1 Allgemein

Es ist allgemein bekannt, dass die Entgasung eine der gefährlichsten Phasen der Schiffsabläufe ist. Das trifft zu, unabhängig davon, ob die Entgasung zum Zwecke des Betretens, für Warmarbeiten oder zur Kontrolle der Ladungsqualität erfolgt. Die Ladungsgase, die während der Entgasung freigesetzt werden, sind hochbrennbar und machen eine gute Planung und strenge Gesamtkontrollen lebenswichtig. Das zusätzliche Risiko durch den toxischen Effekt von Ladungsgasen während dieser Phase kann nicht genug hervorgehoben werden und muss allen Beteiligten eingeschärft werden. Es ist daher wichtig, bei allen mit der Entgasung verbundenen Aktivitäten größtmögliche Vorsicht walten zu lassen.

Es wird empfohlen, die Entgasung weitestgehend zu vermeiden, um die Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit zu verringern.

11.4.2 Entgasung zum Zwecke des Betretens ohne Atemschutzgerät

Damit ein Tank oder Raum gasfrei ist und ohne Atemschutzgerät betreten werden kann, muss er so lange gelüftet werden, bis die Ladungsgaskonzentration in dem ganzen Raum weniger als 1 % der UEG ausmacht, der Sauerstoffgehalt 21 Vol.-% beträgt und, je nach Fall, keine schwefelwasserstoff- oder benzolhaltigen oder anderen toxischen Gase vorhanden sind (siehe Abschnitt 10.3).

Bevor der Tank ohne Atemschutzgerät betreten werden darf, sollte die Tankatmosphäre durch einen Sachverständigen geprüft werden.

11.4.3 Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen

Die folgenden Empfehlungen gelten für die Entgasung allgemein:

- Alle Entgasungsaktionen müssen durch einen Schiffsverantwortlichen beaufsichtigt werden.
- Das gesamte Personal an Bord sollte darüber in Kenntnis gesetzt werden, wenn eine Entgasung bevorsteht.
- Entsprechende Vorschriften zum 'Rauchverbot' sollten durchgesetzt werden.
- Die Gasmessgeräte werden entsprechend den Anleitungen des Herstellers kalibriert und geprüft, bevor mit den Arbeiten begonnen wird.
- Probenahmeleitungen sollten in jeder Hinsicht für die vorhandenen Gase geeignet und gasundurchlässig sein.
- Alle Tanköffnungen sollten geschlossen bleiben, bis mit dem eigentlichen Entlüften der einzelnen Räume begonnen wird.
- Das Ausgasen der brennbaren Gase erfolgt nach einem vom Schiff genehmigten Verfahren. Wenn bei der Entgasung das Gas auf Decksebene oder durch Lukenöffnungen entweicht, sollte die Lüftungsintensität und die Anzahl der Öffnungen kontrolliert werden, damit die Austrittsgeschwindigkeit hoch genug ist, um das Gas vom Deck wegzuführen.
- Die Einlassöffnungen der zentralen Klimaanlage oder mechanischen Lüftungsanlagen sollten, wenn möglich, so eingestellt werden, dass sie ein Eintreten des Erdölgases durch Rezirkulation der Luft in dem Raum verhindern. (Siehe Abschnitt 4.1.)
- Sobald der Verdacht besteht, dass Gas in den Wohnbereich geleitet wird, sollten die zentrale Klimaanlage und mechanische Lüftungsanlage abgeschaltet und die Einlassöffnungen abgedeckt oder geschlossen werden.
- Fensterklimageräte, deren Eignung zur sicheren Nutzung in Räumen mit brennbaren Gasen nicht zertifiziert wurde oder die Luft von außen durch die Aufbauten ansaugen, müssen abgeschaltet und die äußeren Entlüftungsklappen oder Einlassöffnungen geschlossen werden.
- Gasabzugsschächte müssen frei von Wasser, Rost und Ablagerungen sein, und die Gasfeuerlöschanschlüsse müssen geprüft und für zufriedenstellend befunden worden sein.
- Sind mehrere Tanks durch ein gemeinsames Entlüftungssystem verbunden, sollte jeder Tank spannungsfrei sein, um eine Gasübertragung zu oder von den anderen Tanks zu vermeiden.
- Bei hohen Konzentrationen der Ladungsgase an Deck sollte die Entgasung gestoppt werden.
- Wenn die Funken vom Schacht durch die Windbedingungen auf Deck fallen, sollte die Entgasung gestoppt werden.
- Tanköffnungen in geschlossenen oder teilweise geschlossenen Räumen, wie z. B. unter dem Vorderdeck, sollten nicht geöffnet werden, bevor die Räume nicht über die Tanköffnungen, die sich außerhalb dieser Räume befinden, ausreichend gelüftet worden sind. Wenn das Gasniveau in den Tanks auf 25 % der UEG oder weniger gefallen ist, können die geschlossen oder teilweise geschlossenen Räume geöffnet werden, um die Entlüftung abzuschließen. Diese geschlossenen oder teilweise geschlossenen Räume sollten während der darauf folgenden Entlüftung ebenfalls auf Gas geprüft werden.

Bei Entgasung im Hafen, sofern zulässig, sollte Folgendes beachtet werden:

- Grundsätzlich gilt, dass die Entgasung nicht gleichzeitig mit dem Ladungsumschlag erfolgen sollte. Falls dies aus irgendeinem Grund notwendig ist, müssen enge Absprachen und Vereinbarungen zwischen dem Terminalbeauftragten und der Hafenbehörde getroffen werden.
- Es sollte Rücksprache mit dem Terminalbeauftragten gehalten werden, um sicherzustellen, dass die Bedingungen am Pier keine Gefahr darstellen, und die Zustimmung zum Beginn der Arbeiten einzuholen.
- Befindet sich ein Schiff längsseits des Tankschiffs, sollte das Schiffspersonal auch darüber in Kenntnis gesetzt und die Einhaltung aller einschlägigen Sicherheitsmaßnahmen durch dieses Schiff geprüft werden.

11.4.4 Gasprüfungen und Gasmessungen

Für die ordnungsgemäße Kontrolle der Tankatmosphäre und Prüfung der Effektivität der Entgasung werden eine Reihe von Gasmessgeräten an Bord des Tankschiffs benötigt. Abschnitt 2.4 enthält ausführliche Informationen zu diesen Messgeräten und Abschnitt 8.2 enthält Informationen zu deren Nutzung.

Zur Überwachung des jeweiligen Stands sollte die Atmosphäre während der Entgasung regelmäßig geprüft werden.

Die Prüfungen sollten auf verschiedenen Ebenen und dort, wo der Tank durch Schwappschotte unterteilt ist, in jeder Kammer des Tanks durchgeführt werden. In großen Kammern sollten die Prüfungen an weit auseinanderliegenden Stellen erfolgen.

Nach der ersichtlichen Beendigung der Entgasung der Kammern sollte ein Zeitraum von 10 Minuten vergehen, bevor die endgültigen Gasmessungen durchgeführt werden. Dadurch können sich relativ stabile Zustände in dem Raum entwickeln.

Sind die Gasmesswerte nicht zufriedenstellend, muss die Lüftung fortgesetzt werden.

Nach Beendigung der Entgasung sollten alle Öffnungen, abgesehen von der Tankluke, geschlossen sein.

Nach Beendigung aller Entgasungsvorgänge sollte das Entgasungssystem sorgfältig geprüft werden, wobei besonders zu achten ist, dass die Über-/Unterdruckventile und Hochleistungs-Entlüftungsventile effizient arbeiten. Falls die Ventile oder Entlüftungssteigleitungen mit Vorrichtungen versehen sind, die so ausgelegt sind, dass sie einen Flammendurchschlag verhindern, sollten diese auch geprüft und, sofern notwendig, gereinigt werden.

11.4.5 Fest eingebaute Entgasungsanlagen

Fest eingebaute Entgasungsanlagen können für die Entgasung von mehreren Tanks gleichzeitig eingesetzt werden; sie dürfen jedoch nicht eingesetzt werden, wenn die Anlage zum Entlüften eines anderen Tanks, der gerade gereinigt wird, dienen soll.

Wenn die Ladetanks über einen oder mehrere fest installierte Lüfter entgast werden, sollten alle Anschlüsse zwischen Ladetankanlage und Lüftern mit einem Blindflansch verschlossen sein, außer wenn die Lüfter in Betrieb sind.

Bevor eine fest eingebaute Entgasungsanlage in Betrieb genommen wird, muss das Ladeleitungssystem mit seinen Verbindungsstücken und Abflussleitungen gründlich geleert und die Tanks ausgedämpft werden. Die Ventile an dem Ladeleitungssystem, außer Entlüftungsventile, sollten dann geschlossen und gesichert sein.

11.4.6 Mobile Ventilatoren

Mobile Ventilatoren oder Lüfter sollten nur verwendet werden, wenn sie durch Wasser, hydraulisch oder pneumatisch angetrieben werden. Sie sollten aus einem Werkstoff bestehen, der keine Gefahr durch Zündfunken hervorruft, wenn der Impeller aus irgendeinem Grund mit der Gehäuseinnenseite in Berührung kommt.

Die Lüftungsauslässe sollten sich generell möglichst weit weg von den Ventilatoren befinden.

Die mobilen Ventilatoren werden so an das Schiff, die Rohrleitung oder das Deck angeschlossen, dass eine effektive elektrische Masseverbindung zwischen dem Ventilator und dem Deck besteht.

11.4.7 Entlüften der Doppelhüllen-Ballasttanks

Durch die Komplexität der Konstruktion von Doppelhüllen- oder Doppelboden-Ballasttanks lassen sich diese viel schwieriger entgasen als konventionelle Ballasttanks. Es wird dringend empfohlen, dass die Reederei Richtlinien und Verfahren für die Tankentlüftung festlegt. Eine effiziente Methode ist, die Tanks mit Ballastwasser zu füllen und dann wieder zu entleeren. Dabei müssen die Spannungs- und Trimmkräfte sowie die Ladewasserlinie beachtet werden. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass jede Leckage vom Ladetank in den Ballasttank bedeutet, dass das Ballastwasser schmutzig (verunreinigt) wird und entsprechend den geltenden gesetzlichen Vorschriften behandelt werden muss. Wenn davon ausgegangen wird, dass Ballastwasser verunreinigt wird, muss darauf geachtet werden, dass der Ballasttank beim Beladen nicht überläuft.

Diese Richtlinien und Verfahren sollten, sofern möglich, zusammen mit den Schiffsbauern erarbeitet werden.

11.4.8 Entgasung in Vorbereitung auf die Warmarbeiten

Hier müssen die in Abschnitt 11.4.2 sowie in Kapitel 9 genannten Voraussetzungen erfüllt werden.

11.5 Nicht zutreffend

11.6 Ballastumschlag

11.6.1 Einleitung

Dieser Abschnitt befasst sich mit dem routinemäßigen Ballastumschlag, bei dem Extraballast in die Ladetanks geladen wird, um den Vorgaben bezüglich der Höhenlage aus Gründen der Navigation gerecht zu werden.

11.6.2 Allgemein

Vor dem Be- und Entladen des Ballasts im Hafen, sollte die Maßnahme zwischen dem Schiffsverantwortlichen und dem Terminalbeauftragten besprochen und schriftlich vereinbart werden.

Die Sondergenehmigung des Terminalbeauftragten muss eingeholt werden, bevor die Ladung gleichzeitig mit dem nicht getrennten Ballast umgeschlagen wird.

Der Ballast muss so geladen und entladen werden, dass der Schiffskörper während der Arbeiten keinen übermäßigen Spannungen ausgesetzt ist.

11.6.3 Beladen der Ladetanks mit Ballast

Beim Beladen der Ladetanks mit Ballast sollten die folgenden Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden:

- Bevor Tanks, die Kohlenwasserstoffgase enthalten, mit Ballast beladen werden, sollte der Schiffsverantwortliche Rücksprache mit dem Terminalbeauftragten führen; alle Sicherheitsprüfungen und Vorsichtsmaßnahmen, die für das Laden von flüchtigem Petroleum gelten, müssen eingehalten werden. Geschlossene Ladeverfahren sollten eingehalten werden.
- Beim Laden von Ballast in Ladetanks, die Ladungsgase enthalten, wird das Gas ausgetrieben, da es nach Vermischen mit Luft im Entflammbarkeitsbereich liegen kann. Dieses Gas sollte daher über das anerkannte Entlüftungssystem abgeführt werden.

- Beim Laden von Ballast in Tanks, die vorher Ladungen enthalten haben, die geschlossene Verfahren erforderlich gemacht haben, sollte der Ballast auch im 'geschlossen' Verfahren entsprechend in Abschnitt 11.1.6.6 geladen werden.
- Ballast sollte nicht von oben in Tanks geladen werden, die Ladungsgas enthalten.
- Das Betätigen der Ventile von Ballasttanks sollte entsprechend den in Abschnitt 11.1.3 aufgeführten Richtlinien erfolgen.

11.6.3.1 Betriebsweise von Ladepumpen

Wenn mit der Ballastbeladung begonnen wird, sollten die Ladepumpen so betrieben werden, dass kein Öl über Bord auslaufen kann.

11.6.3.2 Reihenfolge der Ventilbetätigung

Die folgenden Verfahren sollten eingehalten werden, wenn Ballast in einen nichtinertisierten Tank, der Ladungsgas enthält, geladen wird.

- Das Tankventil sollte als erstes Ventil geöffnet werden und das Ballasteinlassventil zur Pumpe als letztes.
- Der anfängliche Ballastdurchsatz sollte am Pumpenausgang beschränkt werden, damit die Eingangsgeschwindigkeit in den Tank weniger als 1 m/s beträgt, bis die Längsspannen bedeckt sind oder, falls es keine Längsspannen gibt, bis der Ballast im Tank eine Tiefe von mindestens 1,5 Meter erreicht hat. (Siehe auch Tabelle 3.2.)

Diese Vorsichtsmaßnahmen sind notwendig, um einen Sprüheffekt zu vermeiden, der zu einer elektrostatischen Aufladung der Nebel- oder Sprühwolke in der Nähe der Stelle, an der der Ballast in den Tank eintritt, führen kann (siehe Kapitel 3). Eine ausreichende Ladung kann immer eine statischen Entladung und Zündung bewirken.

11.6.4 Laden von getrenntem Ballast

Im Allgemeinen gibt es keine Einschränkungen für das Laden von Ballast in getrennte Ballasttanks während des Löschens der Ladung. Jedoch sollten die folgenden Überlegungen berücksichtigt werden:

- Es sollte so viel Ballast geladen werden, wie nötig ist, um die Anforderungen an die Höhenlage am Liegeplatz zu erfüllen, insbesondere wenn starre Verladearme angeschlossen sind.
- Ballast sollte nicht geladen werden, wenn das Schiff dadurch den für den Liegeplatz maximal zulässigen Tiefgang überschreiten kann.
- Das Laden des Ballasts sollte keine extremen Scherkräfte oder Biegemomente am Schiff hervorrufen.
- Es ist darauf zu achten, dass keine übermäßige freie Oberfläche entsteht, die dazu führen kann, dass das Schiff eine Schräglage einnimmt und die Integrität der Verladearme damit gefährdet wird. Das spielt besonders bei Doppelhüllentankern eine Rolle (siehe auch Abschnitt 11.2).

11.6.5 Entladen des Ballasts im Hafен

Kontaminiertes Ballastwasser aus Ladetanks sollte zur Vermeidung von Umweltverschmutzung an Land abgeleitet werden.

11.6.6 Ableiten von getrenntem Ballast

Zur Vermeidung von Umweltverschmutzung durch kontaminierten getrennten Ballast sollte die Ballastoberfläche vor Beginn des Ballastentladevorgangs möglichst einer Sichtprüfung unterzogen werden. Wenn getrennter Ballast entladen wird, ist es ratsam, den Ballast, der über Bord abgeleitet werden soll, visuell zu überwachen. Dadurch kann rechtzeitig vor Beginn des Ballastbetriebs festgestellt werden, wenn es zwischen Lade- und Ballasttanks ein Leck gibt, das vielleicht unentdeckt oder sogar nicht feststellbar gewesen wäre. Wird eine Verunreinigung festgestellt, sollte der Vorgang sofort gestoppt werden.

11.6.6.1 Regelung der Höhenlage

Ballast, der in getrennten Tanks befördert wird, kann an Bord behalten werden, um den Freibord zu verringern. Das kann z. B. aufgrund der Wetterbedingungen erforderlich sein oder, um die Beschränkungen für die Metallverladearme des Terminals einzuhalten. Es ist jedoch darauf zu achten, dass der maximale Tiefgang für den Liegeplatz nicht überschritten wird und die Ballastgewichte bei der Berechnung der Schiffskörperbelastungen berücksichtigt werden.

11.6.6.2 Entladen von getrenntem Ballast zum Land

Einige Terminals verlangen, dass der getrennte Ballast in Tanks an Land entladen wird, um den Umweltschutzaufgaben zu genügen. Auf Tankschiffen mit getrenntem Ballast erfordert das eine Querverbindung zwischen Ladungs- und Ballastsystemen mit dem damit verbundenen Risiko der Verschmutzung zwischen den Systemen, sofern keine Sammelleitung für den Ballast installiert ist.

Die Betreiber sollten sorgfältig geprüfte Maßnahmen zur Regelung des Betriebs vorlegen, die die folgenden Fragen ansprechen:

- Installation einer Querverbindung;
- Reihenfolge der Ballastbe- und Entladung;
- Auflagen zum Tiefgang und zur Höhenlage;
- Regelung von Schiffskörperbelastungen;
- Einstellverfahren für die Ladeleitung;
- Ladepumpenbetrieb;
- Trennung von Ballast und Ladung;
- Entleerung des Ballasttanks;
- Entfernen der Querverbindung und Isolierung des Systems.

11.6.7 Nicht zutreffend

11.6.8 Nicht zutreffend

11.7 Auslaufen von Ladung in die Doppelhüllentanks

11.7.1 Erforderliche Maßnahmen

Dieser Abschnitt beschreibt Maßnahmen, die getroffen werden müssen, wenn es ein Leck gibt und die Ladung in einen Doppelhüllen- oder Doppelbodentank austritt.

Wenn das Leck im Ladetank entdeckt wird, muss als Erstes die Atmosphäre in dem Doppelhüllen- oder Doppelbodentank auf Ladungsinhalt geprüft werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Atmosphäre in diesem Tank über der oberen Explosionsgrenze (OEG), im Entflammbarkeitsbereich oder unter der unteren Explosionsgrenze (OEG) liegen könnte. Ungeachtet der Anzahl der entnommenen Proben können einzelne oder alle diese Bedingungen an verschiedenen Stellen im Tank vorliegen, was auf die Komplexität der Konstruktion zurückzuführen ist. Es ist daher wichtig, dass die Gasmesswerte in verschiedenen Höhen an möglichst vielen Stellen ermittelt werden, um sich ein Bild von der Tankatmosphäre machen zu können.

Es ist auch zu beachten, dass die mit dem Leck im Ladetank verbundenen Gefahren sich auch auf die Toxizität, Korrosivität und andere Eigenschaften der Ladung beziehen können und zusätzliche Maßnahmen erforderlich machen kann, um sichere Bedingungen für das Betreten des Tanks zu bestätigen.

Wenn in einem Doppelhüllen- oder Doppelbodentank Ladungsgas festgestellt wird, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, die in Erwägung gezogen werden können, um einen sicheren Zustand der Tankatmosphäre zu bewahren:

- Kontinuierliche Lüftung des Tanks;
- Inertisierung des Tanks;
- Befüllen oder teilweises Befüllen des Tanks mit Ballast;
- Sicherung des Tanks durch Flammensiebe an den Entlüftungsklappen;
- Kombination von den oben genannten Maßnahmen.

Die gewählte Option hängt von verschiedenen Faktoren ab, insbesondere vom Grad des Vertrauens in den Ladungsinhalt der Atmosphäre, unter Berücksichtigung der potentiellen Probleme, die oben identifiziert wurden.

Wenn ein Leck festgestellt wurde, sollte der Schiffsführer sofort Rücksprache mit der Reederei halten. Es wird dringend empfohlen, dass die Betreiber Richtlinien festlegen, die die Tankkonstruktion und die Beschränkungen des zur Verfügung stehenden Systems zur Überwachung der Atmosphäre berücksichtigen und das Schiffspersonal unterstützen könnten, das richtige Verfahren zur Schaffung einer sicheren Atmosphäre auszuwählen. Die Richtlinien sollten auch ein Verfahren beinhalten, das die Kontaktaufnahme zu den Behörden und/oder der Tankschiff-Klassifikationsgesellschaft regelt.

Beim Befüllen oder teilweise Befüllen des Doppelhüllen- oder Doppelbodentanks mit Ballast müssen die vorherrschenden Belastungs-, Trimm- und Stabilitätsfaktoren sowie die Ladewasserlinie berücksichtigt werden, um eine sichere Atmosphäre zu schaffen und/oder ein weiteres Austreten von Ladung in den Tank zu verhindern. Es ist auch zu beachten, dass der gesamte Ballast, der nach Entdecken des Lecks geladen wurde, und die mit dem Reinigen des Tanks verbundenen Tankspülungen als 'verschmutzter Ballast' eingestuft werden und gemäß den gesetzlichen Vorschriften aufbereitet werden müssen. Das bedeutet, dass sie direkt in einen Ladungs- oder Schmutzwassertank zur weiteren Aufbereitung übergeben werden. Das Zwischenstück, mit dem die Verbindung zwischen Ballastsystem und Ladesystem hergestellt wird, sollte deutlich kenntlich gemacht und für keinen anderen Zweck verwendet werden.

Wenn der Doppelhüllen- oder Doppelbodentank entlüftet oder inertisiert wird statt beladen zu werden, sollte er regelmäßig überprüft werden, um die Flüssigkeitsanstiegsrate und somit die Leckrate feststellen zu können.

Wenn festgestellt wird, dass die Ladungsmenge, die in den Raum austritt, abgepumpt werden kann, sollte sie über die Ballast-/Ladenotverbindung mit Zwischenstück, sofern vorhanden (siehe oben), an einen anderen Ladetank übergeben werden, um die Verunreinigung des Raums zu minimieren und die anschließende Reinigung und Entgasung zu erleichtern.

Es sollte schriftliche Verfahrensanweisungen zu Maßnahmen und Abläufen zur Verfügung stehen, die für eine sichere Übergabe der Ladung aus dem Ballastraum erforderlich sind.

Das Betreten des Tanks sollte so lange verboten sein, bis er sicher betreten werden kann und keine Ladung mehr eindringen kann. Wenn das Betreten des Tanks jedoch für notwendig befunden wird, muss dabei entsprechend Abschnitt 10.7 vorgegangen werden.

11.7.2 Nicht zutreffend

11.8 Messen der Ladung, Peilen des Füllstands, Eintauchen und Probenahme

11.8.1 Allgemein

Je nach Toxizität und/oder Flüchtigkeit der Ladung kann es notwendig sein, das Freisetzen von Gas aus der Gasphase des Ladetanks während der Messungen und Probenahme zu verhindern oder zu minimieren.

Nach Möglichkeit sollten dafür geschlossene Mess- und Probenahmegeräte verwendet werden.

Es gibt Umstände, unter denen es als notwendig erachtet wird, saubere Proben zu Qualitätszwecken zu entnehmen, wie z. B. für Hochleistungsflugbenzin. Die Verwendung von geschlossenen Probenahmegeräten kann zu einer Kreuzkontamination der Produktproben führen; unter diesen Umständen ist es möglich, dass der Terminalbetreiber eine offene Probenahme wünscht. Mit Hilfe einer Risikoeinschätzung sollte festgestellt werden, ob eine sichere offene Probenahme unter Berücksichtigung der Flüchtigkeit und Toxizität des Produkts durchgeführt werden kann. Maßnahmen zu Risikominimierung, u.a. die Verwendung einer geeigneten persönlichen Schutzausrüstung, falls erforderlich, sollten vorbereitet sein, bevor mit den Arbeiten begonnen wird.

Geschlossene Mess- oder Probenahmen sollten mit einer fest eingebauten Messanlage oder einem tragbaren Gerät, das durch eine Gassperre geschleust wird, durchgeführt werden. Mit einem derartigen Gerät können Füllstände, Temperaturen, Wassersperren und Grenzflächen bei minimaler Freisetzung von Ladungsgasen gemessen werden. Dieses tragbare Gerät, das durch eine Gassperre geschleust wird, wird manchmal als 'eingeschränktes Messgerät' bezeichnet.

Wenn es nicht möglich ist, geschlossene Messungen und/oder Probenahmen durchzuführen, muss ein offenes Messsystem eingesetzt werden. Dabei wird ein Gerät verwendet, das über eine Probenahmeöffnung oder ein Peilrohr in den Tank eingeführt wird, wobei das Personal dadurch Ladungsgaskonzentrationen ausgesetzt sein kann.

Da die Ladetanks mit Druck beaufschlagt sein können, sollte das Öffnen von Gasperrventilen, Peilöffnungen oder Deckeln sowie Regulieren der Druckentlastung nur durch befugtes Personal erfolgen.

Beim Messen oder bei der Probenahme ist Sorgfalt geboten, um das Inhalieren von Gas zu vermeiden. Die Arbeiter sollten daher den Kopf weit von dem austretenden Gas weghalten und im rechten Winkel zur Windrichtung stehen. Bei direkter Lage der Peilöffnungen entgegen der Windrichtung könnte es zu einem Rückstrudel des Gases in Richtung des Gerätebenutzers kommen. Außerdem kann es in Abhängigkeit der Art der umzuschlagenden Ladung erforderlich sein, entsprechende Atemschutzgeräte einzusetzen (siehe Abschnitt 10.8 und 11.8.4).

Wenn offene Messverfahren eingesetzt werden, sollte die Tanköffnung nur so lange unbedeckt bleiben, wie für die Beendigung der Arbeiten erforderlich ist.

11.8.2 Messungen und Probenahmen in nicht inertisierten Tanks

11.8.2.1 Allgemein

Wenn Geräte in einen nicht inertisierten Ladetank herabgelassen werden, besteht immer die Möglichkeit elektrostatischer Aufladung. Die Entladungen können durch die Aufladungen am Gerät selbst entstehen oder von Aufladungen, die bereits im Tank vorhanden waren, wie z. B. in den Flüssigkeiten, im Wasser oder in den Ölnebeln. Wann immer die Möglichkeit besteht, dass entflammbare Gemische aus Ladungsgas oder Luftgemische vorhanden sind, müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um zündfähige Entladungen in dem gesamten System zu vermeiden.

Vorsichtsmaßnahmen müssen in Bezug auf zwei verschiedene Gefahrentypen getroffen werden:

- Einführung von Geräten, die als Funkenkatalysator in einem Tank wirken, der bereits aufgeladenes Material enthält;
- Einführung eines aufgeladenen Gegenstands in den Tank.

In beiden Fällen werden unterschiedliche Gefahrenminderungsmaßnahmen gefordert.

Tabelle 11.2 enthält eine Auflistung der erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren in Verbindung mit Peil- und Probenahmevergängen in nicht inertisierten Tanks.

11.8.2.2 Einführung eines Geräts in den Tank

Maßnahmen zur Vermeidung der Einführung von Funkenkatalysatoren

Wenn Tauch-, Peil- oder Probenahmegeräte in irgendeiner Form in einer potentiell entflammaren Atmosphäre benutzt werden, die elektrostatische Gefahren in sich birgt oder erzeugen kann, sollten Vorsichtsmaßnahmen dahingehend getroffen werden, dass die Geräte während des ganzen Ablaufes nicht wie ein ungeerdeter Leiter wirken. Metallische Komponenten von Geräten, die in den Tank herabgelassen werden, sollten sicher elektrisch leitend miteinander und mit dem Tank verbunden sein, bevor das Probenahmegerät eingeführt wird, und geerdet bleiben, bis das Gerät wieder herausgenommen worden ist. Verbindungsdrähte und Erdungskabel sollten aus Metall sein.

Ladetankbetrieb, wenn Gefahr auftritt	Herablassen des Geräts an Seilen oder Bändern aus synthetischem Material	Laden von sauberen Ölen	Tankreinigung
Elektrostatische Gefahr [Kapitel 3]	Aneinanderreiben von synthetischen Polymeren [Abschnitt 11.8.2.2]	Durchsatz von statischen Akkumulatorflüssigkeiten [Abschnitt 11.1.7 & 11.8.2.3]	Wassernebeltröpfchen [Abschnitt 3.3.4 & 11.8.2.5]
Notwendige Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf Tauch-, Peil- und Probenahmeaktivitäten mit: i) metallischen Geräten, die nicht geerdet oder elektrisch leitend miteinander verbunden sind: ii) metallischen Geräten, die geerdet oder elektrisch leitend miteinander verbunden sind, bevor sie in den Tank eingeführt und bis sie wieder herausgenommen wurden: iii) nichtleitende Geräte ohne metallische Bauelemente:	[Abschnitt 11.8.2.3 & 11.3.5.2 g)] Niemals ein Seil oder Band aus synthetischen Materialien zum Herablassen der Geräte in den Ladetank verwenden. - -	[Abschnitt 11.8.2.3] Niemals zulässig Nicht zulässig während des Beladens und bis zu 30 Minuten danach Keine Einschränkungen	[Abschnitt 11.3.5.2 g) & 11.8.2.5] Nicht gestattet während der Reinigung und bis zu 5 Stunden danach Keine Einschränkungen Keine Einschränkungen
Ausnahmen gestattet, wenn:	-	Ein Peilrohr verwendet wird	a) ein Peilrohr verwendet wird oder b) der Tank kontinuierlich mechanisch entlüftet wird, wenn von 5 Stunden auf 1 Stunde verkürzt werden kann

Tabelle 11.2 - Auflistung der Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren in Verbindung mit Peilungen und Probenahmen in nicht inertisierten Tanks

Die Geräte sollten so ausgelegt sein, dass sie geerdet werden können. Zum Beispiel sollte ein Gestell, das ein Rad hält, auf dem ein Metallmessband gebunden ist, mit einem Gewindebolzen versehen sein, an das ein stabiler Verbindungsdraht geschraubt ist. Es sollte ein Stromdurchgang vom Bolzen durch das Gestell zum Metallmessband bestehen. Das andere Ende des Verbindungsdrahtes sollte in einer Federklemme enden, die am Rand der Peilöffnung befestigt werden kann.

Die Lieferanten von nichtleitenden und vorübergehend leitenden Geräten für Tankschiffe müssen sich vergewissern, dass die Geräte nicht wie Funkenkatalysatoren wirken. Es ist wichtig, dass nichtleitende Bauelemente nicht zur Isolierung von Metallteilen von der Erde führen. Enthält zum Beispiel ein Probenflaschenhalter aus Kunststoff ein Metallgewicht, muss das Gewicht wie oben beschrieben elektrisch leitend verbunden oder in mindestens 10 mm dicken Kunststoff eingehüllt werden.

Maßnahmen zur Vermeidung der Einführung von aufgeladenen Gegenständen

Die Eignung von Geräten, die vollständig aus nichtmetallischen Teilen bestehen, hängt von dem Volumen und dem Oberflächenwiderstand der verwendeten Materialien und deren Verwendungszweck ab. Nichtleitende und vorübergehend leitende Materialien können unter bestimmten Umständen akzeptabel sein; z. B. können Probeflaschenhalter aus Kunststoff an einem Naturfaserseil (vorübergehend leitend) herabgelassen werden. Es sollten Naturfaserseile verwendet werden, weil die synthetischen Seile eine beachtliche statische Aufladung hervorrufen, wenn das Seil schnell durch die behandschuhten Hände des Gerätebenutzers gleitet. Dieser Gerätetyp benötigt keine besondere elektrische Masseverbindung oder Erdung.

Ein Material mit vorübergehender Leitfähigkeit, wie z. B. Holz oder Naturfaser, hat in der Regel aufgrund der Wasserabsorption eine so hohe Leitfähigkeit, dass eine elektrostatische Ladungsspeicherung nicht verhindert werden kann. Gleichzeitig ist die Leitfähigkeit dieser Materialien so niedrig, dass eine sofortige Entladung nicht möglich ist. Von diesen Materialien sollte es einen Leckweg zur Erde geben, damit sie nicht total isoliert werden, aber das setzt einen sehr niedrigen Widerstand voraus, der normalerweise der elektrischen Masseverbindung und Erdung von Metallen vorliegt. In der Praxis entsteht so ein Weg normalerweise naturgemäß auf Tankschiffen, und zwar entweder durch den direkten Kontakt mit dem Schiff oder durch indirekten Kontakt über den Gerätebenutzer.

11.8.2.3 Statische Akkumulatoröle

Es ist umsichtig, davon auszugehen, dass die Oberfläche einer nichtleitenden Flüssigkeit (statischer Akkumulator) direkt nach Beladen aufgeladen sein und unter Hochspannung stehen kann. Metallische Eintauch-, Peil- und Probenahmegeräte sollten zur Vermeidung von Funken elektrisch leitend verbunden und geerdet sein. Es bleibt jedoch die Möglichkeit einer Bürstentladung zwischen dem Gerät und der aufgeladenen Flüssigkeitsoberfläche, wenn sich die beiden nähern. Da derartige Entladungen zündfähig sein können, sollten keine metallischen Eintauch-, Peil- oder Probenahmegeräte verwendet werden, wenn ein statischer Akkumulator geladen wird, da ein brennbares Gasgemisch vorhanden sein kann.

Bevor mit diesen Aktivitäten begonnen wird, sollte eine Wartezeit von 30 Minuten (Beruhigungszeit) nach Beendigung des Beladevorgangs der einzelnen Tanks eingehalten werden. Dadurch können sich die Gasblasen beruhigen, das Wasser oder die Schwebstoffe in der Flüssigkeit absetzen und die elektrischen Spannungen abgeführt werden.

In Abbildung 11.5 sind die Situationen zusammengefasst, in denen die Beschränkungen für die Benutzung von metallischen Geräten gelten.

Nichtmetallische Geräte

Es wurde in der Praxis nicht nachgewiesen, dass die Entladungen zwischen der Oberfläche eines statischen Akkumulatoröls und nichtmetallischen Gegenständen zündfähig sind. Daher können nichtmetallische Eintauch-, Peil- und Probenahmegeräte jederzeit an einem sauberen Naturfaserseil herabgelassen werden.

Abschnitt 3.2.1 bezieht sich auf die Benutzung von nichtmetallischen Probenahmebehältern.

Peilrohre

Die Nutzung von Peilrohren ist jederzeit gestattet, da keine wesentliche Ladungsspeicherung an der Oberfläche der Flüssigkeit innerhalb eines korrekt ausgelegten und installierten Peilrohrs möglich ist. Ein Peilrohr ist ein leitendes Rohr, das über die volle Tanktiefe verläuft und effektiv an dessen Endpunkten mit der Tankkonstruktion elektrisch leitend verbunden und geerdet ist. Das Rohr sollte mit Schlitzfenstern versehen sein, um einen Differenzdruck zwischen der Rohrinne- und dem Tank zu verhindern und zu gewährleisten, dass die tatsächlichen Peilwerte angezeigt werden.

Die elektrostatische Feldstärke innerhalb des metallischen Peilrohrs ist immer niedrig, was auf das geringe Volumen und die Abschirmung vom restlichen Tank zurückzuführen ist. Eintauch-, Peil- und Probenahmegeräte können jederzeit in einem metallischen Peilrohr eingesetzt werden, wenn die metallischen Geräte ordnungsgemäß geerdet sind. Nichtmetallische Geräte können auch in Peilrohren eingesetzt werden, obwohl Vorsichtsmaßnahmen gegen eingeführte aufgeladenen Gegenstände erforderlich sind.

11.8.2.4 Statische Nichtakkumulatoröle

Da die Möglichkeit besteht, dass über einem statischen Nichtakkumulatoröl in einer nichtinertisierten oder nicht gasfreien Umgebung eine entflammbare Atmosphäre ist, sollten die in Abschnitt 11.8.2 und Abbildung 11.5 zusammengefassten Vorsichtsmaßnahmen befolgt werden.

11.8.2.5 Peilen und Tauchen bei vorhandenem Wassernebel

Beim Reinigen der Tanks ist es wichtig, dass sich in dem Tank kein ungeerdeter metallischer Leiter befindet und es darf auch keiner eingeführt werden, so lange der aufgeladene Nebel nicht verschwunden ist, d.h. während des Reinigungsvorgangs und bis zu 5 Stunden nach Beendigung des Vorgangs. Geerdete und elektrisch leitend miteinander verbundene metallische Geräte können jederzeit benutzt werden, da alle Entladungen in den Wassernebel in Form einer Teilentladung stattfinden. Die Geräte können nicht metallische Bauelemente enthalten oder komplett aus diesen bestehen. Beide vorübergehenden Leiter und Nichtleiter sind akzeptabel, obwohl die Benutzung von Polypropylenseilen z. B. vermieden werden sollte. (Siehe Abschnitt 3.3.4.)

Es ist jedoch absolut wichtig, dass alle metallischen Bauelemente sicher geerdet sind. Sobald Zweifel an der Erdung bestehen, sollte das Verfahren nicht zugelassen werden.

Peil- und Eintauchverfahren, die mit einem Peilrohr über die volle Tiefe durchgeführt werden, sind in der Umgebung von Waschwassernebel stets sicher.

11.8.3 Messen und Probenahmen in inertisierten Tanks

Tankschiffe, die mit Inertgasanlagen ausgestattet sind, haben geschlossene Messsysteme für Messungen während der Umschlagsbetriebs. Außerdem sind viele Schiffe mit Gassperren versehen, die geschlossene Messungen und Probenahmen für den eichpflichtigen Verkehr ermöglichen.

Tankschiffe, deren Ladetanks jeweils mit einer Gassperre ausgerüstet sind, können die Ladung ohne Minderung des Inertgasdruckes messen und Proben entnehmen. In vielen Fällen werden die Gassperren zusammen mit speziell angepassten Messgeräten, z. B. Schallsonden, Entnahmesonden und Temperatursonden. Bei Benutzung der Geräte sollten die Ventile der Gassperre nicht eher geöffnet werden, bis das Gerät ordnungsgemäß am Standrohr angebracht ist. Es ist darauf zu achten, dass kein Gas zurückgeblasen wird.

Die Benutzung von Schall- und Temperatursonden usw. erfolgt nach bewährten Sicherheitspraktiken und den Anleitungen des Herstellers. Die Anforderungen an tragbare elektrische Geräte gelten auch für diese Messgeräte (siehe Abschnitt 4.3).

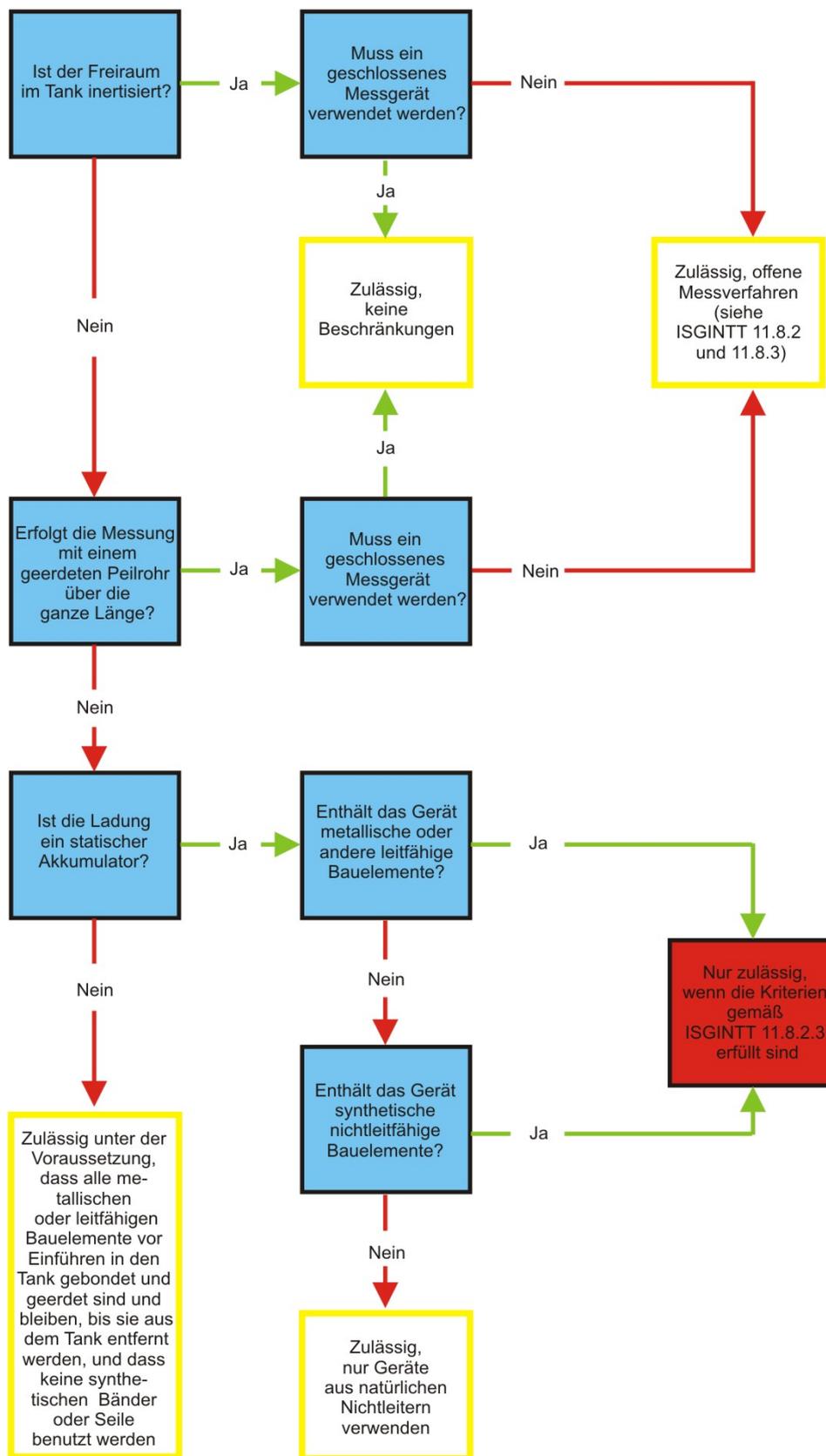


Abbildung 11.5 - Erforderliche Vorsichtsmaßnahmen bei der Benutzung von tragbaren Mess- und Probenahmegeräten

Tankschiffe, die nicht mit Gassperren ausgestattet sind, erfordern besondere Vorsichtsmaßnahmen für die offenen Messungen und Probenahmen der Ladung, die in inertisierten Tanks befördert wird. Falls es notwendig ist, den Druck im Tank zum Zwecke der Messungen und Probenahmen zu reduzieren, sollten die folgenden Vorsichtsmaßnahmen durchgeführt werden:

- Nach Möglichkeit sollte ein minimaler Inertgasüberdruck während der Messung und Probenahme gehalten werden. Der niedrige Sauerstoffgehalt des Inertgases kann schnell zum Erstickten führen; daher ist Vorsicht geboten und die betreffende Person sollte es vermeiden, während der Messung und Probenahme im Weg des abströmenden Gases zu stehen (siehe Abschnitt 11.8.1). Wenn der Inertgasdruck zum Zwecke der Messung und Probenahme reduziert wird, darf kein Lade- oder Ballastumschlag in den Ladetanks stattfinden.
- Es sollte immer nur eine Zugangsstelle geöffnet sein und das so kurz wie möglich. Zwischen den einzelnen Stufen der Ladungsmessungen (z. B. Peilungen und Temperaturmessungen) sollte die betreffende Zugangsstelle fest geschlossen bleiben.
- Nach Beendigung der Arbeiten und vor Beginn der Löscharbeiten sollten alle Öffnungen gesichert und die Ladetanks wieder mit Inertgasdruck beaufschlagt werden. (Siehe Abschnitt 7.1 Betrieb einer Inertgasanlage auf dem Schiff während des Ladungs- und Ballastumschlags.)
- Messungen und Probenahmen, die die Reduzierung des Inertgasdrucks und das Öffnen der Ladetankzugangsstellen erforderlich machen, sollten nicht während des An- und Ablegens des Schiffs durchgeführt werden. Es sei darauf hingewiesen, dass, wenn die Zugangsstellen geöffnet sind, während das Schiff vor Anker oder auf offener Reede liegt, jede Schiffsbewegung zum Atmen der Tanks führen kann. Zur Minimierung dieses Risikos unter den genannten Umständen sollte darauf geachtet werden, dass der Überdruck in dem Tank, in dem die Messungen und Probenahmen durchgeführt werden, hoch genug ist.

Wenn es erforderlich ist, die Tanks kurz vor Ende des Löschvorgangs auszuloten, kann der Inertgasdruck wieder auf eine sichere Betriebsmindesthöhe reduziert werden, um ein Ausloten über die Sichtöffnungen oder Peilrohre zu ermöglichen. Es ist darauf zu achten, dass keine Luft eindringt oder übermäßig Inertgas freigesetzt wird.

11.8.3.1 Statische Akkumulatorladungen in inertisierten Ladetanks

Normalerweise sind keine Vorsichtsmaßnahmen wegen elektrostatischer Gefahren durch Inertgas erforderlich, da das Inertgas das Vorhandensein eines entflammaren Gasgemisches verhindert. Es sind jedoch sehr hohe elektrostatische Spannungen möglich, die auf die im Inertgas enthaltenen Schwebstoffe zurückzuführen sind. Wenn der Verdacht besteht, dass der Tank nicht mehr in einem inerten Zustand ist, sollten die Eintauch-, Peil- und Probenahmeaktivitäten eingeschränkt werden, wie ausführlich in Abschnitt 7.1.6.8 und 11.8.2 dargelegt ist.

Einschränkungen sind auch bei Ausfall der Inertgasanlage während des Löschvorgangs erforderlich:

- wenn Luft eindringt;
- während der erneuten Inertisierung des Tanks nach Ausfall der Inertgasanlage;
- während der Erstinertisierung des Tanks, der ein entflammbares Gasgemisch enthält.

Aufgrund der sehr hohen Spannung der Inertgasschwebestoffe sollte nicht davon ausgegangen werden, dass die Koronarentladungen, die durch die leitfähigen Geräte, die in den Tank eingeführt werden, entstehen, nicht zündfähig sind, wenn der Tank eine entflammbare Atmosphäre enthält. Deshalb sollte in diesen Tank kein Gegenstand eingeführt werden, bis die anfangs sehr hohe Spannung sich auf eine akzeptablere Höhe reduziert hat. Eine Wartezeit von 30 Minuten nach Einblasen des Inertgases ist für diesen Zweck ausreichend. Nach 30 Minuten kann das Gerät eingeführt werden, wobei die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie für Wasserdampf, der beim Reinigen entsteht, gelten (siehe Abschnitt 11.8.2.5).

11.8.4 Messen und Probenahmen von Ladungen, die toxische Substanzen enthalten

Wenn Tankschiffe Ladungen befördern, die toxische Substanzen in gefährlichen Konzentrationen enthalten, sind besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich.

Ladeterminale sind verpflichtet, den Schiffsführer des Tankschiffs davon in Kenntnis zu setzen, wenn das zu ladende Beförderungsgut gefährliche Konzentrationen von toxischen Substanzen enthält. Gleichermaßen ist der Schiffsführer verpflichtet, den entgegennehmenden Terminal darüber in Kenntnis zu setzen, dass die zu löschende Ladung toxische Substanzen enthält. Dieser Informationsaustausch ist in den Sicherheitschecklisten erfasst (siehe Abschnitt 26.3).

Das Schiff ist auch verpflichtet, dem Terminal und allen Mitarbeitern, wie z. B. Inspektoren und Gutachtern, mitzuteilen, wenn die vorherige Ladung toxische Substanzen enthält.

Tankschiffe, die Ladungen befördern, die toxische Substanzen enthalten, sollten, sofern möglich, geschlossene Probenahme- und Messverfahren durchführen.

Wenn es nicht möglich ist, geschlossene Mess- oder Probenahmeverfahren durchzuführen, sollten Tests gemacht werden, um die Gaskonzentrationen in der Nähe der einzelnen Zugangsstellen einschätzen zu können und um sicherzustellen, dass die Gaskonzentrationen den Kurzzeitgrenzwert (TLV-STEL) der toxischen Substanzen, die vorhanden sein können, nicht überschreiten. Wenn die Messung anzeigt, dass der Grenzwert möglicherweise überschritten wurde, sollten entsprechende Atemschutzgeräte getragen werden. Die Zugangsstellen sollten nur so für möglichst kurze Zeit geöffnet werden.

Ist das geschlossene Verfahren nicht mehr effektiv möglich oder steigen die Gaskonzentrationen aufgrund eines Gerätefehlers oder wegen Windstille, sollte in Erwägung gezogen werden, das Verfahren zu unterbrechen und alle Entgasungsstellen zu schließen, bis die Gerätefehler behoben wurden oder die Wetterbedingungen sich geändert haben und eine bessere Gasverteilung möglich ist.

Die toxischen Gefahren durch flüssiges Massengut sind in Abschnitt 2.3 beschrieben.

11.8.5 Geschlossene Messverfahren für eichpflichtigen Verkehr

Tankmessungen zum Zwecke des eichpflichtigen Verkehrs sollten mit Hilfe geschlossener Messverfahren oder von Gassperren erfolgen. Damit das Peilsystem diesem Zweck entspricht, sollte das Messsystem in der Dokumentation zur Tankkalibrierung des Schiffs beschrieben werden. Korrekturen in Bezug auf Ausgangsebenen für Schlagseite und Gleichgewichtslage sollten von der Klassifikationsgesellschaft des Schiffs geprüft und bestätigt werden.

Für Temperaturmessungen können elektronische Thermometer, die über Gassperren in den Tank eingesetzt werden, verwendet werden. Die genannten Messgeräte sollten die entsprechenden Zulassungszertifikate vorweisen und sie sollten auch kalibriert sein.

Proben sollten mit Hilfe eines speziellen Probenahmegeräts, das Gassperren benutzt, entnommen werden.

11.9 Umschlag zwischen den Schiffen

11.9.1 Umschlag von Schiff zu Schiff

Bei Umschlag von Schiff zu Schiff sollten beide Tankschiffe die Sicherheitsvorkehrungen, die für den normalen Ladebetrieb vorgeschrieben sind, in vollem Umfang einhalten. Falls sich ein Schiff nicht an die Sicherheitsvorkehrungen hält, darf mit den Umschlagsaktivitäten nicht begonnen bzw. müssen diese, falls sie bereits begonnen wurden, abgebrochen werden.

Umschlagsaktivitäten von Schiff zu Schiff, die im Hafen oder auf Strom durchgeführt werden, müssen ggf. vom Hafen oder von der örtlichen Wasser- und Schifffahrtsbehörde genehmigt werden, und mit dieser Genehmigung können bestimmte Auflagen in Bezug auf die Umschlagsaktivitäten verbunden sein.

11.9.2 Umschlag von Hochseetankschiff auf Binnentankschiff und umgekehrt

Für den Umschlag von flüssigem Massengut von einem Hochseetankschiff auf ein Binnentankschiff oder umgekehrt dürfen nur autorisierte und ordnungsgemäß ausgestattete Schiffe eingesetzt werden. Falls die Sicherheitsvorkehrungen auf einem der beiden Schiffe, dem Binnentankschiff oder dem Hochseetankschiff, nicht befolgt werden, darf mit den Umschlagsaktivitäten nicht begonnen bzw. müssen diese, falls sie bereits begonnen wurden, abgebrochen werden.

Die Schiffsführer der Tankschiffe müssen wissen, dass die Kapitäne der Hochseetankschiffe eventuell mit dem 'Tanker-to-Tanker Transfer Guide (Petroleum)' (Leitfaden für den Umschlag Schiff/Schiff) der ICS/OCIMF arbeiten. Siehe auch Anhang 2 und 3 der Sicherheitschecklisten 'Hochseetankschiff - Binnentankschiff/Binnentankschiff'.

Die Pumpenleistung von Hochseetankschiff zum Binnentankschiff wird in Abhängigkeit von der Größe und Beschaffenheit des übernehmenden Binnentankschiffs geregelt. Es müssen Kommunikationsverfahren festgelegt und eingehalten werden, insbesondere wenn das Freibord des Hochseetankschiffs im Vergleich zu dem des Binnentankschiffs hoch ist.

Ist kein großer Unterschied zwischen Freibord des Hochseetankschiffs und Freibord des Binnentankschiffs, muss die Schiffsbesatzung den Inhalt des Schlauches nach Beendigung des Umschlags berücksichtigen.

Es sollten Vereinbarungen getroffen werden, die das Binnentankschiff in einer Notfallsituation freigeben und den Zugriff auf andere Verlademöglichkeiten oder Anlagen in der Nähe vorsehen. Wenn das Hochseetankschiff vor Anker liegt, kann es für das Binnentankschiff angebracht sein, in einem gewissen Abstand zum Hochseetankschiff vor Anker zu gehen, wo es gesichert bleiben und auf Unterstützung warten kann.

Binnentankschiffe sollten sich von dem Hochseetankschiff entfernen, sobald sie das Beladen oder Löschen der flüchtigen Ladungen beendet haben.

11.9.3 Umschlag von Schiff zu Schiff mit Hilfe eines Gasausgleichsverfahrens

Es sollten spezielle operative Leitlinien ausgearbeitet werden, die die besonderen Gefahren ansprechen, die mit den Abgaskontrollaktivitäten während des Umschlags von Schiff zu Schiff mit Hilfe von Gasausgleichsverfahren verbunden sind.

11.9.4 Umschlag von Schiff zu Schiff mit Hilfe von Terminalanlagen

Erfolgt ein Ladungsumschlag von einem Tankschiff an einem Liegeplatz zu einem Tankschiff an einem anderen Liegeplatz über landseitige Sammel- und Rohrleitungen, sollten die beiden Schiffe und der Terminal alle Vorschriften einhalten, die für den Umschlag vom Schiff zum Land gelten, u.a. auch die schriftlichen Betriebsvereinbarungen und Kommunikationsverfahren. Wichtig ist die Kooperation des Terminals bei der Bereitstellung dieser Vereinbarungen und Verfahren.

11.9.5 Elektrische Ströme von Schiff zu Schiff

Für die Umschlagsaktivitäten von Schiff zu Schiff gelten die gleichen Prinzipien der Kontrolle des Funkendurchschlags wie für die Umschlagsaktivitäten von Schiff zum Land.

Bei Schiffen, die für den Umschlag von Schiff zu Schiff bestimmt sind, sollte in dem Schlauchstrang ein Isolierflansch und ein einzelnes nichtleitendes Schlauchstück eingesetzt werden. Beim Umschlag von statischen Akkumulatorölen ist es jedoch wichtig, dass nicht beide Tankschiffe zu dieser Maßnahme greifen, was bewirken würde, dass ein isolierter Leiter dazwischenliegt, der elektrostatische Ladung speichern könnte. Aus demselben Grund, der für Tankschiffe gilt, die für den Ladungsumschlag von Schiff zum Land bestimmt sind, sollte darauf geachtet werden, dass es keinen isolierten Leiter zwischen Schiff und Land gibt, der z. B. durch zwei Isolierflansche in einer Leitung entsteht.

Fehlt ein positives Isoliermittel zwischen den Schiffen, sollte das elektrische Potential zwischen ihnen so weit wie möglich reduziert werden. Das wird am besten erreicht, indem, falls beide Schiffe mit korrekt funktionierenden Fremdstrom- und Kathodenschutzsystemen ausgestattet sind, beide Systeme eingeschaltet sind. Gleichermaßen gilt, wenn ein Schiff eine Fremdstromsystem und das andere ein Kathodensystem hat, sollte das erstgenannte in Betrieb bleiben.

Hat jedoch ein Schiff kein Kathodenschutzsystem oder ist das Fremdstromsystem defekt, sollte in Erwägung gezogen werden, das Fremdstromsystem des anderen Schiffs rechtzeitig vor Zusammentreffen der beiden Schiffe auszuschalten.

Kapitel 12

BEFÖRDERUNG UND LAGERUNG VON GEFAHRGUT

Dieses Kapitel enthält Richtlinien für die Beförderung und die Lagerung von Gefahrgut in Lagerräumen an Bord von Tankschiffen, bei denen es sich um Schiffsvorräte, Ladungsproben oder Materialien handelt, die an Deck verstaut werden,

Der ISGINTT will nicht auf die vielen gefährlichen Chemikalien eingehen, die gelegentlich verschifft werden.

Allgemeine Hinweise zu den Eigenschaften dieser Materialien können den (inter)nationalen Fachpublikationen entnommen werden, die vielleicht auch Empfehlungen für die Beförderung und Lagerung dieser Materialien enthalten. Materialsicherheitsdatenblätter zu bestimmten Chemikalien sollten beim Spediteur eingeholt werden. Spezifische Informationen können auch auf der Materialverpackung enthalten sein.

12.1 Flüssiggase

Neben den in Abschnitt 12.5 beschriebenen allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen für die Beförderung von verpacktem Mineralöl und anderen brennbaren Flüssigkeiten, sollten die folgenden Sicherheitsmaßnahmen für die Beförderung von verpackten Flüssiggasen beachtet werden:

- Druckbehälter sollten mit einem geeigneten Schutz vor physischer Beschädigung durch andere Ladungen, Lagerräume oder Geräte versehen werden.
- Druckbehälter sollten nicht mit anderen schweren Gütern oder anderen Gegenständen überstaut werden.
- Druckbehälter sollten so verstaut werden, dass das Überdruckventil in Kontakt steht mit dem Gasraum innerhalb des Druckbehälters
- Die Ventile sollten vor jeder Art von physischer Beschädigung geschützt werden, indem sie immer, wenn die Flasche nicht benutzt wird, mit einer Schutzkappe verschlossen werden.
- Die Flaschen, die unterhalb des Decks verstaut werden, sollten in Abteilungen oder Räumen lagern, die gelüftet werden können und die außerhalb der Wohn- und Arbeitsbereiche sowie aller Wärmequellen liegen.
- Die Sauerstoffflaschen sollten getrennt von den Brenngasflaschen aufbewahrt werden.
- Die Temperaturen sollten niedrig gehalten werden und die Lagerraumtemperaturen sollten nicht mehr als 50 °C betragen. Die Lagerraumtemperaturen sollten ständig geprüft werden; wenn sie sich dem genannten Wert nähern, sollten die Lagerorte gelüftet werden.

12.2 Schiffsvorräte

12.2.1 Allgemein

Alle chemischen oder gefährlichen Materialien, die sich als Vorräte an Bord des Schiffs befinden, sollten von Material Sicherheitsdatenblättern (MSDS) begleitet werden. Falls es zu einem Artikel in den Schiffsvorräten kein MSDS gibt, sollte dieser Artikel entsprechend den Hinweisen, die auf dem Behälter oder der Verpackung des Artikels stehen, getrennt gelagert werden. Er sollte nicht eingesetzt werden, bis eine zufriedenstellende Benutzerinformation vorliegt.

Behälter und Verpackungen sind verschlossen zu lagern, und der Lagerort sollte sauber gehalten und aufgeräumt sein.

12.2.2 Farben

Farben, Farbverdünner und die zugehörigen Reinigungs- und Härtemittel sollten an Lagerorten gelagert werden, die den einschlägigen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.

12.2.3 Chemikalien

Alle Chemikalien sollten an einem eigens dafür vorgesehenen Lagerort gelagert werden. Es ist darauf zu achten, dass Chemikalien, die sich nicht miteinander vertragen, getrennt voneinander gelagert werden. Hinweise zu Fragen der Beförderung, Ersten Hilfe und Feuerlöschmittel für die einzelnen Chemikalien sollten jederzeit aus den MSDS des jeweiligen Produkts entnehmbar sein.

12.2.4 Reinigungsflüssigkeiten

Es sollten vorrangig Reinigungsmittel verwendet werden, die nicht toxisch und nicht brennbar sind. Falls brennbare Flüssigkeiten verwendet werden, sollten sie einen hohen Flammpunkt haben. Hochflüchtige Flüssigkeiten, wie z. B. Benzin oder Naphtha, sollten niemals in Maschinen- oder Kesselräumen verwendet werden.

Brennbare Reinigungsflüssigkeiten sollten in geschlossenen, unzerbrechlichen und ordnungsgemäß beschrifteten Behältern aufbewahrt und in geeigneten Schränken gelagert werden, wenn sie nicht in Gebrauch sind.

Reinigungsflüssigkeiten sollten nur an Orten verwendet werden, die eine angemessene Lüftung wegen der Flüchtigkeit der verwendeten Flüssigkeiten haben. Alle diese Flüssigkeiten sollten entsprechend den Anweisungen des Herstellers gelagert und verwendet werden.

Direkter Hautkontakt mit den Reinigungsmitteln oder Verunreinigung der Kleidung durch diese sollte vermieden werden.

12.2.5 Lagerung von Ersatzladegeschirr

Das Ersatzladegeschirr ist von Natur aus nicht gefährlich. Es gab jedoch Fälle, in denen große Teile des Ersatzladegeschirrs an Deck gelagert wurde, die sich von der Verzerrung gelöst und damit Schäden am Schiff und ein Verletzungsrisiko für das Personal zur Folge hatten. Bei der Lagerung eines Ersatzladegeschirrs ist Folgendes zu beachten:

- Es sollte einen sicheren Zugang zu und eine sichere Bedienung der Sicherheitsanlagen ermöglichen.
- Es sollte nicht beim Festmachen und anderen Maßnahmen stören.
- Es sollte ordnungsgemäß verlascht sein, wobei das voraussichtliche Wetter während der Fahrt zu berücksichtigen ist.

12.3 Ladungs- und Bunkerproben

Wenn Proben an Bord aufbewahrt werden, sollten diese sicher in Schließfächern aufbewahrt werden, die in Aufbauten Zugang von außen haben. Die Probebehälter müssen den einschlägigen Verpackungsvorschriften entsprechen und sollten an einer bestimmten Stelle im Bereich der Ladung an Bord so gelagert werden, dass sie unter normalen Beförderungsbedingungen nicht zerbrechen können oder durchstoßen werden und ihr Inhalt nicht auslaufen kann. Zerbrechliche Aufnahmebehälter müssen entsprechend geschützt werden.

Die Anzahl der aufbewahrten Proben an Bord sollte sorgfältig kontrolliert und, wenn sie nicht mehr benötigt werden, entsprechend entsorgt werden. Das Unternehmen sollte Richtlinien in Bezug auf die Entsorgung von Proben haben; Ziel sollte es sein, die Aufbewahrungszeit zu minimieren, nachdem die entsprechende Ladung gelöscht wurde. Sofern keine anderslautenden Anweisungen des Unternehmens vorliegen, empfiehlt es sich, die Proben für einen Zeitraum von drei Monaten nach Löschen der Ladung aufzubewahren.

12.4 Sonstige Materialien

12.4.1 Sägespäne, ölaufsaugende Granulate und Pads

Die Verwendung von Sägespänen zum Reinigen kleiner Öllachen an Bord wird nicht empfohlen. Befinden sich Sägespäne an Bord, ist darauf zu achten, dass, solange diese nicht verwendet werden, in einem trockenen Zustand sind und möglichst an einem kühlen Standort aufbewahrt werden. Feuchte Sägespäne können sich leicht selbst entzünden (siehe Abschnitt 4.9).

Wenn Sägespäne zum Reinigen kleinerer Öllachen verwendet werden, dann sollten die verunreinigten Sägespäne getrennt in einem verschlossenen Behälter an einem sicheren Ort fern von den Wohnbereichen und Gefahrenzonen gelagert werden.

Alle ölgetränkten Sauggranulate oder Pads sollten in eigens dafür bestimmten Behältern an Bord fern von den Wohnbereichen und Gefahrenzonen gelagert werden.

Ölgetränkte Sägespäne und Sauggranulate sollten so bald wie möglich an Land entsorgt werden.

12.4.2 Abfall

Die Lagerorte für Abfall sollten sorgfältig ausgewählt werden, um sicherzustellen, dass der Abfall keine potentielle Gefahr für die angrenzenden Räume darstellt.

Besondere Überlegungen sollten der Lagerung von 'Sondermüll', wie z. B. Batterien, Sensoren und Leuchtstoffröhren, gelten, wobei darauf zu achten ist, dass nur Materialien, die sich miteinander vertragen, zusammen verstaut werden.

12.5 Stückgut

12.5.1 Mineralöl und andere brennbare Flüssigkeiten

Verpackte Mineralölladungen werden in der Regel in Stahlfässern mit einem Fassungsvermögen von ca. 200 Liter verschifft. Zu den Produkten, die auf diese Weise befördert werden, gehören Benzin, Kerosin und Schmieröl.

Neben den allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen für den Umschlag von Mineralöl als Massengut sollten die folgenden Verfahren für das Verladen von verpackten Mineralölprodukten eingehalten werden.

12.5.1.1 Beladen und Löschen

Verpacktes Mineralöl und andere brennbare Flüssigkeiten sollten nicht während des Ladens von leichtflüchtigen Produkten als Massengut abgefertigt werden, sofern nicht die ausdrückliche Zustimmung des Schiffsverantwortlichen und des Terminalbeauftragten vorliegt. Wenn Stahlfässer verladen werden, sollte der Massengutumschlag aufgrund des erhöhten Risikos der Funkenbildung unterbrochen werden.

12.5.1.2 Vorsichtsmaßnahmen während des Verladens

Der Schiffsverantwortliche sollte das Verladen von verpacktem Mineralöl und anderen brennbaren Flüssigkeiten beaufsichtigen. Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen sollten getroffen werden:

- Die Schiffsbelader sind verpflichtet, sich an die Rauchbeschränkungen und anderen Sicherheitsvorschriften zu halten.
- Wenn kein fester Lukenschutz montiert ist, muss ein provisorischer Schutz angebracht werden, um das Risiko der Funkenbildung durch Berührung des Hebezeugs mit dem Lukensüll, den Lukenseiten oder Leitern zum Laderaum zu vermeiden.
- Alle Hebezeuge sollten so groß sein, dass sie mit genügend Spielraum durch die Luken passen.
- Zum Verladen von losen Fässern sollten Faserseilschlingen, Frachtnetze oder Haken an einem Drahtseil oder Hakenketten verwendet werden.
- Die Güter sollten möglichst mit Paletten verladen und gesichert werden. Die Paletten sollten mit einem Palettenhebezeug angehoben und mit Sicherheitsnetzen abgesichert werden. Wenn die Güter nicht auf Paletten geliefert werden, können Ladeplattformen oder Faserseilschlingen verwendet werden. Von der Verwendung von Frachtnetzen für verpackte Güter wird im Allgemeinen abgeraten, da sie die Verpackung beschädigen können.
- Lose Gasflaschen sollten mit Frachtnetzen verladen werden, die kleinmaschig genug sind, damit die Ladung nicht durch das Netz fallen kann. Flaschen sollten niemals am Ventil oder an der Schutzkappe befestigt werden. Flaschen sollten niemals mit einem Lasthebemagnet, Ketten, Schlingen oder Schlaufen an Bord gehoben werden. Zum Befördern der Flaschen sollten Flaschenwagen oder andere geeignete Vorrichtungen verwendet werden, auch für kurze Strecken.
- Alle Frachtstücke sollten auf undichte Stellen oder Beschädigungen geprüft werden, bevor sie verstaut werden, und jedes mangelhafte Frachtstück, das die Sicherheit gefährden könnte, sollte nicht angenommen werden.
- Die Frachtstücke sollten auf Stauhölzern an Deck oder in dem Laderaum gelagert werden.
- Die Frachtstücke sollten nicht über das Deck oder durch den Lagerraum gezogen werden und dürfen nicht rutschen oder rollen.
- Kanister und Fässer sollten höchstens mit Deckeln und Endverschlüssen verstaut werden.
- Beim Sichern der Fracht sollte jede Lage durch Stauhölzer getrennt sein. Die Höhe, bis zu der jede Fracht verstaut werden kann, hängt von der Art, Größe und Stabilität der Frachtstücke ab. Ratschläge können vom Terminal bzw. Schiffsverlader eingeholt werden.
- Zur Vermeidung möglicher Beschädigungen während der Fahrt sollten entsprechende Staumaterialien in ausreichenden Mengen verwendet werden.
- Die Fracht ist ordnungsgemäß zu sichern, um ein Hin- und Herbewegen während der Fahrt zu vermeiden.
- Während der Dunkelheit ist für eine angemessene Beleuchtung an der Seite und im Laderaum zu sorgen.

- Leere Behälter sollten, sofern sie nicht gasfrei sind, wie gefüllte Behälter behandelt werden.
- Es dürfen keine Materialien, die leicht brennbar sind, als Staumaterial verwendet oder in demselben Raum wie die Verpackungen gelagert werden. Zu beachten ist die Brennfähigkeit von Schutzverpackungen wie Stroh, Holzspäne, Bitumenpappe, Filz und Polyurethan.
- Nach Beendigung des Lade- oder Löschvorgangs und vor dem Schließen der Luken, sollte der Laderaum auf ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.

12.5.2 Nicht zutreffend

12.5.3 Betreten von Laderäumen

Vor dem Betreten eines Laderaums, der verpacktes Mineralöl und/oder andere brennbare Flüssigkeiten enthält oder enthalten hat, sollten alle Vorsichtsmaßnahmen, die für das Betreten von geschlossenen Räumen gelten, getroffen werden (siehe Kapitel 10).

Die Laderäume sollten während der Verladearbeiten gelüftet werden. Wenn die Verladearbeiten unterbrochen und die Luken geschlossen werden, sollte die Atmosphäre vor Wiederaufnahme der Arbeiten erneut geprüft werden.

12.5.4 Tragbare Elektrogeräte

Die Verwendung von elektrischen Geräten, außer von genehmigten Druckluftlampen, sollten in Laderäumen oder Räumen mit verpacktem Mineralöl oder anderen brennbaren Flüssigkeiten oder an Deck oder in Räumen, die an diese Laderäume oder Räume angrenzen, verboten werden, sofern das Schiff nicht die Bedingungen für die Benutzung von Geräten dieser Art auf Tankschiffen erfüllt (siehe Abschnitt 4.3).

12.5.5 Feuerlöscher mit erstickenden Löschmitteln

Beim Umschlagen von verpacktem Mineralöl oder anderen brennbaren Flüssigkeiten sollten die Sicherheitsventile des Feuerlöschsystems in den Laderäumen geschlossen und Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um ein unbefugtes oder versehentliches Öffnen dieser Ventile zu verhindern. Nach Beendigung der Be- und Entladevorgänge und nach Sicherung der Luken sollten das zuvor abgeschaltete Feuerlöschsystem wieder in Betriebsbereitschaft geschaltet werden.

12.5.6 Brandschutzmaßnahmen

Neben den in Abschnitt 24.8 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen sollten mindestens zwei Feuerlöscher mit Löschpulver und Löschschläuchen mit den dazugehörigen Sprühdüsen während des Ladungsumschlags zum Einsatz bereitstehen.

12.5.7 Vorderdeckräume

Verpacktes Mineralöl oder andere brennbare Flüssigkeiten sollten nicht in den Vorderdeckräumen oder einem anderen Raum befördert werden, sofern diese Räume nicht ausdrücklich für diesen Zweck bestimmt und klassifiziert wurden.

12.5.8 Materialien, die an Deck verstaut werden

Wenn Fässer und Aufnahmebehälter an Deck befördert werden, sollten sie vor den Naturgewalten geschützt und normalerweise nur auf eine Ebene verladen werden.

Alle Materialien sollten weit weg von sämtlichen Deckarmaturen, wie z. B. Tank- und Ventilregler, Hydranten, Sicherheitsvorrichtungen, Dampfrohren, Decksleitungen, Tankreinigungsöffnungen, Tanklüftungsventile, Luken, Türen, Notausgängen und Leitern gelagert werden. Sie sollten mit entsprechenden Staumaterialien versehen und ordnungsgemäß an stabilen Stellen der Schiffskonstruktion befestigt werden.

12.5.9 Nicht zutreffend

Kapitel 13

MENSCHLICHE FAKTOREN

Dieses Kapitel beschreibt einige allgemeine Aspekte zu den menschlichen Faktoren, die bei der Schaffung und Erhaltung eines sicheren Arbeitsumfelds auf Tankschiffen und in den Terminals eine Rolle spielen.

Dieses Kapitel enthält Hinweise zu Fragen der Personalstärke, Schulung, Behandlung von Erschöpfungserscheinungen sowie Drogen- und Alkoholkontrolle.

13.1 Personalstärke

Es ist Aufgabe des Unternehmens zu gewährleisten, dass Schiff und Terminal stets eine zuverlässige Mindestpersonalstärke aufweisen, wie es in (inter)nationalen gesetzlichen Vorschriften gefordert wird. Es muss stets gewährleistet sein, dass sich während des Aufenthaltes des Schiffs am Terminal genügend Personal an Bord und am Terminal befindet, um Notsituationen bewältigen zu können.

13.2 Schulung und Erfahrungen

Die Kompetenz des Personals, das am Ladungsumschlag beteiligt ist, sollte definiert und eingeschätzt werden. In Abbildung 13.1 und 13.2 sind Empfehlungen für die Mindestanforderungen an die Kompetenz von Wachleuten und Aufsichtsperson gegeben.

JOBKOMPETENZPROFIL: Umschlagpersonal Pier/chiff (*Wachmann)					
Beurteilung	Prozessbeschreibung	Auffassungsgabe	Kenntnisse	Eignung	Anpassungsfähigkeit
1	Risiken beim Umschlag	[Bar chart showing specific knowledge]			
2	Eigenschaften der Ladung	[Bar chart showing specific knowledge]			
3	Notfallverfahren	[Bar chart showing general knowledge]			
4	Ladungsumschlagsaktivitäten & Verfahren	[Bar chart showing general knowledge]			
5	Umschlagsausrüstungen Pier/Schiff	[Bar chart showing general knowledge]			
6	Persönliche Schutzausrüstung	[Bar chart showing general knowledge]			
7	Sicherheitsvorrichtungen	[Bar chart showing specific knowledge]			
8	Geltende Gesetze & Vorschriften	[Bar chart showing specific knowledge]			
9	Materialdatenblätter (Transport)	[Bar chart showing specific knowledge]			
10	Gemeinsame Sprache(n)*	[Bar chart showing specific knowledge]			
11	Feuerlöschgeräte	[Bar chart showing specific knowledge]			
12	Sicherheitschecklisten Schiff/Land oder Schiff/Schiff	[Bar chart showing specific knowledge]			
13	Vorrichtungen zum Beladen und Löschen der Ladung	[Bar chart showing specific knowledge]			

Auffassungsgabe	Grundkenntnisse	
Praktische Kenntnisse	Fähig, Informationen zu deuten und zu bewerten	
Eignung	Fähig, die Aufgaben stets in der geforderten Qualität auszuführen	
Fehlersuche/Korrektur	Fähig, ungewöhnliche Situationen zu erkennen und zu korrigieren	

Die Erfüllung der obigen Profile weist auf einen annehmbaren Kenntnisstand hin.
 * Landes- oder Fremdsprachen
 * Wachmann als: Verlademeister am Pier, Bordingenieur, Schiffer, Schiffsmaat

Abbildung 13.1 – Beispiel: Mindestkompetenz für das Jobprofil eines Wachmanns

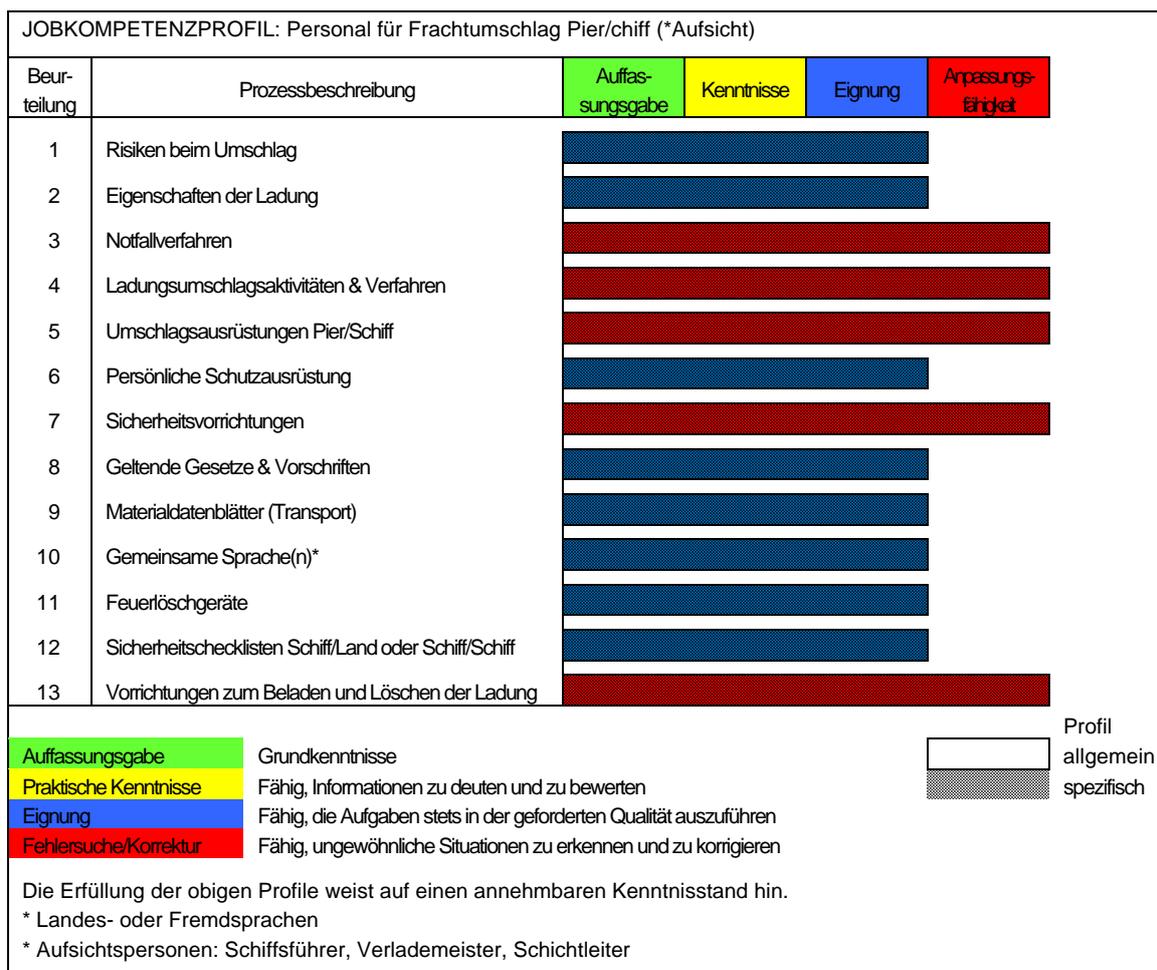


Abbildung 13.2 – Beispiel: Mindestkompetenz für das Jobprofil einer Aufsichtsperson

13.3 Ruhezeiten

13.3.1 Gesetzliche Auflagen

Die Arbeitskräfte müssen genügend lange Ruhezeiten haben, damit sie 'fit für die Arbeit' und in der Lage sind, die Aufgaben sicher auszuführen, so wie es in den (inter)nationalen arbeitsrechtlichen Bestimmungen vorgeschrieben ist.

Es ist möglich, dass die nationalen Vorschriften von den Tankschiffen verlangen, dass je-der an Bord die Arbeits- und Ruhezeiten individuell aufschreibt.

Die leitenden Angestellten von Tankschiffen und Terminals sind zuständig für eine mög-lichste effiziente Einteilung der Ruhezeiten für die Arbeitskräfte. Wenn jedoch schwierige oder langwierige Arbeiten durchgeführt werden, kann es notwendig sein, die Arbeiten zu unterbrechen, um die Arbeitskräfte, die am stärksten in den Arbeiten involviert sind, eine angemessene Ruhezeit zu ermöglichen.

Wenn intensive oder längere Arbeiten anstehen, sollte die Reederei die Bereitstellung zu-sätzlicher Arbeitskräfte in Erwägung ziehen, wenn damit eine Unterbrechung der Arbeiten vermieden werden kann. Alle zusätzlichen Arbeitskräfte, die an den Arbeiten teilnehmen, müssen kompetent sein und die Risiken kennen, die mit dem Verladen von flüssigen Gü-tern/Produkten auf den Schiffen und an den Terminals verbunden sind.

13.3.2 Ermüdung

Alle Personen, die am Schiffsbetrieb beteiligt sind, sollten die Faktoren kennen, die zu Ermüdung führen können, und bei der Planung und Organisation von Aktivitäten und Arbeitszeiten der Arbeitskräfte geeignete Maßnahmen berücksichtigen, um das Ermüdungsrisiko zu verringern.

Die IMO-Publikation 'Ermüdungsrichtlinien' enthält Hinweise zur Verringerung und Bewältigung von Ermüdungserscheinungen. Die sicherste Methode zur Verhinderung von Ermüdungserscheinungen ist allerdings das Einhalten der bestehenden Bestimmungen zu den Ruhezeiten.

13.4 Drogen- und Alkoholpolitik

13.4.1 Richtlinien der Industrie

Die internationale Öltankschifffahrt hat über viele Jahre eine freiwillige Drogen- und Alkoholpolitik verfolgt; Richtlinien für Betreiber sind u.a. in den folgenden Publikationen enthalten:

- Richtlinien für die Drogen- und Alkoholkontrolle an Bord des Schiffs (OCIMF).
- Drogenhandel und Drogenmissbrauch: Richtlinien für Eigentümer und Kapitäne zur Prävention, Aufdeckung und Erkennung (ICS).

Die Durchsetzung der Richtlinien und Betriebsvorschriften, die darauf abzielen, einen Arbeitsplatz mit Arbeitskräften zu schaffen, die keine Drogen- oder Alkoholprobleme haben, wird stark zur Verbesserung der Betriebssicherheit und Gesundheit der Arbeitskräfte beitragen.

Es sollten Drogen- und Alkoholrichtlinien verfasst und allen Arbeitskräften klar mitgeteilt werden.

13.4.2 Alkoholkontrolle

Der Alkoholkonsum sollte kontrolliert werden, um zu gewährleisten, dass keine Person an Bord an einer Alkoholvergiftung leidet.

Die zur Definition einer Alkoholvergiftung verwendeten Vorschriften sind in den veröffentlichten Richtlinien der Industrie festgelegt, die die Alkoholgrenzen und Verfahren zur Bestimmung dieser Grenzen definieren.

Durch die Kontrolle des Alkoholkonsums soll gewährleistet werden, dass die Arbeitskräfte in der Lage sind, die planmäßigen Aufgaben ohne Einwirkung von Alkohol ausführen zu können.

Zu den planmäßigen Aufgaben gehören z. B. Decks- oder Maschinenwache, Aufnahme einer Tagesarbeit für Tagelöhner, Anlegen an einer Lotsenstation, Anlaufen von Liegeplätzen oder andere Aufgaben (einschließlich Überstunden), die zu einem bestimmten Zeitpunkt durchgeführt werden sollen.

Auf Schiffen mit unbesetztem Maschinenraum gilt der Schiffsführer, der Dienstbereitschaft hat und auf Abruf bereitsteht, um auf Alarm im unbesetzten Maschinenraum zu reagieren, als im Dienst im Sinne der Alkoholkontrolle.

Während der Wache oder Erfüllung von Aufgaben an Bord ist der Alkoholkonsum verboten.

Das Thema Alkohol an Bord sollte gemäß den Vorgaben der Richtlinien des Unternehmens sorgfältig kontrolliert und durch den Schiffsführer überwacht werden.

13.4.3 Drogen- und Alkoholtestprogramme

Zur Gewährleistung einer effektiven Drogen- und Alkoholpolitik sollten die Betreiber ein Programm zur Verhinderung des illegalen Drogenkonsums oder Alkoholmissbrauchs durchführen.

Tests können bei Vorliegen der folgenden Gründe durchgeführt werden:

- begründeter Verdacht,
- nach einem Unfall,
- Einstellung,
- Stichprobentests.

Richtlinien für Stichprobentests sollten durch die Reederei entsprechend den Vorgaben/Beschränkungen der Gerichtsbarkeit des jeweiligen Landes festgelegt werden.

13.5 Drogenhandel

Die Unternehmen sollten Maßnahmen durchführen, die verhindern, dass ihre Tankschiffe für den Drogenhandel missbraucht werden. Als Orientierung dient die ICS-Publikation "Drug Trafficking and Drug Abuse: Guidance for Owners and Masters on Prevention, Detection and Recognition"

Die Maßnahmen sollten den Schiffsführer verpflichten, den Eigentümer/Betreiber und die Behörden des nächsten Anlaufhafens unverzüglich in Kenntnis zu setzen:

- wenn es während der Fahrt verdächtige Umstände gibt, die auf Drogenhandel oder andere Schmuggelware hindeuten;
- wenn unbefugte Personen sich in Bereichen an Bord aufhalten, die als Versteck für Drogen oder andere Schmuggelware dienen können;
- wenn Drogen oder andere Schmuggelware an Bord gefunden wurde. Wenn Drogen gefunden werden, müssen die Schmuggelware und der Bereich, wo sie gefunden wurde, gesichert werden, um unnötige Aktionen und Störungen zu vermeiden, bevor die Behörden bei Ankunft des Schiffs im Hafen entsprechende Maßnahmen ergreifen können.

13.6 Einstellungsverfahren

Die Gesundheit und das Wohlbefinden der Schiffsbesatzung, worunter auch die Schaffung angemessener Arbeitsbedingungen an Bord der Schiffe fällt, sind von unmittelbarer Bedeutung für einen sicheren Betriebsablauf.

Kapitel 14

BESONDERE SCHIFFSTYPEN

Nicht zutreffend

TEIL 3

TERMINALRELEVANTE INFORMATIONEN

Kapitel 15

TERMINALMANAGEMENT UND TERMINALRELEVANTE INFORMATIONEN

Dieses Kapitel beschreibt risikobasierte Systeme und Verfahren, die erforderlich sind, um einen sicheren und effizienten Terminalbetrieb gewährleisten zu können. Es weist auf die Notwendigkeit von vollständigen Begleitdokumenten, wie z. B. Bedienungshandbüchern, Zeichnungen und Wartungsunterlagen für die Terminalanlage und deren technische Einrichtungen, Kopien von den einschlägigen Gesetzen und Praxisleitfäden, hin. Es befasst sich auch mit der Notwendigkeit einer eindeutigen, dokumentierten Definition der Anforderungen an die Kompatibilität von Schiff und Liegeplatz.

Die Terminalbesetzung wird in Hinblick auf eine effektive Überwachung der Betriebsabläufe und betrieblichen Tätigkeiten an der Schnittstelle zwischen Schiff und Land erörtert.

15.1 Konformität

Die Terminals müssen sich an die geltenden internationalen, nationalen und örtlichen Vorschriften sowie Richtlinien und Verfahren des Unternehmens halten. Wenn es ein Selbstverwaltungssystem gibt, müssen die Terminals dem Sinn und der Absicht der anwendbaren Codes und Richtlinien zur Umsetzung dieser Codes genügen.

Das Terminalmanagement ist für die Schaffung eines gesunden und sicheren Arbeitsumfeldes zuständig und sorgt dafür, dass alle Betriebsabläufe mit minimaler Auswirkung auf die Umwelt stattfinden und dabei das einschlägige Regelwerk und die anerkannten Praxisleitfäden der Industrie eingehalten werden. In diesem Zusammenhang könnte die OCIMF-Publikation 'Marine Terminal Baseline Criteria and Assessment Questionnaire' als Hinweis dienen.

Die Terminals bewahren Kopien der aktuellen Bestimmungen und Richtlinien, die für ihre Betriebsabläufe gelten, auf (siehe Abschnitt 15.7).

Die Terminals müssen sich vergewissern, dass die Tankschiffe, die an ihren Liegeplätzen anlegen, sich an die geltenden internationalen, nationalen und örtlichen Schifffahrtsvorschriften halten.

Die Terminals brauchen ein Managementsystem, mit dem es möglich ist, den Nachweis zu erbringen und zu dokumentieren, dass die regulatorischen Anforderungen sowie die Richtlinien und Anweisungen des Unternehmens eingehalten werden. Das Terminalmanagement ernannt eine Person, die dafür sorgt, dass die Bestimmungen und die Richtlinien und Anweisungen eingehalten werden.

15.2 Risikoerkennung und Risikomanagement

Terminals brauchen formelle Risikomanagementprozesse, die veranschaulichen, wie Risiken erkannt und quantifiziert und wie Begleitrisiken eingeschätzt und gemanagt werden. Das erfolgt im Allgemeinen mit Hilfe eines Arbeitsgenehmigungssystems (siehe Abschnitt 19.1.3).

Zum Risikomanagement gehören formelle Risikoeinschätzungen, die sich auf Änderungen in der Konstruktion, Personalbesetzung oder in den Betriebsabläufen beziehen und die sich aus der Risikoeinschätzung zur Konstruktion für die Anlage ergeben. Risikoeinschätzungen müssen so strukturiert sein, dass potenzielle Risiken erkannt, die Möglichkeit des Auftretens von Risiken eingeschätzt und die potenziellen Folgen eines Risikofalls ermittelt werden können. Die Ergebnisse der Risikoeinschätzung sollen Empfehlungen zur Prävention, Minimierung und Behebung enthalten. Risikoeinschätzungen sind Teil des Prozesses, der mit Änderungsvorschlägen zur Terminalausrüstung und zu den Anlagen einhergeht. Sie sollten auch Teil des Sicherheitsmanagementprozesses sein, der zum Genehmigen von Tätigkeiten Anwendung findet, die nicht in den laufenden Betriebsabläufen erfasst sind.

Terminals sollten ihre Anlagen und Betriebsabläufe in der Regel jährlich prüfen, um potenzielle Risiken und Begleitrisiken und, verbunden damit, die Notwendigkeit zusätzlicher oder abgeänderter Risikoeinschätzungen zu erkennen. Es sollten auch Prüfungen durchgeführt werden, wenn es Änderungen an den Terminalanlagen oder in den Betriebsabläufen gibt, wie z. B. Änderungen bezüglich der Ausrüstung, Organisation, des Beförderungsguts oder des im Terminal einlaufenden Schiffstyps.

Zu den Betriebsabläufen am Terminal sollte es Unterlagen und Prozesse zur Gewährleistung eines effektiven Risikomanagements und einer effektiven Kontrolle der erkannten Risiken geben.

Zu allen Prüfungen und Einschätzungen werden die Aufzeichnungen aufbewahrt.

15.3 Betriebshandbuch

Terminals brauchen ein eigenes schriftliches, umfangreiches Betriebshandbuch, das auf dem neuesten Stand ist.

Das Terminalbetriebshandbuch ist ein Arbeitsdokument und darf keine für das spezifische Terminal relevanten Verfahren, Praktiken und Zeichnungen enthalten. Das Handbuch sollte dem betreffenden Personal in der bestätigten Arbeitssprache zur Verfügung gestellt werden.

Das Terminalhandbuch legt die Aufgaben und Verantwortlichkeiten des Betriebspersonals am Liegeplatz und die Vorgehensweisen in Notfällen wie Feuer, Produktaustritten oder medizinische Notfälle fest. In einem separaten Notfallhandbuch sollten Themen wie Notrufverfahren und Interaktion mit örtlichen Behörden, städtischen Notfallorganisationen oder anderen außenstehenden Behörden und Organisationen abgedeckt werden. (Ausführlichere Hinweise zu Notfallplänen und Notfallmaßnahmen siehe Kapitel 20.)

Terminals sollten auch einen dokumentierten Änderungsmanagementprozess für die Bearbeitung temporärer Abweichungen und Durchführung permanenter Änderungen an den Verfahren im Betriebshandbuch enthalten. Dieser Prozess sollte die Genehmigungsstufe für die genannten Abweichungen und Änderungen zu einem beschriebenen Verfahren definieren.

15.4 Terminalrelevante Informationen und Hafenverordnung

Terminals benötigen Verfahren, um den Informationsaustausch zwischen Schiff und Terminal vor Anlegen und/oder bei Ankunft des Schiffs regeln zu können. Das gewährleistet die sichere und pünktliche Ankunft des Schiffs am Liegeplatz und die Bereitschaft beider Parteien, mit den Arbeiten beginnen zu können.

Ausführliche Informationen zur Kommunikation an der Schnittstelle Schiff/Land sind in Kapitel 22 enthalten. In diesem Zusammenhang sei auch auf Kapitel 6 verwiesen, das Informationen zur Sicherheit an der Schnittstelle Schiff/Land enthält.

15.5 Aufsicht und Kontrolle

15.5.1 Personalstärke

Das Personal sollte für die Arbeiten, die es ausführt, qualifiziert sein und standortspezifische Kenntnisse von allen Sicherheitsmaßnahmen und Aufgaben in Notfällen haben.

Die Terminals sollten genügend Arbeitskräfte bereitstellen, um zu gewährleisten, dass alle Betriebs- und Notsituationen unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte sicher geregelt werden können:

- Effektive Überwachung der Betriebsabläufe,
- Anlagengröße,
- Volumen und Art der umzuschlagenden Produkte,
- Anzahl und Größe der Liegeplätze,
- Anzahl, Art und Größe der Schiffe, die im Terminal einlaufen,
- Grad der Mechanisierung,
- Grad der Automatisierung,
- Aufgaben des Tanklagers für das Personal,
- Brandbekämpfungsaufgaben,
- Kontakt zwischen Hafenbehörden und Betreibern angrenzender oder benachbarter Terminals,
- Personenbedarf für den Hafenbetrieb einschließlich Bedienung der Festmacherleinen und des Schlauch-/Verladearms,
- Schwankungen in der Verfügbarkeit von Arbeitskräften wegen Urlaub, Krankheit oder Schulung,
- Teilnahme des Personals an Maßnahmen in Notfällen und bei Schadstoffbelastungen am Terminal,
- Teilnahme des Terminals an den Maßnahmeplänen des Hafens, z. B. gegenseitige Hilfe,
- Sicherheit.

Zum Zwecke einer effektiven Überwachung der Schnittstelle Schiff/Land sollte durch kontinuierliche Kontrolle verhindert werden, dass Gefahrensituationen entstehen.

Bei der Festlegung der Personalstärke sollten die örtlichen oder nationalen gesetzlichen Vorschriften entsprechend berücksichtigt werden. Überlegungen sollten der Vermeidung von Ermüdungserscheinungen gelten, die infolge verlängerter Arbeitszeiten oder ungenügender Ruhezeiten oder Pausen zwischen den Schichten auftreten können.

15.5.2 Reduzierung der Personalstärke an den Liegeplätzen während des Ladungsumschlags

Die Terminalbetreiber können eine Reduzierung der Personalstärke am Liegeplatz oder während der Ladungsumschlagsaktivitäten wünschen. Das darf auf keinen Fall zu einer Einschränkung der Betriebssicherheit, Betriebsüberwachung oder Notfallbereitschaft führen. Das Schiff muss immer vor Abzug von Personal am Liegeplatz informiert und die Art der Kontaktaufnahme bestätigt und abgestimmt werden.

Die Verbindungen zwischen Schiff/Land sollten ständig kontrolliert werden. Das ist mit Telekommunikationsmitteln, wie z. B. Videoüberwachungsanlagen, möglich, wobei immer genügend Arbeitskräfte verfügbar sein sollten, um Abhilfemaßnahmen bei Eintreten einer Gefahrensituation treffen zu können.

Eine Überwachung mit Hilfe von Videoüberwachungsanlagen sollte nur erfolgen, wenn diese ständig besetzt sind und eine effektive Kontrolle des Umschlagsbetriebs ermöglichen. Diese Systeme können nicht selbst Abhilfemaßnahmen durchführen und sollten nicht als Ersatz für die persönliche Kontrolle der Schnittstelle von Schiff/Land angesehen werden.

15.5.3 Mengenprüfungen während des Ladungsumschlags

Der Terminalbeauftragte sollte regelmäßig den Druck in den Rohrleitungen und Schläuchen oder Verladearmen prüfen und die geschätzten Mengen an geladener oder gelöschter Ladung mit den Überschlagszahlen des Schiffs vergleichen. Ein unerwarteter Druckabfall oder erhebliche Abweichungen zwischen den geschätzten Lademengen von Schiff und Terminal könnten auf Leckagen in Rohrleitungen oder Schläuchen hindeuten und erfordern eine Unterbrechung der Verladearbeiten, bis Untersuchungen durchgeführt worden sind.

15.5.4 Schulung

Terminals müssen dafür sorgen, dass die Arbeitskräfte, die an den Aktivitäten an der Schnittstelle zwischen Schiff/Land beteiligt sind, geschult und für die Aufgaben, die ihnen übertragen werden, qualifiziert sind. Sie sollten sich mit den Abschnitten dieses Dokuments, die sich auf ihren Arbeitsplatz und ihre Aufgaben beziehen, gründlich vertraut gemacht haben. (Siehe Kapitel 13.2).

Die Arbeitskräfte sollten die (inter)nationalen und örtlichen Bestimmungen und Vorgaben der Hafenbehörde kennen und wissen, wie diese vor Ort umzusetzen sind.

Die Terminals sollten die Annahme der OCIMF-Richtlinie '*Marine Terminal Training and Competence Assessment Guidelines for Oil and Petroleum Product Terminals*' in einer für ihre Aktivitäten geeigneten Weise in Erwägung ziehen. Dieses Dokument ist eine Hilfe bei der Ermittlung des Schulungsbedarfs des Terminals.

15.6 Kompatibilität von Schiff und Liegeplatz

Terminals sollten eine definitive und umfangreiche Liste der Schiffsabmessungen für jeden Liegeplatz innerhalb des Terminals haben. Diese Informationen sollten internen und externen Kontaktpersonen bereitgestellt werden. Einige typische Beispiele für Kriterien sind in den folgenden Abschnitten gegeben:

15.6.1 Maximaler Tiefgang

Der maximale Tiefgang sollte vorzugsweise in Absprache mit den Behörden festgelegt werden, wobei die begrenzte Tiefe am Liegeplatz oder die Annäherungen, die auf einen bestimmten hydrografischen Nullpunkt, z. B. die Kartennull oder das niedrigste mögliche Niedrigwasser, Bezug nehmen, zugrunde gelegt werden.

Unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen muss ein Mindestwert für die Kieffreiheit bestimmt werden.

Es ist der maximale Tiefgang für die übliche Wasserdichte am Liegeplatz zu bestimmen.

Bei der Bestimmung des maximalen Tiefgangs sind ungewöhnliche Tide- und Umweltbedingungen, die die Wassertiefe beeinflussen können, zu berücksichtigen.

15.6.2 Maximale Verdrängung

Die maximale Verdrängung dient zur Bestimmung der maximalen Schiffsgröße, die am Liegeplatz zulässig ist.

Es kann auch eine maximale Verdrängung für die Anlegemanöver angegeben werden, wenn es Begrenzungen hinsichtlich der Aufprallenergie beim Anlegen oder der Belastungsgrenzen für die Fenderanlagen gibt. Die Verwendung der Eigenmasse als Parameter für die Festlegung von Größenbegrenzungen für Schiffe wird nicht empfohlen, da diese für sich allein kein Maß für die Größe oder das Gesamtgewicht des Schiffs zur Berechnung der Aufprallenergien beim Anlegen darstellt.

15.6.3 Gesamtlänge

Hierbei handelt es sich um die maximale Länge des Schiffs, die ein limitierendes Kriterium sein kann, wenn Schiffe Schleusen passieren oder in einem Wendebecken drehen müssen.

15.6.4 Sonstige Kriterien

Außerdem können Terminals spezifische Grenzmaße festlegen, wie z. B.:

- **Minimale Gesamtlänge:** mit der Festlegung dieses Maßes kann gewährleistet werden, dass kleine Tankschiffe nicht zu klein sind, um längsseits der Fenderanlagen an den Liegeplätzen, die für viel größere Schiffe ausgelegt sind, festzumachen oder sicher zu liegen.
- **Maximaler oder minimaler Abstand des Bugs zum mittleren Manifold:** diese Größe gewährleistet in der Regel die Ausrichtung zwischen den Manifoldanschlüssen von Schiff und Land.
- **Mindestlänge des Schiffskörpers, dessen Seiten bug- und heckwärts parallel zum Rohrleitungssystem verlaufen:** diese Größe gewährleistet, dass das Schiff an den Fendern anliegt, wenn es sich in Position mit dem Ladeanschluss befindet.
- **Maximale Schiffsbreite:** diese Größe ist z. B. aufgrund der Begrenzungen, die durch eine Schleuse, ein Dock oder das Passieren eines Flusses auferlegt werden, wichtig.
- **Maximal zulässige Höhe des Manifolds über dem Wasser:** diese Größe gewährleistet, dass das Schiff während des gesamten Löschvorgangs und in allen Phasen der Tide oder bei allen Wasserständen den Anschluss der Verladearme halten kann. In einigen Tidelagen kann es erforderlich sein, die Verladearme für die Dauer des Hochwassers abzukuppeln.

- **Minimal zulässige Höhe des Manifolds über dem Wasser:** diese Größe gewährleistet zum Beispiel, dass ein beladenes Schiff an die Verladearme angeschlossen werden kann. In einigen Tidelagen kann es erforderlich sein, die Verladearme für die Dauer des Niedrigwassers abzukuppeln.
- **Maximaler Fixpunkt:** diese Größe gewährleistet, dass die Schiffe Brücken, Stromleitungen usw. passieren können. Die örtliche Hafenbehörde kann einen Mindestsicherheitsabstand festlegen.

Bei der Festlegung dieser Kriterien ist darauf zu achten, dass die Basisdaten, anhand der die Kriterien abgeleitet werden, ermittelt werden und gewährleistet wird, dass sie korrekt abgeglichen werden. Darüber hinaus sollten Terminals die verwendeten Maßeinheiten deutlich kenntlich machen.

15.7 Dokumentation

Zur Gewährleistung der Einhaltung der Bestimmungen, Vorschriften und Praxisleitfäden empfiehlt es sich, dass die Terminals einen Satz aktueller Dokumente pflegen. Diese Dokumente sollten umfassende Informationen zu den Anlagen und Ausrüstungen, die mit dem Management der Schnittstelle Schiff/Land verbunden sind, enthalten.

Die Dokumentation sollte unter anderem aktuelle Informationen zu den folgenden Fragen enthalten:

- Gesetzliche Vorschriften wie z. B. nationale und örtliche Betriebsvorschriften, Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften,
- Richtlinien der Industrie, Richtlinien des Unternehmens, Gesundheits- und Sicherheitspolitik,
- Bedienungshandbücher, Wartungs- und Prüfvorschriften, Lagepläne und Zeichnungen,
- Aufzeichnungen von internen und externen Betriebsprüfungen, staatlichen Inspektionen, Besprechungen zu Gesundheits- und Sicherheitsfragen, Arbeitsgenehmigungs- und örtlichen Vorschriften, wie z. B.:
- Zertifikate für Betriebsmittel und Verfahren.

Die Dokumentation, die vor Ort bereitliegt, sollte einen umfassenden Satz von Baubestandsplänen und Spezifikationen zum Liegeplatz und den damit verbundenen Terminalanlagen einschließlich aller Änderungen, die seit der Erstinbetriebnahme vorgenommen worden sind, enthalten. Diese Dokumentation sollte die Grundlage für alle Begutachtungen bezüglich der Konstruktion, Wassertiefe usw. bilden, die zur Prüfung der Struktur der Anlagen durchgeführt werden.

Es sollte ein Verzeichnis der Hauptbetriebsmittel geführt werden. Dazu gehören z. B. Spezifikationen, Kaufaufträge sowie Prüf- und Wartungsdaten. Hauptbetriebsmittel könnten Verladearme, Landstege, Leitern und Fluchtwege, Zugangstürme, Großarmaturen, Pumpen, Messgeräte, Fender, Poller und Festmacherhaken sein.

Kapitel 16

TERMINALBETRIEB

Dieses Kapitel enthält Informationen zu einer Reihe von Betriebsabläufen und Aktivitäten am Terminal, die Einfluss auf die sichere Aufnahme und Abfertigung von Tankschiffen haben. Dazu gehört auch die Einschätzung der umweltbedingten Grenzkriterien für sichere Betriebsabläufe und Probleme, die mit der Bereitstellung sicherer Zugangsmittel zwischen Schiff und Land verbunden sind.

Es werden Betriebsabläufe beschrieben, die besondere Vorgehensweisen erforderlich machen, wie z. B. die paarweise Befestigung von Tankschiffen (in zweiter Länge) und das Beladen und Löschen der Ladung unter Ausnutzung der Wassertiefe bzw. der Tidenwechsel.

Das Kapitel enthält auch eine kurze Erklärung zum Phänomen des Druckstoßes in den Rohrleitungen und wie dieser kontrolliert werden kann.

Der Abschnitt über Durchflussgeschwindigkeiten in den Rohrleitungen gibt Hinweise zu Vorsichtsmaßnahmen, die notwendig sind, um die Erzeugung statischer Elektrizität in den aufnehmenden Tanks an Bord und an Land zu kontrollieren.

16.1 Kommunikation vor Ankunft des Schiffs

Es ist Aufgabe der Terminals, die Schiffe, die ihre Liegeplätze anfahren, über alle einschlägigen Bestimmungen und Sicherheitsvorschriften des Terminals zu informieren.

Ausführliche Informationen zur Kommunikation an der Schnittstelle Schiff/Land sind in Kapitel 22 enthalten.

16.2 Festmachen

Die Ausrüstung zum Festmachen muss der Größe des Schiffs, das am Liegeplatz anlegen will, angepasst sein (siehe Abschnitt 15.6 Schiffskriterien). Sie muss ein sicheres Festmachen des Schiffs am Liegeplatz unter Berücksichtigung der dort zu erwartenden Wetter- und Tidebedingungen ermöglichen (siehe Kapitel 23).

16.2.1 Ausrüstung zum Festmachen

Terminals stellen Poller oder Festmacherhaken bereit, die für die den Liegeplatz anfahrenen Schiffe in Position gebracht wurden und entsprechend dimensioniert sind.

Die zulässige Tragfähigkeit der einzelnen Anlegestellen oder Festmacherleinen sollten dem Bedienungspersonal des Terminals bekannt oder an jeder Anlegestelle vermerkt sein.

Werden die Festmacherleinen von der Landseite bereitgestellt, müssen die Terminals Prüfzertifikate für die Leinen haben und das Bedienungspersonal am Liegeplatz muss deren zulässige Tragfähigkeit kennen. (Siehe Kapitel 23 Informationen zur Festmacherausrüstung des Schiffs.)

16.3 Einschränkende Bedingungen

Die Terminals sollten für jeden Liegeplatz wetterbedingte Bedingungen bzw. Grenzwerte für das Stoppen des Ladungsumschlags, Abkoppeln der Ladungsschläuche (und Bunkerschläuche) und Entfernen des Schiffs vom Liegeplatz unter Berücksichtigung der zulässigen Tragfähigkeit der Festmachvorrichtungen und gegebenenfalls der Einsatzgrenzen der Verladearme festlegen.

Die einschränkenden Werte werden im Allgemeinen durch die Umgebungs- bzw. Umweltbedingungen bestimmt, wie z. B.:

- Windgeschwindigkeit und -richtung
- Wellenhöhe und -länge
- Strömungsgeschwindigkeit und -richtung
- Dünungsbedingungen, die die Operationen am Liegeplatz beeinträchtigen können
- Gewitter
- Naturphänomene, wie z. B. Flutwellen im Fluss oder Eisbewegung
- extreme Temperaturen, die den Lade- und Löschbetrieb beeinträchtigen können.

Anhand der umweltbedingten Einschränkungen lassen sich Grenzwerte für folgende Aktionen bestimmen:

- Manövrieren beim Einlaufen und Anlegen
- Einstellen der Lade- und Löschoptionen
- Abkoppeln der Ladungsschläuche und Verladearme
- Anfordern von Hilfe durch Schlepper
- Entfernen des Schiffs vom Liegeplatz
- Manövrieren beim Ablegen und Auslaufen.

Informationen zu den umweltbedingten Einschränkungen sollten dem Schiff auf dem Treffen vor der Ladungsübergabe mitgeteilt und, sofern möglich, formell in der Sicherheitscheckliste eingetragen werden (siehe Abschnitt 26.3). Das Schiff wird über die regelmäßigen lokalen Wettervorhersagen, die das Terminal empfängt, informiert und umgekehrt.

Das Terminal sollte nach Möglichkeit mit eigenen lokal installierten Windmessern zum Messen der Windgeschwindigkeit ausgerüstet sein. Es gibt aber auch alternative Möglichkeiten, die genutzt werden können, wie z. B. Windmeldungen von zuverlässigen lokalen Quellen wie ein nahegelegener Flugplatz oder ein nahegelegenes Schiff.

Bei Bedarf können auch andere Geräte zum Messen weiterer Umweltfaktoren in Erwägung gezogen werden.

16.4 Zugang zwischen Schiff und Land

16.4.1 Allgemein

Die Mittel für den Zugang zwischen Schiff und Land werden in den nationalen und/oder örtlichen Bestimmungen angesprochen. Alle Zugangsmittel müssen diesen Bestimmungen und Anforderungen entsprechen und vom Schiff bzw. Terminal ordnungsgemäß angebracht werden.

Das Personal ist angehalten, nur die ausgewiesenen Zugangsmittel zwischen Schiff und Land zu benutzen.

16.4.2 Bereitstellung der Zugangseinrichtungen zwischen Schiff und Land

Schiff und Terminal sind gemeinsam für die Bereitstellung sicherer Zugangseinrichtungen verantwortlich.

An Standorten, an denen im Allgemeinen Tankschiffe abgefertigt werden, die aufgrund der Bedingungen des Anlegeplatzes oder der Bauart des Tankschiffes keinen Landsteg zur Verfügung stellen können, ist es Aufgabe des Terminals, einen Landsteg oder alternative Vorrichtungen für einen sicheren Zugang zwischen Schiff und Land bereitzustellen. Auf jeden Fall wird ein vom Terminal bereitgestellter Landsteg als Zugang zwischen Schiff und Terminal bevorzugt.

Wenn keine Zugangseinrichtungen des Terminals zur Verfügung stehen und ein Landsteg des Schiffs benutzt wird, muss der Liegeplatz über eine ausreichend große Plattformfläche verfügen, um einen Landsteg mit entsprechender Bewegungsfreiheit unterbringen und unabhängig von der Tide und der Freibordhöhe einen sicheren, bequemen Zugang zum Schiff gewähren zu können.

Unabhängig vom Wetter muss der Landsteg im Rahmen der Sicherheitschecks Schiff/Land während des Aufenthaltes des Schiffs am Liegeplatz regelmäßig überprüft werden (siehe Abschnitt 26.3).

Alle Landstege von Schiff und Land müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Freier Durchgang.
- Durchgehender Handlauf an beiden Seiten.
- Elektrische Isolierung, um Stromdurchgang zwischen Schiff und Land zu vermeiden.
- Angemessene Beleuchtung.
- Landstege ohne selbstnivellierende Tritte oder Stufen sollten eine maximale sichere Schräge haben.
- Auf dem Schiff und an Land sollten Rettungsringe mit Beleuchtung und Leine zur Verfügung stehen.

Alle landseitigen Landstege müssen außerdem gegebenenfalls folgende zusätzliche Kriterien erfüllen:

- In gelagerter Position müssen sie sich innerhalb der abgelenkten Fenderfläche befinden.
- In gelagerter Position müssen sie gegen Bewegung gesichert sein.
- Sie müssen Bewegungsfreiheit bieten, nachdem der Anker in Position gebracht wurde.
- Sie müssen, falls die Hauptstromversorgung ausfällt, als Reserve oder für den manuellen Betrieb bereitstehen.
- Sie müssen für bestimmte Betriebsbedingungen ausgelegt sein, die dem Betriebspersonal des Liegeplatzes bekannt sind.

16.4.3 Zugangseinrichtungen

16.4.3.1 Landsteg der Landseite

Landstege, die vom Terminal bereitgestellt werden, müssen einen sicheren Zugang zwischen Land und Schiff gewährleisten. Das Gleiche gilt für Landstege, die vom Schiff bereitgestellt werden.

An einigen Liegeplätzen kann es erforderlich sein, einen Zugang zu kleineren Schiffen von einem innenliegenden Treppenaufgang unterhalb der Arbeitsebene des Liegeplatzes bereitzustellen.

16.4.3.2 Landsteg des Schiffs

Der Landsteg eines Schiffs besteht aus einem geraden, leichten Brückenaufbau mit Seitenstreben und Handläufen. Die Lauffläche ist mit einer rutschfesten Deckschicht oder mit Querstreben versehen, damit der Fuß bei Schrägstellung Halt hat. Normalerweise wird der Steg senkrecht zur Schiffsseite hochgezogen und zwischen Schiffsreling und Arbeitsebene des Liegeplatzes gespannt.

16.4.3.3 Fallreepstreppe des Schiffs

Aufgrund ihrer begrenzten Größe sind die meisten Binnentankschiffe nicht mit Fallreepstrecken ausgerüstet.

Eine Fallreepstreppe besteht aus einem geraden, leichten Aufbau mit Seitenstreben und Handläufen und ist hauptsächlich für den Zugang zu Schiffen vom Hauptdeck gedacht. Die Stufen sind selbstnivellierend oder als rutschfeste Tritte mit großem Radius ausgelegt. Die Treppe wird in der Regel parallel zur Schiffsseite auf einer einklappbaren Plattform, die am Schiffsdeck befestigt ist, hochgezogen. Die Benutzung der Treppe ist auf den Zugang zum Land beschränkt, weil sie in ihrer Position arretiert ist und nicht benutzt werden kann, wenn sich das Schiffsdeck unterhalb der Arbeitsebene des Liegeplatzes befindet.

16.4.4 Ausrichten des Landstegs

Die Zugangsmittel sollten sich so nah wie praktisch möglich zum Wohnbereich der Besatzung und so weit wie praktisch möglich von den Manifolds entfernt befinden.

Dabei darf nicht vergessen werden, dass die Zugangsmittel auch eine Fluchtmöglichkeit bieten. Der Standort eines mobilen Landstegs sollte sorgfältig überlegt werden, um einen sicheren Zugang zu den Fluchtwegen vom Liegeplatz bieten zu können (siehe Kapitel 21).

Besondere Aufmerksamkeit ist dem sicheren Zugang zu widmen, wo ein großer Höhenunterschied zwischen dem Schiffsdeck und der Ebene des Anlegestegs entstehen kann. Es sollten besondere Zugangseinrichtungen am Liegeplatz bereitstehen, wenn die Ebene des Schiffsdecks unter die des Anlegestegs fallen kann.

16.4.5 Sicherheitsnetze

Sicherheitsnetze werden nicht benötigt, wenn der Landsteg am Land festgemacht und mit einem festen Geländer aus Bauelementen versehen ist. Für andere Arten von Landstegen und Stege, die mit Seil- oder Kettenhandläufen oder abnehmbaren Pfosten versehen sind, werden ordnungsgemäß angebrachte Sicherheitsnetze empfohlen.

16.4.6 Routinemäßige Wartung

Alle Landstege und verbundenen Vorrichtungen müssen routinemäßig gewartet und geprüft werden. Diese Anforderung sollte in das planmäßige Wartungsprogramm des Terminals aufgenommen werden. Mechanisch betätigte Landstege müssen auch einem Funktionstest unterzogen werden. Automatisch betätigte Landstege sollten mit Alarmvorrichtungen ausgestattet sein, die auch routinemäßig geprüft werden müssen.

16.4.7 Unbefugte Personen

Personen, die an Bord keiner rechtmäßigen Tätigkeit nachgehen müssen bzw. über keine Erlaubnis des Schiffsführers verfügen, sollte der Zugang zum Schiff verweigert werden. Das Terminal sollte den Zugang zur Pier oder zum Liegeplatz in Abstimmung mit dem Schiffsführer kontrollieren.

Das Terminalsicherheitspersonal sollte eine Liste der Besatzung und eine Liste mit Besuchern mit Zutrittserlaubnis erhalten (siehe auch Abschnitt 6.4).

16.4.8 Betrunkene oder Raucher

Das Personal, das am Liegeplatz oder an der Pier Dienst hat oder Wache auf dem Schiff hält, muss dafür sorgen, dass in der Nähe des Liegeplatzes oder der Pier oder an Bord des Schiffs nicht geraucht wird. Personen, die offensichtlich betrunken sind, dürfen den Terminalbereich nicht betreten und auch nicht an Bord des Schiffs gehen, sofern sie nicht ordnungsgemäß beaufsichtigt werden können.

16.5 Paarweise Befestigung

Von einer 'paarweisen Befestigung' ist die Rede, wenn zwei oder mehrere Tankschiffe an derselben Pier anlegen, so dass die Anwesenheit oder die Operationen des einen Schiffs das andere Schiff physisch einschränkt. Das Verfahren der paarweisen Befestigung wird manchmal eingesetzt, wenn mehrere Umschlagaktionen zwischen der Landseite und mehreren Schiffen an der gleichen Pier zur gleichen Zeit stattfinden. Das außen liegende Schiff kann an dem innenliegenden Schiff oder an Land festgemacht und die Schlauchverbindungen können vom Land über das innenliegende Schiff zu dem außen liegenden Schiff gelegt werden. Die Regelung der Abläufe an der Schnittstelle zwischen Schiff und Land werden dadurch wesentlich komplexer.

Die paarweise Befestigung von Tankschiffen an einem Liegeplatz für Umschlagoperationen sollten ohne vorherige technische Untersuchungen und eine Risikoeinschätzung und Erstellung eines Sicherheitsplans nicht durchgeführt werden. Mindestvoraussetzung für derartige Aktivitäten sind Überlegungen durch alle beteiligten Parteien zu Fragen der sicheren Ankunft und Abfahrt, Stabilität der Pierkonstruktion, der Festmacherausrüstungen und -einrichtungen, Zugänge für das Personal, Betriebssicherheit, Haftung, Planung für Eventualfälle, Brandschutz und Ablegen im Notfall.

16.6 Umschlagoperationen während des Tidenwechsels

Bei diesem Verfahren werden die Tidenwechsel in der Wassertiefe genutzt, wobei das Schiff bis zu seinem maximalen Tiefgang beladen wird, während die Wassertiefe mit steigender Tide zunimmt, oder die Ladung gelöscht wird, um das Schiff leichter zu machen, bevor der Niedrigwasserstand erreicht ist.

Terminals mit Tiefgangsgrenzen und starken Tideschwankungen sollten Verfahren ermöglichen, wenn Lösch- oder Ladeoperationen während des Tidenwechsels zugelassen werden sollen. Diese Verfahren sind vor Ankunft des Tankschiffs von allen beteiligten Parteien zu vereinbaren.

Es sollten Verfahren zur Kontrolle der Operationen während des Tidenwechsels auf der Grundlage einer Risikoeinschätzung entwickelt werden, um zu gewährleisten, dass das Schiff sicher schwimmt, wobei die Anforderungen an die Kielfreiheit und Eventualmaßnahmen zu berücksichtigen sind.

Das Terminal sollte sich vergewissern, dass die Schiffsausrüstungen, die für die Operation entscheidend sind, z. B. Ladepumpen und Hauptmotoren, vor dem Anlegen funktionsfähig sind und bereitstehen, wenn das Schiff sich in kritischer Lage längsseits befindet.

16.6.1 Löschen während des Tidenwechsels

Wenn ein Schiff einen Liegeplatz aufsuchen muss und aufgrund der ausgewiesenen Lademenge gezwungen ist, bei Tiefgang, der über dem maximal zulässigen Tiefgang am Liegeplatz hinausgeht, am Liegeplatz einzulaufen, kann es sein, dass das Schiff vor dem nächsten Niedrigwasser anlegen und genügend Ladung löschen muss, um nicht auf Grund zu laufen. Dieses Verfahren kann durchgeführt werden, wenn alle beteiligten Parteien das damit verbundene Risiko akzeptieren und Abhilfemaßnahmen vereinbaren, damit das Schiff rechtzeitig entladen werden kann, um schwimmfähig zu bleiben, oder vom Liegeplatz zu einer Stelle gebracht werden kann, wo es schwimmfähig bleibt.

16.6.2 Beladen während des Tidenwechsels

Dieses Verfahren wird angewandt, wenn das Schiff während der letzten Beladungsstufe bei Niedrigwasser nicht im schwimmfähigen Zustand bleiben kann. Das Schiff muss das Beladen bei Tiefgang, bei dem es immer schwimmfähig bleiben kann, stoppen und mit dem Beladen fortfahren, wenn die Tide anfängt zu steigen. Das Beladen darf nur fortgesetzt werden, wenn die für die Abfahrt des Schiffs vom Liegeplatz entscheidende Ausrüstung, wie z. B. der Hauptmotor, einsatzbereit ist. Die Ladegeschwindigkeit sollte dem Schiff ermöglichen, den Beladevorgang abzuschließen und Zeit für Ladungsmessungen, Probenahmen, Ausfüllen der Dokumente, Zollformalitäten und Losmachen vom Liegeplatz lassen, während die erforderliche Kielfreiheit eingehalten wird.

16.7 Operationen, bei denen das Schiff nicht immer schwimmfähig ist

Eine begrenzte Anzahl von Häfen, die beträchtliche Tidenbereiche haben, gestattet Schiffen Umschlagoperationen längsseits des Liegeplatzes, auch wenn diese nicht immer in einem schwimmfähigen Zustand bleiben können. Diese Betriebsart wird als Ausnahme betrachtet und erfordert eine vorherige umfangreiche Risikoeinschätzung und die Durchführung sämtlicher genannter Sicherungsmaßnahmen zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes.

Bei dieser Betriebsart, die möglich ist, kann das Schiff z. B. während seines Aufenthaltes am Liegeplatz kurzzeitig den Grund berühren oder aber komplett aus dem Wasser sein. In beiden Fällen müssen die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- Es muss nachgewiesen werden, dass der Meeresboden eben ist und keine Unebenheiten oder Erhöhungen aufweist, die zu örtlichen oder allgemeinen Spannungen am Schiffsrumpf führen können.
- Das Meeresbodengefälle darf die Schiffskonstruktion nicht übermäßig nach oben drücken oder zum Stabilitätsverlust führen, wenn das Schiff auf Grund läuft.
- Die Stabilität des Schiffsrumpfes muss groß genug sein, wenn das Schiff auf Grund läuft, damit die Konstruktion nicht übermäßig belastet wird. Das kann eine stärkere Konstruktion und erhöhte Materialstärke des Schiffs erfordern, damit es sicher auf Grund laufen oder trocken liegen kann.
- Dieses Verfahren darf nicht zum Verlust wichtiger Funktionen des Schiffs führen, wie z. B. Bereitstellung von Kühlwasser für die Maschinen oder Brandbekämpfungsvermögen. Das kann das Integrieren spezieller Merkmale in die Schiffskonstruktion erfordern.
- Da das Entfernen des Schiffs vom Liegeplatz bei Eintreten eines Notfalls nicht möglich sein wird, muss der Hafenbetrieb spezifische Notfallmaßnahmen und geeignete Feuerlöschgeräte bereithalten.
- Eventualpläne werden erforderlich sein, um auf das potenzielle Versagen der Schiffskonstruktion und den besonderen Charakter und das Ausmaß der daraus resultierenden Umweltverschmutzung reagieren zu können.

16.8 Erzeugung von Druckstößen in den Rohrleitungen

16.8.1 Einleitung

Ein plötzlicher Druckanstieg in einem Rohrleitungssystem entsteht, wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit der Flüssigkeit in der Leitung abrupt ändert. Während der Schiffs-ladeoperationen ist das aller Wahrscheinlichkeit nach auf folgende Ursachen zurückzuführen:

- Schließung eines automatischen Abschaltventils
- Zuschlagen eines landseitigen Rückschlagventils
- Zuschlagen eines Schmetterlingsventils
- Schnellschluss eines kraftbetätigten Ventils.

Wenn der Druckstoß in der Rohrleitung zu Druckspannungen oder Verlagerungsspannungen führt, die über die Beanspruchbarkeit des Leitungssystems und seiner Bestandteile hinausgehen, kann es zu einem Bruch und damit zu einem Produktaustritt kommen.

16.8.2 Erzeugung eines Druckstoßes

Wenn eine Flüssigkeit aus einem Vorlagenbehälter durch eine Rohrleitung und ein Ventil in einen Auffangbehälter gepumpt wird, setzt sich der Druck an jeder beliebigen Stelle im System während des Durchflusses der Flüssigkeit aus den folgenden drei Komponenten zusammen:

- Druck an der Oberfläche der Flüssigkeit in dem Vorlagenbehälter. In einem Tank mit offenem Freiraum zur Atmosphäre entspricht dieser Druck dem der Atmosphäre.
- Hydrostatischer Druck an der betreffenden Stelle im System.
- Druck, der durch die Pumpe erzeugt wird. Dieser ist am Pumpenausgang am höchsten und nimmt proportional zur Reibung in der Leitung nach der Pumpe und über das Ventil zum Auffangbehälter ab.

Von diesen drei Komponenten können die ersten beiden als konstant während des Druckstoßes angesehen werden und müssen in der folgenden Beschreibung nicht näher beleuchtet werden, obwohl sie ständig präsent sind und Einfluss auf den Gesamtdruck haben.

Durch das schnelle Schließen des Ventils werden alle drei Komponenten von einem kurzzeitigen Druck überlagert, der auf die Umwandlung der kinetischen Energie der sich bewegenden Flüssigkeit in Dehnungsenergie durch die Verdichtung der Flüssigkeit und Ausdehnung der Rohrwand zurückzuführen ist. Zur Veranschaulichung der Folge von Ereignissen soll der einfachste hypothetische Fall betrachtet werden, d. h. wenn sich das Ventil sofort schließt, kommt es zu keiner Ausdehnung der Rohrwand und die Dissipation infolge der Reibung zwischen Flüssigkeit und Rohrwand bleibt unberücksichtigt. In diesem Fall entstehen die höchsten Drücke in dem System.

Wenn das Ventil schließt, wird die Flüssigkeit direkt vor dem Ventil sofort zum Stillstand gebracht.

Dadurch steigt der Druck um einen Wert P . Bei übereinstimmenden Anordnungen gilt:

$$P = \rho a v$$

wobei: ρ - Massendichte der Flüssigkeit
 a - Schallgeschwindigkeit in der Flüssigkeit
 v - Änderung der linearen Geschwindigkeit der Flüssigkeit, d. h. im Vergleich zur linearen Durchflussgeschwindigkeit vor Schließen des Ventils.

Der Stillstand des Flüssigkeitsstroms wird vor der Rohrleitung bei Schallgeschwindigkeit der Flüssigkeit zurückübertragen und da die Flüssigkeit an jeder Stelle zum Stillstand kommt, erhöht sich ihr Druck um den Wert P . Daher bewegt sich eine steile Druckfront bei einer Höhe P stromaufwärts in der Rohrleitung bei Schallgeschwindigkeit; diese Störung ist auch als Druckstoß bekannt.

Vor dem Druckstoß bewegt sich die Flüssigkeit noch weiter und die Druckverteilung der Flüssigkeit erfolgt über die Pumpe. Nach dem Druckstoß bewegt sich die Flüssigkeit nicht mehr und ihr Druck hat sich an allen Stellen um den konstanten Wert P erhöht. Es gibt immer noch ein Druckgefälle nach dem Druckanstieg, aber in diesem Teil der Leitung finden regelmäßige Druckanpassungen statt, die letztendlich zu einem einheitlichen Druck in der gesamten ruhenden Flüssigkeit führen. Diese Druckanpassungen in der Flüssigkeit erfolgen bei Schallgeschwindigkeit.

Wenn der Druckstoß die Pumpe erreicht, entsteht ein Gesamtdruck am Pumpenauslass (ungeachtet der atmosphärischen und hydrostatischen Komponenten), der sich aus dem Druckstoß P und dem Auslassdruck der Pumpe bei null Mengendurchsatz (unter Ausschluss einer Strömungsumkehr) zusammensetzt, da der Pumpendurchsatz gleich Null ist. Der Druckausgleich setzt sich nach der Pumpe fort.

Im wiederum hypothetisch ungünstigsten Fall, d. h. wenn es keine Druckentlastung gibt, dann ist das Endergebnis eine Druckwelle, die über die Länge des Rohrsystems schwingt. Die maximale Intensität der Druckwelle entspricht der Summe von P und dem Pumpenauslassdruck bei null Mengendurchsatz. Der angepasste Enddruck zur Erreichung dieses Zustands verlässt die Pumpe, sobald der Originaldruckstoß die Pumpe erreicht hat und bewegt sich mit Schallgeschwindigkeit zum Ventil hin. Ein Druckwellenzyklus dauert daher $2L/a$ ab dem Moment des Ventilschlusses, wobei L die Länge der Leitung und a die Schallgeschwindigkeit der Flüssigkeit ist. Das Zeitintervall ist als Schwingungsdauer der Rohrleitung bekannt.

Bei dieser vereinfachten Beschreibung entsteht an jeder Stelle in der Leitung ein plötzlicher Druckanstieg der Flüssigkeit um den Wert P , dem ein langsamer, aber immer noch schneller Druckanstieg folgt, bis der Druck die Summe aus P und dem Pumpenauslassdruck bei null Mengendurchsatz erreicht.

Unter praktischen Bedingungen schließt das Ventil nicht sofort, sondern es erfolgt erst eine Entlastung des Druckstoßes während das Ventil schließt. Das Ergebnis ist, dass die Intensität des Druckstoßes niedriger ist als in dem hypothetischen Fall und die Druckfront weniger steil ist.

Am Leitungsende entgegen der Strömungsrichtung kann eine gewisse Druckentlastung über die Pumpe entstehen, was auch zur Reduzierung des maximalen erreichten Drucks dienen würde. Wenn die effektive Schließzeit des Ventils um das Vielfache höher ist als die Schwingungsdauer der Rohrleitung, dann erfolgt eine starke Druckentlastung über das Ventil und die Pumpe und die Entstehung einer Gefährdungssituation ist eher unwahrscheinlich.

Ein analoger Prozess wird hinter dem Ventil eingeleitet, wenn das Ventil schließt, es sei denn, dass, wenn die Flüssigkeit sich nicht mehr bewegt, der Druck fällt und bei Schallgeschwindigkeit in Strömungsrichtung wandert. Der Druckabfall wird jedoch oft durch Gasentwicklung der Flüssigkeit abgeschwächt, so dass es wahrscheinlich nicht sofort zu ernsthaften Folgen kommt, obwohl das anschließende Zerfallen der Gasblasen Stoßwellen hervorrufen können, die denen vor dem Ventil ähneln.

16.9 Einschätzung der Druckstöße

16.9.1 Effektive Ventilschließzeit

Um feststellen zu können, ob es zu einem ernst zu nehmenden Druckstoß in dem Rohrleitungssystem kommen kann, muss zuerst die Schließzeit des Ventils mit der Schwingungsdauer der Rohrleitung verglichen werden.

Die effektive Schließzeit, d. h. die Zeit, in der die Durchflussgeschwindigkeit schnell abnimmt, ist normalerweise wesentlich geringer als die Gesamtzeit der Ventilspindelbewegung. Sie hängt von der Ausführung des Ventils ab, die das Verhältnis zwischen Fläche der Ventilöffnung und Spindelposition bestimmt. Eine starke Drosselung des Durchflusses wird normalerweise nur während der Schließung des letzten Viertels der Ventilöffnungsfläche oder weniger erreicht.

Wenn die effektive Schließzeit des Ventils geringer als oder gleich der Schwingungsdauer der Rohrleitung ist, ist das System starken Druckstößen ausgesetzt. Mit Druckstößen von geringerer, aber noch erheblicher Intensität ist zu rechnen, wenn die effektive Ventilschließzeit größer ist als die Schwingungsdauer der Rohrleitung, sie werden jedoch unbedeutend, wenn die effektive Ventilschließzeit um ein Vielfaches größer ist als die Schwingungsdauer der Rohrleitung.

16.9.2 Ableitung des Gesamtdrucks im System

Bei einem normalen Schiff/Land-Umschlagsystem für flüssige Güter, bei dem der landseitige Tank mit der Atmosphäre in Verbindung steht, entspricht der maximale Druck, der während eines Druckstoßes überall auf die Rohrwand wirkt, der Summe aus hydrostatischem Druck, Ausgangsdruck an der Pumpe bei null Mengendurchsatz und Druckstoß. Die ersten beiden dieser Drücke sind allgemein bekannt.

Wenn die effektive Ventilschließzeit geringer als oder gleich der Schwingungsdauer der Rohrleitung ist, ist der Wert des Druckstoßes, der zur Ermittlung des Gesamtdrucks während des Druckstoßes verwendet wurde, gleich P , der wie in Abschnitt 16.8.2 erklärt, abgeleitet wird. Ist der Wert etwas größer als die Schwingungsdauer der Rohrleitung, kann ein kleinerer Wert anstelle von P verwendet werden und der Druckstoß wird, wie bereits ausgeführt, unbedeutend, wenn die effektive Ventilschließzeit um ein Vielfaches größer ist als die Schwingungsdauer der Rohrleitung.

16.9.3 Bemessung des Gesamtsystems

In der Praxis kann es sein, dass die Bemessung eines komplexeren Systems erforderlich ist. In diesem Abschnitt wurde der einfache Fall einer einzelnen Rohrleitung betrachtet. Es ist z. B. möglich, dass die kombinierten Effekte von parallel- oder in Reihe geschalteten Ventilen untersucht werden müssen. In einigen Fällen kann die Wirkung des Druckstoßes verstärkt sein. Das ist möglich, wenn zwei Leitungen parallel geschaltet sind und das Ventil in einer Leitung schließt und somit den Durchfluss in der anderen Leitung erhöht, bevor diese Leitung wiederum geschlossen wird. Andererseits kann der Druckstoß durch korrekte Betätigung der in Reihe geschalteten Ventile in einer Leitung minimiert werden.

Übergangsdrücke erzeugen Kräfte in dem Rohrsystem, die zu einer starken Rohrverschiebung, Rohrbruch, Versagen der Rohrhalterung und Schäden an den Maschinen und anderen angeschlossenen Anlagen führen können. Deshalb ist bei der Bemessung des Rohrleitungssystems den flüssigkeitsbedingten Belastungen, die aus den Flüssigkeitsdrücken und der Eigendynamik resultieren, Rechnung zu tragen. Außerdem sind normalerweise Beschränkungen erforderlich, um Schäden infolge starker Eigenbewegungen der Rohrleitung zu vermeiden. Eine wichtige Überlegung bei der Auswahl der Beschränkungen ist die Tatsache, dass die Rohrleitung oft aus langen geraden Rohrabschnitten besteht, die sich bei thermischer Belastung stark ausdehnen. Die Beschränkungen müssen der Wärmeausdehnung und der Aufnahme der Kräfte des Druckstoßes ohne Überbelastung der Rohrleitung Rechnung tragen.

16.10 Reduzierung der Gefahr durch Druckstoß

16.10.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Wenn im Ergebnis der in Abschnitt 16.9 zusammengefassten Berechnungen festgestellt wird, dass der potenzielle Gesamtdruck die Festigkeit der einzelnen Teile des Rohrleitungssystems übersteigt oder nah dran ist, ist es ratsam, sich den fachmännischen Rat einzuholen. Im Falle von manuell betätigten Ventilen sollten Druckstoßprobleme durch gute Betriebsverfahren vermieden werden. Es ist wichtig, dass das Ventil am Ende einer langen Rohrleitung nicht ruckartig entgegen der Strömungsrichtung geschlossen wird und Änderungen an der Ventileinstellung langsam vorgenommen werden.

Wenn motorbetriebene Ventile montiert sind, sind mehrere Schritte möglich, um das Problem abzuschwächen:

- Drosselung der linearen Durchflussgeschwindigkeit, d. h. der Ladungsumschlagquote auf einen Wert, der den wahrscheinlichen Druckstoß erträglich macht.
- Verlängerung der effektiven Ventilschließzeit. Sehr allgemein ausgedrückt soll die Gesamtschließzeit um die 30 Sekunden oder nach Möglichkeit mehr betragen. Die Ventilschließgeschwindigkeiten sollten konstant und reproduzierbar sein, obwohl das schwierig werden kann, wenn Rückschlagfederventile oder Ventil-Stellantriebs benötigt werden, damit die Ventile sicher schließen. Eine gleichmäßigere Drosselung des Durchflusses kann durch eine sorgfältig bemessene Ventilöffnungsfläche oder durch den Einsatz eines Ventil-Stellantriebs erreicht werden, der eine sehr langsame Schließgeschwindigkeit für die, sagen wir, letzten 15 % der zu schließenden Ventilöffnung ermöglicht.
- Benutzung eines Druckentlastungssystems, von Druckausgleichbehältern oder ähnlichen Vorrichtungen, um die Effekte des Druckstoßes schnell und effektiv aufzufangen.

16.10.2 Begrenzung der Durchflussgeschwindigkeit, um das Risiko der Beschädigung durch Druckstoß zu vermeiden

Im betrieblichen Kontext werden Rohrleitungslängen und sehr oft Ventilschließungszeiten festgelegt und die einzige praktische Vorsichtsmaßnahme gegen die Folgen von unbeabsichtigtem schnellem Schließen ist die richtige Bedienung der Ventile und/oder die Begrenzung der linearen Durchflussgeschwindigkeit des Öls auf einen maximalen Wert bezogen auf den maximal akzeptablen Druckstoß.

16.11 Durchflussregelung für Rohrleitungen als statische Vorsichtsmaßnahme

16.11.1 Allgemein

Die Sicherheitsverfahren für den Umschlag von Produkten, die zu elektrostatischer Entladung neigen, erfordern die Regelung der linearen Durchflussgeschwindigkeiten der Ladung in den Ladungsleitungen, um eine statische Aufladung während des Ladungsumschlags zu vermeiden (siehe Kapitel 3).

16.11.2 Anforderungen an die Durchflussregelung

Die statische Aufladung wird durch Begrenzung der Durchflussgeschwindigkeit am Tank-einlass zu Beginn des Ladevorgangs auf 1 Meter pro Sekunde geregelt. Umschlagquoten in Höhe der Durchflussgeschwindigkeiten von 1 Meter pro Sekunde für Rohrleitungen mit unterschiedlichen Durchmessern können anhand der Tabelle 11.1 ermittelt werden. (Siehe auch Abschnitt 11.1.7.3.)

Sobald das Produkt den Tankeinlass bedeckt, kann die Umschlagquote erhöht werden, um die maximal zulässige lineare Durchflussgeschwindigkeit zu ermöglichen, die durch die Begrenzung des Rohrdurchmessers der Schiffs- bzw. Landleitung bestimmt wird, je nachdem welche kleiner ist (siehe Abschnitt 11.1.7.8).

16.11.3 Regelung der Ladegeschwindigkeiten

Aufgrund der unterschiedlichen Ladegeschwindigkeiten, die die verschiedenen Schiffe benötigen, um den Anforderungen an ihre maximale Durchflussgeschwindigkeit gerecht zu werden, sollten die Terminals eine Vorrichtung haben, mit der sie die Pumpenleistung für die Beladung der Schiffe am Liegeplatz effektiv regeln können.

In gleicher Weise kann es sein, dass, wenn Terminals Tankschiffe erwarten, die ihre Ladung in leere Landtanks löschen, Durchflussregler oder Durchflussmessgeräte benötigt werden, um sicherzustellen, dass die Durchflussgeschwindigkeiten in den Landleitungen und an den Tankeinlässen, insbesondere in der Anfangsphase der Tankbefüllung, nicht überschritten werden.

16.11.4 Löschen in landseitige Tanks

Beim Löschen von Produkten, die zu elektrostatischer Entladung neigen, in landseitige Tanks sollte die anfängliche Durchflussgeschwindigkeit auf 1 Meter pro Sekunde beschränkt werden oder so lange, bis der Tankeinlass ausreichend bedeckt ist, um Verwirbelungen zu begrenzen.

Bei einem seitlichen Eingang (horizontaler Eingang) gilt der Einlass als angemessen bedeckt, wenn der Abstand zwischen Einlassoberkante und freier Oberfläche mehr als 0,6 m beträgt. Ein nach unten zeigender Einlass gilt als ausreichend bedeckt, wenn der Abstand zwischen dem unteren Rohrende und der freien Oberfläche mehr als doppelt so groß ist wie der Innendurchmesser. Ein nach oben zeigender Einlass kann einen wesentlich größeren Abstand brauchen, um Verwirbelungen zu begrenzen. Bei Schwimmdachtanks sollte die untere anfängliche Durchflussgeschwindigkeit beibehalten werden, bis das Dach schwimmt. Ähnliche Anforderungen gelten für Festdachtanks mit Schwimmdecke.

Kapitel 17

TERMINALANLAGEN UND BETRIEBSMITTEL

Dieses Kapitel beschreibt die Betriebsmittel, die vom Terminal an der Schnittstelle zwischen Schiff und Land bereitgestellt werden, wie z. B. Fender-, Hebe-, Beleuchtungs-, elektrische Verbindungs- und Erdungsvorrichtungen.

Besonderes Augenmerk gilt der Gewährleistung, dass Schiff und Land elektrisch isoliert bleiben, und den Mitteln, die für die Herstellung der Isolierung benötigt werden.

17.1 Elektrische Anlagen und Geräte

Die Klassifizierung von Gefahrenzonen für die Installation oder Benutzung von elektrischen Betriebsmittel innerhalb eines Terminals ist in Abschnitt 4.4.2 beschrieben.

Die Terminals sollten gewährleisten, dass die bereitgestellten elektrischen Betriebsmittel der standortspezifischen Zeichnung für die Klassifizierung elektrischer Betriebsmittel entsprechen, in der die Gefahrenzonen an den Liegeplätzen in Grund- und Aufriss eingetragen sind.

Die Terminals sollten die Zonen identifizieren und die Art der Betriebsmittel festlegen, die in der jeweiligen Zone installiert werden sollen. Es gilt, die nationalen gesetzlichen Vorschriften, internationalen Anforderungen und internen spezifischen Richtlinien des Betriebes, soweit vorhanden, einzuhalten. Mit einem Wartungsplansystem sollte gewährleistet werden, dass die installierten Betriebsmittel weiterhin unversehrt sind und den Anforderungen an die jeweiligen Zonen entsprechen.

Das Personal, das die Wartungsarbeiten an den in den Gefahrenzonen liegenden Betriebsmittel durchführt, sollte geschult und nachweislich qualifiziert für diese Arbeiten sein. Die Zertifizierung kann durch ein internes Verfahren oder entsprechend den Anforderungen der Regelungsbehörden erfolgen. Alle Wartungsarbeiten an den elektrischen Ausrüstungen sollten im Rahmen eines Arbeitsgenehmigungsverfahrens durchgeführt werden (siehe Abschnitt 19.1.3).

17.2 Befenderung

Die Fenderanlagen an den einzelnen Liegeplätzen sollten für die verschiedenen Schiffsgrößen und -typen, die am Liegeplatz anlegen, ausgelegt sein und den zu erwartenden Belastungen standhalten, ohne Schäden am Schiff hervorzurufen. Bei der Auslegung sollte dem Betriebsverfahren am Liegeplatz Rechnung getragen werden.

Bei der Bemessung der Aufprallenergie beim Anlegen, die durch die Fenderanlage abgefangen werden soll, ist der wichtigste Faktor von allen die Geschwindigkeit, mit der das Schiff sich dem Liegeplatz nähert. Die Energie wird als Funktion der Masse und der Geschwindigkeit zum Quadrat berechnet ($E = \frac{1}{2}mv^2$). (Siehe Abschnitt 15.6.2.)

Der Abstand der Fender sollte dem Schiff ermöglichen, längsseits zu liegen, wobei die Fender an den beiden parallel zueinander verlaufenden Bordwänden in allen Freibordhöhen und allen zu erwartenden Tidehöhen angebracht werden.

Das Terminal sollte den Schiffsführern und dem Betriebspersonal des Liegeplatzes die maximal zulässige Anfahrtschwindigkeit für jeden Liegeplatz mitteilen, wobei klar ist, dass sich das oftmals schwer einschätzen lässt.

17.3 Hebevorrichtungen

17.3.1 Inspektion und Wartung

Alle Vorrichtungen zum Heben der Lade- und Löschausrüstungen und/oder Zugangsmittel sollten regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, untersucht und regelmäßig, mindestens alle fünf Jahre oder, wenn die örtlichen Bestimmungen oder Vorgaben des Betriebes dies vorschreiben, auch in kürzeren Abständen Belastungsprüfungen unterzogen werden.

Zu den Vorrichtungen, die geprüft und untersucht werden müssen, gehören:

- Kräne für Umschlagsschläuche, Lademaste, Bootskräne und Gerüste
- Landgangsstege und zugehörige Kräne und Bootskräne
- Kräne für die Verladearme
- Lagerkräne und Bootskräne
- Anschlagseile, Anschlagketten, Deltaplatten, Deckkösen und Schäkkel
- Kettenzüge, Handwinden und ähnliche mechanische Geräte
- Personen- und Lastenaufzüge.

Die Prüfungen sollten durch eine entsprechend qualifizierte Person oder Behörde durchgeführt werden, und auf den Vorrichtungen sollten deutlich die zulässige Tragfähigkeit, die Identifikationsnummer und das Prüfdatum vermerkt werden.

Die Terminals sollen sicherstellen, dass alle Wartungsarbeiten entsprechend den Herstellerrichtlinien durchgeführt und in das Wartungsplansystem aufgenommen werden.

Werden Änderungen oder Instandsetzungsarbeiten an einer zertifizierten Anlage durchgeführt, muss diese wiederholt geprüft und zertifiziert werden, bevor sie für den Einsatz freigegeben wird.

Mangelhafte Anlagen sollten sofort außer Betrieb genommen und erst nach Instandsetzung, Prüfung und, falls gefordert, Neuzertifizierung wieder in Betrieb genommen werden.

17.3.2 Schulung zur Bedienung von Hebevorrichtungen

Alle Arbeitskräfte, die Hebevorrichtungen bedienen, sollten diesbezüglich formell geschult werden.

17.4 Beleuchtung

Die Terminals müssen für eine ausreichende Beleuchtung sorgen, um zu gewährleisten, dass alle Aktivitäten an der Schnittstelle Schiff/Land auch im Dunkeln sicher durchgeführt werden können.

Die Beleuchtungsstärken sollten mindestens den nationalen oder internationalen Normen entsprechen. Besondere Aufmerksamkeit sollte der Beleuchtung von folgenden Bereichen gewidmet werden:

- Arbeitsbereiche am Liegeplatz oder Pierende
- Zugangswege
- Umkreis des Liegeplatzes oder der Pier
- Landungsplätze für Boote
- Vertäudalben und Laufstege
- Treppen zu erhöhten Gerüstbrücken
- Rettungs- und Fluchtwege
- Beleuchtung des Wassers im Umkreis des Liegeplatzes, um ausgelaufenes Öl und eventuell unbefugte Schiffe oder Boote sehen zu können

17.5 Elektrische Isolierung Schiff/Land

17.5.1 Allgemein

Aufgrund möglicher Potenzialdifferenzen zwischen Schiff und Liegeplatz besteht das Risiko, das sich während des Anschließens oder Lösens des landseitigen Schlauches oder Verladearms ein elektrischer Funke bildet. Als Schutz vor diesem Risiko sollte ein elektrisches Isoliermittel an der Schnittstelle zwischen Schiff und Land verwendet werden. Dieses sollte vom Terminal bereitgestellt werden.

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass das Problem der elektrischen Ströme vom Schiff zum Land getrennt von der statischen Elektrizität, die in Kapitel 3 näher erläutert wird, zu sehen ist.

17.5.2 Elektrische Ströme vom Schiff zum Land

In elektrisch leitenden Rohren und flexiblen Schlauchsystemen zwischen Schiff und Land können hohe Ströme fließen. Die Quellen dieser Ströme sind:

- Kathodenschutz der Pier oder des Schiffsrumpfes durch eine Fremdstromschutzanlage (Kathodische Fremdstromschutzanlage) oder durch Opferanoden.
- Streuströme, die auf galvanische Potenzialdifferenzen zwischen Schiff und Land oder Streuwirkungen von elektrischen Stromquellen zurückzuführen sind.

Bei einem Lade- und Löscharm, der komplett aus Metall besteht, hat der Anschluss zwischen Schiff und Land einen sehr niedrigen Widerstand, und es besteht eine echte Gefahr, dass sich ein zündfähiger Funke bildet, wenn der resultierende hohe Stromfluss durch Anschließens oder Lösen des Arms an bzw. von der Schiffssammelleitung plötzlich unterbrochen wird.

Ähnliche Funken können sich bei flexiblen Schlauchverbindungen, die mit metallischen Flanschanschlüssen zwischen den einzelnen Schlauchstücken versehen sind, bilden.

Um einen Stromfluss zwischen Schiff und Land während des Anschließens oder Abkoppelns des landseitigen Schlauches oder Verladearms zu verhindern, sollte der Terminalbetreiber sicherstellen, dass die Ladungsschlauchverbindungen und Metallverladearme mit einem Isolierflansch befestigt werden. Eine alternative Lösung mit flexiblen Schlauchverbindungen wäre, ein Stück eines nichtleitenden Schlauches ohne interne Masseverbindung in jeder Schlauchverbindung zu integrieren. Die Aufnahme eines solchen Widerstands unterbindet komplett, dass Streustrom durch den Verladearm oder die Schlauchverbindung fließt. Gleichzeitig bleibt das gesamte System entweder mit dem Schiff oder mit dem Land geerdet.

Alle Metallteile auf der Wasserseite des Isolierabschnitts sollten mit dem Schiff elektrisch leitend verbunden sein; alle Metallteile auf der Landseite sollten mit dem Erdungssystem der Pier elektrisch leitend verbunden sein. Diese Anordnung gewährleistet eine Stromunterbrechung zwischen Schiff und Land und verhindert die Funkenbildung während des Anschließens bzw. Abkoppelns.

Der Isolierflansch oder das einzelne Stück eines nichtleitenden Schlauches darf nicht durch Berührung einer äußeren Metallfläche kurzgeschlossen werden. Zum Beispiel sollte ein ungeschützter Metallflansch auf der Wasserseite des Isolierflansches oder Schlauchstücks nicht in Berührung mit der Pierkonstruktion kommen, weder direkt noch durch die Schlauchhebevorrichtung.

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Anforderungen für die Anwendung von Isolierflanschen oder eines nichtleitenden Schlauchstücks auch für die Anschlüsse der Gaspendelleitung gelten.

In der Vergangenheit war es üblich, die Schiffs- und Landsysteme durch einen elektrisch leitenden Draht über einen flammsicheren Schalter miteinander zu verbinden, bevor der Ladungsanschluss gemacht wurde, und diesen Draht in Position zu belassen, bis der Ladungsanschluss gelöst wurde. Die Verwendung dieses Drahts hat keine Bedeutung für die elektrostatische Aufladung. Es war ein Versuch, die Elektrolyt-/Kathodenschutzsysteme von Schiff/Land kurzzuschließen und die Schiff/Land-Spannung so stark zu verringern, dass die Ströme in den Schläuchen oder Metallverladearmen unerheblich würden. Aufgrund der Stromstärke und der Schwierigkeit, einen ausreichend geringen elektrischen Widerstand in dem Schiff/Land-Draht herzustellen, wurde dieses Verfahren für den beabsichtigten Zweck jedoch als äußerst ineffektiv eingestuft und hat sich selbst als ein potenzielles Sicherheitsrisiko herausgestellt. Die Verwendung von Schiff/Land-Drähten wird daher nicht empfohlen. (Siehe Abschnitt 17.5.4.)

Während einige nationale und örtliche Bestimmungen immer noch die Verbindung mit einem elektrisch leitenden Draht verlangen, sollte darauf hingewiesen werden, dass die IMO in ihren *'Recommendations on the Safe Transport of Dangerous Cargoes and Related Activities in Port Areas'* (1995) [Empfehlungen für die sichere Beförderung von gefährlichen Gütern und die damit verbundenen Tätigkeiten in Hafengebieten] die Hafenbehörden auffordern, keine Schiff/Land-Drähte mehr zu verwenden und stattdessen der Empfehlung hinsichtlich der Verwendung eines Isolierflansches (siehe Abschnitt 17.5.5 unten) oder eines einzelnen nichtleitenden Schlauchstücks, wie oben beschrieben, zu folgen. Isolierflansche sollten so ausgelegt sein, dass sie keinen versehentlichen Kurzschluss zulassen.

Stromflüsse können auch über andere elektrisch leitende Pfade zwischen Schiff und Land auftreten, z. B. an Festmachdrähten oder Metallleitern oder Landgangsstegen. Diese Verbindungen können isoliert werden, um ein Senken des Kathodenschutzsystems der Pier durch zusätzliche Potentiale des Schiffsrumpfes zu vermeiden. Es ist jedoch äußerst unwahrscheinlich, dass sich an diesen Stellen eine entflammbare Atmosphäre bildet, wenn der elektrische Kontakt hergestellt oder unterbrochen wird.

Das Abschalten der Kathodenschutzsysteme als Fremdstromschutzanlage (wie in einigen nationalen und örtlichen Bestimmungen gefordert) an Land oder auf dem Schiff wird nicht generell als geeignetes Verfahren zur Minimierung der Ströme auf dem Schiff oder an Land bei fehlendem Isolierflansch oder -schlauch angesehen. Für eine Pier, die mehrere Schiffe hintereinander abfertigt, müsste dieser Kathodenschutz fast ständig ausgeschaltet bleiben, was einen Verlust der Korrosionsbeständigkeit bedeuten würde. Außerdem ist es wahrscheinlich, dass, wenn das Piersystem eingeschaltet bleibt, die Potenzialdifferenz zwischen Schiff und Land geringer wäre, wenn das Schiff seinen Kathodenschutz eingeschaltet lassen würde. In jedem Fall dauert die Polarisierung einer Fremdstromschutzanlage mehrere Stunden, bis sie zerfällt, nachdem die Anlage ausgeschaltet wurde, so dass das Schiff seinen Schutz komplett verlieren würde, und zwar nicht nur während es längsseits liegt, sondern auch schon eine gewisse Zeit vor Ankunft im Hafen.

17.5.3 Nicht zutreffend

17.5.4 Elektrisch leitende Drähte zwischen Schiff und Land

Ein elektrisch leitendes Kabel zwischen Schiff und Land ist kein Ersatz für den geforderten Isolierflansch oder -schlauch, wie oben beschrieben. Die Verwendung einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen Schiff und Land kann gefährlich sein und sollte nicht in Erwägung gezogen werden.

Obwohl die potenziellen Gefahren, die mit einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen Schiff und Land verbunden sind, weitgehend bekannt sind, wird darauf verwiesen, dass einige nationale und örtliche Bestimmungen immer noch eine solche Verbindung verlangen können.

Wenn auf die Verwendung einer solchen Verbindung bestanden wird, sollte diese erst geprüft werden, um festzustellen, ob sie mechanisch und elektrisch in Ordnung ist. Die Verbindungsstelle sollte weit genug vom Sammelleitungsbereich entfernt sein. An der Pier sollte sich immer ein Schalter befinden, der mit der Verbindung in Reihe geschaltet ist und der für die Gefahrenzone 1 geeignet ist. Es ist wichtig sicherzustellen, dass der Schalter sich stets in AUS-Stellung befindet, bevor das Kabel angeschlossen oder getrennt wird.

Der Schalter sollte nur eingeschaltet werden, wenn das Kabel ordnungsgemäß angebracht ist und guten Kontakt zum Schiff hat. Das Kabel sollte angebracht werden, bevor die Umschlagschläuche angeschlossen werden, und erst entfernt werden, nachdem die Schläuche demontiert wurden.

17.5.5 Isolierflansch

17.5.5.1 Vorsichtsmaßnahmen

Siehe Abbildung 17.1 - Schematische Darstellung einer typischen Isolierflanschverbindung.

Bei der Montage eines Isolierflansches ist Folgendes zu beachten:

- Wenn die Schiff-Land-Verbindung komplett flexibel ist, wie mit einem Schlauch, sollte der Isolierflansch an dem Pierende integriert werden, da es dort unwahrscheinlich ist, dass er beeinträchtigt wird. Dann muss der Schlauch immer in Hängeposition sein, damit die Anschlussflansche zwischen den Schläuchen nicht auf dem Pierdeck oder auf einer anderen Konstruktion, die den Isolierflansch uneffektiv macht, aufliegen.
- Wenn die Verbindung teilweise flexibel ist und teilweise aus einem Metallverladearm besteht, sollte der Isolierflansch an den Metallverladearm angeschlossen werden.
- Für alle Metallverladearme gilt, dass, wenn die Montage eines Flansches für angebracht erscheint, darauf zu achten ist, dass kein Kurzschluss durch Spanndrähte entsteht.
- Die Position des Isolierflansches sollte deutlich gekennzeichnet werden.

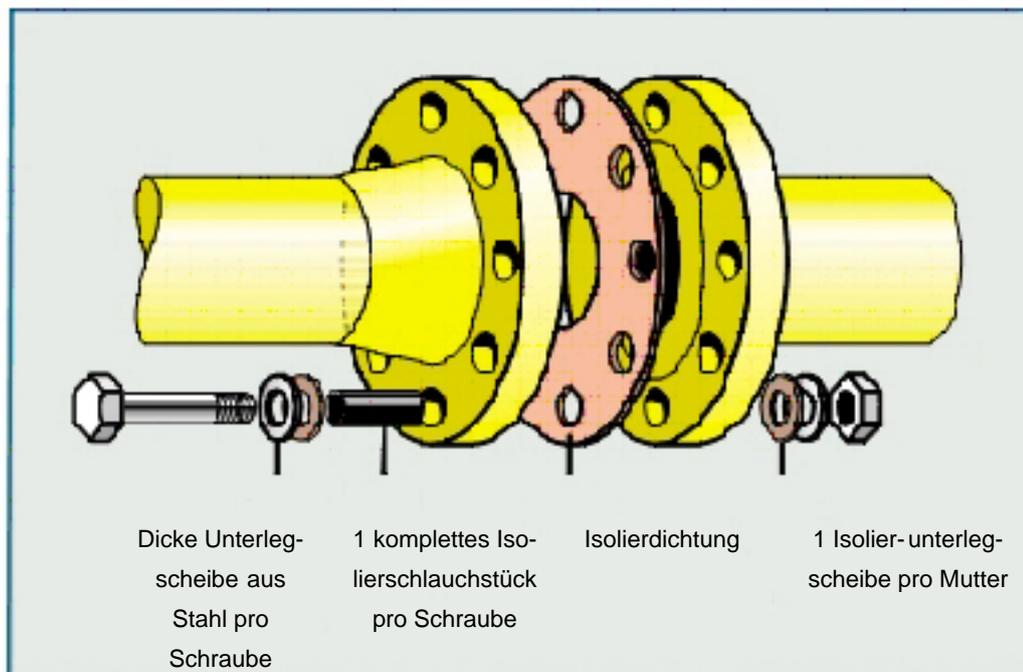


Abbildung 17.1 - Schematische Darstellung eines Isolierflansches

17.5.5.2 Prüfung der Isolierflansche

Isolierflansche sollte mindestens einmal jährlich, im Bedarfsfall auch öfter, inspiziert und geprüft werden. Faktoren, die bei der Ermittlung der Prüfhäufigkeit zu berücksichtigen sind, sind u.a. das Verschleißrisiko aufgrund der Umweltbedingungen, Einsatz und Beschädigungen durch den Umgang. Es sollte sichergestellt werden, dass die Isolierung sauber, unlackiert und in einem funktionstüchtigen Zustand ist. Die Messungen sollten zwischen dem Metallrohr auf der Landseite des Flansches und dem Ende des Schlauchs oder Metallverladearms, wenn frei hängend, erfolgen. Der Messwert nach der Montage sollte nicht weniger als 1000 Ohm betragen. Ein niedrigerer Widerstand kann auf eine Beschädigung oder Verschleiß der Isolierung hinweisen. Das Terminal sollte von allen Prüfungen der Isolierflansche innerhalb des Terminals Protokoll führen.

Isolierflansche dienen zur Vermeidung einer Funkenbildung, verursacht durch Niedrigspannung bei Hochstromkreisen (im Allgemeinen unter 1 Volt, aber potenziell bis zu ca. 5 Volt bei potenziellen Strömen bis zu mehreren Hundert Ampere), die zwischen Schiff und Land aufgrund der Streuströme, des Kathodenschutzes und der galvanischen Zellen bestehen. Es ist nicht beabsichtigt, Schutz vor Hochspannung zu geben, sondern vor Schwachstromfunken, die mit der statischen Entladung verbunden sind.

Deshalb wird der Stromfluss ungeachtet dessen, dass der Widerstand des Flansches aufgrund von Eis, Salznebel oder Produktrückstände auf unter 1000 Ohm fällt, wie oben angegeben, immer noch auf einige Milliampere begrenzt sein, da die Potentialdifferenz am Flansch weitaus geringer ist als erforderlich, um einen Funken während der Montage oder Demontage der Verladearme oder Schläuche zu bilden. Umgekehrt ist es schwierig, einen Niedrigspannungs-/Hochstromkreis mit einer elektrisch leitenden Verbindung erden zu wollen, selbst wenn ein Kabel mit sehr niedrigem Widerstand verwendet wird. Die Gesamtwiderstände der Kabelverbindungen und Schaltgeräte in Kombination mit einer sehr hoher Stromstärke werden effektiv verhindern, dass die Potentialdifferenz zwischen Schiff(en) und Land auf Null fällt, und sie werden diesen Stromkreis als Mittel zum Ausschalten der Ströme Schiff/Land und Schiff/Schiff in den Verladearmen und Schläuche unwirksam machen.

Typische Gleichstrom-Isolationsprüfgeräte werden oft mit einer durch den Benutzer wählbaren Prüfspannung (500/250/50 Volt usw.) ausgestattet, sind aber in der Regel nicht genau eingestellt oder in der Lage, entsprechende Spannungen für Widerstände von weniger als 1000 Ohm anzulegen. Diese Geräte sind daher nicht so sehr für Routineprüfungen geeignet, könnten aber für Neuanlagen eingesetzt werden, wenn der Flansch noch nicht kontaminiert ist und die Ablesewerte der Isolierung viel höher sein werden. Routineprüfungen sollten daher mit einem Isolationsprüfgerät durchgeführt werden, das speziell für eine typische Steuerspannung von 5 Volt oder mehr ausgelegt ist, wenn diese für einen Widerstand von 1000 Ohm oder mehr angelegt wird.

Es wird empfohlen, für Widerstandsmessungen des Isolierflansches keine tragbaren Mehrfachmessgeräte zu verwenden. Obwohl klar ist, dass es Mehrfachmessgeräte geben kann, die in der Lage sind, derartige Messungen durchzuführen, ist die Prüfenergie in der Regel nicht hoch genug, um den Flanschwiderstand effektiv ermitteln zu können; daher können sie fälschlicherweise anzeigen, dass ein Flansch einen angemessenen Widerstand hat. Sollte jedoch ein potenziell geeignetes Mehrfachmessgerät identifiziert werden, wird den Nutzern empfohlen, vor den Messungen zu verifizieren, ob das Gerät den strengen Empfehlungen in diesem Abschnitt gerecht wird.

17.5.5.3 Sicherheit

Für die Messungen sollten Geräte und Verfahren ausgewählt werden, die für die mit dem Standort des Flansches verbundene Gefahrenzone geeignet sind. Wenn die Messung eines Isolierflansches in einer Gefahrenzone mit einem Messgerät erfolgt, das nicht für den Einsatz in einer solchen Zone zertifiziert wurde, sollte die Messung im Rahmen eines Arbeitsgenehmigungsverfahrens durchgeführt werden (siehe Abschnitt 19.1.3).

17.6 Erdungs- und Verbindungsverfahren am Terminal

Durch Erden und Verbinden werden folgende Gefahren minimiert:

- Störungen zwischen Strom führenden Leitern und nicht Strom führenden Metallteilen
- Atmosphärische Entladung (Blitzen)
- Elektrostatische Aufladung.

Die Erdung erfolgt durch die Herstellung eines elektrisch leitenden Niedrigwiderstandspfad zwischen einem leitenden Körper und der allgemeinen Erdmasse. Die Erdung erfolgt natürlich durch den direkten Kontakt mit dem Boden oder Wasser oder bewusst durch eine elektrische Verbindung zwischen einem Körper und der Erde.

Eine elektrische Masseverbindung besteht, wenn ein geeigneter elektrisch leitender Pfad zwischen leitfähigen Körpern hergestellt wird. Die elektrische Masseverbindung kann zwischen zwei oder mehreren Körpern ohne Erdung hergestellt werden, aber üblicher ist, dass durch die Erdung eine Masseverbindung mit der allgemeinen Erdmasse, die wie eine elektrische Verbindung wirkt, entsteht. Die Masseverbindung kann in Konstruktionen, deren Metallteile miteinander verschraubt sind und somit einen Stromdurchgang ermöglichen, oder durch einen zwischengeschalteten zusätzlichen Verbindungsleiter entstehen.

Die meisten Erdungs- und Verbindungsvorrichtungen, die zum Schutz vor elektrischen Störungen oder Blitzen gedacht sind, sind fest in der Anlage, die sie schützen sollen, installiert; ihre Parameter müssen den nationalen Standards des jeweiligen Landes oder den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften, sofern zutreffend, entsprechen.

Der zulässige Widerstand des Erdungssystems richtet sich nach der Art der Gefahr, vor der es schützen soll. Zum Schutz der elektrischen Anlagen und Ausrüstungen wird ein Widerstandswert gewählt, der die ordnungsgemäße Funktionsweise der Schutzvorrichtung (z. B. Abschaltung oder Sicherung) in dem Stromkreis gewährleistet. Für den Blitzschutz richtet sich der Wert nach den nationalen Bestimmungen; in der Regel liegt er zwischen 5 und 25 Ohm.

17.7 Wachsamkeitskontrolle (Totmannschalter)

Ein **Totmannschalter** ist ein Schalter, der automatisch betätigt wird, wenn die Bedienperson handlungsunfähig wird. An einigen Terminals wurde dieser Schalter zum Schutz der Lade- und Löschoptionen installiert. Normalerweise wird ein Alarm ausgelöst, wenn der Totmannschalter nicht in regelmäßigen Abständen zurückgestellt wird. Wird dieser Alarm nicht innerhalb einer bestimmten Zeit bestätigt, werden die Umschlagoperationen automatisch gestoppt.

Wenn ein Wachsamkeitskontrollsystem installiert ist, wird empfohlen, dass:

- a) der Schalter ferngesteuert wird;
- b) wenn eine Fernsteuerung nicht möglich ist, der Fortsetzungsknopf zumindest in einem tragbaren Kasten auf dem Schiff positioniert und jederzeit zugänglich ist;
- c) der Fortsetzungsknopf klar und deutlich gekennzeichnet ist, um eine Verwechslung mit anderen Knöpfen oder Schaltern zu vermeiden;
- d) der Wachsamkeitsalarm wegen der damit verbundenen Druckstöße, die sich ergeben könnten, nicht automatisch die Schließung des Schiffsventils während der Schiffslöschoption aktiviert.

Kapitel 18

LADE- UND LÖSCHAUSRÜSTUNGEN

Dieses Kapitel beschreibt die starren Ausleger und flexiblen Schläuche, die die Verbindung zwischen Schiff und Land herstellen. Die Art der Ausrüstung wird beschrieben und es werden Empfehlungen zur Bedienung, Wartung, Inspektion und Prüfung dieser Ausrüstung gegeben. Bei nicht ordnungsgemäßer Auslegung und Wartung wird diese Ausrüstung zur Schwachstelle, die die Integrität des Umschlagsystems gefährden kann.

18.1 Metallverladearme

18.1.1 Betriebsbereich

Alle Metallverladearme wurden für einen bestimmten Betriebsbereich ausgelegt, bei dem die folgenden Parameter berücksichtigt wurden:

- Wasserstandbereich am Liegeplatz
- Maximale und minimale Freibordhöhe der größten und kleinsten Tankschiffe, für die der Liegeplatz konzipiert wurde
- Minimale und maximale Absenkung der Sammelleitung vom Decksrand
- Änderungsgrenzen in Bezug auf die horizontale Position wegen Abdriften und Reichweite
- Maximaler und minimaler Abstand, wenn mit anderen Verladearmen am Ufer gearbeitet wird.

Die Grenzen des Betriebsbereiches müssen den Betreibern des Liegeplatzes deutlich klar sein. Metallverladearme sollten eine Sichtanzeige für den Betriebsbereich haben und/oder mit Alarmvorrichtungen ausgestattet sein, die ein Überschreiten des Arbeitsbereiches oder Abdriften anzeigen.

Der Verantwortliche für die Operationen am Liegeplatz muss sicherstellen, dass die Sammelleitungen des Schiffs sich in allen Phasen des Lade- und Löschbetriebs innerhalb des Betriebsbereiches befinden. Zu diesem Zweck kann es erforderlich sein, dass das Schiff Ballast laden oder löschen muss. (Siehe auch Abschnitt 11.2).

18.1.2 Kräfte, die auf die Sammelleitungen wirken

Die meisten Metallverladearme werden entlastet, so dass kein anderes Gewicht bis auf das des Verladearms mit Flüssigkeit auf die Sammelleitung wirkt. Da das Gewicht des Öls in den Armen erheblich sein kann (insbesondere bei größeren Durchmessern der Arme), ist es sicher zweckmäßig, das Gewicht durch eine Halterung oder einen Hebebock, bereitgestellt durch das Terminal, zu entlasten.

Einige Arme sind bereits mit Hebeböcken versehen, die auch eingesetzt werden, um eine Überbelastung der Schiffssammelleitung durch das Gewicht des Verladearms oder andere äußere Kräfte wie z. B. Wind zu vermeiden.

Die Terminals sollten ausführliche Informationen zu den Kräften, die auf die Schiffssammelleitung durch die einzelnen Verladearme wirken, haben. Diese Informationen sollten dem Betreiber des Liegeplatzes jederzeit zur Verfügung stehen.

Zur Schulung des Liegeplatzbetreibers gehört auch die ordnungsgemäße Anbringung und Bedienung der Verladearme. Die Betreiber sollten sich der Konsequenzen einer unsachgemäßen Bedienung, die dazu führen kann, dass übermäßige Kräfte auf die Schiffssammelleitung wirken, bewusst sein.

Wenn Halterungen oder Hebeböcke verwendet werden, müssen diese so angebracht werden, dass sie direkt auf dem Deck oder auf einer anderen festen Auflage stehen. Sie dürfen auf keinen Fall an fest eingebauten oder beweglichen Armaturen angebracht werden, die nicht in der Lage oder geeignet sind, die Last zu stützen.

Einige entlastete Arme sind leicht hecklastig, um Ölanhaftungen auszugleichen und die Rückstellung des Arms, wenn dieser von der Schiffssammelleitung getrennt ist, ohne Kraftaufwand in die Ruheposition zu erleichtern. Außerdem kann in einigen Betriebspositionen auch eine aufwärtsgerichtete Kraft auf die Sammelleitung wirken. Aus diesen beiden Gründen sollten die Sammelleitungen auch gegen aufwärtsgerichtete Kräfte gesichert werden.

18.1.3 Beschränkungen der Sammelleitung auf dem Schiff

Das Material, die Halterung und die freitragende Länge der Schiffssammelleitung sowie die Abstände der angrenzenden Auslässe müssen auf Kompatibilität mit den Verladearmen geprüft werden. In der Praxis haben sich am besten Sammelleitungsflansche bewährt, die vertikal und parallel zur Bordwand angebracht sind. Der Abstand der Sammelleitungsauslässe bestimmt mitunter die Anzahl der Verladearme, die angeschlossen werden können, wobei zu vermeiden ist, dass sich nebeneinander liegende Verladearme gegenseitig behindern. In den meisten Fällen werden Sammelleitungen aus Gusseisen übermäßigen Belastungen ausgesetzt, wenn keine Hebeböcke verwendet werden. Auf die Benutzung von Reduzier- und Zwischenstücken aus Gusseisen sollte verzichtet werden. (Siehe Abschnitt 24.6.3.) In einigen Fällen sind Reduzier- und/oder Zwischenstücke aus Gusseisen dauerhaft an den Schiffsleitungen montiert. Wenn das der Fall ist, sollten Halterungen und Hebeböcke direkt an Deck oder auf einer anderen festen Auflage angebracht werden. Ferner sollte der direkte Anschluss an Ventile aus Gusseisen generell vermieden werden.

18.1.4 Unbeabsichtigtes Füllen der Verladearme in Ruhestellung

Die Verladearme sind normalerweise leer, wenn sie in Ruhestellung gebracht und arretiert werden, es kann jedoch vorkommen, dass sie unbeabsichtigt gefüllt werden. Die Arretierung sollte erst gelöst werden, wenn der Verladearm geprüft und bestätigt wurde, dass er leer ist, um zu vermeiden, dass ein unbeabsichtigt gefüllter Verladearm auf das Schiffsdeck fällt.

18.1.5 Eisbildung

Durch Eisbildung wird das Gleichgewicht des Verladearms beeinträchtigt. Deshalb sollte der Verladearm stets vom Eis befreit werden, bevor die Arretierung gelöst wird.

18.1.6 Mechanische Kupplungen

Für die meisten mechanischen Kupplungen muss die Anschlussfläche der Schiffssammelleitung glatt und frei von Rost sein, damit sie dicht abschließt. Beim Anschluss einer mechanischen Kupplung ist darauf zu achten, dass dieses mittig auf dem Sammelleitungsflansch angebracht wird und alle Klauen oder Keile auf dem Flansch nach oben gezogen werden. Bei Verwendung von O-Ringen anstelle von Dichtungen sollten diese bei jeder Gelegenheit ausgetauscht werden.

18.1.7 Windkräfte

Die auf die Metallverladearme wirkenden Windlasten können die Schiffssammelleitungen ebenso wie die Arme übermäßig belasten, und deshalb sollte das Terminal entsprechende Windgrenzwerte für den Betrieb festlegen. An Terminals, an denen die Windbelastung kritisch ist, sollten Windgeschwindigkeit und -richtung genau beobachtet werden. Wenn die Windgrenzwerte erreicht sind, sollten die Operationen unterbrochen und die Arme entleert und abgekoppelt werden.

18.1.8 Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen und Abkoppeln der Verladearme

Aufgrund des Risikos durch unerwartete Bewegungen der kraftgetriebenen und nicht kraftgetriebenen Arme während des Anschließens und Abkoppelns sollten die Betreiber darauf achten, dass alle Arbeitskräfte weit genug entfernt sind von den beweglichen Armen und sich nicht zwischen einem beweglichen Arm und der Schiffskonstruktion befinden. Beim Anschließen von manuell betätigten Armen sollte darauf geachtet werden, dass zwei Taljereeps angebracht werden, um die Bewegung des Anschlussstutzens zu kontrollieren.

18.1.9 Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen der Verladearme

Beim Anschließen der Verladearme sollten die folgenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden:

- Das Festmachen sollte regelmäßig durch das Schiffs- und Landpersonal überwacht und, sofern erforderlich, gewartet werden, damit das Schiff sich innerhalb des Betriebsbereichs des Metallverladearms nicht bewegen kann.
- Wenn Alarmvorrichtungen wegen Abdriften oder Überschreiten des Grenzbereichs angebracht sind und aktiviert werden, muss der gesamte Umschlagbetrieb gestoppt und es müssen Abhilfemaßnahmen getroffen werden.
- Die Verladearme sollten bei Bewegung des Schiffs frei beweglich sein. Es ist darauf zu achten, dass die hydraulisch oder mechanisch betätigten Sperren nicht versehentlich einrasten.
- Die Verladearme dürfen sich nicht gegenseitig behindern.
- Übermäßige Schwingungen sind zu vermeiden.

18.1.10 Kraftbetriebene Notlösekupplungen

Eine kraftbetriebene Notlösekupplung ist ein hydraulisch betätigtes Gerät, das ein schnelles Lösen des Schiffsverladearms im Notfall oder bei Überschreiten des Betriebsbereichs des Verladearms ermöglicht. Auf jeder Seite der Freigabestelle befindet sich ein Ventil, das dazu dient, die Menge des auslaufenden Produkts zu minimieren. Bei landseitiger Entriegelung bleibt der obere Teil des Verbindungsstücks mit dem dazugehörigen Ventil am Verladearm befestigt, der sich dann frei nach oben vom Schiff weg bewegen lässt.

Das Notlösesystem wird wie folgt aktiviert:

- Automatisch, wenn der Arm die festgelegte Grenze erreicht hat; in der Regel ertönt ein Alarm.
- Manuell, vom zentralen Leitstand an Land.
- Manuell, mit Hilfe von Hydraulikventilen bei Ausfall der elektrischen Stromversorgung an Land.

Die Ventile des Notlösesystems oberhalb und unterhalb der Notlösekupplung werden hydraulisch bzw. mechanisch verriegelt, um zu gewährleisten, dass sie vor Betätigung der Notlösekupplung komplett schließen.

Sobald die Notlösung aktiviert wurde, kommt es zu einem schnellen Schließen der an die Notlöseeinrichtung angrenzenden Ventile (in der Regel in weniger als 5 Sekunden), und daher sind Vorsichtsmaßnahmen erforderlich, um Druckstöße zu vermeiden (siehe Abschnitt 16.8). Es ist üblich, dass das Terminal die Druckstoßkontrollvorrichtungen zu diesem Zweck bereitstellt, sollte dies aber nicht der Fall sein, können spezielle Betriebsverfahren erforderlich sein.

18.2 Ladeschläuche

18.2.1 Allgemein

Ölladeschläuche sollten den anerkannten Normanforderungen oder den Empfehlungen des OCIMF, bestätigt durch etablierte Schlauchhersteller, entsprechen. Schlauchmaterial und -typ sollten den Einsatz- und Betriebsbedingungen entsprechen, unter denen der Schlauch verwendet werden soll.

Für Ladungen mit hohen Temperaturen, wie z. B. Heißbitumen, und auch mit niedrigen Temperaturen werden Spezialschläuche benötigt.

Die Informationen über Ladeschläuche, die in den folgenden Abschnitten (18.2.2 bis 18.2.5) enthalten ist, wurden aus den Normen EN 1765 : 2005 und BS 1435-2 : 2005 ('Gummischlauchleitungen für das Ansaugen und Fördern von Öl') entnommen. Sie geben allgemeine Hinweise auf Schläuche, die für normale Ladungsumschlagaktivitäten bereitgestellt werden können, allgemein auch als 'Andockschläuche' bezeichnet.

Es kann auch, sofern zutreffend, auf die europäischen Normen EN 12115 : 1999 (Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen) oder EN 13765 : 2003 (Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläuche und Schlauchleitungen) oder EN ISO 10380 : 2003 (Gewellte Metallschläuche und Schlauchleitungen) verwiesen werden.

18.2.2 Arten und Anwendungsfälle

Für den normalen Einsatz gibt es drei Grundarten von Schläuchen:

Raue Innenfläche (R)

Schläuche dieser Art sind schwer und robust und mit einer Innenauskleidung versehen, die durch eine Stahldrahtwendel verstärkt ist. Sie werden beim Ladungsumschlag an Terminalstegen eingesetzt. Ähnliche Schläuche gibt es auch für Untersee- und schwimmende Anwendungen (Typ R x M).

Glatte Innenfläche (S)

Schläuche mit glatter Innenfläche werden beim Ladungsumschlag an Terminalstegen eingesetzt, sie sind jedoch leichter als die Schläuche mit rauher Innenschicht und die Innenschicht ist nicht durch eine Drahtwendel verstärkt. Ähnliche Schläuche gibt es auch für Unterwasser- und schwimmende Anwendungen (Typ S x M).

Leichte Schläuche (L)

Leichte Schläuche werden nur beim Entladen oder Beladen von Bunkern eingesetzt, wo es auf Flexibilität und ein geringes Gewicht ankommt.

Alle diese Schlaucharten können elektrisch leitend oder nicht leitend ausgelegt werden.

Es gibt eine Reihe von Spezialschläuchen, die den gleichen Grundaufbau haben, aber für bestimmte Zwecke oder Anwendungen modifiziert werden.

18.2.3 Leistung

Schläuche werden nach ihrem Nenndruck eingestuft, der im Einsatzfall nicht überschritten werden sollte. Schläuche, die bei Ansaug- und Entladeoperationen eingesetzt werden, wurden einem Vakuumtest durch den Hersteller unterzogen.

Normschläuche sind in der Regel für Produkte mit einer Mindesttemperatur von 20 °C und einer Höchsttemperatur von 82 °C und mit einem aromatischen Kohlenwasserstoffgehalt von maximal 25 % ausgelegt. Diese Schläuche eignen sich normalerweise für Sonnen- und Umgebungstemperaturen von 29 °C bis 52 °C.

18.2.4 Kennzeichnung

Jede Schlauchlänge sollte durch den Hersteller wie folgt gekennzeichnet werden:

- Name oder Marke des Herstellers
- Normherstellungsmaße
- Werksprüfdruck
- Herstellungsmonat und -jahr
- Seriennummer des Herstellers
- Vermerk, ob der Schlauch elektrisch leitend oder nicht leitend ist.

18.2.5 Durchflussgeschwindigkeiten

Die maximal zulässige Durchflussgeschwindigkeit in einem Schlauch wird durch seinen Aufbau und Durchmesser begrenzt. Nähere Angaben sollten in den Empfehlungen und der Zertifizierung des Herstellers enthalten sein. Bei der Festlegung der Durchflussgeschwindigkeiten sollten die Betreiber jedoch weitere Faktoren berücksichtigen. Dazu gehören unter anderem:

- der zugrunde liegende Sicherheitsfaktor;
- Grenzen, die durch die Durchflussgeschwindigkeiten in dem fest montierten Rohrleitungssystem des Schiffs vorgegeben sind;
- Wetterbedingungen, die Bewegungen des Schlauchs verursachen;
- Alter, Einsatz und Zustand des Schlauchs;
- Häufigkeit der Schlauchbenutzung und Schlauchlagerungsverfahren;
- andere lokale Aspekte.

In der folgenden Tabelle sind Durchflussgeschwindigkeiten von Schläuchen angegeben, die dem Britischen Standard oder den Richtlinien der OCIMF entsprechen.

Mengendurchsatz bei einer Geschwindigkeit von 12 Metern pro Sekunde			
Schlauchnennweite		Mengendurchsatz	
Zoll	Millimeter	m ³ /h	Barrel/Stunde
2"	50	87	550
4"	101	349	2199
6"	152	783	4930
8"	203	1398	8794
10"	254	2188	13768
12"	305	3156	19852

Tabelle 18.1 – Mengendurchsatz in Abhängigkeit von der Nennweite bei einer Geschwindigkeit von 12 m/s

18.2.6 Inspektions-, Prüfungs- und Wartungsanforderungen an angedockte Ladeschläuche

18.2.6.1 Allgemein

Ladeschläuche im Einsatz sollten nachweislich mindestens jährlich geprüft werden, um ihre weitere Einsatztauglichkeit zu bestätigen. Zur Prüfung gehört:

- Sichtprüfung auf Verschleiß/Schäden
- Drucktest bei einem Druck, der 1,5 mal so groß ist wie der Nennarbeitsdruck, um undichte Stellen oder Verschiebungen an den Schlauchverschraubungen feststellen zu können. (Die vorübergehende Dehnung bei einem Nennarbeitsdruck sollte als Zwischenschritt gemessen werden.)
- Stromdurchgangsprüfung.

Die Schläuche sollten entsprechend festgelegter Kriterien aus dem Verkehr gezogen werden.

Diese Hinweise gelten auch für Ladeschläuche des Schiffs, die auf dem Schiff und an Land angeschlossen werden, und für alle anderen flexiblen Schläuche, die zwischen den Schiffs- und Landumschlagssystemen angeschlossen werden, wie z. B. Überbrückungsschläuche am Ende einer Rampe zu einem Pontonliegeplatz.

Der Schlauchbesitzer sollte bestätigen, dass alle bereitgestellten Schläuche zertifiziert, gebrauchstauglich und in einem gutem physischen Zustand sind und einem Drucktest unterzogen wurden.

In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Inspektionen und Prüfungen ausführlicher beschrieben.

18.2.6.2 Sichtprüfung

Eine Sichtprüfung sollte Folgendes beinhalten:

- Prüfung der Schlauchleitung auf Unregelmäßigkeiten im Außendurchmesser, z. B. Kräuseln.
- Prüfung der Schlauchdecke auf freigelegte Schlaucharmierung oder Dauerverformung.
- Prüfung der Schlauchverschraubungen auf Anzeichen für einen Schaden, Abweichung oder fehlerhafte Ausrichtung.

Eine Schlauchleitung, die einen der vorgenannten Mängel aufweist, sollte außer Betrieb genommen und näher inspiziert werden. Wenn eine Schlauchleitung nach einer Sichtprüfung außer Betrieb genommen wird, sollten der Grund dafür und das Datum schriftlich festgehalten werden.

Wenn Ladeschläuche aus einem beliebigen Grund nicht für den angedachten Zweck geeignet und außer Betrieb genommen worden sind, sollten sie deutlich gekennzeichnet (oder beschriftet) werden, um missbräuchliche Verwendung zu vermeiden.

18.2.6.3 Druckprüfung (Integritätsprüfung)

Schlauchleitungen sollten zur Prüfung ihrer Integrität hydrostatisch geprüft werden. Die Abstände zwischen den Prüfungen sollten sich nach den Betriebserfahrungen richten, aber auf keinen Fall mehr als 12 Monate betragen. Für Schläuche, die besonders aggressive Produkte oder Produkte mit erhöhten Temperaturen umschlagen, sollten die Prüfintervalle kürzer sein.

Schläuche, deren Nenndruck überschritten wurde, müssen entfernt und wiederholt geprüft werden, bevor sie weiter benutzt werden dürfen.

Für jede Schlauchleitung sollte ein Serviceheft geführt werden.

Es wird folgendes Prüfverfahren empfohlen:

- (i) Schlauchleitung gerade auf Unterstützungslinien ausbreiten, die eine freie Beweglichkeit des Schlauchs während der Druckprüfung ermöglichen. Stromdurchgangsprüfung durchführen.
- (ii) Schlauch durch Verschrauben von Blindflanschen an beiden Enden verschließen, wobei ein Blindflansch mit einem Anschluss für die Wasserpumpe und der andere mit einem handbetätigten Ventil versehen wird, mit dem Luft durch die Öffnung abgelassen wird. Schlauchleitung mit Wasser füllen, bis ein konstanter Wasserstrom durch die Öffnung fließt.
- (iii) Prüfpumpe an einem Ende anschließen.
- (iv) Gesamtlänge der Schlauchleitung messen und protokollieren. Druck langsam bis auf den Nennarbeitsdruck erhöhen.
- (v) Prüfdruck 5 Minuten lang halten und dabei die Schlauchleitung auf undichte Stellen an den Stutzen oder auf Anzeichen für Verdrehen oder Verkanten untersuchen.
- (vi) Länge der Schlauchleitung nach den 5 Minuten nochmals messen, so lange der Schlauch noch unter vollem Druck steht. Vorübergehende Dehnung bestätigen und den höheren Wert als Prozentzahl der Originallänge notieren.
- (vii) Druck langsam auf das 1,5-fache des Nennarbeitsdrucks erhöhen und diesen Druck 5 Minuten lang halten.

- (viii) Schlauchleitung untersuchen und auf undichte Stellen und Anzeichen für Verdrehung und Verkantung prüfen. Schlauch einer Stromdurchgangsprüfung bei Prüfdruck unterziehen.
- (ix) Druck auf Null reduzieren und Schlauchleitung entleeren. Erneut auf Stromdurchgang prüfen.

Wenn es keine Anzeichen für undichte Stellen oder eine Verschiebung der Verschraubungen gibt, als die Schlauchleitung unter Prüfdruck stand, aber der Schlauch eine wesentliche Verdrehung oder übermäßige Dehnung aufweist, sollte die Schlauchleitung ausgemustert und nicht wieder für den Einsatz zugelassen werden.

18.2.6.4 Stromdurchgangsprüfung

Wenn flexible Schlauchverbindungen eingesetzt werden, kann nur ein Schlauchstück ohne interne elektrische Masseverbindung (unterbrochener Stromdurchgang) als Alternative zu einem Isolierflansch in die Schlauchverbindung integriert werden (siehe Abschnitt 17.5.2). Alle anderen Schläuche in der Schlauchverbindung sollten elektrisch leitend verbunden werden. Da der Stromdurchgang durch jede der physischen Schlauchprüfungen beeinträchtigt werden kann, sollte vor, während und nach den Druckprüfungen der elektrische Widerstand geprüft werden.

Ein Schlauch ohne Stromdurchgang sollte einen Widerstand von nicht weniger als 25.000 Ohm, gemessen zwischen den Stutzen (von Schlussflansch bis Schlussflansch), haben. Die Prüfung von nicht leitenden Schläuchen sollte mit Hilfe eines 500 V-Prüfgeräts erfolgen.

Elektrisch leitende Schläuche sollten einen Widerstand von nicht mehr als 0,75 Ohm pro Meter, gemessen zwischen den Stutzen (von Schlussflansch bis Schlussflansch) haben.

18.2.6.5 Ausmusterung

Die Lebensdauer sollte in Absprache mit dem Schlauchhersteller für jeden Schlauchtyp festgelegt werden, um zu wissen, wann der Schlauch ausgemustert werden muss, und zwar unabhängig davon, ob er die Inspektions- und Prüfkriterien erfüllt.

Bei welcher vorübergehenden Dehnung Schlauchleitungen mit glatter Innenfläche ausgemustert werden sollten, richtet sich nach der Art der Schlauchleitungs-konstruktion, wie z. B.:

- a) Die vorübergehende Dehnung, die entsprechend Abschnitt 18.2.6.3 oben gemessen wurde, sollte nicht das 1,5-fache der vorübergehenden Dehnung einer neuen Schlauchleitung überschreiten.

Zum Beispiel:

Vorübergehende Dehnung einer neuen Schlauchleitung: 4 %

Vorübergehende Dehnung bei der Prüfung: maximal 6 %

oder

- b) Bei Schlauchleitungen, bei denen die vorübergehende Dehnung der neuen Schlauchleitung 2,5 % oder weniger betrug, sollte die vorübergehende Dehnung bei der Prüfung nicht mehr als 2 % über der der neuen Schlauchleitung liegen.

Zum Beispiel:

Vorübergehende Dehnung einer neuen Schlauchleitung: 1 %

Vorübergehende Dehnung einer alten Schlauchleitung: maximal 3 %.

18.2.6.6 Erklärung der Druckgrößenbestimmung für Schläuche

In Abbildung 18.1 wird der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Druckdefinitionen, die allgemein üblich sind, veranschaulicht. Die einzelnen Begriffe sind im Folgenden kurz erklärt:

Betriebsdruck

Das ist ein allgemeiner Ausdruck, der den normalen Druck beschreibt, der in einem Schlauch während des Ladungsumschlags auftritt. Generell würden damit die Betriebsdrücke der Ladepumpe oder der hydrostatische Druck von einem statischen System reflektiert werden.

Arbeitsdruck

Damit ist im Prinzip das Gleiche gemeint wie mit 'Betriebsdruck'.

Nennarbeitsdruck

Das ist der allgemeine Referenzwert der Ölindustrie, der das maximale Druckvermögen eines Ladungssystems beschreibt. Es wird nicht davon ausgegangen, dass bei dieser Druckgrößenbestimmung die dynamischen Druckstöße berücksichtigt werden, wohl aber die Nenndruckschwankungen, die während der Ladungsumschlags zu erwarten sind.

Maximaler Arbeitsdruck

Hier gilt das Gleiche wie für den Nennarbeitsdruck; der Begriff wird in BS- und EN-Normen für die Auslegung von Schläuchen nach diesen Normen verwendet.

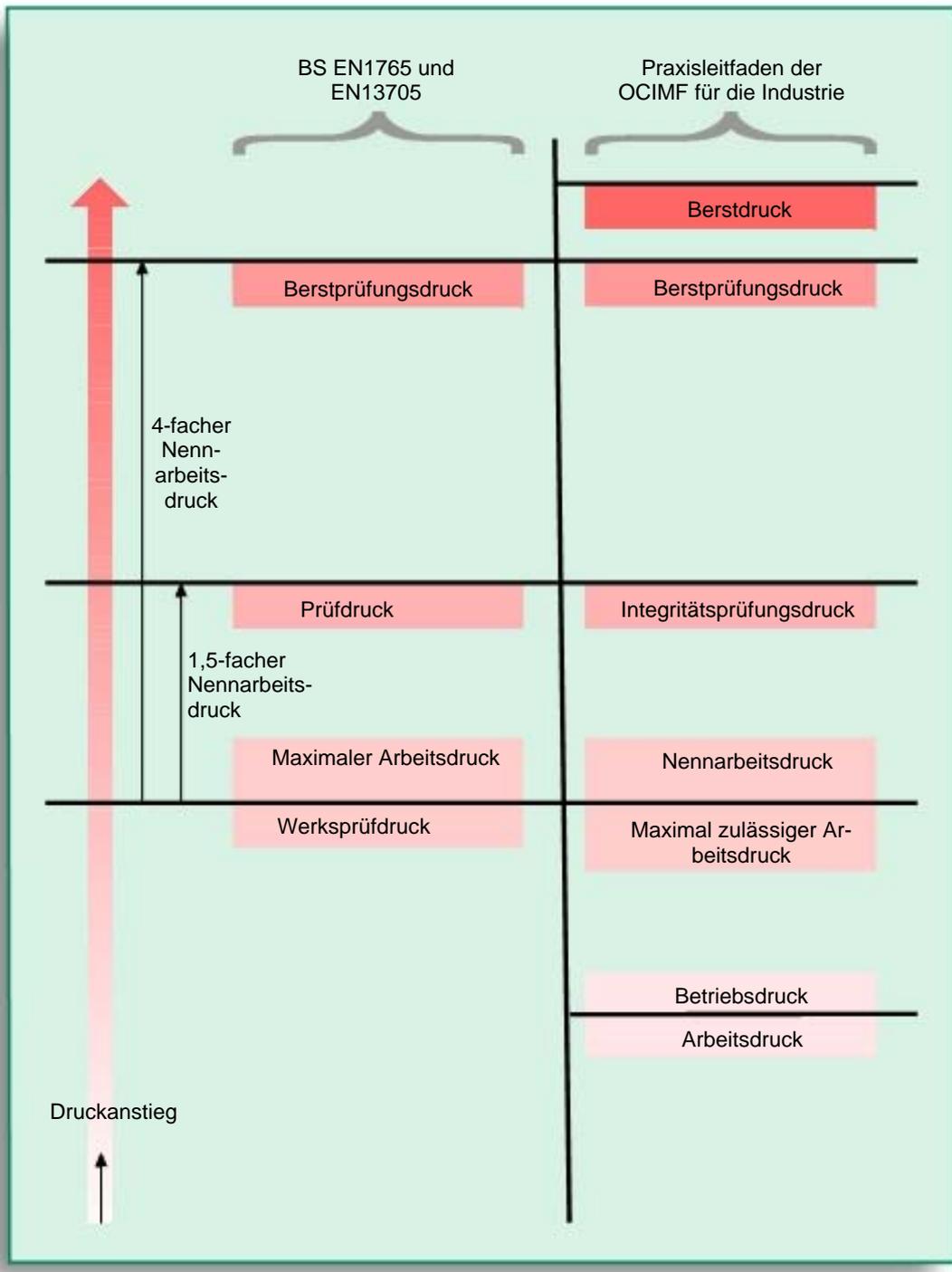


Abb. 18.1 – Terminologie zur Beschreibung von Schlauchdrücken

Maximal zulässiger Arbeitsdruck

Bezeichnet das Gleiche wie Nennarbeitsdruck und maximaler Arbeitsdruck. Der maximal zulässige Arbeitsdruck wird von der US-Küstenwache als Referenzwert und allgemein von Terminals verwendet, um die Anwendungsgrenzen ihrer Systeme und Ausrüstungen zu bestimmen.

Werksprüfdruck

Dieser Begriff wurde der Norm EN 1765 entnommen; er beschreibt das Gleiche wie der maximale Arbeitsdruck, der wiederum das Gleiche bedeutet wie Nennarbeitsdruck.

Prüfdruck

Das ist ein einmaliger Druck, der auf Produktionsschläuche wirkt, um die Integrität nach der Herstellung zu gewährleisten, und der sich auf das 1,5-fache des Nennarbeitsdrucks beläuft.

Berstprüfungsdruck

Das ist eine Prüfanforderung für einen einzelnen Schlauchprototyp, mit dem die Schlauchausführung und die Herstellung jedes spezifischen Schlauchtyps bestätigt werden soll. Der Druck entspricht mindestens dem 4-fachen des Werksprüfungsdrucks, der auf spezifische Weise angewendet werden und 15 Minuten lang gehalten werden muss, ohne dass der Schlauch platzt.

Berstdruck

Das ist der tatsächliche Druck, bei dem ein Schlauchprototyp platzt. Bei einem qualitätsgerechten Schlauchprototyp wäre der Berstdruck höher als der Berstprüfungsdruck.

18.2.7 Anforderungen an Schlauchflansche

Die Flanschabmessungen und Flanschbohrungen sollten den örtlichen üblichen Normen (z. B. DIN / ISO / EN / ASA / ANSI, vorzugsweise NP 10) für Flansche von Landleitungs- und Schiffssammelleitungsanschlüsse entsprechen.

18.2.8 Betriebsbedingungen

Für Ölladungsschläuche, die für den normalen Betrieb gedacht sind:

- Öltemperaturen, die die vom Hersteller festgelegten Werte überschreiten, in der Regel 82 °C, sollten vermieden werden (siehe Abschnitt 18.2.3).
- Der vom Hersteller festgelegte maximal zulässige Arbeitsdruck sollte eingehalten und Druckstöße sollten vermieden werden.
- Schläuche, die für Weißöl verwendet werden, haben eine kürzere Lebensdauer als Schläuche, die für Rohöl verwendet werden.

18.2.9 Längere Lagerung

Neue Schläuche, die vor dem Gebrauch gelagert werden, bzw. Schläuche, die zwei Monate oder länger nicht benutzt wurden, sollten möglichst in einem kühlen, dunklen und trockenen Raum mit normaler Luftzirkulation gelagert werden. Sie sollten entleert und mit Frischwasser ausgespült werden und horizontal auf festen Auflagen, die in bestimmten Abständen angebracht sind, gelagert werden, damit der Schlauch gerade bleibt. Es ist darauf zu achten, dass die Schlauchaußenseite nicht mit Öl in Berührung kommt.

Wird der Schlauch im Freien gelagert, ist darauf zu achten, dass er gut vor der Sonne geschützt wird.

Empfehlungen zur Schlauchlagerung sind in der Publikation der OCIMF '*Guidelines for the Handling, Storage, Inspection and Testing of Hoses in the Field*' [Hinweise für den Einsatz, die Lagerung, Inspektion und Prüfung von Schläuchen unter praktischen Bedingungen] enthalten.

18.2.10 Prüfungen vor Einsatz des Schlauchs

Es liegt in der Verantwortung des Terminals, Schläuche bereitzustellen, die in einem ordnungsgemäßen Zustand sind, und der Schiffsführer kann Schläuche ablehnen, wenn ihm diese als mangelhaft erscheinen.

Schlauchleitungen sollten regelmäßig einer Sichtprüfung unterzogen werden. Wenn Schlauchleitungen ständig oder häufig genutzt werden, sollte die Leitung vor jedem Be- und Entladevorgang geprüft werden. Schlauchleitungen, die nicht so häufig benutzt werden, sollten vor jedem Einsatz geprüft werden.

18.2.11 Handhabung, Heben und Aufhängen

Schläuche sind stets mit Sorgfalt zu handhaben und sollten nicht über eine Fläche gezogen oder gerollt werden, um ein Verdrehen des Schlauchkörpers zu vermeiden. Es ist darauf zu achten, dass Schläuche nicht mit heißen Flächen wie z. B. einem Dampfrohr in Berührung kommen. Alle Stellen, an denen sich die Schläuche scheuern oder reiben könnten, sollte mit einem Schutz versehen werden.

Es sollten Hebebrücken und sattelartige Hebevorrichtungen bereitgestellt werden. Die Verwendung von Stahldraht in direktem Kontakt mit dem Schlauch ist nicht zulässig. Die Schläuche sollten nicht an einer einzigen Stelle mit herunterhängenden Enden angehoben, sondern an verschiedenen Stellen gestützt werden, damit sie nicht so stark gebogen werden, dass der Biegeradius kleiner ist als der Empfehlungswert des Herstellers.

Übermäßige Gewichte auf der Schiffssammelleitung sollten vermieden werden. Bei übermäßiger freier Länge oder wenn sich das Schiffsventil außerhalb des Stützbocks befindet, sollte die Sammelleitung zusätzlich gestützt werden. Zum Schutz des Schlauchs vor scharfen Kanten und Hindernissen sollte an der Bordwand horizontal eine gewölbte Platte oder ein Rohrabschnitt befestigt werden. Es sollte eine entsprechende Halterung für den Schlauch bereitgestellt werden, wenn dieser an die Sammelleitung angeschlossen wird. Wenn diese Halterung über einen einzigen Hebepunkt, wie z. B. einen Ladebaum, erfolgt, sollte die Schlauchverbindung durch Hahnepoten oder Gurtbänder gestützt werden. Einige Schläuche sind speziell so ausgelegt, dass sie nicht gestützt werden müssen.

Während des Anhebens der Schlauchverbindungen, sollte das Berühren der Bordwand und von scharfen Kanten vermieden werden.

Werden Mängel am Schlauch festgestellt, die seine Integrität beeinträchtigen könnten, sollte der Schlauch zwecks weiterer Prüfung und Instandsetzung außer Betrieb genommen werden.

Siehe auch Abbildung 18.2.

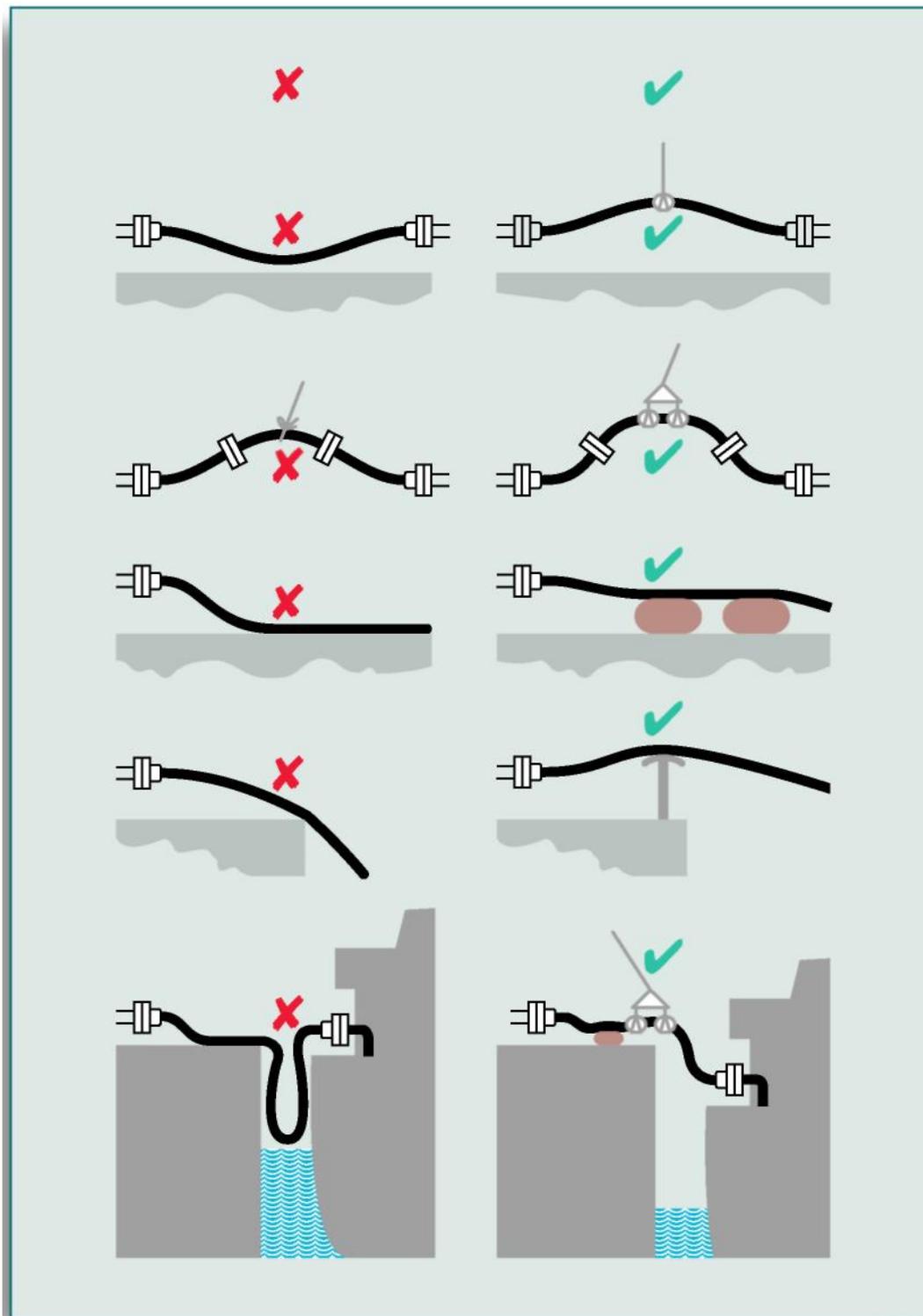


Abbildung 18.2 - Handhabung von Ladeschläuchen

18.2.12 Nicht zutreffend

18.2.13 Nicht zutreffend

18.3 Gasüberwachungssysteme

Einige Terminals sind mit Gasüberwachungssystemen ausgerüstet, die Dämpfe, die ein Schiff während des Ladebetriebs verdrängt, aufnehmen und aufbereiten. Das Terminalbetriebshandbuch sollte eine vollständige Beschreibung des Systems und Anforderungen an eine sichere Betriebsweise enthalten. Die Informationsbroschüre des Terminals, die ankommenden Schiffen zu Informationszwecken zur Verfügung gestellt wird, sollte auch nähere Angaben zum Gasrückgewinnungssystem enthalten.

Das gesamte Landpersonal, das für die Umschlagsoperationen verantwortlich ist, sollte ein strukturiertes Schulungsprogramm absolvieren, das das spezielle Gasüberwachungssystem des jeweiligen Terminals beinhaltet. Die Schulung sollte auch Einzelheiten zu den typischen Ausrüstungen, die an Bord der Tankschiffe installiert sind, und zu den damit verbundenen Betriebsverfahren enthalten.

Das Schiffs- und Landpersonal sollte in den Gesprächen vor den Umschlagaktivitäten alle Beschränkungen, die mit dem Betrieb des Gasüberwachungssystems verbunden sind, abstimmen. In der Sicherheitscheckliste (siehe Abschnitt 26.3) wird bestätigt, dass diese Informationen ausgetauscht und abgestimmt wurden.

Abschnitt 11.1.13 enthält Informationen zu den wichtigsten Sicherheitsfragen bezüglich der Ladungsumschlagoperationen mit Gasrückgewinnung.

Kapitel 19

SICHERHEIT UND BRANDSCHUTZ

Dieses Kapitel enthält allgemeine Richtlinien zum Sicherheitsmanagement an den Terminals und Empfehlungen zur Auslegung und Bedienung von Brandmelde- und Brandschutzanlagen.

Die Hinweise zu den Feuerlöscheinrichtungen in diesem Kapitel sind in Verbindung mit Kapitel 5 zu betrachten, das sich mit der Brandschutzlehre befasst.

19.1 Sicherheit

19.1.1 Auslegungskriterien

Die Anordnung sowie die Anlagen und Einrichtungen an einem Terminal werden von vielen Faktoren bestimmt, z. B.:

- Örtliche Topografie und Wassertiefe,
- Zugang zu den Liegeplätzen - offenes Meer, Fluss, Kanal oder Meeresarm,
- Art der umzuschlagenden Ladung,
- Umzuschlagende Lademengen,
- Anlagen und Einrichtungen sowie Infrastruktur vor Ort,
- Umgebungsbedingungen und Beschränkungen vor Ort,
- Strömung und Tide,
- Örtliche und internationale Bestimmungen (z. B. Fluchtwege, Not-Aus-Schalter).

Die meisten Entscheidungen zur Anordnung der Betriebsanlagen eines Terminals werden zu Beginn der Projektierungsphase getroffen. Viele Terminals haben sich jedoch im Laufe der Zeit weiterentwickelt und müssen vielleicht eine größere Produktvielfalt, größere Lademengen und größere Tankschiffe abfertigen, als zu dem Zeitpunkt, da sie ursprünglich konstruiert wurden, angenommen wurde. Es kann auch sein, dass Terminals auf geringere Mengendurchsätze oder veränderte Umweltbedingungen, neue Anforderungen und/oder gesetzliche Vorschriften reagieren müssen.

Alle Terminals sollten einer regelmäßigen Prüfung unterzogen werden, um zu gewährleisten, dass alle bereitgestellten Betriebsanlagen in Bezug auf die Arbeiten, die durchgeführt werden, und die geltenden gesetzlichen Vorschriften funktionsfähig bleiben. Diese Prüfungen sollten die in den folgenden Abschnitten aufgeführten Punkte abdecken, damit das erforderliche Sicherheitsniveau des Terminals kontinuierlich gehalten werden kann.

19.1.2 Sicherheitsmanagement

Jedes Terminal sollte ein umfassendes Sicherheitsprogramm haben, um ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleisten zu können. Das Sicherheitsprogramm sollte gewährleisten, dass die folgenden Themen angesprochen werden:

- Notfallmanagement
- Unfallmaßnahmen und Evakuierung von Verletzten
- Regelmäßige Brandschutz- und Ölbekämpfungsübungen. Diese Übungen sollten alle Aspekte und potenziellen Unfallorte berücksichtigen und die Tankschiffe am Liegeplatz einbeziehen
- Rückmeldung von Notfallübungen
- Risikoerkennung und Risikoeinschätzung
- Arbeitsgenehmigungssysteme
- Meldung eines Unfalls, Untersuchungen und Folgemaßnahmen
- Meldung eines Beinaheunfalls, Untersuchungen und Folgemaßnahmen
- Sicherheitsprüfungen vor Ort
- Sichere Arbeitsverfahren und Vorgaben für Sauberkeit und Ordnung
- Persönliche Schutzausrüstung. Mit der Bereitstellung von Anlagen und Geräten und den entsprechenden Nutzungsvorschriften sollten auch dritte Beteiligte herangezogen werden, wie z. B. die Besatzung der Schlepper und Festmacherboote, Festmachermannschaft oder Frachtgutachter
- Sicherheitsbesprechungen zur Personalstruktur des Terminals, die das gesamte Personal betreffen
- Sicherheitsbriefings für das Arbeitsteam
- Sicherheitsbesprechungen vor Arbeitsaufnahme
- Sicherheitsmanagement in Bezug auf Besucher, Vertragspartner und die Schiffsbesatzung
- Vor-Ort-Schulungen und Unterweisungen.

19.1.3 Arbeitsgenehmigungssysteme - allgemeine Überlegungen.

Arbeitsgenehmigungssysteme finden in der Industrie breite Anwendung. Die Genehmigung ist im Wesentlichen ein Dokument, das die geplante Arbeit und die dadurch erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen beschreibt und alle notwendigen Sicherheitsmaßnahmen und Sicherheitseinrichtungen festlegt. (Arbeitsgenehmigungssysteme sind ausführlich in Abschnitt 9.3 beschrieben.)

Für Arbeiten in gefährdeten und gefährlichen Bereichen sollten in der Regel Genehmigungen z. B. für folgende Arbeiten eingeholt werden:

- Warmarbeiten
- Arbeiten mit Funkenpotenzial
- Arbeiten an Elektrogeräten
- Taucharbeiten
- Schwere Hebearbeiten
- Betreten von geschlossenen Räumen (siehe Kapitel 10)
- Arbeiten in Hochlage und Wassernähe
- Öffnen von Tanks und Leitungsanlagen.

Die Genehmigung sollte klare Angaben in Bezug auf das spezielle Betriebsmittel, den Einsatzbereich, den Umfang der genehmigten Arbeiten, die einzuhaltenden Bedingungen und erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen, den Zeitpunkt und die Gültigkeitsdauer enthalten. Die Gültigkeitsdauer sollte in der Regel einen Arbeitstag nicht überschreiten. Die Genehmigung sollte mindestens in zwei Exemplaren ausgestellt werden, von denen ein Exemplar beim Aussteller und das andere bei der Person am Einsatzort verbleibt.

Die Genehmigung sollte eine Checkliste enthalten, die dem Aussteller und Benutzer eine methodische Vorgehensweise ermöglicht, die Sicherheit am Einsatzort zu prüfen und alle notwendigen Bedingungen festzulegen. Kann eine der genannten Bedingungen nicht erfüllt werden, darf die Genehmigung nicht erteilt werden, bis Abhilfemaßnahmen getroffen worden sind.

Für die verschiedenen Risiken werden unterschiedliche Arbeitsgenehmigungssysteme empfohlen. Die Anzahl der geforderten Genehmigungen hängt von der Komplexität der geplanten Arbeit ab. Es ist darauf zu achten, dass eine für Folgearbeiten erteilte Genehmigung die Sicherheitsbedingungen einer zuvor erteilten Genehmigung nicht aufhebt. So darf z. B. keine Genehmigung zum Lösen eines Flansches erteilt werden, wenn dieser an einen Bereich angrenzt, für den die Genehmigung für Warmarbeiten erteilt wurde.

Vor Erteilen einer Genehmigung und während der Gültigkeitsdauer dieser Genehmigung muss der Terminalbeauftragte sich vergewissern, dass die Bedingungen am Einsatzort oder die Beschaffenheit der Anlage, an der gearbeitet werden soll, für die geplanten Arbeiten sicher ist, wobei die Schiffe, die während der geplanten Arbeiten längsseits liegen, entsprechend zu berücksichtigen sind.

19.2 Brandschutz am Terminal

19.2.1 Allgemein

Der Brandschutz an Terminals beinhaltet die folgenden sich überschneidenden Sicherheitskriterien:

- Feuerverhütung und Isolation
- Brandmeldeanlagen
- Schutzausrüstung
- Flucht- und Rettungswege
- Notfallpläne
- Evakuierungsmaßnahmen.

Der Brandschutz an Terminals erfordert ein ausgewogenes Verhältnis zwischen guten Auslegungsmerkmalen, sicheren Betriebsabläufen und effektiven Notfallplänen.

Brandschutz allein ist noch keine Garantie für ein angemessenes Sicherheitsniveau. Brandschutzmaßnahmen dürfen Festmachen und andere Arbeiten nicht behindern.

Brandschutzmaßnahmen sind kein effektives Mittel, wenn es um die Begrenzung der Häufigkeit und des Umfangs von Ölunfällen oder die Minimierung von Zündquellen geht.

Durch automatischen Feuerschutz und den darauffolgenden Schnelleinsatz der Notfallkräfte und Brandschutzausrüstung werden ein Ausbreiten des Feuers und die Gefährdung für Personen und Sachanlagen an unbesetzten Orten oder Orten mit einer begrenzten Anzahl von Arbeitskräften eingedämmt.

Brandschutzanlagen müssen so ausgelegt sein, dass sie Brände, die in bestimmten Bereichen entstehen können, eindämmen und bekämpfen und Zeit für den Fluchtweg ermöglichen.

Fluchtwege dienen der sicheren Evakuierung aller Arbeitskräfte des betroffenen Bereiches für den Fall, dass die Brandschutzanlagen das Feuer nicht wirksam bekämpfen können.

19.2.2 Feuerverhütung und Isolation

Die Sicherheit an den Terminals beginnt mit den Feuerverhütungsparametern, die in der Konstruktion der Gesamtanlage berücksichtigt sind. Die Feuerlöschgeräte des Terminals sind in der Regel über den gesamten Standort verteilt und größtenteils den Witterungsbedingungen ausgesetzt. Zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit und Betriebssicherheit der Feuerlöschgeräte ist es wichtig, dass diese regelmäßig geprüft und gewartet werden. Die Terminals müssen gewährleisten, dass alle Feuerlöschgeräte im Rahmen eines planmäßigen Wartungsprogramms gewartet werden. Eine sorgfältige Terminalkonstruktion ist keine Garantie für einen sicheren Betrieb. Die Schulung und Qualifikation des Personals sind von entscheidender Bedeutung. Es wird empfohlen, regelmäßig simulierte Notfallübungen, angekündigt und nicht angekündigt, durchzuführen, um die Funktionstüchtigkeit der Geräte, die Fähigkeit des Bedieners, das Gerät bedienen zu können, und die Kompetenz bezüglich der Notfallmaßnahmen zu gewährleisten.

19.2.3 Brandmeldeanlagen

Die Auswahl der Brandmeldeanlagen eines Terminals richtet sich nach dem Gefährdungspotenzial des umzuschlagenden Produkts, der Schiffsgröße und dem Mengendurchsatz am Terminal. Dieses Thema wird ausführlich in Abschnitt 19.4.1 behandelt.

Bei der Auswahl des Standorts für die Brandmeldeanlagen sollten die natürlichen und mechanischen Belüftungseffekte berücksichtigt werden, da die Wärme durch Konvektionsströme transportiert und geschichtet wird. Es sollten weitere Kriterien beachtet werden, wie z. B. die Fähigkeit der Flammenwächters, Flammen zu erkennen. Es wird empfohlen, sich den Rat der Hersteller oder von Brandschutz- und Sicherheitsfachleuten einzuholen und zu prüfen, ob die örtlichen Bestimmungen eingehalten werden, bevor mit der Installation begonnen wird.

Allgemein dienen automatische Brandmeldeanlagen dazu, das Personal zu warnen und Notfallmaßnahmen einzuleiten, um Personen- und Sachschäden infolge von Feuer oder anderen Gefahrensituationen zu minimieren. Diese Anlagen können einen oder mehrere Stromkreise haben, an die automatische Brandmelder, Handfeuermelder, Wassermelder, Brandgasmelder und andere Alarmvorrichtungen angeschlossen sind. Alarmvorrichtungen können auch einen oder mehrere Stromkreise haben, an die Alarmsignalgeber wie z. B. Anzeigegeräte des Leitstands, Warnlampen, Außenblinklichter, Klingeln und Signalhörner angeschlossen sind.

19.2.4 Automatische Brandmeldeanlagen

Automatische Brandmeldeanlagen können mechanische, elektrische oder elektronische Geräte sein, die veränderte Umgebungsbedingungen infolge von Feuer oder durch das Vorhandensein von toxischen oder brennbaren Gasen melden. In Abhängigkeit von der Wirkungsweise unterscheidet man drei Typen von Brandmeldern: Wärmemelder, Rauchgas- oder Brandgasmelder und Flammenmelder.

Wärmemelder unterteilen sich in zwei Kategorien, die Thermomaximalmelder und die Geräte, die die Geschwindigkeit des Temperaturanstiegs messen. Einige Geräte (Thermodifferenzialmelder) vereinen beide Wirkungsweisen. Generell eignen sich Wärmemelder am besten für den Einsatz in engen Räumen, die einer schnellen und starken Temperaturerhöhung ausgesetzt sind, direkt über Stellen mit flammenden Feuern oder wenn es nicht in erster Linie um die Schnelligkeit der Erkennung geht.

Rauchmelder schlagen Alarm bei Brandrauch und funktionieren nach verschiedenen Prinzipien, wie z. B. Ionisation von Rauchpartikeln, photoelektrische Lichttrübung oder Lichtstreuung, Änderungen des elektrischen Widerstands in der Luftkammer und optische Abtastung einer Nebelkammer.

(Brand-)Gasmelder schlagen Alarm bei einem oder mehreren Gasen, die durch die Verbrennung von brennbaren Stoffen erzeugt werden. Diese Melder werden eher selten bevorzugt, da Brandtests ergeben haben, dass Gaskonzentrationen erst erkannt werden, wenn entsprechende Rauchkonzentrationen vorliegen.

Flammenmelder sind optische Meldevorrichtungen, die auf optische Strahlenenergie, die durch das Feuer abgestrahlt wird, reagieren. Es gibt Flammenmelder, die auf Infrarot- oder UV-Strahlen reagieren, wobei UV-Melder im Allgemeinen bevorzugt werden.

19.2.5 Auswahl der Brandmelder

Bei der Planung einer Brandmeldeanlage werden Brandmelder nach der Art des Feuers, vor dem sie schützen sollen, ausgesucht. Dabei sollten Faktoren wie Art und Menge des Brennstoffes, potenzielle Zündquellen, Umgebungsbedingungen und der Wert des zu schützenden Objekts berücksichtigt werden.

Im Allgemeinen verursachen Wärmemelder die geringsten Kosten und die niedrigsten Falschalarmquoten, aber sie reagieren auch am langsamsten. Da die Wärme, die durch kleine Feuer erzeugt wird, ziemlich schnell abgeführt wird, eignen sich Wärmemelder am besten für den Einsatz in engen Räumen oder direkt über Stellen mit flammenden Feuern. Um Falschalarm zu vermeiden, sollte die Aktivierungstemperatur eines Wärmemelders mindestens 13 °C über der voraussichtlichen maximalen Umgebungstemperatur des zu schützenden Bereiches betragen.

Rauchmelder reagieren auf Feuer schneller als Wärmemelder. Rauchmelder eignen sich am besten für den Einsatz in engen Räumen und sollten entweder entsprechend den vorherrschenden Luftstrombedingungen oder an einem Gitter installiert werden.

Photoelektrische Rauchmelder eignen sich am besten für den Einsatz an Orten, an denen Schwelbrände oder Brände durch Pyrolyse bei Tieftemperaturen entstehen können. Ionisationsrauchmelder eignen sich für den Einsatz an Orten mit flammenden Feuern.

Flammenmelder reagieren extrem schnell, warnen allerdings vor jeder Strahlungsquelle, die in ihrem Empfindlichkeitsbereich liegt. Eine unsachgemäße Benutzung dieser Melder kann zu hohen Falschalarmquoten führen. Ihre Empfindlichkeit hängt von der Flammengröße und vom Abstand zum Melder ab. Sie können in Bereichen eingesetzt werden, in denen explosive oder brennbare Dämpfe vorhanden sind, da sie in der Regel mit einem explosionsgeschützten Gehäuse versehen sind.

19.2.6 Standort und Abstand der Brandmelder

Brandmelder von Terminals werden in der Regel an entfernten, unbesetzten Anlagen, die einem hohen Risiko ausgesetzt sind, wie z. B. Pumpenstationen, Kontrollräume und elektrische Schalträume, eingesetzt. Brandmelder können auch an Ventilblöcken, Verladearmen, Schuppen für das Bedienungspersonal und anderen Anlagen oder in Bereichen, die Kohlenwasserstofflecks und Ölunfällen ausgesetzt sind oder Zündquellen enthalten, installiert werden.

Brandmelder müssen ordnungsgemäß positioniert werden, damit sie effektiv funktionieren. Ausführliche Vorgaben zu den Abständen sind in den betreffenden Feuerschutzbestimmungen enthalten.

Wärme-, Rauch- und Brandgasmelder sollten in einem Gittermuster in den empfohlenen Abständen oder, wenn sie schneller Alarm schlagen sollen, in kleineren Abständen angebracht werden. Jede Anlage wird für den spezifischen Bereich, der geschützt werden soll, ausgelegt, wobei die Lüftungseigenschaften entsprechend zu berücksichtigen sind.

Meldeanlagen zur Aktivierung der Feuerlöscheinrichtungen sollten kreuzweise angeordnet werden. Bei einer kreuzweisen Anordnung dürfen zwei angrenzende Ionisationsrauchmelder nicht in demselben Detektorschaltkreis integriert sein. Der erste Melder, der ausgelöst wird, sollte die Feuermeldeanlage aktivieren, während die Aktivierung eines Brandmelders des angrenzenden Stromkreises die Feuerlöscheinrichtung aktivieren soll.

19.2.7 Ortsfeste Brandgas- oder Giftgasmelder

Diese Gasmelder dienen zur frühzeitigen Warnung vor Brand- und Giftgasen. Sie ermöglichen eine kontinuierliche Überwachung von potenziell gefährdeten Bereichen zum Schutz vor Feuer oder Explosion und zum Schutz des Personals vor Giftgasaustritt.

Die Funktionsweise der Brandgas- und Giftgasmelder ähnelt der von Rauchgasmeldern. Siehe auch Abschnitt 2.3 (Toxizität) und 2.4 (Gasmessungen).

Terminals, die Rohöl und Produkte mit toxischen Bestandteilen umschlagen, sollten über die Installation von ortsfesten Gasmelde- und Alarmeinrichtungen in potenziell gefährdeten Bereichen für das Personal nachdenken. Es sollte auch darüber nachgedacht werden, Sensoren an Stellen zu positionieren, an denen Lecks oder Ölunfälle auftreten können, z. B. an Verladearmen, Ventilblöcken und Umschlagpumpen, oder wo es wegen unzulänglicher Lüftung zur Gasansammlung kommen könnte. Giftgasmelder können auch an Luftzufuhreinlässen von druckbeaufschlagten Kontrollräumen und innerhalb von drucklosen Kontrollräumen installiert werden.

19.2.8 Positionierung von ortsfesten Brandgas- und Giftgasmeldern

Bei der Positionierung von Brandgas- und Giftgasmeldern spielen folgende Überlegungen eine Rolle:

- Höhe in Abhängigkeit von der relativen Luftdichte und dem potenziellen Gasaustritt
- Mögliche Strömungsrichtung des austretenden Gases
- Nähe zu potenziellen Gefahrenquellen
- Zugänglichkeit der Brandmelder zwecks Kalibrierung und Wartung
- Schadensursachen, z. B. Wasser und Vibration
- Empfehlungen des Herstellers für Sensoren, die an die Analysegeräte angeschlossen sind.

19.2.9 Ortsfeste Brandgas- und Giftgasanalysatoren

Kontinuierliche Analysatoren sind normalerweise elektrisch betriebene, fest eingebaute Geräte, die oft mit mehreren Sensoren arbeiten und mit denen Luftproben kontinuierlich auf Brand- und Giftgase überwacht werden.

Die Analysatoren können als Ferndiagnosegeräte ausgelegt sein, bei denen einzelne Streulichtsensoren durch ein Elektrokabel mit dem Analysator verbunden sind. In diesem Fall kann das Hauptgerät entweder an nicht gefährdeten Standorten, wie z. B. in druckbeaufschlagten Kontrollräumen, oder, wenn mit explosionsgeschütztem Gehäuse versehen, in gefährdeten Bereichen installiert werden.

Ferndiagnosegeräte mit ferngesteuerten Streulichtdetektoren zeichnen sich durch eine schnelle Reaktion und hohe Zuverlässigkeit aus und gehören damit zu den bevorzugten Typen.

Alternativ können kontinuierliche Analysatoren auch mit einer zentralen Detektionseinheit arbeiten, bei der mit Hilfe einer Saugpumpe Proben aus gefährdeten Bereichen über Rohre zum zentralen Standort angesaugt werden. Zentrale Streulichtdetektionseinheiten, die mit Probenleitungen arbeiten, haben eine relativ langsame Reaktionszeit. Außerdem müssen die Partikeleinstreuungen berücksichtigt und die Leitungen geheizt werden, um eine Kondensation zu verhindern. Folglich werden zentrale Detektionseinheiten nicht generell empfohlen.

Gasanalysatoren sollten in der Regel mit den folgenden Merkmalen und neben der kontinuierlichen Datenaufzeichnung mit Ablesefunktion und Alarmfunktionen ausgestattet sein:

- a) Kanäle für den Anschluss an die einzelnen Streulichtsensoren, so dass die Proben jeder einzelnen Probenleitung kontinuierlich überwacht werden können. Tritt nun ein Alarmzustand ein, peilt der Analysator den Sensor an und ein Alarm wird ausgelöst, der so lange aktiviert bleibt, bis er von Hand zurückgestellt wird.
- b) Brandgasanalysatoren werden auf Prozent der unteren Explosionsgrenze (UEG) kalibriert und sollten mit einem Kanalwähler, Anzeigelampen, die die Proben, die gerade analysiert werden, anzeigen, und einem Messgerät ausgestattet sein. Optische und akustische Alarmsignale sollten auf zwei Messwerte eingestellt werden. Der unterste und meist verwendete Wert liegt bei 20 % der unteren Explosionsgrenze. Der zweite oder höhere Wert liegt in der Regel bei 60 % der unteren Explosionsgrenze. Ein Abstellen des akustischen Alarms sollte nicht zum Abschalten des optischen Alarms führen, bevor nicht der Gasmesswert unterhalb der Alarmstufe liegt. Durch die Kontakte für beide Messwerte können die Spül- oder Feuerverhütungsanlage automatisch betrieben werden.
- c) Die Alarmstufen sollten einstellbar sein; die Alarmsignale können durch Kontaktzähler, Grenzschnalter des Aufzeichnungsgeräts, kontaktlose Signalpegeldetektoren oder optische Messrelais ausgelöst werden. Mehrstufige Alarmgeräte können mit Vorrichtungen versehen werden, mit denen die Lüftungsanlage eingeschaltet, die Umschlagpumpe abgeschaltet oder die Feuerlöschanlagen aktiviert werden.
- d) Vorrichtung zum sicheren Trennen der Meldegeräte von der Schaltleitung. Die Trennfunktion wird für routinemäßige Kalibrierungs- und Wartungsmaßnahmen benötigt. Es wird ein Schlüsselschalter mit Überwachungsalarm empfohlen.
- e) Für komplizierte oder umfangreiche Anlagen wird eine grafische Alarmanzeige, wie z. B. ein Rahmenplan der Anlage, empfohlen.
- f) Giftgasanalysatoren sollten so eingestellt sein, dass sie einen akustischen Alarm an dem überwachten Standort und in dem Kontrollraum auslösen, wenn das Gas den voreingestellten Wert, z. B. die H₂S-Konzentration 5 ppm, erreicht hat. Die Alarmsignale sollten akustisch und optisch ausgelöst werden.
- g) Der Messkopf des Gasmelders muss für die elektrische Klassifizierung des gefährdeten Bereiches geeignet und, wenn im Freien montiert, witterungs- und korrosionsbeständig sein.
- h) Die Detektionseinheit mit Messkopf muss bei allen Bedingungen eine entsprechende Empfindlichkeit und die notwendige Stabilität aufweisen, um Ablesungen innerhalb von $\pm 2\%$ des gesamten Skalenbereiches wiederholen zu können.

19.2.10 Kompatibilität mit den Feuerlöschgeräten

Wenn ein Gasmelder Teil einer automatischen ortsfesten Feuerlöschanlage ist, ist es wichtig, dass die Anlagen vollständig miteinander kompatibel sind. Meldegeräte und Anlagen, die sehr anfällig für Falschalarm sind, sollten nicht verwendet werden, insbesondere, wenn diese an stationäre Feuerlöschanlagen, die automatisch aktiviert werden, angeschlossen sind (siehe Abschnitt 19.3.5).

19.3 Alarm- und Signalanlagen

Eine Alarm- und Signalanlage muss vier wichtige Funktionen erfüllen: Sie sollte:

- einen Alarm oder ein Signal schnell übertragen, damit die Feuermeldung angezeigt werden kann, bevor ein großer Schaden entsteht;
- eine Folge von Handlungen zur Evakuierung des Personals, das sich in der Nähe des Feuers befindet, auslösen;
- einen Alarm oder ein Signal übertragen, um die zuständigen Stellen in Kenntnis zu setzen oder die automatische Feuerlöschanlage zu aktivieren;
- fähig sein, einen automatischen Selbsttest durchzuführen und vor Fehlfunktionen zu warnen.

19.3.1 Typen von Alarmanlagen

Alarmanlagen werden eingesetzt, um Notfälle anzuzeigen oder Hilfe herbeizurufen.

Es gibt viele verschiedene Typen, angefangen von der Vor-Ort-Anlage, die ein Warnsignal an der geschützten Anlage gibt, bis hin zu der Anlage, die ein Warnsignal an eine Außenstation sendet, die rund um die Uhr von geschultem Personal besetzt ist, wie z. B. die Feuerwehr- oder Polizeiwache oder ein Fernsprechauftragsdienst.

Welche Anlage an einem bestimmten Standort installiert wird, richtet sich nach der Risikoeinschätzung und der Meinung des Brandschutzfachpersonals unter Berücksichtigung der geltenden örtlichen Bestimmungen.

19.3.2 Signaltypen

Brandmeldeanlagen können verschiedene Typen von Signalen senden, akustische, optische oder beide. Es kann sich dabei um relativ einfache Störsignale handeln, wie z. B. bei Stromunterbrechung, Überwachungssignale, wenn z. B. ein entscheidendes Gerät in einem anormalen Zustand ist, bis hin zu codierten oder uncodierten Alarmsignalen, die ertönen, wenn ein Feueralarm dauerhaft oder in Form eines vorgeschriebenen Musters ausgelöst wird.

19.3.3 Auslegung von Alarm- und Signalanlagen

Um den örtlichen Gegebenheiten zu entsprechen, können die zuvor beschriebenen Alarm- und Signalanlagen variiert und kombiniert werden.

In einer großen Terminalanlage oder wenn das Terminal Bestandteil einer Großanlage oder Verarbeitungsanlage ist, wird in der Regel ein codiertes Signalsystem bevorzugt. Die Anlage wird in ein Gittersystem unterteilt, dessen Gitterbereiche durch einen Nummerncode identifiziert werden. Das codierte Signalsystem besteht aus einem codierten Alarmgeber, der Alarm an dem bestimmten Standort sowie Generalalarm auslöst.

Die Meldung des Notfalls kann auch mit Hilfe spezieller Telefonanlagen erfolgen. Zusätzlich können auch Handfeuermelder anstelle von oder zusätzlich zu den Telefonanlagen installiert werden.

Wird eine spezielle Telefonanlage verwendet, sollte ein separates Notruftelefon in dem Kontrollraum oder in der Überwachungsstation installiert werden. Das Telefon ist nur für eingehende Anrufe bestimmt, wobei Anschlüsse auch an anderen Standorten, die vorrangig für Notfälle zuständig sind, zu verlegen sind.

Die Generalalarmanlage sollte aus mindestens einem oder mehreren Lufthörnern, elektrischen Signalhörnern oder einer Sirene bestehen, die alle strategisch so angebracht sind, dass sie das gesamte Terminal maximal abdecken. Das Alarmsignal muss klar, hörbar und von Signalen, die zu anderen Zwecken eingesetzt werden, unterscheidbar und ungeachtet der Hintergrundgeräusche in allen Bereichen des Terminals zu hören sein.

Für den Innenbereich oder entfernte Bereiche, in denen der Generalalarm nicht gehört werden kann, empfiehlt sich der Einsatz von Alarmhilfsgeräten. Diese Alarmgeräte können Glocken, Hupen oder elektrische Signalhörner sein. Es sollten in der gesamten Anlage dieselben Geräte verwendet werden, die sich von anderen Warngeräten unterscheiden müssen.

19.3.4 Auslegung von alternativen Alarm- und Signalanlagen

Zwar wird für große Terminals generell ein codiertes Alarmsystem verwendet, aber es kann auch eine Art uncodierte Mitteilungssystem verwendet werden. Beide Systeme können aus Telefonanlagen oder Handfeuermeldern an strategischen Standorten bestehen. Codierte Handfeuermelder können an das Generalalarmsystem angeschlossen werden, um ein codiertes Schallsignal ohne manuellen Eingriff zu geben. Uncodierte Stationen können so ausgelegt sein, dass sie die Brandstelle auf einem Brandmelder in dem zentralen Kontrollraum oder in der Überwachungsstation anzeigen, so dass die Aufsichtsperson den codierten Alarmgeber einschalten kann. Beide Mitteilungssysteme, das codierte und uncodierte, sollten über eine Hauptschalttafel für Feueralarm gesteuert werden.

19.3.5 Schnittstelle zwischen Gasmeldealanlagen sowie Alarm- oder Feuerlöschanlagen - Schaltungsaufbau

Betätigungsrelais, wenn benötigt und zwischen Gasmeldern und Alarm- und Feuerlöschanlagen geschaltet, bestehen aus geschlossenen Regelkreisen, die normalerweise stromlos sind und einen ausreichend starken Stromstoß benötigen, um die Alarm- oder Feuerlöschanlage zu aktivieren. Diese Anordnung verhindert eine Fehlaktivierung des Alarm- oder Feuerlöschsystems bei Stromausfall. Sie ermöglicht auch ein separates Fehlersignal bei Stromausfall.

19.3.6 Elektrische Stromquellen

Die elektrische Stromversorgung sollte von zwei absolut zuverlässigen Quellen erfolgen. Die übliche Vorrichtung ist ein Wechselstrom-Primärnetzteil mit einem Erhaltungsladegerät, das ein Notbatteriesystem für die Notstromversorgung speist. Möglicherweise verlangen die Behörden an einigen Standorten einen motorgetriebenen Generator für das Sekundärnetzteil für den Fall, dass das Primärnetzteil ausfällt.

Die Kapazität des Sekundärnetzteils variiert je nach Art der Alarmanlage und Anforderungen der örtlichen Regulierungsbehörden. Für örtliche oder gesetzlich geschützte Alarmanlagen, deren Signale nur im Terminal oder in dem zentralen Kontrollraum oder Überwachungszentrum der Anlage registriert werden, beträgt der Primärstromausfall bei der Batteriegröße im Allgemeinen mindestens 8 Stunden und maximal 12 Stunden, wenn das Stromversorgungsgerät nicht einigmaßen zuverlässig ist.

Bei Hilfsaggregaten oder Aggregaten der Außenstation, von denen Störsignale durch Ausfall des örtlichen Betriebsstroms nicht an die Empfangsstation gesendet werden können, wird in der Regel eine Notstromversorgungsanlage für 60 Stunden benötigt, damit das gesamte System mit Notstrom versorgt werden kann, wenn der Strom übers Wochenende ausfällt.

19.4 Melde- und Alarmanlagen von Terminals, an denen Rohöl, Erdöl und chemische Produkte umgeschlagen werden

19.4.1 Allgemein

Die technischen Daten von Melde- und Alarmanlagen von Terminals, die Rohöl und brennbare Flüssigkeiten umschlagen, hängt von einer Reihe von Faktoren ab, wie z. B.:

- Waren oder Produkte, die umgeschlagen werden
- Schiffsgröße und Anzahl der Schiffe, die jährlich am Liegeplatz anlegen
- Pumpenleistung
- Nähe der gefährdeten Anlagen zu anderen Anlagen oder Gefahrenquellen, z. B. Abstand der Anlagen zueinander, Klassifizierung der elektrischen Bereiche
- Nähe der Schiffe zu den Terminals und gefährdeten Terminalanlagen
- Nähe des Terminals zu Wohn-, Gewerbe- oder anderen Industrieobjekten
- Installation von Notabsperrentilen
- Anzahl und Art der ortsfesten Feuerlöschanlagen, die an die Melde- und Alarmanlagen angeschlossen sind
- Ständige oder zeitweise Besetzung des Terminals
- Fähigkeit der Notfalleinheit am Terminal oder innerhalb der Terminalorganisation, zeitnah und effektiv zu reagieren
- Nähe zu externen Notfalleinheiten und deren Kapazität, Verfügbarkeit und zeitnahe Reaktionsfähigkeit
- Auflagen der örtlichen Regulierungsbehörden
- Gewünschter Schutzgrad, der über den behördlichen Auflagen liegt
- Grad des effektiven Schutzes, den eine spezielle Melde- und Alarmanlage des Herstellers bietet.

Die Alarmanlage sollte in der Lage sein, akustischen und optischen Alarm vor Ort und nach Möglichkeit einen Generalalarm auszulösen, falls das Terminal besetzt ist und in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten. Sie sollte den Alarm in einer ständig besetzten Brandmeldezentrale und den Standort anzeigen, an dem die Melde- und Feuerlöschanlage aktiviert wurden. Wenn ortsfeste Gasmelder installiert sind oder die Gasmeldeanlage mehr als eine Gasmeldezone abdeckt, sollte in der Zentrale der Standort des aktivierten Gasmelders angezeigt werden.

Der Einsatz von Brandmeldegeräten, die ortsfeste Feuerlöschgeräte automatisch aktivieren, kann ratsam sein, wenn das Terminal so weit weg vom Land ist, dass eine manuelle Brandbekämpfung schwierig, gefährlich oder ineffektiv wird. Das gilt auch, wenn keine Feuerlöschboote zur Verfügung stehen oder die Zufahrt für Feuerlöschfahrzeuge schlecht ist oder an Standorten, an denen geschultes Feuerwehrpersonal zahlenmäßig begrenzt und/oder nicht immer sofort einsatzbereit ist.

In den meisten Fällen ist eine manuell betätigte Brandschutzanlage zu bevorzugen. Nach Aktivierung eines Brandmelders sollte die Meldeanlage örtlich Alarm auslösen und ein Signal an einen ständig besetzten Leitstand senden. Wenn die Bedingungen es zulassen, kann die Brandschutzanlage manuell durch eine Bedienungsperson, die Feuerwehr oder durch Personal, das den Alarm überwacht, aktiviert werden.

Zu den Anlagen und Terminalbereichen, die zeitweilig mit Hilfe automatischer Brand- und Gasmeldeanlagen überwacht werden, gehören Umschlagpumpen, Ventilblöcke, Verlade-armbereiche, Kontrollräume, Gehäuse von elektrischen Schaltanlagen, Schuppen für das Bedienungspersonal, Unterdeckbereiche und andere Anlagen oder Bereiche, die anfällig sind für Kohlenwasserstofflecks und Ölunfälle oder Zündquellen enthalten.

19.4.2 Kontrollräume/Kontrollgebäude

Bei der Festlegung der notwendigen Melde- und Alarmeinrichtungen für Kontrollräume sollten die ersten Überlegungen stets den örtlichen Bestimmungen gelten. Wenn diese erfüllt sind, hängt die Installation von zusätzlichen Gas- und Brandmeldern mit den dazugehörigen Alarmvorrichtungen von den spezifischen Faktoren des Einsatzortes wie z. B. Druck und Besetzung des Kontrollraums ab.

Für alle Kontrollräume oder Kontrollgebäude werden die folgenden allgemeinen Melde- und Alarmanlagen empfohlen:

- An allen Ausgängen sollten Handfeuermelder installiert sein. Bei Betätigung des Handfeuermelders wird ein Alarm vor Ort und ein Alarm in der Brandmeldezentrale, sofern vorhanden, ausgelöst.
- Eine Brandmeldeanlage sollte in jedem Bereich eines Kontrollgebäudes, das in der Regel unbesetzt ist, installiert werden. Jedes Meldegerät sollte einen örtlichen Alarm in dem Kontrollraum, der in der Regel besetzt ist, und einen Alarm in der Brandmeldezentrale, die sich in einem ständig unbesetzten Bereich befindet, auslösen.
- Brenngasmelder sollten an den Zuluftöffnungen von druckbeaufschlagten Kontrollräumen und innerhalb von drucklosen Kontrollräumen installiert werden. Jeder Gasmelder sollte einen örtlichen Alarm und einen Alarm in der Brandmeldezentrale, die sich in einem ständig besetzten Bereich befindet, auslösen.

Kontrollräume, die nicht ständig besetzt sind, können manchmal mit zusätzlichen Anlagen ausgestattet sein. Wenn an einem Terminal flüchtige Flüssigkeiten umgeschlagen werden, kann eine ortsfeste Feuerlöschanlage installiert werden, die bei Erkennen eines Gases oder Feuers automatisch aktiviert wird. Die Gas- und Brandmeldeanlage sollte dann kreuzweise angeordnet werden (siehe Abschnitt 19.2.6).

19.5 Feuerlöschgeräte

Feuerlöschanlagen dienen zum Schutz vor potenziell gefährdeten Anlagen und zur Vermeidung einer Ausbreitung des Feuers und Minimierung von Brandschäden. Im Idealfall sollten die meisten Brände kontrolliert und gelöscht werden, indem zunächst die Brennstoffquelle isoliert wird und, sofern nötig und machbar, das Feuer mit geeigneten Löschmitteln gelöscht wird.

Wenn Terminals landseitig mit Raffinerien oder zugehörigen Einrichtungen verbunden sind, ist die Feuerlöschanlage des Terminals in der Regel Bestandteil des Feuerlöschplans für den gesamten Komplex.

Ortsfeste Feuerlöschanlagen sollten innerhalb der ersten 5 Minuten nach Ausbruch eines Feuers durch das vor Ort verfügbare Personal voll einsatzbereit sein.

19.5.1 Feuerlöschgeräte des Terminals

In Häfen mit vielen Terminals oder verkehrsreichen Industriestandorten kann die örtliche Behörde oder Hafenbehörde für die Bereitstellung der Hauptfeuerlöschgeräte sorgen. Die Art und Menge der Feuerlöschgeräte richtet sich nach der Terminalgröße und dem Standort, der Häufigkeit der Terminalnutzung und zusätzlichen Faktoren, wie in Abschnitt 19.1 beschrieben. Andere relevante Faktoren beziehen sich auf gegenseitige Vereinbarungen und die räumliche Anordnung des Terminals.

Aufgrund dieser vielen Variablen ist es unmöglich, spezielle Empfehlungen für Feuerlöschanlagen zu geben. Jedes Terminal muss individuell betrachtet werden, wenn es um die Auswahl, den Standort und den Einsatz der Feuerlöschgeräte geht.

Neben den nationalen gesetzlichen Vorschriften sollte die Auswahl anhand der allgemeinen Hinweise in diesem Kapitel und der Ergebnisse einer formellen Risikoeinschätzung getroffen werden. Bei der Risikoeinschätzung sind für jeden Liegeplatz die folgenden Kriterien zu berücksichtigen:

- Größe der Schiffe, die am Liegeplatz aufgenommen werden können
- Standort des Terminals und Liegeplatzes
- Art der umzuschlagenden Ladungen
- Potenzielle Auswirkungen von Öllachen
- Schutzbereiche
- Regionale Brandbekämpfungsmöglichkeiten
- Schulungsniveau und Erfahrungen der örtlichen Notfalleinsatzorganisationen

19.5.2 Tragbare oder fahrbare Feuerlöscher und Monitore

Tragbare und fahrbare Feuerlöscher sollten an jedem Terminalliegeplatz bereitgestellt werden, wobei sich die Anzahl nach der Größe, dem Standort und der Nutzungshäufigkeit des Liegeplatzes richtet (siehe Tabelle 19.1).

Tragbare Feuerlöscher sollten so angebracht werden, dass sie nicht weiter als 15 Meter entfernt sind. Fahrbare Feuerlöscher sollten sich grundsätzlich an leicht erreichbaren Stellen an jedem Ende der Ladearmgerüste oder an der Zugangsstelle zum Liegeplatz befinden.

Die Feuerlöscher sollten einen festen Standort haben und der Hintergrund sollte auffällig mit einer Leuchtfarbe gestrichen oder mit einem entsprechend gestrichenen Schutzkasten oder -gehäuse versehen werden. Der obere Griff oder Hebe Griff des Feuerlöschers sollte grundsätzlich nicht höher als ein Meter angebracht sein.

Pulverlöscher eignen sich am besten zum schnellen Löschen von Kohlenwasserstoffbränden.

Kohlenstoffdioxidlöscher eignen sich kaum für Liegeplätze oder Stege, abgesehen von den Stellen, an denen kleine Elektrobrände auftreten können. Geschlossene elektrische Schaltanlagen oder Schalträume, die sich innerhalb des Terminals befinden, sollten mit genügend Kohlenstoffdioxidlöschern oder einer ortsfesten Kohlenstoffdioxidanlage ausgestattet sein.

Für den Einsatz an Liegeplätzen eignen sich Schaumlöscher mit einer Kapazität von 100 Litern vorgemischter Schaumlösung. Sie können ca. 1000 Litern Schaum erzeugen und haben eine typische Strahllänge von ca. 12 Metern.

Kleine Schaumlöscher mit einer Kapazität von ca. 10 Litern sind meistens zu begrenzt einsetzbar, um im Falle eines Feuers am Terminal effektiv zu sein.

Mobile Schaum-/Wassermonitore, die in Tabelle 19.1 empfohlen werden, können tragbar oder fahrbar sein, sie sollten jedoch eine Leistung von mindestens 115 m³/h Schaum- und Wasserlösung haben.

An jedem Kai bzw. jeder Pier sollten mindestens zwei tragbare Schaum-/Wassermonitore sowie Schaum- und Feuerlöschschläuche in den entsprechenden Längen bereitgestellt werden, um deren Einsatz bei maximaler Reichweite zu gewährleisten.

19.5.3 Ortsfeste Feuerlöschgeräte des Terminals

19.5.3.1 Löschwasserversorgung

Das Löschwasser an Terminals wird oft aus der unbegrenzte Quelle, die Flüsse, Kanäle oder das Hafenbecken bieten, entnommen.

Wird das Löschwasser aus stationären Speichern, wie z. B. einem Tank oder Reservoir, entnommen, dann ist dafür zu sorgen, dass die Wasserreserve für mindestens vier Stunden Dauerlöschaktion bei maximaler Bemessungskapazität der Feuerlöschanlage reicht. Die Wasserreserve für die Brandbekämpfung wird normalerweise zusätzlich zu der Menge, die andere Nutzer aus demselben stationären Speicher entnehmen, gerechnet. Die Rohrleitungssysteme dieser Speicheranlagen sollten so angeordnet sein, dass eine Nutzung der Löschwasserreserve zu anderen Zwecken verhindert wird, wobei die Integrität der zusätzlichen Wasserversorgung für diesen Reservebehälter nachzuweisen ist.

Die Durchflussgeschwindigkeiten und Drücke des Feuerlöschwassers sollten hoch genug sein, um den Lösch- und Kühlwasserbedarf in einem tatsächlichen Brandfall zu decken. Typische Durchflussgeschwindigkeiten sind in Tabelle 19.1 angegeben.

19.5.3.2 Feuerlöschpumpen

Sofern durchführbar, sollten fest installierte Feuerlöschpumpen in einem Umfang bereitstehen, der einen angemessenen Wasservorrat für unvorhergesehene Fälle, wie z. B. Wartung und Reparatur der Feuerlöschpumpen oder Pumpenausfall in Notfällen, absichert.

Zulässig sind Pumpen, die durch Elektromotor, Dieselmotor und Gasturbine angetrieben werden. Bei der Wahl eines Gasturbinen- oder Elektroantriebs sollte jedoch die Zuverlässigkeit der Gas- und Stromversorgung an einer bestimmten Anlage bedacht werden. Normalerweise wird eine Kombination von Pumpen mit Diesel- und Elektroantrieb bevorzugt.

Müssen die Feuerlöschpumpen an einem Kai oder einer Pier bereitgestellt werden, ist darauf zu achten, dass der Standort sicher und geschützt ist, damit die Feuerlöschpumpen während eines Feuers am Terminal nicht betriebsunfähig gemacht oder selbst zur potenziellen Zündquelle werden. Bei der Auswahl eines Standorts für die Feuerlöschpumpen sollte auf das Ladegerüst und das nächstgelegene Schiff geachtet werden.

Sofern durchführbar, sollten die Pumpenanlagen vor Feuer auf der Wasseroberfläche, das durch die Unterseite oder unterhalb des Deckbereichs der Anlage durchdringt, geschützt werden. Schutzmöglichkeiten sind bauliche Absperrungen, Ausleger oder Wassersprühanlagen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Feuerlöschpumpen auf einem massiven Deck installiert werden sollten. Wenn Pumpen mit Elektroantrieb installiert werden, ist auf eine sorgfältige Verlegung und Brandschutz der Stromkabel zu achten.

Anlage	Mindestanforderungen
1. Schiffs Liegeplatz, Kai oder Pier, an dem bzw. der entflammbare Flüssigkeiten, auch in Fässern, und Produkte, die über deren Flammpunkt erhitzt werden, verladen werden	<p>Feuerlöschleitung mit Absperrventilen und Hydranten mit einem Löschwasservorrat von 100 m³/h und/oder garantierte Einschaltung der örtlichen Feuerwehr</p> <p>Feuerlöschgeräte einschließlich Handfeuerlöcher und fahrbare Feuerlöcher; Feuerlöschschlauch;</p> <p>Mobile Geräte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 tragbare Pulverlöcher je 9 kg - 2 fahrbare Pulverlöcher je 50 kg
2. Schiffs Liegeplatz, Kai oder Pier, an dem bzw. der Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von maximal 60 °C verladen werden, auch in Fässern, und Produkte, die über ihren Flammpunkt erhitzt werden	<p>Feuerlöschleitung mit Absperrventilen und Hydranten mit einem Löschwasservorrat von 100 m³/h.</p> <p>Feuerlöschgeräte einschließlich: Handfeuerlöcher und fahrbare Feuerlöcher; Feuerlöschschlauch; Schaumzweigeleitungen; und tragbare oder fahrbare Schaum-/Wassermonitore, die für eine Mindestlösungsrate von 115 m³/h ausgelegt ist.</p> <p>Statischer oder fahrbarer Schaummittelvorrat auf einem Anhänger von 3 m³</p> <p>Mobile Geräte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 tragbare Pulverlöcher je 9 kg - 2 fahrbare Pulverlöcher je 50 kg
Schiffs Liegeplatz, Kai oder Pier, an dem bzw. der weniger als ein Tankschiff pro Woche mit einem Leergewicht von weniger als 20.000 Tonnen abgefertigt wird	
3. Schiffs Liegeplatz, Kai oder Pier, an dem bzw. der mehr als ein Tankschiff pro Woche mit einem Leergewicht von weniger als 20.000 Tonnen abgefertigt wird	<p>Feuerlöschleitung mit Absperrventilen und Hydranten mit einem Wasservorrat von 350 m³/h</p> <p>Tragbare und fahrbare Feuerlöschgeräte</p> <p>Ortsfeste Schaum-/Wassermonitore und entsprechende Schaummittelvorräte</p> <p>Schutz für Stützkonstruktion der Pier (wahlweise)</p> <p>Mobile Geräte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4 tragbare Pulverlöcher je 9 kg - 2 fahrbare Pulverlöcher je 75 kg

Tabelle 19.1 - Brandschutzbestimmungen für Terminals, die Rohöl und Erdölprodukte (außer verflüssigte Kohlenwasserstoffgase) umschlagen

19.5.3.3 Feuerlöschleitung

An den Terminals und Zufahrtswegen zu den Liegeplätzen sollten permanente Löschwasserleitungen und/oder Leitungen für Schaum-/Wasserlösungen installiert werden. Die Leitungen sollten so nah am Terminalkopf wie möglich verlaufen und mit mehreren gut erreichbaren Wasserentnahmestellen (Hydranten) versehen werden.

Die Hydranten bestehen prinzipiell aus einem Kopfteil, an dem sich verschiedene Entnahmestellen mit Ventil und Löschschauchanschluss befinden, der sich für die speziell vor Ort verwendeten Schlauchkupplungen eignet. Die Absperrventile sollten so angebracht sein, dass nicht alle Feuerlöschanlagen wegen einer einzelnen defektiven Armatur oder Blockierung des Feuerlöschleitungsnetzes ausfallen. Die Absperrventile sollten so angebracht sein, dass es bei Ausfall der Feuerlöschleitung im Liegeplatzbereich noch einen Anschluss am Zufahrtsweg zum Liegeplatz gibt. Wenn eine Feuerlöschleitung am Liegeplatz landseitig angeschlossen ist, sollten am landseitigen Ende des Kais oder der Pier Absperrventile angebracht sein. Dann sollten zusätzliche Hydranten vor dem Absperrventil vorhanden sein.

Die Feuerlöschleitung sollte aus einem Material bestehen, das mit dem Wasseranschluss kompatibel ist.

Die Mindestdurchsätze und Drücke für Löschwasserleitungen hängen davon ab, ob die Anlage zum Kühlen oder zur Schaumerzeugung eingesetzt werden soll, und von der erforderlichen Strahllänge.

Bei Frostbedingungen sollten Feuerlöschleitungen, die nicht trocken sind, vor dem Einfrieren geschützt werden. Insbesondere wenn die Löschwasserversorgung aus einem Überlandleitungsnetz erfolgt, sollten Nassbereiche des Leitungsnetzes unterhalb der Frostgrenze erdverlegt oder anderweitig vor Frost geschützt werden. Erdverlegte Feuerlöschleitungen müssen gegen Korrosion entsprechend beschichtet und umhüllt sein. Es ist auch möglich, dass ein kathodischer Korrosionsschutz erforderlich ist.

Die Ablassventile sollten gut erreichbar und zweckmäßig an den Feuerlöschleitungen angebracht sein, und die Endpunkte des Feuerlöschnetzes sollten mit Druckspülern versehen werden.

19.5.3.4 Hydranten

Standort und Abstand der Hydranten am Terminal richten sich generell nach der Art der zu schützenden Anlagen. Am Liegeplatz oder in den Verladearmbereichen wird es oft schwierig sein, die Hydranten in gleichmäßigen Abständen anzubringen, während dies an den Zufahrts- oder Zugangswegen in der Regel kein Problem darstellt. Zur Orientierung sei erwähnt, dass der Höchstabstand zwischen den Hydranten im Liegeplatz- und Verladearmbereich 45 Meter und an den Zufahrts- oder Zugangswegen 90 Meter betragen sollte.

Die Ausführung der Schlauchanschlüsse sollte mit der örtlichen oder nationalen Brandschutzbehörden kompatibel sein.

Hydranten sollten von der Straße oder den Zufahrtswegen leicht erreichbar und so positioniert oder geschützt sein, dass sie nicht anfällig für Beschädigungen sind.

19.5.3.5 Internationaler Löschwasseranschluss an Land

Die Löschwasseranlage der Marineterminals und Liegeplätze, an denen internationale Tankschiffe abgefertigt werden, sollten mindestens einen internationalen Löschwasseranschluss mit Muttern und Schrauben haben, der das Wasser zur Feuerlöschleitung des Schiffs fördert, wenn das zur Brandbekämpfung an Bord erforderlich ist (siehe Abschnitt 26.5.3 und Abbildung 26.2).

Der Anschluss sollte vor Naturgewalten geschützt werden und so angebracht sein, dass er sofort einsatzbereit ist. Standort und Zweck des Anschlusses sollte allen betroffenen Arbeitskräften mitgeteilt und beim gemeinsamen Ausfüllen der Sicherheitschecklisten besprochen werden. Es sollte ein 63 mm Schlauchanschluss für jeweils 57 m³/h der erforderlichen Pumpenleistung bereitgestellt werden.

19.5.3.6 Pumpenanschlussstellen für Feuerlöschboote

Wenn Schlepper oder Feuerlöschboote zur Verfügung stehen, können diese so ausgestattet sein, dass sie das Wasser zur Brandbekämpfung in das Feuerlöschleitungssystem des Terminals pumpen.

Die Pumpenanschlussstellen sollten an geeigneten, gut erreichbaren Standorten in der Nähe der Enden der Feuerlöschleitungen und bevorzugt dort angebracht sein, wo die Feuerlöschboote/Schleppboote sicher vertäut werden können. Im Extremfall kann das Feuerlöschboot/Schlepper dann für eine erhöhte Löschwasserversorgung zum landseitigen Feuerlöschleitungsnetz sorgen.

Die Schlaucheinlässe sollten mit Niederschraubventilen und/oder Rückschlagventilen versehen und so installiert sein, dass die Möglichkeit der Knickbildung am Schlauch minimiert wird.

Die Einlassstellen sollten eindeutig markiert sein.

19.5.3.7 Schaumlöschanlagen

Das Schaummittel wird entsprechend dosiert und an verschiedenen Stellen nach den Löschwasserpumpen sowie vor dem Schaumgenerator und den Schaumdüsen mit Wasser vermischt.

Ortsfeste Rohrleitungen für Löschschaum werden nicht empfohlen, da der voll entwickelte Schaum aufgrund des Verlusts an kinetischer Energie und des hohen Reibungsverlusts nicht effektiv durch diese Anlagen geworfen werden kann.

Die Auswahl des Schaummittels, bei denen zwischen Protein-, Fluorprotein-, wasserfilmbildenden, alkoholbeständigen oder gegen polare Lösungsmittel beständigen Schaummitteln (wie Kohlenwasserstoffenside) unterschieden wird, richtet sich nach dem Brennstofftyp, der Zusammensetzung, ob Sauggeräte verwendet werden oder nicht, und wie leicht der Vorrat auffüllbar ist.

Es gibt verschiedene Verfahren, mit denen das Schaummittel zum Schaumherstellungsgerät an den Liegeplätzen befördert werden kann. Einige der wichtigsten Verfahren werden kurz beschrieben.

Direkte Zumischung des Schaums aus Druckbehältern

Bei diesem Verfahren wird der Schaum direkt über einen Entnahmeschlauch beigemischt, der den Monitor mit einem daneben stehenden drucklosen Schaumvorratsbehälter, einem Tanklöschfahrzeug, mobilen Anhänger oder Behälter verbindet. Ein Vorratsbehälter kann für mehrere ortsfeste Monitore eingesetzt werden. Diese Monitore werden in Bodennähe oder auf dem Dach angebracht.

Druckluftschaumanlage

Bei dieser Anlage wird das Schaummittel in einem großen Druckbehälter mit einem Fassungsvermögen von 4,5 m³ oder in zwei kleineren Druckbehältern von je 2,3 m³ komprimiert. Der Schaumzumischer befindet sich zwischen den Löschpumpen nach der Schaumherstellungsanlage. Die Wirkungsweise der Anlage basiert darauf, dass mit dem Wasser aus der Feuerlöschleitung der Vorratsbehälter unter Druck gesetzt wird, wobei das Schaummittel aus dem Vorratsbehälter in die Schaumleitung verdrängt wird.

Es ist sicherzustellen, dass genügend Hydranten an der Schaumleitung zur Verfügung stehen, die die tragbaren Schaumherstellungsgeräte einschließlich Monitore bedienen können.

Schaummittelleitungsanlage mit drucklosen Schaumbehältern

Diese Anlage besteht aus drei Hauptkomponenten:

- 1) Schaummittelvorrat in Behältern.
- 2) Schaumpumpen, die das Schaummittel zum Schaumleitungsnetz fördern. Die Pumpen können durch Elektromotor oder Wasserturbine über einen Bypass von der Löschleitung angetrieben werden.
- 3) Leitungsnetz, möglichst mit einem Durchmesser von 75 mm, das die Zufahrtswege zum Liegeplatz und den Liegeplatz abdeckt und zahlreiche Entnahmestellen für den Anschluss des Schauminjektionsschlauches, der mit den tragbaren oder ortsfesten Geräten verbunden ist, bietet.

Wenn die Rohrleitungen für Schaumlösungen oder Schaummittel zur Verfügung stehen, sollten die Leitungen eine Reihe von gut erreichbaren Entnahmestellen (Hydranten) haben, die nicht weiter als zwei oder drei Standardschlauchlängen entfernt sein sollten. Absperrventile sollten so installiert sein, dass sie die Nutzung der Leitung im Falle eines Bruchschadens erhalten. Es sollten entsprechende Ablassventile an den Leitungen und Ausspülvorrichtungen vorhanden sein. Eine Leitung für Schaumlösungen dieser Art sollte für einen Mindestdurchsatz von 115 m³/h ausgelegt sein.

Das Schaummittel kann auch über eine Rohrleitung mit kleinerem Durchmesser zu den Behältern, die die Zumischer der ortsfesten oder mobilen Schaumherstellungsvorrichtungen versorgen, verteilt werden.

Mengenvariable Beimischung und Verwendung eines drucklosen Schaumbehälters oder von Schaumpumpen

Bei diesem Verfahren wird das Schaummittel über eine Dosiervorrichtung oder einen variablen Mengenbeimischer in eine Schaumleitung gepumpt. Die Schaumpumpen werden in der Regel durch einen Elektromotor angetrieben und saugen den Schaum aus einem drucklosen Behälter.

Die Schaummittelvorräte in Verbindung mit einem fest eingebauten Schaummonitor oder Schaum-/Wassersprinklersystem sollten ausreichen, um einen kontinuierlichen Schaumeinsatz zu gewährleisten, bis entsprechende Brandbekämpfungsressourcen zur Unterstützung, wasser- oder landseitig, zur Verfügung stehen. Auf jeden Fall sollte der Schaummittelvorrat für mindestens 30 Minuten Dauerlöschaktion zu den bemessenen Strömungsverhältnissen ausreichen.

19.5.3.8 Löschmonitore (oder Löschkanonen)

Löschmonitore eignen sich für Schaum und Wasser, spezifische Typen gibt es jedoch nur für Schaum. Löschmonitore mit einer hohen Pumpenleistung sind normalerweise fest montiert oder befinden sich auf einem fahrbaren Untersatz.

Löschmonitore können am Liegeplatz oder in Höhe des Kaidecks (normalerweise nur für kleine Terminals geeignet) oder auf stationären Türmen montiert werden.

In der Regel sind mit Löschmonitoren Strahllängen von 30 Metern und Strahlhöhen von 15 Metern bei Windstille möglich.

Löschmonitore können vom Turmfuß oder in einem bestimmten Abstand manuell und ferngesteuert werden. Turmfußregler bedürfen wahrscheinlich eines besonderen Schutzes. Die Fernsteuerung erfolgt über elektronische Vorrichtungen, hydraulische oder mechanische Verbindungen. Der Standort der Fernsteuerung für Löschmonitore in Hochlage sollte sicher sein. Die Auswahl eines sicheren Standortes hängt jedoch von der Art und Größe des Liegeplatzes ab. Sofern durchführbar, sollte der Monitorkontrollpunkt einen Abstand von mindestens 15 Metern zum potenziellen Brandort haben.

Wassermonitore sollten in Höhe des Liegeplatzes oder Kaidecks montiert werden und mit unterschiedlichen Sprüh- oder Strahldüsen ausgestattet sein. Sie sollten so angebracht sein, dass sie sowohl die Liegeplatzanlage als auch den angrenzenden Schiffskörper kühlen können. In einigen Fällen kann es erforderlich sein, Wassermonitore in Hochlage anstelle der oder zusätzlich zu den Monitoren in Deckhöhe anzubringen, um einen Wasseraustritt über die maximale Freibordhöhe hinaus zu ermöglichen.

19.5.3.9 Stationäre Unterdeck-Schutzanlagen

Stationäre Unterdeck-Schutzanlagen werden installiert, wenn das Terminal sich über das Wasser vom Land weg erstreckt, so dass sich die Brandbekämpfung als schwierig oder gefährlich erweisen könnte, oder wenn keine Feuerlöschboote zur Verfügung stehen. In diesen Fällen kann dieser Anlagentyp zum Einsatz kommen, um eine sichere Basis für die Arbeiten während eines Schiffsbrandes zu schaffen; er ist auch besonders nützlich, wenn die Möglichkeit besteht, dass große Wasserflächen unterhalb des Liegeplatzes durch verschüttete Produkte brennen können.

Wenn Feuerlöschboote für einen schnellen Einsatz zur Verfügung stehen, ist es möglich, nicht feuerfeste, ungeschützte Stützkonstruktionen und gefährdete Elementen bei einem Brand auf der angrenzenden Wasseroberfläche durch stationäre Wassersprühanlagen, die unterhalb des Decks installiert sind, zu kühlen. Die Förderleistung für eine Anlage dieser Art sollte auf der Risikoeinschätzung beruhen, bei der Aspekte wie die Art der Arbeiten und die Anordnung der Pier berücksichtigt werden.

Wenn keine Feuerlöschboote zur Verfügung stehen oder diese nicht schnell auf das Feuer reagieren können, ist es möglich, Stützkonstruktionen, die aus nicht feuerfesten, ungeschützten Materialien bestehen, durch eine stationäre Schaum-/Wassersprinkleranlage unterhalb des Decks zu kühlen und zu schützen. Unter diesen Umständen könnte mit dieser Anlage das Feuer unter Deck schnell eingedämmt und gelöscht werden. Die Förderleistung für eine Anlage dieser Art sollte auf der Risikoeinschätzung beruhen, bei der Aspekte wie die Art der Arbeiten und die Anordnung der Pier berücksichtigt werden. Wenn Stützpfeiler und Balken aus einem feuerfesten Material, wie z. B. Beton, bestehen, kann eine stationäre Schaum-/Wassersprinkleranlage mit verminderten Durchsatzraten nach erfolgter Risikoeinschätzung akzeptabel sein.

19.6 Schwimmende Feuerlöschanlagen

Schwimmende Feuerlöschanlagen, in der Regel in Form von Feuerlöschbooten oder Schleppern, können sehr effektiv sein, insbesondere wenn entgegen die Windrichtung des Feuers manövriert werden muss.

An Standorten, an denen Feuerlöschboote gut ausgerüstet, ständig verfügbar und sehr schnell vor Ort einsatzbereit sind, z. B. innerhalb von 15-20 Minuten nach Notruf, kann der Umfang der am Liegeplatz bereitgestellten Feuerlöschgeräte unter Berücksichtigung und im Verhältnis zu den schwimmenden Feuerlöschanlagen vor Ort bestimmt werden.

Das schwimmende Feuerbekämpfungspotenzial wird am besten durch die Schlepper oder Arbeitsboote bereitgestellt, die mit Feuerlöschanlagen einschließlich Schaumanlagen ausgestattet sind und die in der Lage sein sollten, ein Feuer an Deck des größten Tankschiffs, das im Hafen einlaufen kann, zu bekämpfen.

Wenn das Feuerbekämpfungspotenzial von Schleppern Teil des Notfallplans des Terminals bei Bränden auf Tankschiffen oder am Terminal selbst ist, sollten diese zur Verfügung stehen, sobald dies erforderlich ist und deren Einsatz effektiv erscheint. Wenn die Schlepper das Schiff beim Anlegen oder Ablegen am Terminal oder in einem anderen Teil des Hafens unterstützen, sollten Vorkehrungen getroffen werden, um zu gewährleisten, dass sie so schnell wie möglich freigegeben werden können, um bei der Brandbekämpfung eingesetzt zu werden. Wenn diese Schlepper zwischen den Routineaufgaben stillliegen, sollten sie mit einem leicht zu lösenden Festmachen befestigt, leicht erreichbar und in Sichtweite des Terminals sein und sie müssen stets Funk- und Videowache am Terminal halten. Wenn der Einsatz dieser Feuerlöschboote im Brandfall nicht innerhalb einer angemessenen Zeitspanne gewährleistet werden kann, sollten sie bei der Einschätzung der Brandbekämpfungsmöglichkeiten für das Terminal nicht berücksichtigt werden.

Unter bestimmten Umständen, z. B. wenn Terminals viele Tankschiffe abfertigen oder Häfen mehrere Terminals haben, sollten Überlegungen dahingehend angestellt werden, ob nicht ein speziell ausgestattetes Feuerlöschboot bereitgestellt wird.

Die Entscheidung, Schlepper bei der Bekämpfung von Bränden auf einem Tankschiff oder an einem Terminal oder beim Ablegen von Tankschiffen, die Gefahr laufen hineinzugeraten, einzusetzen, sollte von dem Hauptverantwortlichen für Brandbekämpfung in Verbindung mit der Hafenbehörde getroffen werden. Feuerlöschboote sollten mit UHF/UKW-Funk mit getrennten Kanälen für das Abschleppen und die Brandbekämpfung ausgestattet sein und, wenn es um die Brandbekämpfung geht, müssen sie direkten Kontakt zum Hauptverantwortlichen für Brandbekämpfung haben und unter dessen Aufsicht stehen.

Schlepper mit Feuerlöschgeräten sollte regelmäßig inspiziert werden, um sicherzugehen, dass die Geräte und Schaummittelvorräte in ordnungsgemäßem Zustand sind. Feuerlöschpumpen und Monitore sollten wöchentlich geprüft werden. Die Schaumeinfallstellen auf den Schleppern sollten sauber gehalten werden, damit sie sofort einsatzbereit sind.

Als Teil des Terminalnotfallplans sollte eine Entscheidung getroffen werden, ob geschulte Feuerwehrleute an Bord des Schleppers sein sollen oder ob die Besatzung für Feuerlöscharbeiten gebraucht wird. Die Entscheidung sollte durch entsprechende Schulungen für die delegierten Feuerwehrleute gestützt werden.

19.7 **Schutzbekleidung**

Die Brandschutzkleidung schützt vor Strahlungswärme und somit vor Verbrennungen. Konventionelle, schwere Brandschutzjacken sind in dieser Hinsicht sehr gut.

In der modernen Praxis soll die Brandschutzkleidung jedoch aus einem leichten, feuerfesten Gewebe bestehen, das mit einer Aluminiumschicht versehen ist; manchmal wird sie auch als Hitzeschutzanzug bezeichnet. Diese Art Anzug ist nicht für die direkte Brandeinwirkung geeignet. Schwerere Anzüge, speziell beschichtete Feuerschutzanzüge ermöglichen dem Personal, Atemschutzgeräte zu tragen, die mit entsprechenden Rettungs- und Hilfsfunktionen ausgestattet sind, um der unmittelbaren Flammeneinwirkung für einen bestimmten Zeitraum standhalten zu können.

In Abhängigkeit von den örtlichen Brandbekämpfungsvorkehrungen ist es ratsam, dass jedes Terminal mit mindestens einem oder zwei kompletten Sets Hitzeschutz- und Feuerschutzanzügen inklusive der dazugehörigen Helme, Handschuhe und Schuhe ausgestattet ist.

Die Schutzkleidung muss in einem gebrauchsfähigen und trockenen Zustand sein. Im Einsatz muss sie fest verschlossen sein.

19.8 **Zufahrt für die Feuerwehr**

Für die Feuerwehrfahrzeuge müssen Parkplätze in unmittelbarer Nähe der Terminalzufahrten zur Verfügung stehen. Es sollte auch die Bereitstellung eines Ausweich- oder Durchfahrtbereiches auf der Pierkonstruktion in Erwägung gezogen werden. Es sollten auch die Beschränkungen für die maximalen Achslasten von Fahrzeugen, die die Pierkonstruktionen anfahren, beachtet werden.

Kapitel 20

NOTFALLVORSORGE

Ein umfassender und erprobter Plan ist wichtig, wenn ein Terminal systematisch und effektiv auf Notfälle reagieren muss. Dieses Kapitel befasst sich mit der Erarbeitung von Notfallplänen für das Terminal und mit der Bereitstellung von Ressourcen und Schulungen zur Unterstützung.

Die Maßnahmen, die die Terminals und Tankschiffe in einem Notfall treffen müssen, sind in Abschnitt 26.5 beschrieben.

Zusätzliche Informationen zum Brandschutz an Terminals sind in Kapitel 19 enthalten.

20.1 Überblick

Alle Terminals sollten Maßnahmen bereithalten, die in einem Notfall sofort durchgeführt werden können. Die Maßnahmen sollten alle Arten von Notfällen abdecken, die in Verbindung mit bestimmten Aktivitäten am Terminal eintreten können, wie z. B. Öllachen, Gaslecks mit resultierender uneingeschränkter Dampfwolke, Feuer, Explosion, Kranke oder Verletzte. Während der Einsatz von Feuerlöschgeräten wahrscheinlich bei jeder Notfallmaßnahme selbstverständlich ist, sollten auch Rettungsmittel wie Atemschutzgeräte, Reanimationsgeräte, Krankentragen sowie Fluchtwege und Notausgänge bedacht werden.

Das beteiligte Personal muss mit den Notfallmaßnahmen vertraut und sollte entsprechend geschult sein und die Maßnahme verstehen, die sie zur Gefahrenabwehr durchführen sollen. Dazu gehört das Auslösen eines Alarms, die Organisation einer Zentrale und des Personals zur Gefahrenabwehr.

Für den Notfall, sollten sofort Informationen zur Verfügung stehen, über die Gefährdungen aus den Produkten, die am Terminal umgeschlagen werden, Empfohlen werden Material-sicherheitsdatenblätter, die den Arbeitern und Rettungskräften Hinweise geben, wie sie mit den einzelnen Produkten zu verfahren haben. Die Materialdatensicherheitsblätter sollten Angaben zu den physikalischen Eigenschaften (Schmelzpunkt, Siedepunkt, Flammpunkt usw.) und in Bezug auf Toxizität, gesundheitliche Auswirkungen, erste Hilfe, Reaktionsfähigkeit, Lagerung, Entsorgung und die erforderliche persönliche Schutzausrüstung enthalten.

Es müssen genügend Einsatzkräfte vorhanden sein, um den Notfallplan erfolgreich einleiten und ausführen zu können. Deshalb ist eine gründliche Untersuchung notwendig, um den gesamten Einsatzkräftebedarf für die Dauer des Notfalls ermitteln zu können. Gegebenenfalls kann Hilfe bei den örtlichen Notfallorganisationen, nahegelegenen Flughäfen, Industriebetrieben oder Militäreinrichtungen eingeholt werden. Auf alle Fälle sollte gewährleistet sein, dass genügend Personal am Terminal zur Verfügung steht, um erste Notfallmaßnahmen ergreifen zu können.

Neben den Vorfällen, die sich während der regulären Arbeitszeit ereignen können, sollten die Terminalnotfallpläne auch die Vorfälle berücksichtigen, die außerhalb der regulären Arbeitszeit eintreten können, wenn die Arbeiten mit weniger Personal am Einsatzort fortgesetzt werden.

Die wichtigsten und kritischsten Elemente eines jeden Notfallplans sind die Organisation und die zur Unterstützung erforderlichen Ressourcen. Der Plan kann nur effektiv sein, wenn diese Elemente bei der Erstellung des Plans sorgfältig berücksichtigt werden, um so den Anforderungen der einzelnen Terminals voll zu entsprechen.

Bei der Erstellung des Plans sollten alle voraussichtlich Beteiligten herangezogen werden.

Folgende Schritte sind notwendig:

- Analyse möglicher Notfallszenarien und Erkennen potenzieller Probleme
- Festlegung der besten praktischen Vorgehensweise zur Abwehr der Szenarien und Lösung der erkannten Probleme
- Festlegung der Organisation einschließlich Ressourcen, die zur effizienten Durchführung des Plans benötigt werden.

Der Plan sollte regelmäßig überprüft und aktualisiert werden, um zu gewährleisten, dass er Änderungen innerhalb des Terminals, die derzeit optimale Vorgehensweise und die Hauptkenntnisse aus Notfallübungen/vorherigen Notfällen widerspiegelt.

20.2 Terminalnotfallplan - Planbestandteile und Vorgehensweisen

20.2.1 Planerstellung

Jedes Terminal sollte einen Notfallplan erstellen, der alle Aspekte der Maßnahmen abdeckt, die bei Eintreten eines Notfalls zu ergreifen sind. Der Plan sollte in Absprache mit der Hafenbehörde, Feuerwehr, Polizei usw. erstellt werden und sich in andere maßgebliche Pläne, z. B. Hafennotfallplan, einfügen. Der Plan sollte das Folgende beinhalten:

- Sondermaßnahmen, die die Personen am Ort des Notfallgeschehens ergreifen müssen, um Alarm auszulösen
- Erstmaßnahmen zur Regelung und Bewältigung des Zwischenfalls
- Maßnahmen zur Mobilisierung der Ressourcen des Terminals entsprechend dem Zwischenfall
- Evakuierungsmaßnahmen
- Sammelpunkte
- Notfallorganisation einschließlich spezifische Aufgaben und Verantwortlichkeiten
- Kommunikationsmittel
- Notfallkontrollzentren
- Bestand und Standort der Notfallausrüstung

Jedes Terminal sollte ein Notfallteam haben, zu dessen Aufgaben die Planung, Umsetzung und Überprüfung der Notfallmaßnahmen sowie deren Durchführung gehören. Der Notfallplan sollte, sobald er vorliegt, ordnungsgemäß in das 'Notfallhandbuch' aufgenommen werden, das allen Personen, deren Arbeit mit dem Terminal verbunden ist, zugänglich sein sollte.

Die Hauptelemente, die für die Erstmaßnahmen in einem Notfall entscheidend sind, d. h. die Meldung des Notfalls und Maßnahmen zur Eindämmung und Kontrolle, sowie der Standort der Notfallausrüstung, sollten deutlich sichtbar auf Hinweisschildern an allen strategischen Standorten innerhalb des Terminals angebracht sein.

Tankschiffe längsseits des Terminals sollten von dem Notfallplan des Terminals in Kenntnis gesetzt werden, da er auch für das Schiff gilt, insbesondere was die Alarmsignale und Fluchtwege und die Vorgehensweise für das Schiff, in einem Notfall an Bord Hilfe zu rufen, betrifft.

Der Terminalnotfallplan sollte abgestimmt werden mit und, sofern zweckmäßig, Bestandteil werden von:

- anderen Teilen der Unternehmensorganisation und Anlagen; und
- entsprechenden externen Organisationen (andere Unternehmen, öffentliche Stellen usw.)

Die externen Stellen, die bei einem Notfall herangezogen werden können, sollten alle relevanten Teile des Terminalnotfallplans kennen und an den gemeinsamen Übungen teilnehmen.

Die Hauptelemente eines Terminalnotfallplans sind in Abschnitt 20.4 zusammengefasst.

20.2.2 Kontrolle

Der Terminalnotfallplan sollte absolut klar aufzeigen, welche Person oder Personen die Gesamtverantwortung für die Notfallmaßnahmen hat bzw. haben und diese nach Rangfolge auflisten. Die Zuständigkeiten anderer Personen innerhalb der Terminalorganisation für Maßnahmen zur Eindämmung und Bewältigung des Notfalls sollten auch klar herausgestellt werden.

Wurde keine Rangfolge der Zuständigkeiten festgelegt, kann das leicht zu Verwirrungen oder zum Verlust wertvoller Zeit führen.

Wenn es kein eigens dafür eingerichtetes Kontrollzentrum gibt, sollte zu diesem Zweck im Vorfeld eine Stelle bestimmt werden, die bei Eintreten eines Notfalls einsatzbereit ist. Der Plan sollte eine klare Beschreibung des Standorts des Kontrollzentrums und ein Verzeichnis der ihm zugewiesene Personen enthalten. Das Kontrollzentrum sollte an einer gut erreichbaren zentralen Stelle außerhalb potenzieller Gefahrenzonen oder vielleicht im Terminalhauptbüro untergebracht sein.

Während des Notfalls sollte das Kontrollzentrums mit leitenden Vertretern des Terminals und, sofern erforderlich, Vertretern der Hafenbehörde, Feuerwehr, des Schleppbootunternehmens, der Polizei oder anderer zuständiger Zivilbehörden besetzt sein. Falls bei dem Notfall ein Tankschiff betroffen ist oder die Wahrscheinlichkeit besteht, dass es betroffen ist, kann es auch wünschenswert sein, dass ein Verantwortlicher von der Schiffsbesatzung des Unglücksschiffes im Kontrollzentrum zu Beratungszwecken anwesend ist. Es sollte ein Informationsbeauftragter ernannt werden, der für die Weiterleitung der Informationen an die Öffentlichkeit, andere Hafenbenutzer und alle Beteiligten zuständig ist.

Während des Notfalls ist es wichtig, dass das leitende Personal im Umfeld leicht zu erkennen ist, indem es z. B. andersfarbige Sicherheitshelme trägt. Der Notfallplan sollte dazu entsprechende Angaben enthalten.

Der Plan sollte auch die Personen bestimmen, die das Ende des Notfalls erklären.

20.2.3 Kommunikations- und Alarmeinrichtungen

20.2.3.1 Alarmeinrichtungen

Alle Anlagen sollten mit einer Notfallalarmeinrichtung ausgestattet sein.

Alarmprotokolle variieren je nach Terminal. Für kleine Terminals kann z. B. eine einfache Summenalarmwarnung durchaus angemessen sein, während ein komplexes Terminal oder eine Raffinerie vielleicht eine differenzierte Alarmanlage braucht, die die Hierarchie der möglichen Notfälle erkennen lässt.

Es kann von Vorteil sein, die Option für einen stillen Polizeiruf einzubauen, bei dem kein hörbarer Generalalarm ausgelöst wird, sondern nur eine kleine Anzahl des Schlüsselpersonals telefonisch oder über Mobilfunk informiert und in Bereitschaft versetzt wird. Typische Anwendungsfälle wären die Reaktion auf Bombendrohungen und andere Formen der Sabotage.

20.2.3.2 Kontaktlisten

Der Terminalnotfallplan sollte ausführliche Kontaktlisten während und außerhalb der Arbeitszeiten für interne und externe Einsatzkräfte enthalten, die im Notfall anzurufen sind.

Der Plan sollte eine Auflistung der Ersatzkräfte, die für den Fall, dass die beauftragten Personen abwesend oder nicht verfügbar sind, einspringen können, enthalten. Die Ersatzkräfte sollten ihre Verantwortlichkeiten gut kennen und qualifiziert sein, um ihre Aufgaben ordnungsgemäß erfüllen zu können.

Die Kontaktliste sollte so umfangreich sein, dass sich der Zugriff auf andere Dokumente, wie z. B. Telefonbücher, erübrigt.

20.2.3.3 Anforderungen an das Kommunikationssystem

Eine zuverlässige Kommunikation ist für die erfolgreiche Bewältigung von Notsituationen von wesentlicher Bedeutung. Alternative Stromversorgungseinrichtungen sollten bereitstehen, falls die Hauptstromversorgung ausfällt.

Es gibt drei Grundelemente, die das System in der Lage sein sollte zu bedienen:

- Terminalnotfallalarm
- Hilferuf
- Koordinierung und Kontrolle der Notfallmaßnahmen, einschließlich Bewegung der Tankschiffe.

Das Kommunikationssystem sollte so flexibel sein, dass es Operationen an der Pier, auf einem Schiff, an angrenzenden Gewässern oder von jedem beliebigen Punkt des Terminals erfassen kann.

Kleine Terminals sollten jedoch zumindest in der Lage sein, ein akustisches Räumungssignal auszulösen, das als solches eindeutig erkennbar ist. Die Kommunikation über Funk und Telefon steht jedoch in den meisten Notfallplänen ganz oben auf der Liste der Prioritäten.

Größere Terminals sollten mit dem kompletten Spektrum an Kommunikationsanlagen, unter Umständen auch mit UKW/UHF-Funkgeräten und Rufanlagen, ausgestattet sein. Das Schlüsselpersonal sollte stets mit Mobilfunkgeräten ausgestattet sein. In dem Notfallkontrollzentrum sollte ein Kommunikationszentrum eingerichtet werden.

Falls es keine gesonderten Telefonleitungen gibt, sollte die Notfallkommunikationsanlage in der Lage sein, andere Anrufe über dieselbe Leitung zu unterdrücken.

Das Notfallkontrollzentrum sollte die Leitung, Koordination und Kontrolle der Notfallmaßnahmen unterstützen, wie z. B. anderen Hafennutzern mit Rat und Informationen zur Seite stehen. Zu diesem Zweck sollte es über eine geeignete Kommunikationsanlage verfügen, die es mit allen erforderlichen Kontaktpersonen innerhalb und außerhalb des Terminals verbindet.

20.2.3.4 Kommunikationsdisziplin

Alle Mitarbeiter sollten die Notwendigkeit, sich streng an die Vorschriften für die Nutzung der Kommunikation in Notfällen zu halten, verstehen und anerkennen und gelegentlich in die effektive Nutzung der Kommunikationsgeräte und -verfahren unterwiesen werden.

Der Notfallplan sollte eine Grundausstattung an Kommunikationsmitteln einschließlich der Passwörter für die verschiedenen Arten von Notfallstufen enthalten.

Einmal mobilisiert, sollte das Schlüsselpersonal, das an der tatsächlichen Gefahrenabwehr und Gefahrenkontrolle beteiligt ist, von den Mitteilungspflichten gegenüber Dritten, mit Ausnahme der Stellen, die die Hauptnachrichten sofort bearbeiten müssen, und der Stellen für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit freigestellt werden. Es wird empfohlen, einen 'Informationsbeauftragten' in den Notfallplan aufzunehmen (siehe Abschnitt 20.2.2).

Im Kontrollzentrum sollten Aufzeichnungen geführt werden. Funkrufe und Telefonanrufe sollten aufgezeichnet werden.

20.2.4 Lagepläne und Karten

Die Pläne mit den Feuerlöschgeräten, Hauptanlagen und Zufahrtswegen sollten auf dem neuesten Stand sein und zur Nutzung im Notfall bereitliegen; Kopien sollten im Kontrollzentrum aufbewahrt werden.

Standorte und Angaben zu den Feuerlösch- und anderen Notfallgeräten am oder in der Nähe des Liegeplatzes sollten auch am Liegeplatz deutlich gemacht werden.

20.2.5 Zugang zu den Geräten

Alle Notfallgeräte sollten jederzeit leicht erreichbar und frei von Hindernissen sein.

20.2.6 Straßenverkehr und -regelung

Die Fahrwege der Terminalzufahrten und -bereiche, z. B. bis zu den Pierenden, sollten jederzeit frei von Hindernissen sein. Die Fahrzeuge sollten nur in den dafür vorgesehenen Bereichen mit gestecktem Zündschlüssel geparkt werden.

Während des Notfalls sollte das Befahren des Terminals oder Liegeplatzes strengstens auf die Fahrzeuge und Personen beschränkt werden, die an den Notfallmaßnahmen beteiligt sind oder diese unterstützen. Falls Notfallfahrzeugen das Befahren der Zufahrtswege zu den Pierbereichen gestattet ist, müssen die Beschränkungen hinsichtlich des Fahrzeuggewichts für die Deckentragfähigkeit entsprechend berücksichtigt werden.

20.2.7 Externe Hilfsorganisationen

Der Terminalnotfallplan sollte die bestmögliche Inanspruchnahme externer Hilfsorganisationen vorsehen. Der Erfolg der Notfallmaßnahmen kann vom Ausmaß der Mitwirkung Dritter abhängen, was wiederum oftmals davon abhängt, wie gut diese Organisationen das Terminal und die Notfallmaßnahmen kennen. Es ist wichtig, dass die externen Hilfsorganisationen an gemeinsamen Schulungen teilnehmen. Es sollten mindestens einmal im Jahr kombinierte Übungen mit Schleppboot-, Tankschiff- bzw. Landnotfalldiensten durchgeführt werden.

Wenn sich das Terminal in einem Bereich befindet, in dem auch Aktivitäten anderer Unternehmen stattfinden, kann es praktisch sein, einen gemeinsamen Hilfsplan aufzustellen.

20.2.7.1 Hafengebörden, Schiffsverkehrszentrale, Polizei und Feuerwehr

Der Terminalnotfallplan sollte festlegen, dass eine Mitteilung über den Notfall mit den folgenden Angaben an die Hafengebörde und gegebenenfalls an die Schiffsverkehrszentrale ergeht, wenn der Notfall das Terminal oder die Tankschiffe, die am Liegeplatz anliegen oder am Terminal festgemacht wurden, betrifft:

- Art und Ausmaß des Notfalls
- Art der beteiligten Tankschiffe mit Angaben zum Standort und zur Ladung
- Art der erforderlichen Hilfsmaßnahmen.

Diese Angaben ermöglichen der Hafengebörde und der Schiffsverkehrszentrale zu entscheiden, ob der Schiffsverkehr innerhalb des Hafengebereiches oder in Hafennähe eingeschränkt werden muss.

Der Notfallplan sollte auch sicherstellen, dass alle Notfälle, die Unterstützung über die Möglichkeiten des Terminals hinaus benötigen oder benötigen könnten, sofort der örtlichen Feuerwehr oder Polizei zu melden sind.

20.2.7.2 Lotsen

Wird in einem Notfall beschlossen, die Piers teilweise oder vollständig zu räumen, kann die örtliche Lotsenorganisation kurzfristig aufgefordert werden, mehrere Lotsen zur Verfügung zu stellen, um Schiffe, die nicht direkt in den Vorfall verwickelt sind, aus der Gefahrenzone zu delegieren. Der Notfallplan sollte für diese Möglichkeit Vorsorge treffen.

20.2.7.3 Rettungsboote

Rettungsboote sollten, sofern vorhanden, in den Notfallplan integriert werden, um bei folgenden Maßnahmen zu helfen:

- Bergung von Personen aus dem Wasser
- Evakuierung von Personen, die auf dem Schiff oder am Liegeplatz eingeschlossen sind

Rettungsboote, die für diese Aufgaben bestimmt wurden, sollten mit den folgenden Geräten und Mitteln ausgestattet sein:

- Nachrichtenverbindung, die in das Kommunikationssystem des Kontrollzentrums integriert werden kann
- fest montierte oder tragbare Suchscheinwerfer für Operationen im Dunkeln oder bei eingeschränkten Lichtverhältnissen
- Decken, da Personen, die aus dem Wasser geborgen werden, wahrscheinlich unterkühlt sind und unter Schock stehen
- tragbare Bordleitern für einen leichteren Zugang zum Boot, da eine Person im Wasser wahrscheinlich kaum noch oder keine Energiereserven mehr hat und sich nicht selbst helfen kann

- Umluft unabhängige Atemschutzgeräte
- Reanimationsgeräte.

Die Besatzung der Rettungsboote sollte Anweisungen zur Rettung von Überlebenden aus dem Wasser erhalten, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Verunglückten schwere Verletzungen oder starke Verbrennungen erlitten haben könnten. Die Besatzung sollte auch Anweisungen für die künstliche Beatmung erhalten. Die Bootsbesatzung sollte auch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Überlebenszeit im Wasser sehr kurz ist und es daher auf eine schnelle Rettung der Personen ankommt.

20.2.7.4 Medizinische Einrichtungen

Je nach Art des Notfalls kann es erforderlich sein, die medizinischen Einrichtungen innerhalb und außerhalb des Terminals zu benachrichtigen. Der Notfallplan sollte folgende Festlegungen treffen:

Medizinische Einrichtungen, auf die wahrscheinlich zurückgegriffen wird, benötigen folgende Informationen:

- Art und Ort des Notfalls
- Wahrscheinlichkeit oder Anzahl der Verunglückten
- Bedarf an medizinischem Personal am Notfallort
- Aktuelle Angaben zu den Verunglückten, u.a. deren Namen, sobald diese bekannt sind.

20.2.8 Notfallschulungen

Schulungen sollten, soweit erforderlich, für die folgenden Notfallmaßnahmen durchgeführt werden:

- Brandbekämpfung mit Hilfe der Geräte, die in einem Notfall zur Verfügung stehen
- Entfernen von Gefahrgut vom Brandort
- Brandisolierung
- Einsatz der persönlichen Schutzausrüstung
- Abstimmung von Maßnahmen mit externen Stellen
- Rettungsmaßnahmen, einschließlich Schulung für das betreffende Personal zur Rettung von Leben aus dem Wasser
- Leckagewannen und Säuberung.

Es sollten unangekündigte Übungen in verschiedenen Teilen des Terminals und anschließend Besprechungen durchgeführt werden, um festgestellte Schwachstellen aufzuzeigen. Räumungsübungen sind ein wichtiger Teil der Schulungen und helfen, Panik in tatsächlichen Notfällen zu minimieren.

Die örtlichen Organisationsanweisungen für einen Notfall sollten allen Betroffenen zur Verfügung stehen und in einer umfassenden Schulung erklärt werden. Der Terminalnotfallplan sollte regelmäßig trainiert werden.

Es sollten Aufzeichnungen geführt und Schwachstellen oder Erkenntnisse niedergeschrieben und formell nachvollzogen werden.

20.3 Begriffsbestimmung und Notfallhierarchie

20.3.1 Allgemein

Ob ein bestimmtes Ereignis einen 'Notfall' oder einen 'Betriebszwischenfall' darstellt, der schnelles Handeln erfordert, hängt von den örtlichen Gegebenheiten ab. So kann es z. B. sein, dass ein größeres Terminal mit entsprechender Technik und entsprechendem Personal bei einem Brand vor Ort oder einem ähnlichen Ereignis handeln muss, ohne dabei den kompletten Terminalnotfallplan zu aktivieren. Der gleiche Zwischenfall könnte an einem kleineren Terminal als Notfall eingestuft werden, der die Aktivierung des Notfallplans erforderlich macht.

Der folgende Leitfaden ist nicht zwingend, sondern soll einen Rahmen oder Ausgangspunkt vorgeben, der an die spezifischen Anforderungen eines bestimmten Terminals angepasst werden kann. Für Terminals, die bereits über Notfallpläne verfügen, dient der Leitfaden als Checkliste, anhand derer die bestehenden Pläne beurteilt werden können. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass der Leitfaden nur eine Mindestorientierung für die Erarbeitung und Weiterentwicklung eines effektiven Terminalnotfallplans gibt.

20.3.2 Hierarchie der Notfälle

Vor Erstellen eines Terminalnotfallplans sollten Untersuchungen zum Terminal, zu den verfügbaren Ressourcen (während und außerhalb der regulären Arbeitszeiten) und den potenziellen Notfällen, die an dem Standort eintreten können, durchgeführt werden. Auf der Grundlage dieser Untersuchung sollte eine Hierarchie der Notfälle aufgestellt werden, wie z. B.:

- Notfall vor Ort
- Notfall am Terminal
- schwerer Notfall.

20.3.2.1 Notfall vor Ort

Ein Notfall vor Ort hat geringe Konsequenzen für Personen und Sachwerte und kann vor Ort bewältigt werden, z. B. an einer Pier oder an Bord eines Schiffs durch das verfügbare Personal mit und ohne Unterstützung. Ein Notfall dieser Art hat normalerweise keine Auswirkung auf die Betriebsabläufe in anderen Teilen des Terminals oder Hafens.

20.3.2.2 Notfall am Terminal

Ein Notfall am Terminal ist von komplexerer Natur und größeren Ausmaßes und erfordert die Aktivierung des Notfallplans. Er hat oder kann Auswirkungen auf die Betriebsabläufe am gesamten Terminal haben und er kann mehr als ein Tankschiff und das Hafenumfeld betreffen.

20.3.2.3 Schwerer Notfall

Ein schwerer Notfall ähnelt dem Notfall am Terminal, dessen Ausmaß und schweren Konsequenzen für Personen und Sachwerte dazu führen, dass das gesamte Terminal und das angrenzende Hafenumfeld betroffen und/oder in hohem Maße gefährdet sind.

20.3.2.4 Höherstufung

Nicht jeder Betriebszwischenfall sollte als Notfall behandelt werden. Jedoch kann sich ein Zwischenfall zu einem Notfall entwickeln und der Plan sollte klar die Vorgehensweise beschreiben, um die Gefahrenabwehr auf eine höhere Stufe zu stellen.

20.3.3 Risikoeinschätzung

Bei der Einschätzung der verschiedenen Notfälle, mit denen ein Terminal konfrontiert werden kann, sollte Zwischenfälle, die am Terminal selbst auftreten können, und solche, die im Hafenumfeld auftreten und eine Gefahr für das Terminal darstellen oder die Hilfe des Terminals in größerem Umfang erfordern, berücksichtigt werden.

Als Vorgehensweise wird vorgeschlagen, mit einer sehr umfassenden Betrachtung der Risiken zu beginnen und diese dann nach Priorität einzustufen, indem die potenzielle Auswirkung auf den Terminalbetrieb für den Fall, dass das Risiko tatsächlich eintritt oder die Wahrscheinlichkeit besteht, dass es eintritt, bewertet wird. Eine Übersicht der Zwischenfälle in der jüngsten Vergangenheit kann zur Orientierung dienen.

20.3.3.1 Checkliste Zwischenfälle

Zwischenfälle, die normalerweise in der Risikoeinschätzung des Terminals erfasst sind, sind:

- Feuer oder Explosion am Terminal und auf oder in unmittelbarer Umgebung eines angelegten Tankschiffs
- Austritt von großen Mengen an entflammbar und/oder toxischen Dämpfen, Gasen oder Chemikalien
- Zusammenstoß zwischen Schiff/Land oder Schiff/Schiff
- Abdriften oder Ausbrechen eines Tankschiffs von der Pier, Schiff treibt vor Anker oder läuft auf Grund
- Großunfälle im Hafen, in die Tankschiffe, Schlepper, Festmacherboote, Fähren usw. verwickelt sind
- Meteorologische Naturgefahren wie Überflutungen, Wirbelstürme, schwere Unwetter
- Angriff, Sabotage und Bedrohungen gegen Schiffe oder das Terminal.

20.3.3.2 Ausnahmesituationen.

Der Terminalnotfallplan sollte für ein ansonsten normales Betriebsumfeld gelten. Ausnahmesituationen, wie z. B. Kriegshandlungen, erfordern andere Gegenmaßnahmen.

20.4 Terminalnotfallplan

20.4.1 Format

Das Format des Terminalnotfallplans hängt von den örtlichen Gegebenheiten, dem Umfang des Plans und dessen Bezug zu anderen Dokumenten ab. Folgende Hinweise haben sich in der Praxis bewährt:

- Lose Blätter erleichtern das Hinzufügen von Seiten.
- Gebunden in einem andersfarbigen Ordner.
- Gute Papierqualität mit einer starken Textur.
- Jede Seite mit Datum versehen und fortlaufend nummerieren.
- Schriftlich in mehr als einer Sprache verfassen, sofern erforderlich. Alle Beteiligten sollten den Plan lesen und verstehen können. Falls es mehr als eine Sprachversion des Plans gibt, sollte eine Version, normalerweise in der hiesigen Sprache, zum Original erklärt werden, falls es zu Rechtsstreitigkeiten kommt.

- Fließ- und Entscheidungsdiagramme mit mehrfarbigen Drucksymbolen minimieren den geschriebenen Text.
- Minimale Verwendung von Querverweisen auf andere Teile des Plans.

20.4.2 Erstellung

Bei der Erstellung eines Terminalnotfallplans ist es wichtig, dass die betreffenden Funktionen, wie Betriebsabläufe, Technik, Marine und Sicherheit enthalten sind. Das lässt sich am besten durch eine Teilzeit-Arbeitsgruppe unter entsprechender Leitung erreichen. Ein Mitglied der Arbeitsgruppe sollte jedoch, sofern möglich, bis zur Fertigstellung des Plans in Vollzeit beschäftigt sein. Diese Person sollte auch für den notwendigen Kontakt zu den externen Stellen, die in dem Plan erfasst sind, zuständig sein.

Einer der größten Nachteile eines Terminalnotfallplans besteht darin, dass er schnell veraltet kann. Da sich Personal und Organisationen ändern, sollte der Plan aktualisiert werden und diese Änderungen aufnehmen. Es wird empfohlen, dass ein beauftragter Mitarbeiter für die Aktualisierung des Plans unter Verwendung einer einzigen Originalkopie zuständig ist. Nur der beauftragte Mitarbeiter sollte berechtigt sein, Änderungen im Notfallplan vorzunehmen.

Alle Mitarbeiter mit einer bestimmten Funktion gemäß Notfallplan sollten eine eigene Kopie des Plans erhalten. Außerdem sollten eine oder mehrere Kopien zur Verfügung stehen und jederzeit in den betreffenden Kontrollräumen einsehbar sein. Von den Kopien im Umlauf und den einzelnen Änderungen (Namen, Standorte, Kontaktdaten usw.) sollten Aufzeichnungen gemacht und der Empfang schriftlich bestätigt werden.

Werden die Pläne den betreffenden Mitarbeitern in elektronischer Form, z. B. über einen lokalen Server, zur Verfügung gestellt, dann gilt die elektronische Kopie als geprüft oder existent und die gedruckten Versionen als ungeprüft.

Sofern keine anderweitigen zufriedenstellenden Vereinbarungen getroffen wurden, wird empfohlen, dass der Planverwalter auch zum Raumleiter für das Notfallkontrollzentrum ernannt wird. Mit dieser Funktion soll auch gewährleistet werden, dass das Zentrum Notfallmaterialien, aktuelle Dokumente und andere Materialien vorrätig hat, dass es sauber ist und sofort besetzt werden kann.

20.4.3 Verfügbarkeit der Ressourcen

Es kann sich als notwendig erweisen, die Mobilisierung der Ressourcen wie Materialien, Geräte und Einsatzkräfte zusätzlich zu denen, die sofort am Einsatzort zur Verfügung stehen, zu planen. In diesem Fall sollte der Plan Anweisungen zur Zugänglichkeit und Verfügbarkeit der genannten Ressourcen, die von der Terminalorganisation und von externen Stellen bereitgestellt werden, enthalten.

Der Plan sollte festlegen, wer berechtigt ist, zusätzliche Ressourcen und Informationen anzufordern, z. B. wer den Schlüssel für die Ressourcen außerhalb der Dienstzeiten hat. Die Ressourcen können u.a. Folgendes beinhalten:

- Wasserfahrzeuge zur Unterstützung, Rettung und Evakuierung
- Straßenfahrzeuge, z. B. Busse und LKW
- Erdbewegungsmaschinen
- Flugzeuge zur Verfolgung und Beobachtung der Ölteppiche

- Flutlicht für Nachtaktionen
- Auffangwannen, Einrichtungen zur Überwachung des Umweltschutzes, Sanierungstechnik
- Sand, Dispergiermittel, Löschschläuche und Schaumgeneratoren, Feuerlöscher und zusätzliche Vorräte an Löschschaummitteln
- Atemschutzgeräte
- Brandschutzanzüge, Helme und andere Brandschutzkleidung
- Rettungsgeräte wie Druckluftspreizer oder hydraulische Winden, Rettungsringe, Rettungsbojen, Leitern und Tragen
- Medizinische Ressourcen und tragbare Lebenserhaltungsgeräte
- Lebensmittel und Getränke
- Personelle Ressourcen - Fahrer, Elektriker, Mechaniker und allgemeine Arbeitskräfte, die z. B. den Einsatz der erforderlichen materiellen Ressourcen möglich machen.

Für jede Ressourcengruppe sollte der Plan folgende Angaben enthalten:

- Verfügbarkeit, Mengen und Anzahl
- Haupteigenschaften und Leistungsdaten
- Verfügbarkeit auf 24-Stunden-Basis
- Anschriften der Personen und Standort der Lager, Telefon- und Funkgeräte usw., sofern zutreffend
- Beschaffungszeit/Mobilisierung

20.4.4 Sonstige organisatorische Fragen

Die folgenden zusätzlichen Fragen sollen eine weitere Hilfe für die Terminals bei der Erstellung ihrer Notfallpläne sein. Grundsätzlich gilt für den Notfallplan:

- Er sollte terminalspezifisch sein und nur die potenziellen Notfälle abdecken.
- Er sollte keine Hinweise auf unwahrscheinliche Ereignisse, Produkte, die nicht umgeschlagen werden, und Ressourcen, die nicht zur Verfügung stehen, enthalten.
- Er sollte so vollständig wie möglich sein, aber auch so kurz wie möglich. Die Anweisungen sollten klar sein und nicht so kompliziert, dass sie ein schnelles Eingreifen beeinträchtigen.
- Er sollte normalerweise keine Anweisungen zur physischen Gefahrenabwehr enthalten, z. B. Brandbekämpfung, Reduzierung des Schadstoffausstoßes usw. Er sollte sich auf Personen, Geräte, Organisation und Kommunikation beschränken. Ein Ausnahme können besser 'vorhersehbare' Notfälle, wie z. B. Wirbelstürme und/oder Hochwasserwarnungen bilden. In diesen Fällen kann der Plan Notfallvorsorgemaßnahmen festlegen. Das gilt auch für eine 'im Voraus geplante' Evakuierung des Personals und ähnliche Aktivitäten.
- Er sollte genehmigen, dass Betriebsabläufe und andere Aktivitäten, die nicht direkt von dem Notfall betroffen sind, ordnungsgemäß und sicher fortgesetzt werden. Deshalb sollten genügend Mitarbeiter/Aufsichtspersonen und Ressourcen zu diesem Zweck frei gehalten werden. Falls das nicht möglich ist, sollte der Plan sichere Abschaltanweisungen enthalten.

- Er sollte in andere Notfallpläne, z. B. der Industrie oder des Hafens, integriert werden oder zumindest mit diesen kompatibel sein. Für die Hauptaktivitäten, die in dem Plan erfasst sind, sollte man sich stets auf die internen Mitarbeiter und Ressourcen zurückgreifen und nicht auf externe.
- Er sollte eine Überreaktion in allen Bereichen der Organisation vermeiden.
- Er sollte ein Organisationsdiagramm enthalten, in dem das beteiligte Schlüsselpersonal und dessen sofortige Maßnahmen und Kommunikationsbereiche dargestellt sind. Umfang und Menge der Angaben in diesem Diagramm sollten auf die regulären Maßnahmen begrenzt werden.
- Er sollte die Maßnahmen in ordnungsgemäßer Reihenfolge einzeln auflisten. Vorrangige Maßnahmen, Leben und dann Sachwerte zu schützen und Notfallmaßnahmen zu beenden, dürfen zum Beispiel nicht durch die Einschaltung von externen Organisationen wie Polizei, Hafenbehörden usw. behindert werden.
- Er sollte die Melderangfolge und Befugnis der einzelnen genannten Schlüsselpersonen während und außerhalb der Arbeitszeiten angeben. Er sollte für jede Person eine kurze Checkliste zu den Hauptmaßnahmen und Kontaktdaten enthalten.
- Er sollte gewährleisten, dass das Schlüsselpersonal eine zu bewältigende Aufgabe hat und freigestellt werden kann, um sich vollzeitmäßig, sofern erforderlich, mit den Notfallmaßnahmen zu befassen. Wenn erforderlich, sollten Ersatzkräfte bereitgestellt werden, um die Arbeiten des Terminals, das nicht direkt von dem Notfall betroffen oder durch diesen beeinträchtigt ist, durchführen zu können. Alle in dem Plan genannten Aufgaben, die spezielle Fähigkeiten oder Fertigkeiten erfordern, wie z. B. Bedienung eines Feuerlöschfahrzeuges, Bootswarte und spezielle Funkprozesse, sollten abgesichert werden.
- Er sollte festlegen, dass alle Mitarbeiter und Vertragspartner, denen in dem Plan keine Aufgaben übertragen wurden, zu ihrem regulären Arbeitsplatz zurückkehren und sich dort bereithalten müssen. Alternativ sollten sich bestimmte Mitarbeiter an vorher festgelegten zentralen Stellen einfinden.

Zu den empfohlenen Vorkehrungen, die in dem Plan eine Rolle spielen, gehören:

- Schlepp-/Löschboote als Reserve und auf Abruf startklar
- Wasserfahrzeuge zur Unterstützung oder Evakuierung von Personal, einschließlich bestimmter Anlegestellen, die besetzt werden müssen
- Lotsen, die sich zur Unterstützung beim Entfernen der Schiffe vom Liegeplatz bereithalten
- Autos, Busse usw. zur Evakuierung der Sammelpunkte, einschließlich der Anlegestellen für Wasserfahrzeuge
- Besatzung und Verkehrsmittel zum Losmachen in Bereitschaft
- Verkehrsregelungen im Notfall
- Festlegung der ordnungsgemäß besetzten Empfangspunkte, um die Besatzung und/oder Familienangehörige des Terminalpersonals, Pressevertreter usw. in Empfang nehmen zu können.

Es sollte möglich sein, die Effektivität des Plans ohne unangemessene Unterbrechung des Tagesbetriebs zu testen.

Kein Notfallplan kann alle Faktoren berücksichtigen, und die Nutzer sollten sich darüber im Klaren sein, dass die besonderen Umstände eines Notfalls Abweichungen von dem Plan erfordern können.

20.5 Entfernen der Tankschiffe vom Liegeplatz in einem Notfall

Wenn der Notfall auf einem Schiff eintritt, versteht es sich, dass das Schiff im eigenen Interesse, im Interesse der Sicherheit der landseitigen Anlage und oft des ganzen Hafens längsseits bleiben sollte. Das würde eine bessere Möglichkeit schaffen, das Personal und die Geräte an Land zur Bewältigung der Notsituation an Bord einzusetzen.

Kann jedoch das Feuer auf dem Schiff oder am Liegeplatz nicht unter Kontrolle gebracht werden, können Überlegungen, das Schiff vom Liegeplatz zu entfernen, erforderlich werden. Die Planung für ein solches Ereignis kann Absprachen zwischen dem Vertreter der Hafenbehörde oder dem Hafenmeister, dem Terminalbeauftragten, dem Schiffsführer des Schiffs und dem Branddirektor der örtlichen Behörde erfordern.

Falls ein Zwischenfall eskaliert, kann der Plan zusätzliche Überlegungen dahingehend anregen, andere, noch nicht betroffene Schiffe von angrenzenden oder in Windrichtung liegenden Liegeplätzen zu entfernen.

Der Plan sollte die Notwendigkeit hervorheben, übereilte Maßnahmen zu vermeiden, die die Gefahr für das Schiff, das Terminal, für andere Schiffe, die in der Nähe angelegt haben, oder andere angrenzende Anlagen eher erhöhen könnten statt sie zu verringern.

Kapitel 21

NOTFALLEVAKUIERUNG

Die Hauptüberlegung in Falle eines Feuers, einer Explosion oder in einem anderen Notfall an einem Terminal gilt der Sicherheit des Personals. Deshalb sind die Mittel und Methoden, mit denen das Personal sicher evakuiert werden kann, von großer Bedeutung.

Dieses Kapitel beschreibt die Elemente, die in einem Terminalevakuierungsplan aufgenommen werden sollten, und gibt eine Orientierungshilfe zu den Möglichkeiten, für einen sicheren und effektiven Rettungsweg zu sorgen.

21.1 Allgemein

Zur Gewährleistung einer effizienten Evakuierung des Personals im Falle einer ersten Notsituation sollten alle Terminals entsprechende Evakuierungsmittel bereitstellen und einen Notfallplan zur Hand haben.

Der Evakuierungsplan wird von Terminal zu Terminal variieren und von der Konstruktion, vom Standort und der Verfügbarkeit der Ausrüstung abhängig sein. Generell sollte die Konstruktion der Anlage jedoch mindestens zwei Fluchtwege vorsehen, die in einem Brandfall eher nicht gleichzeitig benutzt werden.

T-förmige und fingerförmige Piers

Terminalanlagen mit Anbindung zum Land, wie z. B. T-förmige und fingerförmige Piers, haben den Vorteil, Evakuierungsmöglichkeiten über die Straße zu bieten. Einige Anlagen sind mit Öl- und Gasleitungen ausgelegt, die an der Unterseite des Piers gestützt werden. Für diese Art der Anlage können Wasserwege zur Evakuierung gefragt sein, sofern kein zweiter Fluchtweg übers Land zur Verfügung steht.

Eine eventuelle Evakuierung des Schiffspersonals sollte auch in Betracht gezogen werden. Aufgrund des Charakters der Öl- und Gasoperationen sind nicht viele Arbeitskräfte am Marineterminal erforderlich, und wahrscheinlich hat die Schiffsbesatzung mehr Mitglieder als sich Personal an Land befindet. Es ist auch möglich, dass das Wartungspersonal das Betriebspersonal zahlenmäßig übertrifft, und der Evakuierungsplan sollte diesen eventuellen Umstand aufgreifen und berücksichtigen.

21.1.1 Schiffsevakuierung

Jeder Evakuierungsplan sollte stets eine wechselseitige Vereinbarung zwischen Schiff und Terminal enthalten, und es ist wichtig, dass die Schiffsführer aller Schiffe, die die Anlage nutzen, von den Vereinbarungen zur Notfall-evakuierung Kenntnis haben. Diese Vereinbarungen sollten auf dem Sicherheitstreffen vor dem Umschlag besprochen und beim Ausfüllen der Sicherheitschecklisten identifiziert werden. Es kann Umstände geben, unter denen der sicherste und effektivste Evakuierungsweg der ist, das Schiff vom Terminal zu entfernen, insbesondere wenn das Schiff nicht direkt von dem Notfall betroffen ist (siehe Abschnitt 20.5).

21.1.2 Nicht unbedingt benötigtes Personal

In allen Fällen, in denen offensichtlich ist, dass sich eine Notsituation zu einem Zwischenfall von erheblichem Ausmaß entwickelt oder entwickeln kann, sollte das gesamte Personal, das nicht direkt an den Abhilfe- oder Brandbekämpfungsmaßnahmen teilnimmt, so früh wie möglich evakuiert werden.

Die Entscheidung, das gesamte nicht unbedingt benötigte Personal, das Schiffspersonal eingenommen, zu evakuieren oder das Schiff vom Liegeplatz zu entfernen, sollte stets frühzeitig in einer Notsituation nach Absprache zwischen Schiff, Terminal, Hafenbehörde und Feuerwehr getroffen werden. Eine frühzeitige Evakuierung des genannten Personals dient stets dem Zweck, weniger Gesamtverantwortung für die Sicherheit des Personals übernehmen zu müssen und dem Verantwortlichen somit die Möglichkeit zu geben, sich auf den Notfall und die Bedürfnisse der Personen, die in unmittelbarer Gefahr sind, zu konzentrieren.

Die wichtigsten und kritischsten Elemente eines jeden Notfall-evakuierungsplans sind die Organisationskontrolle und Kommunikation und die dafür notwendigen Ressourcen. Hinweise zu diesen wichtigen Elementen sind in Kapitel 20 enthalten.

21.2 Evakuierungs- und Personalflichtwege

21.2.1 Haupt- und Nebenfluchtwege

Die Terminalanlagen sollten mit mindestens zwei separaten Evakuierungswegen ausgestattet sein, die aus allen besetzten Bereichen oder Arbeitsbereichen und von den Schiffen am Liegeplatz wegführen. Die Fluchtwege sollten so angeordnet sein, dass im Brandfall einer der Wege eine sichere Evakuierung ermöglicht und weit genug entfernt ist von dem möglichen Brandherd, um dem Personal Schutz während der Evakuierung zu bieten. Die Evakuierungswege und Nebenfluchtwege sollten deutlich gekennzeichnet und vorzugsweise nummeriert sein, damit dem Personal genaue Anweisungen gegeben werden können, welchen der bezeichneten Wege und/oder welche Position der Ausschiffung sie nehmen sollen.

21.2.2 Personenschutz

Wenn Fluchtwege nicht sicher vor möglichen Brandherden sind, sollten sie, sofern durchführbar, durch Brandmauern/Feuerschutzwände oder Wärmeschutzbleche abgesichert werden und dem Personal Schutz vor der Gefährdung durch brennenden Kohlenwasserstoff auf Wasser, auf dem Oberwerk der Lade-/Entladevorrichtungen oder an Land bieten.

Die Evakuierungswege sollten barrierefrei sein, damit das Personal nicht ins Wasser springen muss, um den Zufluchtsort zu erreichen.

Die Flucht von einem Liegeplatz oder einer Pier in einem Brandfall oder einem anderen Notfall kann sich als schwierig erweisen. Folglich sollte die Planung von Fluchtwegen sorgfältig durchdacht werden. Zugangswege zu und von den Offshore-Liegeplätzen und Dalben erfordern besondere Aufmerksamkeit, da das Personal nicht unbeaufsichtigt an unbesetzten Dalben zurückgelassen werden darf. Darüber hinaus werden in der Regel Stufen oder Stahlleitern zwischen Anlegestelle und Wasser benötigt.

21.2.3 Zugang zu den Booten

Alle Terminals sollten so konzipiert oder angepasst sein, dass sie die Evakuierung des Personals im Notfall ermöglichen. Besonders wichtig sind sichere Ausstiegspositionen an entsprechend geschützten Standorten. T-förmige und fingerförmige Piers sollten mit stationären Transportmitteln ausgestattet sein, um dem Personal zu ermöglichen, die Schlepp- und anderen Rettungsboote zu besteigen, falls der Landweg unpassierbar ist.

21.2.4 Verfügbarkeit von Rettungsbooten

Wenn die Evakuierung mit Hilfe von Rettungsbooten erfolgen muss, sollten diese schon ganz zu Beginn des Notfalls alarmiert werden und so nah wie möglich an den Evakuierungspunkt heranfahren, damit sie schnell in das Geschehen, spätestens 15 Minuten nach der ersten Meldung, eingreifen können. Die Mobilisierung aller verfügbaren Rettungsboote im Hafen oder Terminal wäre auch Bestandteil des Notfallplans.

Hafen- und Schleppboote, die nicht dem Terminal unterstellt sind, aber in Rettungseinsätzen zur Verfügung stehen, sollten für die Nutzung im Notfall kenntlich gemacht werden. Es sollte eine Frühwarnung für das Sammeln aller für die Evakuierung eingesetzten Boote gegeben werden, die dann dem Verantwortlichen für die Notfallmaßnahmen unterstehen.

21.2.5 Rettungsmittel

Jedes Terminal sollte mit Rettungsmitteln ausgestattet sein, die für die Evakuierung und Rettung eingesetzt werden, wie z. B. Rettungsbojen, persönliche Auftriebsmittel für alle vor Ort befindlichen Personen und, sofern zweckmäßig, Rettungseiseln oder Rettungsboote. Persönliche Auftriebsmittel sollten an bekannten und zugänglichen Stellen deponiert werden.

Rettungsringe und Rettungseiseln eignen sich nicht für die Evakuierung bei Bränden auf dem Wasser. Diese Mittel sind typisch für die Rettung aus dem Wasser, falls jemand über Bord gegangen ist. Es ist jedoch möglich, dass die örtlichen Vorschriften diese Rettungsmittel vorschreiben.

21.3 Nicht zutreffend

21.4 Schulung und Übungen

Die Effektivität von Evakuierungsplänen hängt von der Schulung und den Kenntnissen des Personals in Bezug auf die Nutzung dieser Pläne ab.

Evakuierungsübungen sollten regelmäßig durchgeführt werden, in der Regel mindestens einmal alle drei Monate, und das gesamte Schlüssel- und Aufsichtspersonal der Anlage sollte die Evakuierungspläne genau kennen. Der Evakuierungsplan sollte gelegentlich geprüft werden, insbesondere in Hinblick auf Erkenntnisse, die sich aus routinemäßigen Einsatzübungen ergeben.

TEIL 4

VERWALTUNG DER SCHNITTSTELLE ZWI- SCHEN SCHIFF UND TERMINAL

Kapitel 22

KOMMUNIKATION

Dieses Kapitel befasst sich mit der Kommunikation, die zwischen Schiff und Land erforderlich ist und die die Kommunikation zwischen Schiff und örtlichen Behörden sowie Schiff und Terminal vor Ankunft des Schiffs einschließt. Es beschreibt den Kommunikationsaustausch zwischen Schiff und Terminal vor Anlegen des Schiffs sowie vor und während des Be- und Entladens, der Be- und Entballastierung oder Bunkerung sowie die Kommunikationsverfahren für den Notfall.

22.1 Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen

22.1.1 Kommunikationstechnik

Telefon- und tragbare UKW/UHF- und Funktelefonanlagen sollten den einschlägigen Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Die Bereitstellung entsprechender Kommunikationsmittel einschließlich eines Bereitschaftssystems zwischen Schiff und Land fällt in die Zuständigkeit des Terminals.

Die Kommunikation zwischen dem verantwortlichen Besatzungsmitglied und dem Terminalbeauftragten sollte so effektiv wie möglich sein.

Wenn Telefone benutzt werden, sollte diese ständig von Personen an Bord und an Land besetzt sein, damit sie sich sofort mit ihrem Vorgesetzten in Verbindung setzen können. Außerdem sollte es für den Vorgesetzten möglich sein, in die Anrufe einzugreifen.

Wenn UKW/UHF-Anlagen eingesetzt werden, sollten die Geräte vorzugsweise tragbar sein und von dem verantwortlichen diensthabenden Besatzungsmitglied und dem Terminalbeauftragten oder den Personen, die sofort ihre Vorgesetzten verständigen können, bedient werden. Ortsfeste Anlagen sollten ständig besetzt sein.

Das gewählte Kommunikationssystem und die notwendigen Angaben zu den Telefonnummern und/oder benutzten Kanälen sollten in einem entsprechenden Formular eingetragen werden. Das Formular sollte von dem Schiffsverantwortlichen und Terminalbeauftragten unterzeichnet werden.

22.1.2 Kommunikationsverfahren

Um eine sichere Kontrolle der Operationen zu jeder Zeit zu gewährleisten, sollten beide Seiten ein zuverlässiges Kommunikationssystem einrichten und verwalten und dies schriftlich zu vereinbaren.

Die Anlage sollte vor Beginn der Be- und Entladearbeiten getestet werden. Es sollte auch eine Sekundäranlage als Reserve eingerichtet und vereinbart werden. Dabei ist die Zeit zu berücksichtigen, die für die Reaktion auf Signale benötigt wird.

Es sollten folgende Signale vereinbart werden:

- Identifikation des Schiffs, Liegeplatzes und der Ladung
- Stand-by
- Startsignal für Be- oder Entladen
- Langsamer
- Stoppsignal für Be- oder Entladen
- Not-Aus-Signal.

Weitere notwendige Signale müssen vereinbart und verstanden werden.

Wenn unterschiedliche Produkte oder Produktgütern umgeschlagen werden, sollte deren Namen und Beschreibungen für das Schiffs- und Terminalpersonal, das während des Umschlagbetriebs Dienst hat, klar verständlich sein.

Ein UKW/UHF-Kanal sollte jeweils durch nur eine Schiff/Land-Verbindung genutzt werden.

Wenn es Schwierigkeiten mit der verbalen Kommunikation gibt, können diese behoben werden, indem eine Person ernannt wird, die über die entsprechenden technischen und betrieblichen Kenntnisse verfügt und die Sprache, die sowohl Schiffs- als auch Terminalpersonal versteht, ausreichend beherrscht.

22.1.3 Einhaltung der Terminalvorschriften und örtlichen Bestimmungen

Terminals sollten Sicherheits-, Schutz- und Umweltschutzbestimmungen haben, die sowohl vom Personal des Schiffs als auch des Terminals befolgt werden müssen. Alle Tank-schiffe am Terminal sollten auf diese Bestimmungen aufmerksam gemacht werden wie auch auf andere mögliche Bestimmungen, die von der jeweiligen Hafenbehörde in Bezug auf die Sicherheit beim Verladen festgelegt wurden.

22.2 Informationsaustausch vor Ankunft

Bevor das Schiff am Terminal ankommt, sollte es einen Informationsaustausch zu den folgenden Fragen geben:

22.2.1 Austausch von Sicherheitsinformationen

Zwischen Schiff und Hafen oder Sicherheitsbeauftragtem des Terminals müssen Sicherheitsprotokolle vereinbart werden. In der Kommunikation vor Ankunft des Schiffs sollte festgestellt werden, wer für diese Aufgaben zuständig ist und wie diese ausgeführt werden.

22.2.2 Vom Schiff zur jeweils zuständigen Behörde

Das Schiff stellt Informationen entsprechend den internationalen, regionalen und nationalen Bestimmungen und Empfehlungen bereit.

22.2.3 Vom Schiff zum Terminal

Vor Ankunft des Schiffs sollten nach Möglichkeit folgende Informationen übermittelt werden:

- Name und Rufzeichen des Schiffs.
- Heimatland.
- Gesamtlänge und Breite des Schiffs sowie Tiefgang bei Ankunft.
- Voraussichtliche Ankunftszeit am festgelegten Zielpunkt, z. B. Lotsenstation oder Ansteuerungstone.
- Wasserverdrängung des Schiffs bei Ankunft Wenn beladen, Art der Ladung und Disposition.
- Maximaler voraussichtlicher Tiefgang während und nach Beendigung des Ladungsumschlags.
- Schäden am Schiffskörper, an den Maschinen oder Anlagen, die die Sicherheit der Arbeiten beeinträchtigen oder den Beginn des Ladungsumschlags verzögern könnten.
- Wenn mit einer Inertgasanlage ausgestattet, bestätigen, dass die Tanks des Schiffs in einem inerten Zustand sind und das System voll funktionstüchtig ist.
- Vorgaben für die Tankreinigung und/oder Tankentgasung.
- Angaben zur Sammelleitung des Schiffs, wie z. B. Typ, Größe, Abstand zwischen den Anschlussstellen sowie Produkte, die an der Sammelleitung umgeschlagen werden sollen, von vorn nummeriert.
- Vorabinformationen zu den beabsichtigten Ladungsumschlagsaktivitäten, u.a. Güteklassen, Reihenfolge, Mengen und Durchsatzbeschränkungen.
- Informationen zur Menge und Art der Schmutzwassers und schmutzigen Ballastwassers, zu Verunreinigungen durch chemische Zusätze und zur Identifikation von toxischen Bestandteilen, wie z. B. Schwefelwasserstoff und Benzol.
- Mengen und Spezifikation der benötigten Bunker, sofern zutreffend.

22.2.4 Vom Terminal zum Schiff

Das Terminal sollte sicherstellen, dass das Schiff so schnell wie möglich die relevanten Hafeninformationen erhält. Zum Beispiel:

- Wassertiefe bezogen auf die Kartennull und voraussichtlicher Salzgehalt am Liegeplatz.
- Maximal zulässiger Tiefgang und maximal zulässige Höhenlage.
- Verfügbarkeit von Schlepp- und Festmacherbooten sowie Terminalvorgaben für deren Benutzung.
- Angaben zu sämtlichen Festmacherbooten, die vom Land bereitgestellt werden sollen
- Seite, an der längsseits vertäut werden sollte.
- Anzahl und Größe der Schlauchanschlüsse und Sammelleitungen.
- Abgaskontrollanlage vorhanden oder nicht.
- Inertgasvoraussetzungen für Messungen der Ladung.
- Anforderungen für geschlossenen Ladebetrieb.
- Bei Liegeplätzen an der Pier, Anordnung der Landgangsstege oder Verfügbarkeit von Terminalzugangsvorrichtungen.
- Vorabinformationen zu den technischen Daten der geplanten Ladung, Umschlagsaktivitäten oder Änderungen der bestehenden Ladungsumschlagspläne, einschließlich Identifikation von toxischen Bestandteilen, wie z. B. Schwefelwasserstoff und Benzol.
- Geltende Beschränkungen für die Tankreinigung und Entgasung.

- Hinweise zu den Umweltauflagen und Belastungsgrenzen, die für den Liegeplatz gelten.
- Vorrichtungen zur Aufnahme von Schmutzwasser, ölhaltige Ballastrückstände und Abfall.
- Sicherheitsstufen, die im Hafen gelten.

22.3 Informationsaustausch vor dem Anlegen

22.3.1 Vom Schiff zum Terminal und/oder Lotsen

Bei Ankunft im Hafen, nimmt der Schiffsführer direkt Verbindung zum Terminal und/oder zur Pilotenstation auf. Der Schiffsführer informiert das Terminal über unzulängliche oder inkompatible Anlagen und Geräte des Schiffs, die die Sicherheit des Liegeplatzes beeinträchtigen könnten.

22.3.2 Vom Terminal und/oder Lotsen zum Schiff

Vor dem Anlegen sollte das Terminal den Schiffsführer über den Lotsen oder Anlegemeister Einzelheiten zum Anlegeplan mitteilen. Das Verfahren zum Festmachen des Schiffs sollte beschrieben und vom Schiffsführer zusammen mit dem Lotsen oder Anlegemeister geprüft und abgestimmt werden.

Die Informationen sollten folgenden Inhalt haben:

Für alle Typen von Liegeplätzen

- Plan zum Heranfahren an den Liegeplatz einschließlich Wendestellen, Umweltauflagen und maximale Geschwindigkeiten

Für alle Liegeplätze an der Pier

- Mindestanzahl der Festmachvorrichtungen des Schiffs.
- Anzahl und Position der Poller oder Schnellschlusshaken.
- Anzahl und Position der Sammelleitungsanschlüsse an der Pier oder Verladearme.
- Beforderungsgrenzen und maximale Wasserverdrängung, Annäherungsgeschwindigkeit und Annäherungswinkel, für die oder den der Liegeplatz und die Beforderung ausgelegt sind.
- Sondermerkmal des Liegeplatzes, das als wichtig angesehen wird und dem Schiffsführer vorher mitgeteilt werden sollte.

Abweichungen von dem vereinbarten Anlegeplan, die auf veränderte Wetterbedingungen zurückzuführen sind und dem Schiffsführer so schnell wie möglich mitgeteilt werden sollten.

22.4 Informationsaustausch vor Ladungsumschlag

Die Durchführung von sicheren und effizienten Umschlags-, Be- und Entballastungs- sowie Bunkerungsaktivitäten hängt von der effektiven Zusammenarbeit und Koordination zwischen allen Beteiligten ab. Dieser Abschnitt verweist auf Informationen, die vor Beginn der genannten Aktivitäten ausgetauscht werden sollten.

22.4.1 Vom Schiff zum Terminal

Vor Beginn des Ladungsumschlags sollte das verantwortliche Besatzungsmitglied das Terminal über die allgemeine Anordnung der Ladungs-, Ballast- und Bunkertanks informieren und die nachstehend aufgeführten Informationen bereithalten:

22.4.1.1 Informationen zur Vorbereitung auf die Frachtbeladung und Bunkerbefüllung:

- Angaben zur vorherigen Ladung, zum Tankreinigungsverfahren (sofern zutreffend) und Zustand der Ladetanks und Leitungen.
- Wenn Schiff bei Ankunft Teilladung an Bord hat, Güteklasse, Menge und Tankverteilung.
- Maximal zulässige Belade- und Nachfüllgeschwindigkeiten.
- Maximal zulässiger Druck am Ladeanschluss Schiff/Land während des Beladens.
- Zulässige Lademengen von den Terminalangaben.
- Empfohlene Verteilung der benannten Ladung und bevorzugte Reihenfolge beim Beladen.
- Prüfung des Überfüllschutzes und der Notfallausrüstung.
- Maximal zulässige Ladungstemperatur (sofern zutreffend).
- Maximal zulässiger echter Dampfdruck (sofern zutreffend).
- Empfohlenes Entlüftungsverfahren.
- Mengen und Spezifikation der benötigten Bunker.
- Verteilung, Zusammensetzung und Mengen des Ballasts sowie, sofern relevant, Zeit, die zum Entladen benötigt wird, und maximaler Freibord.
- Menge, Qualität und Verteilung des Schmutzwassers.
- Qualität des Inertgases (sofern zutreffend).
- Kommunikationssystem zur Kontrolle des Beladevorgangs, einschließlich Signal für Not-Aus.

22.4.1.2 Informationen zur Vorbereitung auf das Löschen der Ladung:

- Spezifikation der Ladung.
- Ob die Ladung toxische Bestandteile enthält, wie z. B. H₂S, Benzol, Bleizusätze oder Mercaptane.
- Andere Eigenschaften der Ladung, die besondere Aufmerksamkeit erfordern, wie z. B. echter Dampfdruck.
- Flammpunkt (sofern zutreffend) der Produkte und deren Temperaturen bei Ankunft, insbesondere wenn die Ladung nichtflüchtig ist.
- Verteilung der Ladung an Bord nach Güte und Menge.
- Menge und Verteilung des Schmutzwassers.
- Unerklärliche Veränderung des Freiraums in den Schiffstanks seit dem Beladen.
- Wasserpeilung in Ladetanks (sofern zutreffend).
- Bevorzugte Reihenfolge beim Löschen.
- Maximal erreichbare Löschraten und Drücke.

- Notwendigkeit der Tankreinigung.
- Ungefähre Anfangszeit und Dauer der Belastung der fest eingebauten Ballasttanks.
- Prüfung der Pumpennotabschaltung.
- Prüfung des Überfüllschutzes und der Notfallausrüstung.

22.4.2 Vom Terminal zum Schiff

Die folgenden Informationen sollten dem verantwortlichen Besatzungsmitglied zur Verfügung gestellt werden:

22.4.2.1 Informationen zur Vorbereitung auf die Frachtbeladung und Bunkerbefüllung:

- Spezifikation der Ladung und bevorzugte Reihenfolge beim Beladen.
- Ob die Ladung toxische Bestandteile enthält, wie z. B. H₂S, Benzol, Bleizusätze oder Mercaptane.
- Tankentlüftungsbedarf.
- Andere Eigenschaften der Ladung, die besondere Aufmerksamkeit erfordern, wie z. B. ein hoher echter Dampfdruck (TVP).
- Flammpunkt (sofern zutreffend) der Produkte und deren geschätzte Ladetemperaturen, wenn die Ladung nichtflüchtig ist.
- Bunkerspezifikationen einschließlich H₂S-Gehalt.
- Empfohlene Bunkerfüllgeschwindigkeit.
- Genannte Ladungsmengen, die umzuschlagen sind.
- Maximale landseitige Beladegeschwindigkeiten.
- Wartezeit für normale Pumpenabschaltung.
- Maximaler Druck, der am Ladungsanschluss Schiff/Land anliegt.
- Anzahl und Größe der verfügbaren Schläuche oder Verladearme sowie Sammelleitungsanschlüsse, die für die einzelnen Produkte oder Produktgüter benötigt werden, und Abgaskontrollanlagen, sofern zweckmäßig.
- Bewegungseinschränkungen für Schläuche und Verladearme.
- Kommunikationssystem zur Kontrolle des Beladevorgangs, einschließlich Signal für Not-Aus.
- Materialsicherheitsdatenblätter oder ähnliche Dokumente für die einzelnen umzuschlagenden Produkte.
- Prüfung des Überfüllschutzes und der Notfallausrüstung.

22.4.2.2 Informationen zur Vorbereitung auf das Löschen der Ladung:

- Reihenfolge des Löschvorgangs, die für das Terminal akzeptabel ist.
- Benannte Mengen der zu löschenden Ladung.
- Maximal zulässige Löschraten.
- Maximal zulässiger Druck am Ladungsanschluss Schiff/Land.
- Boosterpumpen, die eventuell in Betrieb sind.
- Anzahl und Größe der verfügbaren Schläuche und Verladearme sowie Sammelleitungsanschlüsse, die für die einzelnen Produkte und Produktgüter benötigt werden, und ob diese Verladearme gleich sind.

- Bewegungseinschränkungen für Schläuche und Verladearme.
- Sonstige Beschränkungen am Terminal.
- Kommunikationsanlage zur Kontrolle des Löschvorgangs, einschließlich Signal für Not-Aus.
- Prüfung des Überfüllschutzes und der Notfallausrüstung.

22.5 Vereinbarter Ladeplan

Anhand der ausgetauschten Informationen sollten eine Betriebsvereinbarung und Sicherheitscheckliste Schiff/Land schriftlich zwischen dem verantwortlichen Besatzungsmitglied und dem Terminalbeauftragten abgefasst werden, die gegebenenfalls folgende Angaben enthalten:

- Name des Schiffs, Liegeplatz, Datum und Uhrzeit
- Name der Schiffs- und Terminalbeauftragten
- Frachtverteilung bei Ankunft und Abfahrt
- Zu jedem Produkt sollten folgende Angaben gemacht werden:
 - Menge
 - Ladetanks des Schiffs, die beladen werden sollen
 - Terminaltanks, die entladen werden sollen
 - Leitungen, die vom Schiff/Terminal genutzt werden sollen
 - Ladungsumschlagsrate
 - Betriebsdruck
 - Maximal zulässiger Druck
 - Temperaturgrenzen
 - Entlüftungsanlage
 - Stichprobenverfahren
- Beschränkungen, die aus folgenden Gründen notwendig sind:
 - Elektrostatischer Eigenschaften
 - Einsatz von automatischen Absperrventilen.

Diese Vereinbarung sollte auch einen Ladeplan beinhalten, der die voraussichtlichen Zeiten und folgende Punkte berücksichtigt:

- Reihenfolge, in der die Ladetanks des Schiffs beladen werden, unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Entballastung
 - Tankwechsel Schiff/Terminal
 - Vermeidung von Verunreinigungen der Ladung
 - Reinigen der Rohrleitung zum Beladen
 - Sonstige Bewegungen oder Operationen, die die Durchflussgeschwindigkeiten beeinträchtigen können
 - Gleichgewichtslage und Tiefgang des Schiffs
 - Notwendigkeit der Gewährleistung, dass die zulässigen Spannungen nicht überschritten werden.

- Anfängliche und maximale Beladegeschwindigkeiten, Nachfüllraten und normale Stoppszeiten unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Art der umzuschlagenden Ladung
 - Anordnung und Durchsatzleistung der Ladungsleitungen des Schiffs und Entgasungsanlage
 - Maximal zulässiger Druck und Durchflussgeschwindigkeit der Schläuche oder Verladearme von Schiff/Terminal
 - Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung
 - Sonstige Beschränkungen für die Durchflussregelung
- Entgasungsverfahren zur Vermeidung oder Reduzierung von Gasemissionen auf Deckebene unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Echter Dampfdruck der umzuschlagenden Ladung
 - Beladegeschwindigkeiten
 - Atmosphärische Bedingungen
- Bunkerungs- oder Lagerungsaktivitäten
- Not-Aus-Verfahren.

Ein Balkendiagramm kann ein nützliches Mittel für die bildliche Darstellung dieses Plans sein.

Sobald der Beladepan abgestimmt wurde, sollte er von dem verantwortlichen Besatzungsmitglied und dem Terminalbeauftragten unterzeichnet werden.

22.6 Vereinbarter Löschanplan

Anhand der ausgetauschten Informationen sollten eine Betriebsvereinbarung und Sicherheitscheckliste Schiff/Land schriftlich zwischen dem verantwortlichen Besatzungsmitglied und dem Terminalbeauftragten abgefasst werden, die gegebenenfalls folgende Angaben enthalten:

- Name des Schiffs, Liegeplatz, Datum und Uhrzeit
- Name der Schiffs- und Terminalbeauftragten
- Frachtverteilung bei Ankunft und Abfahrt
- Zu jedem Produkt sollten folgende Angaben gemacht werden:
 - Menge
 - Terminaltanks, die befüllt werden sollen
 - Ladetanks des Schiffs, die entladen werden sollen
 - Leitungen, die vom Schiff/Terminal genutzt werden sollen
 - Ladungsumschlagsrate
 - Betriebsdruck
 - Maximal zulässiger Druck
 - Temperaturgrenzen
 - Entlüftungsanlagen
 - Stichprobenverfahren
- Beschränkungen, die aus folgenden Gründen notwendig sind:
 - Elektrostatische Eigenschaften
 - Einsatz von automatischen Absperrventilen.

Der Löschplan sollte die folgenden Angaben und voraussichtlichen Zeiten enthalten:

- Reihenfolge, in der die Ladetanks des Schiffs gelöscht werden, unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren:
 - Tankwechsel Schiff/Terminal
 - Vermeidung von Verunreinigungen der Ladung
 - Reinigen der Rohrleitung zum Löschen
 - Tankreinigung
 - Sonstige Bewegungen oder Aktivitäten, die die Durchflussgeschwindigkeiten beeinträchtigen können
 - Gleichgewichtslage und Freibord des Schiffs
 - Notwendigkeit der Gewährleistung, dass die zulässigen Biegespannungen des Schiffes nicht überschritten werden.
 - Beballastung
 - Effektives Strippen und Entleeren der letzten Ladungsreste
- Anfängliche und maximale Löschraten unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Spezifikation der zu löschenden Ladung
 - Anordnung und Durchsatzleistung der Ladungsleitungen des Schiffs, der landseitigen Rohrleitungen und Tanks
 - Maximal zulässiger Druck und Durchflussgeschwindigkeit der Schläuche oder Verladearme von Schiff/Terminal
 - Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung
 - Sonstige Beschränkungen
- Bunkerungs- oder Lagerungsaktivitäten
- Not-Aus-Verfahren

Ein Balkendiagramm kann ein nützliches Mittel für die bildliche Darstellung dieses Plans sein.

Sobald der Beladeplan abgestimmt wurde, sollte er von dem verantwortlichen Besatzungsmitglied und dem Terminalbeauftragten unterzeichnet werden.

22.7 Vereinbarung zur Durchführung von Reparaturarbeiten

22.7.1 Reparaturarbeiten auf dem Tankschiff

Wenn Reparatur- oder Wartungsarbeiten an Bord eines Tankschiffs, das am Liegeplatz anliegt, durchzuführen sind, muss das verantwortliche Besatzungsmitglied den Terminalbeauftragten darüber in Kenntnis setzen. Es sollte eine Vereinbarung zu den erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen unter entsprechender Berücksichtigung der Art der Arbeiten getroffen werden.

22.7.1.1 Immobilisierung des Tankschiffs

Wenn das Tankschiff am Terminal anliegt, sollten seine Kessel, Hauptmotoren, Steuerungs- und andere Anlagen, die zum Manövrieren unerlässlich sind, in einem Zustand gehalten werden, der dem Schiff im Notfall ermöglicht, vom Liegeplatz wegbewegt zu werden.

Reparatur- und andere Arbeiten, die das Schiff immobilisieren können, dürfen nicht am Liegeplatz durchgeführt werden, ohne vorher die schriftliche Zustimmung des Terminals eingeholt zu haben.

Bevor Reparaturarbeiten durchgeführt werden, die das Schiff immobilisieren können, kann es auch erforderlich sein, die Genehmigung der örtlichen Hafenbehörde einzuholen. Möglicherweise müssen bestimmte Bedingungen erfüllt sein, bevor die Genehmigung erteilt werden kann.

Unplanmäßige Bedingungen, die zum Verlust der Funktionsfähigkeit, insbesondere des Sicherheitssystems, führen können, sollten dem Terminal sofort mitgeteilt werden.

22.7.1.2 Warmarbeiten auf dem Schiff

Warmarbeiten an Bord des Schiffs dürfen nur gestattet werden, wenn alle einschlägigen Bestimmungen und Sicherheitsvorschriften eingehalten wurden und eine Arbeitsgenehmigung erteilt worden ist (siehe Abschnitt 9.3). Das kann den Schiffsführer, das Unternehmen, den Chemiker, den Subunternehmer an Land, den Terminalbeauftragten und die Hafenbehörde, sofern zutreffend, betreffen.

Liegt das Schiff längsseits des Terminals, dürfen keine Warmarbeiten durchgeführt werden, bevor nicht mit dem Terminalbeauftragten und der Hafenbehörde, sofern zutreffend, gesprochen und die Genehmigung erteilt wurde.

Eine Genehmigung für Warmarbeiten sollte nur erteilt werden, nachdem ein Gasfreiheitszertifikat von dem zugelassenen Chemiker ausgestellt wurde.

22.7.2 Reparaturarbeiten am Terminal

An einem Schiffs Liegeplatz dürfen ohne die Genehmigung des Terminalbeauftragten keine Bau-, Reparatur-, Wartungs-, Demontage- oder Änderungsarbeiten an den Anlagen durchgeführt werden. Liegt ein Schiff am Liegeplatz an, muss der Terminalbeauftragte auch das Zustimmung des Schiffsführers einholen.

22.7.3 Benutzung von Werkzeugen während sich das Schiff längsseits des Terminals befindet

Ohne Absprache zwischen dem Terminalbeauftragten und dem verantwortlichen Besatzungsmitglied und ohne Erteilung einer Arbeitsgenehmigung darf außerhalb des Maschinenraums oder der Wohnbereiche auf dem Schiff oder am Terminal, an dem das Schiff anliegt, weder gehämmert, gespannt oder gesandstrahlt werden noch dürfen Elektrowerkzeuge benutzt werden.

In allen Fällen müssen sich der Terminalbeauftragte und das verantwortliche Besatzungsmitglied vergewissern, dass der Bereich während des Einsatzes der Werkzeuge gasfrei ist und bleibt. Die in Abschnitt 4.5 beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen sollten eingehalten werden.

Kapitel 23

FESTMACHEN

Dieses Kapitel befasst sich mit den Vorbereitungen und Verfahren, die für ein effektives Festmachen erforderlich sind, wenn das Schiff an einer Pier anlegt. Auf den Informationsaustausch zwischen Schiff und Terminal zu Fragen des Festmachens wird in Kapitel 22 eingegangen.

Die Benutzung von Anlegevorrichtungen wird ausführlich in den einschlägigen (inter)nationalen Publikationen/Bestimmungen beschrieben. Den Betreibern von Schiff und Liegeplatz wird dringend empfohlen, den betreffenden Arbeitskräften zweckdienliche Angaben mitzuteilen, um ein sicheres Festmachen zu gewährleisten.

23.1 Personensicherheit

Das Festmachen und Losmachen eines Schiffs an bzw. von einem Liegeplatz ist gefährlich, ebenso der Umgang mit der Schlepperleine. Es ist wichtig, dass jeder Betroffene sich der Gefahren voll bewusst ist und entsprechende Vorsichtsmaßnahmen trifft, um Unfälle zu verhüten.

23.2 Sicherheit des Festmachens

Übermäßige Bewegungen oder ein Abdriften des Schiffs vom Liegeplatz infolge eines unsachgemäßen Festmachens könnten zu Verletzungen der Arbeitskräfte und Schäden an den Anlagen der Pier und am Schiff führen.

Wenn auch die Verantwortung für ein ordnungsgemäßes Festmachen eines Schiffs beim Schiffsführer liegt, ist das Terminal ebenso daran interessiert, dass die Schiffe sicher festgemacht sind. Ladungsschläuche oder Verladearme sollten nicht eher angeschlossen werden, bis sich sowohl der Terminalbeauftragte als auch der Schiffsführer davon überzeugt haben, dass das Schiff sicher festgemacht ist.

23.3 Vorbereitungen für die Ankunft

23.3.1 Festmacherausrüstung des Schiffs

Vor Ankunft im Hafen oder am Liegeplatz sollten alle notwendigen Anlegevorrichtungen einsatzbereit sein. Die Anker sollten einsatzbereit sein, sofern deren Benutzung nicht verboten ist. Für das Festmachen sollten immer genügend Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

23.3.2 Hilfsboote

Bevor Schlepper oder andere Boote längsseits kommen, um dem Schiff beim Vertäuen zu helfen, müssen alle Lade- und Ballasttankdeckel und Peilluken geschlossen sein, unabhängig von der Art des Öls, das befördert wird oder wurde, es sei denn, die Ladetanks wurden geprüft und es wurde bestätigt, dass sie keine entflammenden Dämpfe enthalten. Schlepper und andere Boote dürfen nicht längsseits kommen, bevor der Schiffsführer sich nicht selbst vergewissert hat, dass für die Boote keine Gefahr besteht.

Außer in Notfällen, dürfen Schlepper und andere Boote nicht längsseits eines Schiffs kommen oder bleiben, so lange flüchtiges Erdöl ge- oder entladen wird oder Ballast in Tanks gefüllt wird, die Kohlenwasserstoffgase enthalten. So lange ein Schlepper oder anderes Boot längsseits des Schiffs liegt, muss das Steuerhaus des Schleppers oder anderen Bootes ständig besetzt sein. Das Festmachen zwischen den Schiffen sollte sich schnell und leicht lösen lassen. Anfragen des Schiffsführers oder von Land, die Schlepper während der Umschlags- oder Beballastungsaktivitäten längsseits zu lassen, sind nicht als Routine anzusehen und dürfen nicht ohne die Zustimmung aller betreffenden Parteien und erst nach erfolgter Risikoeinschätzung gestattet werden.

Der Schiffsführer muss bestätigen, dass alle Schiffe, die längsseits kommen, die erforderlichen Sicherheitsanforderungen gemäß den einschlägigen gesetzlichen Vorschriften erfüllen.

23.3.3 Einsatz von Schleppern und anderen Booten in einem Notfall

Wenn ein Schiff auf Grund läuft, kann es notwendig sein, das Schiff freizuschleppen. Da sich die Hilfsboote in vielen Fällen nicht für den Umgang mit gefährlichen Gütern eignen, sollte ihnen nur gestattet werden, so nah an das Tankschiff heranzufahren, dass sie die zugeworfene Wurfleine einholen können.

Die Schlepptrossen dürfen nicht aus synthetischem Material bestehen. Während des Abschleppvorgangs muss bedacht werden, dass sich die Schleppeleine unter Spannung auch lösen kann, d. h. das Personal muss während des Vorgangs genügend Abstand haben.

23.4 Festmachen an Liegeplätzen an der Pier

Für ein effektives Festmachen der Schiffe sind fundierte Kenntnisse der Festmachprinzipien, Informationen über die auf dem Schiff angebrachten Festmacherausrüstung, eine ordnungsgemäße Wartung dieser Ausrüstung und eine regelmäßige Wartung der Festmacherleinen erforderlich.

Die Sicherheit des Schiffs und damit das ordnungsgemäße Festmachen des Schiffs fallen in die oberste Zuständigkeit des Schiffsführers. Das Terminal kennt jedoch die örtlichen Gegebenheiten des Betriebsumfelds und das Potenzial der Anlagen an Land und sollte daher in der Lage sein, dem Schiffsführer Hinweise zur Beschaffenheit der Festmacherleinen und den Betriebsgrenzdaten zu geben.

23.4.1 Art und Qualität der Festmacherleinen

Festmacherleinen sollten vorzugsweise alle aus demselben Material bestehen und die gleiche Struktur aufweisen. Für alle Tankschiffe werden Seile mit niedrigen elastischen Dehnungseigenschaften empfohlen, da sie die Bewegung des Schiffs am Liegeplatz einschränken.

Nicht empfohlen werden Festmachen, die komplett aus hochelastischen Seilen bestehen, da sie übermäßige Bewegungen durch starke Wind- oder Strömungskräfte oder durch Wechselwirkung mit anderen vorbeifahrenden Schiffen zulassen. Innerhalb eines vorgegebenen Festmachsystems sollten Seile mit unterschiedlicher Elastizität niemals zusammen in der gleichen Richtung verwendet werden.

Die Festmachbedingungen und -bestimmungen können von Hafen zu Hafen variieren.

Standardseile aus Synthetikfasern verschleifen schneller als Stahlseile oder Seile aus hochfesten Synthetikfasern. Alle Seile und Drahtseile müssen regelmäßig geprüft und bei Anzeichen eines Schadens ausgetauscht werden.

23.4.2 Anleitung beim Vertäuen am Liegeplatz

23.4.2.1 Wartung der Festmachvorrichtungen

Das Schiffspersonal ist zuständig für die regelmäßige Überwachung und sorgfältige Wartung der Festmachvorrichtungen, während entsprechend qualifiziertes Landpersonal dafür zuständig ist, die Festmachvorrichtungen regelmäßig zu prüfen und sich davon zu überzeugen, dass diese ordnungsgemäß gewartet werden.

Bei der Wartung der Festmachvorrichtungen, die lose oder zu straff geworden sind, ist eine Gesamtübersicht über das Festmachsystem erforderlich, damit das Spannen oder Lockern einzelner Leinen nicht dazu führt, dass sich das Schiff vom Platz wegbewegen kann oder andere Leinen übermäßig belastet werden. Das Schiff sollte in Berührung mit den Fendern bleiben und das Festmachen sollte nicht schlaff werden, wenn sich das Schiff von den Fendern wegdreht.

Sobald die Festmacherleinen an Land gesichert sind, werden die Kupplungen der Verholwinde gelöst, damit in einem Notfall, z. B. bei einem Brand, der die Elektroanlagen betriebsunfähig macht, das Festmachen gelöst werden kann.

23.4.2.2 Nicht zutreffend

23.4.2.3 Selbstaufwickelnde Verholwinden

Da sich Stahlseile zum Vertäuen von Schiffen aufgrund ihres Gewichts und ihrer Größe schwer von Hand bedienen lassen, können diese auf selbstaufwickelnden Verholwinden, bei denen es sich um einzelne oder unterteilte Trommeln handeln kann, gelagert werden. Bestimmte Merkmale dieser Winden müssen vom Schiffspersonal klar verstanden werden, damit vermieden wird, dass sich das Schiff aufgrund von gelösten Windenbremsen vom Liegeplatz losreißen kann.

Die Auslegungshaltekraft der Bremse kann entweder vom Schiffseigentümer vorgegeben werden, oder es handelt sich um eine Standardausführung des Windenherstellers. Alle betroffenen Mitglieder der Schiffsbesatzung müssen die Haltekraft der Bremse der selbstaufwickelnden Verholwinden, die auf dem Schiff angebracht sind, kennen.

Der technische Zustand des Windengetriebes und der Bremsklotzbeläge oder Bremsklötze hat eine wesentliche Auswirkung auf das Bremshaltevermögen im Betriebszustand. Die Bremsen der Verholwinden sollten daher regelmäßig, mindestens jedoch einmal im Jahr, geprüft werden. Über die turnusmäßigen Wartungen, Inspektionen und Prüfungen wird auf dem Schiff Protokoll geführt. Bei sichtbarem Verschleiß werden die Beläge oder Klötze ausgewechselt.

Einige der neueren, selbstaufwickelnden Verholwinden sind mit Scheibenbremsen ausgestattet, die weniger verschleißanfällig sind.

Es gibt Prüfsätze zum Prüfen der Haltekraft der Windenbremsen, die der Besatzung zur Nutzung an Bord bereitgestellt werden können.

Außerdem gibt es eine Reihe von Anwendungskriterien, die, wenn sie nicht ordnungsgemäß beachtet werden, das Haltevermögen der Windenbremsen stark verringern können. Dazu gehören:

Anzahl der Seilschichten auf der Trommel

Die Haltekraft der Windenbremse ist umgekehrt proportional zur Anzahl der Seillagen auf der Trommel. Die Auslegungshaltekraft wird in der Regel in Bezug auf die erste Lage berechnet, wobei sich die Haltekraft mit jeder weiteren Lage verringert. Das kann beträchtlich sein und für die zweite Schicht bis zu 11 % weniger ausmachen.

Wenn die Nennhaltekraft einer geteilten Trommelwinde nicht verringert werden soll, darf nur eine Lage auf der Arbeitstrommel zugelassen werden.

Wickelrichtung auf der Windentrommel

Bei Winden mit einzelnen und geteilten Trommeln wird die Haltekraft der Bremse stark reduziert, wenn die Festmacherleine in falscher Richtung auf der Trommel aufgewickelt wird. Vor Ankunft am Liegeplatz muss unbedingt bestätigt werden, dass die Festmacherleine so aufgewickelt ist, dass sie gegen das befestigte Ende des Bremsbandes und nicht gegen das festgeklemmte Ende gezogen wird. Das Aufwickeln in entgegengesetzter Richtung kann zu einer starken Verringerung der Bremshaltekraft, in einigen Fällen sogar bis zu 50 %, führen. Zur Vermeidung von Fehlern sollte die richtige Wickelrichtung zur Bremskraftverstärkung dauerhaft auf der Trommel gekennzeichnet sein.

Für Winden mit Scheibenbremsen gilt diese Einschränkung nicht.

Zustand der Bremsbeläge und Trommel

Öl, Feuchtigkeit oder starke Rostbildung auf den Bremsbelägen oder der Trommel können das Bremshaltevermögen stark beeinträchtigen. Feuchtigkeit kann beseitigt werden, indem die Winde mit leicht angezogener Bremse bewegt wird, wobei jedoch darauf zu achten ist, dass kein übermäßiger Verschleiß entsteht. Ölsuren können nicht entfernt werden, d. h. verunreinigte Bremsbeläge müssen ausgetauscht werden.

Bremseinstellung

Bremsen müssen entsprechend fest gezogen werden, damit sie die erforderliche Haltekraft erreichen. (Das sind in der Regel 60 % der minimalen Seilzugkraft.) Empfohlen wird die Verwendung von hydraulischen Bremsapplikatoren oder eines Drehmomentschlüssels, der die Stärke des aufgelegten Drehmoments anzeigt. Bei manueller Betätigung der Bremsen sind diese auf festen Sitz zu prüfen.

23.4.2.4 Landseitiges Festmachen

An einigen Terminals erfolgt das Festmachen an Land zusätzlich zum Festmachen am Schiff. Das für das Festmachen an Land zuständige Landpersonal muss die Gefahren, die mit dieser Arbeit verbunden sind, kennen und sichere Arbeitsverfahren anwenden.

23.4.2.5 Anker

Wird das Schiff längsseits festgemacht, sollten die nicht benutzten Anker ordnungsgemäß durch eine Bremse oder Sperre gesichert werden, ansonsten aber sofort einsatzbereit sein.

23.5 Nicht zutreffend

Kapitel 24

VORSICHTSMASSNAHMEN AUF DEM SCHIFF UND AM TERMINAL WÄHREND DES UMSCHLAGS

Dieses Kapitel enthält Hinweise zu Vorsichtsmaßnahmen, die auf dem Schiff und an Land zu befolgen sind, wenn Umschlags-, Ballastierungs-, Bunker-, Tankreinigungs-, Entgasungs- und Spülvorgänge im Hafen geplant sind. Das Ausschalten von Brand- und Explosionsrisiken hat dabei oberste Priorität. Die Gefahren, die mit Rauchen, Kombüsen, Elektrogeräten und anderen potenziellen Zündquellen verbunden sind, werden in Kapitel 4 beschrieben, auf das hiermit verwiesen wird.

Ausführliche Informationen über technische Ausrüstungen und Aktivitäten, die sich prinzipiell entweder auf das Schiff oder auf das Terminal beziehen, sind in Teil 2 bzw. 3 dieses Leitfadens enthalten.

24.1 Außenöffnungen in den Wohnbereichen und Maschinenräumen

Die Wohnbereiche und Maschinenräume eines Schiffs enthalten Geräte, die nicht für die Benutzung in entflammbaren Atmosphären geeignet sind. Daher ist es wichtig, dass keine flüchtigen Ladungsgase in diese Räume gelangen.

Während der Lade- und Lösch-, Entgasungs-, Tankreinigungs- und Spülvorgänge müssen alle nach außen führenden Türen, Luken und ähnlichen Öffnungen im Schiff geschlossen bleiben.

Eine Eingangstür mit Fliegengitter ist kein sicherer Ersatz für eine Außentür. Unter bestimmten Umständen oder aufgrund baulicher Besonderheiten des Schiffs kann es möglich sein, dass weitere Türen und Luken geschlossen bleiben müssen.

Wenn Außentüren zum Betreten geöffnet werden müssen, ist darauf zu achten, dass sie gleich wieder geschlossen werden. Sofern möglich, sollte eine Einzeltür für den Arbeitszugang zum Hafen verwendet werden. Türen, die immer geschlossen bleiben müssen, sollten deutlich kenntlich gemacht werden.

Normalerweise sollten Türen zum Hafen nicht verschlossen werden. Wenn es jedoch Sicherheitsbedenken gibt, kann es erforderlich sein, Maßnahmen zu ergreifen, die unbefugten Zutritt verbieten und gleichzeitig sicherstellen, dass es einen Fluchtweg für das Personal, das sich im Innenbereich aufhält, gibt. Auch wenn sich das Personal unbehaglich fühlt, wenn es sich in einem Wohnbereich aufhält, der bei Wärme und hoher Luftfeuchtigkeit komplett geschlossen ist, sollte dieses Unbehagen im Interesse der Sicherheit akzeptiert werden.

24.2 Klima- und Lüftungsanlagen

Auf Schiffen mit Klimaanlage ist es wichtig, dass im Wohnbereich ein Überdruck herrscht, um das Eindringen von Ladungsgasen zu vermeiden. Die Einlässe für die Klimaanlage befinden sich in der Regel in einem sicheren Bereich, und die Gase werden unter normalen Bedingungen nicht von dem Wohnbereich angesaugt. Ein Überdruck wird nur aufrechterhalten, wenn die Klimaanlage eingeschaltet ist, die Lufteinlässe geöffnet sind und alle Zugangstüren, von dem kurzen Moment zum Eintreten und Hinausgehen abgesehen, geschlossen bleiben. Die Anlage sollte nicht bei voll geschlossenen Einlässen betrieben werden, d. h. im 100 %-igen Umluftbetrieb, da durch den Betrieb der Abzugshauben in der Kombüse und in den Sanitärräumen der Luftdruck im Wohnbereich so stark reduziert wird, dass er unter den Umgebungsdruck der Außenluft fällt.

Es ist von Vorteil, wenn die Gasmelde- und/oder Alarmanlage an den Einlässen der Klimaanlage installiert wird. Falls an den Einlässen Kohlenwasserstoffgase vorhanden sind, sollte die Lüftungsanlage abgeschaltet und der Ladungsumschlag unterbrochen werden, bis die Umgebungsluft frei von Kohlenwasserstoffgasen ist.

Die gleichen Überdruck- und Gasmeldeprinzipien gelten für Tankschiffe, die alternative Klimaanlage haben oder auf denen zusätzliche Anlagen installiert wurden. Die vorrangige Überlegung in allen Fällen geht dahin, dass auf keinen Fall Kohlenwasserstoffgase in den Wohnbereich dringen dürfen.

Außen angebrachte Klimageräte dürfen während der in Abschnitt 24.1 genannten Arbeiten nicht in Betrieb sein, sofern sie sich nicht in sicheren Bereichen befinden oder zertifiziert wurde, dass ihre Benutzung trotz der vorhandenen entflammenden Gase sicher ist.

Auf Schiffen mit natürlicher Lüftung sollten die Ventilatoren eingeschaltet bleiben, um das Eindringen von Gasen zu vermeiden. Wenn die Ventilatoren so angebracht sind, dass Gase ungeachtet der Richtung, in der sie eingeschaltet sind, eindringen können, sollten sie bedeckt, verstopft oder geschlossen werden.

24.3 Öffnungen in Ladetanks

24.3.1 Ladetankdeckel¹

Während des Verladens von flüchtigen Produkten und des Ladens von nichtflüchtigen Produkten in Tanks, die Kohlenwasserstoff- oder chemische Gase enthalten, sollten alle Ladetankdeckel geschlossen und gesichert werden.

Die Ladetankdeckel oder Lukensüls sollten deutlich mit der Nummer und dem Standort des Tanks (Backbord, Mitte oder Steuerbord), zu dem sie gehören, beschriftet sein.

Die Tanköffnungen der Ladetanks, die nicht gasfrei sind, sollten bis zur Entgasung und/oder Druckentlastung geschlossen bleiben.

24.3.2 Sicht- und Peilöffnungen¹

Während der in Abschnitt 24.1 genannten Umschlags- und Ballastierungsvorgänge sollten die Sicht- und Peilöffnungen geschlossen bleiben, bis sie für die Messungen und Probenahmen geöffnet werden müssen und wenn dies zwischen Schiff und Terminal vereinbart wurde.

Wenn aufgrund der Anlagenkonstruktion die Sicht- und Peilöffnungen zu Lüftungszwecken geöffnet werden müssen, sollten die Öffnungen durch ein Flammensieb/eine Flammendurchschlagsicherung geschützt werden, das bzw. die kurzzeitig zum Peilen, Sichten, Messen und Probenehmen entfernt bzw. geöffnet werden darf. Diese Flammensieb oder Flammendurchschlagsicherungen müssen gut sitzen und in einem sauberen und ordnungsgemäßen Zustand sein.

24.3.3 Entlüftungsöffnungen der Ladetanks¹

Die Lüftungsanlage des Ladetanks sollte auf die jeweilige Operation eingestellt werden. Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventile sollten auf Betriebsposition eingestellt werden, um eine hohe Austrittsgeschwindigkeit des entlüfteten Gases sicherzustellen.

Wird eine flüchtige Ladung in Tanks geladen, die an eine Lüftungsanlage angeschlossen sind, die wiederum auch andere Tanks, die mit nichtflüchtiger Ladung befüllt werden, bedient, sollte besonders auf die Einstellung der Überdruck-/Unterdruckventile und die angeschlossene Lüftungsanlage sowie Inertgasanlage geachtet werden, um ein Einströmen von entflammaren und/oder toxischen Gasen in die Tanks, die mit nichtflüchtiger Ladung befüllt werden sollen, zu verhindern.

Wenn Tanks zur Vermeidung einer Kreuzkontamination isoliert werden, sollte die Wahrscheinlichkeit, dass Sauerstoff aufgrund der Druckschwankungen in den Tank strömt, in Betracht gezogen und über Maßnahmen nachgedacht werden, um den inerten Zustand vor dem Löschvorgang wiederherzustellen.

24.3.4 Öffnungen für die Tankreinigung¹

Während der Tankreinigung oder Entgasung sollten die Tankreinigungsdeckel nur von den Tanks, in denen die Arbeiten durchgeführt werden, entfernt und nach Beendigung der Arbeiten sofort wieder geschlossen werden. Alle Öffnungen an Deck müssen mit Gittern abgedeckt werden. Andere Tankreinigungsdeckel können vorbereitend gelöst werden, sollten aber voll geschlossen bleiben.

¹ Zu beachten sind die internationalen oder nationalen gesetzlichen Vorschriften zu gefährlichen Gütern und die spezifischen Anforderungen in diesem Zusammenhang.

24.4 Prüfung der Schiffsladetanks vor dem Beladen²

Die Prüfung der Ladetanks vor dem Beladen erfolgt generell ohne Betreten der Tanks.

Es kann mitunter erforderlich sein, die Deckel der Tankreinigungsöffnungen zur Sichtung der Tankteile, die von den Peil- oder Sichtluken nicht eingesehen werden können, zu entfernen, was allerdings voraussetzt, dass der Tank gasfrei ist. Die Deckel werden nach der Prüfung sofort wieder geschlossen und gesichert. Die Person, die die Prüfung durchführt, sollte darauf achten, keine Gase oder Inertgas einzusatmen, wenn die zu prüfenden Tanks nicht entgast wurden.

Die Atmosphären der Ladetanks, die inertisiert sind oder wurden, sind mit Vorsicht zu behandeln, da das Risiko eines niedrigen Sauerstoffgehalts besteht. Inertisierte Ladetanks sollten mit entsprechenden Warnhinweisen beschriftet sein.

Ein inertisierter Tank muss entgast werden, bevor er betreten werden darf, sofern nicht alle Tanks entgast werden und die Inertgasanlage komplett ausgeschaltet ist; jeder einzelne Tank, der zu Prüfungszwecken betreten werden soll, muss von der Inertgasanlage getrennt sein (siehe Abschnitt 7.1.6.12).

Wenn es für den Prüfer aufgrund kritischer Eigenschaften der zu ladenden Ladung erforderlich ist, den Tank zu betreten, müssen alle in Abschnitt 10.5 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen eingehalten werden.

24.5 Deckel von Tanks für getrennten Ballast

Die Deckel von Tanks für getrennten Ballast können vor dem Entladen des Ballasts geöffnet werden, damit die Ballastoberfläche auf Verunreinigungen usw. inspiziert werden kann. Die Deckel von Tanks für getrennten Ballast sollten jedoch während der Umschlags- oder Ballastbefüllung geschlossen bleiben, da Erdöl- oder chemische Gase angesaugt werden können.

Auf den Deckeln der Tanks für getrennten Ballast muss deutlich gekennzeichnet sein, für welchen Tank sie bestimmt sind.

24.6 Schiff-Land-Verbindungen

24.6.1 Flanschverbindungen

Die Flansche für die Schiff-Land-Verbindungen am Ende der Terminalleitungen und an der Sammelleitung des Schiffs sollten den internationalen oder nationalen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.

Die Flanschflächen und Dichtungen müssen in einem sauberen und ordnungsgemäßen Zustand sein. Am Lagerort müssen die Flansche entsprechend vor Korrosion/Lochfraß geschützt werden.

Bei Schraubverbindungen ist darauf zu achten, dass kein Schraubenloch frei bleibt. Die Schrauben müssen sorgfältig festgezogen werden, da ungleichmäßig oder zu stark angezogene Schrauben Undichtigkeit oder Bruch zur Folge haben können. Improvisierte Verbindungen mit 'G'-Klemmen oder ähnlichen Vorrichtungen dürfen für Flanschverbindungen nicht verwendet werden.

² Zu beachten sind die internationalen oder nationalen gesetzlichen Vorschriften zu gefährlichen Gütern und die spezifischen Anforderungen in diesem Zusammenhang.

24.6.2 Entfernen der Blindflansche

Alle Sammelleitungsflansche des Schiffs und Terminals werden mit entfernbaren Blindflanschen aus Stahl oder einem anderen zugelassenen Material wie z. B. Phenolharz und vorzugsweise mit Griffen versehen.

Vor Entfernen der Blindflansche von den Schiffs- und Terminalleitungen sollten Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden um sicherzustellen, dass der Abschnitt zwischen dem letzten Ventil und dem Blindflansch kein druckbeaufschlagtes Produkt enthält. Vorsichtsmaßnahmen sind auch erforderlich, um ein Austreten des Produkts zu vermeiden.

Blindflansche müssen dem Arbeitsdruck der Leitung oder des Systems, an das sie angeschlossen sind, standhalten. Die Stärke der Blindflansche muss normalerweise der Stärke der Endflansche, an die sie montiert werden, entsprechen.

24.6.3 Reduzier- und Zwischenstücke

Reduzier- und Zwischenstücke sollten aus Stahl gefertigt und mit Flanschen gemäß ANSI B16.5, Klasse 150 oder gleichwertigen Flanschen versehen sein. Einfaches Gusseisen sollte nicht verwendet werden.

Schiff und Terminal sollten sich gegenseitig informieren, wenn die Reduzier- oder Zwischenstücke der Sammelleitungen aus einem anderen Material als Stahl bestehen, da es bei deren Herstellung besonderer Aufmerksamkeit bedarf, damit eine gleichwertige Festigkeit wie bei Stahl erzielt und die Gefahr eines Bruchs vermieden wird.

An den Zwischenstücken außen an den Sammelleitungsventilen sollten Ladedruckmesser angebracht werden.

24.6.4 Beleuchtung

In der Dunkelheit ist für eine ausreichende Beleuchtung zu sorgen, damit der Bereich an den Anschlussstellen von Schiff und Land und der Schlauchhebevorrichtungen gut sichtbar ist und rechtzeitig erkannt werden kann, wann eine Regulierung erforderlich ist oder wenn ein Produkt austritt oder überläuft.

24.6.5 Notentriegelung

Mit Hilfe einer speziellen Entriegelungsvorrichtung können die Ladungsschläuche oder Verladearme abgekoppelt werden.

Die Schläuche oder Verladearme sollten vor einer Abkopplung im Notfall nach Möglichkeit entleert, gespült oder isoliert werden, um Schüttverluste zu minimieren (siehe Abschnitt 11.1.15.1).

Zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit aller Sicherheitsfunktionen sollten regelmäßig Prüfungen durchgeführt werden.

(Siehe auch Abschnitt 18.1.10 - Kraftbetriebene Notentriegelungsvorrichtungen.)

24.7 Unbeabsichtigte Schütt- und Leckverluste

24.7.1 Allgemein

Das Schiffs- und Landpersonal sollte genau beobachten, ob zu Beginn und während der Ladungsumschlagvorgänge Produkt austritt. Besonders ist darauf zu achten, dass die Leitungsventile, u.a. Tropfventile, geschlossen sind, wenn sie nicht in Betrieb sind.

Die Freiräume der Lade- und Bunkertanks, die aufgefüllt wurden, sollten gelegentlich während der verbleibenden Ladeoperationen geprüft werden, um sicherzustellen, dass die Tanks nicht infolge undichter Ventile oder unsachgemäßer Abläufe überlaufen.

Bei Doppelhüllen-Tankschiffen sollte auf die Stabilität während der Ballastierungs- und Umschlagsvorgänge geachtet werden. Wichtig ist, dass die breitenmetazentrische Höhe nicht so stark unterschritten wird, dass beim Entladen des Ballasts aus den Doppelhüllen-Tanks nach Auffüllen einiger Ladetanks ein Neigungs- oder Krängungswinkel entsteht, der ein Überlaufen der Ladung bewirken könnte. (Siehe Abschnitt 11.2.)

Bei Leckagen an Rohrleitungen, Ventilen, Schläuchen oder Metallverladearmen müssen die darüber laufenden Operationen gestoppt werden, bis die Ursache gefunden und die undichte Stelle beseitigt wurde. Wenn eine Leitung, ein Schlauch oder ein Verladearm platzt oder Ladung überläuft oder anderweitig ausläuft, müssen alle Umschlagsvorgänge sofort gestoppt und dürfen erst wieder aufgenommen werden, nachdem der Fehler behoben wurde und alle Gefahren durch das freigesetzte Öl oder die freigesetzten Chemikalien gebannt sind. Wenn die Möglichkeit besteht, dass das freigesetzte Öl/die freigesetzten Chemikalien oder die damit verbundenen Gase in den Maschinenraum oder Wohnbereich dringen, müssen schnell vorbeugende Maßnahmen getroffen werden.

Es sollten Mittel für die prompte Entfernung von verschütteten Materialien an Deck bereitgestellt werden. Bei Ölunfällen müssen das Terminal und die Hafenbehörden verständigt und die maßgeblichen Notfallpläne des Schiffs und der Landseite, bei einer Ölverschmutzung zum Tragen kommen, aktiviert werden.

Die Hafenbehörden und alle angrenzenden Schiffs- und landseitigen Einrichtungen sollten vor der potenziellen Gefahr durch das ausgeflossene Öl gewarnt werden.

24.7.2 Nicht zutreffend

24.7.3 Speigattverschlüsse

Bevor mit den Umschlagsvorgängen begonnen wird, müssen alle Speigatte an Deck³ und, sofern zutreffend, offenen Abläufe an der Pier effektiv verschlossen werden, um zu verhindern, dass verschüttete Produkte in das Wasser im Umkreis des Schiffs oder Terminals gelangen. Wasseransammlungen sollten regelmäßig abgelassen und die Speigattverschlüsse sofort wieder verschlossen werden, nachdem das Wasser abgelassen ist.

Mit Produkt kontaminiertes Wasser sollte in einen Schmutzwassertank oder anderen geeigneten Aufnahmebehälter geleitet werden. Um das Entleeren, sofern erforderlich, zu erleichtern, sollte der Tankdruck reduziert werden.

³ Zu beachten sind die internationalen, nationalen oder örtlichen gesetzlichen Vorschriften und die spezifischen Anforderungen in diesem Zusammenhang.

24.7.4 Auffangen von austretenden Ladungen

Unter alle Schiffs- und Terminalsammelleitungsanschlüsse sollte eine Auffangschale mit den entsprechenden Entleerungsvorrichtungen fest angebracht werden. Wenn es keine fest angebrachten Vorrichtungen gibt, sollten tragbare Auffangschalen unter jeden aktiven Anschluss gestellt werden, um die austretenden Flüssigkeiten aufzufangen. Die Verwendung von Kunststoff ist zu vermeiden, sofern es keine elektrische Masseverbindung gibt.

24.7.5 Nicht benutzte Schiffs- und Terminalumschlagleitungen

Um das Austreten oder Durchsickern von Produkten zu verhindern, sollte man sich nicht auf die Dichtigkeit der Ventile verlassen. Alle landseitigen Rohrleitungen, Verladearme und Schläuche am Liegeplatz, die nicht benutzt werden, müssen mit einem Blindflansch gesichert werden.

Alle Umschlagleitungen des Schiffs, die nicht benutzt werden, müssen am Verteilerrohr mit einem Blindflansch gesichert werden.

24.8 Feuerlöschgeräte

Liegt ein Schiff längsseits des Liegeplatzes, müssen die Feuerlöschgeräte zum sofortigen Einsatz bereit sein.

An Bord des Schiffs wird das in der Regel durch die einsatzbereiten Feuerlöschschläuche mit Sprüh-/Strahldüsen sichergestellt. Zusätzlichen Schutz vor kleinen Stichflammen bieten tragbare Löschpulver im Umschlagbereich.

Die Feuerlöschgeräte an der Pier müssen zum sofortigen Einsatz bereit sein. Wenn das vielleicht auch nicht das Aufrüsten der Schläuche beinhaltet, sollten die Vorbereitungen auf einen Noteinsatz der Feuerlöschgeräte ersichtlich sein und dem Schiff mitgeteilt werden. Es sollte in Erwägung gezogen werden, ob tragbare Feuerlöscher zur Benutzung in dem angrenzenden Bereich zur Sammelleitung an der Pier bereitgestellt werden.

24.9 Nähe zu anderen Schiffen

24.9.1 Tankschiffe an angrenzenden Liegeplätzen

Entflammbare und/oder toxische Produktgaskonzentrationen können auch entstehen, wenn ein anderes Schiff an einem angrenzenden Liegeplatz Umschlags- oder Ballastierungs-, Spül-, Tankreinigungs- oder Entgasungsvorgänge durchführt. Unter diesen Umständen sollten entsprechende Vorsichtsmaßnahmen, wie in Abschnitt 24.1 beschrieben, getroffen werden.

24.9.2 Normale Ladetanker an angrenzenden Liegeplätzen

Es darf nicht damit gerechnet werden, dass normale Ladetanker, die Sicherheitsanforderungen in Bezug auf potenzielle Zündquellen wie Rauchen, offenes Feuer, Koch- und Elektrogeräte in vollem Umfang so wie Tankschiffe erfüllen können.

Dementsprechend muss das Terminal daraus entstehende Sicherheitsrisiken bewerten und Vorsichtsmaßnahmen, zusätzlich zu denen, die in diesem Kapitel beschrieben sind, ergreifen, wenn ein normaler Ladetanker am Liegeplatz in der Nähe eines Tankschiffs anlegt, das flüchtiges Erdöl be- und entlädt, Tanks, die Kohlenwasserstoffgas enthalten, mit nichtflüchtigen Produkten befüllt, oder Tanks nach dem Entladen der flüchtigen Produkte spült oder entgast. Diese Vorsichtsmaßnahmen sollten auch die Inspektion auf den betroffenen normalen Ladetankern einschließen und klar festlegen, welche Vorsichtsmaßnahmen an Bord dieser Schiffe durchzuführen sind.

24.9.3 Umschlagoperationen von Schiffen an Liegeplätzen mit normaler Ladung

Wenn Schiffsoperationen an Liegeplätzen mit normaler Ladung durchgeführt werden, ist es unwahrscheinlich, dass sich das Personal an diesen Liegeplätzen mit den Sicherheitsanforderungen in Bezug auf potenzielle Zündquellen auskennt oder die Kräne oder anderen Geräte den Anforderungen genügen, die für die Auslegung und Installation von Elektrogeräten in Gefahrenzonen gelten.

Demzufolge wird es notwendig sein, dass das Terminal außer den in diesem Kapitel beschriebenen Maßnahmen zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen ergreift. Dazu gehören Zufahrtsbeschränkungen für Fahrzeuge, entfernbare Schranken zur Regelung des Zugangs zum Liegeplatz, zusätzliche Feuerlöschgeräte und die Kontrolle von Zündquellen sowie Beschränkungen für die Bewegung von Waren und Anlagen und das Heben von Lasten.

24.9.4 Schlepper und andere Boote längsseits

Die Anzahl der Boote, die längsseits kommen, und die Dauer ihres Aufenthaltes sollten auf ein Minimum beschränkt oder verboten werden. Gemäß den Bestimmungen der Hafenbehörde dürfen nur zugelassene Boote, die die Genehmigung des Schiffsführers und, sofern zutreffend, des Terminalbeauftragten haben, längsseits eines Tankschiffs kommen oder bleiben, wenn dieses gerade flüchtige Produkte umschlägt oder Tanks, die Produktgas enthalten, mit Ballast befüllt. Der Schiffsführer sollte der Bootsbesatzung ein Rauchverbot erteilen und offenes Feuer verbieten. Werden diese Bestimmungen nicht eingehalten, müssen die Arbeiten eingestellt werden.

Terminals sollten entsprechende Anweisungen für die Betreiber des befugten Bootes für die Nutzung der Motoren und anderen Geräte und Anlagen geben, um Zündquellen zu vermeiden, wenn längsseits eines Schiffes oder einer Pier angelegt wird. Das schließt auch die Bereitstellung von Funkenfängern für Motorabgase, sofern zutreffend, und Anleitungen für eine ordnungsgemäße Befederung ein. Die Terminals sollten auch um angemessene Hinweise bitten, die gut sichtbar an dem Wasserfahrzeug angebracht werden und das Personal und Fahrgäste über die einzuhaltenden Sicherheitsvorkehrungen informieren.

Wenn unbefugte Wasserfahrzeuge längsseits kommen oder in einer Position festmachen, die die Arbeiten behindern können, sollte dies der Hafenbehörde und/oder dem Terminalbeauftragten mitgeteilt und, falls erforderlich, die Arbeiten eingestellt werden.

24.10 Hinweise

24.10.1 Hinweise auf dem Schiff

Wenn sich ein Schiff längsseits des Terminals befindet, sollten Hinweise an Deck, die auf beiden Seiten zu sehen sind, oder an den Landgangsstegen angebracht werden, so wie es die internationalen gesetzlichen Vorschriften (für gefährliche Güter) vorsehen.

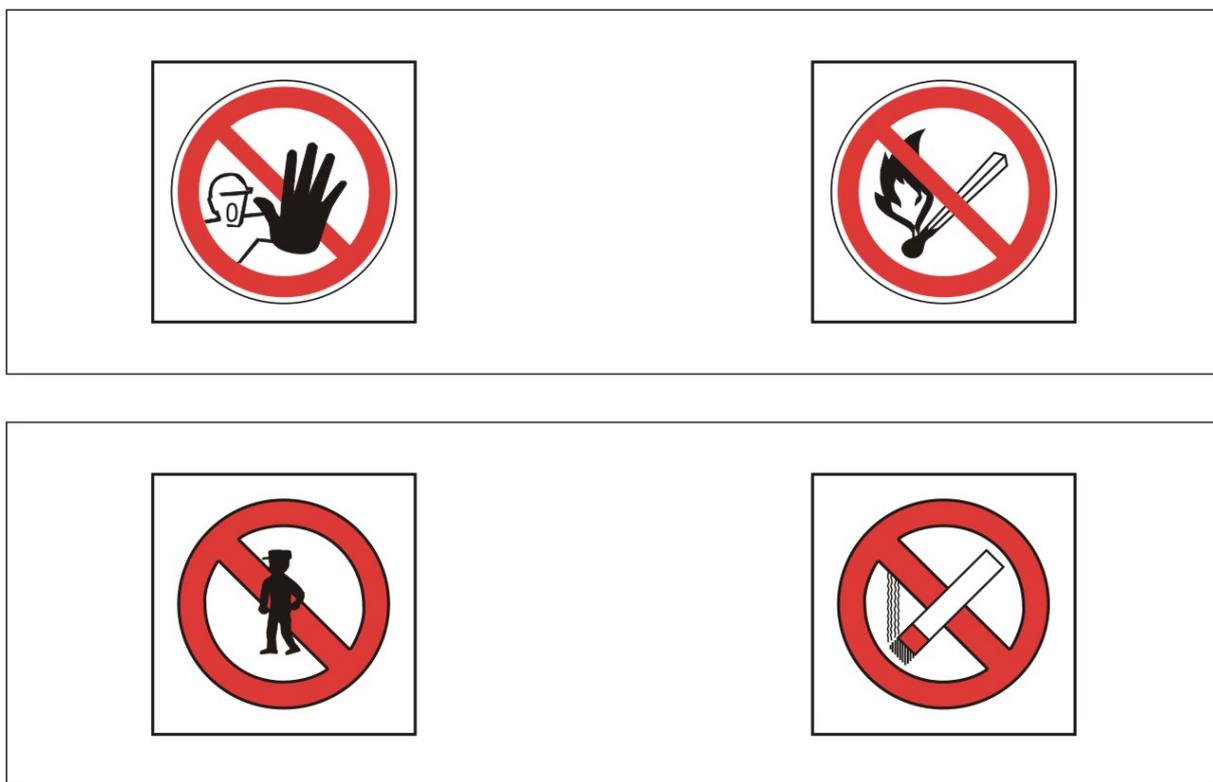


Abbildung 24.1 - Hinweise auf dem Schiff

24.10.2 Hinweise am Terminal

An der Pier sollten klare Hinweise und Schilder, die Rauchen und offenes Feuer verbieten, dauerhaft in der jeweiligen Sprache angebracht werden. Ähnliche dauerhafte Hinweise und Schilder sollten am Eingang zum Terminalbereich oder den landseitigen Zufahrtswegen zum Liegeplatz angebracht werden.

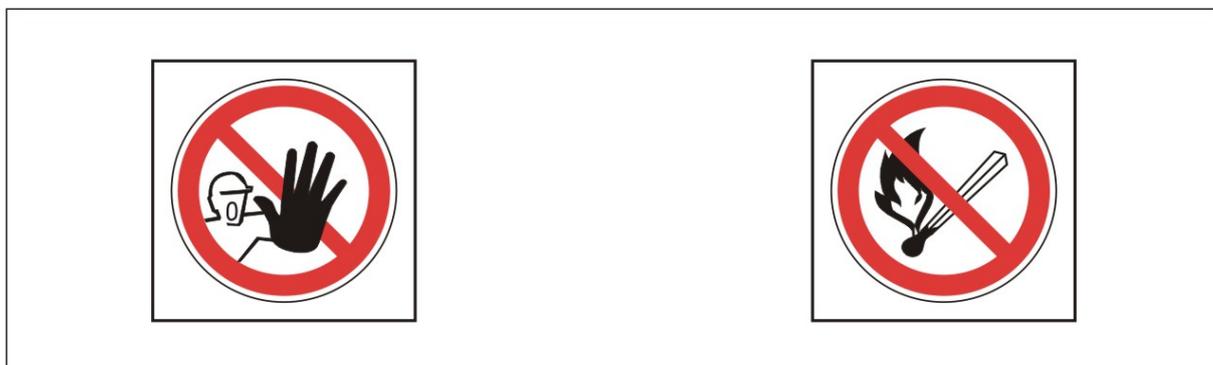


Abbildung 24.2 - Hinweise an den Terminals

In Gebäuden und anderen landseitige Einrichtungen, in denen Rauchen gestattet ist, sollten Hinweisschilder zu diesem Zweck deutlich sichtbar angebracht werden.

Die Flucht- und Rettungswege vom Schiffs Liegeplatz zu den sicheren Bereichen an Land sollten klar gekennzeichnet sein.

24.11 Personalbedarf

Während des Aufenthaltes des Schiffs am Terminal sollte jederzeit genügend Personal an Bord und am Liegeplatz zur Verfügung stehen, um mit Notsituationen fertig zu werden.

Die Personen, die mit den Operationen befasst sind, sollten die mit dem Umschlag der Produkte verbundenen Risiken kennen und in Notfallmaßnahmen geschult sein.

24.12 Kontrolle von offenen Flammen und anderen potenziellen Zündquellen

Die Gefahren, die mit Rauchen, Kombüsen, Elektrogeräten und anderen potenziellen Zündquellen verbunden sind, werden in Kapitel 4 beschrieben.

24.13 Kontrolle von Fahrzeugen und anderen Betriebsmitteln

Die Nutzung von Fahrzeugen und Betriebsmitteln sollte besonders in den Gefahrenzonen kontrolliert werden. Die Wege zu und von den Arbeitsplätzen und Parkflächen müssen deutlich gekennzeichnet sein. Es sollten Absperrungen oder Zäune bereitgestellt werden, sofern erforderlich, um unbefugten Zutritt zu verhindern.

24.14 Nicht zutreffend

Kapitel 25

BUNKERVORGÄNGE

Überlauf- und Leckverluste während der Bunkerung sind eine Hauptursache der Ölverschmutzung. Die Erfahrungen haben gelehrt, dass das Überfüllen von Bunkern und Schüttverluste in vielen Fällen auf menschliches Versagen zurückzuführen sind.

Dieses Kapitel enthält Anleitungen für die Planung und Durchführung einer Bunkerung und ein Beispiel für eine Sicherheitscheckliste vor der Übergabe.

25.1 Allgemein

Die Bunkerung sollte sorgfältig geplant und durchgeführt werden und den geltenden Vorschriften entsprechen.

Das Personal, das mit der Bunkerung an Bord befasst ist, sollte mit keinen anderen Aufgaben betraut sein und während des Auffüllvorgangs am Arbeitsplatz bleiben. Im Prinzip wird die Bunkerung während des Umschlagsvorgänge wegen der Notwendigkeit, Interessenkonflikte des Bedienungspersonals zu vermeiden, nicht als beste Vorgehensweise angesehen. Es kommt oft zu Schüttverlusten, wenn die Besatzungsmitglieder durch andere Aufgaben abgelenkt sind.

Wenn die Belieferung der Bunker durch Schiffe erfolgt, sind die Hinweise in Abschnitt 11.9.2 zu beachten.

25.2 Bunkerungsverfahren

Die Schiffsbetreiber sollten verlangen, dass die Bunkerung entsprechend den im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems festgelegten Verfahren kontrolliert wird.

Diese Verfahren sollen gewährleisten, dass die mit der Bunkerung verbundenen Risiken eingeschätzt worden sind und dass es Kontrollen zur Risikominderung gibt. Die Verfahren sollen auch vorsorgliche Regelungen für den Fall, dass Öl ausläuft, festlegen. Bei der Festlegung der Verfahren sollten die Schiffsbetreiber die folgenden Punkte berücksichtigen:

- Feststellen, ob genügend Raum für das Volumen der zu beladenden Bunker vorhanden ist
- Maximales Ladevolumen für alle Tanks festlegen
- Regler zum Einstellen der Bunkerventile
- Ladegeschwindigkeiten für den Ladebeginn, das Laden von Massengut und Auffüllen bestimmen
- Besondere Vorkehrungen beim Beladen von Doppelbodentanks
- Vorrichtungen für die Bunkertankbelüftung
- Überlaufvorrichtungen
- Messgerät auf Funktionstüchtigkeit und Genauigkeit prüfen

- Alarmeinstellungen an den Überfüllalarmvorrichtungen
- Bunkerüberlaufschutz (in der Regel ist der Bunkerüberlaufschutz nur eine Notabschaltvorrichtung, die nicht als Standardvorrichtung zum Abschalten der Bunkerung gedacht ist.)
- Vor Beginn der Bunkerung Kommunikation zwischen Lieferant und Empfänger hergestellten und die Kommunikationsverfahren in Bezug auf die Bunkerung und Notabschaltung abgesprochen
- Personalbedarf zur Gewährleistung einer sicheren Bunkerung (z. B. für die Deckswache)
- Bunkerung überwachen und prüfen, ob sie dem vereinbarten Verfahren entspricht
- Tankwechsel während der Bunkerung
- Bereitstellen von Auffangvorrichtungen und Reinigungsgeräten.

Sobald das Verfahren festgelegt ist, sollten sie mit Hilfe einer Checkliste umgesetzt werden, wie z. B. in Anhang 5 angegeben ist.

25.3 Bunkerung

Vor Beginn der Bunkerung müssen alle Checks vor dem Beladen durchgeführt und die Funktionstüchtigkeit der Kommunikationssysteme bestätigt werden.

Die Ladegeschwindigkeit wird regelmäßig geprüft.

Beim Wechseln der Tanks ist darauf zu achten, dass kein übermäßiger Rückstau im Schlauch oder in den Ladeleitungen entsteht.

Beim Auffüllen der Tanks sollte die Ladegeschwindigkeit gedrosselt werden, um zu vermeiden, dass sich Luftscheulen in dem Tank bilden, die den Nebel durch die Entlüftungsklappen transportieren, und um das Risiko zu mindern, dass der Lieferant den Vorgang nicht schnell genug stoppt.

Mit Beendigung der Bunkerung werden alle Schläuche und Leitungen vor Abkopplung zum Tank oder, sofern zutreffend, zurück zum Bunker des Lieferanten entleert. Beim Ausblasen der Leitungen mit Luft in die Bunkertanks besteht ein hohes Überlaufisiko, sofern der Tank nicht nur teilweise gefüllt ist und genügend Freiraum bei Beendigung des Füllvorgangs hat.

25.4 Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe

25.4.1 Allgemein

Die Zuständigkeit und Verantwortlichkeit für die sichere Durchführung der Bunkerung liegt gemeinsam beim Empfänger und Lieferanten. Aufgaben des zuständigen Personals vor Beginn der Bunkerung:

- Schriftliche Vereinbarung der Umschlagverfahren, einschließlich maximalen Übergabegeschwindigkeiten

- Schriftliche Vereinbarung zu den Verfahren bei Eintreten eines Notfalls während des Übergabebetriebs
- Ausfüllen und Unterzeichnen der Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe.

Ein Beispiel für eine Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe ist in Anhang 5 gegeben. Die Checkliste bezieht sich hauptsächlich auf die Belieferung der Bunker von einem Bunkerboot, einer Pier oder, wenn Schmieröl oder Gasöl als Massengut geladen wird, von einem Tankklaster.

25.4.2 Benutzungsrichtlinien

Die folgenden Richtlinien sollen dem Personal des Empfängers und Lieferanten bei der gemeinsamen Benutzung der Sicherheitscheckliste Bunkerung helfen.

Die Sicherheitscheckliste Bunkerung enthält Angaben zu den Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten. Durch Ankreuzen oder Abzeichnen des entsprechenden Kästchens und Unterzeichnen der Erklärung wird die Zustimmung zu den Pflichten erklärt. Nach Unterzeichnung stellt diese Erklärung die Mindestgrundlage für einen sicheren Ablauf dar, der nach gegenseitigem Austausch von wichtigen Informationen vereinbart wurde.

Die Checklisten sollten von den verantwortlichen Mitarbeitern ausgefüllt werden, die auch die Bunkerung durchführen.

Das verantwortliche Personal des Empfängers prüft alle Aspekte, die mit der Zuständigkeit des Empfängers verbunden sind. Analog prüft das verantwortliche Personal des Lieferanten alle Aspekte, die mit der Zuständigkeit des Lieferanten verbunden sind. Bei der Erfüllung ihrer Pflichten müssen sich die verantwortlichen Mitarbeiter davon überzeugen, dass die Sicherheitsanforderungen von beiden Seiten in vollem Umfang akzeptiert werden. Das kann erfolgen durch:

- Bestätigung, dass eine kompetente Person die Checkliste zufriedenstellend ausgefüllt hat
- Sichtung entsprechender Unterlagen
- Gemeinsame Prüfung, sofern als zweckdienlich angesehen

Zur beiderseitigen Sicherheit sollten beide Parteien vor Beginn der Operationen und im weiteren Verlauf gelegentlich verifizieren, dass sie ihre Pflichten, die sie mit der Checkliste angenommen haben, ordnungsgemäß erfüllen.

Die Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe enthält folgende Punkte:

1. Bunker für die Übergabe

Gemeinsame Vereinbarung zur Menge und Beschaffenheit der Bunker für die Übergabe sowie vereinbarte Durchsatzrate

2. Zu beladende Bunkertanks

Kennzeichnung der zu beladenden Tanks bei gleichzeitiger Gewährleistung, dass genügend Bunkerkapazität für eine sichere Übernahme vorhanden ist. Es ist Platz zum Eintragen der maximalen Kapazität der einzelnen Tanks und des verfügbaren Volumens gegeben.

3. Sicherheitschecks durch beide Parteien vor der Bunkerung

Die Sicherheit der Operationen erfordert, dass alle relevanten Angaben berücksichtigt und die damit verbundenen Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Beachtung dieser Angaben akzeptiert werden.

Die gemeinsame Erklärung wird erst unterzeichnet, wenn alle Parteien die ihnen übertragenen Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten geprüft und akzeptiert haben.

25.4.3 Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe

(Siehe Anhang 5)

Kapitel 26

SICHERHEITSMANAGEMENT

Dieses Kapitel enthält eine Zusammenfassung an Informationen, die Schiff und Terminal eine Hilfe bei der gemeinsamen Organisation der persönlichen und betrieblichen Sicherheit bietet. Es wird auch das Verhalten bei geänderten Wetterbedingungen während des Ladungsumschlags eingegangen. Ein weiteres Thema ist die richtige Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung durch das Schiffs- und Landpersonal.

Das gemeinsame sorgfältige und gewissenhafte Ausfüllen der jeweiligen Sicherheitschecklisten ist die Grundlage für einen sicheren Übergabebetrieb. Dieses Kapitel enthält eine Reihe von Checklisten, die als Anhang aufgenommen wurden, und Hinweise zum Ausfüllen der Listen.

Dieses Kapitel enthält ebenfalls Hinweise zu den Notfallmaßnahmen an der Schnittstelle zwischen Schiff und Terminal.

26.1 Klimabedingungen

26.1.1 Hinweise des Terminals zu schlechten Wetterbedingungen

Es ist Aufgabe des Terminals, anhand von Auslegungskriterien für den Liegeplatz und dessen Ausrüstungen Grenzparameter zur Kontrolle oder Unterbrechung des Umschlagsvorgänge festzulegen. Die Parameter können durch die Umgebungsbedingungen wie z. B. Windgeschwindigkeit, Frost, Gezeitenströmungen und Dünung oder durch physikalische Grenzen des Liegeplatzes wie z. B. Fenderlasten oder Stabilität des Festmachens bestimmt werden. Alle Grenzen müssen vor Beginn der Operationen mit dem Schiff besprochen und in den Sicherheitschecklisten eingetragen werden.

Der Terminalbeauftragte muss das Schiff vor schlechten Wetterbedingungen warnen, die ein Stoppen der Operationen oder ein Verringern der Lade- oder Löschgeschwindigkeiten erfordern können. In einigen Fällen können die erforderlichen Informationen durch Dritte in unmittelbarer Nähe oder durch das Schiff bereitgestellt werden.

Wenn die Umgebungsbedingungen für den Betrieb am Liegeplatz kritisch sind, sollte das Terminal die Bereitstellung von geeigneten Messgeräten in Erwägung ziehen, um an Informationen zu gelangen, die bei der Risikobewältigung hilfreich sind.

26.1.2 Windverhältnisse

Bei geringer Luftbewegung kann sich das Produktgas in hohen Konzentrationen hartnäckig an Deck halten. Bei Wind können sich Wirbel auf der Leeseite des Wohnbereichs oder der Decksaufbauten bilden, die das entlüftete Gas in Richtung der Aufbauten mitführen. Diese Effekte können lokal zu hohen Produktgaskonzentrationen führen und somit verstärkte Vorsichtsmaßnahmen gemäß 24.1 oder eine Unterbrechung sämtlicher Vorgänge wie Beladen, Ballastieren von nicht gasfreien Tanks, Spülen, Tankreinigung oder Entgasung erforderlich machen, so lange diese Bedingungen anhalten. Das Stoppen der Vorgänge ist auch erforderlich, wenn aufgrund der Windverhältnisse Funken aus dem Schornstein auf das Deck fallen.

26.1.3 Gewitter (Blitzen)

Bei einem Gewitter wird vorausgesetzt, dass die folgenden Vorgänge in der Umgebung des Schiffs oder Terminals gestoppt werden, unabhängig davon, ob die Ladetanks des Schiffs in inertem Zustand sind oder nicht:

- Verladen von flüchtigen Produkten
- Verladen von nichtflüchtigen Produkten in Tanks, die entflammbare Dämpfe enthalten
- Ballastieren von Tanks, die entflammbare Dämpfe enthalten
- Spülen, Reinigen und Entgasen von Tanks nach dem Löschen von flüchtigen Produkten

Alle Tanköffnungen und Entlüftungsklappen müssen geschlossen sein; das gilt auch für die Bypassventile, die an dem Tankentlüftungssystem angebracht sind.

26.2 Personensicherheit

26.2.1 Persönliche Schutzausrüstungen

Alle an den Operationen an Bord und an Land beteiligten Arbeitskräfte müssen Schutzkleidung und Schutzausrüstung tragen. Empfohlen werden ein Overall (oder ein ähnliches Kleidungsstück, das vollen Schutz bietet, antistatisch und flammhemmend ist), Sicherheitsschuhe, Sicherheitsbrille und Schutzhelm, soweit erforderlich. Das Personal sollte auch Rettungswesten oder ähnliche Schwimmhilfen tragen, wenn das Risiko ins Wasser zu fallen besteht.

Die Lagerungsorte für persönliche Schutzausrüstungen einschließlich Atemschutzgeräte müssen vor Witterungseinflüssen geschützt und deutlich gekennzeichnet werden. Das Personal sollte die Ausrüstung und Kleidung tragen, wann immer es die Situation erfordert.

Arbeitskräfte, die möglicherweise Atemschutzgeräte benutzen müssen, sollten entsprechend geschult werden, damit sie diese sicher bedienen können.

Die Tankschiffe sollten Vorschriften für Besucher zum Tragen von persönlicher Schutzausrüstung festlegen, die u.a. entsprechende Kleidung, sicheres Schuhwerk, Augenschutz, Rettungsweste und Schutzhelm beinhalten sollten. Gleichermaßen sollten Terminals Vorschriften für alle Personen, die das Terminal passieren, festlegen. Es sollte einen deutlich gekennzeichneten sicheren Weg und/oder Transportweg durch das Terminal geben.

26.2.2 Rutsch- und Fallrisiken

Aufgrund der hohen Rutsch- und Fallgefahr auf Schiffen, sollten Eigentümer, Betreiber und Besatzung besonders auf Einrichtungen an Bord und veränderte Bedingungen achten, die zu diesen Unfällen beitragen können.

Besonders sollte auf rutschfesten Belag oder Gitter an Deck, in den Arbeitsbereichen und auf den Stegen geachtet werden. Es wird empfohlen, diese Bereiche deutlich zu kennzeichnen, damit das Personal diese bewusst wahrnimmt und darauf achtet. Das betrifft Bereiche wie:

- Festmachbereiche
- Sammelleitungsbereiche
- Peil- und Probenahmestellen
- Zugangsstege
- Trittschutz für Rohrleitungen.

Unabhängig von den Vorrichtungen, die vor Rutschen und Fallen schützen, ist es wichtig, dass das Personal die vorgeschriebenen Laufstege nutzt und diese sauber und frei von verschütteten oder ausgelaufenen Materialien hält. Das Landpersonal und die Besucher sind auch angehalten, die vorgeschriebenen Bereiche zu benutzen.

Das Risiko zu stolpern und auszurutschen ist wesentlich höher, wenn Steigleitern, Leitern an den Bunkerauslegern und Kajütenleitern benutzt werden. Eine gute Konstruktion und Ausführung helfen, Unfälle dieser Art zu vermeiden. Stolperfallen, wie z. B. hohe Plattenränder (Fußleisten) oben auf den Leitern und ungleichmäßige Abstände zwischen den Stufen, sollten vermieden werden. Wenn die Konstruktion nicht verändert werden kann, müssen Stolperfallen deutlich gekennzeichnet oder mit einer Kontrastfarbe hervorgehoben werden.

26.2.3 Persönliche Hygiene

In Anbetracht der Gefahr für die Gesundheit, die aus einem längeren Kontakt mit den Produkten entstehen kann, ist die persönliche Hygiene äußerst wichtig. Der direkte Hautkontakt mit dem Produkt oder mit kontaminierter Kleidung sollte nach Möglichkeit vermieden werden.

26.2.4 Kleidung aus synthetischen Materialien

Die Eigenschaft von synthetischen Materialien, bei hohen Temperaturen zu schmelzen oder sich aufzulösen, führt zu einer Wärmekonzentration, die Schäden am menschlichen Gewebe hervorruft. Daher eignet sich Kleidung aus diesem Material nicht für Personen, die während ihrer Arbeit Flammen oder heißen Flächen ausgesetzt sein können.

26.3 Sicherheitschecklisten

26.3.1 Allgemein

Die Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bzw. Haftungsumfänge für die sichere Durchführung der Operationen, während sich das Schiff am Terminal aufhält, übernehmen der Schiffsführer (bei Schiff/Schiff-Operationen bei beiden Schiffsführern) und der Terminalbeauftragte gemeinsam. Bevor mit den Umschlags- oder Ballastierungsvorgängen begonnen wird, sollten der Schiffsführer (die Schiffsführer) oder dessen Vertreter und/oder der Terminalbeauftragte:

- die Übergabeverfahren einschließlich der maximalen Be- oder Entlade-geschwindigkeiten schriftlich vereinbaren;
- Maßnahmen, die bei Eintreten eines Notfalls während des Umschlags- oder Ballastierungsvorgängen erforderlich sind, schriftlich vereinbaren;
- die jeweiligen Sicherheitschecklisten ausfüllen und unterzeichnen.

Terminals können die Abfassung einer Erklärung für die Schiffsführer der anlegenden Tankschiffe verlangen, in dem sie die Erwartungen des Terminals an eine gemeinsame Verantwortung für die sichere Durchführung der Operationen mitteilt und das Schiffspersonal um Mitwirkung und Verständnis bittet. Ein Muster für die Formulierung eines solchen Schreibens ist in Abschnitt 26.3.3 gegeben.

Die Sicherheitschecklisten gelten zwar für Umschlagsvorgänge, es wird jedoch empfohlen, diese Verfahrensweise auch anzuwenden, wenn ein Tankschiff am Liegeplatz eine Tankreinigung plant.

26.3.1.2 Übersicht über die angehängten Checklisten

Im Folgenden wird eine Zusammenfassung der Checklisten gegeben, die als Anhänge beigefügt sind:

Sicherheitscheckliste Schiff/Land	Ladungsübergabe	Siehe ISGINTT Anhang 1.
Sicherheitscheckliste Hochseetankschiff Binnentankschiff / Binnentankschiff	Ladungsübergabe	Siehe ISGINTT Anhang 2.
Checkliste für die Entsorgung gefährlicher Stoffe	Entsorgung gefährlicher Stoffe	Siehe ISGINTT Anhang 3.
Sicherheitscheckliste Entsorgung ungefährlicher Stoffe	Entsorgung ungefährlicher Stoffe	Siehe ISGINTT Anhang 4.
Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe	Bunkerung	Siehe ISGINTT Anhang 5.
Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Hochseeschiffe	Bunkerung	Siehe ISGINTT Anhang 6.

26.3.2 Hinweise für das Ausfüllen

Hinweise für das Ausfüllen der Checklisten und zur Unterstützung der Aussagen zu den einzelnen Positionen sind in Anhang 7 enthalten. Sie sollen eine Hilfe für die Betreiber der Liegeplätze und Schiffsführer beim gemeinsamen Ausfüllen der Sicherheitschecklisten sein.

Die Schiffsführer und alle Personen unter ihrem Kommando müssen sich, so lange das Schiff sich längsseits aufhält, streng an die Auflagen halten. Das Gleiche gilt für den Terminalbeauftragten und das gesamte Landpersonal. Jede Partei ist verpflichtet, im gegenseitigen Interesse eines sicheren und effizienten Betriebes in vollem Umfang mitzuwirken.

Die Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bzw. Haftungsumfänge für die Aussagen in den Sicherheitschecklisten werden mit diesen Unterlagen zugewiesen. Durch Ankreuzen oder Abzeichnen des entsprechenden Kästchens und Unterzeichnen dieser Erklärung am Ende der Checklisten wird die Zustimmung zu den Pflichten erklärt. Die unterzeichneten Checklisten bilden eine Mindestgrundlage für einen sicheren Betrieb, die durch den gegenseitigen Austausch von entscheidenden Informationen vereinbart wurde.

Einige Aussagen in den Checklisten zielen auf Umstände ab, für die entweder das Schiff oder das Terminal die alleinige Verantwortlichkeit und Nachweispflicht bzw. Haftung übernimmt; es gibt aber auch Umstände, für die beide Parteien gemeinsam verantwortlich und zuständig sind. Die grauen Kästchen dienen zur Identifizierung von Aussagen, die normalerweise nur eine Partei betreffen, die aber auf Wunsch von beiden Parteien angekreuzt oder abgezeichnet werden können. Die Verantwortlichen beider Parteien müssen die leeren Kästchen neben den entsprechenden Aussagen in der jeweiligen Spalte ankreuzen oder ausfüllen.

Die Zuweisung der Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bzw. Haftungsumfänge bedeutet nicht, dass die andere Partei von der Durchführung der Checks zur Bestätigung der Konformität ausgenommen ist. Die Absicht ist, die Verantwortlichkeit der Partei für die Konformität zu Beginn und im weiteren Verlauf des Aufenthaltes des Tankschiffs am Terminal oder längsseits eines anderen Schiffs deutlich herauszustellen.

Der Schiffsverantwortliche/das Besatzungsmitglied sollte persönlich alle Umstände prüfen, die in der Verantwortlichkeit des Schiffs liegen. Gleichmaßen sollte der Terminalbeauftragte persönlich alle Umstände prüfen, die in der Verantwortlichkeit des Terminals liegen. Beim Ausfüllen dieser Verantwortlichkeiten sollten die Verantwortlichen sich vergewissern, dass die Sicherheitsvorschriften für beide Seiten des Betriebs in vollem Umfang akzeptabel sind. Dafür stehen z. B. folgende Mittel zur Verfügung:

- Bestätigen, dass die zuständige Person die Checklisten zufriedenstellend ausgefüllt hat
- Sichtung entsprechender Unterlagen
- Gemeinsame Inspektion, sofern dies zweckmäßig erscheint.

Für die beiderseitige Sicherheit sollten der Terminalbeauftragte und, sofern zweckmäßig, der Schiffsverantwortliche/ein Besatzungsmitglied vor Beginn der Operationen und in bestimmten Abständen im weiteren Verlauf das Schiff überprüfen um sicherzustellen, dass das Schiff seinen Pflichten, wie in den Sicherheitschecklisten bestätigt, effektiv nachkommt. Ähnliche Überprüfungen sollten an Land erfolgen, wenn die grundlegenden Sicherheitsauflagen für ungenügend befunden werden; beide Parteien können verlangen, dass der Umschlags- und Ballastierungsvorgänge gestoppt wird, bis Abhilfemaßnahmen zufriedenstellend durchgeführt wurden.

26.3.2.1 Zusammensetzung der Checklisten

Die in Anhang 1 und 2 enthaltenen Sicherheitschecklisten bestehen aus vier Teilen, von denen die ersten beiden (Teil 'A' und 'B') sich auf die Übergabe von flüssigem Massengut beziehen. Diese gelten für alle Operationen. Teil 'A' bezieht sich auf die geforderten Funktionsprüfungen und Teil 'B' auf die Elemente der verbalen Überprüfung.

Teil 'C' enthält zusätzliche Aussagen in Bezug auf die Übergabe von Chemikalien als flüssiges Massengut und Teil 'D' in Bezug auf Flüssiggase als Massengut.

Die Sicherheit der Operationen erfordert, dass alle relevanten Aussagen und die zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bzw. Haftungsumstände, gemeinsam oder einzeln, bestätigt wurden. Wenn eine Partei nicht bereit ist, die zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bzw. Haftungsumstände zu akzeptieren, muss ein entsprechender Eintrag in der Spalte 'Bemerkungen' gemacht werden und eingehend geprüft werden, ob die Operationen fortgesetzt werden können.

Wird eine bestimmte Position als nicht zutreffend für das Schiff, das Terminal oder die geplante Operation angesehen, sollte ein diesbezüglicher Hinweis in der Spalte 'Bemerkungen' eingetragen werden.

26.3.2.2 Codierung der Positionen

Die Buchstaben 'A', 'P' bzw. 'R' in der Spalte 'Code' bedeuten:

- A ('Agreement' - Vereinbarung). Hier wird auf eine Vereinbarung bzw. ein Verfahren verwiesen, die in der Spalte 'Bemerkungen' der Checkliste angegeben bzw. auf eine andere beiderseitig annehmbare Form mitgeteilt werden sollten.
- P ('Permission' - Genehmigung). Im Fall einer negativen Beantwortung der Aussagen mit dem Buchstaben 'P' sollten die Vorgänge nicht ohne die schriftliche Genehmigung der zuständigen Behörde ausgeführt werden.
- R ('Re-check' - Wiederholte Prüfung). Hier wird auf Positionen verwiesen, die in entsprechenden zeitlichen Abständen gemäß der Vereinbarung zwischen beiden Parteien in den in der Deklaration angegebenen Zeiträumen erneut zu überprüfen sind.

Die gemeinsame Deklaration sollte erst dann unterzeichnet werden, wenn beide Parteien die ihnen zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bzw. Haftungsumfänge geprüft und akzeptiert haben.

Die Nummern und Buchstaben in der ersten Spalte verweisen auf Folgendes:

- Nummer:** Diese Nummer weist darauf hin, dass die betreffende Bestimmung auf den Empfehlungen von ISGOTT/ISGINTT beruht. Die Nummer verweist auf die entsprechende Position in der ISGOTT-Checkliste.
- B-Nummer** Diese "B"-Nummer verweist darauf, dass die betreffende Bestimmung auf ADN (dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen) bezüglich der Übergabe des Umschlags von Schiff auf Land beruht. Die "B"-Nummer verweist auf die entsprechende Position in der ADN-Prüfliste.
- L** ("Legislation - Gesetzgebung") Hier wird darauf hingewiesen, dass sich die betreffenden Bestimmungen auf die regionale Gesetzgebung und/oder Auflagen bzw. Forderungen beziehen.

26.3.3 Musterschreiben Sicherheitserklärung

Unternehmen
Terminal
Datum
Schiffsführer
Hafen

Sehr geehrter Herr,

Als Schiffsführer des Schiffs sind Sie zusammen mit dem Terminalbeauftragten für die sichere Durchführung der Operationen während des Aufenthaltes Ihres Schiffs am Terminal verantwortlich. Daher bitten wir Sie vor Beginn der Operationen um Ihre volle Mitwirkung und Zustimmung zu den Sicherheitsauflagen und -forderungen, die in der Sicherheitscheckliste Schiff/Land festgelegt sind und die auf den sicheren Arbeitsweisen, die weithin von der Ölindustrie und Tankschifffahrt akzeptiert werden, basieren.

Wir erwarten von Ihnen und allen unter Ihrem Kommando stehenden Personen, dass diese Auflagen und Anforderungen während des Aufenthaltes Ihres Schiffs längsseits des Terminals strikt befolgt werden, und gewährleisten Ihnen unsererseits, dass unser Personal sich genauso daran hält und Sie in vollem Umfang im Interesse eines sicheren und effizienten Betriebsablaufes unterstützt.

Im Interesse unserer beiderseitigen Sicherheit führt ein Vertreter des Terminalpersonals vor Beginn der Operationen und in bestimmten Abständen danach, gegebenenfalls zusammen mit einem Verantwortlichen der Schiffsbesatzung, eine routinemäßige Überprüfung Ihres Schiffs durch, um sicherzustellen, dass die im Rahmen der Sicherheitscheckliste Schiff/Land angesprochenen Positionen in akzeptabler Weise abgearbeitet worden sind. Wenn Abhilfemaßnahmen erforderlich sind, werden wir dem Beginn der Operationen nicht zustimmen oder veranlassen, diese, falls sie bereits begonnen wurden, zu stoppen.

Genauso sollten Sie, wenn Sie der Meinung sind, dass die Sicherheit durch eine Maßnahme seitens unseres Personals oder durch Ausrüstungen, die unserer Kontrolle unterstehen, gefährdet ist, die sofortige Einstellung der Operationen fordern.

Was die Sicherheit betrifft, so kann es keine Kompromisse geben.

Bitte bestätigen Sie den Erhalt dieses Schreibens durch Gegenzeichnen der beigelegten Kopie und senden Sie diese an uns zurück.

Unterschrift
Terminalbeauftragter
Terminalbeauftragter im Dienst:
Position bzw. Titel:
Kontaktdaten:

Unterschrift
Schiffsführer
Name des Schiffs
Datum/Uhrzeit

26.4 Hinweise zum Ausfüllen der Sicherheitschecklisten Schiff/Land

Siehe Anhang 7.

26.5 Notfallmaßnahmen

Die Maßnahmen, die in einem Notfall am Terminal zu ergreifen sind, sollten in dem Notfallplan des Terminals festgelegt sein (siehe Kapitel 20). Besondere Beachtung gilt dabei den Faktoren, die zu berücksichtigen sind, wenn es um die Entscheidung geht, ein Schiff bei Eintreten eines Notfalls vom Liegeplatz zu entfernen (siehe auch Abschnitt 20.5).

26.5.1 Feuer oder Explosion an einem Liegeplatz

Maßnahmen des Schiffs:

Im Falle eines Feuers oder einer Explosion am Liegeplatz, ist es Aufgabe des Schiffs/der Schiffe, den Vorfall sofort dem Terminalkontrollraum auf schnellstmöglichem Wege (UKW/UHF, Telefon, Auslösen der Schiffssirenen usw.) zu melden. Alle Umschlags-, Bunker- Ballastierungs- und Tankreinigungsvorgänge sollten eingestellt und alle Verladearme oder Schläuche sollten zum Abkoppeln entleert werden.

Die Feuerlöschleitung des Schiffs muss mit Druck beaufschlagt und Wasserdampf an strategischen Orten eingesetzt werden. Die Schiffsmotoren, die Ruderanlage und Ablegevorrichtungen (Bugstrahlruder) müssen für den sofortigen Einsatz gerüstet werden. Eine Lotsenleiter oder ein gleichwertiges Mittel sollte auf der ablandigen Seite bereitgestellt werden.

Maßnahmen der Schiffe an anderen Liegeplätzen:

Bei Wahrnehmung des Feueralarmsignals oder anderweitiger Feuermeldungen am Terminal müssen Schiffe am Liegeplatz, die nicht direkt von dem Feuer betroffen sind, alle Umschlags-, Bunker- und Ballastierungsvorgänge abbrechen. Die Feuerlöschanlagen müssen einsatzbereit sein und die Motoren, Ruderanlagen und Anlegevorrichtungen (Bugstrahlruder) müssen für den sofortigen Einsatz gerüstet werden.

26.5.2 Feuer auf einem Tankschiff an einem Terminal oder auf einem anderen Tankschiff

Maßnahmen des Schiffspersonals:

Wenn auf einem Tankschiff, das am Terminal oder längsseits eines anderen Tankschiffs liegt, ein Feuer ausbricht, muss das Schiff sofort Alarm durch ein zugelassenes Alarmsignal auslösen, das aus einer Folge von langen Tönen der Schiffssirene, die jeweils mindestens 4 Sekunden lang sind, besteht, es sei denn, das Terminal oder das andere Schiff hat das Schiff durch ein örtlich zugelassenes Alarmsignal verständigt. Alle Umschlags-, Bunker- und Ballastierungsvorgänge müssen abgebrochen und die Hauptmotoren und Ruderanlagen in den Stand-by-Betrieb geschaltet werden.

Maßnahmen bei Feuer an Bord	
<p>Feuer auf Ihrem Schiff</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alarm auslösen • Brand bekämpfen, damit das Feuer sich nicht ausbreitet • Meldung an Terminal • Alle Umschlags-/Ballastierungsvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Zum Abkoppeln der Schläuche und Verladearme bereithalten • Motoren in Standby-Betrieb schalten 	<p>Feuer an Bord eines anderen Schiffs oder an Land</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alarm auslösen <p>Bereithalten und bei Anweisung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle Umschlags-/Ballastierungsvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Schläuche oder Verladearme abkoppeln • Motoren und Besatzung in Bereitschaft bringen und zum Ablegen bereithalten
Maßnahmen bei Feuer an Land	
<p>Feuer an Bord</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alarm auslösen • Verbindung zum Schiff aufnehmen • Alle Umschlags-/Ballastierungsvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Zum Abkoppeln der Schläuche oder Verladearme bereithalten • Bereithalten, um Brandbekämpfung zu unterstützen • Meldung an alle Schiffe • Terminalnotfallplan aktivieren 	<p>Feuer an Land</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alarm auslösen • Alle Umschlags-/Ballastierungsvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Brand bekämpfen, damit das Feuer sich nicht ausbreitet • Sofern erforderlich, zum Abkoppeln der Schläuche oder Verladearme bereithalten • Meldung an alle Schiffe • Terminalnotfallplan aktivieren
<p>Im Brandfall nicht zögern, Alarm auszulösen.</p>	
<p>Feueralarm am Terminal</p> <p>Feueralarmsignal am Terminal</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 15px; background-color: white;"></div>
<p>In einem Brandfall:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Schiffssirene auslösen, ein oder mehrere Töne, von denen jeder mindestens 10 Sekunden dauert, und zusätzlich Daueralarm über die Generalalarmanlage auslösen. 2. Verbindung zum Terminal aufnehmen. 	
<p>Telefon</p>	<p>UHF/UKW-Kanal</p>
<p>Im Brandfall regelt das Personal den Fahrzeugverkehr an Land.</p>	

Abbildung 26.1 - Beispiel für ein Hinweisschild mit Anweisungen für das Verhalten im Brandfall

Sobald Alarm ausgelöst wurde, ist der Schiffsführer oder ein anderer Schiffsverantwortlicher, unterstützt von der Schiffsbesatzung, für die Brandbekämpfung an Bord des Schiffs zuständig. Die gleiche Notfallorganisation, die gilt, wenn das Schiff vor Anker liegt oder auf Fahrt ist (siehe Abschnitt 9.9.2.2), sollte mit einer zusätzlichen Gruppe unter dem Kommando des Schiffsverantwortlichen umgesetzt werden, um die Vorbereitungen, soweit möglich, für das Abkoppeln der Schiffsverladearme und Schläuche von der Sammelleitung zu treffen.

Nach Mobilisierung des Terminals und, sofern zutreffend, der zivilen Löscheinsatzkräfte und Ausrüstungen müssen der Schiffsführer oder ein anderer Schiffsverantwortlicher zusammen mit den professionellen Feuerwehrleuten vereinte Anstrengungen unternehmen, um das Feuer unter Kontrolle zu bringen.

Maßnahmen des Terminalpersonals:

Nach Auslösen des Feueralarms muss der Verantwortliche am Liegeplatz sofort den Verantwortlichen für die Terminalumschlagsvorgänge verständigen. Diese Person löst den Feueralarm am Terminal aus, informiert die Hafenbehörde und beginnt mit den Abschaltmaßnahmen für die gerade laufenden Lade-, Lösch-, Bunker- oder Ballastierungsvorgänge.

Der Notfall- und Brandschutzplan des Terminals wird aktiviert, was ein Abschalten der Umschlags-, Bunker- und Ballastierungsvorgänge auf den Tankschiffen der angrenzenden oder benachbarten Liegeplätze zur Folge haben kann. Alle anderen Schiffe am Terminal sollten über den Notfall in Kenntnis gesetzt werden und, sofern dies für notwendig erachtet wird, Vorbereitungen treffen, um die Schiffsverladearme oder Schläuche abzukoppeln und die Motoren und die Ruderanlage in Betriebsbereitschaft zu versetzen.

Wenn Feuerlöschboote vorhanden sind, sollte der Verantwortliche für die Terminalumschlagsvorgänge diese auffordern, bei der Brandbekämpfung mitzuhelfen, bis die Person, die die Gesamtkontrolle hat, entscheidet, ob diese Boote bei der Evakuierung nicht betroffener Schiffe eingesetzt werden (siehe Abschnitt 20.5).

Der Verantwortliche für die Terminalumschlagsvorgänge sollte für die Anforderung externer Kräfte, wie zivile Feuerwehr, Rettungsbarkassen, Erste Hilfe und Sanitätswagen, Polizei, Hafenbehörde und Lotsen, zuständig sein.

Die vorstehenden Notfallmaßnahmen können in einem Hinweisschild mit Anleitungen für das Verhalten im Brandfall entsprechend dem Beispiel in Abbildung 26.1 zur Information für die anliegenden Schiffe zusammengefasst werden.

Maßnahmen durch andere Tankschiffe:

Im Falle eines Feuers oder einer Explosion auf einem Tankschiff, das sich längsseits eines anderen Tankschiffs befindet, sollten die folgenden Maßnahmen durchgeführt werden:

- Umschlag stoppen
- Notsignal auslösen
- Besatzungen beider Schiffe über die Art des Notfalls informieren
- Notstationen besetzen
- Notfallmaßnahmen durchführen
- Umschlagsschläuche entleeren und abkoppeln
- Anlegeteams zu den Stationen senden

- Bestätigen, dass der Hauptmotor zum sofortigen Einsatz bereit ist
- Reserveboot über die Situation und die Auflagen informieren
- Außerdem sollen die Schiffsführer gemeinsam entscheiden, insbesondere im Brandfall, ob es für sie beide von Vorteil ist, wenn die Schiffe längsseits zueinander bleiben.

Die vorstehend genannten Hauptmaßnahmen sollten in den individuellen Schiff-Schiff-Notfallplänen aufgenommen werden und mit dem Sicherheitsmanagementsystem des Schiffs übereinstimmen.

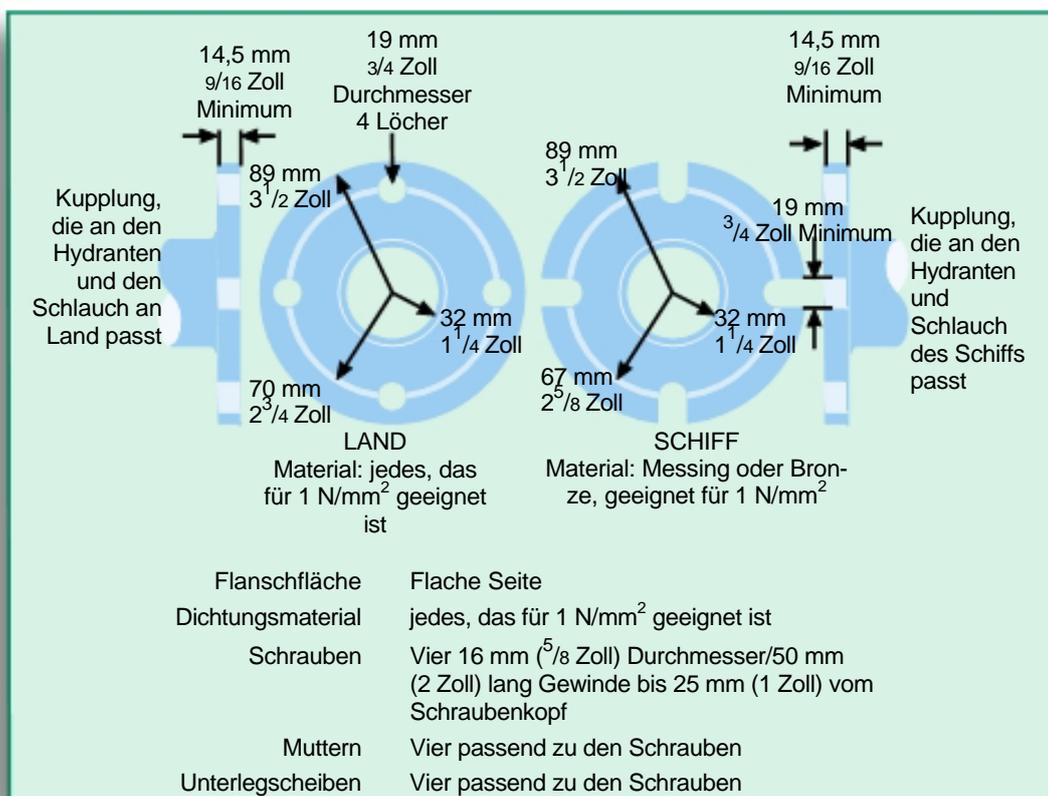
26.5.3 Internationaler Feuerlösch-Landanschluss (falls gefordert)

Wie in Abschnitt 19.5.3.5 beschrieben, sollten alle Terminals, die internationale Tankschiffe abfertigen, mit Vorrichtungen ausgestattet sein, die ein Ankoppeln der Feuerlöschleitungen an Bord und an Land ermöglichen. Durch den internationalen Feuerlösch-Landanschluss steht eine standardisierte Vorrichtung zur Verfügung, die zwei Systeme miteinander verbinden kann, die ansonsten unterschiedliche Kupplungen oder Anschlüsse haben, die nicht zueinander passen.

Die Verbindungsflansche sollten die in Abbildung 26.2 dargestellten Abmessungen haben. Sie sollten auf der einen Seite flach und auf der anderen Seite mit einer Kupplung versehen sein, die an den Hydranten oder Schlauch auf dem Schiff bzw. an Land angeschlossen werden kann.

Wenn der Anschluss auf einem Schiff angebracht wird, muss er von beiden Seiten des Schiffs zugänglich sein und der Standort sollte deutlich gekennzeichnet sein.

Abbildung 26.2 - Angaben zum internationalen Feuerlösch-Landanschluss



Um zwei Feuerlöschleitungen miteinander zu verbinden, wird ein Feuerlöschschlauch mit Landanschluss an einem Ende an sein Gegenstück geführt und die Flanschverbindungen werden miteinander verschraubt.

Der Landanschluss sollte zur Benutzung bereitstehen, wenn ein Schiff im Hafen liegt.

26.5.4 Notentriegelungsverfahren

Es sollten Vorrichtungen bereitgestellt werden, die ein schnelles und sicheres Ablegen des Schiffs im Notfall ermöglichen. Das Notentriegelungsverfahren sollte unter Berücksichtigung der potenziellen, damit verbundenen Risiken besprochen und vereinbart werden.

26.5.5 Notschleppgeschirr

Sofern nicht ausdrücklich durch die Gesetzgebung vorgeschrieben, wird für Binnenschiffe kein Notschleppgeschirr empfohlen.

TEIL 5

Gase

Kapitel 27

GRUNDEIGENSCHAFTEN VON FLÜSSIGGASEN

Dieses Kapitel enthält eine Übersicht über Flüssiggase, die auf Binnenwasserstraßen befördert werden.

Es befasst sich auch mit den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften von Flüssiggasen. Weiterhin wird die Theorie der idealen Gase erörtert und es werden Fragen der Kühlung und deren Anwendung an Bord von Tankschiffen beschrieben. Einige Abschnitte gehen auf bestimmte Probleme wie z. B. die Hydratbildung, Polymerisation und Spannungsrisskorrosion ein. Viele dieser Sonderthemen werden in anderen Publikationen ausführlicher behandelt, auf die zwecks weiterer Informationen verwiesen werden soll.

27.1 Flüssiggase (LPG)

Ein Flüssiggas ist die flüssige Form eines Stoffes, der bei Umgebungstemperatur und atmosphärischem Druck ein Gas wäre.

Die meisten Flüssiggase sind Kohlenwasserstoffe, deren Haupteigenschaft - ihre Brennbarkeit - sie zur wichtigsten Energiequelle der Welt und zwangsläufig auch gefährlich macht. Da diese Gase in großen Mengen umgeschlagen werden, ist es zwingend notwendig, das Austreten von Gasen auf ein Minimum zu reduzieren und die Zündquellen einzugrenzen.

Die wichtigste Eigenschaft eines Flüssiggases in Bezug auf Pumpen und Lagerung ist der Sättigungsdampfdruck. Das ist der absolute Druck (siehe 27.17), der entsteht, wenn die flüssigen und dampfförmigen Phasen sich bei einer bestimmten Temperatur im Gleichgewicht befinden.

Eine Flüssigkeit kann auch alternativ so beschrieben werden, indem eine Temperatur vorgegeben wird, bei der der Sättigungsdampfdruck gleich dem atmosphärischen Druck - mit anderen Worten gleich dem atmosphärischen Siedepunkt der Flüssigkeit - ist.

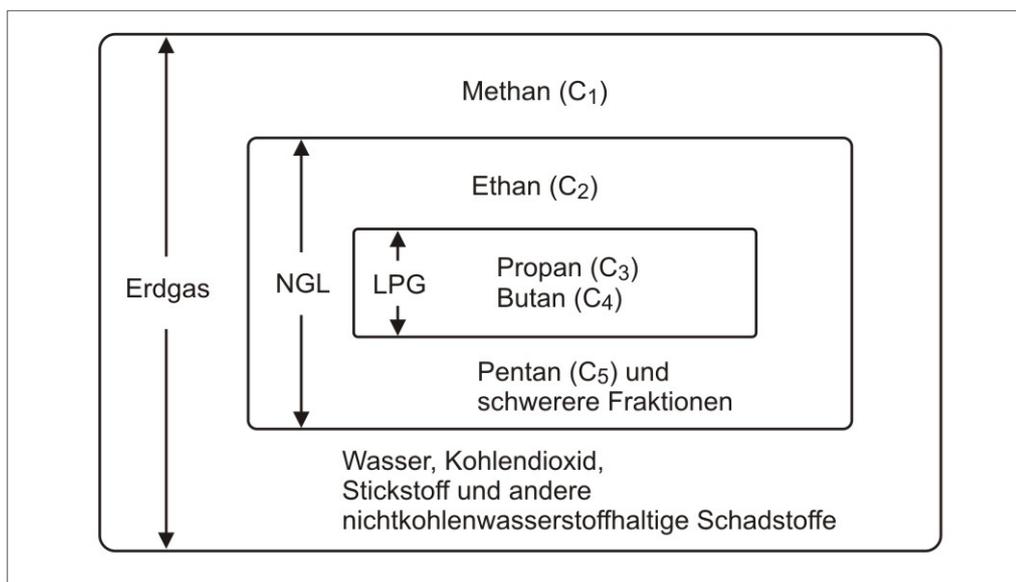


Abbildung 27.1 - Bestandteile des Erdgases

27.2 Herstellung von Flüssiggas

Um die verschiedenen Begriffe, die in der Gasindustrie verwendet werden, besser verstehen zu können, wird in diesem Abschnitt die Herstellung von Flüssiggasen erörtert und die wichtigsten Ladungen von Gastankschiffen, die auf Binnenwasserstraßen befördert werden, beschrieben. Zuerst ist es notwendig, zwischen einigen Rohstoffen und deren Bestandteilen zu differenzieren und in Hinblick darauf den Zusammenhang zwischen Erdgas, Flüssigerdgas und LPG, wie in Abbildung 27.1 dargestellt, zu erklären.

27.2.1 Herstellung von Flüssigerdgas (LNG)

Erdgas kann vorkommen in:

- unterirdischen Brunnen, die hauptsächlich Gas führend sind (Gase ohne erheblichen Erdölanteil);
- Kondensatbehältern (Pentan und schwerere Kohlenwasserstoffe);
- große Ölfelder (Erdölgase).

Im Falle von Ölbrunnen kann das Erdgas entweder in einer Lösung mit Erdöl oder als Gas-kappe darüber auftreten.

Erdgas enthält kleinere Mengen an schwereren Kohlenwasserstoffen (unter dem Sammelbegriff Erdgas-Flüssigkeiten (NGL) bekannt). Diese sind neben unterschiedlichen Wassermengen, Kohlendioxid, Stickstoff und anderen Nichtkohlenwasserstoffen enthalten. Der Zusammenhang zwischen diesen Stoffen wird in Abbildung 27.1 dargestellt.

Der Anteil an Erdgas-Flüssigkeiten (NGL) im Roh- oder Erdgas variiert von Standort zu Standort. Der prozentuale Anteil von Erdgas-Flüssigkeiten (NGL) ist jedoch bei Gasen aus Gasbrunnen generell kleiner als bei denen aus Kondensatbehältern oder bei Erdölgasen. Unabhängig von der Herkunft, muss Erdgas behandelt werden, um die schwereren Kohlenwasserstoffe und Nichtkohlenwasserstoffbestandteile zu entfernen. Das wird erreicht, indem das Produkt in einem für die Verflüssigung oder Verwendung in Brenngasen akzeptablen Zustand ist.

Abbildung 27.2 ist ein typisches Ablaufdiagramm für eine Verflüssigungsanlage, mit der Flüssigerdgas (LNG) hergestellt wird. Das zugeführte Rohgas wird zunächst aus dem Kondensat ausgedämpft. Danach werden die sauren Gase (Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff) abgeleitet. Kohlendioxid muss entfernt werden, da es bei Temperaturen über dem atmosphärischen Siedepunkt des Flüssigerdgases (LNG) gefriert, und die giftige Schwefelwasserstoffverbindung wird entfernt, weil sie, wenn sie mit dem Brennstoff verbrennt, die Atmosphäre verschmutzt. Durch das Ableiten der sauren Gase wird der Gasstrom mit Wasserdampf gesättigt, der dann über die Trocknungsanlage entfernt wird.

Dann gelangt das Gas zu einer Fraktionieranlage, in der die Erdgas-Flüssigkeiten (NGL) entfernt und dann in Propan und Butan aufgespalten werden. Zuletzt wird der Hauptgasstrom, mittlerweile hauptsächlich Methan, verflüssigt und es entsteht das Endprodukt, nämlich Flüssigerdgas (LNG).

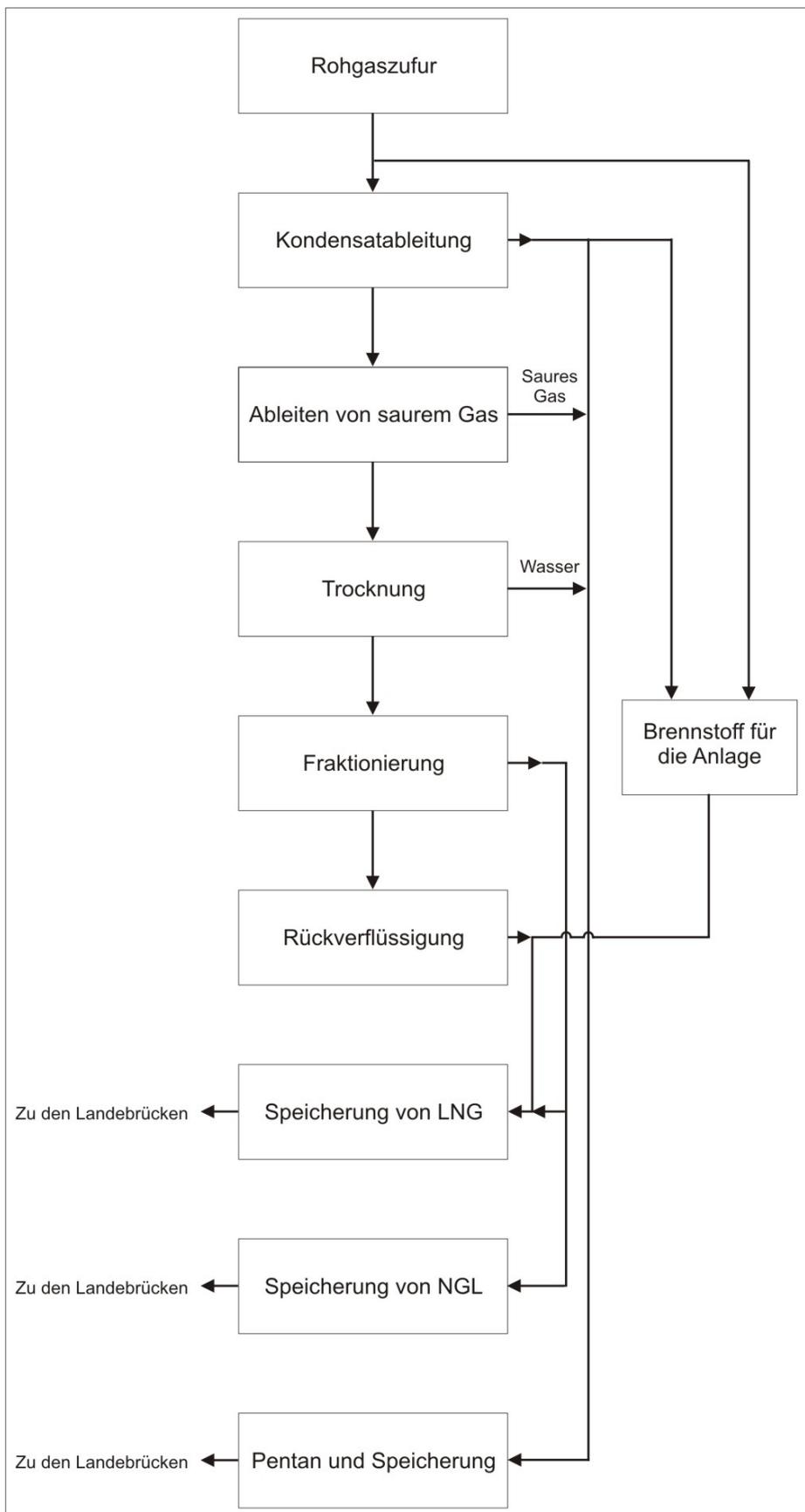


Abbildung 27.2 - Typisches Ablaufdiagramm für die Verflüssigung von Flüssigerdgas (LNG)

Zur Absenkung der Temperatur von Methangas auf ungefähr -162 °C (d. h. auf seinen atmosphärischen Siedepunkt) gibt es drei grundlegende Verflüssigungsverfahren, die derzeit Anwendung finden. Diese werden nachstehend näher beschrieben:

- **Kaskadenverfahren zur Herstellung von reinem Kältemittel** – Dieses Verfahren ähnelt im Prinzip dem mehrstufigen Rückverflüssigungskreislauf, der in Abschnitt 31.5 beschrieben wird, benötigt aber zum Erreichen der erforderlichen Niedrigtemperatur drei Stufen mit jeweils eigenem Kältemittel, Kompressor und eigenen Wärmeaustauschern. In der ersten Kühlstufe wird Propan verwendet, die zweite Stufe ist ein Kondensationsprozess, bei dem Ethylen verwendet wird, und als letztes die Unterkühlungsstufe, in der Methan eingesetzt wird. Das Kaskadenverfahren wird in Anlagen, die vor 1970 in Betrieb genommen wurden, eingesetzt.
- **Verfahren zur Herstellung von Kältemittelgemischen** – Während in dem (oben beschriebenen) Verfahren zur Herstellung von reinem Kältemittel eine Reihe separater Vorgänge abläuft, erfolgt das gesamte Verfahren zur Herstellung von Kältemittelgemischen (in der Regel Methan, Ethan, Propan und Stickstoff) in einem Vorgang. Die Ausrüstung ist weniger komplex als für das Kaskadenverfahren für reines Kältemittel, aber der Stromverbrauch ist wesentlich höher, was auch der Grund ist, weshalb das Verfahren nicht so breite Anwendung findet.
- **Verfahren zur Herstellung von vorgekühltem Kältemittelgemisch** – Dieses Verfahren ist allgemein für die Herstellung von Mehrkomponenten-Kältemitteln bekannt und eine Kombination aus dem Kaskadenverfahren für reines Kältemittel und dem Verfahren für Kältemittelgemische. Es ist derzeit das am weitesten verbreitete Verfahren.

Brenngase werden hauptsächlich aus verdampften Gasen aus dem Rückverflüssigungsverfahren gewonnen, es können aber auch Abdampfverluste (Boil-Off) aus den Speichertanks für Flüssigerdgas eingesetzt werden. Sofern erforderlich, können zusätzliche Brenngase den zugeführten Rohgasen oder gewonnenen Kondensaten entnommen werden. In Abhängigkeit von den Eigenschaften des herzustellenden Flüssigerdgases und den Anforderungen der Industrie können die gewonnenen Flüssigerdgase dem Flüssigerdgasstrom wieder eingepresst werden.

27.2.2 Flüssiggasherstellung

Flüssiggas (LPG) ist der allgemeine Name für Propan, Butan und Gemische aus beiden. Diese Produkte können durch die Verarbeitung von Rohöl gewonnen werden. Bei diesem Verfahren werden die Gase in der Regel in druckbeaufschlagter Form hergestellt.

Die Hauptproduktion von LPG befindet sich allerdings in den Erdöl fördernden Ländern. An diesen Standorten wird LPG aus Erdgas oder Rohgasströmen aus unterirdischen Speicherbecken gewonnen. Was die Erdgasbrunnen betrifft, so besteht das Rohprodukt hauptsächlich aus Methan. Bei diesem Verfahren ist es jedoch normal, wie in Abbildung 27.2 dargestellt, dass Flüssigerdgase hergestellt werden und LPG aus diesen als Nebenprodukt gewonnen werden kann.

Abbildung 27.3 zeigt ein einfaches Ablaufdiagramm, das die Herstellung von Propan und Butan von Öl- und Gasspeichern veranschaulicht. In diesem Beispiel werden Methan und Ethan, die abgeleitet wurden, vom Terminalkraftwerk verwendet, und die Flüssiggase werden nach dem Fraktionieren und Abkühlen in die Terminalspeicherbehälter gepumpt, bevor sie für den Export verschifft werden.

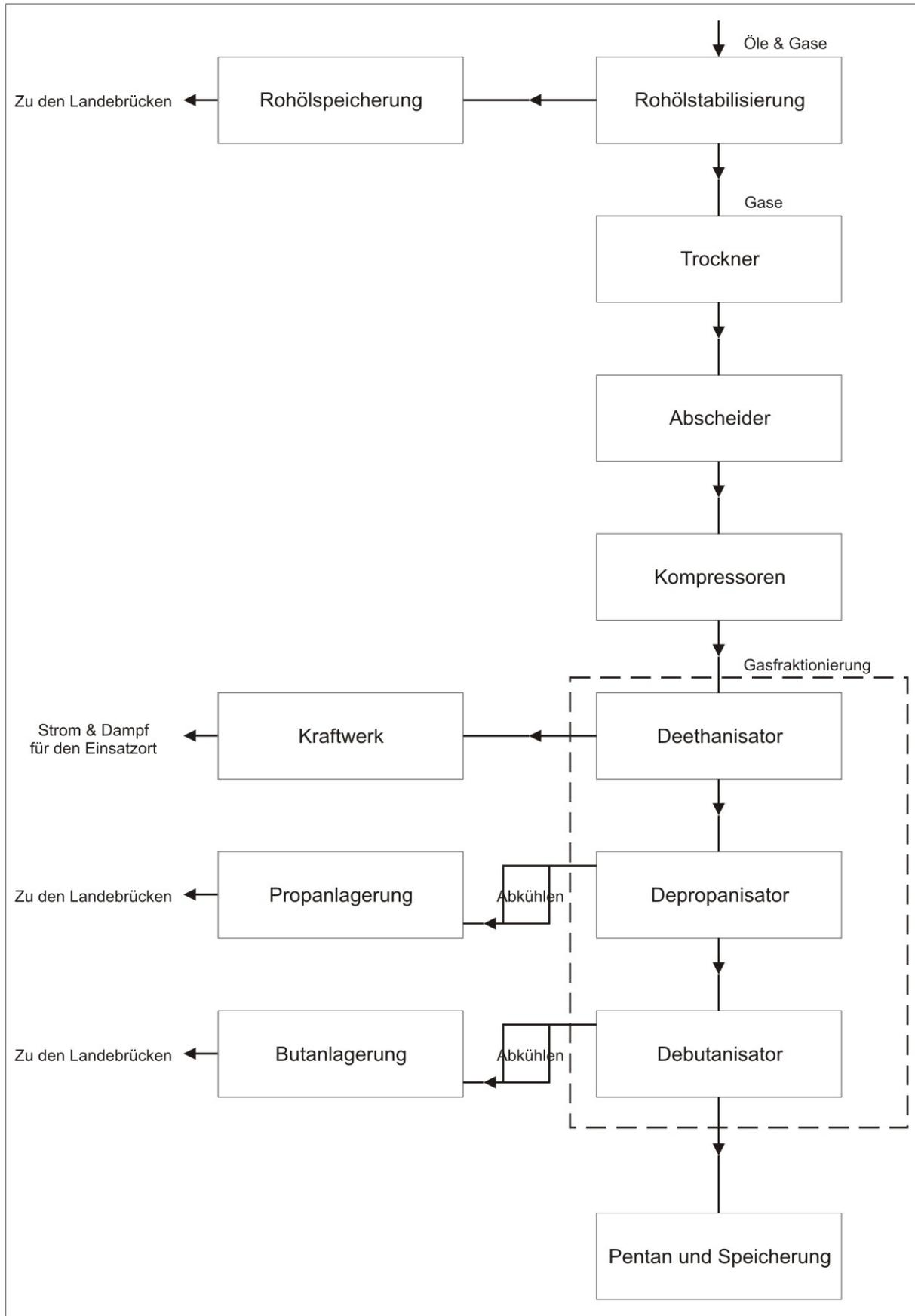


Abbildung 27.3 - Typisches Ablaufdiagramm Öl/Gas

27.2.3 Herstellung von chemischen Gasen

Abbildung 27.4 zeigt ein vereinfachtes Diagramm für die Herstellung von chemischen Gasen, d. h. Vinylchlorid, Ethylen und Ammoniak. Diese drei chemischen Gase können indirekt aus Propan hergestellt werden. Propan wird zuerst katalytisch in Methan und Ethylen gespalten. Der Ethylenstrom kann dann durch Synthese mit Chlor in Vinylchlorid umgewandelt werden. Handelt es sich um einen Methanstrom, wird dieser zuerst mit Dampf in Wasserstoff umgewandelt. Durch Kombination mit Stickstoff bei hohem Druck und hoher Temperatur wird mit Hilfe eines Katalysators Ammoniak hergestellt.

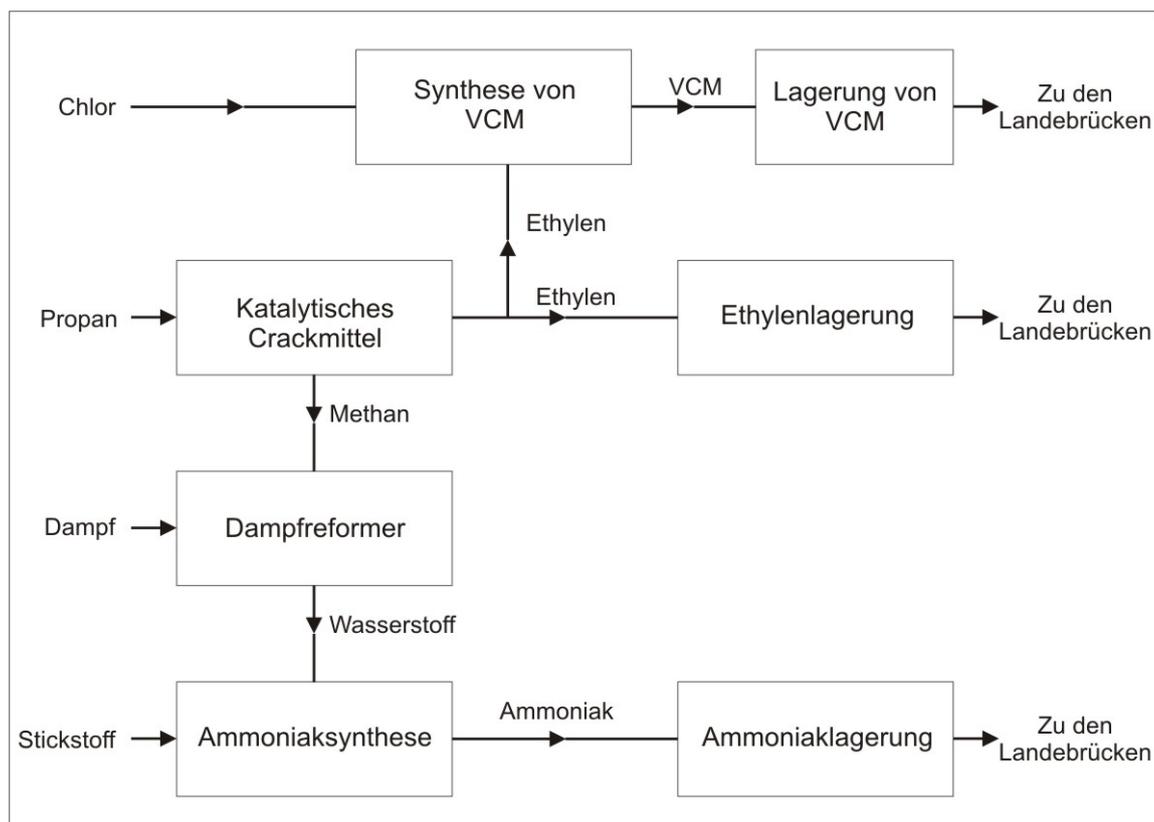


Abbildung 27.4 - Typisches Ablaufdiagramm für die Herstellung von chemischen Gasen

27.2.4 Hauptprodukte

Während Kohlenwasserstoffgase wie Methan, Ethan, Propan und Butan hauptsächlich als Brennstoffe eingestuft werden können, spielen Flüssiggase auch als Einsatzprodukt bei der Herstellung von chemischen Gasen eine wichtige Rolle.

Flüssigerdgas (LNG)

Erdgas wird entweder als Gas durch eine Pipeline oder per Schiff in seiner verflüssigten Form als Flüssigerdgas transportiert.

Erdgas wird aus unterirdischen Lagerstätten, wie in 27.2.1 beschrieben, gewonnen. Seine Zusammensetzung variiert in Abhängigkeit von der Lagerstätte, wobei Methan mit einem Anteil von 70 % bis 99 % bei weitem den überwiegenden Bestandteil ausmacht. Erdgas ist inzwischen zu einer Hauptware auf dem Weltenergiemarkt geworden.

Erdgas-Flüssigkeiten (NGL)

Erdölgase, die zusammen mit Erdöl gefunden werden, bestehen hauptsächlich aus Methan und Erdgas-Flüssigkeiten. Wie in Abbildung 27.1 dargestellt, bestehen die Erdgas-Flüssigkeiten aus Ethan, LPG und Benzin. Eine kleine Zahl von Terminals, darunter verschiedene Anlagen in Europa, können Methan aus dem Gasstrom ausdämpfen und Kühldrucktanker mit unverarbeiteten Flüssigerdgasen beladen. Diese Tanker sind mit einer zusätzlichen Kompressorkapazität zum Verschiffen an die Kunden ausgestattet, die es ermöglicht, Ladungen dieser Art mit einem hohen Ethananteil aufzunehmen. Diese Flüssigerdgame werden bei -80 °C bei atmosphärischem Druck oder bei -45 °C bei einem Dampfdruck von 5 bar befördert.

Flüssiggas (LPG)

Flüssiggase sind Propan, Butan und Gemische von beiden. Butan wird in Flaschen gespeichert und ist daher auch als Flaschengas bekannt, findet breite Anwendung als Brennstoff zu Heiz- und Kochzwecken an abgelegenen Standorten. Es ist aber auch ein wichtiger Octanzählerhöher für Vergaserkraftstoff und ein petrochemischer Hauptrohstoff. Propan wird auch als Flaschengas verwendet, insbesondere unter kalten Klimabedingungen (für die sein Dampfdruck besser geeignet ist). Hauptsächlich wird LPG jedoch zur Energiegewinnung, für industrielle Zwecke, wie z. B. bei der Metallzerspanung, und als petrochemischer Rohstoff eingesetzt.

Ammoniak

Durch den zunehmenden Druck auf die Weltnahrungsressourcen ist die Nachfrage nach stickstoffhaltigen, auf Ammoniak basierenden Düngemitteln in den 1970er und 1980er Jahren stark gestiegen. Es werden weiterhin große Ammoniakanlagen an Standorten gebaut, die reich an Erdgas sind, das der am meisten verwendete Rohstoff zur Herstellung dieses Produkts ist. Ammoniak wird auch als Industriekältemittel auf dem Land, zur Herstellung von Sprengstoffen und für zahlreiche Industriechemikalien, wie z. B. Harnstoff, verwendet.

Ethylen

Ethylen ist eine der wichtigsten petrochemischen Basiskomponenten. Es wird zur Herstellung von Polyethylenkunststoffen, Ethylalkohol, Polyvinylchlorid (PVC), Antifrostschutzmitteln, Polystyrol- und Polyesterfasern verwendet. Es wird durch Aufspaltung von Naphtha, Ethan oder LPG gewonnen.

Propylen

Propylen ist ein petrochemisches Zwischenprodukt, das zur Herstellung von Polypropylen- und Polyurethankunststoffen, Acrylfasern und Industrielösemitteln verwendet wird.

Butadien

Butadien ist ein hochreaktives petrochemisches Zwischenprodukt. Es wird zur Herstellung von Styrol-, Acrylnitril- und Polybutadien-Synthesekautschuk verwendet. Butadien wird auch in Farben und Bindemitteln für Faservlies und als Zwischenprodukt zur Herstellung von Kunststoffen und Nylon verwendet. Butadien wird größtenteils durch Aufspaltung von Naphtha zur Herstellung von Ethylen gewonnen.

Vinylchlorid

Vinylchlorid ist ein leicht verflüssigbares Chlorgas, das zur Herstellung von PVC verwendet wird, und auf die Fördermenge bezogen der zweitwichtigste Thermoplast in der Welt ist. Vinylchlorid hat mit -14 °C nicht nur einen relativ hohen Siedepunkt, mit seiner relativen Dichte von 0,90 ist es auch viel dichter als andere gängige Ladungen von Gastankschiffen.

Kohlendioxid

Kohlendioxid ist ein farb- und geruchloses Gas. Wenn es in Konzentrationen eingeatmet wird, die viel höher sind als die üblichen atmosphärischen Werte, kann es einen sauren Geschmack im Mund und ein beißendes Gefühl in Nase und Hals hervorrufen. Diese Wirkungen entstehen durch Auflösen des Gases in der Schleimhaut und im Speichel, wo sie eine schwache Kohlensäurelösung bilden. Dieses Gefühl kann auch bei dem Versuch, einen Rülpsen nach dem Trinken eines kohlenstoffhaltigen Getränkes zu unterdrücken, auftreten. Mengen über 5000 ppm gelten als sehr ungesund und über etwa 50.000 ppm (gleich 5 Vol.-%) gelten als für das Leben von Tieren gefährlich.

Bei Normaltemperatur und -druck beträgt die Dichte von Kohlendioxid etwa $1,98\text{ kg/m}^3$, was ungefähr das 1,5-fache der Luftdichte ist. Das Kohlendioxidmolekül ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) enthält zwei Doppelbindungen und hat eine lineare Form. Es hat keinen elektrischen Dipol und ist, da es voll oxidiert ist, leicht reaktiv und nicht entflammbar, fördert aber die Verbrennung von Metallen wie z. B. Magnesium.

Bei $-78,51\text{ °C}$ geht Kohlendioxid durch Sublimation direkt aus der festen in die gasförmige Phase oder durch Abscheidung aus der gasförmigen in die feste Phase über. Festes Kohlendioxid ist normalerweise unter dem allgemeinen Handelsnamen "Trockeneis" bekannt. Es wurde erstmals 1825 durch den französischen Chemiker Charles Thilorier entdeckt. Trockeneis wird überwiegend als Kühlmittel verwendet und ist relativ preiswert. Eine praktische Eigenschaft dafür ist, dass festes Kohlendioxid sublimiert, also direkt in die Gasphase übergeht, ohne vorher zu schmelzen. Es wird oft in Lebensmittelläden und Labors verwendet, aber auch in der Speditionsbranche. Der größte Anwendungsbereich neben der Verwendung als Kühlmittel ist das Sandstrahlen.

Flüssiges Kohlendioxid wird nur bei Drücken von über 5,1 atm gebildet; der Tripelpunkt von Kohlendioxid liegt bei etwa 518 kPa bei $-56,6\text{ °C}$. Der kritische Punkt liegt bei 7,38 MPa bei $31,1\text{ °C}$.

27.3 Chemische Struktur von Gasen

Chemische Komponenten mit der gleichen chemischen Struktur sind oft unter unterschiedlichen Namen bekannt. Ein anderer Name für dieselbe Komponente wird als Synonym bezeichnet. Tabelle 27.1 enthält neben den gebräuchlichen Namen und der einfachen Formel eine Übersicht über die Synonyme für die wichtigsten Flüssiggase. Die komplexeren Verbindungen neigen im Vergleich zu den einfachen Verbindungen zu mehr Synonymen.

Die einfache chemische Formel, wie in Tabelle 27.1 dargestellt, gibt das Verhältnis der Atome jedes einzelnen Elements in der Verbindung an. Da das Molekül der kleinste Teil der Verbindung ist, der alle chemischen Eigenschaften des jeweiligen spezifischen Stoffes aufweist, wird diese Formel auch oft als Summenformel bezeichnet.

Kohlenwasserstoffe sind Stoffe, deren Moleküle sich nur aus Wasserstoff- und Kohlenstoffatomen zusammensetzen. Die Moleküle können unterschiedlich angeordnet sein, und die Produkte können, in Abhängigkeit von der Anzahl der Kohlenstoffatome in der Molekülstruktur, Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe bei Umgebungstemperatur und -druck sein. Im Allgemeinen sind die Kohlenstoffe mit bis zu vier Atomen unter Umgebungsbedingungen gasförmig und schließen die verflüssigten Kohlenwasserstoffgase ein. Kohlenwasserstoffe mit fünf bis etwas zwanzig Kohlenstoffatomen sind unter Umgebungsbedingungen flüssig und die mit mehr Kohlenstoffatomen sind fest. Das Kohlenstoffatom besteht aus vier Bindungen, die sich mit anderen Kohlenstoffatomen oder mit Atomen anderer Elemente verbinden können. Ein Wasserstoffatom hat dagegen nur eine Bindung und kann sich nur mit einem anderen Atom verbinden. Wenn die relative Zahl der Kohlenstoff- und Wasserstoffatome in einem Kohlenwasserstoffmolekül dazu führt, dass die Kohlenstoffatome sich nur mit anderen Kohlenstoffatomen verbinden, heißt das, dass das Molekül *gesättigt ist*. Abbildung 27.1 veranschaulicht die gesättigte Molekularstruktur von Isobutan (i-Butan) und normalem Butan (n-Butan). Bei näherer Betrachtung dieser Beispiele wird deutlich, dass bei gesättigten Kohlenwasserstoffen der Anteil an Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen in dem Molekül der Formel C_nH_{2n+2} entspricht. Das bedeutet, dass Methan (CH_4), Ethan (C_2H_6) und Propan (C_3H_8) gesättigte Kohlenwasserstoffe sind.

Liegt die Gesamtzahl der Wasserstoffatome unter der in der Formel genannten, werden zwei oder mehr Kohlenstoffatome durch Doppel- oder Dreifachbindung miteinander verbunden. Deshalb werden sie als *ungesättigt* bezeichnet. Diese Bindungen zwischen den Kohlenstoffatomen sind schwächer als Einfachbindungen, was dazu führt, dass ihre Verbindungen chemisch stärker reaktiv sind als Verbindungen mit Einfachbindung.

Gebräuchlicher Name	Einfache Formel	Synonyme
Methan	CH ₄	Grubengas; Sumpfgas; Erdgas; Flüssigerdgas
Ethan	C ₂ H ₆	Bimethyl; Dimethyl; Methylmethan
Propan	C ₃ H ₈	–
n-Butan	C ₄ H ₁₀	Normalbutan
i-Butan	C ₄ H ₁₀	Isobutan; 2-Methylpropan
Ethylen	C ₂ H ₄	Ethen
Propylen	C ₃ H ₆	Propylen
α-Butylen	C ₄ H ₈	But-1-en; Ethylethylen
β-Butylen	C ₄ H ₈	But-2-en; Dimethylethylen; Pseudobutylene
γ-Butylen	C ₄ H ₈	Isobuten; 2-Methylprop-2-en
Butadien	C ₄ H ₆	Butadien; Bivinyll; 1,3-Butadien; Butadien 1-3; Divinyll; Biethylen; Erythren; Vinylethylen
Isopren	C ₅ H ₈	3-Methyl – 1,3-Butadien; 2-Methyl – 1,3-Butadien; 2-Methylbutadien – 1,3
Vinylchlorid	C ₂ H ₃ Cl	Chlorethen; Chlorethylen; VCM; Vinylchlorid-Monomer
Ethylenoxid	C ₂ H ₄ O	Dimethylenoxid; Ethylenoxid; 1,2-Epoxyethan; Oxiran
Propylenoxid	C ₃ H ₆ O	1,2-Epoxypropan; Methyloxiran; Propylenoxid
Ammoniak	NH ₃	wasserfreies Ammoniak; Ammoniakgas; verflüssigtes Ammoniak; flüssiges Ammoniak

Tabelle 27.1 - Synonyme für die wichtigsten Flüssiggase

Hinweis: Handelsübliches Propan enthält einen gewissen Anteil an Butan; ähnlich verhält es sich mit handelsüblichem Butan, das einen gewissen Anteil an Propan enthält. Beide können Fremdstoffe wie Ethan und Pentan enthalten, was von der zulässigen handelsüblichen Spezifikation abhängt. Weitere Einzelheiten zu den Gemischen sind in Abschnitt 27.19 und 27.20 enthalten.

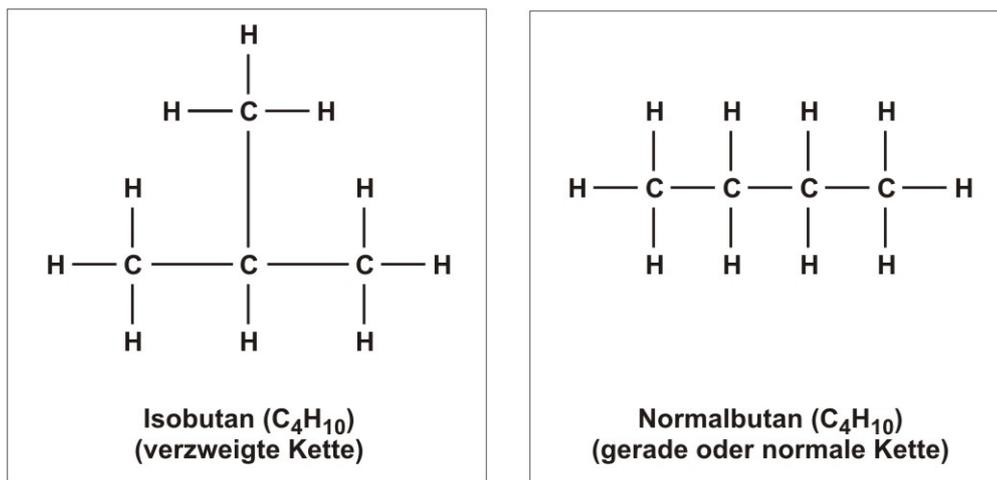


Abbildung 27.5 - Molekularstruktur von einigen gesättigten Kohlenwasserstoffen (Einfachbindungen)

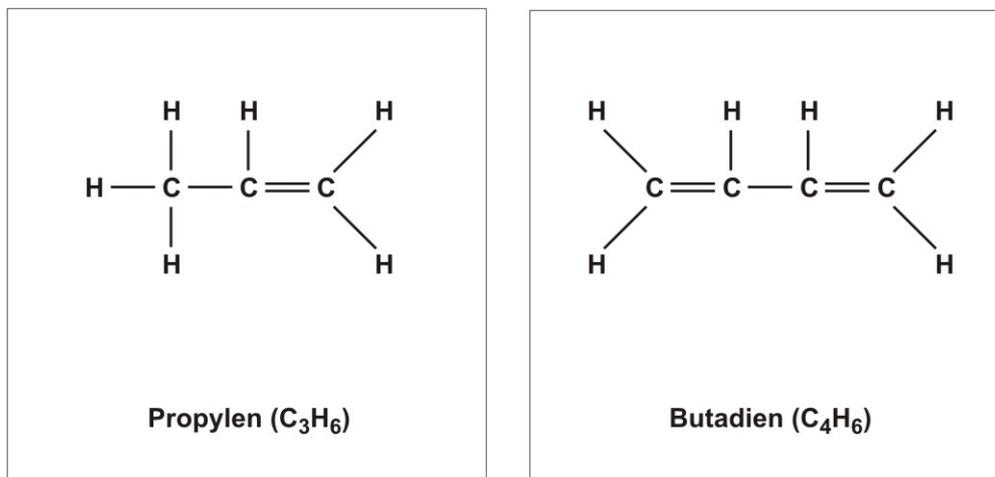


Abbildung 27.6 - Molekularstruktur von einigen ungesättigten Kohlenwasserstoffen (Doppelbindungen)

In Abbildung 27.6 ist die Molekularstruktur von zwei ungesättigten Kohlenwasserstoffen, d. h. Propylen (C_3H_6) und Butadien (C_4H_6) dargestellt. Ethylen (C_2H_4) ist ein weiteres Beispiel für ungesättigte Kohlenwasserstoffe.

Die dritte Flüssiggasgruppe sind die chemischen Gase. Diese bestehen neben Kohlenstoff und Wasserstoff noch aus anderen Atomen. In Abbildung 27.7 ist die Molekularstruktur von zwei solchen Verbindungen, d. h. Propylenoxid (C_3H_6O) und Vinylchlorid (C_2H_3Cl), dargestellt. Die meisten Verbindungen dieser Gruppe sind chemisch reaktiv.

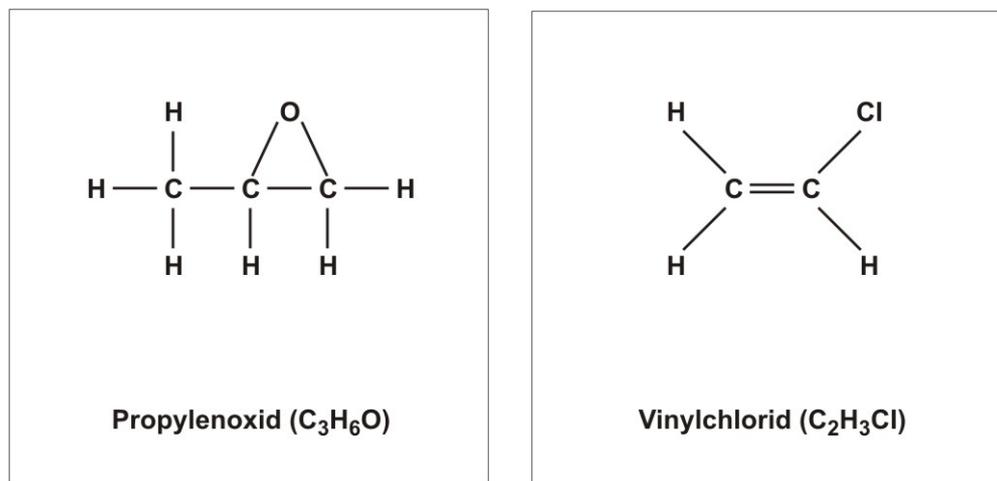


Abbildung 27.7 - Molekularstruktur von einigen chemischen Gasen

27.4 Gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe

Gesättigte Kohlenwasserstoffe

Die gesättigten Kohlenwasserstoffe Methan, Ethan, Propan und Butan sind farb- und geruchlose Flüssigkeiten.

Diese Gase sind alle entflammbar und brennen in Verbindung mit Luft oder Sauerstoff und bilden dabei Kohlendioxid und Wasserdampf. Was die chemische Kompatibilität mit Materialien, die normalerweise für den Gastransport verwendet werden, betrifft, gibt es keine Probleme. Bei Feuchtigkeit können gesättigte Kohlenwasserstoffe allerdings Wasserstoffe bilden (siehe Abschnitt 27.9).

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe

Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe Ethylen, Propylen, Butylen, Butadien und Isopren sind farblose Flüssigkeiten mit einem betäubenden, süßlichen Geruch. Wie die gesättigten Kohlenwasserstoffe sind sie in Verbindung mit Luft oder Sauerstoff alle brennbar und bilden Kohlendioxid und Wasserdampf. Vom chemischen Standpunkt aus betrachtet, sind sie reaktionsfreudiger als gesättigte Kohlenwasserstoffe und können gefährliche Reaktionen mit Chlor zeigen. Was Ethylen, Propylen und Butylen betrifft, so gibt es keine Probleme hinsichtlich der chemischen Kompatibilität mit den Baumaterialien, während Butadien und Isopren, die jeweils zwei Doppelbindungen haben, bei weitem am reaktionsfreudigsten innerhalb dieser Gruppe sind. Sie können an der Luft reagieren und instabile Peroxide bilden, die zur Polymerisation neigen (siehe Abschnitt 27.8). Butadien verträgt sich im chemischen Sinne nicht mit Kupfer, Silber, Quecksilber, Magnesium, Aluminium und Monelmetall. Während der Gewinnung können Butadienströme oft Spuren von Acetylen enthalten, das in Verbindung mit Messing und Kupfer explosive Acetylide bilden kann.

Wasser ist in Butadien löslich, insbesondere bei hohen Temperaturen, was in Abbildung 27.8 deutlich wird. Die in diesem Diagramm angegebenen Zahlen dienen nur zur Veranschaulichung. Wie zu erkennen ist, verringert sich die Wasserlöslichkeit von kühlwassergesättigtem Butadien und das Wasser wird in Form von Tropfen abgeschieden, die sich als Schicht am Tankboden absetzen. Bei kühlwassergesättigtem Butadien von +15 °C bis +5 °C werden zum Beispiel ungefähr 100 ppm freies Wasser abgeschieden. Das heißt, bei einem Tank von 1000 m³ müssten 0,1 m³ freies Wasser aus dem Tankboden abgelassen werden. Bei weiterem Kühlen auf unter Null würde diese Wasserschicht noch an Tiefe zunehmen und gefrieren.

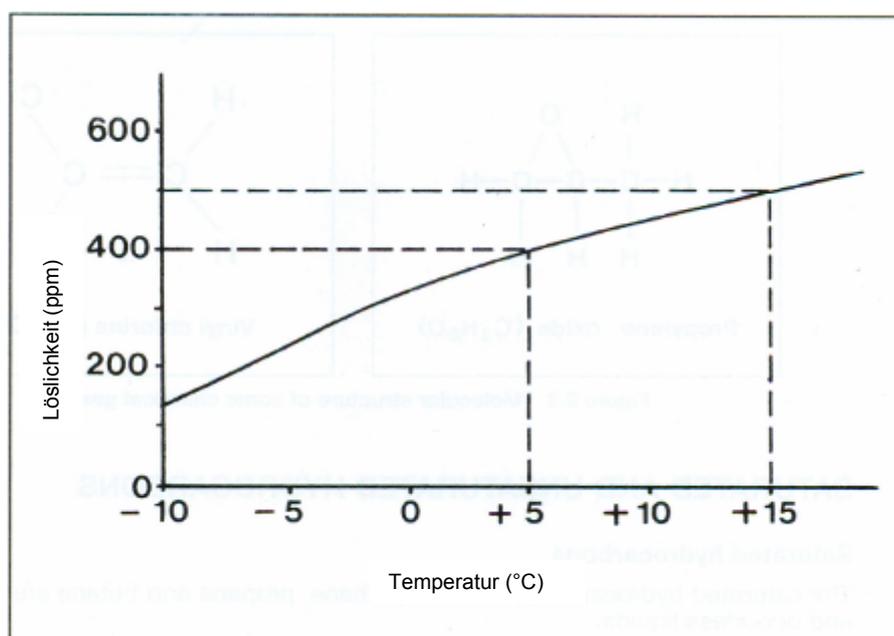


Abbildung 27.8 - Wasserlöslichkeit in Butadien

27.5 Chemische Gase

Zu den chemischen Gasen, die im Allgemeinen als Flüssiggas auf Tankschiffen befördert werden, gehören Ammoniak, Vinylchlorid, Ethylenoxid und Propylenoxid. Abgesehen von den beiden letztgenannten Gasen, die nicht einer speziellen Gruppe angehören, variieren ihre chemischen Eigenschaften erheblich.

Ammoniak ist eine farblose alkalische Flüssigkeit mit einem beißenden Geruch. Die Ammoniakdämpfe sind entflammbar, brennen mit gelber Flamme und bilden dabei Wasserdampf und Stickstoff. Ammoniakdampf in Luft benötigt jedoch eine hohe Konzentration (14 – 28 %), um sich zu entzünden, hat einen hohen Zündenergiebedarf (das 600-fache von Propan) und brennt mit niedriger Verbrennungsenergie. Aus diesen Gründen verlangen die Gas Codes, die voll auf die Vermeidung von Zündquellen ausgerichtet sind, keine Brenngasdetektoren in den Lade- und Zwischenräumen. Dennoch muss Ammoniak immer als entflammbare Ladung angesehen werden.

Ammoniak ist giftig und hochreaktiv. Es kann explosive Verbindungen mit Quecksilber, Chlor, Jod, Brom, Kalzium, Silberoxid und Silberhypochlorit bilden. Ammoniakdampf ist extrem wasserlöslich und wird schnell und exotherm absorbiert und bildet dabei eine stark alkalische Ammoniakhydroxidlösung. Mit einem Wasservolumen werden ungefähr 200 Volumen Ammoniak absorbiert. Aus diesem Grund stellt es ein Risiko dar, Wasser in einen Tank einzulassen, der Ammoniakdampf enthält, da dadurch schnell ein Unterdruck im Tank entstehen kann. (Siehe auch Abschnitt 32.9.5)

Da das Ammoniak alkalisch ist, können Ammoniakdampf-/Luftgemische zur Spannungskorrosion an den Ladetankwänden führen. Entscheidende Faktoren für die Spannungsrisskorrosion sind das Baumaterial, die Eigenspannung der Konstruktion (seit Tankherstellung) und die Art der Ladung (inklusive Temperatur, Druck und Fremdstoffe). Die Spannungsrisskorrosion ist oft das Ergebnis einer chemischen Reaktion und sie tritt eher auf bei höheren Temperaturen.

Die Spannungsrisskorrosion bezeichnet die Rissbildung in einem Sicherheitsbehälter, in dem (üblicherweise) feine Risse in vielen Richtungen gebildet werden können. Risse, die durch Spannungsrisskorrosion verursacht werden, sind normalerweise von Natur aus fein und spröde.

Das Risiko der Spannungsrisskorrosion kann durch folgende Maßnahmen gemindert werden:

- Bereitstellung von Kühllagern bei einer Temperatur von weniger als -30 °C .
- In der Bauphase Stähle mit einer niedrigen Dehngrenze verwenden.
- In der Bauphase spannungsfreie Tankschweißnähte mit Hilfe von Thermoverfahren herstellen.
- Zugabe von 0,2 % Wasser zum Ammoniak.
- Verfahren zur Minimierung der Kontaminierung von Ammoniak mit Luft entwickeln.

Da Ammoniak von Natur aus hochreaktiv ist, eignen sich Kupfer- und Aluminiumlegierungen, verzinkte Oberflächen, Phenolharze, Polyvinylchlorid, Polyester und Viton-Kautschuk nicht für Ammoniak. Kohlenstoffarmer Stahl, Edelstahl, Neoprenkautschuk und Polyethylen eignen sich aber.

Vinylchlorid ist eine farblose Flüssigkeit mit einem typischen süßlichen Geruch. Es ist hochreaktiv, wenn auch nicht mit Wasser, und kann in Verbindung mit Sauerstoff, Wärme und Licht polymerisieren. Seine Dämpfe sind stark giftig und entflammbar. Aluminiumlegierungen, Kupfer, Silber, Quecksilber und Magnesium eignen sich nicht für Vinylchlorid. Stähle jedoch sind chemisch verträglich.

Ethylenoxid und Propylenoxid sind farblose Flüssigkeiten mit etherähnlichem Geruch. Sie sind entflammbar, giftig und hochreaktiv. Beide polymerisieren; Ethylenoxid viel schneller als Propylenoxid, besonders in Verbindung mit Luft oder Fremdstoffen. Beide Gase können gefährliche Reaktionen mit Ammoniak zeigen. Gusseisen, Quecksilber, Aluminiumlegierungen, Kupfer und Kupferlegierungen, Silber und Silberlegierungen, Magnesium und einige Edelstahlgüten eignen sich nicht für den Umgang mit Ethylenoxid. Kohlenstoffarmer Stahl und bestimmte Edelstahlgüten eignen sich als Baumaterial für Tankwände für sowohl Ethylen- als auch Propylenoxide.

Chlor gehört zu den weniger transportierten Fördergütern und ist auf spezielle Tankschiffe beschränkt. Es ist eine gelbe Flüssigkeit, die einen grünen Dampf entwickelt. Es hat einen beißenden, lästigen Geruch und ist hochgiftig. Es ist nicht entflammbar, kann aber die Verbrennung von entflammbaren Stoffen genauso wie Sauerstoff fördern. Es ist in Wasser löslich und bildet dabei eine hochkorrosive saure Lösung und kann gefährliche Reaktionen mit allen anderen Flüssiggasen zeigen. Bei Feuchtigkeit lässt es sich aufgrund seiner Korrosivität schwer kontrollieren. Trockenem Chlor verträgt sich mit kohlenstoffarmem Stahl, Edelstahl, Monelmetall und Kupfer. Chlor ist leicht löslich in Natriumhydroxidlösung, die zum Absorbieren des Chlordampfes eingesetzt werden kann.

27.6 Chemische Eigenschaften

Die chemischen Eigenschaften und Verträglichkeit vieler Flüssiggase sind in Tabelle 27.2, 27.3(a) und 27.3(b) zusammengefasst.

	Methan	Ethan	Propan	Butan	Ethylen	Propylen	Butylen	Butadien	Isopren	Ammoniak	Vinylchlorid	Ethylenoxid	Propylenoxid	Chlor
Entflammbar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Giftig								X		X	X	X	X	X
Polymerisierbar								X	X		X	X		

REAKTIV MIT

Magnesium								X	X			X	X	
Quecksilber								X	X	X		X	X	X
Zink										X				X
Kupfer								X	X	X		X	X	
Aluminium								X	X	X	X	X	X	X
Kohlenstoffarmer Stahl	X3				X1									
Edelstahl												X2		
Eisen												X	X	
PTFE*										X				
PVC†										X				
Polyethylen	X3	X	X	X			X							
Ethanol														X
Methanol														X

Tabelle 27.2 - Chemische Eigenschaften von Flüssiggasen

Hinweise: NÄHERE ANGABEN ZUR CHEMISCHEN REAKTIVITÄT KÖNNEN AUS DEN DATENBLÄTTERN DES IGC-CODE ENTNOMMEN WERDEN.

- 1 Das übliche Behältermaterial für Ethylen ist Edelstahl mit einem Nickelanteil von 9 %.
- 2 Siehe IGC-Code – Abschnitt 17.16.3
- 3 Wegen Sprödbrechung nicht geeignet für flüssiges Methan.

* PTFE:– Polytetrafluorethylen (Dichtungsstoff)

† PVC:– Polyvinylchlorid (Isolierung für Elektrokabel)

Kohlendioxid										X								
Sauerstoff oder Luft								X	X		X	X						
Wasserdampf								X	X				X					
Chlor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X			
Propylenoxid										X								
Ethylenoxid										X							X	
Vinylchlorid														X			X	
Ammoniak												X	X	X				X
Isopren														X	X	X		
Butadien														X	X	X		
Butylen														X				
Propylen														X				
Ethylen														X				
Butan														X				
Propan														X				
Ethan														X				
Methan														X				
	Methan	Ethan	Propan	Butan	Ethylen	Propylen	Butylen	Butadien	Isopren	Ammoniak	Vinylchlorid	Ethylenoxid	Propylenoxid	Chlor	Wasserdampf	Sauerstoff oder	Kohlendioxid	

Tabelle 27.3(a) - Chemische Verträglichkeit von Flüssiggasen X = unverträglich

TABELLE TANKREINIGUNG											
NÄCHSTE LADUNG											
	Butan	Butadien	Butylen	C4-Raff*	Ethylen	Propan	Propylen	Propylenoxid	Propan-Propylen-Gemisch	Vinylchlorid	C4- roh *
O2-Gehalt	< 0.5 %	< 0.2 %	< 0.3 %	< 0.3 %	< 0.3 %	< 0.5 %	< 0.3 %	< 0.1 %	< 0.3 %	< 0.1 %	< 0.3 %
Taupunkt	< - 10 °C	< - 10 °C	< - 10 °C	< - 10 °C	< - 50 °C	< - 40 °C	< - 25 °C	< - 40 °C	< - 40 °C	< - 20 °C	< - 10 °C
LETZTE LADUNG											
Ammoniak	Das Laden von Fördergut nach Ammoniak unterliegt oft den spezifischen Terminalanforderungen.										
Butan		N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	V,N ₂	S	V,N ₂	V,N ₂	ET	V,N ₂	ET
Butadien	ET		N ₂ l < 25 %	N ₂ l < 25 %	V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	ET
Butylen	ET	N ₂ < 5 %		ET	V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	ET
C4-Raff*	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 25 %		V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	ET
Ethylen	S Wärme	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	S		S	N ₂ < 3000 ppm	V,N ₂	ET Heat	N ₂ < 1000 ppm	S Heat
Propan	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	N ₂ < 1000 ppm		N ₂ < 5 %	V,N ₂	ET	N ₂ < 1000 ppm	S
Propylen	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	N ₂ < 1000 ppm	ET		V,N ₂	ET	N ₂ < 1000 ppm	S
Propylenoxid	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂	W,V,N ₂ l	W,V,N ₂		W,V,N ₂	W,V,N ₂	W,V,N ₂
Propan-Propylen-Gemisch	ET	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	V,N ₂	S	N ₂ < 25 %	V,N ₂		N ₂ < 1000 ppm	S
Vinylchlorid	V,N ₂ l	V,N ₂	V,N ₂ l	V,N ₂ l	V,N ₂	V,N ₂ l	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂		V,N ₂
Butan & Propan feucht	S	N ₂ < 5 %	N ₂ l < 5 %	ET	V,N ₂	ET	V,N ₂	V,N ₂	S	V,N ₂	
C3/C4*	ET	N ₂	N ₂ l	ET	V,N ₂	S	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	V,N ₂	

*Diese Ladungen sind Gemische aus verschiedenen Flüssiggasen und sie sind nicht im IGC-Code aufgelistet.

Tabelle 27.3(b) - Verträglichkeit der vorherigen Flüssiggasladung

Kürzel	Beschreibung
W	Wasserreinigung
V	Visuelle Prüfung
N ₂	Inertisieren nur mit Stickstoff
N ₂ l	Inertisieren mit Stickstoff oder Inertgas
TL	Tank leeren: d. h. so weit die Pumpen kommen
S	Standardvorschriften: vor dem Laden müssen Ladetanks und Ladungsrohre frei von Flüssigkeit sein und einen Überdruck von 0,5 bar (abhängig vom Schiffstyp) haben; bedarf aber der Absprache mit dem Terminal oder einem unabhängigen Frachtgutachter.

Hinweis: Vor dem Inertisieren sollte der Tankboden auf eine Temperatur von ca. 0 °C erwärmt werden.

Hinweis: Ein Ladetank darf nicht für die Prüfung geöffnet werden, wenn die Tanktemperatur im Bereich der Umgebungsbedingungen liegt.

27.7 Inertgas und Stickstoff

Inertgas wird auf Gastankschiffen verwendet, um Ladetanks zu inertisieren, und einige Schiffstypen halten in den Lade- und Zwischenräumen Überdrücke aufrecht (siehe Abschnitt 31.7, 32.2.3, 32.9.3). Damit soll verhindert werden, dass sich entflammbare Gemische bilden. Die Inertisierung von Ladetanks ist eine notwendige Voraussetzung für die sich anschließende Belüftung zum Zwecke der Prüfung oder zum Eindocken, sie kann aber sehr zeitaufwendig sein. Die Inertisierung ist auch vor dem Wechsel vom gasfreien in den beladenen Zustand erforderlich. Was den Grad der Inertisierung betrifft, sollte vor einer weiteren Gaszufuhr kontrolliert werden, ob der Tank den vorgeschriebenen **Sauerstoffgehalt** von weniger als 5 % hat, wobei in der Regel ein niedrigerer Wert von den Ladeterminals vorgegeben wird. Vor der Belüftung sollte durch die Inertisierung ein **Kohlenwasserstoffgehalt** von weniger als 2 % erreicht sein.

Ein weiteres wichtiges Element für die Qualität des Inertgases neben Sauerstoff ist sein trockener Zustand. Feuchtigkeit im Gas kann bei den auftretenden niedrigen Ladungstemperaturen kondensieren. Um die Bildung von Hydraten in den geladenen Produkten und eine starke Kondensation und Korrosion in den Tanks und Laderäumen zu verhindern, wird das Inertgas deshalb gründlich getrocknet, wenn es den Generator verlässt.

Alle Inertgasarten (Verbrennen von Brennstoff, Stickstoffproduktion an Bord, reiner Stickstoff vom Land) haben ihre eigene spezielle Verwendung. In diesem Guide bezeichnet der Begriff *Inertgas* ein Gas, das durch Verbrennung in einem Inertgasgenerator erzeugt wird. Der Begriff *Stickstoff* kann sich auf ein Inertgas ohne Kohlendioxid aber mit geringem Sauerstoffanteil (wie für Produktionsanlagen an Bord) beziehen oder auf reinen Stickstoff, der zur Permanent-Inertisierung vor dem Laden eines Produkts, das kritisch auf Sauerstoff reagiert, eingesetzt wird.

Komponente	Inertgas durch Verbrennung	Stickstoffmembrane-Trennverfahren
Stickstoff	85 bis 89 %	Bis zu 99,5 %
Kohlendioxid	14 %	-
Kohlenmonoxid	0,1 % (max.)	-
Sauerstoff	1 bis 3 %	> 0,5 %
Schwefeloxide	0,1 %	-
Stickstoffoxide	Spuren	-
Taupunkt	- 45 °C	- 65 °C
Asche & Ruß	vorhanden	-
Dichte (Luft = 1,00)	1,035	0,9672

Tabelle 27.4 - Inertgaszusammensetzungen

Nur hochreiner Sauerstoff ist im chemischen Sinne voll verträglich mit allen Flüssiggasen. Viele Komponenten des durch Verbrennung erzeugten Inertgases können chemische Flüssiggase von chemischen Reaktionen fernhalten. Insbesondere was die persönliche Sicherheit und chemische Reaktivität betrifft, sollten die folgenden Punkte bezüglich der Inertgasbestandteile beachtet werden:

Kohlenstoffpartikel in Form von Asche und Ruß können viele chemische Gase von chemischen Reaktionen fernhalten.

Kohlendioxid gefriert bei Temperaturen von weniger als -55 °C und verunreinigt somit die Ladung, wenn die Beförderungstemperaturen besonders niedrig sind, wie z. B. bei Ethylen. Kohlendioxid verunreinigt auch Ammoniakladungen, indem es reagiert und Carbamate gebildet werden. Die Bildung von festen Kohlendioxiden und Carbamaten führen zu Verunreinigungen der Ladung und zu operativen Schwierigkeiten, z. B. Zusetzen der Pumpen, Filter und Ventile. Kohlendioxid kann auch als Katalysator für komplizierte chemische Reaktionen mit Schwefelverbindungen in einigen LPG-Ladungen eingesetzt werden.

Kohlenmonoxid kann, wenn in ausreichenden Mengen erzeugt, zu Problemen während der sich anschließenden Belüftung führen. Auch wenn die Belüftung als abgeschlossen gilt, kann der Anteil an giftigem Kohlenmonoxid in Bezug auf die persönliche Sicherheit immer noch bedenklich sein. (In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass der TLV-Wert für die MAK 50 ppm beträgt.)

Feuchtigkeit im Inertgas kann kondensieren und dabei Hydrate in der Ladung bilden, was zu einer starken Korrosion in den inertisierten Räumen führen kann. Wenn ein kaltes Produkt geladen wird, ist es deshalb wichtig, dass der Taupunkt des Inertgases in den Lade-tanks niedrig genug ist, um ein Gefrieren des Wasserdampfes und andere operative Probleme zu verhindern. Außerdem kann Feuchtigkeit besonders zu Problemen bei Butadien-, Isopren-, Ammoniak- und Chlorladungen führen.

Sauerstoff ist selbst in den geringsten Mengen, die in an Bord erzeugten Inertgasen festgestellt wurden, unverträglich mit Butadien, Isopren, Vinylchlorid und Ethylenoxid. Bei Kontakt mit Sauerstoff können sich diese Produkte verbinden und Peroxide und Polymere bilden.

Aus den vorgenannten Gründen kommt für alle Flüssiggase nur reiner Stickstoff, der chemisch voll inert ist, in Frage. Dennoch kann für die Inertisierung von Laderäumen und Ladetanks auf Tankschiffen, die LPG-Ladungen bei Temperaturen von bis zu etwa -48 °C befördern, ein Inertgas von annehmbarer Qualität durch sorgfältig geregelte Verbrennung eines qualitativ guten Brennstoffs oder durch ein Luftabscheidungsverfahren hergestellt werden.

27.8 Polymerisation

Viele Flüssiggase sind polymerisierbar (wie durch Doppelbindung in ihrer Molekularstruktur angedeutet), und Polymerisationsprobleme gibt es in der Praxis nur mit Ladungen wie Butadien, Isopren, Ethylenoxid und Vinylchlorid. Die Polymerisation kann unter bestimmten Umständen gefährlich sein, sie kann aber durch den Zusatz von Inhibitoren verzögert oder kontrolliert werden.

Die Polymerisation findet statt, wenn ein einzelnes Molekül (ein Monomer) mit einem anderen Molekül des gleichen Stoffes reagiert und ein Dimer bildet. Dieser Prozess kann fortgesetzt werden, bis ein Molekül mit einer langen Kette gebildet wurde, das aus tausenden einzelnen Molekülen (einem Polymer) bestehen kann. Dieser Mechanismus wird für Vinylchlorid in Abbildung 27.9 dargestellt. Dieser Prozess kann sehr schnell ablaufen und es wird dabei ein Großteil der Wärme erzeugt. Er kann spontan initiiert oder durch Sauerstoff (oder andere Fremdstoffe) oder Wärmeübertragung während der Lade- und Löschoptionen (siehe auch Abschnitt 32.6) katalysiert werden. Während der Polymerisation nimmt die Viskosität der Ladung zu, bis letztendlich ein festes, nicht pumpbares Polymer gebildet wird.

Die Polymerisation kann verhindert oder zumindest kann die Geschwindigkeit der Polymerisation reduziert werden, indem der Ladung ein geeigneter Inhibitor zugegeben wird. Wenn die Polymerisation jedoch begonnen hat, wird der Inhibitor allmählich aufgebraucht, bis zu dem Moment, wo sich die Polymerisation unkontrolliert fortsetzen kann. Im Falle von Butadien wird tert-Butyl-Catechol (TBC) hauptsächlich als Antioxidationsmittel zugegeben, das aber bei null Sauerstoffgehalt in begrenztem Maße auch als Inhibitor agieren kann.

Die Differenz zwischen dem Dampfdruck des Inhibitors und seiner Ladung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Effektivität des Inhibitors. Im Allgemeinen ist der Dampfdruck der Inhibitoren niedriger als der der Ladung, in der sie sich befinden. Demzufolge wird der größte Schutz in der Flüssigkeit geboten. Das bedeutet, dass die Gase in dem Dampfraum relativ ungeschützt sind. Daraus folgt, dass die Kondensation in dem Dampfraum durch die erhöhten Polymerisationsgeschwindigkeiten beeinträchtigt werden kann, und es ist bekannt, dass es Probleme in diesen Bereichen gibt.

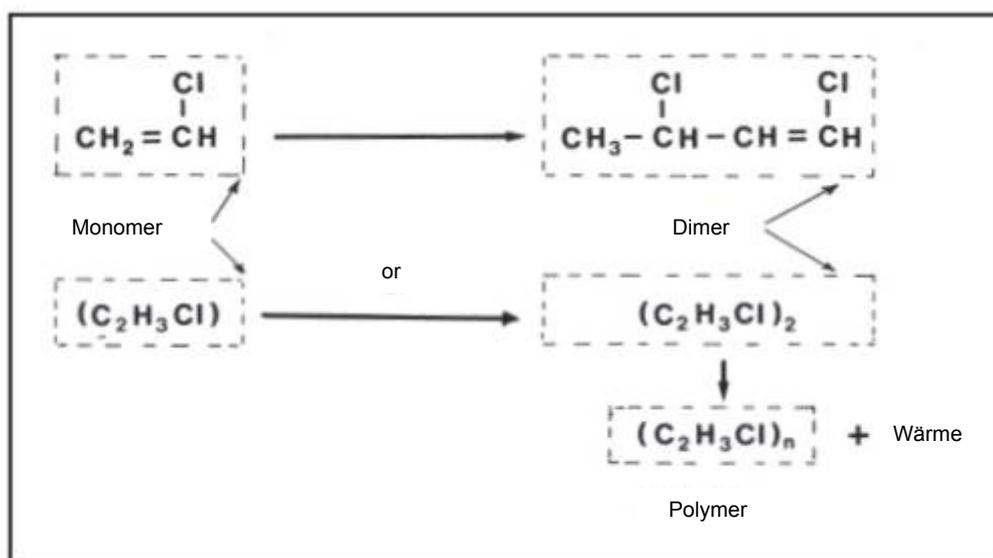


Abbildung 27.9 - Polymerisation von Vinylchlorid

Inhibitoren können giftig sein. Die gebräuchlichsten sind Hydroquinon (HQ) und TBC. Gesundheits- und Sicherheitsdaten für diese Produkte sind in Abschnitt 28.1 enthalten. Wie festgestellt wird, ist Vorsicht beim Umgang mit Inhibitoren und Ladungen, denen ein Inhibitor zugegeben wurde, geboten.

Das Schiffspersonal sollte darauf achten, dass es vor Verlassen des Ladehafens ein *Inhibitor*datenblatt vom Frachtverlader erhält. Dieses Zertifikat muss die in der Abbildung unten aufgeführten Daten enthalten:—

FLÜSSIGGAS – INHIBITORDATENBLATT	
<i>Vor dem Laden der inhibierten Ladung</i>	
SCHIFF	DATUM
HAFEN & LIEGEPLATZ	UHRZEIT
1. RICHTIGER TECHNISCHER NAME DER LADUNG	
2. RICHTIGER TECHNISCHER NAME DES INHIBITORS	
3. MENGE DES ZUGEgebenEN INHIBITORS	
4. DATUM DER ZUGABE	
5. VORAUSSICHTLICHE LEBENSDAUER DES INHIBITORS	
6. TEMPERATURBEGRENZUNGEN, DIE SICH NEGATIV AUF DEN INHIBITOR AUSWIRKEN	
7. MASSNAHMEN, DIE ERFORDERLICH SIND, WENN DIE EFFEKTIVE LEBENSDAUER DES INHIBITORS AUF DER FAHRT ÜBERSCHRITTEN WIRD	
WENN DIE VORSTEHENDEN ANGABEN FEHLEN, WIRD DIE LADUNG ABGEWIESEN	
FÜR DAS SCHIFF	FÜR DIE LANDSEITE
(Unterschrift)	(Unterschrift)
Flüssiggas – Inhibitor datenblatt	

Abbildung 27.9(a) - Inhibitor

datenblatt

Außerdem sollten die Inhibitormenge, die für eine effektive Inhibition benötigt wird, und die giftigen Eigenschaften des Inhibitors mitgeteilt werden.

Eine ähnliche, aber schwerer zu kontrollierende Reaktion ist die Dimerisation. Diese kann nicht durch Inhibitoren oder andere Mittel gebremst werden. Die einzige Möglichkeit, die Dimerisation zu verlangsamen, besteht darin, die Ladung so kühl wie möglich zu halten, was insbesondere auf längeren Fahrten empfohlen wird.

27.9 Hydratbildung

Propan und Butan können unter bestimmten Temperatur- und Druckbedingungen in Verbindung mit freiem Wasser Hydrate bilden. Dieses Wasser kann als Fremdstoff in LPG enthalten sein oder von den Schottwänden der Ladetanks, wenn diese Rost aufweisen, extrahiert werden. Rost, der auf diese Weise durch das LPG dehydriert wird, haftet nicht mehr so gut an den Tankflächen und kann sich als feines Pulver auf dem Tankboden absetzen.

LPG-Hydrate sind weiße, kristalline Feststoffe, die Filter und Rückverflüssigungsregelventile blockieren können. Darüber hinaus können sie zu Schäden an den Ladepumpen führen.

Hydrat-Inhibitoren wie z. B. Methanol oder Ethanol können an geeigneten Stellen in der Anlage zugegeben werden, aber keine Zugabe darf ohne die Genehmigung des Verladers und Schiffbetreibers erfolgen. Es wird darauf hingewiesen, dass in einigen Ländern die Verwendung von Methanol verboten ist. Außerdem können chemische Gase durch die Zugabe von Methanol von chemischen Reaktionen ferngehalten werden. Vorsicht ist geboten, wenn ein Hydrat-Inhibitor zu einer polymerisierbaren Ladung gegeben wird, da der Inhibitionsmechanismus des Polymers negiert werden kann.

Da Methanol giftig ist, muss auf einen sicheren Umgang geachtet werden.

27.10 Schmierung

Die Eigenschaft eines Fluids, bei der eine Schicht des Fluids daran gehindert wird, sich über eine angrenzende Schicht hinwegzubewegen, wird als Viskosität bezeichnet. Die Viskosität ist wichtig für die Bestimmung der Schmiereigenschaften eines Fluids. Die meisten Flüssiggase haben schlechte Schmiereigenschaften im Vergleich zu Schmierölen oder selbst Wasser, wie in Tabelle 27.4(a) dargestellt wird.

Flüssigkeit (Temperatur)	Schmieröl (bei +70 °C)	Wasser (bei +100 °C)	Propan (bei -45 °C)
Viskosität (Centipoise)	28.2	0,282	0,216
Spezifische Wärme (kcal/kg °C)	0,7	1,0	0,5
Latente Verdampfungswärme (kcal/kg)	35	539	101

Tabelle 27.4(a) - Faktoren, die die Schmierung beeinträchtigen

Verflüssigte Kohlenwasserstoffgase können sich in Schmieröl auflösen, und in bestimmten Anwendungen können diese Beimischungen zu einer unzureichenden Schmierung der Pumpendichtungen und Kompressoren führen. Die Lösekraft von Flüssiggasen in Bezug auf Fett kann ein Entfetten der mechanischen Teile bewirken, was zu einem ähnlichen Schmierverlust an den Fittings und Ventilen führen kann.

Neben der geringen Viskosität haben Flüssiggase relativ schlechte Kühleigenschaften und die Flüssigkeiten können die Wärme vom Wellenlager nicht effektiv ableiten. Übermäßige Wärme führt zu einem relativ schnellen Ansteigen der Temperatur am Lager. (Die spezifische Wärme von Propan beträgt die Hälfte des Wertes von Wasser.) Unter diesen Umständen verdampft die Flüssigkeit, wenn ihr Dampfdruck den Produktdruck an der Lagerung überschreitet. Der Dampf verdrängt die Flüssigkeit aus der Lagerung und führt aufgrund der Überhitzung zu einem Lagerschaden.

Es sollte auch darauf hingewiesen werden, dass sich das im Kompressor verwendete Schmieröl mit der Güte der beförderten Ladung vertragen muss (siehe Abschnitt 32.6.1).

27.11 Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften eines Flüssiggases hängen von seiner Molekularstruktur ab. Einige Verbindungen haben die gleiche Summenformel, aber die Art der Anordnung der Atome innerhalb eines Moleküls kann variieren. Diese unterschiedlichen Verbindungen des gleichen Grundstoffes werden als *Isomere* bezeichnet. Sie haben die gleiche Molekularmasse, aber unterschiedliche physikalische und chemische Eigenschaften. Beispiele dafür sind die n-Butane und Isobutane, die in Abbildung 27.5 dargestellt sind. Die typischen physikalischen Eigenschaften der wichtigsten Flüssiggase sind in Tabelle 27.5 aufgeführt. Anhand dieser Daten lassen sich die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Isomere von Butan und Butylen ableiten.

Die wichtigste physikalische Eigenschaft eines Flüssiggases besteht in dem Zusammenhang zwischen Sättigungsdampfdruck und Temperatur. Diese Eigenschaft, auf die später ausführlicher eingegangen werden soll, ist entscheidend für die Konstruktion der Tanksicherheitsbehälter, die sich für die jeweilige Ladung am besten eignen, und sie hat einen starken Einfluss auf wirtschaftliche Überlegungen.

27.12 Aggregatzustände

27.12.1 Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase

Die meisten Stoffe können in allen drei Aggregatzuständen, d. h. fest, flüssig und gasförmig, vorkommen. Für den Übergang vom festen in den flüssigen Zustand (Schmelzen) oder vom flüssigen in den gasförmigen Zustand (Verdampfen) muss dem Stoff Wärme zugeführt werden. Analog dazu muss der Stoff für den Übergang vom gasförmigen in den flüssigen Zustand (Kondensieren) oder vom flüssigen in den festen Zustand (Erstarren) Wärme abgeben. Die von dem Stoff mit Änderung des Aggregatzustandes zugeführte oder abgegebene Wärme wird als **latente Wärme** bezeichnet. Für eine bestimmte Masse dieses Stoffes sind die Werte der latenten Schmelz- und Erstarrungswärme gleich. Analog dazu sind die Werte der latenten Verdampfungs- und Kondensationswärme gleich, obwohl die Werte der latenten Schmelz- bzw. Erstarrungswärme unterschiedlich sind.

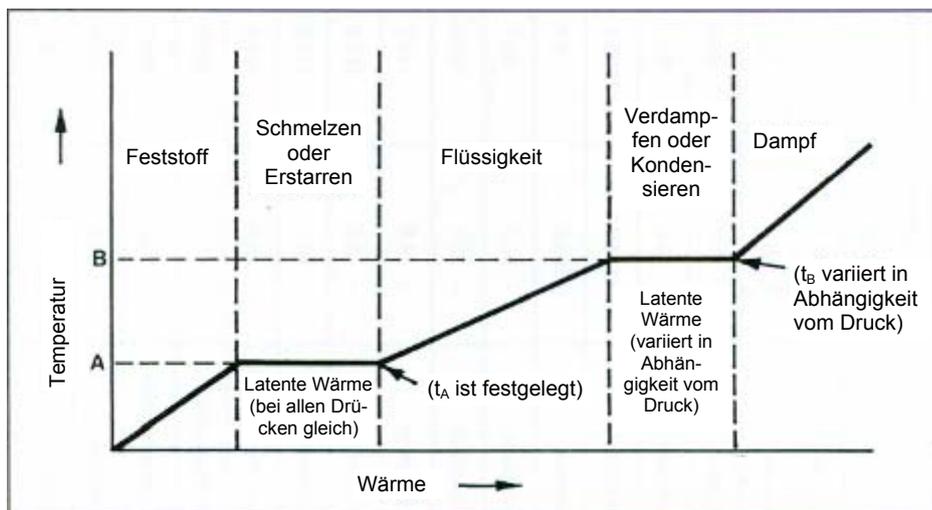


Abbildung 27.10 - Temperatur-/Wärmediagramm für wechselnde Aggregatzustände

Jeder Stoff schmilzt oder erstarrt bei einer bestimmten Temperatur und diese Temperatur ist praktisch vom Druck abhängig. Ein reiner Stoff jedoch verdampft oder kondensiert bei einer Temperatur, die je nach Druck stark variiert. Es sollte auch darauf hingewiesen werden, dass die latente Verdampfungswärme in Abhängigkeit vom Druck variiert. Abbildung 27.10 veranschaulicht diesen Zusammenhang zwischen Temperatur und Wärme eines Stoffes, der erwärmt und abgekühlt wird, anhand seiner drei Aggregatzustände; dabei werden die Schmelz- bzw. Erstarrungstemperaturen (A) und die Verdampfungs- bzw. Kondensationstemperaturen (B) angegeben.

Für Flüssiggase ist der feste Zustand kein Problem, da dieser nur bei Temperaturen eintreten kann, die weit unter denen der beförderten Gase liegen. Temperaturen, Drücke und latente Wärmewerte der Verdampfung sind jedoch von grundlegender Bedeutung.

Gase	Atmosphärischer Siedepunkt (°C)	Kritische Temperatur (°C)	Kritischer Druck (in bar, absolut)	Kondensationsverhältnis $\frac{\text{dm}^3 \text{ Flüssigkeit}}{1 \text{ m}^3 \text{ Gas}}$	Relative Dichte der Flüssigkeit bei atm. Siedepunkt (Wasser = 1)	Relative Dichte des Dampfes (Luft = 1)
Methan	-161,5	-82,5	44,7	0,804	0,427	0,554
Ethan	- 88,6	32,1	48,9	2,453	0,540	1,048
Propan	- 42,3	96,8	42,6	3,380	0,583	1,55
n-Butan	- 0,5	153	38,1	4,32	0,600	2,09
i-Butan	- 11,7	133,7	38,2	4,36	0,596	2,07
Ethylen	-103,9	9,9	50,5	2,20	0,570	0,975
Propylen	- 47,7	92,1	45,6	3,08	0,613	1,48
α -Butylen	- 6,1	146,4	38,9	4,01	0,624	1,94
γ -Butylen	- 6,9	144,7	38,7	4,00	0,627	1,94
Butadien	- 5,0	161,8	43,2	3,81	0,653	1,88
Isopren	34	211,0	38,5		0,67	2,3
Vinylchlorid	- 13,8	158,4	52,9	2,87	0,965	2,15
Ethylenoxid	10,7	195,7	74,4	2,13	0,896	1,52
Propylenoxid	34,2	209,1	47,7		0,830	2,00
Ammoniak	- 33,4	132,4	113,0	1,12	0,683	0,597
Chlor	- 34	144	77,1	2,03	1,56	2,49

Tabelle 27.5 - Physikalische Eigenschaften der Gase

27.12.2 Austreten/Auslaufen von Flüssiggas

Es ist zweckmäßig an dieser Stelle, vor dem Hintergrund der vorhergehenden Absätze, darauf einzugehen, was passiert, wenn ein Flüssiggas austritt oder ausströmt. Zunächst wird eine voll gekühlte Flüssigkeit betrachtet, die aus ihrem Sicherheitsbehälter ausläuft. In dem Behälter ist die Flüssigkeit einem atmosphärischen oder fast atmosphärischen Druck ausgesetzt, aber wenn sie ausläuft, kommt sie sofort in Kontakt mit dem Boden oder Wasser bei Umgebungstemperatur. Der Temperaturdifferenz zwischen der kalten Flüssigkeit und dem Material, mit dem sie in Berührung kommt, führt zu einer sofortigen Wärmeübertragung auf die Flüssigkeit und damit zu einer schnellen Dampfbildung. Sammelt sich die ausgelaufene Flüssigkeit in einer Lache auf dem Boden, wird die Temperaturdifferenz mit Wärmeentzug vom Boden kleiner. Letztendlich stabilisieren sich die Temperaturdifferenzen und die Verdampfungsgeschwindigkeit setzt sich auf niedriger Stufe fort. Unter diesen Bedingungen siedet die Flüssigkeit so lange, bis sie komplett verdampft ist. Bei Ladungsverlusten auf der Wasseroberfläche können die starken Konvektionsströmungen im Wasser die anfängliche Temperaturdifferenz aufrechterhalten und die Verdampfung wird sich wahrscheinlich bei höherer Anfangsgeschwindigkeit fortsetzen. In diesem Fall breiten sich große Mengen kalten Dampfes, der sich aus der Flüssigkeit entwickelt hat, in der Atmosphäre aus und führen zum Kondensieren des Wasserdampfes in der Luft. Durch diesen Prozess wird eine sichtbare Dampf Wolke gebildet, die eine weiße Farbe hat.

Anfänglich zeigt das aus einem Druckkessel austretende Flüssiggas unterschiedliche Verhaltensweisen, wie oben beschrieben. In diesem Fall ist die Temperatur der Flüssigkeit beim Austreten fast gleich der Umgebungstemperatur. Der hohe Druck beim Austreten jedoch fällt schnell auf Umgebungsdruck und das wiederum führt zu einer extrem schnellen Verdampfung, wobei die dafür erforderliche Wärme hauptsächlich aus der Flüssigkeit selbst entnommen wird. Das wird als **Entspannungsverdampfung** bezeichnet, bei der ein Großteil der Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Druckänderung stoßweise verdampft. Auf diesem Wege wird die restliche Flüssigkeit bei atmosphärischem Druck schnell auf ihre Kühltemperatur (oder sogar darunter) abgekühlt. Hochdruckflüssigkeiten, die auf diese Weise austreten, führen dazu, dass eine große Menge davon als kleine Tröpfchen in die Luft gesprüht wird. Diese Tröpfchen nehmen Wärme aus der Atmosphäre auf, kondensieren den Wasserdampf in der Luft und bilden eine weiße, sichtbare Wolke. Die flüssigen Tröpfchen verdampfen schnell zu Gas; bei diesem Prozess erfolgt ein weiteres Abkühlen, so dass die weiße Wolke länger erhalten bleibt. Danach erreichen alle restlichen Flüssigkeitslachen eine Gleichgewichtstemperatur und verdampfen vollständig, wie im vorhergehenden Absatz beschrieben.

Die Gefahr, die durch das Austreten von Dampf in die Atmosphäre entsteht, besteht darin, dass der Dampf vermischt mit Luft entflammbar wird. Die auf diese Weise gebildete weiße Dampf Wolke kann eine Warnung vor einem Gefahr bringendem Zustand sein, allerdings muss der Entflammbarkeitsbereich der Gaswolke nicht zwangsläufig der Größe der sichtbaren Wolke entsprechen.

Abgesehen von den Gefährdungen durch Dampf-Luft-Gemische kann die kalte Flüssigkeit Erfrierungen auf der menschlichen Haut hervorrufen und Metalle spröde machen. Außerdem ist es wahrscheinlich, dass das Flüssiggas, das mit Luft in Berührung kommt, auf eine Temperatur unterhalb seines atmosphärischen Siedepunktes unterkühlt wird.

Flüssiggas, das an Deck von Schiffen austritt, ist nicht für Niedrigtemperaturen bestimmt, die den Stahl auf Temperaturen, bei denen er spröde wird, abkühlen können. Spannungen, die bereits im Stahl anliegen, können zusammen mit den aus unterschiedlichen Kontraktionen resultierenden Spannungen Brüche in den gekühlten Bereichen hervorrufen. Es ist unwahrscheinlich, dass sich die resultierenden Brüche über die gekühlten Bereiche hinaus ausbreiten. Das Austreten von Öl kann ernste Folgen haben, und Tankschiffe wurden aus diesem Grund für lange Zeit aus dem Verkehr gezogen. Hier ist große Sorgfalt gefragt; zum Schutz vor austretenden Produkten sollten entsprechende Auffangschalen auf Tankschiffen, die besonders kalte Flüssigkeiten wie Ethylen transportieren, aufgestellt werden. Der Bereich um die Sammelleitung herum kann mit einer Holz- oder Glasfaserummantelung versehen werden, und auf allen Tankschiffen, die gekühltes Gas transportieren, wird unter jeden Sammelleitungsanschluss Auffangschalen aus Edelstahl, Holz oder einem gleichwertigen Material aufgestellt.

27.12.3 Verdampfung von ausgetretener Flüssigkeit

Wird ein Gas als Flüssigkeit gelagert, unter Druck oder gekühlt, verdampft es, wenn es an die Atmosphäre abgegeben wird, und nimmt die Wärme aus der Umgebung auf.

Die Verdampfungsgeschwindigkeit, die Temperatur und die Dichte der daraus resultierenden Dampf Wolke variieren in Abhängigkeit von der ausgelaufenen Flüssigkeit, der Menge und ob sie an Land oder im Wasser ausgelaufen ist. Es ist nahezu sicher, dass die Wolke tief liegend sein wird (nur Methan mit einer Temperatur von über $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, Ethylen und Ammoniak sind leichter als Luft - siehe Tabelle 27.5). Anfangs wird die Wolke kalt sein und dann wird sie sich in Windrichtung bewegen. Im Allgemeinen ist sie als weiße Wolke sichtbar, die aus kondensiertem, atmosphärischem Wasserdampf besteht. Die Eigenschaften dieser Wolke in Bezug auf ihre Entflammbarkeit und ihren Sauerstoffgehalt sind in Abschnitt 27.22 und 28.2.2 erläutert.

27.13 Prinzipien der Kühlung

Die Prinzipien der Wärmeübertragung, Verdampfung und Kondensation gelten auch für die Kühlung. Abbildung 27.11 stellt die Grundkomponenten und den Arbeitszyklus eines einfachen Kühlschranks dar. Das kalte flüssige Kältemittel wird in einem *Verdampfer* verdampft, der kälter ist als seine Umgebung und die Wärme aufnimmt, um latente Verdampfungswärme abzugeben. Der kalte Dampf wird von einem *Kompressor* aufgenommen, der den Druck und die Temperatur des Dampfes erhöht und den Dampf zum *Kondensator* weiterleitet. Hier kondensiert der Dampf zu einer Flüssigkeit mit hohem Druck und die *fühlbare* Wärme aus der Erhitzung wird zusammen mit der latenten Verdampfungswärme über ein Kühlmittel des Kondensators, das sich dabei erwärmt, abgeführt. Dann strömt die Hochdruckflüssigkeit durch ein *Expansionsventil* zu der Niederdruckseite des Kühlschranks und durch Entspannungsverdampfung entsteht ein Zweiphasengemisch aus kalter Flüssigkeit und Dampf. Dieses Gemisch wird dann zum Verdampfer (Ladetank) geleitet und der Kreislauf ist geschlossen.

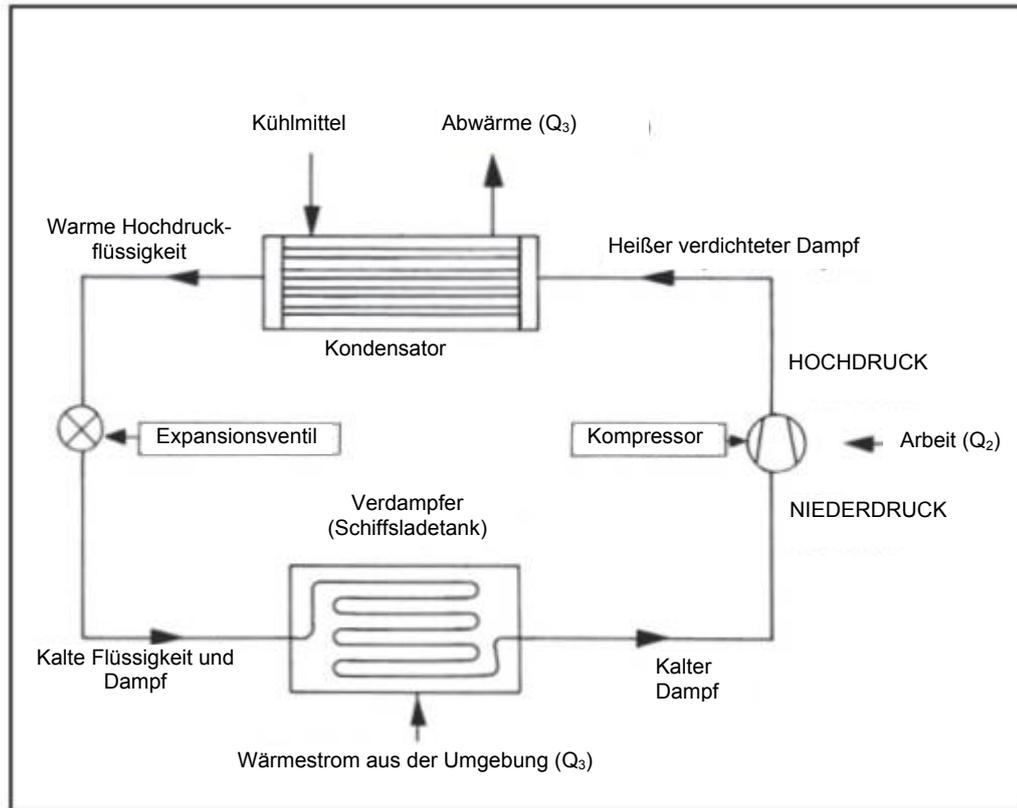


Abbildung 27.11 - Einfache Kühlung — Verdampfungs-/Kondensationskreislauf

Unter Berücksichtigung von Abbildung 27.11 mit:

Q_1 gleich Wärmestrom aus der Umgebung zum Verdampfer

Q_2 gleich Wärmeaufwand äquivalent zur geleisteten Verdichtungsarbeit und

Q_3 gleich Abwärmestrom des Kondensators,

dann gilt, wenn die Anlage zu 100 % effektiv arbeitet: —

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

Bei Kühlung während der Fahrt kann ein nicht entflammbares und ungiftiges Fluid als Kühlmittel für den Kondensator verwendet werden. Diese Kühlmittel haben ähnliche Dampfdruck-/Dampftemperatureigenschaften wie LPG.

Die in Abbildung 27.11 dargestellten Prinzipien gelten auch für den Verflüssigungskreislauf von Flüssiggasdämpfen der Ladung. Hier ersetzen der Ladetank und seine Verdampfungsverluste den Verdampfer, wie in Abbildung 27.11 dargestellt. Die Rückverflüssigung der Ladung in der Praxis wird ausführlicher in Abschnitt 27.21 und 31.5 erläutert.

27.14 Kritische Temperaturen und Drücke

Die **kritische Temperatur** eines Gases ist die Temperatur, oberhalb derer es nicht verflüssigt werden kann, unabhängig davon, wie hoch der Druck ist. Der **kritische Druck** eines Gases ist der Druck, der zum Verdichten des Gases in einen flüssigen Aggregatzustand bei dessen kritischer Temperatur benötigt wird. Die kritischen Temperaturen und Drücke der wichtigsten Gase sind in Tabelle 27.5 zusammengefasst. Wie daraus hervorgeht, können alle Gase mit Ausnahme von Methan (zeitweilig auch Ethan und Ethylen) bereits bei normalen Umgebungstemperaturen allein durch Druck verflüssigt werden. Demzufolge wird für die Beförderung oder Lagerung von Ethan oder Ethylen in flüssiger Form ein Rückverflüssigungsverfahren benötigt.

27.15 Zusammenhang zwischen Flüssigkeits- und Dampfvolumen

Ein Anhaltspunkt für die relative Größe der benötigten Dampfförderanlage im Vergleich zur Flüssigkondensatförderanlage ist es sinnvoll, das **Kondensationsverhältnis** der verschiedenen Flüssiggase zu kennen. Dieses Verhältnis gibt die Menge der Flüssigkeit (in dm^3) bei ihrem atmosphärischen Siedepunkt an, die aus einem Kubikmeter ihres Dampfes unter Normalbedingungen von 1 bar Absolutdruck und 0°C kondensiert ist. Wenn das Gas mit 0°C über seiner kritischen Temperatur liegt (wie z. B. bei Methan), wird das Verhältnis des Dampfes zum atmosphärischen Siedepunkt der Flüssigkeit angegeben. Die Kondensationsverhältnisse sind in Tabelle 27.5 angegeben.

27.16 Ideale Gasgesetze

Die idealen Gasgesetze gelten nur für Dämpfe; genau genommen finden sie hauptsächlich bei ungesättigten Dämpfen Anwendung. Flüssigkeits-/Dampfgemische und Flüssigkeiten besitzen Eigenschaften, die sich von den nachfolgend beschriebenen unterscheiden. Setzt man das auf die Prinzipien der Kühlung (wie in Abschnitt 27.13 beschrieben) um, dann ist der Teil des Kreislaufs am wichtigsten, in dem der Dampf verdichtet wird.

Ein **ideales Gas** ist ein Gas, das den Gasgesetzen gehorcht, d. h. der Abstand zwischen seinen Molekülen ist so groß, dass sie untereinander keine Kraft ausüben. In Wirklichkeit gibt es keine idealen Gase, aber bei Raumtemperatur und niedrigen Drücken kommen viele ungesättigte Gase der Vorstellung aus zumeist praktischen Erwägungen näher. Die idealen Gasgesetze regeln den Zusammenhang zwischen absolutem Druck, Volumen und absoluter Temperatur für eine bestimmte Gasmasse. Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen wird in der Regel untersucht, indem die dritte Variable konstant gehalten wird.

Ein Gas, das nach diesen Prinzipien funktioniert, muss in seiner ungesättigten Form vorliegen und von seiner eigenen Flüssigkeit getrennt sein.

Das Gesetz von Boyle besagt, dass sich das Volumen eines Gases bei konstanter Stoffmenge und konstanter Temperatur umgekehrt proportional zum absoluten Druck ändert. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 27.12(a) dargestellt und kann wie folgt beschrieben werden:—

$$PV = \text{konstant, oder} \\ P_1V_1 = P_2V_2$$

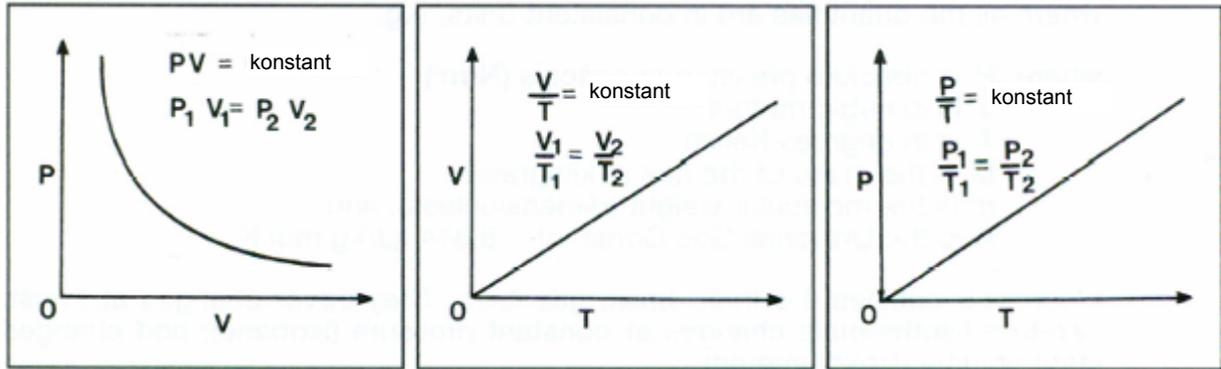


Abbildung 27.12(a) - Gasgesetz von Boyle (konstante Temperatur)

Abbildung 27.12(b) - Gasgesetz von Charles (konstanter Druck)

Abbildung 27.12(c) - Druckgesetz für Gase (konstantes Volumen)

Das Gesetz von Charles besagt, dass das Volumen eines Gases bei konstanter Stoffmenge und bei konstantem Druck um das 1/273-fache seines Volumens bei 0 °C mit jedem Grad Celsius Temperaturanstieg zunimmt. Eine alternative Begriffsbestimmung sagt aus, dass sich das Volumen des Gases bei einer konstanten Stoffmenge und konstantem Druck direkt proportional zu seiner absoluten Temperatur ändert. Dieses Gesetz ist in Abbildung 27.12(b) dargestellt und kann wie folgt beschrieben werden:—

$$\frac{V}{T} = \text{konstant, oder}$$

$$\frac{V_1 V_2}{T_1 T_2} = \frac{V_2 V_1}{T_2 T_1}$$

Das Druckgesetz besagt, dass der Druck des Gases bei einer konstanten Stoffmenge und einem konstante Volumen um das 1/273-fache des Gasdrucks bei 0 °C mit jedem Grad Celsius Temperaturanstieg zunimmt. Alternativ kann ausgesagt werden, dass sich der Druck des Gases bei einer konstanten Gasmenge und einem konstante Volumen direkt proportional zu seiner absoluten Temperatur ändert. Das Druckgesetz ist in Abbildung 27.9(c) grafisch dargestellt und kann wie folgt beschrieben werden:—

$$\frac{P}{T} = \text{konstant, oder}$$

$$\frac{P_1 P_2}{T_1 T_2} = \frac{P_2 P_1}{T_2 T_1}$$

Diese drei Gesetze können zusammengefasst werden und ergeben

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{konstant}$$

oder allgemeiner ausgedrückt für ein ideales Gas unter Verwendung der allgemeinen idealen Gaskonstante

$$\frac{P V}{T} = \frac{M}{m} R$$

wobei alle Mengen in gleichen Einheiten angegeben werden, z. B.

wobei P gleich absoluter Druck in Pascal (N/m²)
V in Kubikmeter
T in Kelvin
M gleich Stoffmenge in Kilogramm
m gleich Molekulargewicht (dimensionslos) und
R gleich allgemeine Gaskonstante = 8,314 kJ/kg mol.K.

Abbildung 27.12 beschreibt die drei grundlegenden Gasgesetze. Sie erfassen Änderungen bei konstanter Temperatur (isothermisch); Änderungen bei konstantem Druck (isobarisch); und Änderungen bei konstantem Volumen (isovolumetrisch).

Es gibt jedoch noch einen vierten Vorgang für ideale Gase, das für die Kühlung auch wichtig ist. Hierbei handelt es sich um die **adiabatische Kompression**, die reversibel und irreversibel sein kann. Bei einem reversiblen Vorgang spielt die konstante Entropie eine Rolle. Druckänderungen bei konstanter Entropie (isentropisch) sind in dem Diagramm von Mollier in Abbildung 27.18 dargestellt.

Bei einer reversiblen adiabatischen (oder isentropischen) Expansion ist der Wärmestrom zu oder von einer externen Quelle gleich Null. Im Kompressor einer Kühlanlage wird die Arbeit am Gas geleistet, wenn es durch den Kompressor strömt, obwohl davon ausgegangen wird, dass keine Wärmeübertragung nach oder von außen erfolgt. Die Arbeit wird in interne Energie umgewandelt und damit steigt die Temperatur des Gases. Auf diese Weise werden die Temperaturen am Kompressorauslauf (a) durch erhöhten Druck und (b) durch erhöhte innere Energie angehoben.

In der Praxis muss die Arbeit am Gas sehr schnell durchgeführt werden, um sich einer adiabatischen Kompression anzunähern. Dabei steht nur wenig Zeit zur Verfügung, damit die Wärme aus dem System abfließen kann. Die adiabatische Kurve wird in Abbildung 27.13 anhand der A/B-Kurve dargestellt. Andererseits muss im Vergleich dazu eine isothermische Kompression, wie anhand der A/C-Kurve dargestellt, sehr langsam durchgeführt werden, da sonst die Temperaturänderungen deutlich werden.

Deshalb folgt daraus, dass die tatsächlichen Änderungen, sagen wir in einem Kompressor (in Bezug auf Druck, Volumen und Temperatur), eine Kurve beschreiben, die irgendwo zwischen der adiabatischen und isothermischen liegt. Das könnte eine Annäherung an die A/D-Kurve, die in Abbildung 27.13 dargestellt ist, sein.

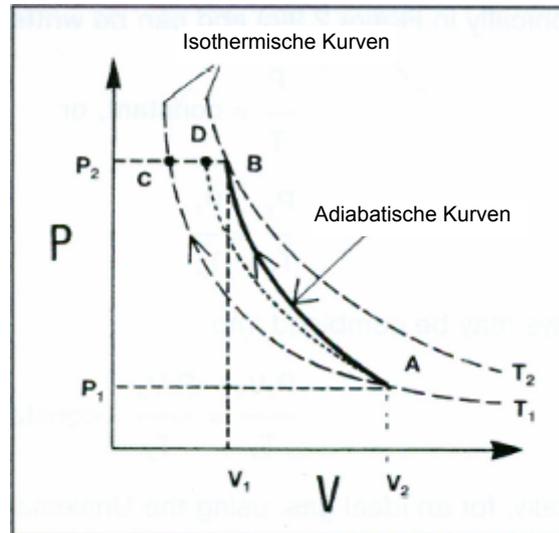


Abbildung 27.13 - Zusammenhang zwischen adiabatischer und isothermischer Kompression

Abbildung 27.13 wird mit ähnlichen Achsen wie Abbildung 27.12(a) dargestellt. Abbildung 27.13 enthält jedoch zwei isothermische Kurven — eine für die niedrige Temperatur (T_1) und eine für die höhere Temperatur (T_2). Da bei einem Kompressor die Zustandsänderungen näher zur adiabatischen Kurve als zur isothermischen Kurve liegen, wird in diesen Fällen normalerweise von einer adiabatischen Zustandsänderung gesprochen.

Wie zu Beginn dieses Abschnitts in Bezug auf das Gesetz von Boyle erwähnt, lautet die Gleichung für eine isothermische Kompression:—

$$PV = \text{konstant}$$

Es ist vielleicht interessant, dass die Gleichung für die adiabatische Kompression lautet:

$$PV^k = \text{konstant}$$

wobei 'k' das Verhältnis der grundlegenden spezifischen Wärmewerte des Stoffes darstellt. Das ist das Verhältnis der spezifischen Wärme der Flüssigkeit dividiert durch die spezifische Wärme des Dampfes.

27.17 Sättigungsdampfdruck

In Abschnitt 27.16 lag der Schwerpunkt auf reinen Gasen, die von ihren Flüssigkeiten isoliert wurden. In diesem Abschnitt geht es um die Grenzlinien zwischen der Gasphase und der dazugehörigen flüssigen Phase. In diesem Zusammenhang spielt der Begriff Sättigungsdampfdruck eine wichtige Rolle.

Der Dampf oberhalb der flüssigen Phase ist in konstanter Bewegung. Die Moleküle in der Nähe der flüssigen Grenzfläche sind ständig in Bewegung und gehen in die Dampfphase über, während die Moleküle des Dampfes in die flüssige Phase zurückgehen. Man spricht davon, dass der Dampf ungesättigt ist, wenn er bei seiner aktuellen Temperatur noch mehr Dampf aus der Flüssigkeit aufnehmen kann. Ein gesättigter Dampf ist Dampf, der bei dieser Temperatur mit seiner Flüssigkeit im Gleichgewicht ist. In diesem Zustand kann der Dampf keinen weiteren Dampf aus der Flüssigkeit aufnehmen, ohne dass ein ständiger Molekülaustausch zwischen Dampf und Flüssigkeit stattfindet.

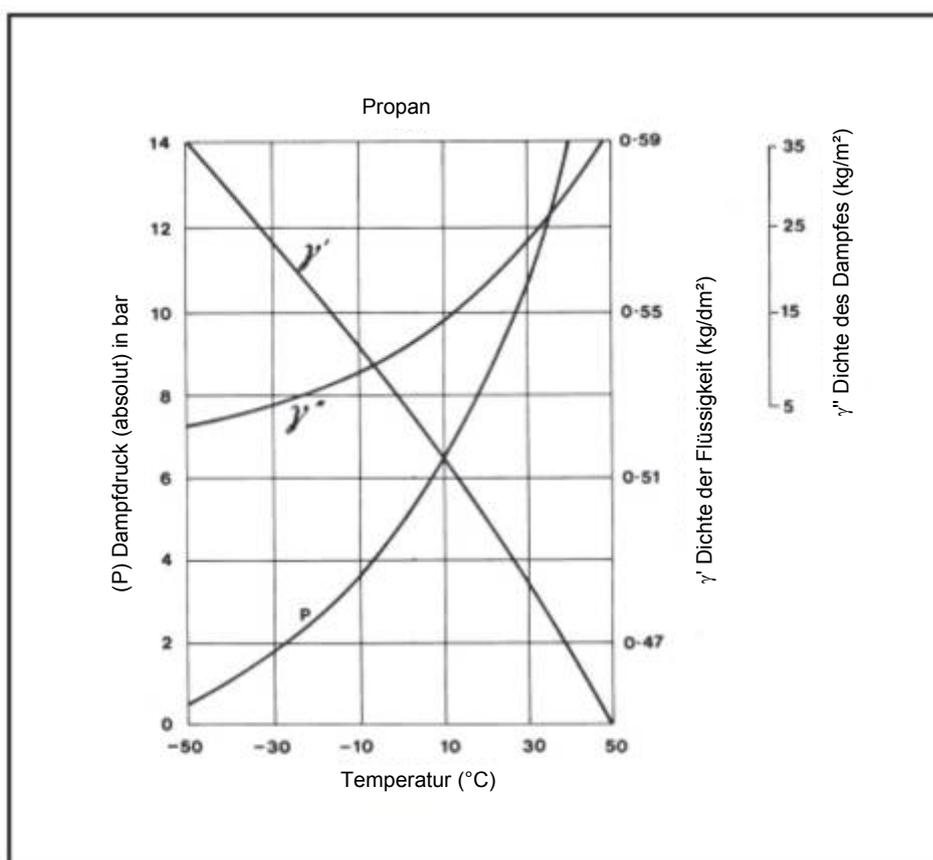


Abbildung 27.14 - Eigenschaften von Propan

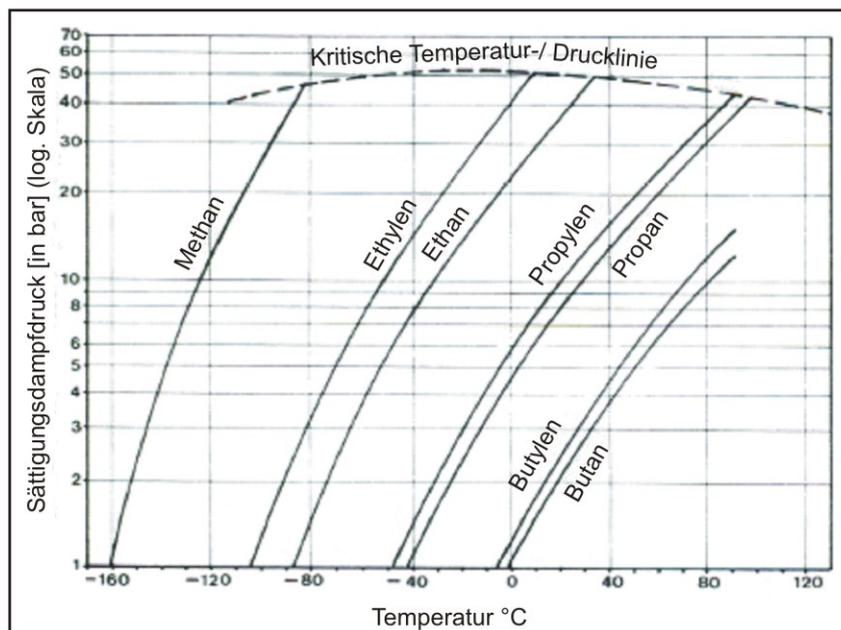


Abbildung 27.15 - Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur bei Kohlenwasserstoffgasen

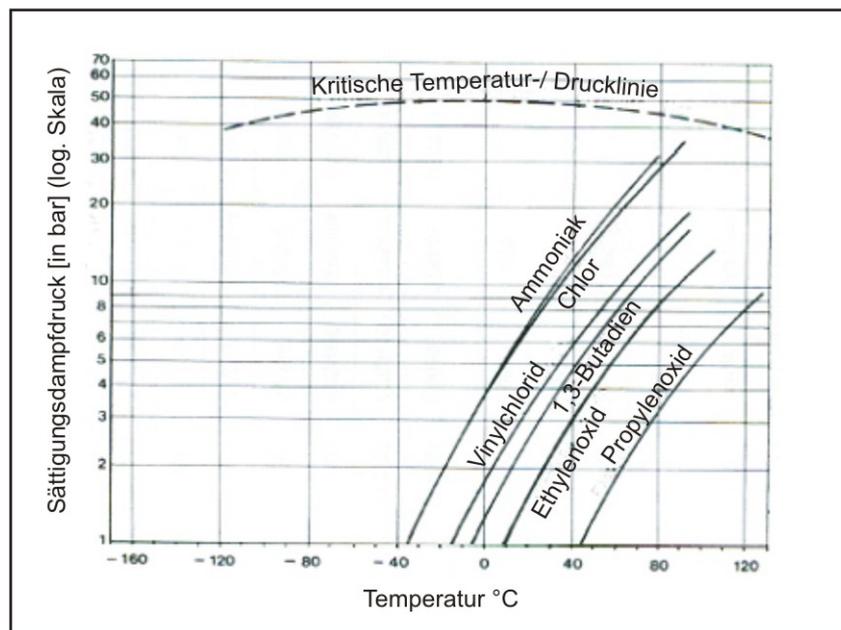


Abbildung 27.16 - Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur bei chemischen Gasen

Der von einem gesättigten Dampf bei einer bestimmten Temperatur ausgeübte Druck ist der **Sättigungsdampfdruck** dieses Stoffes bei gegebener Temperatur. Es gibt verschiedene Verfahren zum Messen des Sättigungsdampfdrucks. Die Verdampfung ist ein Phänomen, bei dem die sich schneller bewegenden Moleküle von der flüssigen Grenzfläche wegbewegen. Kommt es jedoch zum Sieden, dann findet dieser Vorgang innerhalb der flüssigen Phase statt. Das passiert, wenn der äußere Dampfdruck und der Druck der flüssigen Phase gleich groß sind. Durch Änderung des Drucks über der Flüssigkeit siedet die Flüssigkeit bei unterschiedlichen Temperaturen. Durch Verringerung des Drucks über der Flüssigkeit wird der Siedepunkt herabgesetzt und durch Erhöhung des Drucks wird der Siedepunkt heraufgesetzt. Die Kurve 'P' in Abbildung 27.14 veranschaulicht die Änderung des Sättigungsdampfdrucks in Abhängigkeit von der Temperatur für Propan. Es kann festgestellt werden, dass eine Erhöhung der Temperatur der flüssigen Phase zu einem nichtlinearen Anstieg des Sättigungsdampfdrucks führt. Der nichtlineare Kurvenverlauf zeigt auch, dass das gesättigte Gas nicht genau nach den Gasgesetzen bewegt (siehe auch Abbildung 27.12(c)). In Abbildung 27.14 wird auch dargestellt, wie sich die Dichte der flüssigen Phase von Propan (γ') und die Dichte des gesättigten Dampfes (γ'') in Abhängigkeit von der Temperatur ändern.

Die verschiedenen Flüssiggase üben unterschiedliche Dampfdrücke aus. Das wird aus Abbildung 27.15 und 27.16 ersichtlich. Die vertikale Achse in diesen beiden Abbildungen bezieht sich auf den Sättigungsdampfdruck auf einer logarithmischen Skala. (Bei der logarithmischen Skala ändert sich der Kurvenverlauf im Vergleich zu 'P' in Abbildung 27.14). Abbildung 27.15 bezieht sich auf Kohlenwasserstoffgase. Ein Vergleich der Grafiken zeigt, dass die kleineren Moleküle größere Dampfdrücke ausüben als die größeren Moleküle. Generell üben die in Abbildung 27.16 dargestellten chemischen Gase viel niedrigere Sättigungsdampfdrücke aus als kleine Kohlenwasserstoffmoleküle wie z. B. Methan. Der Schnittpunkt dieser Kurven mit der horizontalen Achse zeigt den atmosphärischen Siedepunkt der Flüssigkeit an (d. h. die Temperatur, bei der der Sättigungsdampfdruck und der atmosphärische Druck identisch sind). Das ist die Temperatur, bei der die Ladungen in voll gekühlten oder voll isolierten Sicherheitsbehältersystemen transportiert werden würden.

Zwar ist **bar** die derzeit am häufigsten benutzte Maßeinheit für den Druck in der Gasindustrie, aber man trifft auch auf andere Maßeinheiten wie kgf/cm^2 (Kilogramm Kraft pro Quadratcentimeter), Atmosphären oder Quecksilbersäule. Die einzigen gesetzlichen Einheiten sind jedoch die SI-Einheiten mit Kilopascal als gebräuchliche Druckeinheit. Die Umrechnungsfaktoren für diese Druckeinheiten sind in Tabelle 27.6 angegeben.

	kPa	bar	std atm	kg.f/cm ²	lb.f/inch ² (p.s.i.)	lb.ft/ft ² (p.s.i.)	mm (Queck- silber- säule)	inch (Queck- silbersäule)	inch (Wasser)	ft (Wasser)	m (Wasser)
kPa	1	0,01	0,0099	0,0102	0,1450	20,88	7,50	0,2953	4,015	0,3346	0,1020
bar	100	1	0,9869	1,020	14,50	2,089	750,1	29,53	402,2	33,52	10,22
std atm	101,325	1,013	1	1,033	14,70	2,116	760	29,92	407,5	33,96	10,35
kg.f/cm ²	98,039	0,9807	0,9678	1	14,22	2,048	735,6	28,96	394,4	32,87	10,02
lb.f/inch ² (p.s.i.)	6,8966	0,06895	0,06805	0,07031	1	144	51,72	2,036	27,73	2,311	0,7044
lb.ft/ft ²	0,0479	4,788x10 ⁻⁴	4,725x10 ⁻⁴	4,882x10 ⁻⁴	0,006944	1	0,3591	0,01414	0,1926	0,01605	0,004891
mm Hg	0,1333	0,001330	0,001316	0,001360	0,01934	2,785	1	0,03937	0,5362	0,04469	0,01362
inch Hg	3,3864	0,03386	0,03342	0,03453	0,4912	70,73	25,4	1	13,62	1,135	0,3459
inch H ₂ O	0,2491	0,002486	0,002454	0,002535	0,03606	5,193	1, 865	0,07342	1	0,0833	0,02540
ft H ₂ O	2,9886	0,02984	0,02944	0,03042	0,4327	62,31	22,38	0,8810	12	1	0,3048
m H ₂ O	9,8039	0,09789	0,09660	0,0998	1,420	204,4	73,42	2,891	39,37	3,281	1

Tabelle 27.6 - Umrechnungsfaktoren für die Druckeinheiten

Alle Manometer zum Messen des Drucks messen die Druckdifferenz. Der Manometerdruck ist daher die Druckdifferenz zwischen dem Manometerdruck und dem Umgebungsdruck des Manometers. Der *absolute Druck* ergibt sich durch Addieren des Außendrucks (z. B. Luftdruck) zum Manometerdruck.

Dampfdrücke gehören, obwohl sie durch Manometer ermittelt werden können, zu den Grundeigenschaften eines Produkts. Demzufolge handelt es sich dabei im Wesentlichen um absolute Drücke. Die Tankbemessungsdrücke und Einstellung der Überdruckventile wie z. B. der Manometeranzeigenbereich werden auf die physikalische Differenz zwischen internen und externen Drücken abgestimmt und sind damit Manometerdrücke. Zum Zwecke der Einheitlichkeit werden die meisten Drücke in diesem Guide in bar angegeben, aber um Missverständnisse zu vermeiden, wird die Einheit, wenn sie sich auf einen Manometerdruck bezieht, in *barg* angegeben.

Es ist zweckmäßig, dass ein **Flüssiggas** in Europa hinsichtlich seines Dampfdrucks als Stoff definiert wird, dessen Dampfdruck bei 50 °C größer oder gleich 300 kPa *absolut* ist.

27.18 Dichte von Flüssigkeiten und Dämpfen

27.18.1 Flüssigkeitsdichte

Die Dichte einer Flüssigkeit ist das Verhältnis ihrer Masse zur Volumeneinheit, die meist in Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m^3) angegeben wird. Die Dichte einer Flüssigkeit kann aber auch in kg/Liter oder in kg/dm^3 angegeben werden. Die Änderung der Dichte der flüssigen Phase eines Flüssiggases (im Gleichgewicht mit seiner Dampfphase) in Abhängigkeit von der Temperatur wird anhand der Kurve γ' in Abbildung 27.14 für Propan veranschaulicht. Wie daraus hervorgeht, wird die Dichte der Flüssigphase mit steigender Temperatur **kleiner**. Die großen Änderungen, die zu erkennen sind, sind auf den relativ hohen Volumenausdehnungskoeffizienten von Flüssiggasen zurückzuführen. In Tabelle 27.5 sind die Dichtewerte der Flüssigphasen (im Verhältnis zu Wasser) von Flüssiggasen bei ihren atmosphärischen Siedepunkten angegeben. Bei allen Flüssiggasen, mit Ausnahme von Chlor und CO_2 , ist die relative Dichte der Flüssigphase kleiner als 1. Das bedeutet, dass bei Auslaufen von Flüssiggasen ins Wasser, diese Flüssigkeiten vor der Verdampfung schwimmen würden.

Rollover-Effekt

Eine Gefahr in Verbindung mit der Ladungsdichte ist das Phänomen des Rollover-Effekts. Die Bedingungen für einen Rollover-Effekt sind gegeben, wenn der flüssige Tankinhalt Schichten bildet, wobei eine schwerere Schicht auf einer darunter liegenden Schicht mit niedrigerer Dichte gebildet wird. Bei dem Rollover-Effekt erfolgt ein spontanes Vermischen, um dieser Instabilität entgegenzuwirken. Durch den Rollover-Effekt in einem Tank, ob auf dem Schiff oder an Land, können Abdampftraten entstehen, die das 10-fache des Normalwerts betragen und dazu führen können, dass ein Überdruck erzeugt wird, die Überdruckventile geöffnet und erhebliche Dampfmenen oder sogar Zweiphasengemische in die Atmosphäre abgegeben werden.

Wenn Flüssigkeiten mit unterschiedlicher Dichte in den selben Tank gefüllt werden — ohne diese zu mischen —, kann es zur Schichtenbildung kommen. Das kann auf das Mischen der Ladung zurückzuführen sein (siehe unten). Zwischen den Schichten entsteht eine Instabilität, wenn die Dichte der unteren Schicht geringer ist als die der oberen Schicht.

Das Phänomen ist weitgehend auf große Tanks beschränkt, obwohl auch Fälle bekannt sind, die auf Flüssigerdgas- und großen LPG-Tankschiffen vorgekommen sind. Darüber hinaus gibt es eine Reihe dokumentierter Rollover-Vorfälle, bei denen es um die Lagerung von Ammoniak an Land ging. Für die meisten anderen Flüssiggase, die reine Produkte sind, ist das Rollover-Risiko geringer, da der Verwitterungsvorgang begrenzt ist. Wenn jedoch zwei unterschiedliche Ladungen wie z. B. Butan und Propan in denselben Tank geladen werden, kann die Schichtenbildung zu einem akuten Problem werden. Das Beladen eines Schiffstanks auf diese Weise wird nicht empfohlen, sofern keine gründliche thermodynamische Analyse des Vorgangs durchgeführt wurde und das Beladen nicht unter streng kontrollierten Bedingungen erfolgt.

Folgende Maßnahmen können dabei helfen, einen Rollover-Effekt zu vermeiden:

- Lagerung von Flüssigkeiten mit unterschiedlicher Dichte in verschiedenen Tanks an Land;
- Befüllen der Tanks an Land über Düsen oder Strahl, um den Mischvorgang zu fördern;
- Verwendung von Füllrohren in entsprechender Höhe in den Tanks an Land;
- Keine längeren Unterbrechungen während der Schiffsbeladung;
- Kontrollieren der Ladungsbedingungen und Abdampfzraten auf ungewöhnliche Werte;
- Übergabe der Ladung an andere Tanks oder Umpumpen innerhalb des betroffenen Tanks an Land.

27.18.2 Dampfdichte

In Abbildung 27.14 wird der Zusammenhang zwischen Dichte und Temperatur des gesättigten Propandampfes durch die Kurve γ' dargestellt. Die Dampfdichte wird in der Regel in Einheiten wie Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m^3) angegeben. Die Dichte des gesättigten Dampfes wird mit steigender Temperatur **größer**. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Dampf Kontakt zur Flüssigkeit hat und mit steigender Temperatur mehr Flüssigkeit in die Dampfphase übertragen wird, um den höheren Dampfdruck zu erreichen. Das führt zu einer erheblich größeren Masse pro Volumeneinheit im Dampfraum. In Tabelle 27.5 sind die Dichten der unterschiedlichen Dämpfe (relativ zur Luft) bei Normtemperatur und Normdruck angegeben. Die meisten Flüssiggase erzeugen Dämpfe, die schwerer als Luft sind. Ausnahmen sind Methan (bei Temperaturen von mehr als -113 °C), Ethylen und Ammoniak. Die an die Atmosphäre abgelassenen Dämpfe, die eine höhere Dichte als Luft haben, neigen dazu, sich weiter unten abzusetzen und dispergieren schwer.

27.19 Physikalische Eigenschaften von Gasgemischen

Wenn die Komponenten eines Gasgemisches bekannt sind, lassen sich verschiedene Berechnungen unter Ausnutzung der folgenden Zusammenhänge durchführen.

Molekulare Masse

Molekulare Masse des Gasgemisches = $M_i V_i / 100$

wobei M_i = molekulare Masse der Komponente

wobei V_i = prozentualer Volumenanteil der Komponente

Prozentualer Masseanteil

Prozentualer Masseanteil der Komponente = $V_i M_i / M_{\text{mix}}$

wobei M_{mix} = molekulare Masse des Gasgemisches

Relative Dampfdichte

Relative Dampfdichte des Gasgemisches (bei 0 °C und 1 bar) = M_{mix} / M_a

wobei M_a = molekulare Masse von Luft = 29

Durch Angabe des Volumenanteils der Komponenten in einem Gasgemisch wird in Tabelle 27.7 zum Beispiel gezeigt, wie die molekulare Masse des Gemisches bestimmt werden kann. Das angeführte Beispiel betrachtet die Zusammensetzung eines typischen Erdgases.

Gaskomponente	Prozentualer Volumenanteil (V _i)	Molekulare Masse der Komponente (M _i)	$\frac{M_i V_i}{100}$	Prozentualer Masseanteil
Methan	83,2	16,04	13,35	67,6
Ethan	8,5	30,07	2,56	13,0
Propan	4,4	44,09	1,94	9,8
Butan	2,7	58,12	1,57	7,9
Stickstoff	1,2	28,02	0,34	1,7
	100,00	M _{mix} = 19,76	19,76	100,00

$$\text{Relative Dichte des Gemisches} = \frac{19,76}{29} = 0,681$$

Tabelle 27.7 - Berechnung der molekularen Masse eines Gasgemisches

Dampfdruck der Flüssigkeitsgemische

Das Partialdruckgesetz von Dalton besagt, dass, wenn verschiedene Gase den gleichen Raum ausfüllen würden, jedes Gas sich so verhält, als wäre es allein in dem Raum. Der Druck jedes einzelnen Gases wird als Partialdruck bezeichnet und der Gesamtdruck, der in dem geschlossenen Raum ausgeübt wird, ist die Summe aller Partialdrücke der Komponente.

Nach dem Dalton-Gesetz lässt sich der Sättigungsdampfdruck eines Flüssigkeitsgemisches bei einer bestimmten Temperatur berechnen. Der von dem Dampf einer Flüssigkeitskomponente ausgeübte Partialdruck ist gleich dem Produkt des Sättigungsdampfdrucks dieser Komponente, wenn diese bei der gegebenen Temperatur allein vorherrschen würde, mal dem Molfaktor der Komponente in dem Flüssigkeitsgemisch. Danach ist der Gesamtsättigungsdampfdruck des Gemisches gleich der Summe aller Partialdrücke jeder einzelnen Komponente.

Daraus folgt $P_{mt} = \sum(P_{nt} \times F_n)$

wobei P_{mt} gleich Sättigungsdampfdruck des Flüssigkeitsgemisches (m) bei einer Temperatur (t)

P_{nt} gleich Sättigungsdampfdruck der Komponente (n) bei einer Temperatur (t)

F_n gleich Molenbruch der Komponente (n) in dem Flüssigkeitsgemisch. Das ist die Masse der Komponente dividiert durch die Masse des Gesamtgemisches. In Tabelle 27.7 wird z. B. der Molenbruch des Gasgemisches wie folgt angegeben:—

$$\frac{M_i V_i}{M_{mix} \times 100}$$

Beispiel für ein LPG mit der folgenden Zusammensetzung bei -40 °C :

Komponente (n)	Molebruch des Gemisches (Fn)	Sättigungsdampfdruck der Komponente bei 40 °C (Pnt) (bar)	Teildruck der Komponente bei 40 °C (Pnt x Fn)	Zusammensetzung des Dampfes (Teildruck/Sättigungsdampfdruck des Gemisches x 100) (5 Vol.-%)
Ethan	0,002	7,748	0,0155	1,4
Propan	0,956	1,13	1,0803	97,8
n-Butan	0,030	0,17	0,0051	0,5
i-Butan	0,012	0,284	0,0034	0,3
	<u>1,000</u>		<u>1,1043</u>	<u>100,0</u>
Sättigungsdampfdruck des Gemisches = 1,1043				

Aus dem vorstehenden Beispiel geht hervor, wie eine kleine Menge einer leichtflüchtigen Komponente in dem Flüssigkeitsgemisch den Dampfdruck wesentlich erhöhen kann. Da die Komponenten des Flüssigkeitsgemisches miteinander in Lösung stehen, kann eine Komponente mit niedrigem Siedepunkt, wie z. B. Ethan in dem oben genannten Beispiel, in der Flüssigphase bei Temperaturen bleiben, die weit über dem Siedepunkt des reinen Stoffes liegen. Die Dampfphase enthält jedoch einen höheren Anteil an diesem Stoff mit niedrigem Siedepunkt als das Flüssigkeitsgemisch.

27.20 Blasenbildungspunkte und Taupunkte von Gemischen

Wie in Abschnitt 27.12 beschrieben und in Abbildung 27.10 veranschaulicht, beginnt eine reine Flüssigkeit bei einer Temperatur zu sieden, die vom darüber liegenden Druck abhängt. Bei konstantem Druck siedet die Flüssigkeit bei der gegebenen Temperatur weiter. Durch Abkühlen des überhitzten Dampfes auf den gleichen Druck erreicht der Dampf bei der gleichen konstanten Temperatur den Sättigungsgrad und geht durch Kondensation bei gegebener Temperatur in die flüssige Phase über. Allerdings verhält sich ein Flüssiggasgemisch aufgrund der unterschiedlichen Volatilität seiner Komponenten anders. Der **Blasenbildungspunkt**, oder der echte Dampfdruck (TVP) eines Flüssigkeitsgemisches bei einem bestimmten Druck ist die Temperatur, bei der die Flüssigkeit mit steigender Temperatur beginnt zu sieden.

Der **Taupunkt** eines Dampfes bei einem bestimmten Druck ist die Temperatur, bei der der Dampf mit steigender Temperatur beginnt zu kondensieren. Bei einem Gemisch, dessen flüssige und gasförmige Phasen im Gleichgewicht sind, liegen der Blasenbildungspunkt und der Taupunkt bei unterschiedlichen Temperaturen.

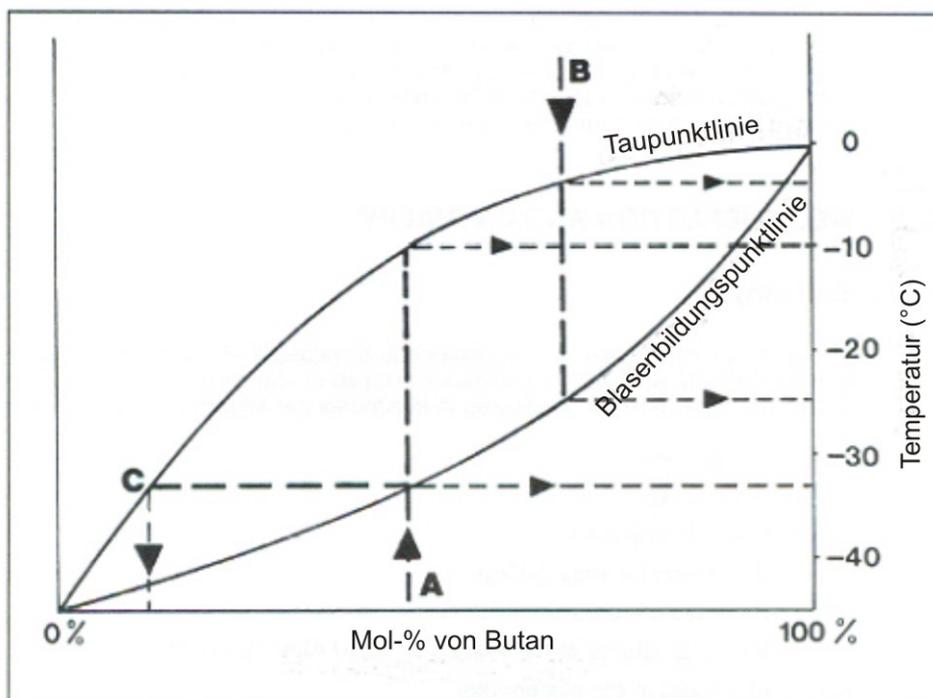


Abbildung 27.17 - Gleichgewichtsdiagramm für Propan-/Butangemische

Dieses Verhalten lässt sich anhand eines Gleichgewichtsdiagramms darstellen. Abbildung 27.17 zeigt ein typisches Beispiel für Propan-/Butangemische. In dem Diagramm werden das Gleichgewicht der dampfförmigen und flüssigen Phasen von Gemischen und der Anteil der weniger flüchtigen Komponente (Butan) in Molprozent dargestellt. Die Gleichgewichtsdaten müssen sich auf einen einzigen Druckwert beziehen, in diesem Fall wurden sie für den atmosphärischen Druck angegeben.

Die beiden Kurven in Abbildung 27.17 stellen die Blasenbildungspunkte und Taupunkte des Gemisches für den Bereich von reinem Propan (null Anteil Butan) bis zu reinem Butan (100 %) dar. Es lässt sich feststellen, dass die Blasenbildungspunkte und Taupunkte an den beiden Endpunkten, die für reines Butan bzw. reines Propan stehen, übereinstimmen. Durch Auswertung des Diagramms wird deutlich, dass ein Flüssigkeitsgemisch mit der Zusammensetzung (A) bei seinem Blasenbildungspunkt von $-32,5\text{ °C}$ zu sieden beginnt, jedoch erst im Gleichgewicht mit seiner Dampfphase vollständig verdampfen kann, vorausgesetzt, dass die Temperatur auf -10 °C ansteigt.

Gleichermaßen beginnt ein Dampfgemisch mit der Zusammensetzung (B) bei seinem Taupunkt von -3 °C zu kondensieren, kann aber nur vollständig kondensieren, wenn die Temperatur auf -25 °C fällt.

Mit Hilfe derartiger Diagramme können auch die unterschiedlichen Anteile der Komponenten eines Flüssigkeitsgemisches im Gleichgewicht mit seinem Dampfgemisch geschätzt werden. Nehmen wir wieder die Flüssigphase einer Zusammensetzung (A) und gehen davon aus, dass diese auf einem Tiefkühltanker bei ihrem anfänglichen Blasenbildungspunkt von $-32,5\text{ °C}$ befördert wird, da die Zusammensetzung der Dampfphase, die im Gleichgewicht mit der Flüssigphase ist, bei dieser Temperatur mit (C) angegeben.

27.21 Rückverflüssigung und Enthalpie

27.21.1 Enthalpie

Die Enthalpie einer Stoffmenge oder Masse ist das Maß für den thermodynamischen Wärmehalt (oder Energie) des Stoffes, unabhängig davon, ob dieser flüssig oder gasförmig oder eine Kombination von beiden ist. Nach dem SI-System wird das Maß in Kilojoule pro Kilogramm angegeben. Die Enthalpie (H) wird beschrieben als:

$$H = U + \frac{PV}{M}$$

wobei H = Enthalpie (kJ/kg)
U = innere Energie (kJ/kg)
P = absoluter Druck (kN/m²)
V = Gesamtvolumen des Systems — Flüssigkeit plus Dampf (m³)
und M = Masse im System (kg)

[Hinweis: Newton = kgm/s²; Joule = kgm²/s²]

Die gesamte innere Energie eines Fluids ist die thermodynamische Energie, die seinem physikalischen Zustand zugeschrieben wird. Sie schließt die fühlbare und latente Wärme sowie kinetische und potenzielle Energie ein. Der Term PV in der vorhergehenden Gleichung bezeichnet die Energie, die innerhalb eines Fluids aufgrund ihres Drucks und Volumens zur Verfügung steht.

Absolute Enthalpiewerte sind im Allgemeinen nicht von praktischem Interesse — es sind die Enthalpieänderungen, die für die thermodynamische Analyse eines Prozesses von Bedeutung sind. Folglich wird die Enthalpie eines Systems in der Regel in Bezug auf den willkürlich gewählten Nullpunkt beschrieben. Da eine Enthalpieänderung die Änderung der Gesamtenergie in einem Fluid, wenn es einen thermodynamischen Prozess durchläuft, beschreibt, ist es eine nützliche Einheit für die Analyse der Energieänderungen. Das gilt insbesondere für zyklische Prozesse wie Kompression, Expansion, Verdampfung oder Kondensation sowie Prozesse, die bei der Rückverflüssigung von Siededämpfen ablaufen. In diesen Prozessen können die Änderungen der kinetischen und potenziellen Energie negiert und somit die Enthalpieänderungen anhand bekannter thermodynamischer Daten berechnet werden. Es gibt tabellarische Darstellungen von Enthalpieänderungen für einige Flüssiggase, aber in vielen Einsatzfällen ist die Darstellung mit dem **Mollier-Diagramm** am verbreitetsten. In einer umfangreichen Grafik werden in dem Mollier-Diagramm viele unterschiedliche Faktoren in Abhängigkeit vom absoluten Druck (logarithmische Skala) und der Enthalpie (lineare Skala) dargestellt. Mollier-Diagramme gibt es für viele Fluids, alle Flüssiggase eingerechnet.

27.21.2 Rückverflüssigung

In Abbildung 27.18 werden die Hauptmerkmale des Mollier-Diagramms für Propan beschrieben. In diesem Diagramm wird die Wärme in Kilojoule angegeben. (Die Enthalpieskala basiert auf einem angenommenen Wert von 419 kJ/kg bei 0 °C in der flüssigen Phase.) Hauptmerkmal des Diagramms ist die gerundete, konische Form des Flüssigkeits-/Dampfgemischbereiches. Diese wird durch die *gesättigte Flüssigkeitslinie* und die *gesättigte Dampflinie*, die sich an der Spitze, dem kritischen Punkt, treffen, umschlossen. Wie zu sehen ist, sind in dem Diagramm auch Linien der konstanten Temperatur, des konstanten Volumens, der konstanten Entropie und der Trockenheitsfraktion eingezeichnet.

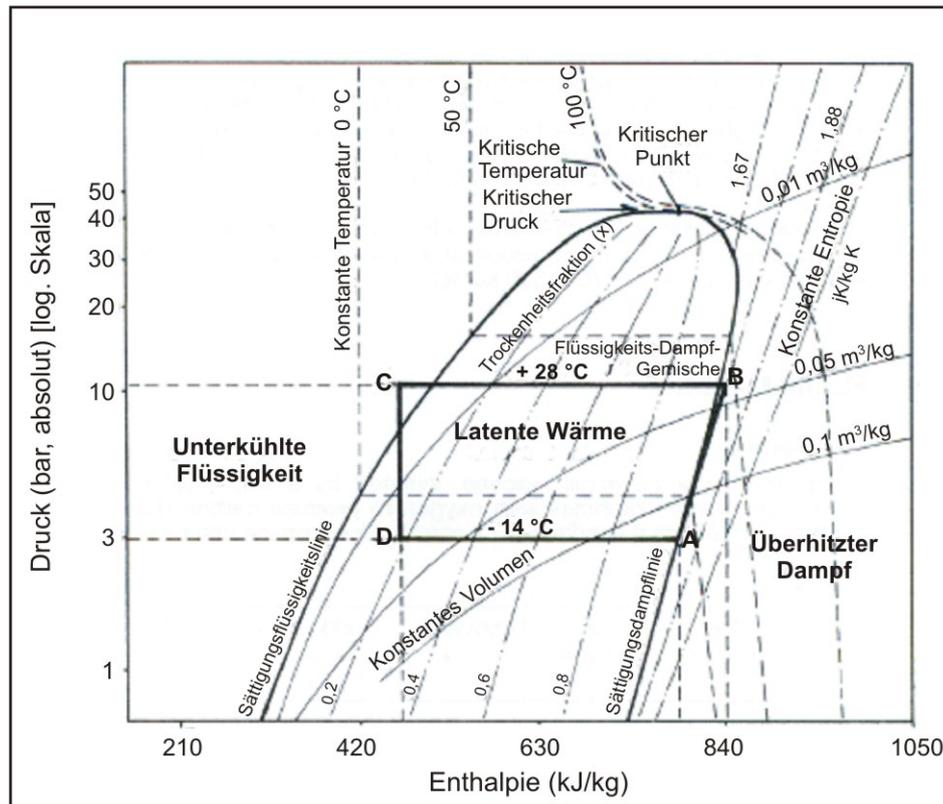


Abbildung 27.18 - Mollier-Diagramm für Propan

Rückverflüssigung

Auf das Mollier-Diagramm ist ein Beispiel für die Druck- und Enthalpieänderungen, die in einem einfachen Rückverflüssigungskreislauf an Bord eines Schiffes stattfinden, aufgetragen. Das beinhaltet den Abdampf von einer mit Kühldruck beaufschlagten Propanladung, die bei 3 bar und -14 °C befördert wird. (Weitere Hinweise auf dieses Beispiel gibt es auch in Abschnitt 27.13 und Abbildung 27.11.) Bei A in dem Diagramm wird der Siededampf aus dem Ladetank abgezogen und bei B auf 10 bar verdichtet. Es wird generell davon ausgegangen, dass die Kompression adiabatisch ist; das bedeutet, dass der Dampf während des Kompressionsvorganges keine Wärme verliert (siehe auch Abschnitt 27.16). Bei einem derartig idealen adiabatischen Vorgang ist die Entropieänderung gleich null und die AB-Linie folgt einer konstanten Entropielinie. Die Enthalpiedifferenz zwischen B und A (ungefähr $840 - 790 = 50\text{ kJ/kg}$) stellt die geleistete Verdichtungsarbeit für den Dampf dar. Es kann auch festgestellt werden, dass die AB-Linie die konstanten Volumenlinien kreuzt; das deutet auf das durch die Kompression kleiner gewordene Volumen hin.

Von B nach C hat der Dampf Wärme entnommen und kondensiert in den flüssigen Zustand. Die Position von C in dem gegebenen Beispiel zeigt, dass der Kondensator einen gewissen Unterkühlungsgrad bei der Flüssigkeit erreicht hat. Die Enthalpieänderung von B nach C (ungefähr $840 - 470 = 370\text{ kJ/kg}$) stellt die durch den Kondensator entzogene Wärme dar.

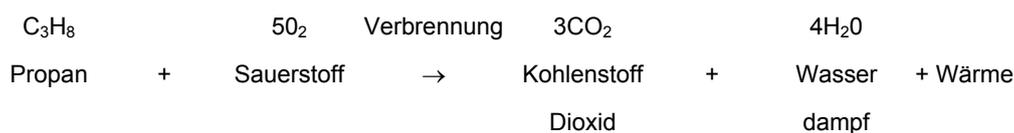
Das Flüssigkondensat wird dann durch ein Regelventil (Expansionsventil) entspannt und bei einem Druck von 3 bar in den Schiffstank zurückgeführt. Bei diesem Verfahren gibt das Kondensat weder Wärme ab noch nimmt es welche auf und somit gibt es keine Enthalpieänderung. Bei dem Entspannungsvorgang stimmt die Änderung der fühlbaren Wärme (Abkühlen) genau mit der zugeflossenen latenten Wärme, die für die Entspannungsverdampfung benötigt wird, überein. Die CD-Linie verläuft daher vertikal und die Position D zeigt die Trockenheitsfraktion von 0,2 für das zurückgeführte Kondensat an: das sind 20 % der Dampfmasse und 80 % der Flüssigkeitsmasse.

Die Gesamtkühlwirkung des Kreislaufes wird mit der Enthalpiedifferenz des vom Kompressor angezogenen Dampfes bei A und des zurückgeführten Kondensats bei D angegeben (ungefähr $790 - 470 = 320$ kJ/kg).

27.22 Entflammbarkeit

Verbrennung

Die Verbrennung ist eine chemische Reaktion, die durch eine Zündquelle eingeleitet wird und bei der sich ein entflammbarer Dampf mit Sauerstoff verbindet, um Kohlendioxid, Wasserdampf und Wärme zu erzeugen. Unter idealen Bedingungen kann die Reaktion für Propan wie folgt beschrieben werden:



Unter bestimmten Bedingungen, z. B. wenn dem Brennstoff kein Sauerstoff zugeführt wird, können auch Kohlenmonoxid oder Kohlenstoff erzeugt werden.

Für eine Verbrennung sind drei Elemente nötig, d. h. ein brennbares Material, Sauerstoff und eine Zündquelle. Außerdem müssen die Anteile von Dampf im Vergleich zu Sauerstoff (oder Luft) innerhalb der Entflammbarkeitsgrenzen des Produkts liegen.

Die durch Verbrennung gebildeten Gase werden durch die Reaktion erwärmt. In offenen Räumen ist die Gasentspannung unbegrenzt und die Verbrennung kann ohne Bildung von übermäßigen Überdrücken fortgesetzt werden. Wenn die Entspannung von heißen Gasen in irgendeiner Weise begrenzt wird, führt das zu einem Ansteigen der Drücke und der Flammenausbreitungsgeschwindigkeit. Das hängt vom Grad der Begrenzung ab. Eine erhöhte Flammengeschwindigkeit hat einen schnelleren Anstieg des Drucks zur Folge, was zu schädlichen Überdrücken führen kann. Selbst im Freien kann die Verbrennung, wenn die Begrenzung durch die umgebenden Rohrleitungen, Anlagen und Gebäude ausreicht, den Charakter einer Explosion annehmen. In engen Räumen wie z. B. in einem Gebäude oder einem Schiffstank, aus denen die Entspannungsgase nicht entweichen können, kann der Innendruck und die Geschwindigkeit, mit der er sich aufbaut, ausreichen, um den Raum oder Behälter zur Explosion zu bringen. Hier ist die Explosion nicht auf eine hohe Verbrennungs- oder Flammenausbreitungsgeschwindigkeit zurückzuführen: sie resultiert eher aus dem hohen Druckstoß, der durch den Bruch des Behälters entsteht.

BLEVE-Explosion

Die BLEVE-Explosion (Dampfexplosion nach Ausdehnung siedender flüssiger Stoffe) entsteht durch das katastrophale Versagen eines Behälters, der eine Flüssigkeit enthält, deren Siedepunkt bei normalem atmosphärischem Druck weit überschritten wurde. Für das Behälterversagen gibt es folgende Gründe: mechanische Beschädigung, übermäßiger Innendruck, Flammenaufprall oder metallurgisches Versagen.

Die verbreitetste Ursache für eine BLEVE-Explosion ist wahrscheinlich, wenn der Tankinnendruck des Behälterinhalts durch ein Feuer erhöht wird und der Flammenaufprall die mechanische Festigkeit verringert; vor allem an dem Teil des Behälters, der nicht durch innere Flüssigkeit gekühlt wird. Das Ergebnis ist, dass der Tank plötzlich reißt und Teile der Behälterwand ziemlich weit fliegen, wobei die mit gewölbten Abschnitten wie z. B. Abschlusskappen, wenn sie mit Flüssigkeit gefüllt sind, wie Raketen gezündet werden. Beim Bersten wird durch die plötzliche Dekompression eine Druckwelle erzeugt und der Druck fällt sofort ab. Zu diesem Zeitpunkt liegt die Temperatur der Flüssigkeit weit über ihrem atmosphärischen Siedepunkt und verdampft somit spontan zu großen Dampfmen gen, die zusammen mit den Flüssigkeitströpfchen nach oben geblasen werden.

Wenn das Gas-/Luftgemisch innerhalb seiner Entflammargrenzen liegt, wird es sich durch das weich gewordene Metall oder das Umgebungsfeuer entzünden und einen Feuerball von gigantischem Ausmaß erzeugen, wobei das plötzlich freigesetzte Gas als weiterer Brennstoff für den steigenden Feuerball dient. Durch den schnell expandierenden Dampf wird eine weitere Druckwelle ausgelöst und eine intensive Wärmestrahlung erzeugt.

Diese BLEVE-Vorfälle sind bei Eisenbahnkesselwagen, Straßenfahrzeugen und an Terminals aufgetreten. Es wurden keine Vorfälle dieser Art von Flüssiggas-Tankschiffen gemeldet. Entsprechend den Gas Codes sind die Druckentlastungsventile so ausgelegt, dass sie ein Umgebungsfeuer verkraften, und das trägt, was die Tanks an Land betrifft, zur Minimierung dieses Risikos bei. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die Möglichkeit, dass ein Feuer in einem geschlossenen Raum unterhalb eines druckbeaufschlagten Schiffstanks ausbricht, viel geringer ist, als bei einem gleichwertigen Tank an Land. Das minimiert die Möglichkeit eines Umgebungsfeuers auf einem Tankschiff und schließt die Möglichkeit einer BLEVE-Explosion auf einem Gastankschiff fast aus.

Entflammbarkeitsbereich

Der Begriff Entflammbarkeitsbereich bezieht sich auf ein Maß, das den Anteil des für die Verbrennung benötigten entflammaren Dampfes in der Luft beschreibt. Der Entflammbarkeitsbereich wird durch die Mindest- und Höchstkonzentrationen (Vol.-%) der entflammaren Dampf-Luft-Gemische festgelegt. Die unteren und oberen Grenzen werden in der Regel mit UEG (untere Explosionsgrenze) und OEG (obere Explosionsgrenze) abgekürzt. Dieser Begriff wird in Abbildung 27.19 für Propan veranschaulicht.

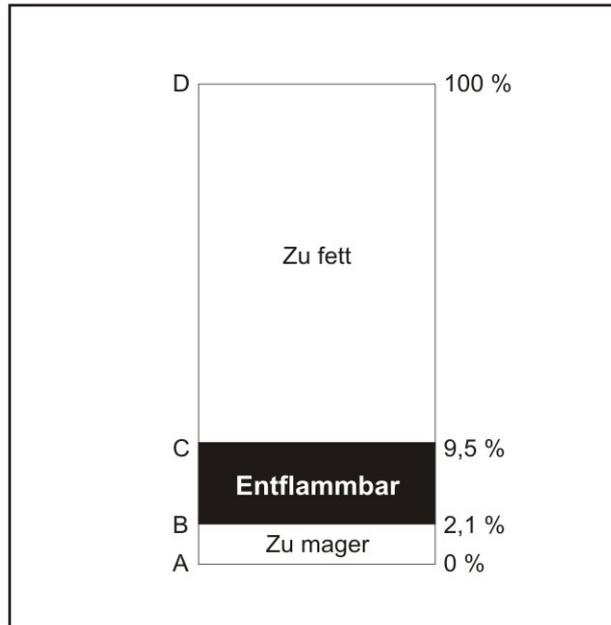


Abbildung 27.19 - Entflammbarkeitsbereich für Propan

Alle Flüssiggase, mit Ausnahme von Chlor und CO₂, sind entflammbar, aber die Grenzen des Entflammbarkeitsbereiches variieren in Abhängigkeit von dem jeweiligen Gas. Diese sind in Tabelle 27.8 zusammengefasst. Der Entflammbarkeitsbereich von Dampf wird durch einen höheren Sauerstoffanteil als normalerweise in Luft enthalten ist erweitert. In diesen Fällen ändert sich die untere Explosionsgrenze geringfügig, während die obere Explosionsgrenze stark angehoben wird. In Tabelle 27.9 werden die Entflammbarkeitsbereiche in Luft und Sauerstoff für Propan, n-Butan und Vinylchlorid verglichen. Alle entflammbaren Dämpfe haben diese Eigenschaft, und folglich sollte der Atmosphäre normalerweise kein Sauerstoff zugeführt werden, wenn diese entflammbare Dämpfe enthält.

Flüssiggas	Flammpunkt (°C)	Entflammbarkeitsbereich (Vol.-% in Luft)	Selbstentzündungstemperatur (°C)
Methan	- 175	5,3 – 14	595
Ethan	- 125	3,0 – 12,5	510
Propan	- 105	2,1 – 9,5	468
n-Butan	- 60	1,5 – 9,0	365
i-Butan	- 76	1,5 – 9,0	500
Ethylen	- 150	3,0 – 34,0	453
Propylen	- 108	2,0 – 11,1	453
α-Butylen	- 80	1,6 – 10	440
β-Butylen	- 72	1,6 – 10	465
Butadien	- 60	1,1 – 12,5	418
Isopren	- 50	1,1 – 9,7	220
Vinylchlorid	- 78	4,0 – 33,0	472
Ethylenoxid	- 18	3,0 – 100	429
Propylenoxid	- 57	14 – 28	465
Ammoniak	- 57	14 – 28	615
Chlor	Nicht entflammbar		
Kohlendioxid (CO ₂)	Nicht entflammbar		

Tabelle 27.8 - Zündeigenschaften von Flüssiggasen

	Entflammbarkeitsbereich (Vol.-%)	
	(in Luft)	(in Sauerstoff)
Propan	2,1 – 9,5	2,1 – 55,0
n-Butan	1,5 – 9,0	1,8 – 49,0
Vinylchlorid	4,0 – 33,0	4,0 – 70,0

Tabelle 27.9 - Entflammbarkeitsbereich einiger Flüssiggase in Luft und Sauerstoff

Flammpunkt

Der Flammpunkt einer Flüssigkeit ist die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit genügend Dampf entwickeln kann, um eine entflammbare Mischung mit Luft zu bilden. Flüssigkeiten mit hohen Dampfdrücken wie z. B. Flüssiggase haben extrem niedrige Flammpunkte, wie aus Tabelle 27.8 hervorgeht. Allerdings sind ungeachtet dessen, dass Flüssiggase niemals bei Temperaturen unterhalb ihres Flammpunktes befördert werden, Dampf Räume über Ladungen dieser Art nicht entflammbar, da sie komplett mit Ladungsdampf gefüllt sind und somit sicher über der oberen Explosionsgrenze liegen.

Selbstentzündungstemperatur

Die Selbstentzündungstemperatur eines Stoffes ist die Temperatur, auf die sein Dampf-Luft-Gemisch erwärmt werden muss, um sich selbst zu entzünden. Die Selbstentzündungstemperatur hängt nicht vom Dampfdruck oder Flammpunkt dieses Stoffes ab und, da die wahrscheinlichsten Zündquellen Flammen und Funken von außen sind, ist es eher der Flammpunkt als die Selbstentzündungstemperatur, die zur Klassifizierung der Entflammbarkeit von gefährlichen Stoffen verwendet wird. Dennoch lohnt es sich die Selbstentzündungstemperatur zu erwähnen, wenn es um freigesetzten Dampf in Verbindung mit angrenzenden Dampfrohren oder heißen Oberflächen geht. Eine entsprechende Aufstellung ist in Tabelle 27.8 enthalten.

Zündenergie

Zufällige Zündquellen für entflammbare Dämpfe können Flammen, Reibungsfunken (durch Schlagen von Metall auf Metall) und Lichtbögen oder elektrische Funken sein. Die minimale Zündenergie, die für Kohlenwasserstoffdämpfe benötigt wird, ist sehr niedrig, insbesondere, wenn die Dampfkonzentration sich in der Mitte des Entflammbarkeitsbereichs befindet. Die minimale Zündenergie für entflammbare Dämpfe in Luft beträgt normalerweise weniger als ein Millijoule. Dieser Energiewert wird von jeder sichtbaren Flamme, von den meisten elektrischen Funken und von jeder elektrostatischen Entladung weit unterschritten, bis auf den untersten Wert, der durch menschlichen Kontakt feststellbar ist. Steigt der Sauerstoffanteil in der Luft über seinen normalen Wert, wird die minimale Zündenergie herabgesetzt.

Nur entflammbare Ammoniakgemische haben minimale Zündenergien, die außerhalb dieses typischen Bereichs liegen. Ammoniak benötigt Energie, die das 600-fache des Energiebedarfs, den andere Gase zum Zünden benötigen, ausmacht. Dennoch kann die Möglichkeit, dass sich Ammoniakdämpfe entzünden, nicht ganz ausgeschlossen werden.

Entflammbarkeit innerhalb der Dampfwolken

Sollte ein Flüssiggas in einen offenen Raum austreten, wird die Flüssigkeit schnell verdampfen und eine Dampfwolke bilden (siehe auch Abschnitt 27.12.2), die sich allmählich in Windrichtung verflüchtigt. Die Dampfwolke oder Dampffahne ist nur über einen Teil ihres Bereichs entflammbar. Die Situation wird in Tabelle 27.20 dargestellt.

Der Bereich (B), der unmittelbar an die verschmutzte Fläche (A) angrenzt, ist nicht entflammbar, da es sich hier um ein fettes Gemisch handelt. Der Sauerstoffanteil ist zu gering, um sich zu entzünden. Der Bereich (D) ist auch nicht entflammbar, da das Gemisch zu mager ist; d. h. es enthält zu wenig Dampf, um sich zu entzünden. Die entflammbare Zone liegt zwischen diesen beiden Bereichen und wird mit (C) bezeichnet.

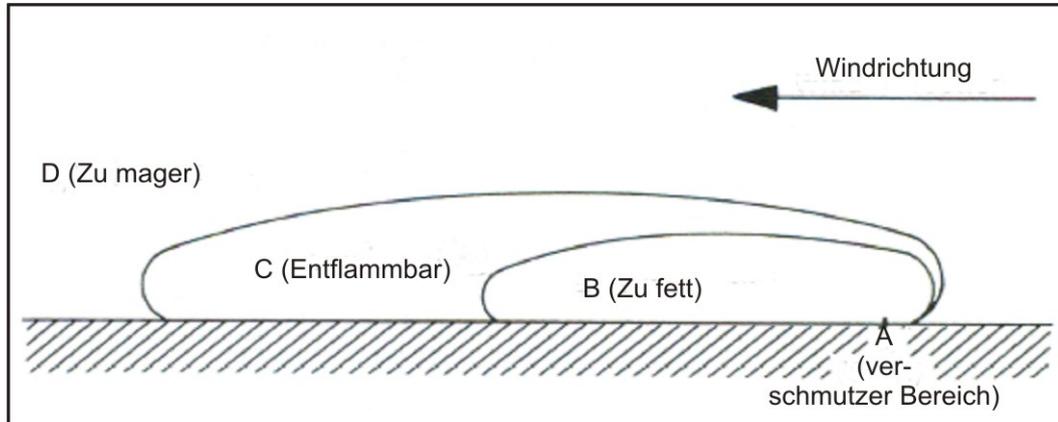


Abbildung 27.20 - Bereiche mit entflammaren Dämpfen — ausgelaufenes Flüssiggas

27.23 Unterdrückung der Entflammbarkeit durch Inertgas

Während eine höhere Sauerstoffkonzentration in einem entflammaren Gemisch bedeutet, dass der Entflammbarkeitsbereich größer und weniger Zündenergie benötigt wird, bedeutet weniger Sauerstoff, dass der Entflammbarkeitsbereich kleiner wird und die minimale Zündenergie erhöht werden muss. Wenn der Sauerstoffanteil auf ein angemessenes Maß reduziert wird, wird das Gemisch nicht entflammbar, unabhängig von dem brennbaren Dampfgehalt. In Abbildung 27.21 wird dieser Begriff für typische Kohlenwasserstoffgasgemische mit Luft und Stickstoff veranschaulicht. Die Gemische sind auf der horizontalen Achse durch den prozentualen Sauerstoffgehalt in dem Gesamtgemisch dargestellt. Das Diagramm enthält viele nützliche Informationen. Die Einschränkung des Entflammbarkeitsbereichs mit Verringerung des Sauerstoffgehalts wird durch die Form des als *entflammbar* gekennzeichneten Bereichs deutlich. Es wird auch klar, dass ein Sauerstoffgehalt unterhalb des am linken äußeren Ende des Entflammbarkeitsgrenzbereichs bedeutet, dass das Gemisch nicht entflammbar ist. Dieser Wert beträgt für die meisten Kohlenwasserstoffdämpfe ca. 10 bis 12 Vol.-%. Auf einem Gastankschiff werden jedoch für eine nicht entflammbare Atmosphäre weniger als 5 Vol.-% (manchmal 2 Vol.-%) Sauerstoff benötigt. Damit wird einem schlechten Mischgrad und verbleibenden Gaseinschlüssen in einigen Tankbereichen Rechnung getragen.

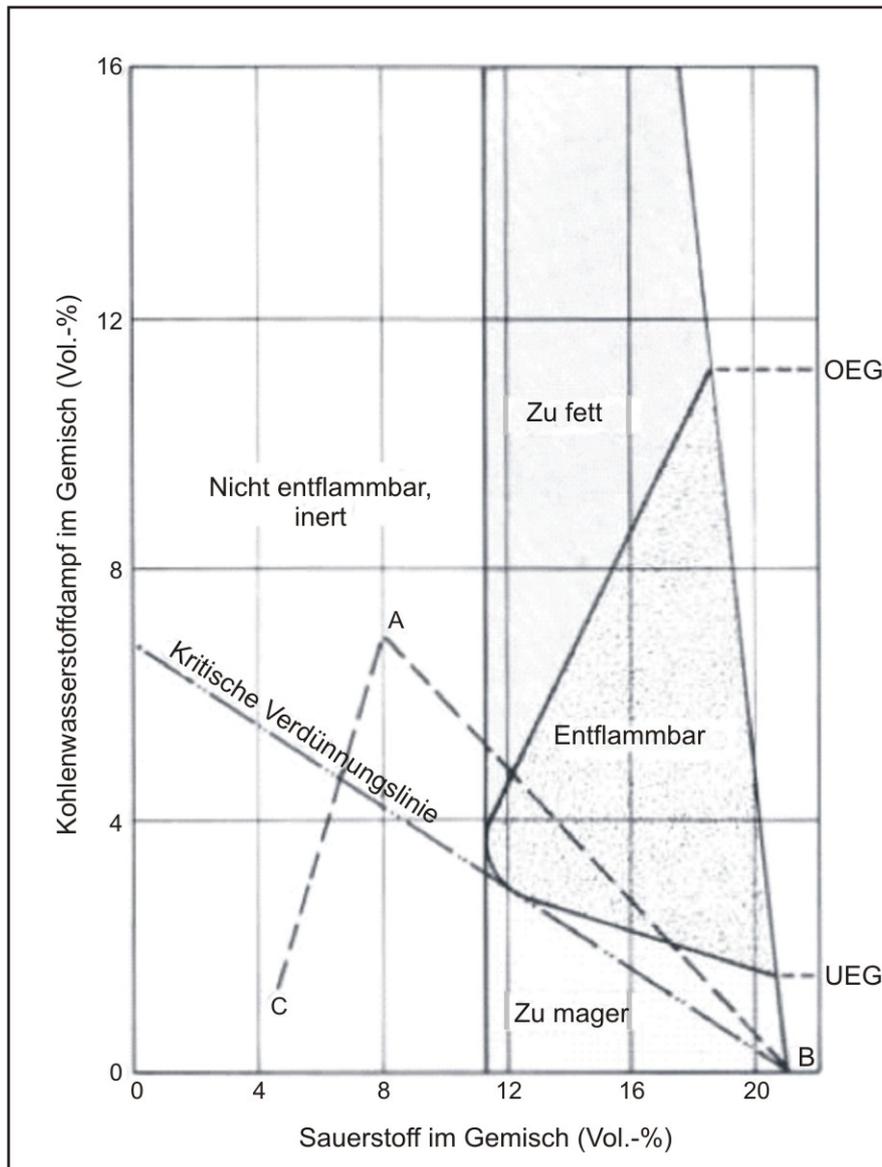


Abbildung 27.21 - Entflammbarkeitsgrenzen von Luft- und Stickstoff-Gasgemischen

Das Diagramm dient auch zur Veranschaulichung von adäquaten Inertisierungs- und Entgasungsverfahren. Es wird zum Beispiel angenommen, dass eine Tankatmosphäre in Punkt A bestimmt wird. Wenn der Tank dann direkt mit Luft entgast wird, wird sich die Zusammensetzung der Tankatmosphäre entlang der AB-Linie bis zu dem absolut gasfreien Zustand in Punkt B bewegen. Dabei durchläuft die Atmosphäre den entflammaren Grenzbereich. Das kann vermieden werden, indem zuerst der Tank entlang der, sagen wir, AC-Linie bis zu einem Punkt unterhalb der kritischen Verdünnungslinie inertisiert wird. Dann kann bis Punkt B belüftet werden, ohne dass die Tankatmosphäre den entflammaren Grenzbereich passieren muss. Dieses Ergebnis kann nur sicher erzielt werden, wenn regelmäßig Messungen mit Hilfe entsprechend geeichter Messgeräte durchgeführt werden, um die Atmosphäre in dem gesamten Tank in den verschiedenen Stufen bewerten zu können. Bei diesem Prozess ist es wichtig, angemessene Sicherheitsgrenzwerte zugrunde zu legen, da die Form des entflammaren Grenzbereichs für Gemische schlecht definiert ist und alle nichthomogenen Zustände der Tankatmosphäre berücksichtigt werden müssen. Auch die unterschiedlichen Entflammbarkeitsgrenzbereiche der verschiedenen Gase müssen in Betracht gezogen werden (siehe Tabelle 27.8).

27.24 Zündquellen

In diesem Zusammenhang wird auf Abschnitt 4.2 verwiesen, in dem Informationen über die Kontrolle von potenziellen Zündquellen enthalten sind.

Kapitel 28

GEFÄHRDUNGEN DURCH GASE

Der Schwerpunkt dieses Kapitels ist die Qualität der Atmosphäre, der das Personal ausgesetzt werden darf. Neben dem Risiko für das Personal, das mit giftigen Kohlenwasserstoffdämpfen in Berührung kommt, wird auch auf die Frage des Sauerstoffmangels eingegangen. Es werden Verfahren zur Prüfung der Atmosphäre beschrieben.

28.1 Risiken beim Umschlag

Alle Gastankschiffe sind so ausgelegt, dass das Personal im Normalbetrieb den Gefährdungen, die die beförderten Ladungen darstellen, nicht ausgesetzt ist. Das setzt natürlich voraus, dass das Schiff und dessen Ausrüstungen ordnungsgemäß gewartet und die Betriebsanweisungen befolgt werden.

Bei versehentlichen Leckverlusten, Sonderprüfungen oder Wartungsaufgaben kann es sein, dass das Personal mit flüssigen oder gasförmigen Produkten in Berührung kommt. Dieses Kapitel soll einen Überblick über die Gesundheits- und Sicherheitsrisiken geben, die mit diesen Umständen verbunden sind, und Möglichkeiten aufzeigen, wie diese Gefährdungen vermieden werden können.

Für die allgemeine Vorgehensweise zur Vermeidung von Risiken für das Personal gilt, dass immer folgende Reihenfolge eingehalten wird:

- Gefahrenbeseitigung
- Gefahrenkontrolle, und erst dann
- Vertrauen in den persönlichen Schutz.

Diese Aufzählung empfiehlt, sich nur auf den persönlichen Schutz zu verlassen, nachdem festgestellt wurde, dass sich die Gefahrenbeseitigung oder Gefahrenkontrolle nicht realisieren lassen.

Eine wichtige Voraussetzung ist die gründliche Schulung des gesamten Personals. Die effektive Beaufsichtigung aller Aufgaben in Verbindung mit den Gefahren ist ebenfalls lebenswichtig. Schulungen sollten über die Grundanweisungen für die Benutzung der Geräte oder Durchführung von Maßnahmen hinausgehen und auch auf die Art der Gefährdungen eingehen, auch auf die, die nicht immer gleich offensichtlich sind. Allgemein gesagt, die Gefährdungen durch Flüssiggase oder deren Dämpfe können fünfmal so groß sein. Auf diese Gefährdungen wird in diesem Kapitel später näher eingegangen. Die wesentlichen Komponenten werden jedoch im Folgenden aufgelistet:

- Entflammbarkeit - siehe Abschnitt 28.2.
- Toxizität (Giftigkeit) - siehe Abschnitt 28.3.1.
- Asphyxie (Ersticken) - siehe Abschnitt 28.3.2.
- Niedrigtemperatur (Erfrieren) - siehe Abschnitt 28.4.
- Chemische Verbrennungen - siehe Abschnitt 28.5.

In Kapitel 27 werden die Eigenschaften der Flüssiggase, die normalerweise befördert werden, beschrieben. Außerdem enthalten die Materialsicherheitsdatenblätter ausführliche Gesundheits- und Sicherheitsdaten zu den Produkten. Die Risiken der Entflammbarkeit, Niedrigtemperatur und Asphyxie gelten für nahezu alle Flüssiggasladungen. Die Gefahr der Toxizität und chemischen Verbrennungen trifft dagegen nur auf einige von ihnen zu.

Tabelle 28.1 enthält eine Aufstellung der wichtigsten Flüssiggase sowie der mit ihnen verbundenen Gefährdungen durch Toxizität und Entflammbarkeit. Sofern zutreffend, werden Gefährdungen durch Asphyxie ebenfalls in der Spalte 'TLV-Werte' vermerkt. Das gilt jedoch nur, wenn das Gas eine Erstickungsgefahr darstellt, aber keine toxische Wirkung oder nur eine begrenzte toxische Wirkung vermerkt wurde.

Die Tabelle ist horizontal durch eine Doppellinie unterteilt. Bei den Produkten oberhalb der Linie handelt es sich überwiegend um Kohlenwasserstoff-Flüssiggase und unterhalb der Linie überwiegend um chemische Gase. Es sei angemerkt, dass die chemischen Gase zu stärkeren toxischen Wirkungen neigen.

Ladungsdampf in der Luft				Toxische Wirkungen des Dampfes bzw. der Flüssigkeit	
Stoff	Entflammbar	Giftig	Typischer TLV – TWA-Wert (ppm)	Ätzend/reizend	Wirkungen auf das Nervensystem
Methan	Ja	-	A	Nein	-
Ethan	Ja	-	A	Nein	Ja
Propan	Ja	-	A	Nein	Ja
Butan	Ja	-	600	Nein	Ja
Ethylen	Ja	-	A	Nein	Ja
Propylen	Ja	-	A	Nein	Ja
Butylen	Ja	-	800	Nein	Ja
Isopren	Ja	-	Kein Eintrag	Nein	Ja
Butadien	Ja	Ja	10	Ja	Ja
Ammoniak	Gering	Ja	25	Stark	-
Vinylchlorid	Ja	Ja	5	Ja	Ja
Ethylenoxid	Ja	Ja	10	Stark	Ja
Propylenoxid	Ja	Ja	50	Stark	Ja
Chlor	Nein	Ja	25	Stark	Stark

Gase, die in der Spalte 'TLV' mit 'A' gekennzeichnet sind, haben keine dokumentierten TLV-Werte. Diese Gase sind relativ ungiftig. Sie sind als Erstickungsgase bekannt und wirken tödlich, wenn ihre Konzentration in Luft so groß ist, dass sie den zum Leben benötigten Sauerstoff verdrängen (siehe 28.3.2)

Tabelle 28.1 - Gesundheitsdaten - Ladungsdampf

Die letzten beiden Spalten der Tabelle zeigen die schädliche Wirkung eines Flüssiggases auf den Menschen. Allgemein lassen sich die anfänglichen toxischen Wirkungen auf den menschlichen Körper als ätzend oder narkotisierend (Wirkungen auf das Nervensystem) beschreiben. In bestimmten Fällen können beide Wirkungen auftreten. Die Wirkung von ätzenden Verbindungen kann je nach Exposition und Toxizität stärker oder schwächer sein. Bei einer schwächeren Wirkung können sich leichte Reizungen der Haut, Augen und Schleimhaut bemerkbar machen. In einem ernsteren Fall können zum Beispiel die Lungen geschwächt werden. Bei Exposition gegenüber narkotisierenden Gasen ist anfangs vor allem das Nervensystem betroffen. Hierbei kann es zu starker Desorientierung und mentaler Verwirrung kommen. Die ätzenden und narkotisierenden Wirkungen sind beachtenswert. Sie helfen dabei festzustellen, welchem Gas eine Person ausgesetzt war, und außerdem, was die richtige medizinische Versorgung ist (siehe Abschnitt 28.3.3).

Ladungsspezifische Inhibitoren				Toxische Wirkungen	
Stoffe	Entflammbar	Giftig	Typische TLV-TWA-Werte (ppm)	Ätzend/reizend	Wirkungen auf das Nervensystem
Hydroquinon	Gering	Ja	1	Stark	Ja
Tert-Butyl-Catechin	Gering	Ja	-	Stark	-

Tabelle 28.1(a) - Gesundheitsdaten - Ladungsspezifische Inhibitoren

Tabelle 28.1(a) enthält ähnliche Informationen wie Tabelle 28.1, schließt aber das Gefährdungspotenzial der ladungsspezifischen Inhibitoren ein. Informationen zu den verschiedenen Inhibitoren, die für bestimmte Ladungen verwendet werden, werden in Abschnitt 27.8 gegeben.

Stoff	Erfrierungen	Chemische Verbrennungen
Methan	Ja	-
Ethan	Ja	-
Propan	Ja	-
Butan	Ja	-
Ethylen	Ja	-
Propylen	Ja	-
Butylen	Ja	-
Isopren	Ja	-
Butadien	Ja	-
Ammoniak	Ja	Ja
Vinylchlorid	Ja	-
Ethylenoxid	Ja	Ja
Propylenoxid	Ja	Ja
Chlor	Ja	Ja

Tabelle 28.2 - Zusätzliche Gesundheitsdaten - Inhibitoren für Flüssigladungen
(Auswirkungen auf den menschlichen Organismus)

Diese Informationen werden in Abschnitt 28.4 und 28.5 näher erläutert.

28.2 Entflammbarkeit

28.2.1 Operative Aspekte

Der einzige äußerst riskante Aspekt bei Flüssiggasen ist die Entflammbarkeit ihrer Dämpfe. Bei der Schiffskonstruktion werden große Anstrengungen unternommen, um wirksame Sicherheitsbehälter für die Ladung zu entwickeln und das Austreten von Dämpfen in die Atmosphäre zu vermeiden. Außerdem haben Tankschiffe und Terminals Konstruktionsvorgaben für elektrische Ausrüstungen, um sicherzustellen, dass es in den genau definierten Betriebsbereichen keine derartigen Zündquellen gibt. Darüber hinaus sollten in dem Arbeitsumfeld von Schiff und Terminal Betriebsverfahren eingesetzt werden, bei denen andere potenzielle Zündquellen, wie in Abschnitt 27.24 beschrieben, ausgeschaltet und in Bereiche außerhalb der Sicherheitsabstände verlagert werden (siehe auch Abschnitt 28.2.2).

Alle Flüssiggase, die als Massengut auf den Binnenwasserstraßen transportiert werden, mit Ausnahme von Chlor und CO₂, sind entflammbar. Die Dämpfe der anderen Flüssiggase sind leicht entzündbar. Eine Ausnahme bildet Ammoniak, das viel mehr Zündenergie benötigt als andere entflammbare Dämpfe. Folglich sind Brände durch ausgelaufenes Ammoniak weniger wahrscheinlich als durch andere Ladungen. In der Praxis ist es jedoch üblich, die Entzündung von Ammoniak als Möglichkeit in Erwägung zu ziehen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

28.2.2 Aspekte eines Notfalls

Aufgrund der sehr schnellen Verdampfung von ausgetretenen Flüssiggasen breitet sich der entflammbare Dampf viel stärker aus, als es bei einem ähnlichen Fall wäre, bei dem Öl ausläuft. Die Zündgefahr bei ausgetretenem Flüssiggas ist daher viel größer. Aus diesem Grund richten viele Terminals zündfreie Zonen um die Liegeplätze herum ein. Die Größe dieser Zonen wird nach einer Risikoanalyse festgelegt, bei der die örtlichen Bedingungen und die Abmessungen der Gaswolke, die gebildet werden könnte, berücksichtigt werden. Zur Ermittlung der Größe einer solchen Wolke muss zuerst die größte anzunehmende Menge der Ladungsverluste geschätzt werden. Die Schätzung kann auf verschiedene Weise durchgeführt werden und es stehen zahlreiche Verfahren zur Verfügung. Ein vereinfachtes Verfahren ist in der SIGTTO-Publikation *Guidelines for Hazard Analysis* beschrieben. Im Ergebnis dieser Schätzungen an den Landebrücken wird oft die Notwendigkeit von Sicherheitsabständen in der Größenordnung von mehreren hundert Metern deutlich.

Die Gefahren für das Personal beim Löschen von Ölbränden sind bekannt; sie treffen auch allgemein auf Brände von Flüssiggasen zu. Es gibt jedoch einige Unterschiede, auf die hingewiesen werden soll (siehe Abschnitt 27.22, 27.23 und 27.24). Die Strahlung durch Flüssiggasbrände kann aufgrund der Schnelligkeit der Dampfbildung intensiv sein und eine Brandbekämpfung sollte nur versucht werden, wenn das Personal eine für diesen Zweck geeignete Schutzkleidung trägt.

28.3 Luftmangel

28.3.1 Toxizität

Allgemein

Die Toxizität ist die Eigenschaft eines Stoffes, Schäden an lebendem Gewebe hervorzurufen und das Nervensystem anzugreifen. Wird ein gefährliches Gas oder eine gefährliche Flüssigkeit eingeatmet, oral aufgenommen oder über die Haut absorbiert, können Unwohlsein und in Extremfällen auch der Tod die Folge sein. (Die Begriffe 'toxisch' und 'giftig' können generell als Synonyme betrachtet werden.)

Einige Flüssiggase haben eine toxische Wirkung, insbesondere wenn die Dämpfe eingeatmet werden. Ammoniak, Chlor, Ethylenoxid und Propylenoxid haben auch eine stark ätzende Wirkung auf die Haut. Vinylchlorid ist als Krebserreger bekannt und bei Butadien besteht der Verdacht auf ähnlich schädliche Wirkungen.

Bei unvollständiger Verbrennung von Kohlenwasserstoffdämpfen kann das toxische Gas Kohlenmonoxid gebildet werden, das in Inertgas in Mengen vorkommt, die je nach Verbrennungsqualität des Generators variieren. Durch Verbrennung von Vinylchlorid kann toxisches Carbonylchlorid (auch Phosgen genannt) entstehen.

Viele Stoffe können wie Gifte wirken und Personen können diese über verschiedene Wege aufnehmen. Infolge dessen hat sich die Toxikologie in verschiedene Fachgebiete aufgeteilt und eines davon ist die industrielle Toxikologie. Dieses Gebiet befasst sich mit den Wirkungen von chemischen Stoffen in der Luft oder auf den Körper.

Toxische Stoffe werden häufig nach einem Toxizitätsbewertungssystem eingestuft. Ein Beispiel für eine Bewertungsskala wird im Folgenden gegeben:

Unbekannt, Produkte, für die zu wenige Informationen über die Toxizität vorliegen;

Nicht toxisch, Produkte, die (bei bestimmungsgemäßen Gebrauch) keine schädliche Wirkung haben oder nur eine toxische Wirkung haben, weil sie überdosiert wurden;

Leicht toxisch, Produkte, die nur leichte Wirkungen auf der Haut, Schleimhaut oder anderen Körperorganen hervorrufen;

Geringfügig toxisch, Produkte, die nach kurzzeitiger oder dauerhafter Exposition geringfügige Wirkungen auf der Haut, Schleimhaut oder anderen Körperorganen hervorrufen; und,

Stark toxisch, Produkte, die nach kurzzeitiger oder dauerhafter Exposition lebensbedrohlich sind oder dauerhafte körperliche Schäden oder Deformationen hervorrufen.

Zusammenfassend können toxische Stoffe eine oder mehrere der folgenden Wirkungen zeigen:

1. **Dauerhafte Schädigungen des Körpers:** bei einigen Chemikalien können so starke Schädigungen eintreten. Vinylchlorid ist eine bekannte für den Menschen krebserregende Substanz bekannt, und bei Butadien besteht der Verdacht auf ähnliche Wirkungen.
2. **Narkotika:** ein Patient, der unter der Wirkung eines Narkosemittels steht, kann die Gefahren um sich herum nicht wahrnehmen. Die Narkose beeinträchtigt das Nervensystem aus. Die Empfindungen werden gedämpft, Körperbewegungen werden schwerfällig und normales Denken ist nicht mehr möglich. Bei längerer Einwirkung des Narkosemittels kann es zur Bewusstlosigkeit kommen.
3. **Ätzung/Reizung** der Haut, Lungen, des Halses und der Augen.

Expositionsgrenzwerte (TLV-Werte)

Bei der Untersuchung der Toxizität werden Faktoren berücksichtigt wie z. B.:

- Expositionsdauer.
- Art der Aufnahme, d. h. durch Einatmen, Einnahme oder über die Haut.
- Belastung der Person, und
- Toxizität des Produkts.

Als Richtlinie für die zulässigen Dampfkonzentrationen in der Luft, wie sie z. B. bei Terminaloperationen auftreten können, haben verschiedene staatliche Behörden Systeme für Expositionsgrenzwerte (TLV-Werte) veröffentlicht. Diese Systeme decken viele toxische Stoffe ab, mit denen die Gasindustrie zu tun hat. Die veröffentlichten TLV-Werte werden in der Regel in ppm (Teile pro Million Dampf in Luft bezogen auf das Volumen) angegeben, können aber auch in mg/m^3 (Milligramm Stoff pro Kubikmeter Luft) angegeben werden.

Tabelle 28.1 enthält eine Auflistung der Grenzwerte für die maximal zulässigen Arbeitsplatzkonzentrationen (TLV-TWA-Werte) (siehe Begriffsbestimmung unten) der wichtigsten Flüssiggase. Diese dienen zur Veranschaulichung und sind eine Hilfe bei der Ermittlung der relativen Toxizität von Dämpfen. Es muss jedoch respektiert werden, dass die Anwendung spezifischer TLV-Werte am Arbeitsplatz Sache des Fachmanns ist. Es reicht nicht aus, den Sicherheitswert zu kennen; die resultierende Wirkung auf den Körper muss auch verstanden werden.

Das meist zitierte TLV-System ist das der *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH). Die TLV-Systeme, die von Beratungsgremien anderer Länder veröffentlicht wurden, haben in der Regel eine ähnliche Struktur. Die TLV-Werte der meisten Systeme werden jährlich neu veröffentlicht und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse aktualisiert. Es ist Aufgabe des Managements, das Betriebspersonal über die letzte Ausgabe dieser Werte zu informieren.

Das ACGIH-System enthält folgende drei Kategorien von TLV-Werten, die die Konzentration in der Luft definieren, von denen angenommen wird, dass das Personal diesen unter bestimmten Bedingungen ohne schädliche Wirkung ausgesetzt sein kann:

- (1) TLV-TWA-Wert Dieser Wert definiert die zeitgewichtete mittlere Konzentration. Das ist die Konzentration des Dampfes in der Luft, der ein Arbeiter bei einem 8-Stunden-Tag bzw. einer 40-Stunden-Woche in seinem ganzen Arbeitsleben ausgesetzt sein kann. Das ist der meistzitierte TLV-Wert. Er gibt die geringste Konzentration (im Vergleich zu (2) und (3) unten) an und wird in Tabelle 28.1 erläutert.
- (2) TLV-STEL-Wert. Das ist der Grenzwert für eine kurzzeitige Exposition. Er gibt die maximal zulässige Dampfkonzentration in Luft für einen Zeitraum von bis zu 15 Minuten an, wobei höchstens vier Expositionen am Tag zulässig sind und mindestens eine Stunde zwischen den Expositionen liegen muss. Der Wert ist immer größer als (1), ist aber nicht für alle Dämpfe angegeben.
- (3) TLV-C-Wert. Das ist der Höchstwert der Dampfkonzentration in Luft, der zu keiner Zeit überschritten werden darf. Nur Stoffe, die vorwiegend schnell reagieren, haben einen TLV-C-Wert. Von den Hauptflüssiggasen wurde nur den Produkten mit höherer Toxizität, wie z. B. Ammoniak und Chlor, ein solcher Wert zugeordnet.

Wie bereits zuvor in diesem Abschnitt erklärt, sollten die TLV-Werte nicht als absolute Trennlinie zwischen sicheren und gefährdenden Bedingungen verstanden werden. Es hat sich in der Praxis stets bewährt, alle Dampfkonzentrationen so niedrig wie möglich zu halten, um die Exposition des Personals zu begrenzen. Es sollte daran erinnert werden, dass die örtlichen gesetzlichen Vorschriften in einigen Ländern abweichen und das darf nicht ignoriert werden.

28.3.2 Asphyxie (Ersticken)

Zum Überleben braucht der menschliche Körper Luft mit einem normalen Sauerstoffgehalt von ca. 21 %. Eine gasfreie Atmosphäre mit einem etwas geringeren Sauerstoffgehalt kann jedoch für eine gewisse Zeit ausreichen, ohne negative Wirkungen zu zeigen. Die Empfindlichkeit von Personen gegenüber geringeren Sauerstoffwerten ist unterschiedlich, unterhalb von ca. 19 % kann es jedoch schnell zu Beeinträchtigungen der Bewegungen und mentalen Verwirrung kommen. Diese mentale Verwirrung ist besonders gefährlich, da der Betroffene möglicherweise nicht in der Lage ist, seine missliche Lage richtig einzuschätzen. Daher ist die eigenständige Flucht von einem gefährdeten Ort nicht immer möglich. Bei Werten unterhalb von 16 % tritt schnell eine Bewusstlosigkeit ein und als Folge können, wenn der Betroffene nicht schnell genug weggebracht wird, dauerhafte Hirnschäden und sogar Tod eintreten.

Im Allgemeinen ist ein derartiges Problem auf geschlossene Räume begrenzt. Sauerstoffmangel in einem geschlossenen Raum kann unter den folgenden Bedingungen eintreten:

- wenn große Mengen **Ladungsdampf** vorhanden sind;
- wenn große Mengen **Inertgas oder Stickstoff** vorhanden sind, und
- wenn die Tankinnenflächen **Rost** angesetzt haben.

Aus den vorgenannten Gründen ist es lebenswichtig, das Betreten von Räumen zu verbieten, bis diese einen Sauerstoffgehalt von 20,9 % haben. Das kann mit Hilfe eines Sauerstoffanalysegeräts und durch Probenahmen der Atmosphäre an mehreren Stellen festgestellt werden. Diese Stellen sollten sich in unterschiedlichen Höhen befinden und in dem Raum weit verbreitet sein. Es kann auch zweckmäßig sein, den zu betretenden Raum auf Kohlenwasserstoffgas und Kohlenmonoxid zu prüfen (siehe Abschnitt 10.3).

Aus der Fußnote von Tabelle 28.1 geht hervor, dass einige Gase als Erstickungsgase bekannt sind. Das ist darauf zurückzuführen, dass diese Gase begrenzte toxische Nebenwirkungen haben, aber gefährlich sein können, wenn sie in so großen Mengen vorkommen, dass sie zu einem Sauerstoffausschluss führen. Demzufolge ist es wahrscheinlich, dass ein Verletzter, der diesen Produkten ausgesetzt war, an Erstickungsfolgen leidet. In diesen Fällen ist sofortiges Handeln gemäß Abschnitt 28.3.3 erforderlich.

Wenn das Betreten des Tanks unbedingt erforderlich ist und der gasfreie Zustand darüber nicht gewährleistet werden kann, müssen die Personen, die den Raum betreten, durch Atemschutzgeräte geschützt und die Hinweise von Abschnitt 10.7 befolgt werden.

28.3.3 Medizinische Versorgung

In diesem Abschnitt werden die Symptome und die medizinische Versorgung von Erstickungsoptionen oder Opfern, die mit toxischen Stoffen in Berührung gekommen sind, zusammengefasst.

Die medizinische Versorgung von Personen, die Gasen ausgesetzt waren, beinhaltet zunächst, dass der Betroffene an einen sicheren Ort gebracht wird. Es kann auch sein, dass eine künstliche Beatmung oder Herzdruckmassage durchgeführt oder Sauerstoff zugeführt werden muss. Professionelle medizinische Versorgung sollte immer dann aufgesucht werden, wenn die Opfer durch Gas überwältigt wurden.

Weitere Hinweise zu diesen Fragen stehen in den Materialdatenblättern und, sofern verfügbar, in dem *Leitfaden für Medizinische Erste-Hilfe-Maßnahmen* (MFAG), der von der IMO veröffentlicht wurde. Die spätere Veröffentlichung enthält eine Reihe von damit verbundenen chemischen Tabellen. Diese Tabellen unterteilen die wichtigsten Flüssiggase in Gruppen, die in Tabelle 28.3 dargestellt wird.

MFAG-Tabelle	310 Kohlenwasserstoffe	340 Chlorkohlenwasserstoffe	365 Aliphatische Oxide	620 Flüssiggase	725 Ammoniak	740 Chlor
P R O D U K T E	Butadien	Vinylchlorid	Ethylenoxid	Methan	Ammoniak	Chlor
	Butan		Propylenoxid			
	Butylen					
	Ethan					
	Ethylen					
	Propan					
	Propylen					

Tabelle 28.3 - Gruppe der Flüssiggase - zum Zwecke der medizinischen Ersten Hilfe

In der MFAG-Tabelle werden zu jeder Hauptgruppe (oberste Reihe von Tabelle 28.3) Hinweise zur medizinischen Ersten Hilfe gegeben. Diese Hinweise unterteilen sich in allgemeine Hinweise, Anzeichen und Symptome sowie medizinische Versorgung. Wenn eine Person einem der aufgeführten Gase ausgesetzt war, sollte zunächst in den MFAG-Tabellen nachgesehen werden. Was die medizinische Versorgung angeht, gibt der MFAG-Leitfaden Empfehlungen für folgende Situationen: -

- Inhalieren;
- Hautkontakt;
- Augenkontakt, und
- Einnahme.

Im Folgenden werden die Hauptpunkte aufgeführt (auf andere Punkte wird später eingegangen), die bei der Versorgung von Patienten mit Gasvergiftungs- oder Erstickungssymptomen zu beachten sind:

Versorgung bei Ersticken und Einatmen von toxischen Dämpfen

Betroffenen sofort vom Gefahrenort wegbringen und sicherstellen, dass die Rettungskräfte ein umluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen, damit sie nicht die nächsten Opfer werden.

Prüfen, ob der Patient atmet und Kopf fest nach hinten kippen, bis die Atemorgane frei sind, und Atmung kontrollieren, indem der Retter sein Ohr über Mund und Nase des Patienten legt.

Der Patient atmet nicht:

- Sofort künstlich beatmet
- Bei fehlendem Puls Herzdruckmassage anwenden

Patient atmet, ist aber bewusstlos:

- Patienten wiederbeleben
- Kontrollieren, dass nichts im Mund steckt
- Zahnprothesen oder sonstigen losen Zahnersatz entfernen
- Luftröhre anlegen; nicht rausnehmen, bevor der Patient das Bewusstsein wiedererlangt hat
- Sauerstoff zuführen. (Siehe folgenden Unterabschnitt)
- Patienten warm halten
- Nichts mit dem Mund geben
- Keinen Alkohol, kein Morphin und keine Stimulanzien geben

Patient ist bei Bewusstsein, atmet aber schwer:

- Patienten in aufrechte Sitzhaltung bringen und warm halten
- Sauerstoff zuführen. (Siehe folgenden Unterabschnitt.)

Wenn die Atmung trotz dieser Maßnahmen nicht besser wird, kann das auf eine Asphyxie oder andere Lungenprobleme zurückzuführen sein. Unter solchen Umständen oder wenn sich der Zustand des Patienten schnell verschlechtert, muss ein Arzt aufgesucht werden.

28.3.4 Sauerstofftherapie

Beatmungsgeräte

Beatmungsgeräte werden eingesetzt, um eine sauerstoffangereicherte Beatmung zu ermöglichen und den Betroffenen nach erlittenem Sauerstoffmangel oder Einwirkung von Giftgas wiederzubeleben. Die Geräte dienen der direkten Versorgung des Betroffenen in geschlossenen Räumen. Die Beatmungsgeräte bestehen aus einer Atemschutzmaske, Sauerstoffdruckflaschen und Automatikreglern und dienen zum Schutz der Betroffenen vor Schäden sowie zur akustischen Warnung, falls der Luftweg verschlossen ist. Das Gerät ist mit einem genormten 8 Meter langen Verlängerungsschlauch ausgestattet, damit die Tragetasche (mit Flasche und Reglern) sicher abgestellt werden und die Maske dem Betroffenen, wenn dieser sich in liegender Position in einem beengten Raum befindet, aufgesetzt werden kann. Bei einigen Tankschiffen ist der Verlängerungsschlauch sogar 15 Meter länger. Beim Betreten einer kontaminierten Atmosphäre darf nicht vergessen werden, das Gerät, sofern regelbar, so einzustellen, dass nur reiner Sauerstoff zugeführt wird. Bei Geräteinsatz in einer entflammbaren Atmosphäre ist Vorsicht geboten. Wenn das Gerät eingesetzt wird, wenn der Betroffene aus dem kontaminierten Raum gebracht wurde, gibt es Möglichkeiten, das Luft-/Sauerstoffgemisch zu variieren.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Anschlussstücke des Beatmungsgeräts nicht gefettet werden dürfen.

Warnhinweis: *Rauchen, offenes Licht und Feuer im gleichen Raum sind während der Sauerstoffzufuhr aufgrund der bestehenden Brandgefahr nicht gestattet.*

Sauerstoff muss sorgfältig zugeführt werden, da er für Patienten mit Atembeschwerden wie Bronchitis gefährlich sein kann.

Unfälle, bei denen Patienten Sauerstoff benötigen, können in zwei Stufen unterteilt werden:

Stufe 1 - Während der Rettung

Während der Rettung sollte der Patient an das tragbare Beatmungsgerät angeschlossen und Sauerstoff zugeführt werden, bis der Patient an einen sicheren Ort gebracht wurde.

Stufe 2 - Wenn der Patient sich in einem sicheren Raum befindet Der bewusstlose Patient

1. Sicherstellen, dass der Weg zur Lunge frei ist und dass eine *Luftröhre* angebracht wurde.
2. Maske über Mund und Nase anlegen und 35 % Sauerstoff zugeben.
3. Maske an einen Durchflussmesser anschließen und diesen auf 4 Litern pro Minute einstellen.

Patient bei Bewusstsein

1. Patienten fragen, ob der unter Atembeschwerden leidet. Wenn der Patient eine starke Bronchitis hat, nur 24 % Sauerstoff zugeben. Alle anderen bekommen 35 % Sauerstoff.
2. Maske über Mund und Nase des Patienten festmachen.
3. Patient in *aufrechte Sitzposition* bringen.
4. Sauerstoffdurchflussmesser auf 4 Litern pro Minute einstellen.

Die Sauerstofftherapie sollte so lange fortgesetzt werden, bis der Patient unter keinen Atembeschwerden mehr leidet und eine gesunde Farbe hat. Wenn der Patient unter Atembeschwerden leidet oder sein Gesicht, seine Hände und Lippen länger als 20 Minuten blau sind, ist unbedingt ärztliche Hilfe erforderlich.

Zu den zusätzlichen Maßnahmen, die bei Exposition gegenüber giftigen Dämpfen erforderlich sind, gehören:

- Entfernen der betroffenen Kleidung.
- Auswaschen der Augen, und
- Waschen der Haut.

28.4 Erfrierungen

Die extrem niedrigen Temperaturen von einigen Flüssiggasen stellen selbst eine beträchtliche Gefährdung dar. Wenn die Haut extremer Kälte ausgesetzt ist, beginnt das Gewebe zu frieren. Diese Gefahr ist an Gasterminals und auf Schiffen, die voll gekühlte Ladungen umschlagen, immer gegenwärtig. Für Hochdruckgase gilt, solange die Sicherheitsbehälter-systeme allgemein Umgebungstemperatur oder fast Umgebungstemperatur verzeichnen, dass austretende Flüssigkeiten schnell auf Tiefkühltemperatur verdampfen. Diesen Bereichen sollte man sich niemals ohne entsprechende Schutzbekleidung nähern.

Die Symptome für Erfrierungen sind starke Schmerzen an den betroffenen Stellen (nach dem Auftauen), Verwirrung, allgemeine körperliche Unruhe und eventuell Ohnmacht. Ist die betroffene Stelle großflächig, erleidet der Betroffene einen starken Schock.

Anfangssymptome

- Die Haut rötet sich anfangs, färbt sich dann aber weiß.
- Die betroffene Stelle ist normalerweise schmerzfrei.
- Die betroffene Stelle lässt sich kaum berühren.
- Wenn die Stelle nicht behandelt wird, stirbt das Gewebe ab und es kann sich Wundbrand bilden.

Behandlung

- Betroffene Stelle schnell erwärmen, indem sie in 42 °C warmes Wasser gehalten wird, bis sie taut.*
- Patient muss sich in einem warmen Raum aufhalten.
- Die betroffene Stelle darf nicht massiert werden.
- Beim Tauen können starke Schmerzen auftreten: wenn sie zu stark sind, kann ein Schmerzmittel oder Morphin gegeben werden.
- Blasen dürfen nicht aufgestochen werden und die festklebende Kleidung darf nicht abgerissen werden.
- Stelle mit steriler trockener Gaze verbinden.
- Wenn die Stelle nicht ihre normale Farbe annimmt und ihr normales Empfinden wiedergewinnt, ärztlichen Rat einholen.

* Da schnelles Handeln erforderlich ist, kann, falls kein warmes Wasser zur Hand ist, die betroffene Stelle auch zunächst durch Körperwärme oder Wollmaterial gewärmt werden. Wenn der Finger oder die Hand betroffen sind, soll der Verletzte seine Hand in seine Achselhöhle halten. Die Blutzirkulation sollte sich auf natürlichem Wege normalisieren. Sofern angebracht, sollte der Verletzte die betroffene Stelle bewegen, damit sie warm wird.

28.5 Chemische Verbrennungen

Wie in Tabelle 28.2 dargestellt, können chemische Verbrennungen durch Ammoniak, Chlor, Ethylenoxid und Propylenoxid verursacht werden. Die Symptome sind ähnlich wie bei Verbrennungen durch Feuer, ausgenommen, dass das Produkt über die Haut aufgenommen wird und somit toxische Nebenwirkungen verursachen kann. Chemische Verbrennungen sind besonders schädlich für die Augen.

Symptome

- Verbrennungsschmerz mit Rötungen der Haut.
- Lästiger Hautausschlag.
- Blasenbildung oder Absterben der Haut.
- Toxische Vergiftung.

Behandlung

- Erst Augen und Haut versorgen.
- Augen 10 Minuten lang gründlich mit viel Frischwasser ausspülen.
- Haut 10 Minuten lang gründlich mit viel Frischwasser kühlen.
- Sterilen Verband anlegen.

Ansonsten gilt die gleiche Behandlung wie bei Verbrennungen; Einzelheiten dazu sind in dem IMO-Leitfaden *Medical First Aid Guide* enthalten.

Auf Gastankschiffen, die für die Beförderung von Produkten dieser Art zugelassen sind, sind an Deck Frischwasserduschen und -augenbäder angeordnet; ihre Standorte sollten deutlich gekennzeichnet sein.

28.6 Transport zum Krankenhaus

Es ist extrem wichtig, dass der Patient mit einem entsprechenden Schild versehen wird, bevor er vom Schiff oder Terminal gebracht wird; ein Muster für das Schild des Patienten ist in Abbildung 28.1 aufgezeigt.

Als Hinweis für den Amtsarzt	
1.	Name des Patienten Alter
	Heimatanschrift

	Name des Tankschiffs: Hafen Nächster Hafen
	Name und Anschrift des Schiffseigentümers und Schiffsmaklers

2.	Die genannte Person kam in Berührung mit Gas
	um (Uhrzeit) am (Datum)
3.	Kurze Zusammenfassung der medizinischen Erstversorgung

Abbildung 28.1 - Patientenschild

28.7 Gefährliche Atmosphären

28.7.1 Notwendigkeit einer Gasprüfung

Die Atmosphäre in einem geschlossenen Raum ist unter folgenden Umständen auf Sauerstoff, explosive und toxische Stoffe zu untersuchen:

- Vor Betreten des Raums durch das Personal (mit und ohne Schutzausrüstung).
- Während der Entgasung, Inertisierung und Auffüllung.
- Als Qualitätskontrolle vor dem Ladungswechsel, und
- Zur Schaffung eines gasfreien Zustands vor dem Trockendocken oder der Schiffsreparaturwerft.

Die Atmosphäre in dem Ladetank ist selten, wenn überhaupt, homogen. Mit Ausnahme von Ammoniak und Methan sind die meisten Ladungsdämpfe bei Umgebungstemperatur dichter als Luft. Das kann zu einer Schichtenbildung innerhalb des Ladetanks führen. Außerdem können Innenelemente lokale Gaseinschlüsse haben. Deswegen sollten nach Möglichkeit Proben an verschiedenen Stellen innerhalb des Tanks entnommen werden.

Atmosphären, die inert oder sauerstoffarm sind, können nicht mit Hilfe eines Brenngasdetektors auf entflammable Dämpfe geprüft werden. Deshalb sollten sie zuerst auf Sauerstoffkonzentrationen, dann auf entflammable und dann erst auf toxische Stoffe geprüft werden. Alle elektrischen Messgeräte müssen eigensicher und als solche zugelassen sein.

28.7.2 Sauerstoffanalysegeräte

Es gibt verschiedene Arten von Sauerstoffanalysegeräten, von denen die gebräuchlichsten in Abschnitt 2.4.9 und 2.4.10 beschrieben sind.

28.7.3 Brenngasmessgeräte

Die verschiedenen Typen von Brenngasmessgeräten sind in Abschnitt 2.4 beschrieben, auf den zwecks näherer Informationen verwiesen werden soll.

28.7.4 Messgeräte für die Toxizität

In diesem Zusammenhang wird auf die in Abschnitt 2.4.7 beschriebenen Giftgasmelder verwiesen.

Kapitel 29

STATISCHE ELEKTRIZITÄT

In diesem Kapitel werden die Gefahren beschrieben, die mit der Erzeugung statischer Elektrizität verbunden sind.

Risiken durch elektrostatische Entladungen treten ein, wenn die Wahrscheinlichkeit einer entflammaren Atmosphäre besteht.

29.1 Elektrostatik

Wie bei vielen anderen Kohlenwasserstoffflüssigkeiten, kann es innerhalb eines verflüssigten Gases, während es gepumpt wird, zu einer elektrostatischen Aufladung kommen. Es wurde festgestellt, dass die Aufladung mit zunehmender Pumpgeschwindigkeit größer wird. Dieses Phänomen ist auf die Ladungstrennung zwischen den Schichten innerhalb eines Fluids zurückzuführen. Die Ladung wird dann für eine bestimmte Zeit in der Flüssigkeitsmasse durch ihre nichtleitende Eigenschaft gehalten. Die Gefahr derartiger Aufladungen besteht darin, dass sie ein so hohes Potenzial erreichen können, das ausreicht, um zündfähige Funken und insbesondere in Ladetanks einen elektrischen Funkenschlag zu erzeugen. Es ist daher lebenswichtig, dass Gasladungen nur in Räumen umgeschlagen werden, deren Atmosphäre außerhalb des Entflammbarkeitsbereiches liegt. Auf Gastankschiffen werden derartige Atmosphären immer in einem übermäßig fetten Zustand gehalten.

Probleme mit der statischen Elektrizität können auch innerhalb der Gasströme entstehen, aber nur, wenn das Gas mit Fremdkörpern oder Staubpartikeln kontaminiert ist oder kondensierten Nebel enthält. In diesen Fällen entsteht die statische Aufladung in dem Fremdkörper (oder in dem Nebel, der sich an den Auslässen zur Atmosphäre bildet). Zu den Gasen, die sich auf diese Weise statisch aufladen können, gehören Kohlendioxid (als Feuerlöschmittel) und Wasserdampf.

Flüssige Kohlenwasserstoffe, die besonders anfällig für elektrostatische Aufladung sind, werden als statische Akkumulatoren bezeichnet.

In diesem Zusammenhang wird auch auf die Hinweise zu 'Statische Elektrizität' in Kapitel 3 verwiesen.

Kapitel 30

BRANDBEKÄMPFUNG

Dieses Kapitel erläutert Vorfälle, die durch Ladungsverluste entstehen können, und mögliche Maßnahmen zum Schutz von Leben und Sachwerten unter diesen Umständen.

Es beschreibt außerdem die Brandarten, die auf Gastankschiffen vorkommen können.

30.1 Hauptgefahren

Die Gase, auf die sich dieser Leitfaden bezieht, sind entweder entflammbar oder toxisch oder beides.

Die meisten werden bei Temperaturen unter Null oder unter Druck oder unter zu beiden Bedingungen gelagert oder verladen. Die Hauptgefahren sind daher das Freisetzen von Dampf, die Entflammbarkeit, Toxizität und die Wirkungen von Temperaturen unter Null auf das Personal und die Konstruktionen.

30.1.1 Entflammbarkeit

Wie bereits in Abschnitt 27.22 erläutert wurde, fängt Gas an zu brennen, sobald es in die Atmosphäre freigesetzt wird, sich innerhalb seines Entflammbarkeitsbereiches befindet und einer Zündquelle ausgesetzt ist. In Abhängigkeit von den Bedingungen, unter denen die Verbrennung stattfindet, bildet sich aufgrund der schnellen Ausdehnung des erwärmten Gases ein gewisser Überdruck.

Ausgelaufene Flüssigkeiten oder Dampf Wolken, die über offenem Wasser brennen, entwickeln aufgrund der Unbegrenztheit der Umgebung nur einen geringen Überdruck. Das andere Extrem ist, dass, wenn sich Dampf in einem geschlossenen Raum entzündet, sich schnell ein Überdruck entwickelt, der die Grenzen sprengt. Zwischen diesen beiden Extremfällen, d. h. wenn der Raum nur teilweise begrenzt wird, was z. B. bei landseitigen Anlagen oder Ausrüstungen der Fall sein kann, kann durch Zündung ein Überdruck entstehen, der ausreicht, um beträchtliche Schäden zu verursachen und damit die Gefahr und die damit verbundenen Folgen ausweitet.

Ausgelaufene Flüssigkeiten oder ausgetretene Dämpfe aus Rohrleitungen unter Druck brennen, wenn sie gezündet wurden, wie ein Feuerstrahl und hören erst auf zu brennen, wenn kein Brennstoff mehr zugeführt wird.

Eine besonders destruktive Form der Dampfverbrennung in Verbindung mit der Lagerung von Flüssiggas in Druckbehältern ist die BLEVE-Explosion (Dampfexplosion nach Ausdehnung siedender flüssiger Stoffe). Diese ist in 27.22 beschrieben.

30.2 Flüssiggasbrände

30.2.1 Allgemein

Es ist nicht Anliegen dieses Leitfadens, sich mit Bränden zu befassen, die in Terminalgebäuden, Lagerräumen und in den Wohnbereichen und Maschinenräumen von Tankschiffen vorkommen können. Die Kenndaten und Verfahren zur Bekämpfung von Feuern dieser Art sind in anderen Publikationen erfasst. So lange die Sicherheitsbehälter der Ladungen keine Risse aufweisen, kommt es selten vor, dass Feuer bis zur Ladung durchdringen. Daher befasst sich dieser Abschnitt nur mit Bränden von Ladungsflüssigkeiten oder -gasen.

Ladungsspezifische Brände lassen sich grob wie folgt einteilen:

- Stichflammen an Lecks von Pumpen oder Rohrleitungen
- Brände von begrenzten Flüssigkeitslachen
- Brände durch unbegrenzte Ladungsverluste
- Brände in geschlossenen Räumen, wie z. B. Kompressorräume, und
- Brände an Sammelleitungen.

30.2.2 Stichflammen

Bei kleinen Leckagen an Pumpenstopfbuchsen, Rohrflanschen oder Entlüftungssteigleitungen bildet sich zunächst Dampf. Dieser Dampf entzündet sich nicht automatisch, aber wenn er weit genug ausströmt, besteht das Risiko, dass sich die Dampfwolke zu einer Zündquelle entwickelt. Falls eine Gaswolke erscheint, sollte durch Schließen aller Öffnungen zu gefährdeten Bereichen vermieden werden, dass sie zündet. Außerdem sollte die Dampfwolke mit Hilfe von fest eingebauten oder mobilen Wassersprühgeräten von den Zündquellen weggeleitet oder vertrieben werden (siehe 30.3.1). Kommt es zur Zündung, gibt es mit großer Sicherheit einen Flammenrückschlag zum Leck. Lecks von Rohrleitungen stehen wahrscheinlich unter Druck und verursachen, wenn sie gezündet werden, eine Stichflamme. Die Notabschaltung der Pumpenanlagen und Schließung der Notstoppventile sollten bereits aktiviert sein, wobei sich selbst dann noch Druck in der geschlossenen Rohrleitung befinden kann, bis die darin eingeschlossene Flüssigkeit durch das Leck ausgetrieben wurde. In diesem Fall ist es oftmals am besten, das Feuer runterbrennen zu lassen. Alternativ dazu birgt das Löschen des Feuers eine hohe Gefahr, dass sich weiterer Dampf bildet und dieser sich durch den Flammenrückschlag neu entzündet. Lässt man das Feuer runterbrennen, sollte die Umgebung mit Kühlwasser geschützt werden.

30.2.3 Brände von Flüssigkeiten (Lachen)

Große Lachenbrände sind an Deck von Tankschiffen eher unwahrscheinlich, da die Menge der Flüssigkeit, die an einem solchen Ort verschüttet werden oder auslaufen kann, begrenzt ist. Die Anordnung des Schiffsdecks mit seiner Deckskrümmung und seinen offenen Speigatten ermöglicht, dass die ausgelaufene Flüssigkeit schnell von selbst über die Bordwand läuft. In Bezug auf Ladungsleckagen sind offene Speigatte auf Gastankschiffen ein wesentliches Merkmal; sie sorgen dafür, dass kalte Flüssigkeiten schnell ablaufen können und somit das Risiko der Metallversprödung und die Möglichkeit von kleinen Lachenbränden an Deck verringert wird.

Durch schnelles Aktivieren der Notstoppsysteme werden die Mengen an Flüssiglading weiter begrenzt.

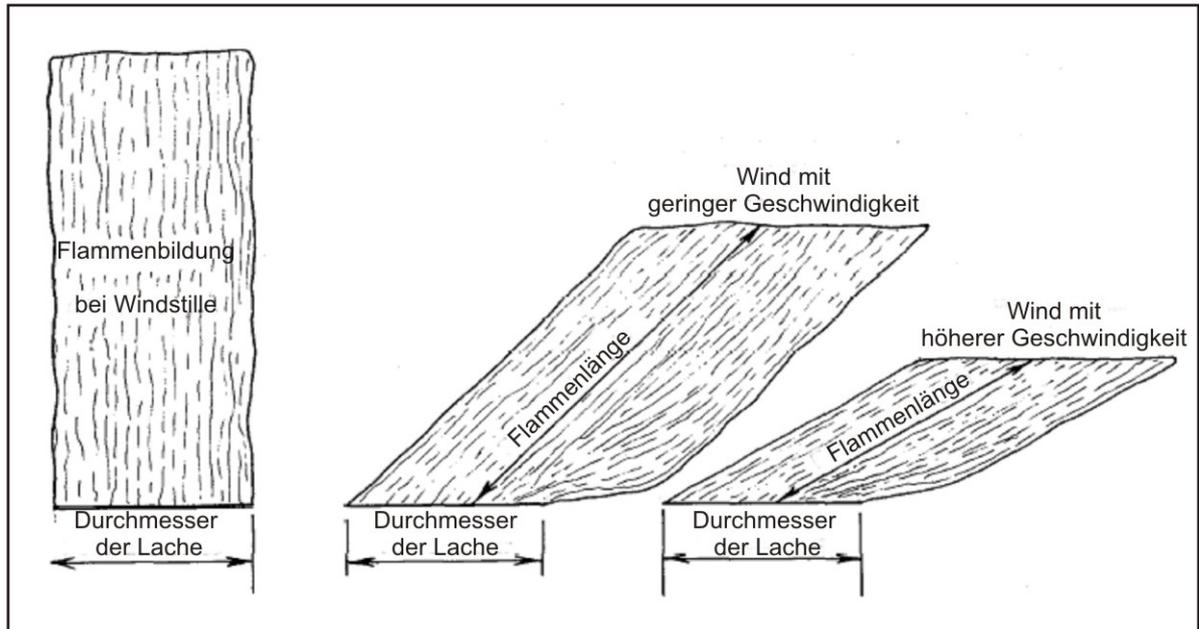


Abbildung 30.1 - Konfiguration eines Lachenbrandes

Flüssigkeitslachen an Land, von einem Tank oder durch Leitungsrisse können große Mengen umfassen, die jedoch in Auffangwannen oder Dükern aufgefangen werden sollten. Durch Zündung der sich bildenden Dampfwolke würde dann ein Lachenbrand entstehen. Die Flammenhöhe bei Bränden dieser Art und Windstille ist in Abbildung 30.1 dargestellt. Abbildung 30.1 zeigt auch, wie bei Wind die Flammenachse verlagert und die Flammenlänge verkürzt wird. Das Strahlungsvermögen der Flammenoberfläche nimmt mit Lachendurchmesser zu. Die Wärmestrahlungsdosis von LPG-Lachenbränden schreiben vor, dass Arbeiter ohne Schutz die unmittelbare Umgebung so schnell wie möglich verlassen sollen.

Die Wärmestrahlung eines Feuers lässt annähernd nach wie das Abstandsquadrat zwischen Körper und Flamme. Der menschliche Körper spürt bereits nach 10 Sekunden Einfallstrahlung von 6 kW/m^2 extreme Schmerzen auf der nackten Haut; nach 10 Sekunden Exposition bei 10 kW/m^2 kommt es zu einer starken Blasenbildung. Eine Einfallstrahlung höher als über 10 kW/m^2 führt zum schnellen Verdampfen der PVC-Kabel und starken Beschädigung der Glasfaserrettungsboote. Die Einschätzung des Sicherheitsabstandes zu einem Lachenfeuer beruht auf komplexen Faktoren, bei einem Großlachenbrand geht man von Sicherheitsabständen von etwa 10 Metern aus.

Aufgrund des Schadens, den die Strahlung den umgebenden Tanks und Anlagen zufügen kann, werden diese Anlagen immer geschützt (in vielen Fällen durch Isolierung oder fernbetätigte Sprühwasserlöschanlagen). Auch die Auffangschalen und Düker, in denen Lachenbrände auftreten können, werden oft mit fernbetätigten Pulverlöschanlagen ausgerüstet. Alternativ können sie auch mit einer Leichtschäumenanlage ausgerüstet sein, die schnell eine dicke Schaumschicht aufbaut und erhält und somit die Brandgeschwindigkeit kontrolliert.

30.2.4 Brände in Kompressorräumen

Geschlossene Räume, die Anlagen für den Ladungsumschlag enthalten, wie z. B. Kompressoren, Wärmeaustauscher oder Pumpen, sind in der Regel mit einem fest eingebauten und fernbetätigten Feuerlöschsystem, z. B. Kohlendioxid, versehen. Diese Systeme sollten sofort einsatzbereit sein, vorausgesetzt, dass die Wandungen keine größere Störung aufweisen.

30.2.5 Brände an Sammelleitungen

Brände an Sammelleitungen können in Form einer Stichflamme auftreten (siehe 30.2.2), wenn sie auf ein Leck an den Sammelleitungsflanschen zurückzuführen sind, oder in Form eines Lachenbrandes, wenn Auffangschalen betroffen sind (siehe 30.2.3), wenn auch die Flüssigkeitsmenge in einer Auffangschale verhältnismäßig gering ist. Durch schnelles Aktivieren der Notstoppsysteme werden die Mengen an Flüssigladung weiter begrenzt.

30.3 Löschen von Flüssiggasbränden

30.3.1 Feuerlöschmittel

Es gibt eine Reihe bekannter und bewährter Verfahren zum Löschen von Gasbränden, wobei die Effektivität dieser Verfahren von den richtigen Löschmitteln abhängt.

Wasser

Wasser sollte niemals zum Löschen einer brennenden Flüssiggaslache verwendet werden. Dadurch würde eine Wärmequelle entstehen, die zu einem schnelleren Verdampfen der Flüssigkeit und einer höheren Brandgeschwindigkeit führen würde. Dennoch bleibt Wasser das Hauptlöschmittel bei der Bekämpfung von Flüssiggasbränden. Da es mehr als genug davon gibt, ist Wasser ein ausgezeichnetes Kühlmittel für Flächen, die Strahlung oder direkter Feuereinwirkung ausgesetzt waren. Es kann auch in Sprühform als Strahlenschutz zum Schutz der Feuerwehrleute dienen. Unter bestimmten Bedingungen kann Wasser zum Löschen von Brenngas-Stichflammen eingesetzt werden, wobei das jedoch nicht immer angebracht ist.

Fest eingebaute Sprühwasserlöschanlagen eignen sich für Flächen, wie z. B. Schiffsaufbauten, Tanks und Rohrleitungen an Deck, Speicherbehälter an Land, Anlagen und Landebrücken, die alle Flüssiggasbränden ausgesetzt sein können. Diese Anlagen sind so konzipiert, dass sie eine Wasserschicht über die ausgesetzten Flächen bilden und damit einen nützlichen Kühleffekt schaffen. Wenn eine Wasserschicht einer gewissen Dicke aufrechterhalten werden kann, kann die Oberflächentemperatur nicht auf über 100 °C steigen. Die Anwendungsmengen variieren mit dem Abstand zwischen dem zu schützenden Element und dem gedachten Brandherd und liegen bei 2 bis 10 Litern Wasser pro Quadratmeter Schutzfläche.

Sprühwasser von fest installierten Monitoren oder Handschlauchdüsen können das Personal, wenn es sich den Absperrventilen nähert, vor Strahlen schützen. Außerdem können die Geräte Schutz beim Annähern an Stichflammen bieten, um dann das Feuer effektiver mit Löschpulver bekämpfen zu können.

Eine Sonderanwendung von Sprühwasser aus Schläuchen besteht darin, die nicht gezündete Dampfwolke von den Zündquellen zu vertreiben.

Pulverlöschmittel

Pulverlöschmittel wie z. B. Natriumbikarbonat, Kaliumbikarbonat und Harnstoff-Kaliumbikarbonat können beim Löschen von kleinen LPG-Bränden sehr effektiv sein.

Entsprechende mobile oder fest installierte Pulverlöschanlagen sind auch zum Schutz der Sammelleitungsbereiche am Pier üblich. Löschpulver sind wirksam bei der Bekämpfung von Gasbränden an Deck oder von Stichflammen aus einem Rohrleitungsloch und werden erfolgreich bei der Bekämpfung von Bränden an den Entlüftungssteigleitungen eingesetzt.

Die Löschpulver greifen die Flamme durch Absorption der freien Radikale des Verbrennungsprozesses an, haben aber keine nennenswerte Kühlwirkung. Deshalb sollten zur Vermeidung einer Wiederezündung durch die angrenzenden heißen Flächen, diese vor Einsatz des Löschpulvers mit Wasser gekühlt werden.

Schaum

Leichtschaummittel, die angemessen auf die Oberfläche der brennenden Flüssigkeitslache (wenn in einer Auffangwanne) aufgetragen werden, bewirken eine Verringerung der Strahlenwirkung der Flamme auf die Flüssigkeit und eine Reduzierung der Verdampfungsgeschwindigkeit. Folglich wird die Intensität des Lachenbrandes eingeschränkt. Für eine Schaumschichtstärke von mindestens 1 oder 2 Metern ist eine kontinuierliche Anwendung notwendig. Leichtschaummittel mit einem Expansionsverhältnis von etwa 500:1 haben sich für diesen Einsatzzweck als am wirksamsten erwiesen.

Schaum löscht jedoch keinen Flüssiggasbrand und muss, um für die genannten Einsatzzwecke wirksam zu sein, mit einer entsprechenden Schichtdicke aufgetragen werden. Für Flüssiggase eignet sich Schaum daher nur, wenn er z. B. in Behältern wie Auffangschalen eingesetzt wird; daher findet er daher nur an Terminals und nicht auf Gastankschiffen Anwendung.

Inertgas und Kohlendioxid

Inertgas oder Stickstoff werden in der Regel auf Gastankschiffen und an Terminals zum Inertisieren von Räumen zwischen den Barrieren oder ladungsspezifischen Räumen eingesetzt. Zu diesen Räumen können auch Schiffsladeräume oder geschlossene Anlagenräume an Land gehören, die normalerweise mit Luft gefüllt sind, in denen aber entflammbares Gas festgestellt werden kann.

Aufgrund der relativ geringen möglichen Gasförderrate wird es normalerweise nicht zum schnellen Inertisieren eines geschlossenen Raumes, in dem Feuer bereits ausgebrochen ist, verwendet. Zu diesem Zweck wird stattdessen Kohlendioxid oder Halon aus Hochdruckflaschen durch Mehrfachdüsen eingeblasen, nachdem das mechanische Belüftungssystem zuvor geschlossen worden ist. Kohlendioxidinjektionsanlagen sind zwar in geschlossenen Räumen effektiv, sie haben jedoch zwei Nachteile. Ihre Feuerlöschfunktion wird dadurch erreicht, dass Sauerstoff aus dem Raum verdrängt wird, bis er einen Wert hat, der die Verbrennung nicht mehr fördert, und es ist daher sehr wichtig, dass alle Personen den Raum verlassen, bevor mit der Injektion begonnen wird. Zweitens entsteht durch die Injektion von CO₂ eine elektrostatische Aufladung, die eine Zündgefahr darstellen kann, wenn das CO₂ irrtümlich oder als Vorsichtsmaßnahme in eine entflammbare Atmosphäre eingeblasen wird.

CO₂ oder Stickstoff, das oder der in die Sicherheitsventile der Auslässe injiziert wird, können als wirksames Mittel zum Löschen von Gasbränden an Entlüftungssteigleitungen eingesetzt werden. Das ist besonders dann von Vorteil, wenn der anfängliche Fließdruck nachgelassen hat.

Nach Injektion von CO₂ in einen geschlossenen Raum sollten die Raumwände kühl gehalten werden - normalerweise mit Sprühwasser aus einem Schlauch. Der Raum sollte verschlossen bleiben, bis festgestellt wird, dass das Feuer gelöscht ist und ausreichend gekühlt wurde, damit es keine Wiedierzündung bei Sauerstoffzufuhr gibt.

Halonersatzstoffe

Halon darf inzwischen nicht mehr eingesetzt werden, seit es ein internationales Übereinkommen über das Totalverbot dieses FCKW gibt. Der Grund hierfür ist, dass Halon ein hohes Ozonabbaupotenzial hat und somit eine Gefahr für die Umwelt darstellt. Es gab umfangreiche Studien zu Halonersatzstoffen und inzwischen gibt es Ersatzstoffe im Handel.

Informationen zu Halonersatzstoffen sind in Abschnitt 5.3.3 enthalten.

30.3.2 Schulung

Voraussetzung für den effektiven Einsatz dieser Anlagen ist eine gründliche Kenntnis ihrer Funktionen. Die Geschwindigkeit der richtigen Brandbekämpfungsmaßnahmen ist lebensnotwendig, wenn eine Ausbreitung des Feuers vermieden und Leben und Sachwerte geschützt werden sollen. Diese Kenntnisse können nur in seriösen Schulungen des Managements und Betriebspersonals erworben werden. Die Schulung des Schiffs- und Landpersonals, das vielleicht eine Feuereinsatzgruppe leiten muss, sollte in Brandschutzunterricht an Land durchgeführt und dabei sollten die Feuerlöschtechniken demonstriert und praktiziert werden. Die Schulung sollte durch regelmäßige, real nachgestellte Übungen an Bord des Schiffs und an den Terminals gefestigt werden.

Auch eine ordnungsgemäße Wartung der Feuerlöschgeräte ist wichtig. Die Prüfung und Wartung der Geräte sollten Bestandteil des Schulungsprogramms an Bord und an Land sein und dem Personal helfen, sich mit den Geräten vertraut zu machen und ein besseres Verständnis für deren Funktionsweise zu entwickeln.

Kapitel 31

BORDSYSTEME

Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten Systeme eines Tankschiffs, die während der Verlade- und Ballastoperationen im Hafen in Betrieb sind.

Dazu gehören auch die Lade- und Löschausrüstung und die zugehörige Geräteausstattung auf Gastankschiffen. In dem Kapitel wird auf Fragen der Rohrleitungs- und Ventilkonstruktion sowie auf Ladepumpen und Hilfsgeräte eingegangen. Die Rückverflüssigungsanlage für die Ladung wird zusammen mit speziellen Fragen zum Betrieb und zur Wartung beschrieben. Ein weiteres Thema ist die Konstruktion der Inertgasanlage.

31.1 Ladungsleitungen und Ventile

31.1.1 Ladungsleitungen

Gastankschiffe sind mit Flüssigkeits- und Gasammelleitungen ausgerüstet. Diese sind an Flüssigkeits- oder Gassammler — oder Rohrleitungen — (siehe Abbildung 32.2) mit Zweigleitungen zu den einzelnen Ladetanks angeschlossen. Die Flüssigkeitsladeleitung führt durch die Tankkuppel zum Boden der einzelnen Ladetanks; der Gasanschluss erfolgt bei jedem Ladetank von oben. Auf Kühldruck- oder Kühltankschiffen für LPG erfolgt der Gasanschluss über den Gasrohrverteiler zum Ladungskompressorraum, wo das Siedegas rückverflüssigt wird. Nach der Rückverflüssigung wird die Ladung über eine Kondensatrückleitung zu den einzelnen Ladetanks gefördert.

Auf einem Gastankschiff dürfen die Ladungsleitungen nicht unterhalb des Decks verlaufen; deshalb müssen alle Rohrverbindungen durch die Ladetankkuppeln, die durch das Hauptdeck gehen, geführt werden. außerdem sind Gasablassventile an den Tankkuppeln montiert; diese sind über einen Entlüftungssammler mit der Entlüftungssteigleitung verrohrt. Die Entlüftungssteigleitungen sind in sicherer Höhe und in sicheren Abständen zu den Wohnbereichen und anderen gassicheren Bereichen, die in einschlägigen Gas Codes beschrieben sind, angebracht.

Bei der Auslegung und Montage von Ladungsleitungen müssen die thermische Ausdehnung und Kontraktion berücksichtigt werden. Das wird am besten durch das Anbringen von Dehnungsbögen bzw. durch die Ausnutzung der natürlichen Geometrie von Rohrleitungen erreicht. In einigen speziellen Fällen können Kompensatoren angebracht werden und es sollten gegebenenfalls korrosionsbeständige Materialien verwendet werden. Wenn die Gasleitungen mit Kompensatoren versehen sind, sollte gewährleistet werden, dass ihre Druckgrößenbestimmung mindestens den Auslegungskriterien für Flüssigkeitsleitungen entspricht. Die Verwendung von Kompensatoren in Flüssigkeitsleitungen wird nicht empfohlen. Außerdem sind Kompensatoren oft einem starken Verschleiß ausgesetzt, wenn das Schiff in Betrieb ist — vor allem muss die Korrosion durch Meerwasser sorgfältig vermieden werden, ansonsten können sich nadellochgroße Lecks bilden.

Es ist wichtig, die angrenzenden Rohrleitungshalterungen zu ändern oder zu justieren, sobald das Schiff in Betrieb ist, da sie ein Bestandteil der Dehnungsvorkehrungen sind.

Des Weiteren sollte auch darauf hingewiesen werden, dass Teile der Rohrleitungssysteme mit starken Festpunkten versehen sind, um der seitlichen oder vertikalen Verschiebung infolge von Druckstößen standzuhalten. Ebenso ist darauf zu achten, wenn Teile wie Bolzen und Anzugsschrauben ausgetauscht werden, dass die neuen Teile aus dem richtigen Einsatzmaterial bestehen.

Demontierbare Zwischenstücke werden aus den Rohrleitungen herausgenommen oder in diese eingesetzt, um Leitungsabschnitte zu speziellen operativen Zwecken, wie z. B. Einsatz einer Inertgasanlage oder Trennung von unverträglichen Ladungen, miteinander zu verbinden. Diese Zwischenstücke sollten nach Gebrauch nicht zurückgelassen, sondern entfernt und die Rohrleitungen blindgeflanscht werden, um eine positive Trennung zu gewährleisten.

31.1.2 Ladungsventile

Die Absperrventile für Ladetanks müssen den Bestimmungen der einschlägigen Gas Codes entsprechen. Wenn der maximal zulässige Einstelldruck an den Sicherheitsventilen der Ladetanks größer als 0,7 barg (Tanks des Typ 'C' gemäß IGC-Code) ist, sollten die Flüssigkeits- und Dampfanschlüsse an der Tankkuppel (mit Ausnahme der Anschlüsse für das Sicherheitsventil) mit einer Doppelventilvorrichtung versehen sein. Diese besteht aus einem manuell betätigtem Ventil und einem fernbetätigten Absperrventil, die beide hintereinander geschaltet sind. Es gibt einige mögliche Ausnahmen: z. B. ein Handsteuerventil und ein Überlaufventil oder zwei Handsteuerventile. Bei sehr kleinen Probenahmestellen und Manometeranschlüssen kann auch nur ein Ventil verwendet werden; in dem Fall sollte eine Blende eingesetzt werden, um ein Überlaufen zu vermeiden.

Auf allen Gastankschiffen werden die Flüssigkeits- und Gassammelleitungen mit fern betätigten Notabschaltventilen ausgerüstet.

Abbildung 31.1 zeigt ein Rohrleitungssystem an einer Ladetankkuppel mit Ventilvorrichtung. Diese spezielle Zeichnung ist typisch für Kühldrucktanker.

Zu den Absperrventiltypen, die normalerweise auf Gastankschiffen eingesetzt werden, gehören Kugel-, Ringkolben-, Kegel- und Schmetterlingsventile. Diese Ventile sind in der Regel mit einem pneumatischen oder hydraulischen Stellantrieb ausgestattet. Kugelventile für Flüssiggase sind mit einer Innendruckentlastungsvorrichtung versehen. Dabei handelt es sich im Allgemeinen um ein Loch, das zwischen dem Kugelhohlraum und der dem Ventil nachgelagerten Seite gebohrt wurde. Ventile müssen störungssicher sein.

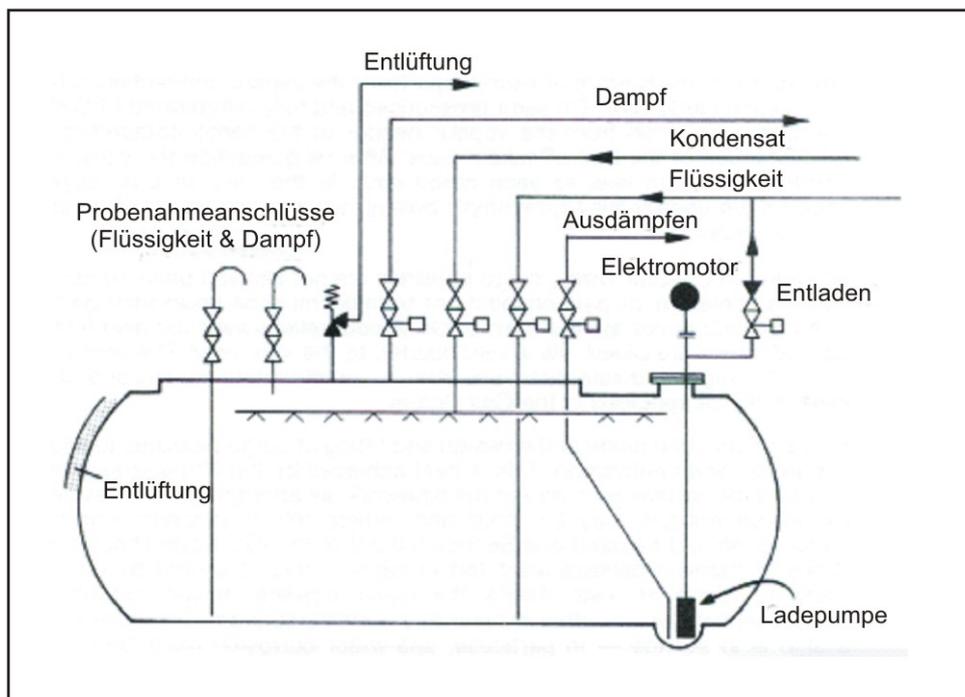


Abbildung 31.1 - Rohrleitungsanordnung an einer Ladetankkuppel — Tank Typ 'C'

31.1.3 Notabschaltsysteme

Eine Reihe von Standorten um das Schiff herum (Brückenfront, Landgangssteg, Kompressorraum und Ladekontrollraum, Notfallkontrollraum) sind mit Pneumatikventilen oder elektrischen Schaltknöpfen versehen. Durch Betätigen dieser Bedienungselemente werden die fernbetätigten Ventile geschlossen und die Ladepumpen und Kompressoren (sofern zutreffend) abgeschaltet. Somit gibt es eine Notabschaltvorrichtung für den Umschlagbetrieb. Diese Notabschaltvorrichtung muss außerdem automatisch aktiviert werden, wenn die elektrische Steuerung oder der Ventilstellantrieb ausfällt. Die einzelnen Tankfüllventile müssen automatisch schließen, wenn ein Überfüllsensor in dem Tank, an den die Ventile angeschlossen sind, aktiviert wird. Die Notstopventile können pneumatisch oder hydraulisch betätigt werden, müssen aber in beiden Fällen störungssicher sein; mit anderen Worten, sie müssen bei Ausfall des Betätigungsstroms automatisch schließen.

Eine entscheidende Überlegung geht dahin, dass insbesondere beim Beladen Druckstöße erzeugt werden können, wenn das Notstoppsystem des Tankschiffs aktiviert ist. Die Situation ist von Terminal zu Terminal verschieden und hängt von der Ladegeschwindigkeit, der Länge der Terminalrohrleitung, der Ventilschließgeschwindigkeit und dem Ventilverhalten selbst ab. Das Phänomen der Druckstoßerzeugung ist komplex und seine Wirkungen können extrem sein, z. B. Risse im Schlauch oder an den starren Armverbindungen. Daher müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um Schäden zu vermeiden; manchmal werden Ladepiers mit Druckausgleichbehältern ausgerüstet (siehe Abschnitt 16.10). Die Terminals müssen die Ventilschließzeiten des Schiffnotstoppsystems bestätigen und die Ladegeschwindigkeiten entsprechend einstellen oder eine Vorrichtung an Bord bereitstellen, mit deren Hilfe das Schiff in der Lage ist, das Terminalnotstoppsystem zu aktivieren und somit den Ladungsdurchfluss anzuhalten, bevor die Ventile des Notstoppsystems beginnen sich zu schließen (siehe auch Abschnitt 18.1). Das bedarf stets der Absprachen zwischen Schiff und Land, damit die für die Erzeugung des Druckstoßes relevanten Parameter festgelegt und sichere Ladegeschwindigkeiten vereinbart werden können (siehe auch Abschnitt 22.4).

31.1.4 Sicherheitsventile für Ladetanks und Rohrleitungen

Am besten hat sich in der Praxis bewährt, mindestens zwei Sicherheitsventile mit der gleichen Leistung an jedem Ladetank anzubringen, was auch eine Vorrichtung erfordert, die verhindert, dass beide Ventile zur gleichen Zeit schließen. Beide Ventile müssen während des Betriebs offen sein. Normalerweise werden federbelastete oder vorgesteuerte Ventile verwendet. Vorgesteuerte Sicherheitsventile findet man an allen Tanktypen vor, während federbelastete Sicherheitsventile normalerweise nur an druckbeaufschlagten Tanks des Typs 'C' anzutreffen sind. Die Verwendung von vorgesteuerten Sicherheitsventilen an Kühltanks gewährleistet einen sicheren Betrieb bei überwiegend niedrigen Druckverhältnissen; diese Ventile an Tanks des Typs 'C' ermöglichen variable Einstellungen mit ein und demselben Ventil. Das kann durch Auswechseln der Ventulfeder erfolgen. Abbildung 31.2 zeigt ein typisches vorgesteuertes Sicherheitsventil. Andere Arten von Vorsteuerventilen dienen zum Einstellen des *Solldrucks* und des *Ablassdrucks*.

Variable Einstellvorrichtungen von vorgesteuerten Sicherheitsventilen werden hauptsächlich in zwei verschiedenen Anwendungsfällen genutzt. Erstens kann mit ihnen der Soll-*druck*, der über dem Normaldruck liegt (aber nicht größer als der maximal zulässige Einstell-*druck* der Sicherheitsventile ist), geregelt werden. Diese Einstellung ist als Hafeneinstellung bekannt. Zweitens kann mit diesen Vorrichtungen, wenn an Tanks des Typs 'C' installiert, der maximal zulässige Einstell-*druck* der Sicherheitsventile reduziert werden.

Werden diese Ventile für mehr als einen Einstell-*druck* verwendet, muss jeder Wechsel der Vorsteuerventilfedern ordnungsgemäß aufgezeichnet werden. Die Kappe des Vorsteuer-*systems* muss nach jedem Wechsel immer wieder neu abgedichtet werden, womit auch sichergestellt wird, dass keine unbefugten Änderungen am Einstell-*druck* vorgenommen werden können. Wenn der Einstell-*druck* des Sicherheitsventils geändert wird, sollte auch der Hochdruckalarm entsprechend eingestellt werden.

Sicherheitsventile von Ladetanks entlüften über Entlüftungssammler. Von dort wird das Gas über eine oder mehrere Entlüftungssteigleitungen in die Atmosphäre abgelassen. Die Entlüftungssteigleitungen sollten mit Ablassventilen versehen werden. Diese Ventile sollten geschlossen sein und regelmäßig geprüft werden, um sicherzugehen, dass sich in der Steigleitung kein Regenwasser angesammelt hat. Jede Wasseransammlung bewirkt aufgrund des erhöhten Gegendrucks eine Änderung der Sicherheitsventilbetätigung.

Tanksicherheitsventile müssen regelmäßig gewartet werden; nähere Informationen zu diesem Thema sind der Literatur des Herstellers zu entnehmen.

Die Gas Codes schreiben als beste Praxis vor, dass alle Rohrleitungen, die, wenn sie mit Flüssigkeit gefüllt sind, gesperrt werden können und mit Sicherheitsventilen versehen werden, um der thermischen Ausdehnung der Flüssigkeit Rechnung zu tragen. Diese Ventile lassen normalerweise zurück in die Ladetanks ab.

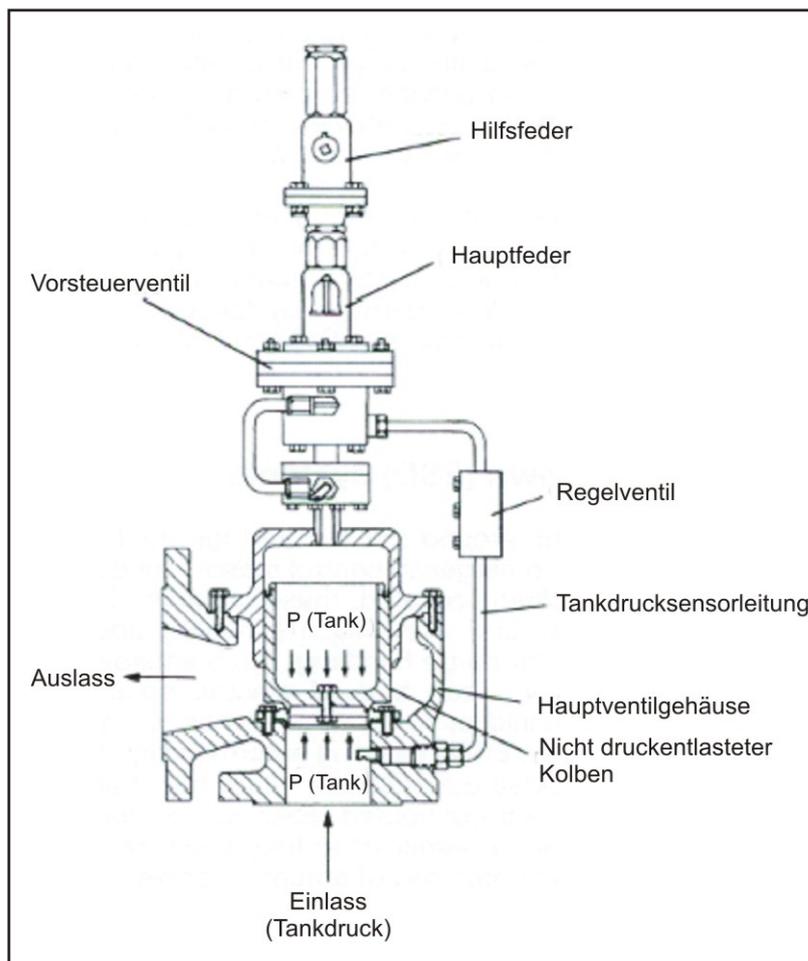


Abbildung 31.2 - Vorgesteuertes Sicherheitsventil

31.2 Ladepumpen

Bei den Ladepumpen an Bord von Gastankschiffen handelt es sich normalerweise um Kreiselpumpen, die als Tiefbrunnenpumpen oder Tauchpumpen ausgelegt sind. Sie können allein oder zusammen in Parallelschaltung betrieben werden. Sie können auch hintereinander mit an Deck installierter Boosterpumpe und einer Ladungsheizung geschaltet werden: das wäre der Fall während des Entladens von LPG in Druckbehälter (siehe Abschnitt 31.3).

Einige Tiefkühldrucktanker löschen die Ladung durch Druckbeaufschlagung der Tanks mit Dampf, und Boosterpumpen dienen zur Beschleunigung der Ladungsübergabe.

Förderleistungskurven

Um die Arbeit der Ladepumpen einschätzen zu können, muss man die Förderleistung kennen. Abbildung 31.3 zeigt ein typisches Leistungskennlinienfeld für eine mehrstufige Tiefbrunnenpumpe (siehe auch Abbildung 31.6).

Förderhöhe (Kurve A)

Kurve A stellt die Förderleistung dar, die als Durchflussgeschwindigkeit (m^3/h) in Abhängigkeit von der Förderhöhe der Pumpe in Meter der Flüssigkeitssäule (mlc) angegeben wird.

Diese Kurve wird als **Pumpenkennlinie** bezeichnet. Legt man die Flüssigkeitssäule in Metern und den Durchfluss als Hauptkriterien zugrunde, ist die Pumpenkennlinie unabhängig von dem geförderten Fluid gleich. Nehmen wir die Kurve A in Abbildung 31.3; die Pumpe fördert $100 \text{ m}^3/\text{h}$ bei einem Höhenunterschied von 115 mlc zwischen den Tanks auf dem Schiff und an Land. Für die Umrechnung der Förderhöhe in Druck muss die relative Dichte der geförderten Ladung bekannt sein.

Bei einer Förderhöhe von 105 mlc würde die Druckerhöhung der Pumpe während der Förderung von Ammoniak bei $-33 \text{ }^\circ\text{C}$ und einer relativen Dichte von 0,68 zum Beispiel der folgenden Gleichung entsprechen:

$$105 \times 0,68 = 71,4 \text{ mlc (Wasser)} = 71,4/10,2 = 7 \text{ barg.}$$

(Hinweis: — der Faktor 10,2 in der vorstehenden Gleichung bezeichnet die Höhe der Wassersäule in Metern, die allein durch den atmosphärischen Druck aufrechterhalten wird — siehe Tabelle 27.6.)

Haltedruckhöhe (Kurve B)

Kurve B stellt die für die Pumpe erforderliche Haltedruckhöhe (NPSH) in Abhängigkeit von der Durchflussgeschwindigkeit dar. Die Haltedruckhöhe in Abhängigkeit von der Durchflussgeschwindigkeit des Fluids ist der Ansaugüberdruck, der am Saugstutzen oberhalb des Ladungsdampfdrucks erforderlich ist, um Kavitation am Pumpenflügelrad zu vermeiden. Zum Beispiel muss bei einer Leistung von $100 \text{ m}^3/\text{h}$ die Haltedruckhöhe für die Pumpe 0,5 mlc betragen. Das bedeutet, dass bei einer Durchflussgeschwindigkeit von $100 \text{ m}^3/\text{h}$ eine Haltedruckhöhe von mindestens 0,5 Metern am Ansaugstutzen erforderlich ist, um Kavitation zu vermeiden. Ein Überdruck von 0,03 bar in dem Ladetank entspricht 0,5 Metern in der Druckhöhe, wenn Ammoniak bei $-33 \text{ }^\circ\text{C}$ gefördert wird.

Die Aspekte der Haltedruckhöhe sind besonders bei der Förderung von Flüssiggasen von Bedeutung, da das geförderte Fluid immer Siedepunkttemperatur hat. Es sei daran erinnert, dass durch Kavitationsbildung innerhalb der Pumpe nicht nur Schäden am Pumpenflügelrad entstehen können, sondern es auch zu ungenügender Füllung an den Wellenlagern kommen kann. Die Folge wäre eine geringere Kühlung und Schmierung an den Lagern, was nach kurzer Zeit zu Schäden führen würde.

Energieverbrauch (Kurve C)

Kurve C zeigt die Energie, die in Abhängigkeit von der Förderleistung aufgenommen wird. Diese Kurve gilt normalerweise nur für die relative Dichte einer Flüssigkeit, sie kann aber auf jede Flüssigkeit umgerechnet werden, indem der Wert mit dem Koeffizienten der relativen Dichte multipliziert wird. Von den Fluids, die im Allgemeinen auf Gastankschiffen transportiert werden, hat Vinylchlorid die höchste relative Dichte. Sie beträgt etwa 0,97 bei ihrem atmosphärischen Siedepunkt. (Tabelle 27.5 enthält nähere Angaben zu anderen Flüssiggasen). Sind motorbetriebene Ladepumpen für LPG- und Ammoniakladungen dimensioniert, muss, wenn Vinylchlorid gefördert wird, die Löschgeschwindigkeit gedrosselt werden, um den Motor nicht zu überlasten.

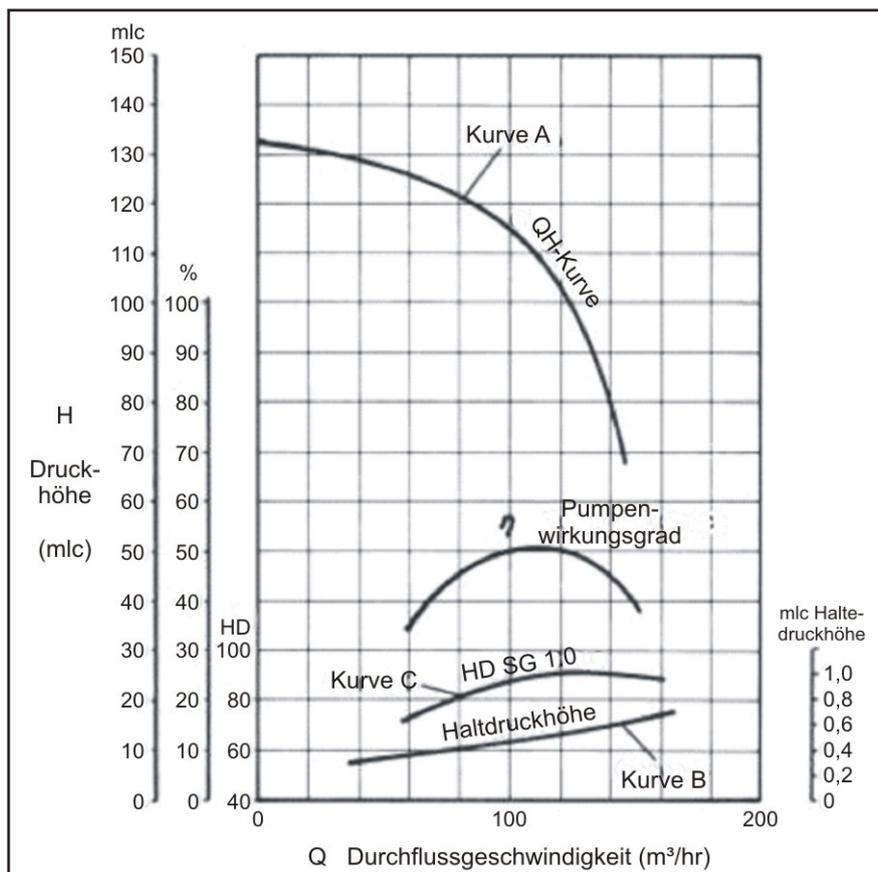


Abbildung 31.3 - Leistungskurven einer Tiefbrunnenpumpe

Parallel- und Hintereinanderschaltung von Pumpen

Während des Löschbetriebs eines Gastankschiffes sind die Ladepumpen in der Regel parallel geschaltet; wenn ein Kühl tankschiff Druckbehälter belädt, werden die Ladetankpumpen hintereinander mit einer Boosterpumpe geschaltet, wie in Abschnitt 32.7.3 erläutert ist.

Bei Parallelschaltung der Pumpen können die Pumpenkennlinien kombiniert werden, wodurch sich z. B. eine Durchfluss-/Druckhöhenkurve für zwei, drei oder vier Pumpen, wenn diese gleichzeitig laufen, ergibt. Legt man die Pumpenkennlinien aus Abbildung 31.3 zugrunde, lässt sich die Durchfluss-/Druckhöhenkurve für die Parallelschaltung von zwei Pumpen leicht darstellen, indem die Durchflussgeschwindigkeit bei entsprechender Druckhöhe verdoppelt wird. Das wird in Abbildung 31.4 dargestellt. Das Gleiche gilt, wenn drei Pumpen parallel laufen; dann kann die Durchflussgeschwindigkeit bei entsprechender Druckhöhe durch Verdreifung der Durchflussgeschwindigkeit der einzelnen Pumpe bei derselben Druckhöhe ermittelt werden. Somit kann anhand der Pumpenkennlinien einer einzigen Pumpe eine Kurvenschar entwickelt werden.

Wenn Pumpen hintereinander geschaltet sind, können auch hier die einzelnen Pumpenkennlinienkurven kombiniert werden, um die entsprechende Kurve für die Hintereinanderschaltung zu erhalten. Abbildung 31.5 verdeutlicht, wie das erreicht werden kann, wenn z. B. zwei ähnliche Pumpen hintereinander geschaltet sind (siehe Abbildung 31.3). Hier wird für jeden Wert der Durchflussgeschwindigkeit die jeweilige Druckhöhe einer einzelnen Pumpe verdoppelt, um die daraus resultierende Druckhöhe zu erhalten.

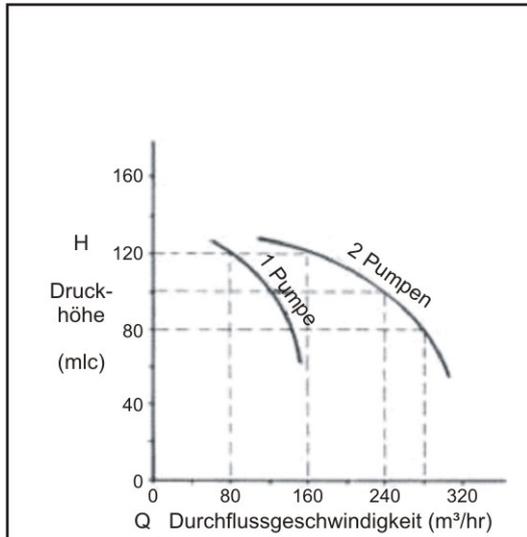


Abbildung 31.4 - Kennlinienkombination bei parallel geschalteten Kreiselpumpen

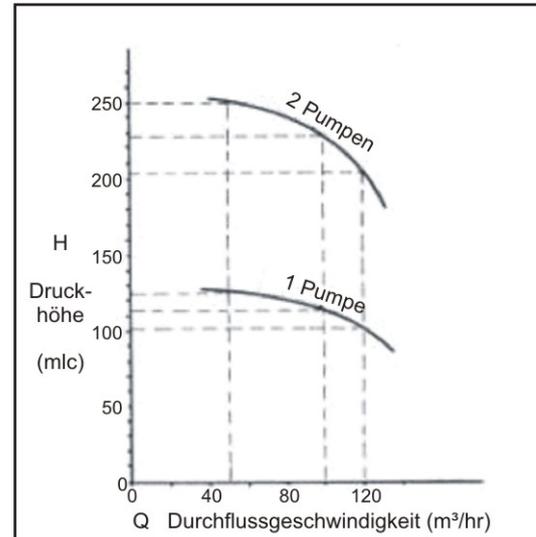


Abbildung 31.5 - Kennlinienkombination von hintereinander geschalteten Kreiselpumpen

Die vorstehenden Argumente beziehen sich nur auf die Förderleistung. Um die Löschleistung eines Tankschiffs voll einschätzen zu können, muss die Wirkung der Druckhöhendifferenz zwischen Ladetank und Sammelleitung und des Rohrleitungswiderstands zwischen Ladepumpe und Sammelleitung von der Förderleistung abgezogen werden.

Die Ladungsdurchflussgeschwindigkeit der Pumpe oder Pumpengruppe hängt von dem durch die statische Druckhöhe erzeugten Gegendruck (Differenz der Flüssigkeitspegel des aufnehmenden Tanks und des entladenden Tanks) und vom Durchflusswiderstand in der Rohrleitung ab. Zur Bestimmung der Durchflussgeschwindigkeit für eine bestimmte Rohrleitungskonfiguration muss die Durchflusskennlinie der landseitigen Rohrleitung über die Pumpenkennlinie des Schiffs gelagert werden. Darauf wird in Abschnitt 32.7 eingegangen, aber es sollte vorab angemerkt werden, dass der Systemwiderstand steil genug sein kann, um den in Abbildung 31.4 und 31.5 dargestellten Durchfluss zu drosseln.

Es sollte die minimal notwendige Förderleistung aufgebracht werden, um die Wärmebelastung für die Ladung zu reduzieren und die Erhöhung des Sättigungsdampfdrucks der geförderten Ladung zu begrenzen (siehe Abschnitt 32.7.2).

Tiefbrunnenpumpen

Tiefbrunnenpumpen sind der gebräuchlichste Typ unter den Ladepumpen für Gastank-schiffe. Abbildung 31.6 zeigt ein typisches Tiefbrunnenpumpenaggregat. Die Pumpe wird elektrisch oder hydraulisch (über eine Dichtungsvorrichtung) mit einem Motor angetrieben, der außerhalb des Tanks montiert ist. Die Antriebswelle wird in Kohlenstofflagern im Innern der Entladungsröhre gelagert und die Lager werden durch den Ladungsstrom geschmiert und gekühlt.

Das Laufrad der Kreiselpumpe ist am Boden des Ladetanks angebracht und umfasst oft zwei oder drei Stufen und ein Vorlaufrad für die erste Stufe: letzteres dient dazu, die erforderliche Haltedruckhöhe der Pumpe auf ein Minimum zu reduzieren. Die Wellendichtung an der Ladetankkuppel besteht aus einer mechanischen Doppeldichtung, die mit Schmieröl überflutet wird. Dadurch wird das Auslaufen von Ladung in die Atmosphäre verhindert. Es ist wichtig, dass Motorkupplung, Axiallager und mechanische Öldichtung richtig sitzen.

Außerdem kann die Länge der Antriebswelle problematisch werden und je länger sie ist, desto mehr muss sie gestützt werden. Daher sind die großen Tankschiffe oftmals mit Tauchpumpen ausgerüstet.

Tauchmotorpumpen

Tauchmotorpumpen sind am Boden der Ladetanks befestigt und ermöglichen sehr niedrige Abpumpstufen. Sie werden auf einigen der größeren Gastank-schiffe installiert.

Die Pumpe und der Elektromotor sind vollständig auf der gleichen Welle montiert und machen somit die Notwendigkeit einer mechanischen Dichtung oder Kupplung überflüssig. Die Stromspeisung für den Motor erfolgt über besonders armierte Kabel. Die Elektroverkabelung erfolgt über einen explosionsgeschützten Anschlusskasten in der Tankkuppel und dann über flexible Kabel zur Motoranschlussklemme. Die älteren mineralisierten Kupfermantelkabel, die im Inneren der Ladetanks verwendet wurden, wurden auf modernen Tankschiffen inzwischen durch flexible edelstahlarmierte, isolierte Stromkabel ersetzt.

Diese Pumpen werden durch den Förderstrom gekühlt und geschmiert und sind daher anfällig für Schäden bei Strömungsverlust. Daher wird die Pumpe durch Sicherheitsvorrichtungen gegen Trockenlauf geschützt; das sind z. B. Unterstromrelais, Förderdruckschalter oder Tankfüllstandsschalter. Abbildung 31.7 zeigt eine typische Tauchmotorpumpe für Gastank-schiffe.

Tauchpumpen müssen für die besonderen Ladungsgüter ausgelegt sein, die in dem Eignungszeugnis des Schiffs aufgeführt sind. Zum Beispiel ist Ammoniak im Gegensatz zu Kohlenwasserstoffgasen ein elektrischer Leiter und kann daher auf einige Materialien wie Kupferdrähte und Elektroisolierungen besonders korrosiv wirken. Das muss in der Pumpenkonstruktion berücksichtigt werden. Zum Schutz des Elektromotors ist der elektrische Stator der Pumpen, mit denen Ammoniak gefördert wird, von einem Gehäuse umgeben.

Boosterpumpen

Boosterpumpen sind normalerweise Kreiselpumpen. Sie können vertikal oder horizontal auf dem Deck in der jeweiligen Förderleitung montiert sein. An diesen Stellen werden sie durch einen *explosionsgeschützten* (E Exe) Elektromotor (siehe Abschnitt 31.8) angetrieben. Alternativ können sie auch im Ladungskompressorraum positioniert werden. Wenn sie im Kompressorraum positioniert sind, werden sie über ein gasdichtes Schott durch einen Elektromotor, der in einem Elektromotorraum installiert ist, angetrieben. Abbildung 31.8 und 31.9 zeigen Beispiele für diese Pumpentypen. Die dargestellten Sonderpumpen sind mit mechanischen Doppeldichtungen versehen. Das Dichtungsspülsystem muss gut gewartet werden, um eine andauernde Funktionssicherheit zu gewährleisten.

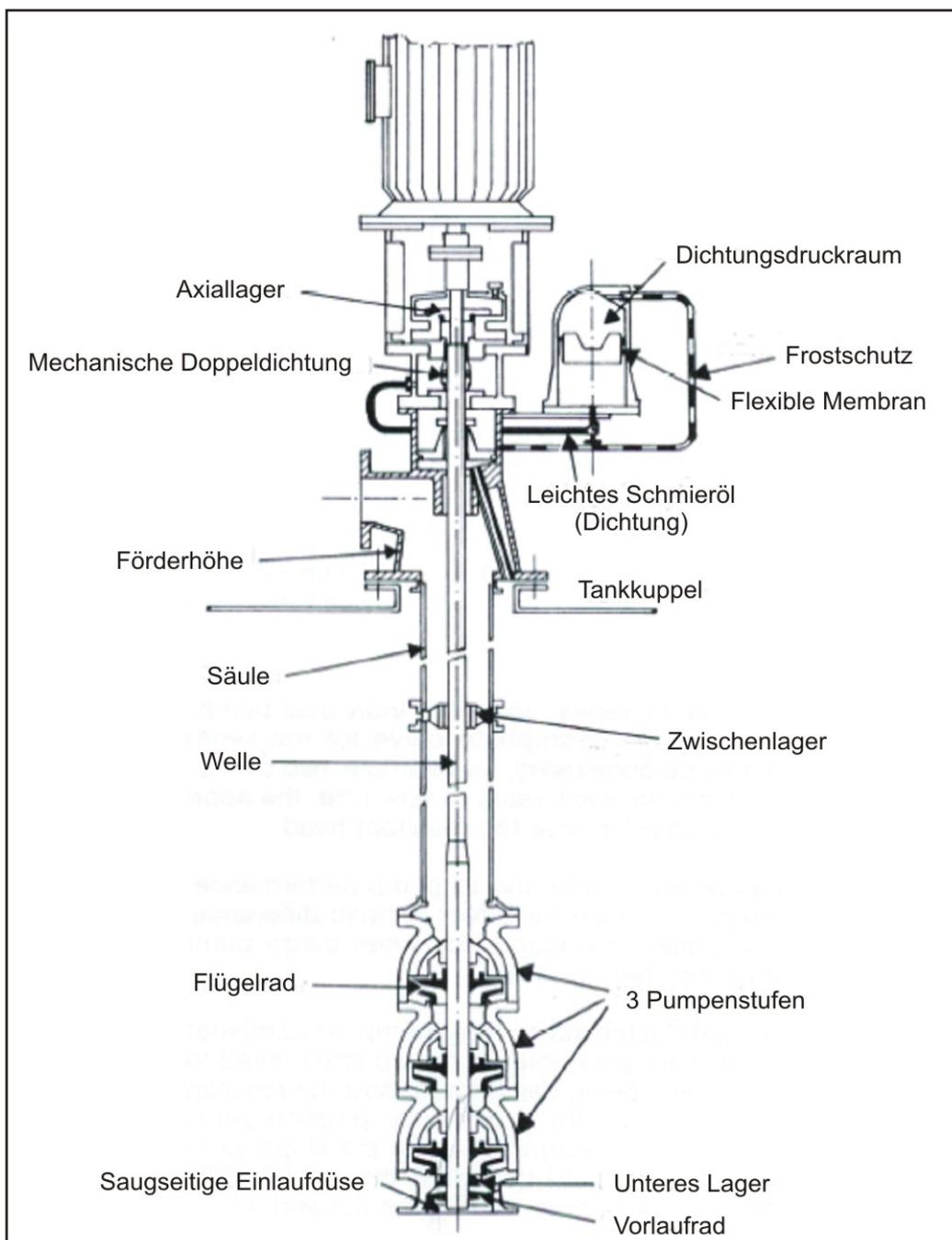


Abbildung 31.6 - Typische Tiefbrunnenpumpe

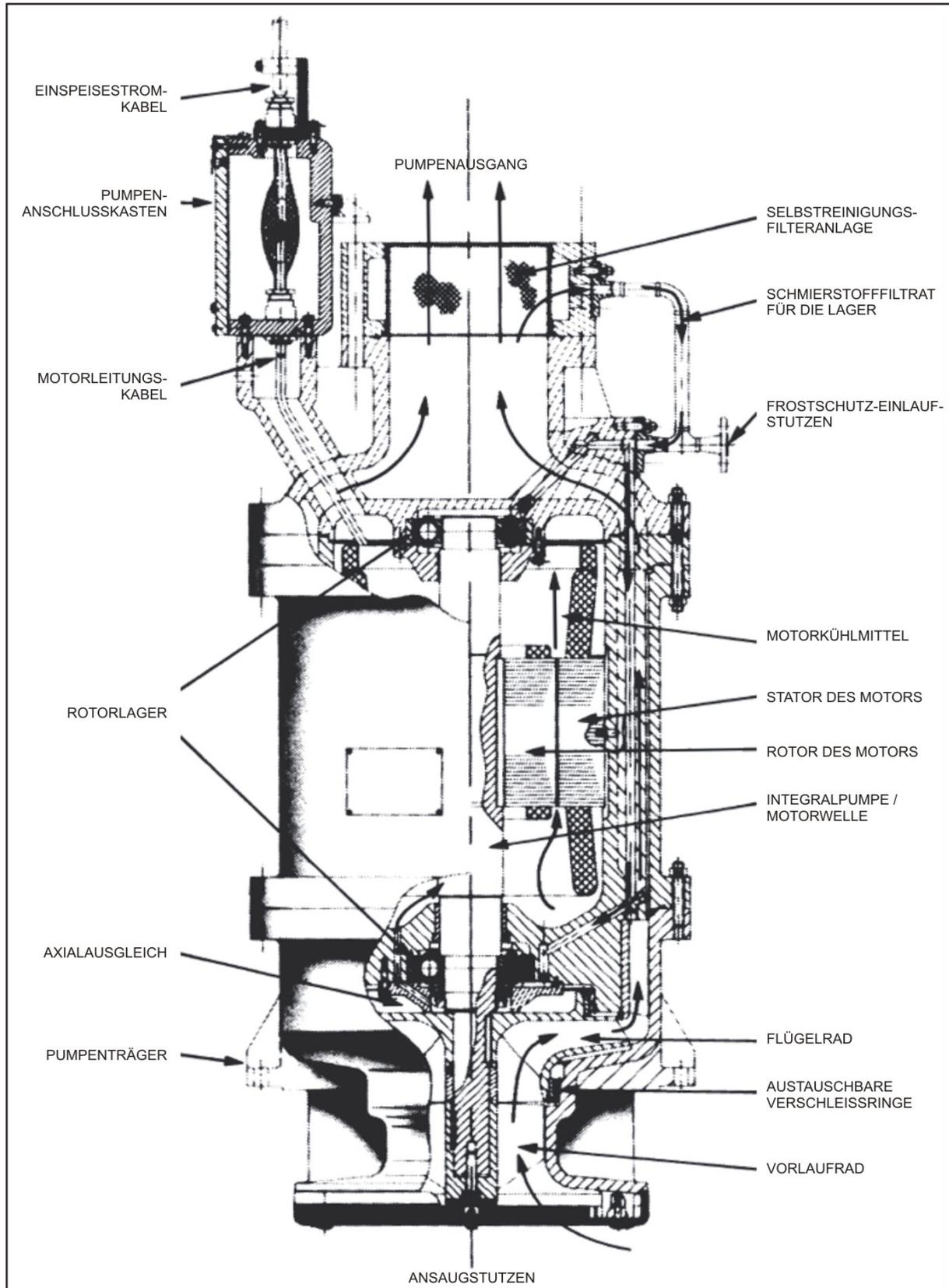


Abbildung 31.7 - Tauchmotorpumpe für Gase

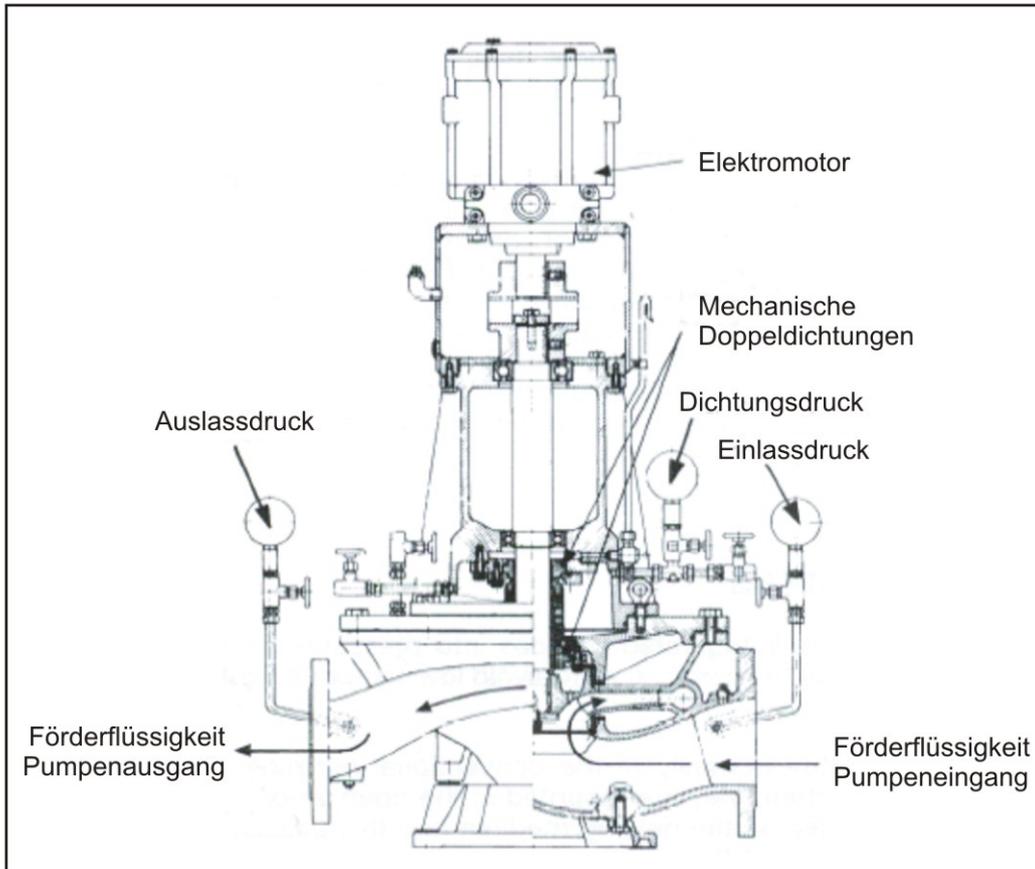


Abbildung 31.8 - Vertikale Boosterpumpe

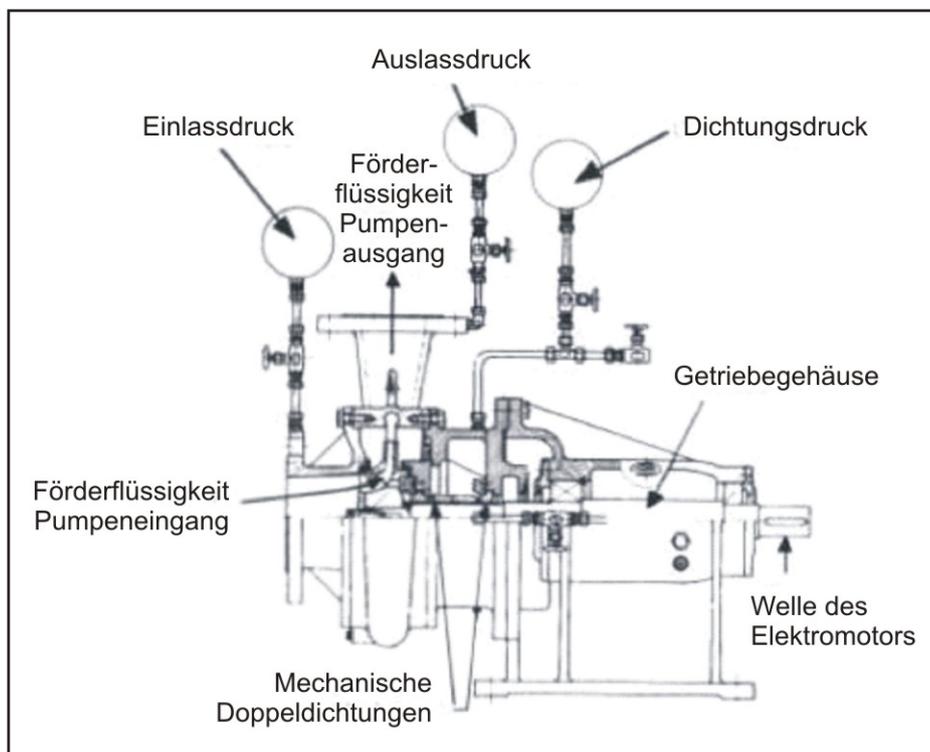


Abbildung 31.9 Horizontale Boosterpumpe

Frostschutz an Ladepumpen

Auf Tankschiffen, die gekühlte bzw. mit Teildruck beaufschlagte Flüssiggase transportieren, kann es zur Eis- oder Hydratbildung kommen (siehe Abschnitt 27.9). Außerdem können Hydrate während des Ladevorgangs vom Terminal übertragen werden. Hydrate vom Land können durch Ladungsfilter in den Terminal Ladeleitungen entfernt werden.

Durch Hydratbildung kann es zu einer Beeinträchtigung der Ladepumpen, Blockierung der Schmierkanäle, Unwuchten der Flügelräder und zu Lagerfraß kommen. Zur Vermeidung von Schäden dieser Art ist als allgemein üblich, kleine Mengen Frostschutzmittel in die Ladepumpen, insbesondere Tauchpumpen, zu geben, um ein Einfrieren zu verhindern. Aufgrund der Gefahr einer Methanolkontaminierung für bestimmte Flüssiggase, sollte die Zugabe dieses Produkts in der Regel nicht ohne die Genehmigung des Ladungsempfängers erfolgen.

Wenn die Tiefbrunnenpumpen nicht in Betrieb sind, wird empfohlen, die Wellen während der Abkühl- und Ladephasen per Hand zu drehen, um ein Einfrieren der Flügelräder zu vermeiden.

31.3 Ladungsheizung

Bei Löschen von gekühlter Ladung in druckbeaufschlagte Lagertanks an Land muss die Ladung normalerweise erwärmt werden, um ein Verspröden der Tanks und Rohrleitungen an Land infolge der niedrigen Temperaturen zu vermeiden.

Die Ladungsheizung besteht in der Regel aus dem üblichen horizontalen Rohrbündel-Heizkörper und dem Rohrbündelwärmeaustauscher. Meistens sind diese im Freien an Deck des Schiffs installiert. Als Heizmedium wird gewöhnlich Hafenwasser verwendet, das durch die Rohre durchströmt, während die Ladung die Rohren außen umfließt.

Die Heizung ist normalerweise so ausgelegt, dass sie die Temperatur des tiefgekühlten Propanes von -45 °C auf -5 °C anhebt; es sollte jedoch erwähnt werden, dass die Ladungsdurchflussgeschwindigkeit, bei der ein solcher Temperaturanstieg möglich ist, in den Kaltwasserbereichen wesentlich geringer sein kann. Unter diesen Umständen ist vielleicht nur eine sehr niedrige Fördergeschwindigkeit möglich, und wenn die Wassertemperatur auf unter 5 °C fällt, erweist sich der Einsatz von Wasser als Heizmedium als zunehmend schwieriger.

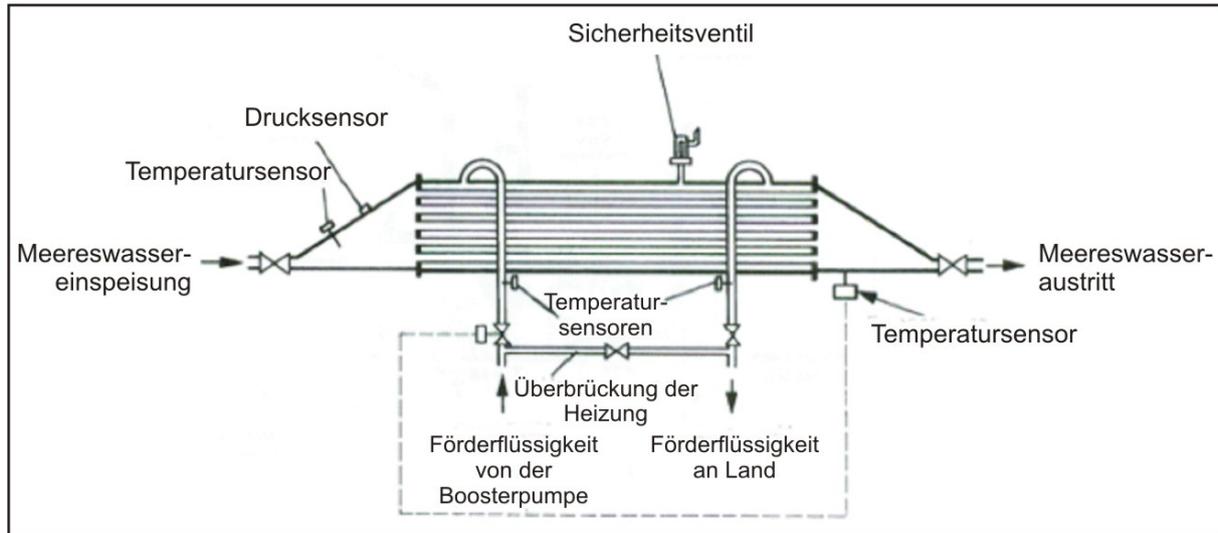


Abbildung 31.10 - Ladungsheizung

Abbildung 31.10 zeigt eine typische Heizungsanordnung; dabei dürfen Temperaturregler und Alarmgeber als Schutz vor Frostgefahr nicht vergessen werden. Das ist ein sehr realistisches Risiko, das stets Schutzmaßnahmen erforderlich macht.

31.4 Ladungsverdampfer

Auf Gastankschiffen wird oft eine Vorrichtung zur Umwandlung der Förderflüssigkeit in ihren dampfförmigen Zustand verlangt. Zum Beispiel kann Dampf benötigt werden, um die Ladetanks aufzutanken oder den Ladetankdruck während des Löschvorgangs aufrechtzuerhalten. Letzteres ist vor allem von Bedeutung, wenn es keine landseitige Dampfdruckführung gibt. Daher wird zu diesen Zwecken in der Regel ein Verdampfer an Bord installiert.

Ladungsverdampfer können aus einem vertikalen oder horizontalen Rohrbündelwärmtauschanger bestehen. Als Heizmedium kann Dampf oder Hafenwasser verwendet werden.

31.5 Rückverflüssigungsanlagen und Siededampfkontrolle

Mit Ausnahme von Tiefkühldruck-Gastankschiffen müssen Vorrichtungen zur Verfügung stehen, mit denen der Ladungsdampfdruck in den Ladetanks während des Beladens und während der Fahrt kontrolliert werden kann. Tankschiffe, die LPG und chemische Gase transportieren, sind zu diesem Zweck mit einer Rückverflüssigungsanlage ausgestattet. Diese Anlage ist so ausgelegt, dass sie folgende wichtige Funktionen ausführen kann:

- Abkühlung der Ladetanks und zugehörigen Rohrleitungen vor dem Beladen;
- Rückverflüssigung des Ladungsdampfes, der durch Entspannungsverdampfung, Flüssigkeitsverdrängung und Siededämpfe während des Beladens gebildet wird; und
- Aufrechterhaltung der Ladungstemperaturen und -drücke innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen während der Fahrt durch Rückverflüssigung des Siededampfes.

Es gibt zwei Haupttypen von Rückverflüssigungsanlagen, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

31.5.1 Indirekter Kreislauf

Der *Indirekte Kreislauf* beschreibt ein System, bei dem eine externe Verflüssigungsanlage eingesetzt wird, die den Ladungsdampf kondensiert, ohne diesen zu verdichten. Dieser Kreislauf ist relativ ungebräuchlich, da er auf wenige Ladungsmengen beschränkt ist. Er bedarf eines sehr kalten Kältemittels und großer Flächen zum Wärmeaustausch, um effektiv zu sein.

Dieser Rückverflüssigungsanlagentyp ist jedoch von den Gas Codes vorgeschrieben, wenn die folgenden Ladungen transportiert werden:

- Chlor
- Ethylenoxid
- Ethylenoxid-/Propylenoxidgemisch
- Propylenoxid

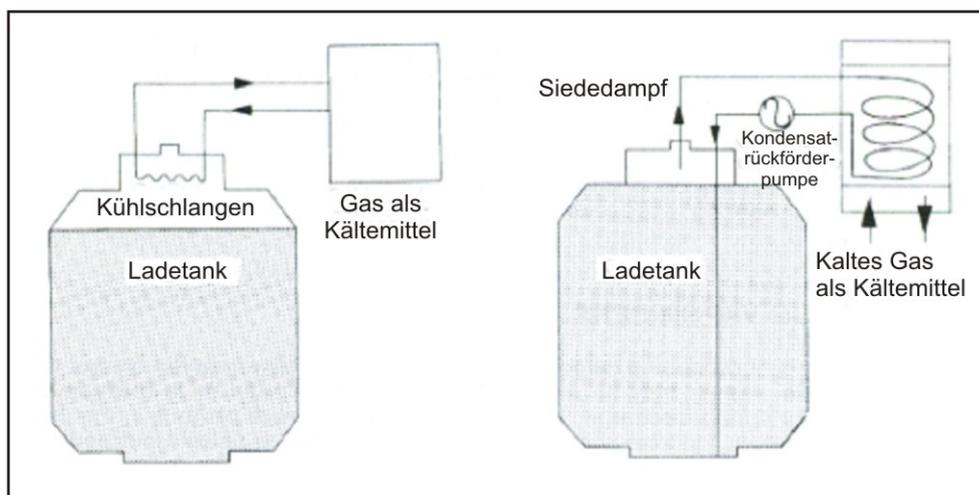


Abbildung 31.10(a) - Beispiele für indirekte Kühlkreisläufe

Unter Verweis auf Tabelle 27.5 wird deutlich, dass es im Falle von Propylenoxid unwahrscheinlich ist oder von den Umgebungsbedingungen abhängt, ob eine Kühlung während der Fahrt erforderlich ist.

Es gibt zwei indirekte Kreislaufsysteme, die schematisch in Abbildung 31.10(a) dargestellt sind.

31.5.2 Direkter Kreislauf

Der direkte Kreislauf beschreibt ein System, bei dem der Siededampf verdichtet, kondensiert und in den Tank zurückgefördert wird. Dieses System ist am gebräuchlichsten, eignet sich aber nicht für alle Gase.

Es gibt drei Haupttypen von direkten Rückverflüssigungsanlagen, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Direkter Einstufenkreislauf

Das System mit direktem Einstufenkreislauf eignet sich für Kühltankschiffe.

In Abbildung 31.11(a) und (b) ist ein vereinfachtes Schema eines Rückverflüssigungskreislaufes mit einer Verdichtungsstufe dargestellt. Dieser Kreislauf ist geeignet, wenn die Saugdrücke relativ hoch sind, wie es beim Transport von teilweise druckbeaufschlagten Produkten der Fall ist. Siededämpfe von Ladetanks werden durch den Kompressor angesaugt — in den Abbildungen (a). Durch die Verdichtung werden der Druck und die Temperatur des Dampfes erhöht — in den Abbildungen (b). Durch die hohe Temperatur kondensiert der Dampf gegen das Meereswasser in dem Kondensator — in den Abbildungen (c). Die kondensierte Flüssigkeit wird dann über ein schwimmerbetätigtes Entspannungsventil in den Tank zurückverdampft — in den Abbildungen (d). Das Flüssigkeits-/Dampfgemisch, das in den Ladetank zurückgeleitet wird, kann durch eine Sprühschiene oben auf dem Ladetank verteilt oder zum Tankboden geleitet werden, um eine Rückverdampfung zu vermeiden. Die Sprühschiene wird in der Regel bei leerem Tank verwendet, während die Ableitung über den Boden erfolgt, wenn der Tank voll ist (siehe auch Abschnitt 27.21 und Abbildung 27.18).

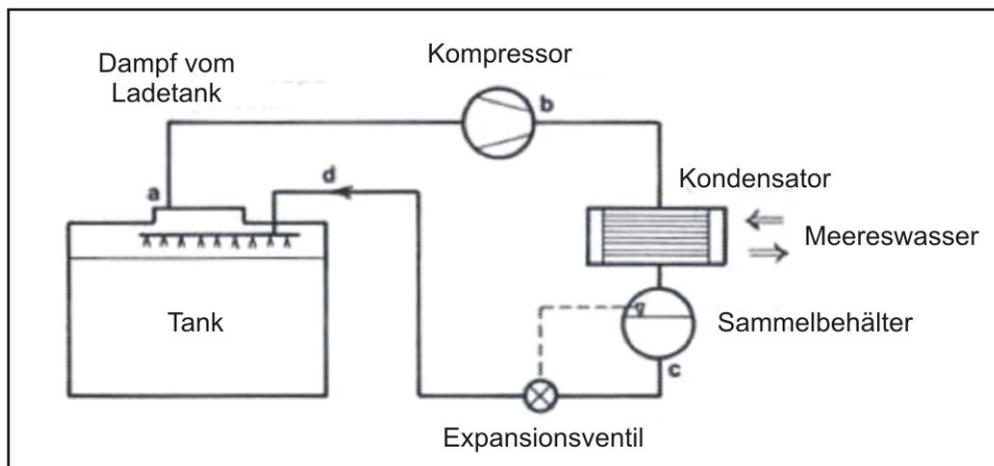


Abbildung 31.11(a) - Einstufiger direkter Rückverflüssigungskreislauf

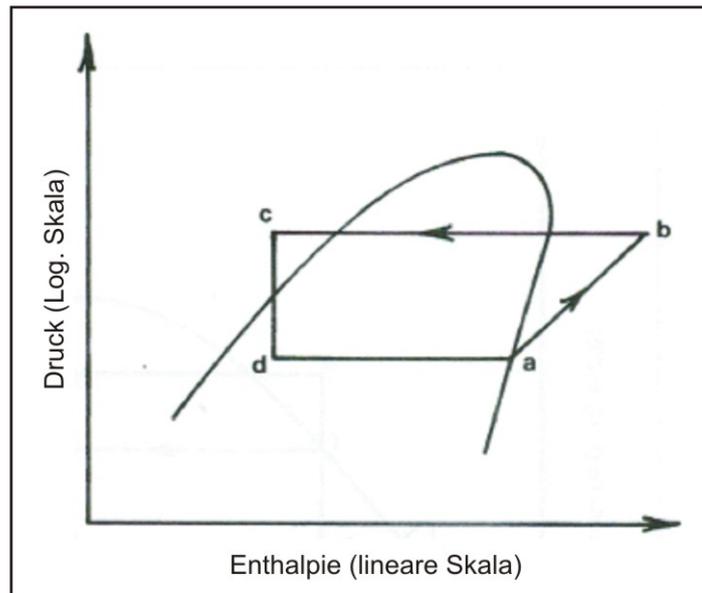


Abbildung 31.11(b) - Mollier-Diagramm — einstufiger direkter Rückverflüssigungskreislauf

Zweistufiger direkter Kreislauf

Obwohl der Apparat für den zweistufigen direkten Kreislauf relativ ungewöhnlich ist, wird er auf Flüssiggastankschiffen eingesetzt, die eine große Vielfalt an Produkten transportieren. Für Produktgüter wie Butadien und Vinylchlorid ist er unerlässlich.

In Abbildung 31.12(a) und (b) wird ein vereinfachtes Schema eines zweistufigen Rückverflüssigungskreislaufes dargestellt. Im Vergleich zum einstufigen Kreislaufsystem, wird das zweistufige Kreislaufsystem mit Zwischenkühlung eingesetzt, wenn der Saugdruck niedrig und folglich das Druckverhältnis hoch ist (vorausgesetzt, dass Hafenwasser kondensiert wird). Die zweistufige Verdichtung (Zwischenkühlung) ist notwendig, um die Verdichtungs-
endtemperatur zu begrenzen, die mit zunehmendem Druckverhältnis beträchtlich ansteigt. Das ist besonders wichtig für Ladungen wie Butadien und Vinylchlorid (siehe auch Abschnitt 32.6).

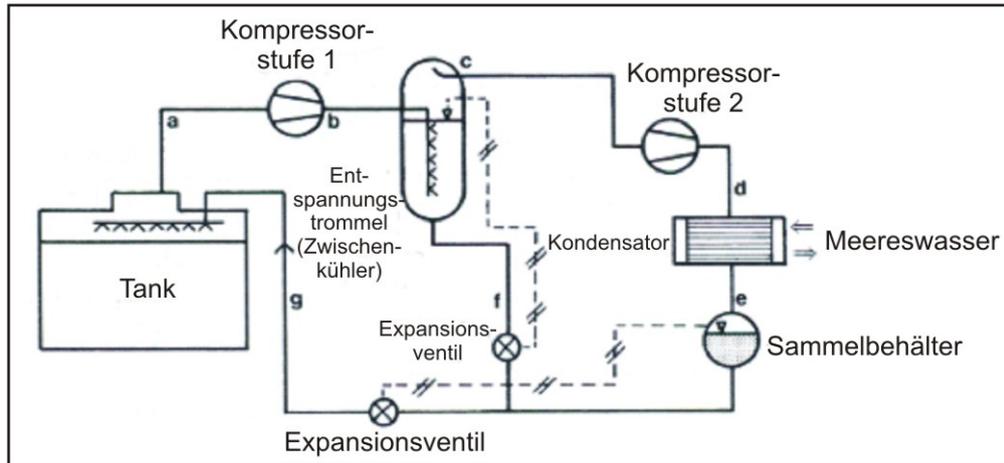


Abbildung 31.12(a) - Zweistufiger direkter Rückverflüssigungskreislauf mit Zwischenkühlung

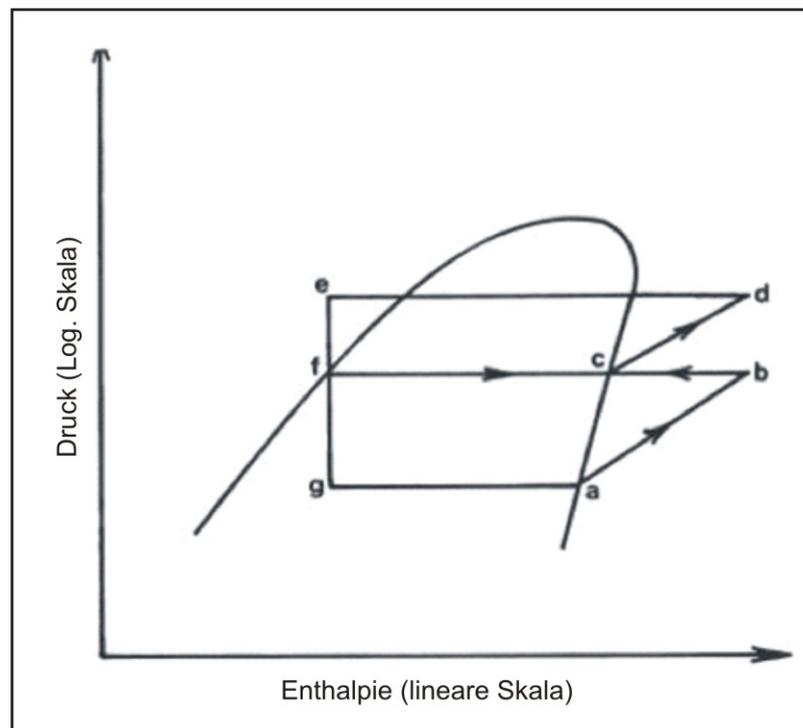


Abbildung 31.12(b) - Mollier-Diagramm — zweistufiger direkter Rückverflüssigungskreislauf

Der Dampf aus der ersten Stufe — (b) in den Abbildungen — wird zum Zwischenkühler geleitet, wo seine Überhitzungswärme reduziert wird — (c) in den Abbildungen. Das Kühlmedium ist die Ladungsflüssigkeit, die auf den Zwischenkühlerdruck vom hafengewässergekühlten Kondensator *entspannt* wurde. Die anderen Kreislaufabschnitte ähneln denen des einstufigen Kreislaufs.

Direkter Kaskadenkreislauf

Der Kaskadenkreislauf wird bei tiefgekühlten Ladungen eingesetzt, wenn ein Spezialkältemittel wie z. B. R22* (siehe unten) verwendet wird, um niedrigere Fördertemperaturen zu erreichen. Darüber hinaus wird die Leistung dieser Kühlanlagen nicht so durch die Temperaturänderungen des Meeresswassers beeinträchtigt, wie es bei anderen Rückverflüssigungskreisläufen der Fall ist. Dieser Anlagentyp spielt für den Transport von Ethylen eine wichtige Rolle.

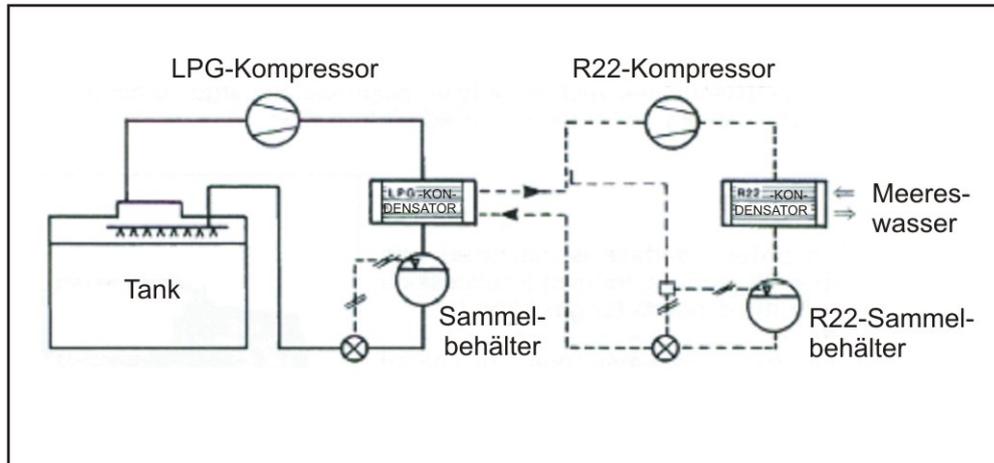


Abbildung 31.13 - Vereinfachter Kaskadenrückverflüssigungskreislauf

Das Kaskadensystem verwendet ein Kältemittel wie z. B. R22 zum Kondensieren des Ladungsdampfes; Abbildung 31.13 zeigt ein vereinfachtes Schema dieses Systems. Die einstufige Verdichtung von Ladungsdampf entspricht dem einstufigen direkten Kreislauf, das Ladungskondensat wird allerdings mit R22 anstelle von Hafenwasser gekühlt. Die kondensierende Ladung verdampft das flüssige Kältemittel R22 und der R22-Dampf wird dann über einen konventionellen geschlossenen R22-Kühlkreislauf geleitet und durch Hafenwasser kondensiert — daher der Begriff Kaskade.

* Gas als Kältemittel – R22

Bei den in diesem Leitfaden erörterten indirekten und direkten Kaskadenverflüssigungssysteme wurde, sofern zutreffend, davon ausgegangen, dass als Kältemittel Monochlordifluormethan verwendet wurde, das mehr unter seiner Kältemittelnummer R22 bekannt ist. Bei diesem Stoff handelt es sich um Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW).

Es eignet sich für Verflüssigungsanlagen, insbesondere mit Kolbenkompressoren. Dieses Kältemittel wird in dem Protokoll von Montreal nicht gesondert aufgeführt, aber es gibt ein separates Übereinkommen aller Unterzeichnerstaaten des Protokolls von Montreal dahingehend, dass es wünschenswert ist, dieses Kältemittel bis zum Jahr 2015 auslaufen zu lassen. Derzeit laufen Forschungen in Bezug auf einen geeigneten Ersatz, an denen die wichtigsten chemischen Unternehmen beteiligt sind.

R22 hat eine sehr geringe Toxizität; wird es jedoch offenen Flammen ausgesetzt, brennt es runter zu einem toxischen Gas, das einen sehr strengen Geruch hat.

Nach dem Protokoll von Montreal läuft die Verwendung von R22 endlich in nicht allzu fer-
ner Zukunft aus.

Nach dem EU-Protokoll 2037/2000 gibt es seit Januar 2010 ein FCKW-Verbot.

31.6 Ladungskompressoren und zugehörige Vorrichtungen

Der Kompressor ist das Herz der Verflüssigungsanlage. Was LPG-Tankschiffe angeht, so gibt es zwei Haupttypen von Kompressoren; das sind der Kolbenkompressor und der Schraubenkompressor.

31.6.1 Kolbenkompressor

Die älteren Kompressoren waren mitunter keine ölfreien Kompressoren. Das hat Probleme verursacht, die in Abschnitt 27.10 und 32.6.1 beschrieben sind, weil viele Flüssiggase die Qualität des Schmieröls, das in den Maschinen verwendet wird, beeinträchtigen können. Wenn diese älteren Kompressoren zum Einsatz kommen, ist eine sehr sorgfältige Kontrolle notwendig. Insbesondere werden oft Sammelbehälterheizsysteme installiert, um die aufgelösten Gase zu verdampfen. Außerdem muss normalerweise das Schmieröl zwischen den Ladungen gewechselt werden. Vollständige Angaben zur Funktionsweise dieser Kompressoren sollten in den Handbüchern der Hersteller enthalten sein.

Aus diesen Gründen handelt es sich bei den meisten Kolbenkompressoren, die heute an Bord von Gastankschiffen anzutreffen sind, um ölfreie Typen.

1. Die Kolbenfläche ist mit Labyrinthrillen versehen, die nacheinander angeordnet sind und das Leckgas minimieren sollen.
2. Der Zylinder wird wassergekühlt oder erwärmt und ist mit ähnlichen Rillen in der Bohrung versehen.
3. Die Stopfbuchse besteht aus einem System von Graphitringen, die eine Labyrinthdichtung bilden. Das an dieser Stopfbuchse austretende Gas wird normalerweise zur Ansaugseite des Kompressors zurückgeleitet.
4. Die Distanzstücke ermöglichen eine klare Trennung zwischen Kompressionsraum und Kurbelantrieb und verhindert, dass der Teil der Kolbenstange (mit molekularem Ölfilm) in die Stopfbuchse eindringt.
5. Der Ölabbreiter verhindert, dass das Öl an der Kolbenstange in den neutralen Raum und damit in die Stopfbuchse gelangt.
6. Die Kolbenstange wird durch ein Führungslager und ein Kopfstück genau geführt.
7. Das Führungslager wird geschmiert und wassergekühlt.
8. Das Kopfstück wird geschmiert und wassergekühlt.
9. Die Kurbelwelle wird geschmiert.

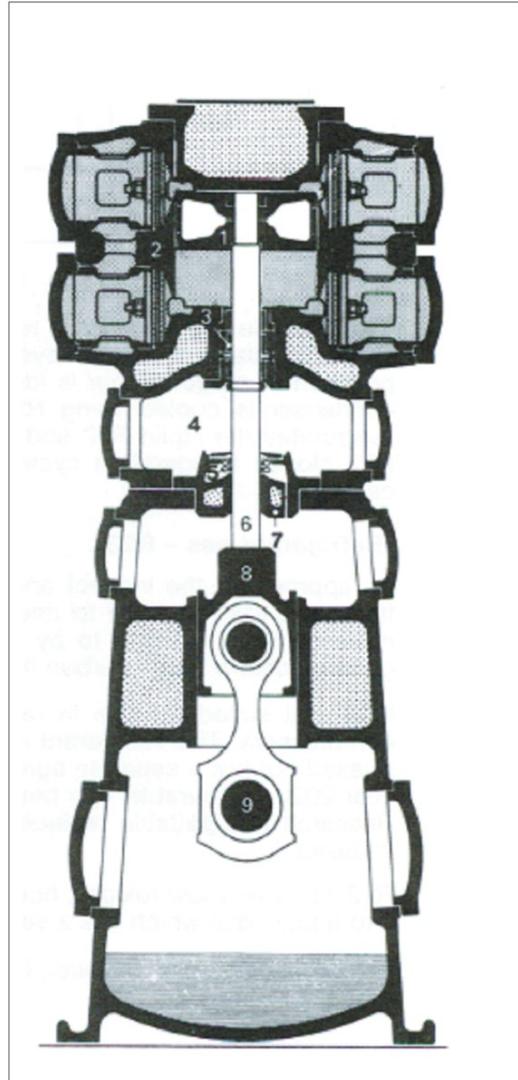


Abbildung 31.14 - Ölfreier Kompressor von Sulzer

In dem in Abbildung 31.14 dargestellten ölfreien Kompressor von Sulzer besteht die Dichtung zwischen Kolben und Zylinderwand sowie zwischen Kolbenstange und Stopfbuchse aus eingearbeiteten Labyrinthrillen. Folglich müssen diese Räume im Kompressor, die von Ladungsdämpfen umströmt werden, nicht geschmiert werden. Da es keinen Kontakt an den Dichtungen gibt, ist der Verschleiß begrenzt und der Schmierölverbrauch minimal. Die ölfreie Seite des Kompressors und die geschmierte Kurbel sind durch Ölabbreifringe, die an der Kolbenstange montiert sind, voneinander getrennt. Die Stange ist außerdem mit einem Ring versehen, der verhindert, dass der restliche Ölfilm die Stange hochkriecht. Der Abstand zwischen Kurbel und Stopfbuchse ist so groß, dass der ölige Teil der Kolbenstange nicht in die ölfreie Stopfbuchse eindringen kann. Sollte an der Stopfbuchse Gas austreten, wird es zur Ansaugseite zurückgeführt. Das Kurbelwellengehäuse und der Trennungsraum werden unter Saugdruck gehalten. Die Stelle, an der die Kurbelwelle aus dem Gehäuse austritt, ist mit einer geölten Wellendichtung versehen.

Obwohl der Kompressor von Sulzer im Verdichtungsraum ölfrei ist, ist es üblich, das Schmieröl nach jedem Ladungswechsel auszuwechseln. Das beantwortet die Frage der Verträglichkeit der Schmierölgüte mit der nächsten Ladung (siehe Abschnitt 32.6.1).

Die Kompressorleistung wird durch Heben der Saugventile während des Verdichtungshubs gesteuert. Der Ventilteller wird normalerweise hydraulisch durch den Fluiddruck, der durch die Schmierölpumpe erzeugt wird, gehoben. Wenn der Kompressor abgeschaltet wird, kann der Ladungsdampf in dem Kurbelgehäuse kondensieren, was zu Schmierproblemen führt. Um das zu vermeiden, muss dafür gesorgt werden, dass das Kurbelgehäuse geheizt wird, wenn der Kompressor nicht in Betrieb ist. Wenn der Kompressor in Betrieb ist, muss das Kurbelgehäuse wegen der Kopfstücken und Führungslager gekühlt werden. Normalerweise sorgt ein geschlossenes Wasserglykolsystem für die Erwärmung — wenn der Kompressor abgeschaltet ist — und für die Kühlung, wenn der Kompressor in Betrieb ist.

Ein anderer gebräuchlicher Typ eines ölfreien Kolbenkompressors ist in Abbildung 31.15 dargestellt. Hersteller dieser Anlage ist Linde. Diese Kompressoren bestehen aus PTFE-Kolbenringen und nicht aus Labyrinthkolben wie die Kompressoren von Sulzer. Der volumetrische Wirkungsgrad ist höher als bei der Konstruktion mit PTFE-Ringen.

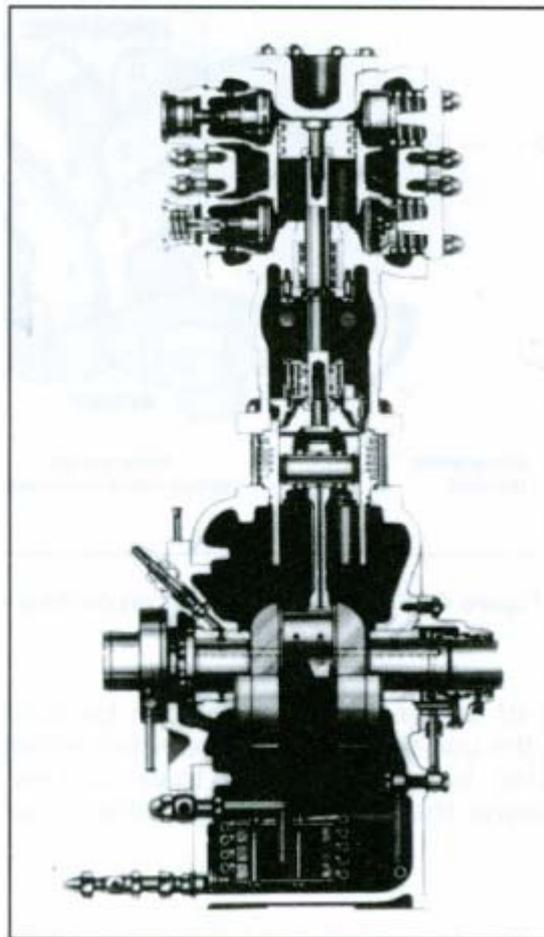


Abbildung 31.15 - Ölfreier Kompressor von Linde

31.6.2 Schraubenkompressoren

Schraubenkompressoren für Flüssiggasladungen können trocken und ölfrei oder ölgeflutet sein. Bei den trockenen Ausführungen haben die Schraubenrotoren keinen physischen Kontakt, greifen aber ineinander und werden durch externes Getriebe angetrieben. Wegen der Lecks durch die Freiräume zwischen den Rotoren sind hohe Geschwindigkeiten erforderlich, um einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen (in der Regel 12.000 UpM). Abbildung 31.16 zeigt ein Schema eines typischen Rotors in der üblichen Kombination mit vier und sechs Flügeln. Die Flügel greifen ineinander und das Gas wird in den Druckräumen, die in dem Schema mit 1, 2, 3 nummeriert sind, verdichtet, wobei die Räume kleiner werden, wenn die Rotoren zurückkommen. Am Kompressorgehäuse befinden sich Saug- und Auslaufstutzen.

Die ölgeflutete Anlage basiert auf eine Ölinjektion in die Rotoren, was eine zeitliche Abstimmung des Getriebes überflüssig macht. Die Antriebskraft wird mit dem injizierten Öl von einem Rotor zum nächsten übertragen. Das Öl ist gleichzeitig Schmier- und Kühlmittel. Da die Rotoren mit Öl abgedichtet sind, tritt viel weniger Gas aus und dadurch können ölgeflutete Anlagen bei niedrigeren Geschwindigkeiten (3.000 UpM) laufen. Ein Ölabscheider auf der Förderseite der Anlage entfernt das Öl des verdichteten Gases.

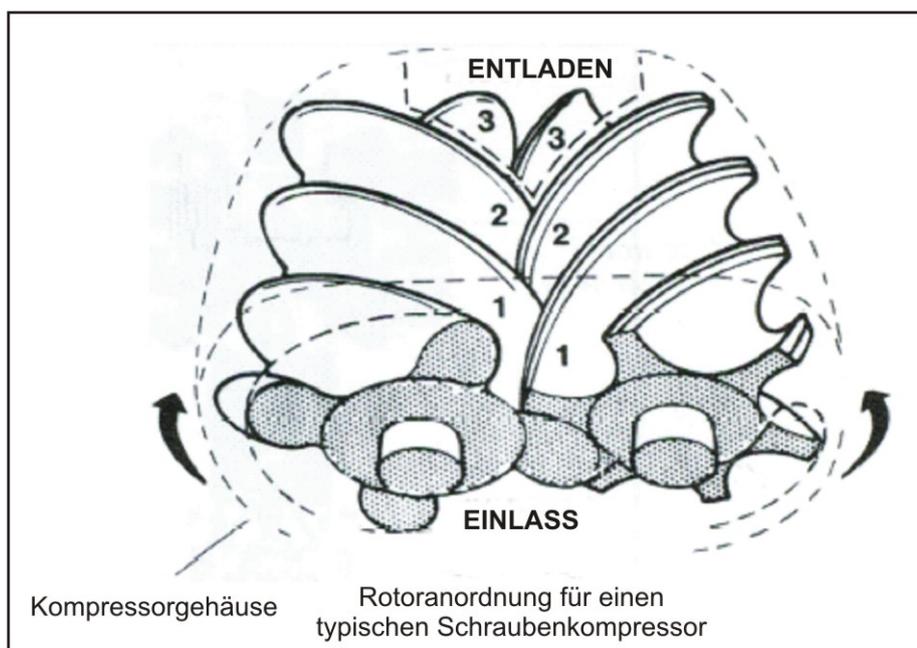


Abbildung 31.16 - Typischer Rotor für einen ölfreien Schraubenkompressor

Die Leistung eines Schraubenkompressors kann auf verschiedene Weise gesteuert werden. Am gebräuchlichsten ist die Verwendung eines Schieberventils, mit dem die Arbeitslänge der Rotoren verringert wird. Das ist effizienter als die Drosselung der Saugleistung. Schraubenkompressoren verbrauchen mehr Strom als Kolbenkompressoren.

31.6.3 Flüssigkeitsabscheider an der Kompressorausleitung

Diese Vorrichtung ist notwendig, um die Ladungsdampfkompressoren davor zu schützen, dass Flüssigkeit angesaugt wird. Das kann zu ernsthaften Schäden an den Kompressoren führen, da Flüssigkeit nicht verdichtet werden kann. Daher ist es in der Praxis üblich, einen Flüssigkeitsabscheider an der Kompressorausleitung, die von den Ladetanks kommt, zu installieren. Dieser Behälter dient der Drosselung der Dampfgeschwindigkeit, was ein leichtes Entfernen der eingedrungenen Flüssigkeit aus dem Dampfstrom ermöglicht. Der Abscheider ist mit Niveausonden ausgerüstet, die im Falle der Überfüllung Alarm auslösen und den Kompressor abschalten.

31.6.4 Spülgaskondensator

Viele Rückverflüssigungsanlagen sind mit einem Wärmeaustauscher ausgerüstet, der über dem Ladungskondensator installiert ist. Der Wärmeaustauscher besteht aus einem Mantel und Rohrbündeln. Der Wärmeaustauscher dient dazu, Ladungsdämpfe, die ein Gemisch mit den nicht kondensierbaren Gasen (wie z. B. Stickstoff) bilden, zu kondensieren. Das können Ladungsdämpfe sein, die im Hauptkondensator nicht kondensiert sind. So hat zum Beispiel im Handel erhältliches Propan, das vielleicht 2 % Ethananteil in der Flüssigkeit hat, 14 % Ethananteil im Dampf; Ethan ist der flüchtigere Bestandteil. Bei einem LPG-Kühltankschiff kann das Vorhandensein von Ethan für einen konventionellen meerwassergekühlten Kondensator problematisch werden.

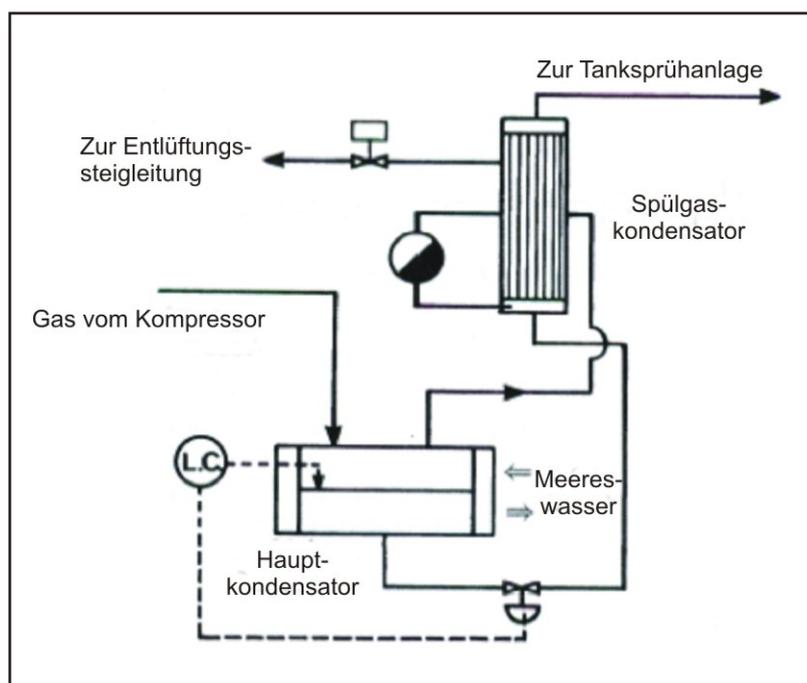


Abbildung 31.17 - Typische Spülgaskondensationsanlage

Abbildung 31.17 zeigt eine typische Spülgaskondensationsanlage. Die Gase, die im Hauptkondensator nicht kondensiert sind, werden zum Mantelraum des Reingaskondensators gedrückt. Hier herrscht der gleiche Druck wie im Hauptkondensator, aber die Kondensationstemperatur ist niedriger. Diese entspricht der Ausgangstemperatur des Expansionsventils, da die Flüssigkeit vollständig oder teilweise über die Rohrbündel des Spülgaskondensators geströmt ist. Die niedrigere Kondensationstemperatur ermöglicht ein Kondensieren der Ladungsdämpfe und die nicht kondensierbaren Gase werden über einen Druckregler von oben in den Spülgaskondensator abgelassen.

31.7 Inertgas- und Stickstoffanlagen

Wie bereits in Abschnitt 27.7 erläutert, verwenden Gastankschiffe verschiedene Formen von Inertgas, die im Folgenden aufgeführt sind:

- Inertgas, gewonnen durch Verbrennung;
- Stickstoff aus Produktionsanlagen an Bord; und
- Landseitig gelieferter reiner Stickstoff (über eine Pipeline, per Tanklastler oder Schiff).

31.7.1 Stickstoffherstellung auf Tankschiffen

Das gebräuchlichste Verfahren zur Herstellung von Stickstoff auf Tankschiffen ist die Luftzerlegung. Bei diesem Verfahren wird Luft in ihre Gaskomponenten zerlegt, indem Druckluft über Hohlfasermembrane strömt. Die Membrane teilen die Luft in zwei Ströme, von denen einer im Wesentlichen Stickstoff und der andere Sauerstoff, Kohlendioxid sowie einige Spurengase enthält. Durch dieses Verfahren kann Stickstoff mit einem Reinheitsgrad von etwa 95 bis 99,8 % produziert werden. Die Kapazität dieser Anlagen hängt von der Anzahl der installierten Membranmodule, vom Druck und der Temperatur der zugeführten Luft sowie von dem erforderlichen Reinheitsgrad des Stickstoffs ab. In Abbildung 31.18 ist eines dieser Systeme dargestellt.

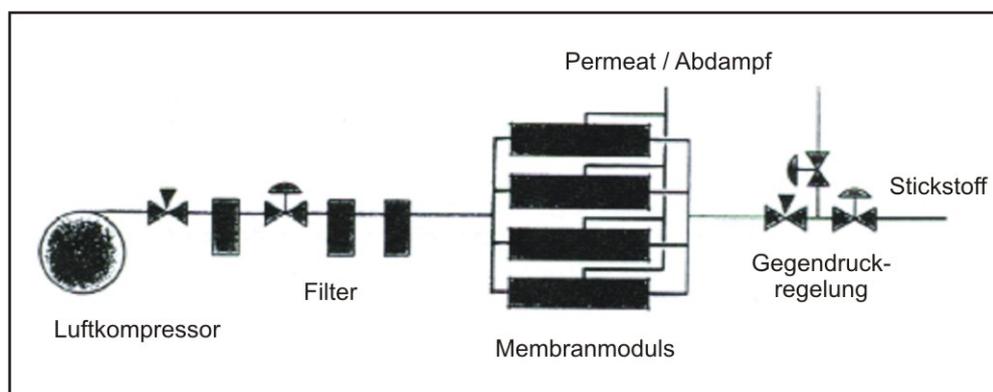


Abbildung 31.18 - Membrananlage zur Stickstoffherstellung

31.7.2 Landseitig gelieferter reiner Stickstoff

Die Qualität des Inertgases, das mit Anlagen an Bord des Schiffs hergestellt wird, eignet sich in der Regel nicht für sauerstoffkritische Ladungen; siehe Tabelle 27.3(b), in der die strikten Anforderungen an den Sauerstoffgehalt von Tanks aufgeführt sind. In Anbetracht der Inertgasbestandteile kann das zu Einsatzbeschränkungen führen, wenn die Tanks vorher zu Prüfungszwecken entgast wurden; und das ist oft notwendig bei wechselnder Ladungsgüte. Unter diesen Umständen ist es üblich, dass die Schiffsführer die Ladetanks vor dem Beladen mit landseitig geliefertem, reinem Stickstoff inertisieren. Der Stickstoff wird in der Regel über eine Pipeline, mit Tanklasten oder per Schiff geliefert. Da die Lieferung meistens in flüssigem Aggregatzustand erfolgt, wird zum sofortigen Inertisieren ein Stickstoffverdampfer benötigt.

31.8 Elektrische Geräte in gasgefährdeten Räumen

Elektrische Geräte werden in der Regel in folgende Sicherheitszonen eingeteilt:

Zone 0: Bereiche, die ständig ein entflammbares Gemisch enthalten.

Zone 1: Bereiche, in denen entflammbare Gemische während der normalen Betriebsabläufe wahrscheinlich sind.

Zone 2: Bereiche, in denen entflammbare Gemische während der normalen Betriebsabläufe unwahrscheinlich sind.

Elektrische Geräte auf Gastankschiffen müssen die Anforderungen der Klassifikationsgesellschaft und der Gas Codes erfüllen. Zonen und Räume auf Tankschiffen werden in Abhängigkeit von dem Risiko, das der vorhandene Ladungsdampf darstellt, entweder in *gasicher* oder *gasgefährdet* eingeteilt. Zum Beispiel sind Wohnbereiche und Maschinenräume *gasicher*, während Kompressorräume, Ladetankbereiche und Laderäume als *gasgefährdet* eingestuft werden. In gasgefährdeten Räumen dürfen nur elektrische Geräte, die anerkannten Standards entsprechen, benutzt werden; das gilt sowohl für fest montierte als auch tragbare elektrische Geräte. Es gibt verschiedene elektrische Gerätetypen, die für die Benutzung auf Gastankschiffen als sicher zertifiziert wurden und die in den nächsten Abschnitten beschrieben werden.

Eigensichere Geräte

Eigensichere Geräte sind elektrische Stromkreise, in denen ein Funken oder Wärmeeffekt (unter Normal- oder spezifischen Fehlerbedingungen) ein gegebenes explosives Gemisch nicht zünden kann.

Diese Energie kann durch eine Sperre in der Stromversorgung, wie in Abbildung 31.19 dargestellt, begrenzt werden. Diese Sperre muss in einem sicheren Bereich positioniert werden. Zener-Sperren werden oft zu diesem Zweck eingesetzt und die Spannung wird in dem dargestellten Stromkreis durch die Zener-Dioden begrenzt, so dass der maximale Stromfluss zum gefährdeten Bereich durch die Widerstände begrenzt wird. Der Einsatz dieser eigensicheren Systeme ist normalerweise auf Mess- und Steuerstromkreise in gefährdeten Bereichen begrenzt. Da sie auf sehr niedrige Energieniveaus beschränkt sind, eignen sich eigensichere Systeme nicht für Hochleistungsstromkreise.

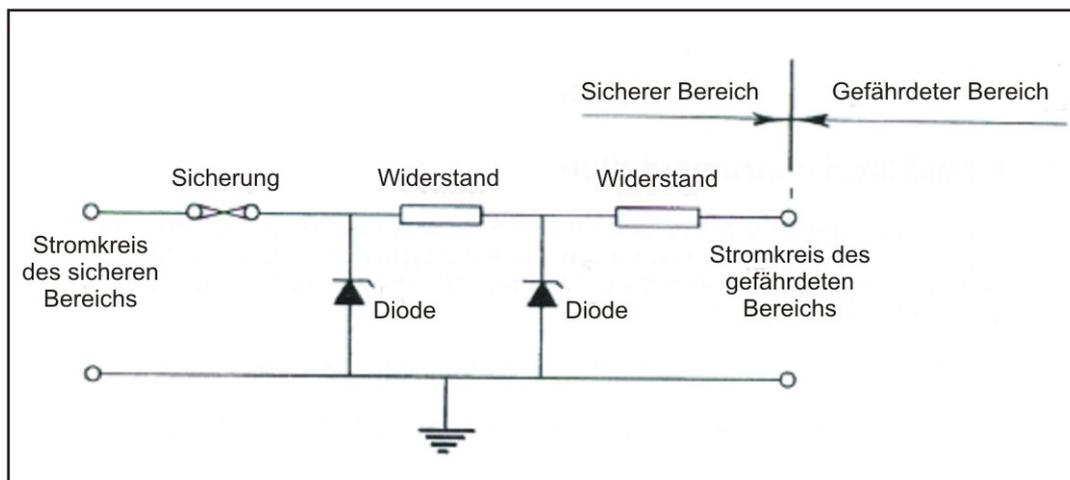


Abbildung 31.19 - Eigensicherheit durch den Einsatz von Zener-Sperren

Explosionengeschützte Geräte

Ein explosionengeschütztes Gehäuse kann den Druck aushalten, der sich während der internen Zündung eines entflammaren Gemisches entwickelt. Außerdem ist es so konstruiert, dass es Flammen, die innerhalb des Gehäuses entstehen, auf Temperaturen unterhalb der Zündtemperatur abkühlt, bevor diese in die Umgebungsatmosphäre gelangen.

Daher ist der Spalt, durch den Heißgas strömen darf, entscheidend und bei der Installation und Wartung von explosionengeschützten Geräten ist darauf zu achten, dass diese Spalten gut gewartet werden. Es dürfen keine Schrauben fehlen oder unsachgemäß festgezogen werden, und der Spalt darf nicht durch Farbe, Korrosion oder andere Blockierungen verkleinert werden.

Druckbeaufschlagte oder gespülte Geräte

Die Druckbeaufschlagung oder Spülung von Geräten ist ein Verfahren, mit dem gewährleistet werden soll, dass das Gehäuse gasfrei bleibt. Bei Druckbeaufschlagung muss ein Überdruck von ca. 0,5 bar, relativ zur Umgebungsatmosphäre, aufrechterhalten werden. Bei dem Spülverfahren muss dem Gehäuse kontinuierlich Spülgas zugeführt werden. Zum Spülen kann Luft oder Inertgas verwendet werden.

Explosionengeschützte Geräte

Der Einsatz von explosionengeschützten Geräten eignet sich für elektrisch betriebene Beleuchtungskörper und Motoren. Bei diesen Geräten ist die Sperre zwischen elektrischen Leitern und elektrischen Klemmen größer als üblich. Die Anlasser sind so ausgelegt, dass sie die Funkenbildung an den Schaltschützen minimieren und die Temperatur der Komponenten begrenzen. Explosionengeschützte Motoren mit explosionengeschütztem Gehäuse werden oft an Deck von Gastankschiffen eingesetzt. Hier dienen sie unter anderem zum Antrieb von Tiefbrunnen- oder Boosterpumpen. In diesen Fällen müssen sie durch eine geeignete witterungsbeständige Abdeckung geschützt werden.

31.9 Messgeräte

Messgeräte sind ein wichtiger Teil der Ausrüstung von Gastankschiffen und werden zum Messen des Füllstands, Drucks und der Temperatur der Ladung benötigt. Sie dienen auch zum Aufspüren von Gas. Die Messgeräte müssen sorgfältig ausgewählt und gut gewartet werden.

31.9.1 Messgeräte zum Messen des Flüssigkeitspegels

Die einschlägigen Gas Codes und Regularien der Klassifikationsgesellschaften schreiben normalerweise vor, dass jeder Ladetank mit mindestens einem Füllstandsmesser ausgerüstet ist. Bestimmte Ladungen erfordern spezifische Typen von Messsystemen.

Messsysteme werden wie folgt klassifiziert:

- Indirekte Systeme, z. B. für Wiegeverfahren oder Durchflussmesser.
- Geschlossene Geräte, die nicht in den Ladetank eingeführt werden, wie z. B. Ultraschallgeräte oder Radioisotope.
- Geschlossene Geräte, die in den Ladetank eingeführt werden, wie z. B. Schwimmermesser und Radargeräte.

Schwimmermesser

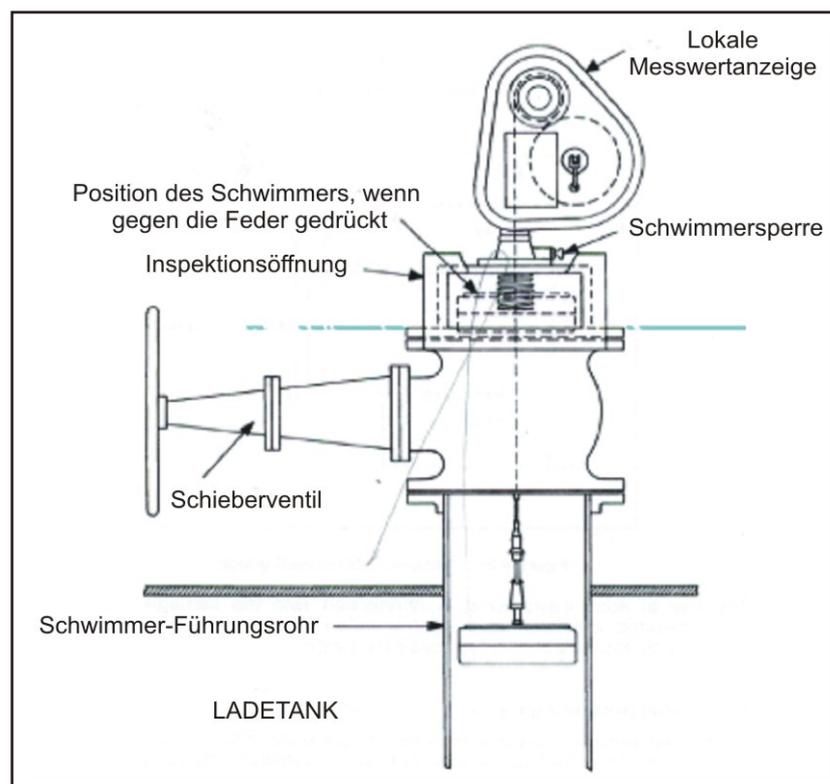


Abbildung 31.20 - Schwimmerfüllstandsmesser

Schwimmerfüllstandsmesser finden breite Anwendung auf Gastankschiffen. Sie bestehen aus einem Schwimmer, der mit einem Messband an einer Anzeigevorrichtung angebracht ist und zur Vor-Ort- oder Fernauslesung ausgelegt werden kann. Abbildung 31.20 zeigt ein typisches Schwimmermessgerät, das in einem Rohrbrunnen installiert ist. Alternativ können auch Führungsdrähte angebracht werden. Schwimmermessgeräte sind zwecks Absperrung mit Schieberventilen ausgestattet, so dass der Schwimmer in sicherer Atmosphäre gewartet werden kann.

Der Schwimmer muss sich oberhalb des Flüssigkeitspegels befinden, wenn er nicht im Einsatz ist. Wird er unten gelassen, wird die Flüssigkeit, die insbesondere unter rauen Bedingungen spritzt, die Bandspannvorrichtung beschädigen. Schwimmermessgeräte werden normalerweise im Sammelbehälter angebracht oder in einem Mindestabstand zum Tankboden.

Radarmessgeräte

Ein anderes Tankmessgerät basiert auf dem Radarprinzip. Dieses Gerät arbeitet bei sehr hohen Frequenzen von ungefähr 11 Gigahertz (11×10^9). Radarähnliche Füllstandsmesser wurden inzwischen speziell für Flüssiggase und für den Einsatz auf Gastankschiffen entwickelt. Diese Geräte liefern Messungen, die den Anforderungen der Industrie genügen.

Die vorgenannten Geräte werden als geschlossene Geräte eingestuft. Das bedeutet, dass während ihres Einsatzes bzw. während der Füllstandsmessungen keine Ladungsflüssigkeiten oder -dämpfe in die Atmosphäre abgelassen werden.

31.9.2 Füllstandsalarm und automatische Abschaltssysteme

Jeder Ladetank sollte mit einem unabhängigen Hochpegelsensor ausgerüstet sein, der akustische und optische Alarmsignale auslöst. Für diesen Zweck eignen sich Schwimmer-, Kapazitäts- oder Ultraschallsensoren. Zum automatischen Stoppen des Ladungsdurchflusses zum Tank wird ein Hochpegelalarmgeber oder ein anderer unabhängiger Sensor benötigt.

Während des Ladevorgangs besteht die Gefahr, dass ein starker Druckstoß entsteht, wenn das Ventil den Durchfluss durch zu schnelles Schließen bei hoher Ladegeschwindigkeit stoppt. (Weitere Informationen zum Druckstoß sind in Abschnitt 31.1.3 und 16.10 enthalten.)

31.9.3 Druck- und Temperaturmessgeräte

Die einschlägigen Gas Codes sollten eine Drucküberwachung für das gesamte Ladesystem vorschreiben. Zu den entsprechenden Stellen gehören Ladetanks, Pumpen- und Kompressorablassleitungen, Verbindungsstücke für Flüssigkeiten und Dämpfe. Außerdem werden an verschiedenen Systemen Druckschalter angebracht, um Personal und Geräte durch Betriebsalarm- und Abschaltssysteme zu schützen.

Es wird empfohlen, mehr als ein Thermometer an den Ladetanks anzubringen, um übermäßige thermische Spannungen mit Hilfe der Überwachungstechnik zu vermeiden. Das Schiffpersonal sollte die niedrigsten Temperaturen kennen, denen die Ladetanks ausgesetzt werden dürfen, und diese Werte sollten auf den Temperaturmessgeräten markiert sein, insbesondere auf denen der Ladungssammelleitung.

Kapitel 32

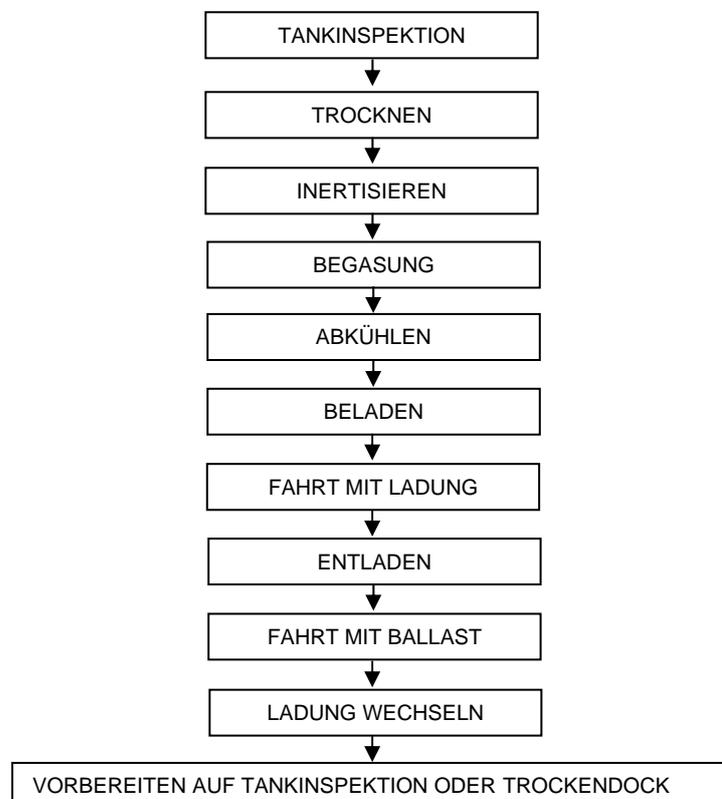
SCHIFFSBETRIEB

Dieses Kapitel führt den Leser durch einen kompletten Zyklus von Schiffsbe- und Entladeoperationen, angefangen von der Entgasung bis hin zur Planung eines Ladungswechsels.

Wenn ein Gastankschiff an einem Liegeplatz anlegt, um Ladungsumschlagsoperationen durchzuführen, ist es wichtig, dass die vorbereitenden Maßnahmen ordnungsgemäß abgeschlossen werden. Insbesondere sollten immer die Fragen, die in der Sicherheitscheckliste aufgeführt sind, abgearbeitet werden. In Verbindung mit den Fragen der Checkliste sollten Ladungsumschlagspläne aufgestellt und gemeinsam abgestimmt werden. Außerdem sollten schriftliche Verfahrensanweisungen zur Regelung der schiffs- und landseitigen Ladungsdurchflusssgeschwindigkeiten und Maßnahmen zur Bewältigung von allgemeinen Notfällen festgelegt werden. Mit Hilfe dieser Pläne können sichere Betriebsabläufe, wie sie in diesem Kapitel beschrieben werden, gewährleistet werden.

32.1 Arbeitsablauf

Bei einem Gastankschiff, das direkt vom Schiffsbauer oder Trockendock kommt, gilt für das Umschlagen der Ladung generell folgender Arbeitsablauf:



32.2 Tankinspektion, Trocknen und Inertisieren

32.2.1 Tankinspektion

Bevor mit den Umschlagoperationen begonnen wird, müssen die Ladetanks gründlich auf sauberen Zustand inspiziert werden; alle losen Gegenstände müssen entfernt werden; und alle Fittings müssen ordnungsgemäß gesichert sein. Außerdem muss freies Wasser entfernt werden. Sobald die Inspektion abgeschlossen ist, muss der Ladetank sicher verschlossen werden und die Lufttrocknung kann beginnen.

32.2.2 Trocknen

Das Trocknen des Ladungsumschlagsystems auf einem Kühltankschiff ist eine notwendige Vorstufe zum Beladen. Das bedeutet, dass Wasserdampf und freies Wasser aus dem System abgelassen werden müssen. Geschieht das nicht, kann die Restfeuchte zu Problemen hinsichtlich der Eis- und Hydratbildung innerhalb des Ladungssystems führen. (Die Gründe sind klar, wenn man davon ausgeht, dass die Wassermenge, die beim Abkühlen eines Tanks von 1000 m³ Luft bei atmosphärischem Druck, 30 °C und 100 % Feuchtigkeit auf 0 °C kondensiert wird, 25 Liter betragen würde.)

Unabhängig von dem gewählten Trocknungsverfahren muss darauf geachtet werden, dass die richtige Taupunkttemperatur erreicht wird; siehe Tabelle 27.3(b). Funktionsstörungen der Ventile und Pumpen aufgrund von Eis- oder Hydratbildung können oftmals die Folge eines nicht richtig getrockneten Systems sein. Zwar kann durch Zugabe eines Frostschutzmittels eine Gefrierpunktniedrigung an den Ansaugstutzen der Tiefbrunnenpumpe erzielt werden, aber dieses Verfahren darf nicht als Ersatz für eine gründliche Trocknung angesehen werden. (Frostschutzmittel werden nur für Ladungen bis zu -48 °C verwendet; Propanol wird als Enteisungsmittel bis zu -108 °C verwendet, aber unterhalb dieser Temperatur hilft kein Enteisungsmittel mehr.) Für das Trocknen der Tankatmosphäre gibt es verschiedene Möglichkeiten. Diese sollen im Folgenden beschrieben werden.

Trocknen mit Hilfe eines von Land gelieferten Inertgases

Die Trocknung kann als Teil des Inertisierungsverfahrens durchgeführt werden, wenn Inertgas landseitig geliefert wird (siehe Abschnitt 31.7), was derzeit allgemein üblich ist. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es gleich zwei Funktionen erfüllt, zum einen reduziert es den Feuchtegehalt der Tankatmosphäre auf den erforderlichen Taupunkt und zum anderen den Sauerstoffgehalt. Ein Nachteil dieses und des nächsten Verfahrens besteht darin, dass mehr Inertgas gebraucht wird, als wenn es nur um die Reduzierung des Sauerstoffgehalts auf einen bestimmten Wert geht.

Bei druckbeaufschlagten Tanks sollte auch eine Dichtigkeitsprüfung mit etwas Überdruck durchgeführt werden.

Trocknen mit Inertgas von einer Schiffsanlage

Die Trocknung kann auch gleichzeitig mit der Inertisierung erfolgen, wenn das Inertgas auf dem Schiff erzeugt wird, ein zufriedenstellendes Ablassen des Wasserdampfes hängt jedoch von den technischen Daten des Inertgassystems ab. Dabei muss der Generator eine entsprechende Kapazität und das Inertgas eine geeignete Qualität aufweisen; die erforderlichen technischen Daten sind jedoch nicht immer ein Konstruktionsmerkmal dieser Anlage. Die Inertgasanlage des Schiffs besteht manchmal aus Kühltrockner und Absorptionstrockner, die beide zusammen den Taupunkt bei atmosphärischem Druck auf -45 °C oder darunter herabsetzen können.

Ein Stickstoffgenerator an Bord ist viel effektiver.

Lufttrocknungssystem an Bord

Ein Alternative zum Trocknen mit Inertgas bietet eine Lufttrockenanlage an Bord. Das Funktionsprinzip ist in Abbildung 32.1 dargestellt. Bei diesem Verfahren wird Luft mit Hilfe eines Kompressors aus dem Ladetank abgezogen oder von einem Inertgasgebläse an Bord (ohne Verbrennung) zugeführt und durch einen gekühlten Trockner gefördert. Der Trockner wird in der Regel durch das Kältemittel R22 gekühlt. Hierbei wird die Luft gekühlt, der Wasserdampf kondensiert und wird abgelassen. Die aus dem Trockner ausströmende Luft ist daher bei einem niedrigeren Taupunkt gesättigt. Eine weitere Reduzierung des Taupunkts kann mit einem Silikagel-Nachtrockner, der in Strömungsrichtung installiert ist, erreicht werden. Danach kann die Luft mit Hilfe eines Lufterwärmers wieder auf Umgebungstemperatur erwärmt und zum Ladetank zurückgeleitet werden. Dieser Prozess wird für alle Schiffstanks (und Rohrleitungen) fortgesetzt, bis der Taupunkt der Tankatmosphäre den Förderbedingungen entspricht.

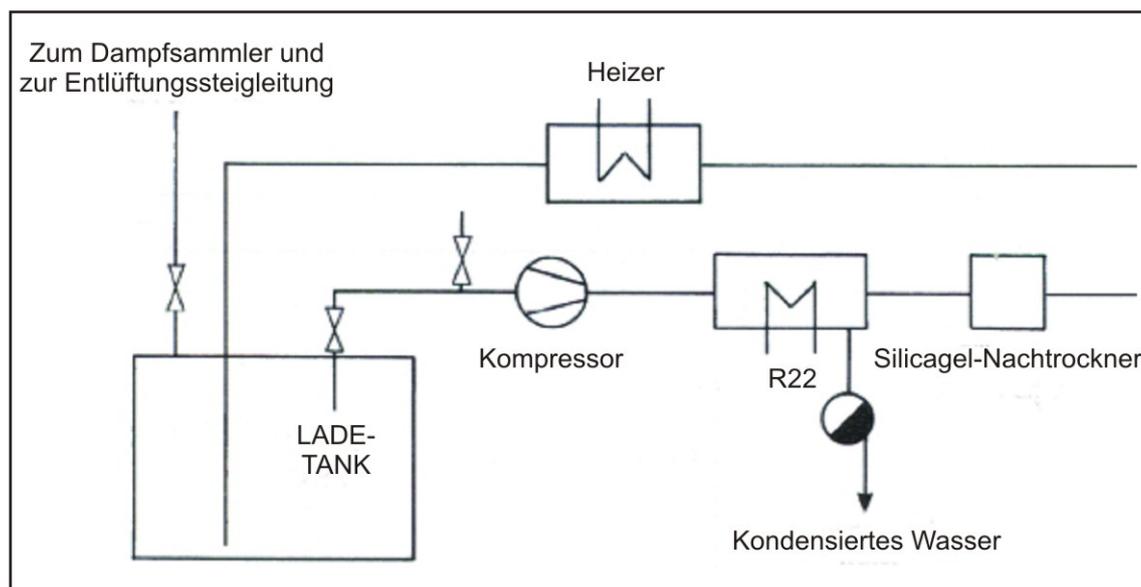


Abbildung 32.1 - Betriebszyklus der Lufttrocknung

32.2.3 Inertisierung vor dem Beladen

Ladetanks, Umschlaganlagen und Rohrleitungen werden in erster Linie inertisiert, um einen nicht entflammaren Zustand während der darauf folgenden Begasung mit der Ladung zu gewährleisten. Zu diesem Zweck muss die Sauerstoffkonzentration von 20,9 Vol.-% auf maximal 5 Vol.-% reduziert werden, obwohl oft höhere Werte bevorzugt werden; siehe Tabelle 27.3(b).

Es gibt aber noch einen Grund für die Inertisierung, der darin besteht, dass einige der reaktionsfreudigeren chemischen Gase wie z. B. Vinylchlorid oder Butadien vielleicht einen Sauerstoffgehalt von 0,1 % benötigen, um eine chemische Reaktion mit dem einströmenden Dampf zu vermeiden. Derart niedrige Sauerstoffgehalte können in der Regel nur durch Inertisierung von landseitig geliefertem Stickstoff erreicht werden (siehe Abschnitt 27.7 und 31.7.2).

Zur Inertisierung von Ladetanks können zwei Verfahren eingesetzt werden: Verdrängung oder Verdünnung. Beide Verfahren werden im Folgenden erörtert.

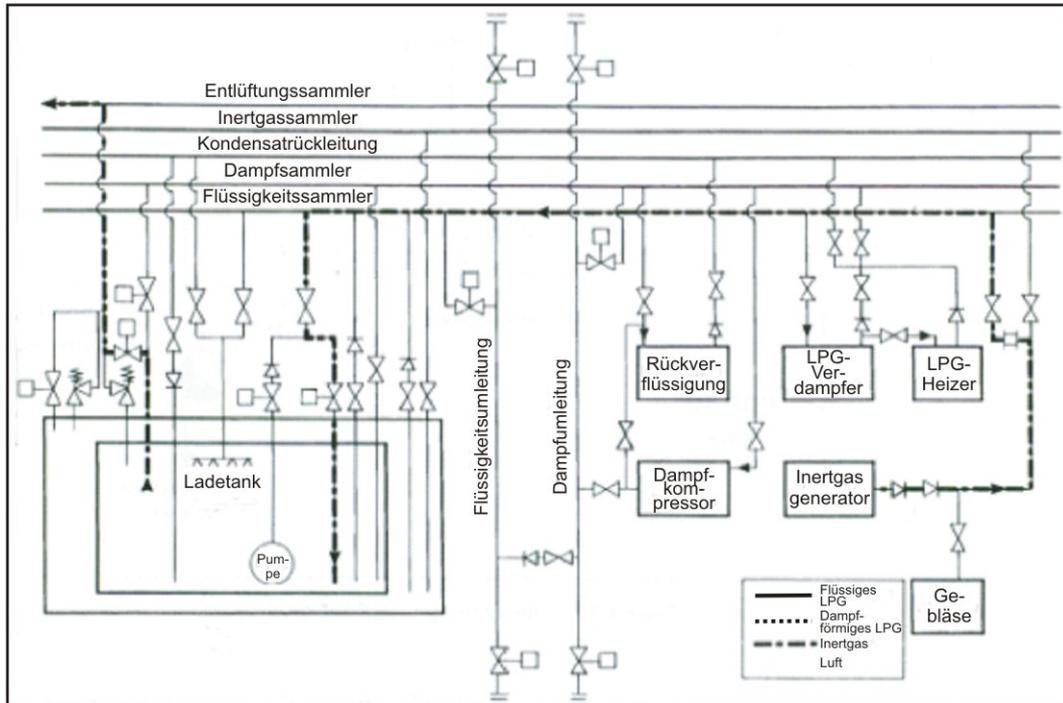


Abbildung 32.2 - Inertisierung von Ladetanks nach dem Verdrängungsverfahren

Inertisieren durch Verdrängung

Inertisierung durch Verdrängen, auch als Kolbenspülung bekannt, beruht auf der Schichtenbildung der Ladetankatmosphäre basierend auf der Differenz der Dampfdichten zwischen dem in den Tank einströmenden Gas und dem Gas, das sich bereits im Tank befindet. Das schwerere Gas (siehe Tabelle 27.5) wird unterhalb des leichteren Gases bei niedriger Geschwindigkeit eingelassen, um die Verwirbelungen zu minimieren. Bei einer guten Schichtenbildung und geringer Vermischung an der Schnittstelle reicht nur ein Tankvolumen des einströmenden Inertgases aus, um die Atmosphäre zu ändern. In der Praxis kommt es zum Vermischen und es ist mehr als ein Tankvolumen Inertgas notwendig. Diese Menge kann bis um das Vierfache des Tankvolumens variieren, was von der relativen Dichte der Gase sowie Tank- und Rohrleitungskonfiguration abhängig ist. Die relative Dichte von Luft und Inertgas unterscheidet sich nur geringfügig (siehe Tabelle 27.4); Inertgas aus einem Verbrennungsgenerator ist etwas schwerer als Luft, während Stickstoff etwas leichter ist. Diese kleinen Dichteunterschiede machen die Inertisierung durch Verdrängung schwierig, und im Allgemeinen kommt es bei diesem Prozess nur zu einer teilweisen Verdrängung und teilweisen Verdünnung (wie weiter unten erörtert).

Inertisieren durch Verdrängung ist ein wirtschaftliches Verfahren, da hier Mindestmengen an Inertgas bei geringstem Zeitaufwand benötigt werden. Es lässt sich jedoch nur realisieren, wenn ein Vermischen mit dem anfänglichen Tankdampf begrenzt werden kann. Wenn sich die Tankform und Position der Rohreingänge für das Verdrängungsverfahren eignen, dann werden die Ergebnisse durch Inertisierung von mehr als einem Tank gesteigert. Dabei sollten die Tanks parallel ausgerichtet sein. Durch Aufteilen des Inertgases aus einem Generator unter den Tanks wird die Gaseingangsgeschwindigkeit reduziert und damit das Vermischen des Dampfes an der Schnittstelle begrenzt. Gleichzeitig erhöht sich die Gesamtinertgasmenge aufgrund des niedrigeren Gesamtströmungswiderstands. Tanks, die auf diese Weise inertisiert werden, sollten überwacht werden, um eine gleichmäßige Verteilung der Inertgasmenge zu gewährleisten.

Inertisieren durch Verdünnung

Beim Inertisieren eines Tanks nach dem Verdünnungsverfahren vermischt das einströmende Inertgas durch die Verwirbelungen mit dem Gas, das sich bereits in dem Tank befindet. Das Verdünnungsverfahren kann auf verschiedene Weise durchgeführt werden, wie im Folgenden beschrieben wird:

Verdünnung durch wiederholte Druckbeaufschlagung

Bei Tanks vom Typ 'C' kann die Inertisierung durch Verdünnen über wiederholte Druckbeaufschlagung erfolgen. Jede Wiederholung bringt den Tank immer näher an die Sauerstoffkonzentration des Inertgases heran. So ist zum Beispiel eine Inertgasqualität von mehr als 5 % Sauerstoffgehalt erforderlich, um den Tankinhalt mit einer angemessenen Anzahl von Wiederholungen auf ein Sauerstoffniveau von 5 % zu bringen.

Die Praxis hat gezeigt, dass schnellere Resultate mit mehr Wiederholungen bei jeweils niedriger Druckbeaufschlagung als mit weniger Wiederholungen bei höherer Druckbeaufschlagung erzielt werden.

Kontinuierliche Verdünnung

Inertisieren durch Verdünnung kann als kontinuierlicher Prozess erfolgen. Das ist in der Tat der einzige Verdünnungsprozess, den für Tanks vom Typ 'A' gibt, die einen sehr geringen Überdruck oder Unterdruck haben. Für einen richtigen Verdünnungsprozess (im Gegensatz zur Verdrängung) ist es relativ unbedeutend, wo sich der Inertgaseinlass und der Tankauslass befinden, vorausgesetzt, dass eine gute Mischqualität erreicht wurde. Entsprechend hat es sich allgemein als zufrieden stellend erwiesen, das Inertgas mit hoher Geschwindigkeit durch die Dampfanschlüsse zu führen und das Gasgemisch über die Lauleitungen am Boden abzulassen.

Wenn mehrere Tanks inertisiert werden müssen, kann das Gesamtvolumen des benötigten Inertgases sowie die Gesamtzeit reduziert werden, indem ein Tank nach dem anderen hintereinander inertisiert wird. Mit diesem Verfahren werden auch Rohrleitungen und Anlagen zur gleichen Zeit inertisiert. (Auf einigen Tankschiffen kann es aufgrund der Ladungs- und Dampfleitungskonfigurationen auch sein, dass nicht mehr als zwei Tanks hintereinander geschaltet werden können.) Der zusätzliche Strömungswiderstand der hintereinander geschalteten Tanks verringert die Inertgasdurchflussgeschwindigkeit auf einen Wert unterhalb des Wertes, der durch separate Inertisierung der Tanks erreichbar gewesen wäre.

Wie aus der vorstehenden Erläuterung hervorgeht, ist die optimale Konfiguration für die Inertisierung durch Verdünnung von Tankschiff zu Tankschiff verschieden und wahrscheinlich eine Sache der Erfahrung.

Inertgas - allgemeine Aspekte

Wie die vorstehenden Absätze deutlich gemacht haben, kann Inertgas auf verschiedene Weise eingesetzt werden, um die Ladetanks zu inertisieren. Keines der Verfahren kann als das beste festgemacht werden, da die Wahl von der Konstruktion des Tankschiffs und den unterschiedlichen Gasdichten abhängt. Generell gilt, dass jedes einzelne Tankschiff anhand von Erfahrungswerten sein eigenes favorisiertes Verfahren wählen sollte. Wie bereits erwähnt, ist Inertisierung nach dem Verdrängungsprinzip das beste Verfahren, jedoch hängt seine Effizienz von einer guten Schichtenbildung zwischen Inertgas und der abzuleitenden Luft- oder Dampfschicht ab. Wenn die Inertgaseinleitungsrichtungen und die unterschiedlichen Gasdichten sich nicht für eine Schichtenbildung eignen, ist es vielleicht besser, sich für das Verdünnungsverfahren zu entscheiden. Dieses erfordert eine schnelle, turbulente Inertgaseinleitung, von der die Effektivität der Verdünnung abhängt.

Welches Verfahren auch zur Anwendung kommt, es ist in jedem Fall wichtig, die Sauerstoffkonzentration eines jeden Tanks regelmäßig zu überwachen, was von geeigneten Stellen über die Dampfprobenahmeanschlüsse erfolgt. Auf diese Weise kann der Stand der Inertisierung eingeschätzt und letztendlich versichert werden, dass das gesamte Umschlagsystem hinreichend inertisiert ist.

Die vorstehenden Erklärungen haben sich zwar auf die Erzeugung von Inertgas konzentriert, die gleichen Prinzipien gelten aber auch für Stickstoff. Der Einsatz von Stickstoff kann erforderlich sein, wenn die Tanks auf die Beförderung von chemischen Gasen wie Vinylchlorid, Ethylen oder Butadien vorbereitet werden sollen. Aufgrund der hohen Stickstoffkosten, sollte das gewählte Inertisierungsverfahren mit einem minimalen Stickstoffverbrauch vereinbar sein.

Inertisierung vor dem Laden von Ammoniak

Die moderne Praxis verlangt, dass die Schiffstanks vor dem Beladen mit Ammoniak mit Stickstoff inertisiert werden. Das ist so, obwohl Ammoniakgas nicht leicht entzündbar ist.

Inertgas, das durch Verbrennung gewonnen wird, darf auf keinen Fall für Tanks verwendet werden, die Ammoniak befördern sollen. Der Grund hierfür ist, dass das Ammoniak mit dem Kohlendioxid, das in dem Inertgas enthalten ist, reagiert und Carbamate bildet. Demzufolge muss der Stickstoff von Land geliefert werden, da die Kapazität der Stickstoffgeneratoren an Bord zu gering ist.

Die Notwendigkeit, Schiffstanks vor dem Beladen mit Ammoniak zu inertisieren, wird auch dadurch unterstrichen, dass mit dem Spritzen beim Einfüllen eine besondere Gefahr verbunden ist. Flüssiges Ammoniak sollte niemals in einen Tank gespritzt werden, der Luft enthält, da die Gefahr der statischen Aufladung und damit eine Zündungsgefahr besteht. (Ammoniak-Luft-Gemische stellen außerdem ein zusätzliches Risiko dar, da sie die Spannungsrissskorrosion beschleunigen können; siehe Abschnitt 27.5.)

32.3 Begasung

Die Begasung ist absolut notwendig, wenn eine Kühlanlage eingesetzt werden soll, da die Kühlanlagen nicht für Inertgas ausgelegt sind.

Das Begasen erfolgt mit Ladungen, die vom Land geliefert werden. An bestimmten Terminals gibt es Anlagen, die es gestatten, diese Operation längsseits durchzuführen, aber Terminals dieser Art sind in der Minderheit. Das ist darauf zurückzuführen, dass das Entlüften von Kohlenwasserstoffgasen längsseits einer Pier eine Gefahr darstellen kann und daher von den meisten Terminals und Hafenbehörden verboten wird.

Daher muss der Schiffsführer folgende Fragen abchecken, bevor das Tankschiff mit inertisierten Tanks im Hafen einläuft:

- Darf am Liegeplatz entlüftet werden? Wenn ja, was ist zulässig?
- Gibt es eine Dampfrückleitungsvorrichtung zur Fackel?
- Wird für die Begasung vom Terminal Flüssigkeit oder Dampf bereitgestellt?
- Wird anfangs nur ein Tank von der Landseite begast und abgekühlt?
- Wie viel Flüssigkeit wird zum Begasen und Abkühlen der restlichen Tanks an Bord benötigt?
- Wo kann die komplette Begasung durchgeführt werden?

Bevor mit der Begasung am Liegeplatz begonnen wird, entnimmt das Terminal in der Regel eine Probe der Tankatmosphären und prüft diese auf ihren Sauerstoffgehalt, der bei LPG-Ladungen unter 5 % liegen (einige Terminals fordern 0,5 %) oder bei chemischen Gasen wie Vinylchlorid viel geringere Konzentrationen aufweisen muss; siehe Tabelle 27.3(b).

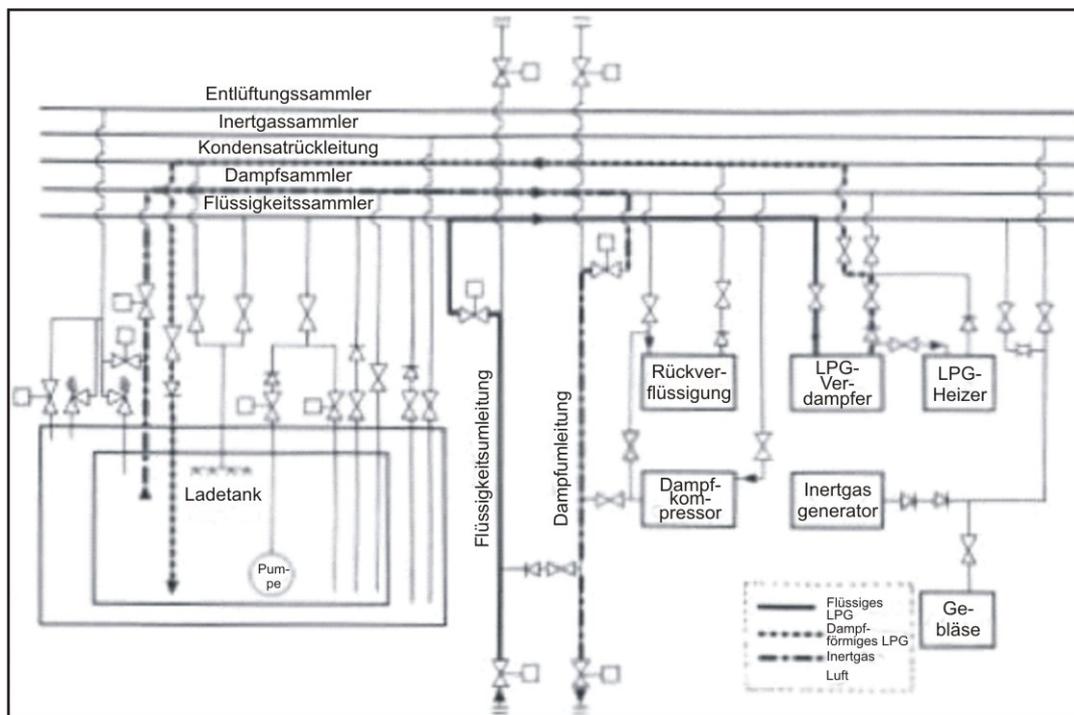


Abbildung 32.3(a) - Begasung von Ladetanks mit landseitig gelieferter Flüssigkeit

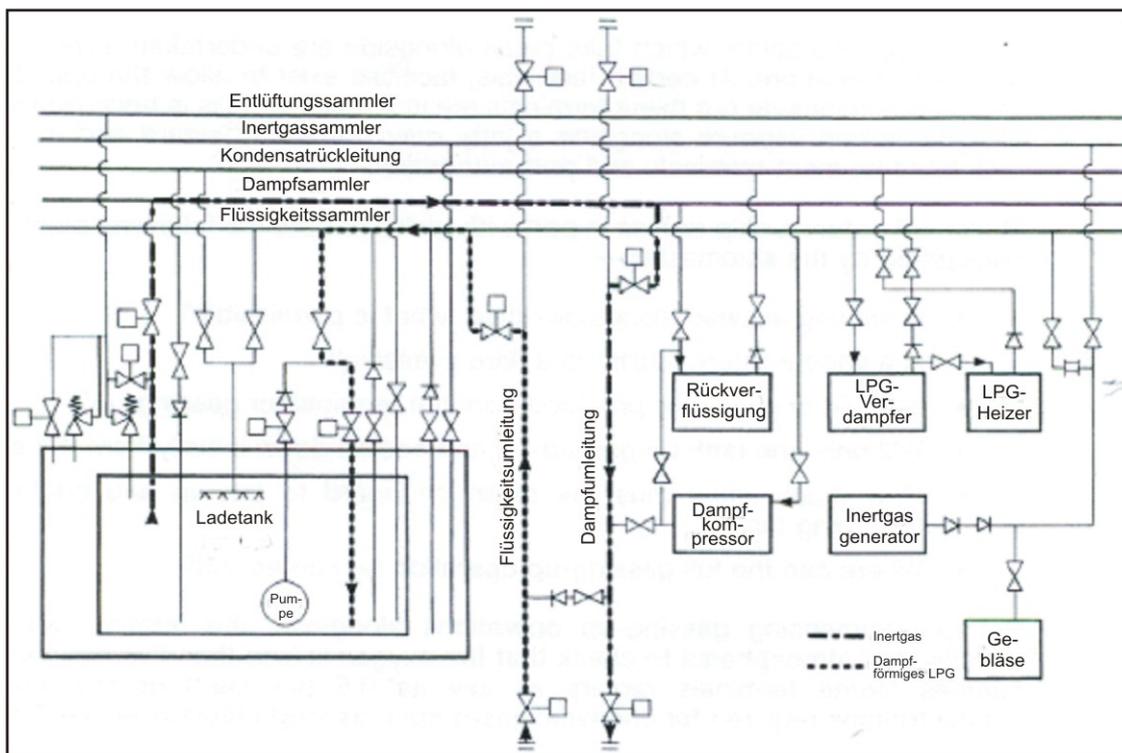


Abbildung 32.3(b) - Begasung von Ladetanks mit landseitig geliefertem Dampf

Wenn das Entlüften in die Atmosphäre nicht gestattet ist, muss eine Dampfrückleitungsvorrichtung bereitstehen, die während des gesamten Begasungsvorgangs in Betrieb ist. In diesem Fall können die Ladungskompressoren des Schiffs oder Dampfgebläse des Piers genutzt werden, um den Abfluss abzuführen. Einige Terminals verbieten zwar das Entlüften von Ladungsdämpfen, gestatten aber den Abfluss in die Inertgasatmosphäre. Somit kann bei Begasung nach dem Verdrängungsverfahren - siehe Abschnitt 32.2.3 - die Notwendigkeit einer Dampfrückleitung zum Land zurückgestellt werden, bis Ladungsdämpfe an der Entlüftungssteigleitung festgestellt werden. Dieser Aspekt kann weit nach hinten gestellt werden, wenn die hintereinander geschalteten Tanks nacheinander begast werden.

Wenn ein Terminal eine Flüssigkeit zum Begasen liefert, sollte die Ladedgeschwindigkeit sorgfältig geregelt werden. Diese wird dann durch den Verdampfer des Schiffs geleitet. Alternativ kann die Flüssigkeit auch in den Schiffstanks verdampft werden. Wird Dampf geliefert, kann dieser je nach Dampfdichte von oben oder unten in die Tanks eingelassen werden (siehe Tabelle 27.5). In Abbildung 32.3(a) und 32.3(b) ist eine typische Begasung mit landseitig gelieferter Flüssigkeit bzw. landseitig geliefertem Dampf dargestellt.

Wenn ein Schiff am Liegeplatz einläuft und seine Tanks Ladungsdampf enthalten, der gegen eine andere Dampfgüte ausgetauscht werden muss, stellt das Terminal in der Regel eine Dampfrückleitung zur Verfügung. Die zum Land abgeführten Dämpfe werden abgefackelt, bis die gewünschte Dampfgüte in den Tanks erreicht ist. Dann kann die Abkühlung einsetzen.

Es gibt jüngste Entwicklungen in Bezug auf LPG-Dampfdruckgewinnungssysteme. Bei diesen Systemen wird die Energie, die durch die Verdampfung von flüssigem Stickstoff gewonnen wird, genutzt und der an das Schiff zurückgeleitete Ladungsdampf während der Begasung oder während der Inertisierung zurückverflüssigt (siehe Abschnitt 32.9.3), wodurch ein Abströmen der Kohlenwasserstoffgase vermieden wird. Die auf einem Rahmen montierte Anlage erhält den Stickstoff von einem Laster, verdampft diesen zur Lieferung an das Schiff und verflüssigt gleichzeitig den zurückgeleiteten Ladungsdampf zwecks Lagerung und weiterer Verwendung.

32.4 Abkühlung

Abkühlung - Kühltankschiff

Die Abkühlung ist notwendig, um übermäßige Tankdrücke (infolge der Entspannungsverdampfung) während des Beladens von Massengut zu vermeiden. Bei der Abkühlung wird Ladungsflüssigkeit bei niedriger Geschwindigkeit in den Tank eingespritzt. Je niedriger die Ladungsbeförderungstemperatur ist, desto wichtiger ist das Abkühlverfahren.

Vor dem Laden einer gekühlten Ladung müssen die Ladetanks langsam abgekühlt werden, um thermische Spannungen zu minimieren. Die Geschwindigkeit, mit der ein Ladetank abgekühlt wird, ohne hohe thermische Spannungen zu erzeugen, hängt von der Konstruktion der Sicherheitsbehälter ab und beträgt normalerweise 10 °C pro Stunde. Zur Ermittlung der zulässigen Abkühlgeschwindigkeit sollte immer auf das Betriebshandbuch des Herstellers verwiesen werden.

Das normale Abkühlverfahren sieht wie folgt aus. Die vom Land (oder aus den Lagertanks an Deck) gelieferte Ladungsflüssigkeit wird allmählich über zu diesem Zweck installierte Einspritzleitungen oder Ladungsladeleitungen in die Tanks eingefüllt. Die durch Schnellverdampfung entstehenden Dämpfe können zum Land abgeführt oder in der Rückverflüssigungsanlage des Schiffs behandelt werden. Dann wird zusätzliche Flüssigkeit zugeführt, deren Geschwindigkeit von den Drücken und Temperaturen im Tank abhängt. Wenn der Siededampf in der Rückverflüssigungsanlage des Schiffs behandelt wird, können Schwierigkeiten hinsichtlich der *nicht kondensierbaren Gase*, wie z. B. Stickstoff, der vom Inertgas zurückbleibt, auftreten. Die Verdichtungsendtemperaturen sollten genau beobachtet und die nicht kondensierbaren Gase erforderlichenfalls oberhalb des Kondensators abgelassen werden (siehe Abschnitt 32.6).

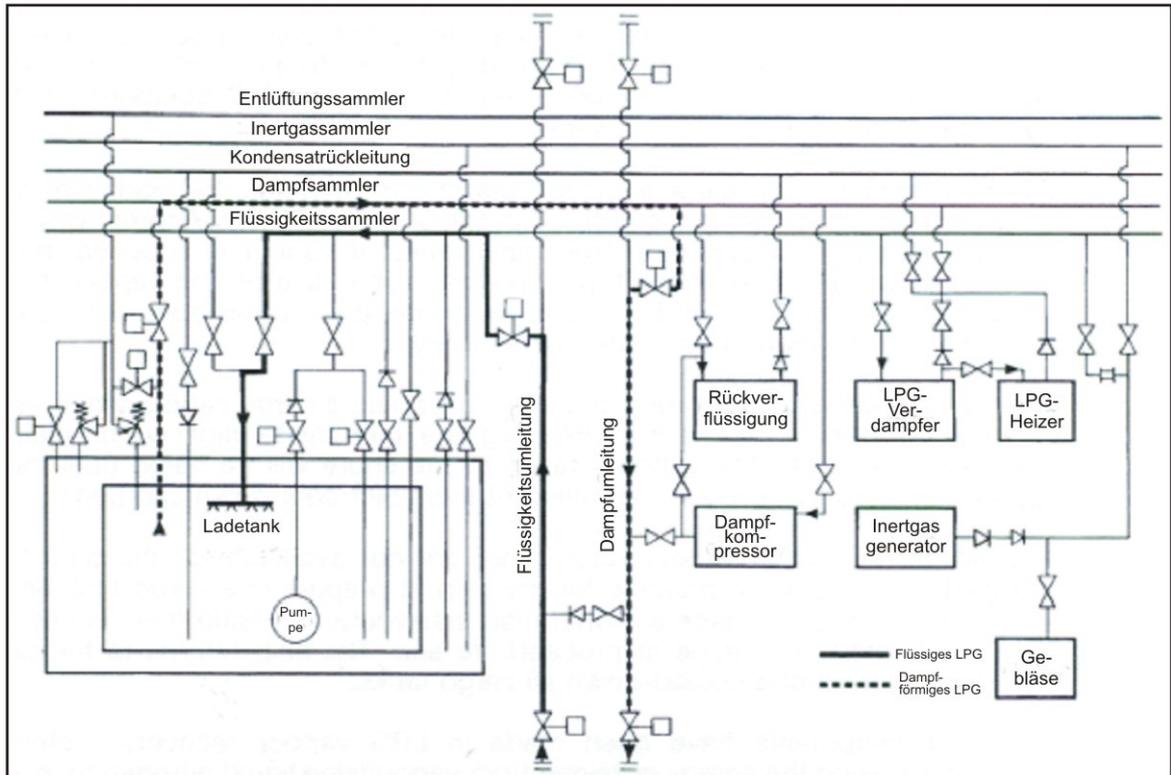


Abbildung 32.4 - Abkühlung des Ladetanks mit landseitig gelieferter Flüssigkeit:
Dampfrückleitung zum Land

Mit Abkühlen der Ladungssicherheitsbehälter tendiert die thermische Kontraktion des Tanks in Verbindung mit einem Abfall der Umgebungstemperatur zu einem Druckabfall in den Lade- und Zwischenräumen. Normalerweise sorgen die Druckregelsysteme der Luft- bzw. Inertgaszufuhr für entsprechende Drücke in diesen Räumen, aber so lange die Abkühlung andauert, sollten die betreffenden Messgeräte genau beobachtet werden.

Die Abkühlung sollte so lange andauern, bis der Abdampfverlust weniger wird und sich am Boden der Ladetanks Flüssigkeit zu bilden beginnt. Das kann über die Temperatursensoren festgestellt werden. In dieser Phase kann tiefgekühltes Ammoniak am Boden zum Beispiel ungefähr -34 °C haben, während im oberen Tankbereich noch -14 °C vorherrschen. Das macht einen Temperaturunterschied von 20 °C . Die tatsächliche Temperaturdifferenz hängt von der Größe des Ladetanks und der Position der Spritzdüsen ab.

Probleme während der Abkühlung können auf eine unzureichende Begasung (wenn zu viel Inertgas zurückbleibt) oder unzureichende Trocknung zurückzuführen sein. In dem letztgenannten Fall können sich Eis oder Hydrate bilden und zur Vereisung von Ventilen und Pumpenwellen führen. In diesen Fällen kann ein Frostschutzmittel zugegeben werden, wobei die Voraussetzung ist, dass die Ladung spezifikationsgerecht bleibt oder dadurch keine Schädigungen an der elektrischen Isolierung der Ladungs-Tauchpumpen hervorgerufen werden. Während der Abkühlung sollten die Wellen der Tiefbrunnenpumpen häufiger mit der Hand gedreht werden, um ein Einfrieren der Pumpen zu vermeiden.

Sobald die Ladetanks abgekühlt wurden, sollten die Ladungsleitungen und Vorrichtungen abgekühlt werden. Abbildung 32.4 stellt eine Rohrleitungskonfiguration zum Abkühlen eines Tanks mit einer landseitig gelieferten Flüssigkeit dar.

Abkühlung - Kühldrucktanker

Die meisten Kühldruckschiffe haben Ladetanks aus Stahl, die sich für die Mindesttemperatur von tiefgekühlten Ladungen eignen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass der Stahl nicht niedrigeren Temperaturen ausgesetzt wird. Es ist notwendig, den Druck innerhalb der Ladetanks mindestens in Höhe des Sättigungsdampfdrucks, der der minimal zulässigen Stahltemperatur entspricht, aufrechtzuerhalten. Das kann durch Leiten der Flüssigkeit durch einen Ladungsverdampfer und Ablassen des Dampfes in den Tank mit Hilfe eines Ladungskompressors erfolgen. Alternativ dazu kann der Dampf von der Landseite geliefert werden.

32.5 Beladen

32.5.1 Beladen - Vorbereitende Verfahren

Bevor mit dem Beladen begonnen wird, müssen die schiffs- oder landseitigen vorbereitenden Verfahren gründlich besprochen und durchgeführt werden. Entsprechende Informationen müssen ausgetauscht und die relevanten Abschnitte der *Sicherheitscheckliste* sollten ausgefüllt werden. Besondere Aufmerksamkeit sollte den folgenden Punkten gelten:

- Einstellung der Sicherheitsventile und maximalen Alarmdrücke an den Ladetanks
- Fernbetätigte Ventile
- Rückverflüssigungsanlage
- Gasmeldesysteme
- Alarm- und Regelgeräte, und
- Maximale Ladegeschwindigkeit.

Alle Maßnahmen sollten unter Berücksichtigung der Grenzen der Schiffs- oder landseitigen Systeme durchgeführt werden.

Das Terminal sollte die notwendigen Informationen zur Ladung einschließlich Inhibitorzertifikate für den Fall, dass inhibierte Ladungen geladen werden (siehe Abschnitt 27.8), zur Verfügung stellen. Weitere Sondervorsichtsmaßnahmen für spezifische Ladungen sollten dem Schiffspersonal mitgeteilt werden. Das können niedrigere Verdichtungsendtemperaturen sein, die für einige chemische Gasladungen erforderlich sind (siehe Abschnitt 32.6). Sofern montiert, sollte die variable Druckeinstellung der Sicherheitsventile, Hochdruckalarmgeber der Tanks und Probenahmeventile der Gasmeldegeräte richtig eingestellt werden.

Das Ballastsystem für Gastankschiffe hängt absolut vom Be- und Entladesystem ab. Das Lenzen des Ballasts kann daher gleichzeitig mit dem Beladen erfolgen, wenn die örtlichen Bestimmungen das zulassen. Die Stabilität und Beanspruchung des Schiffs sind für den Ladevorgang von entscheidender Bedeutung. Die dafür vorgesehenen Verfahren entsprechen den üblichen Schiffspraktiken.

Sicherheit des Tankschiffs

Gleichgewichtslage, Stabilität und Beanspruchung

Der Frachtplan sollte eine Verteilung auf dem Schiff ermöglichen, die eine akzeptable bauliche Beanspruchung und die erforderliche Gleichgewichtslage ermöglicht, um die Stabilitätssicherheitsbedingungen während der Fahrt zu gewährleisten. Zu diesem Zweck muss das Gewicht der Ladung für jeden Tank bekannt sein. Für die Stabilität des Tankschiffs ist das fragliche Gewicht das tatsächliche Gewicht in Luft.

Das Gewicht von Flüssiggasen in Luft, das zur Ladungskontrolle berechnet wird, ist nicht exakt, da in diesen Berechnungen davon ausgegangen wird, dass der Ladungsdampf als Flüssigkeit die gleiche Masse hat wie Dampf. Dabei wurde der Luftauftrieb der Ladungsdampf Räume nicht berücksichtigt. Was den praktischen Zweck der Stabilitätsberechnungen für das Schiff angeht, so kann das jedoch außer Acht gelassen werden.

Gastankschiffe erhalten oftmals im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben Stabilitätsdaten einschließlich Berechnungsbeispiele für Ladungen, die in verschiedenster Weise geladen werden können. In Bezug auf Verbrauchsstoffe wie Frischwasser, Ersatzteile und Treibstofftanks an Bord stellen diese Bedingungen Richtlinien für das Schiffspersonal für die Lagerung der Ladung dar, so dass die Sicherheit und Stabilität des Schiffs erhalten wird. Darüber hinaus müssen die Stabilitätsbedingungen im Rahmen der Vorgaben, die die Vorlage eines Eignungszeugnisses entsprechend den Gas Codes erfordern, derart sein, dass das Tankschiff trotz spezifizierter Beschädigungen bestimmte Anforderungen zum Überleben erfüllt. Es ist daher unerlässlich, dass alle einschlägigen Richtlinien in Bezug auf das Befüllen von Ladetanks befolgt werden.

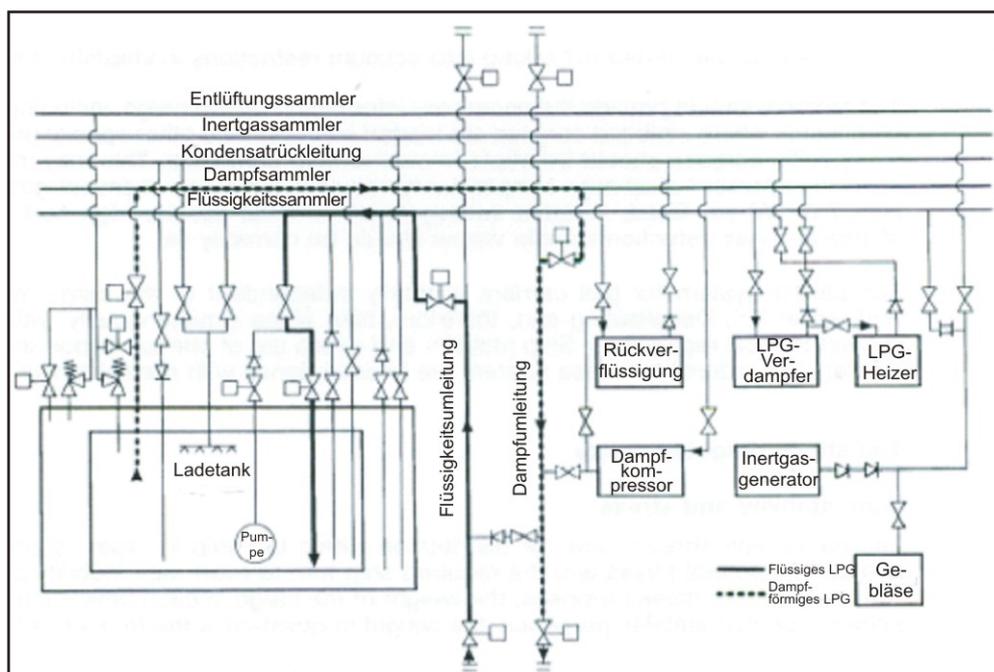


Abbildung 32.5 - Beladen mit Dampfdruckrückleitung

32.5.2 Dampfkontrolle während des Beladens

Die Dampfkontrolle während des Beladens kann erfolgen durch:

- Dampfrückleitung zum Land, die an einen Gaskompressor angeschlossen ist;
- Rückverflüssigungsanlage auf dem Schiff zur Rückleitung der Flüssigkeit an die Schiffstanks; oder
- beides.

Beim Beladen mit einer Dampfrückleitung hängt die Ladegeschwindigkeit von der Kapazität der Rückverflüssigungsanlage des Schiffs ab und wird geregelt durch:

- Durchflussgeschwindigkeit, die für Schiff und Terminal akzeptabel ist; und
- Kapazität des Ladungsdampfkompessors.

Bei Kühltankschiffen bzw. Kühldrucktankschiffen für LPG wird in der Regel eine Dampfrückleitung an die Dampfsammelleitung des Schiffs angeschlossen, wobei diese meist zu Überdruckzwecken dient. Normalerweise erfolgt das Beladen dieser Tankschiffe über den Flüssigkeitssammler, der überschüssige Dampf wird über den Dampfsammler abgezogen und zur Verflüssigungsanlage geleitet und die Flüssigkeit wird über die Kondensatrückleitung zum Schiffstank zurückgeleitet.

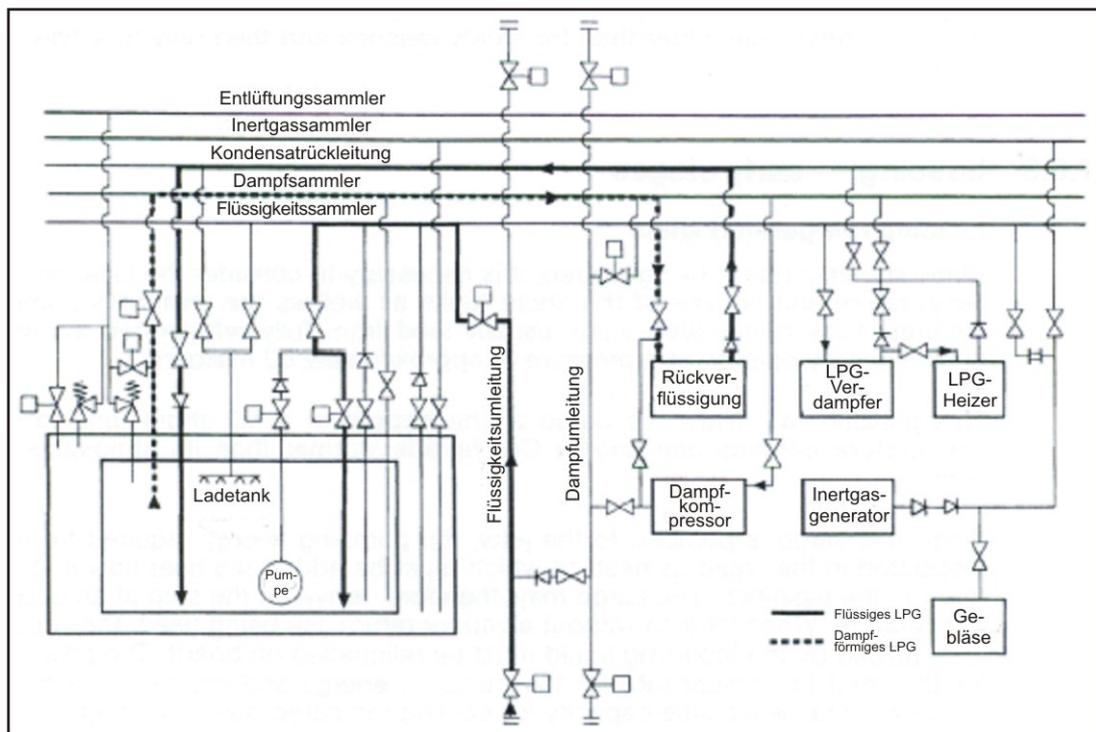


Abbildung 32.6 - Beladen ohne Dampfrückleitung

Bei diesem Vorgang wird das Verdampfen der Ladung kontrolliert und gewährleistet, dass die Tankdruckgrenzen nicht überschritten werden. Die Rohrleitungskonfiguration ist in Abbildung 32.6 dargestellt. Die Einführung einer Verflüssigungsanlage in das System kann bedeuten, dass die Ladegeschwindigkeiten durch die Kapazität der Anlage beschränkt sind. In diesem Sinne wirkt die Dampfdruckleitung wie eine Sicherheitsvorrichtung; sollten die Tankdrücke übermäßig ansteigen, kann das Ventil an der Schiffssammelleitung geöffnet werden, um den Überdruck abzubauen. (Für LPG-Kühldrucktankschiffe sollte das System ähnlich dem in diesem Absatz beschriebenen sein, und es sollte eine Dampfdruckleitung eingebaut sein, um den Überdruck abzubauen. Eine Rückverflüssigungsanlage wird auf diesen Schiffen jedoch nicht installiert, und das Beladen erfolgt normalerweise über landseitige Pumpen, die genügend Druck aufbauen, um ein kontinuierliches Kondensieren des Ladetankdampfes in das flüssige Massengut zu ermöglichen.)

Bei Kühltanks an Terminals ist die Rückverflüssigungskapazität in der Regel größer als die der Anlage an Bord. Folglich können höhere Ladegeschwindigkeiten, als in den vergangenen Absätzen beschrieben, erzielt werden, wenn eine LPG-Dampfdruckleitung verwendet wird. Allerdings kommen solche LPG-Anlagen trotz ihrer Vorteile relativ selten zum Einsatz.

Ein Problem, das bei Verwendung von Dampfdruckleitungen im LPG-Geschäft auftaucht, ist, dass Terminals sich Sorgen hinsichtlich der Qualität des zum Land zurückgeleiteten Dampfes machen. Das trifft hauptsächlich auf die ersten Stufen der Beladung zu. Das Terminalpersonal kann besorgt sein wegen des restlichen Stickstoffs, der sich während der Rückverflüssigung nicht kondensieren lässt. Sie können auch wegen Kontaminationen mit Dämpfen aus früheren Ladungen besorgt sein. Es ist auch schwer, dem Dampf, der zum Land zurückgeleitet wird, Rechnung zu tragen, insbesondere wenn dieser abgepackelt wurde. Das kann zu einer Überschätzung der auf dem Schiffsfrachtbrief angegebenen Menge führen, sofern der zurückgeleitete Dampf nicht berücksichtigt wurde. Aus diesen Gründen ist es unüblich, dass LPG-Terminals zurückgeleitetes Gas annehmen, außer aus Sicherheitsgründen und dann nur zum Abfackeln.

32.5.3 Beladen - Erste Stufen

Beladen von Kühltankschiffen

Beim Laden von Flüssiggas spielen Standort, Druck, Temperatur und Volumen der Tanks an Land sowie die Pumpverfahren des Terminals eine Rolle. Tiefkühltanker entnehmen die Ladung normalerweise aus gekühlten Lagertanks, die in der Regel einen Betriebsdruck von ungefähr 60 Millibar haben. Durch diesen Druck kann die Ladung am Boden eines vollen Tanks an Land eine Temperatur halten, die vielleicht einen Grad Celsius über dem atmosphärischen Siedepunkt der Ladung liegt.

Wenn diese Ladung zur Pier gepumpt wird, wird die für die Übergabe erforderliche Pumpenergie in der Flüssigkeit als Wärme abgeleitet, zu der noch der Wärmestrom gerechnet werden muss, der durch die Rohrleitungen in die Flüssigkeit geleitet wird. Die Temperatur der Ladung kann daher sogar höher sein, wenn sie am Schiff ankommt. Beim Beladen ohne Dampfdruckleitung muss der Dampf, der durch die einströmende Flüssigkeit verdrängt wird, an Bord rückverflüssigt werden. Die dafür notwendige Energie und das Ausgleichen der Pumpenergie und des Wärmestroms durch die Isolierung können dazu führen, dass wenig Kapazität zum Kühlen der Ladung während des Ladevorgangs vorhanden ist.

Daher können, wie auch in den vorherigen Absätzen beschrieben, die ersten Stufen des Beladens entscheidend sein, insbesondere wenn Lagertank und Pier weit auseinander liegen. Die Drücke der Schiffstanks müssen regelmäßig geprüft werden und die Sicherheitsventile dürfen sich auf keinen Fall öffnen. Die Ladegeschwindigkeiten sollten reduziert und erforderlichenfalls gestoppt werden, sobald es Probleme gibt, die zulässigen Tankdrücke zu halten. In einigen Häfen in warmen Ländern, in denen die Rohrleitungen an den Terminals eine gewisse Länge haben, kann es schwierig sein, dieses Problem in den Begriff zu bekommen. Unter diesen Umständen würde ein Unterbrechen des Umschlags bedeuten, dass die Temperatur des Rohrleitungsinhalts wieder steigen kann. Daher sollte der Ladungsfluss in solchen Häfen fortgesetzt werden, so lange er sicher ist, bis das kalte Produkt an Bord aufgenommen werden kann und die Tankdrücke damit fallen.

Der Druckanstieg in den Schiffstanks während der ersten Ladestufen kann auch zum Teil durch Beladen des Ladetanks mit begrenzten Flüssigkeitsmengen über Spritzvorrichtungen oben am Tank, sofern vorhanden, kontrolliert werden. Dadurch kann ein Teil des Ladungsdampfes kondensiert werden.

Beladen von Kühldrucktankschiffen

Wenn Kühldrucktankschiffe an einem Umschlagterminal ankommen, haben ihre Ladetanks normalerweise atmosphärischen Druck. Zunächst benötigt das Schiff Dampf von Land, um die Stickstoffreste oder Kontaminationen aus den Tanks zu spülen. Das ermöglicht auch ein Ausgleichen der schiffs- und landseitigen Drücke. Dann beginnt das Beladen eines Tanks bei hoher Durchflussgeschwindigkeit über eine Bodenleitung, um lokale Niedrigtemperaturen zu vermeiden.

In diesem Fall kann es, da die Flüssigkeit durchgeleitet wird, zur Entspannungskühlung kommen; es muss gewährleistet werden, dass die Temperaturen im Tank oder in der Leitung zu keiner Zeit auf Werte unterhalb der Bemessungsgrenzen fallen.

Beladen von Kühltankschiffen mit Fördergut aus Kühlagertanks

Die Ladetanks auf Drucktankern bestehen aus Kohlenstoffstahl, der sich nur für Mindesttemperaturen zwischen 0 °C und –10 °C eignet. LPG hingegen hat, wenn es unter Kühlbedingungen gelagert wird, Temperaturen wie sie in Tabelle 27.5 angegeben sind. Folglich müssen einige gekühlte Ladungen deutlich erwärmt werden, bevor die betreffenden Tankschiffe damit beladen werden können. Angenommen, die Kühltankschiffe haben keine Ladungsheizungen an Bord, dann muss die gesamte Wärme durch Pumpen der Ladung über an Land installierte Heizungen eingebracht werden.

Natürlich kann die Ladung auf einem Kühltankschiff, das Fördergut von fast 0 °C geladen hat, während der Fahrt gemäß den Umgebungsbedingungen erwärmt werden. Laut Gas Codes darf das Fördergut nur bis zu einer maximalen Tankfüllgrenze von 98 % bei maximaler Temperatur, die während der Fahrt erreicht wurde, geladen werden. Das bedeutet, dass in den Absprachen vor dem Beladen Pegel festgelegt werden müssen, bis zu denen der Tank aufgefüllt werden darf, so dass genügend Platz ist, damit die Flüssigkeit sich während der Fahrt in den Dampfraum ausdehnen kann.

Beladen von Kühldrucktankschiffen mit Fördergut aus Kühlagertanks

Die Ladetanks von Kühldrucktankschiffen bestehen meist aus Tieftemperaturblechen, die tiefgekühltes Propan bei Temperaturen zwischen -40 °C und -50 °C - oder Ethylen sogar bei -104 °C befördern können. Tiefgekühlte Ladungen können daher ohne Erwärmen direkt auf diese Tankschiffe geladen werden. Außerdem können diese Schiffe in der Regel Tiefkühltemperaturen während der Fahrt aufrechterhalten, was oft getan wird, um mehr Raum zu gewinnen, so dass ein höheres Ladungsgewicht befördert werden kann. Der Tankdruck muss jedoch immer leicht über dem atmosphärischen Druck liegen. Die Temperaturen der tiefgekühlten Produkte unter Vakuumbedingungen können Werte erreichen, die weit unter den für das Tankmaterial zulässigen Temperaturen liegen. Wenn jedoch das Entladen in Druckbehälter geplant ist, dann setzt das voraus, dass das Schiff über eine entsprechende Anlage zum Erwärmen der Ladung verfügt. Bei Kühldrucktankern kann sich die Ladung gelegentlich während der Fahrt erwärmen; in diesem Fall wird ähnlich verfahren, wie bei Tiefkühldrucktankern.

Rohrleitungssystem und Betrieb des Terminals

Wenn ein Terminal davon ausgehen kann, dass Tiefkühldrucktanker geladen werden sollen, die nicht über eigene Heizanlagen verfügen, wird eine Vorrichtung benötigt, die in Reihe an das Terminalrohrleitungssystem montiert wird. Dazu gehören in der Regel:

- Landtank
- Ladepumpe
- Boosterpumpe
- Ladungsheizer
- Verladearm mit den entsprechenden Maßen.

Wenn ein gekühltes Terminal ein Tiefkühldrucktanker belädt und die Ladetemperaturen auf diesen Schiffen auf ca. 0 °C begrenzt sind, können die Ladungen in der Regel durch die gekühlten Leitungen mit einem Druck von 19 bar gepumpt werden.

Das System funktioniert wie folgt: Zunächst wird die Ladung, bevor sich ein Gegendruck vom Schiff aufbaut, nur über den Heizer gepumpt, und wenn der Gegendruck größer wird, kommt auch die Boosterpumpe zum Einsatz.

Zu Beginn des Ladevorgangs sollte der Druck im Schiffstank mindestens 3 bar betragen. Dieser Druck begrenzt das blitzartige Verdampfen und Abkühlen, wenn die erste Flüssigkeit in den Tank fließt. Zu diesem Zeitpunkt sollten die Tanktemperaturen sorgfältig beobachtet werden. Praktische Beobachtungen sind auch von Nutzen, d. h. das Sichten von Eisbildung auf den Rohrleitungen, was ein Warnhinweis darauf ist, dass die Temperaturen an Bord des Schiffs die Sicherheitsgrenzen unterschritten haben. In diesen Fällen muss der Beladevorgang unterbrochen werden, bis die Temperaturen wieder gestiegen sind und das Problem gelöst ist.

Probleme von kleinen Tankschiffen an großen Liegeplätzen

Ein Hauptproblem beim Beladen von kleinen Tankschiffen besteht darin, dass die Kühlung meist für große Schiffs-/Land-Operationen konzipiert ist. Für den Liegeplatz bedeutet das, dass die Anlegepläne entsprechend angepasst werden müssen, um den verschiedenen Anlegemodellen von kleinen Tankschiffen gerecht zu werden, wobei die Größe der Verladearme oder Schläuche dem Betrieb entsprechen muss.

Große Verladearme können für kleine Tankschiffe problematisch werden. Wenn sich der Liegeplatz in einem freiliegenden Bereich befindet, kann ein kleines Schiff (das auf See-gang empfindlicher reagiert als ein großes Schiff) am Liegeplatz hin- und her- bzw. auf und ab bewegt werden. Der Verladearm muss mit diesen schnellen Bewegungen Schritt halten, was ein ganz anderes Thema darstellt, als es bei sehr langsamen Bewegungen (wie bei der Tide) der Fall ist, wo normale Auslegungskriterien zugrunde gelegt werden können. In diesem Fall ist die Schwebbeweglichkeit des Verladearms zu berücksichtigen. Gegenwärtig spielen diese dynamischen Kräfte in der Auslegung der Verladearme keine Rolle; die Hersteller überlassen es den Terminalbetreibern, diesem Problem in den operativen Verfahren Rechnung zu tragen. Eine mögliche Lösung in diesem Zusammenhang ist die Verwendung von Ladeschläuchen.

32.5.4 Laden von Massengut

In Abhängigkeit von der Effektivität einer zuvor stattgefundenen Begasung können sich in den Tankatmosphären beträchtliche Mengen nicht kondensierter Gase befinden, die, sofern keine Dampfdruckleitung zum Land vorhanden ist, über einen Spülgaskondensator (sofern vorhanden) oder alternativ dazu oben am Ladungskondensator abgeführt werden müssen. Abbildung 31.17 zeigt die Anordnung eines Spülgaskondensators. Beim Ablassen der nicht kondensierbaren Gase ist darauf zu achten, dass so wenig Ladungsdämpfe wie möglich in die Atmosphäre gelangen. Wenn die nicht kondensierbaren Gase abgelassen werden, fällt der Kondensatordruck und das Entlüftungsventil sollte gedrosselt und dann geschlossen werden.

Während des Beladevorgangs sollten die Drücke, Temperaturen und Flüssigkeitspegel der Ladetanks auf dem Schiff und die Zwischenraumdrücke genau beobachtet werden. Das Überwachen der Flüssigkeitspegel kann sich als problematisch erweisen, wenn die Rückverflüssigungsanlage in Betrieb ist. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Tankflüssigkeit in diesem Moment siedet und infolge der Dampfblasen ein größeres Volumen einnimmt, was dazu führt, dass die Schwimmermessgeräte, wenn im Tankfreiraum eingesetzt, falsche Ablesewerte anzeigen. Eine genaue Füllstandsüberwachung kann erreicht werden, wenn der Siedevorgang unterdrückt wird, indem die Dampfabsaugung vom Tank zeitweilig gesperrt wird.

Gegen Ende des Beladevorgangs sollten die Übergabegeschwindigkeiten gemäß den zuvor getroffenen Absprachen mit dem Terminalpersonal reduziert werden, um ein genaues *Nachfüllen* der Tanks zu erreichen. Mit Abschluss des Beladevorgangs sollten die Schiffsleitungen zurück in die Ladetanks entleert werden. Die restliche Flüssigkeit kann mit Hilfe des Schiffskompressors mit Dampf in Landrichtung ausgeblasen werden. Alternativ kann der Rückstand auch entfernt werden, indem Stickstoff in den Verladearm eingespritzt und die Flüssigkeit somit in die Schiffstanks verdrängt wird. Sobald die Flüssigkeit entfernt ist und die Rohrleitungen drucklos sind, sollten die Sammelleitungsventile geschlossen oder der Verladearm vom Sammelleitungsflansch getrennt werden.

In vielen Häfen ist es Vorschrift, dass Metallausleger, Schlauch und Leitungen an der Sammelleitung vor dem Abkoppeln ausgeblasen werden müssen, damit sie keine entflammaren Dämpfe mehr enthalten.

Die Sicherheitsventile einiger Tankschiffe haben eine doppelte Einstellung, die höhere Tankdrücke während des Beladens zulässt. Wenn die Einstellung der Sicherheitsventile durch Verstellen der Pilotfeder geändert wird, muss der Vorgang ordnungsgemäß dokumentiert und aufgezeichnet und die aktuelle maximal zulässige Druckeinstellung des Sicherheitsventils sichtbar angezeigt werden. Sicherheitsventile müssen zurückgestellt werden, bevor das Schiff ablegt. Wenn die Druckeinstellungen an den Sicherheitsventilen geändert werden, müssen die Hochdruckalarmgeber entsprechend nachgestellt werden.

32.5.5 Füllgrenzen bei Ladetanks

Füllgrenzen haben folgenden Zweck:

- Tankkapazität wirtschaftlich und sicher nutzen;
- Überfüllen der Tanks vermeiden, wobei mehr als 98 % als Überfüllung angesehen werden;
- Tankausfall im Ausnahmefall, d. h. bei Feuer, vermeiden.

Verschiedene Einstellungen an den Sicherheitsventilen sollten so weit praktisch durchführbar vermieden bzw. nur mit zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen genutzt werden.

Tanks sollten mit zwei Sicherheitsventilen versehen werden, unter denen sich jeweils ein handbetätigtes Ventil befindet. Beide Sicherheitsventile sollten unter Normalbedingungen geöffnet sein. Es sollten Vorrichtungen vorhanden sein, die die Möglichkeit, dass beide Ventile gleichzeitig schließen, verhindern.

Kapitel 15 (geändert 1994) des IGC Code enthält Hinweise, wie die maximalen Füllgrenzen am besten ermittelt werden können. Das schließt die notwendige technische Anordnung und die Verfahren ein.

Kurzbeschreibung der Bestimmung des IGC Code:

Der hohe thermische Ausdehnungskoeffizient von Flüssiggas erfordert maximal zulässige Füllgrenzen, um ein Überfüllen der Ladetanks zu vermeiden.

Die Füllstandsgrenzen sind unterschiedlich und hängen von folgenden Faktoren ab: Produkt, Transportbedingungen und Regionen. Es ist möglich, dass für bestimmte Regionen Füllstandsbedingungen vorschrieben sind, die es gilt einzuhalten.

Die jüngsten Entwicklungen bei der Bestimmung der Füllstandsgrenzen sind in der letzten Fassung des Kapitels 15 des IGC Code dargelegt.

Im Sinne dieses Kapitels gelten folgende Begriffsbestimmungen:

1. Die Bezugstemperatur ist die Höchsttemperatur, die zum Ende des Beladevorgangs, während des Transports oder während des Entladens bei Umgebungs- bzw. Bemessungstemperatur erreicht werden kann.
2. Die Füllgrenze, angegeben in %, beschreibt das höchstzulässige Flüssigkeitsvolumen eines Ladetanks bezogen auf das Tankvolumen, wenn die flüssige Ladung die Bezugstemperatur erreicht hat.
3. Die Ladegrenze, angegeben in %, beschreibt das höchstzulässige Flüssigkeitsvolumen bezogen auf das Tankvolumen, bis zu dem der Tank beladen werden darf, ohne dass das Flüssigkeitsvolumen die zulässige Füllgrenze unter Einsatzbedingungen überschreitet.

Es ist möglich, dass die staatliche Regelung unter Berücksichtigung der Schiffsform, der Konfiguration der Sicherheitsventile, der Genauigkeit der Füllstands- und Temperaturmesser und des Unterschieds zwischen Lade- und Bezugstemperatur eine höhere Füllgrenze als 98 % bei Bezugstemperatur zulässt, vorausgesetzt, dass die Bedingungen, die in Kapitel 8.2.17 des IGC Code festgelegt sind, eingehalten werden.

Die maximale Ladegrenze, bis zu der Ladetanks beladen werden dürfen, wird durch die folgende Gleichung bestimmt:

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

wobei:

FL = Füllgrenze wie definiert.

ρ_R = relative Dichte der Ladung bei Bezugstemperatur.

ρ_L = relative Dichte der Ladung bei Ladetemperatur und Ladedruck.

Informationen, die dem Schiffsführer mitgeteilt werden müssen

Für jedes Produkt, das befördert werden kann, für jede mögliche Ladetemperatur und für die maximale Bezugstemperatur sollte die höchstzulässige Lademenge für die einzelnen Tanks in einer Liste angegeben werden, die von der Administration vorzulegen ist. Der Druck, auf den die Sicherheitsventile eingestellt sind, sollte auch in dieser Liste eingetragen werden. Der Schiffsführer sollte stets eine Kopie der Liste an Bord haben.

Die Verwendung der oben genannten Gleichung erfordert eine spezielle Anordnung des Entlüftungssystems, das in Kapitel 8 des Gas Code beschrieben ist.

Es gibt triftige Sicherheitsgründe zur Minimierung des Ladungsausschlusses. Das Konzept ist sehr einfach. Je voller der Tank ist, desto länger ist die Tankkonstruktion in der Lage, ein Feuer zu überstehen. Wenn der Tankinhalt einem Feuer ausgesetzt ist, siedet er bei konstanter Temperatur so lange, bis der Hauptteil der Flüssigkeit durch das Sicherheitsventilsystem abgelassen wurde. Danach werden die oberen Bereiche des Tanks extrem heiß und versagen letztendlich. Je größer jedoch die Flüssigkeitsmasse im Tank ist, desto länger kann der Tank den unangemessen hohen Außentemperaturen standhalten.

Allgemein

Örtliche Vorgaben haben vielleicht andere Herangehensweisen, was die Festlegung der maximalen Füllgrenzen betrifft, aber in jedem Fall sollten die Temperatureinflüsse auf die Flüssiggase nicht außer Acht gelassen werden.

Beispiel

Fall 1 (Bestimmung des Gas Code in der zuletzt geänderten Fassung)

Ein Kühltankschiff lädt Propan bei 5 °C.

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

Bezugstemperatur von 20 °C, berechnet gemäß Gas Code in der zuletzt geänderten Fassung

Dichte von Flüssigpropan bei 20 °C = 500 kg/m³

Ladetemperatur 5 °C

Dichte von Flüssigpropan bei 5 °C = 522 kg/m³

$$LL = 98 \times \frac{500}{522} = 93,9 \%$$

Somit kann der Tank bis zu 93,9 % seines Volumens befüllt werden.

Fall 2 (Bestimmung des Gas Code in der zuletzt geänderten Fassung)

Ein Kühltankschiff lädt Propan bei -10 °C.

Bezugstemperatur von +15 °C, berechnet gemäß Gas Code in der zuletzt geänderten Fassung

Dichte von Flüssigpropan bei 15 °C = 508 kg/m³

Ladetemperatur = -10 °C

Dichte von flüssigem Propan bei -10 °C = 542 kg/m³

$$LL = 98 \times \frac{508}{542} = 91,9 \%$$

Somit kann der Tank bis zu 91,9 % seines Volumens befüllt werden.

32.6 Fahrt mit Ladung

Kontrolle der Ladungstemperatur

Für alle Kühl- und Kühldruck-Gastankschiffe ist es notwendig, dass die Ladungstemperatur und der Ladungsdruck während der Fahrt streng kontrolliert werden. Das wird durch Rückverflüssigung des Ladungssiededampfes und dessen Rückleitung in die Tanks erreicht (siehe Abschnitt 32.5 und 31.5). Während dieser Operationen müssen die nicht kondensierbaren Stoffe soweit nötig abgelassen werden, um die Kompressorauslassdrücke und -temperaturen zu minimieren.

Es kommt häufig vor, dass die Temperatur der LPG-Ladung während der Fahrt reduziert werden muss. Das ist notwendig, damit das Tankschiff mit Ladungstemperaturen im Löschhafen einläuft, die unter denen der Terminaltanks liegen, wodurch die Menge an *flash gas minimiert wird*. In Abhängigkeit von der Ladung und der Kapazität der Rückverflüssigungsanlage kann es oft mehrere Tage dauern, die Ladung um ein oder zwei Grad Celsius abzukühlen, aber es kann wirksam sein. Die Notwendigkeit dafür hängt oft von den Vertragsbedingungen des Chartervertrages ab.

In dieser Hinsicht können schlechte Wetterbedingungen manchmal problematisch werden. Obwohl die meisten Rückverflüssigungsanlagen mit einer Abscheidertrummel ausgestattet sind, mit der die Flüssigkeit getrennt wird, ist unter Sturmbedingungen das Risiko gegeben, dass die mitgerissene Flüssigkeit in den Kompressor weitergeleitet wird. Aus diesem Grund ist es ratsam, keine Kompressoren laufen zu lassen, wenn das Schiff starkem Wellengang ausgesetzt ist, da dies zu Beschädigungen führen kann.

Bei ruhigem Wetter, wenn das zurückgeleitete Kondensat aufgrund des kleinen Dampf-raums und der schlechten Zirkulation im Tank über die oberen Sprühvorrichtungen abge-lassen wird, ist es möglich, dass sich auf der Flüssigkeitsoberfläche eine kalte Schicht bil-det. Diese ermöglicht den Kompressoren, den Dampfdruck nach nur wenigen Stunden Be-trieb zu reduzieren, wenn sich die Masse der Flüssigkeit faktisch noch gar nicht abgekühlt hat. Für eine ordnungsgemäße Abkühlung des flüssigen Massenguts sollte die Rückver-flüssigungsanlage für jeden Tank separat laufen und das Kondensat sollte über einen Bo-denanschluss zurückgeleitet werden, um eine angemessene Zirkulation des Tankinhalts zu erzielen. Nach dem Abkühlen der Ladung kann die Kapazität der Rückverflüssigungsanlage auf ein Niveau reduziert werden, dass ausreicht, um den Wärmestrom durch die Tan-kisolierung auszugleichen. Abbildung 32.7 zeigt die Anordnung eines Kühlsystems zum Abkühlen der Ladung auf See.

Wenn die Rückverflüssigungsanlage mehrere Tanks gleichzeitig bedient, ist es wichtig si-cherzustellen, dass die Kondensatrückleitungen sorgfältig kontrolliert werden, um ein Über-füllen der Tanks zu vermeiden.

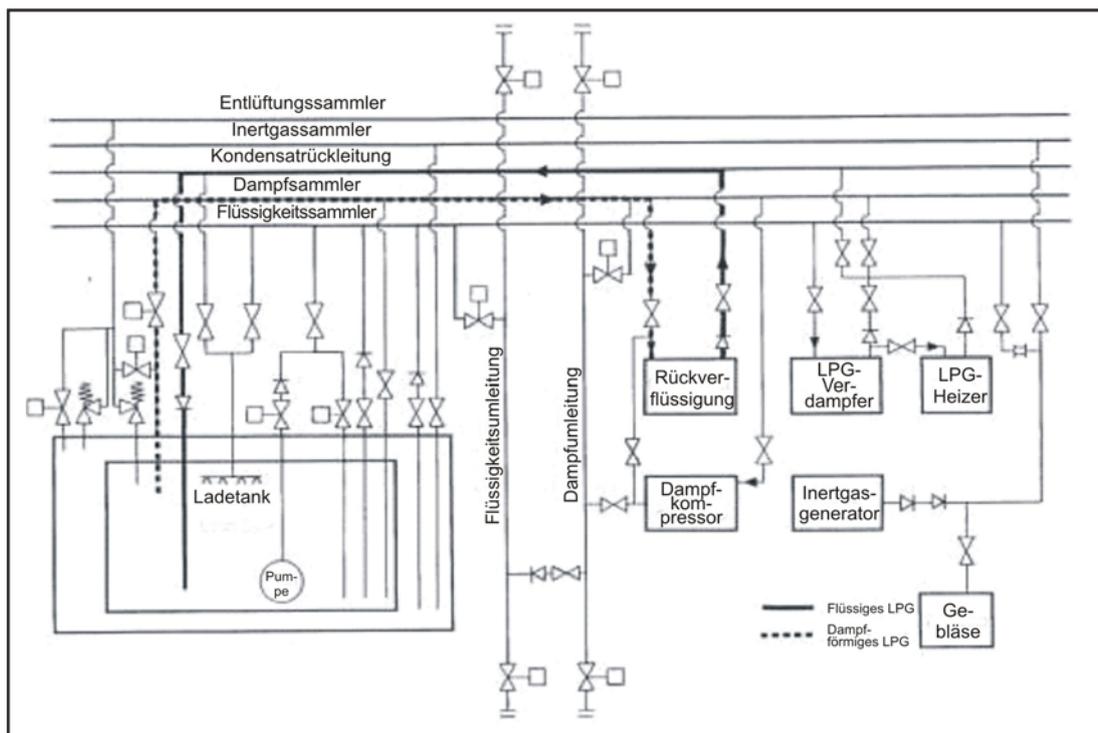


Abbildung 32.7 - Abkühlung der Ladung während der Fahrt

Vermeidung einer Polymerisation

Wenn Butadienladungen befördert werden, darf die Verdichtungsendtemperatur nicht größer als 60 °C sein und der entsprechende Hochtemperaturschalter muss gewählt werden. Ähnlich verhält es sich bei Vinylchlorid; hier sollten die Verdichtungsendtemperaturen auf 90 °C begrenzt werden, um eine Polymerisation zu vermeiden (siehe auch Abschnitt 27.8).

Zustandsprüfungen

Während der Fahrt müssen regelmäßig Checks durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Umschlagsausrüstung keine Mängel und die Stickstoff- oder Luftzufuhrleitungen keine Lecks aufweisen. Diese Prüfungen müssen den einschlägigen Sicherheitsvorschriften für das Betreten von geschlossenen Räumen entsprechen und gefährdete Atmosphären in angrenzenden Räumen müssen gebührend berücksichtigt werden.

32.6.1 Einsatz der Rückverflüssigungsanlage

Wie bereits in Abschnitt 31.5 erwähnt, wird die Rückverflüssigungsanlage während des Beladevorgangs eingesetzt, um die Dämpfe, die sich durch Verdampfung und Verdrängung bilden, zu behandeln. Zu diesem Zeitpunkt ist es wahrscheinlich, dass die maximale Kompressorkapazität benötigt wird.

Während der Fahrt kann die Anlage in Abhängigkeit von der Ladungstemperatur, Umgebungstemperatur und der Auslegung der Tankisolierung kontinuierlich oder mit Unterbrechungen betrieben werden. Wenn die Temperatur der Ladung gesenkt werden muss, bevor das Schiff den Löschhafen erreicht, zum Beispiel, um den Anforderungen des empfangenden Terminals oder den Bestimmungen des Chartervertrags zu entsprechen, wird die Anlage wieder kontinuierlich betrieben.

Bevor die Rückverflüssigungsanlage gestartet wird, muss sichergestellt werden, dass die Ölstände in den Kompressoren korrekt sind und dass das Glykol-/Wasserkühlsystem betriebsbereit ist (siehe Abschnitt 31.6.1). Es muss geprüft werden, ob der Ausgleichsbehälter voll ist und die Kühlflüssigkeit zirkuliert.

Das Schmieröl in den Kompressoren muss sich mit der umzuschlagenden Ladung vertragen und bei Bedarf ausgewechselt werden. (Wenn von Butan-/Propangemischen auf andere Güter umgestellt wird, muss ein Ölwechsel vorgenommen werden.) Bevor der Ladungskompressor gestartet wird, muss die Kondensatorkühlung mit Hafenwasser oder R22 laufen. Die Kompressoren sollten immer gemäß den Anleitungen des Herstellers gestartet oder gestoppt werden. Die Kompressorausstrittsventile sollten offen sein und die Saugventile langsam geöffnet werden, um Schäden durch eindringende Flüssigkeit zu minimieren (siehe Abschnitt 31.6.3). Die Kühlwasseraustrittstemperatur sollte gemäß den Anleitungen des Herstellers eingestellt werden. Folgende Checks sollten regelmäßig durchgeführt werden:

- Saug-, Zwischen- (siehe Abschnitt 31.5) und Entladedrücke.
- Schmieröldrücke.
- Gastemperaturen auf der Saug- und Förderseite des Kompressors (Temperaturschalter zur Kontrolle der Austrittstemperatur schützen den Kompressor). Hier hilft das entsprechende Mollier-Diagramm, den maximalen Nutzen aus dem Kompressor zu ziehen, indem gewährleistet wird, dass er entlang der konstanten Entropielinie läuft (siehe Abschnitt 27.21).
- Stromverbrauch durch den Elektromotor.
- Ölleck an der Wellendichtung; und
- Kühlwassertemperatur.

Der Ladungskompressor sollte immer gemäß den Anleitungen des Herstellers ausgeschaltet werden. Es wird immer zuerst der Kompressor ausgeschaltet. Dann werden die Saug- und Ablassventile geschlossen. Das Glycol-/Wassersystem (siehe Abschnitt 31.6.1) bleibt in Betrieb, um die Kurbelwelle warm zu halten, oder alternativ dazu könnte der Schmierölheizer eingeschaltet bleiben.

32.7 Entladen

Wenn ein Schiff am Löschterminal einläuft, sollten die Drücke und Temperaturen der Ladetanks den Terminalanforderungen entsprechen. Das kann dazu beitragen, dass maximale Entladegeschwindigkeiten erreicht werden.

Bevor mit dem Entladen begonnen wird, sollten die vorbereitenden schiffs- und landseitigen Verfahren durchgeführt werden, die denen der zuvor beschriebenen Ladeoperationen entsprechen.

Das Entladeverfahren des Schiffs hängt vom Schiffstyp, der Ladungsspezifikation und der Terminallagerung ab. Es gibt drei Hauptverfahren, die angewendet werden können:

- Entladen durch Druckbeaufschlagung des Dampfraums
- Entladen mit oder ohne Boosterpumpen
- Entladen mit Boosterpumpe und Ladungsheizer.

Diese Verfahren werden in Abschnitt 32.7.1, 32.7.2 und 32.7.3 unten erörtert.

32.7.1 Entladen durch Druckbeaufschlagung des Dampfraums

Das Entladen der Ladung durch Druckbeaufschlagung mit Hilfe einer landseitigen Dampfleitung oder eines Verdampfers oder Kompressors an Bord ist nur bei Tanks des Typs 'C' möglich. Hierbei handelt es sich um ein ineffektives und langsames Entladeverfahren, das nur für kleine Tankschiffe dieses Typs geeignet ist. Mit diesem System wird der Druck oberhalb der Flüssigkeit erhöht und die Flüssigkeit zum Terminal befördert. Alternativ dazu könnte die Ladung in einen kleinen Tank an Deck gepresst werden, von wo aus sie an Land gepumpt wird.

32.7.2 Entladen mit Pumpen

Starten der Ladepumpen

Eine Kreiselpumpe sollte immer bei geschlossenem oder teilweise geöffnetem Ventil gestartet werden, damit die Anfangsbelastung so gering wie möglich ist. Dann sollte das Ablassventil allmählich geöffnet werden, so dass die Pumpenbelastung im Bereich der sicheren Bemessungsgrößen liegt und die Flüssigkeit an Land befördert wird.

Während des Entladevorgangs sollte der Flüssigkeitspegel in den Ladetanks überwacht werden. Die Entlade- und Ballastoperationen sollten im Hinblick auf die Schiffsstabilität und die Schiffskörperbelastungen sorgfältig kontrolliert werden.

Das Ablassen der Flüssigkeit aus dem Ladetank kann eine Änderung der Drücke in den Zwischenräumen bewirken; diese sollten während des Entladens überwacht werden.

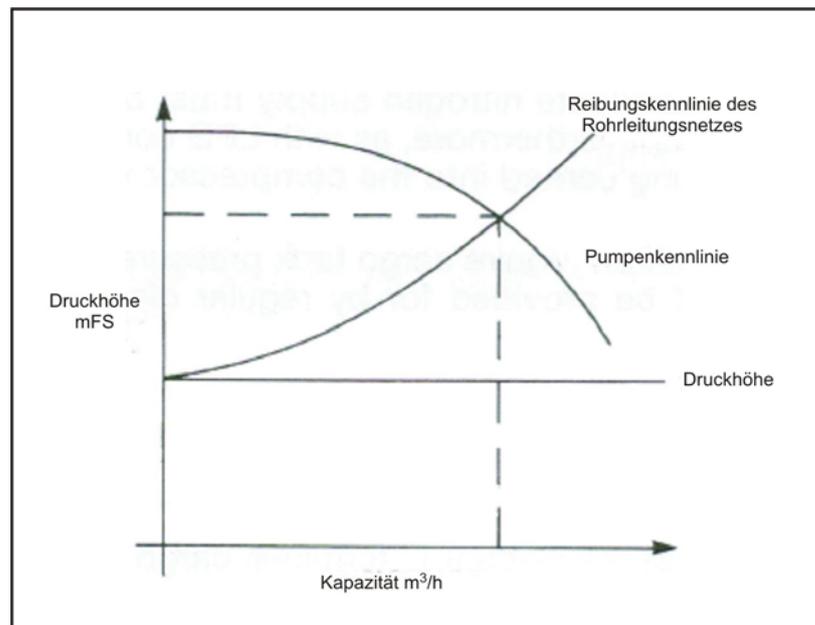


Abbildung 32.8 - Kombinierte Ladepumpenkennlinien von Schiff und Land - Einzelpumpe

Das Entladen der Ladung mit Kreiselpumpen, einzeln oder hintereinander geschaltet mit Boosterpumpen, ist das Verfahren, das die meisten Tankschiffe einsetzen; ein effektives Entladen der Ladung setzt Kenntnisse über die Kreiselpumpenkennlinie (wie in Abschnitt 31.2 beschrieben) voraus. Abbildung 32.8 zeigt eine Ladepumpen-Q/H-Kennlinie (Strömung in Abhängigkeit von der Druckhöhe), die eine Rohrleitungs(widerstands)kennlinie überlagert. Die Grafik zeigt die Druckhöhe bzw. den Gegendruck in mFS (Meter Flüssigkeitssäule) in dem Terminalrohrleitungsnetz in Abhängigkeit von der Durchflussgeschwindigkeit, gemessen in Kubikmeter pro Stunde. Durch Erhöhung der Durchflussgeschwindigkeit wird der Gegendruck erhöht. Das variiert ungefähr wie das Quadrat der Durchflussgeschwindigkeit, was der Rohrleitungskennlinie, wie dargestellt, die Form verleiht. Der Schnittpunkt der beiden Kennlinien stellt die Durchflussgeschwindigkeit und die Druckhöhe dar, bei der die Pumpe arbeitet.

Einige der vorgenannten Punkte werden weiter in Abbildung 32.9 dargestellt. Dieses Diagramm zeigt ein Gastankschiff, das längsseits einer Pier Ladung in einen Lagertank an Land entlädt, der eine etwas höhere Position als das Schiff hat. Durch die höhere Lage des Tanks wird der Begriff Druckhöhe eingeführt - das ist der Gegendruck, der an der Pumpe ausgeübt wird, sogar dann, wenn die Pumpen nicht in Betrieb sind. Es wird deutlich, dass die Druckhöhe sich mit der Auf- und Abbewegung des Schiffs durch die Tide und mit änderndem Pegel in den Terminaltanks ändert. Das Diagramm zeigt auch, dass die Druckverluste infolge von Reibung stark von der Länge der Rohrleitungen abhängen.

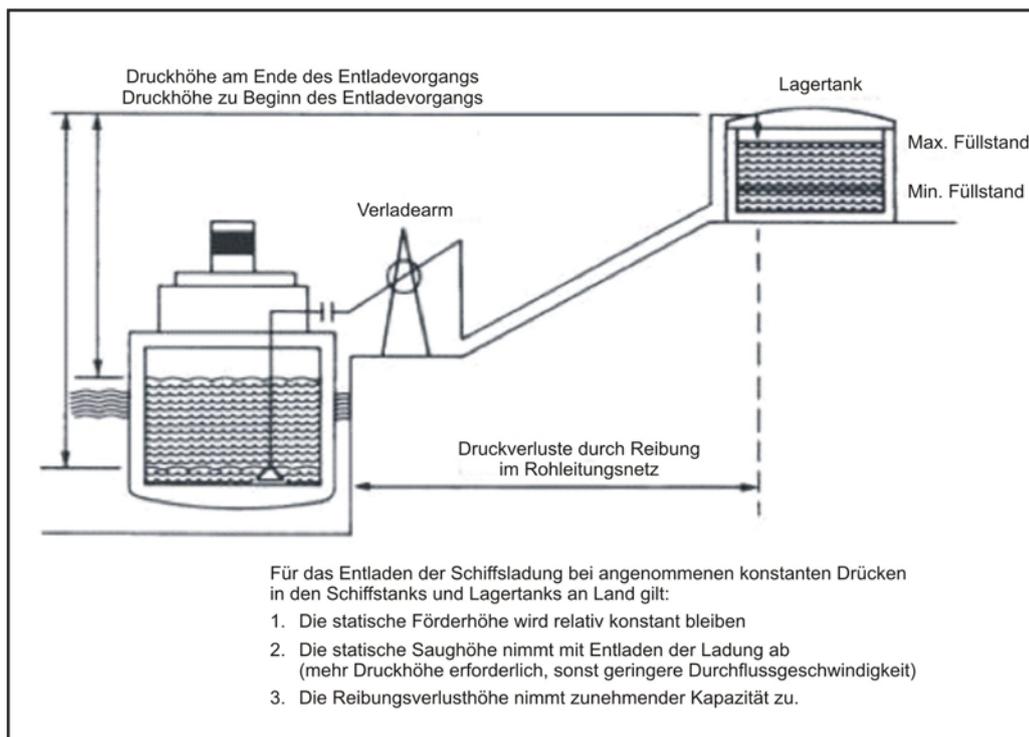


Abbildung 32.9 - Darstellung der Druckhöhe und der Reibungsverlusthöhe

Nun wird die Konstellation mit parallel geschalteten Pumpen betrachtet, was der Normalfall bei Entladeaktionen von Gastankschiffen wäre. Abbildung 32.10 zeigt die Pumpenkennlinien mit einer Pumpe und mit zwei, drei oder vier ähnlichen Pumpen, die parallel geschaltet sind. (Diese Kurvenschar wurde von den in Abschnitt 31.2 erörterten Prinzipien abgeleitet.)

Die Pumpenkennlinien wurden mit einer Reihe von Rohrleitungskennlinien, die mit 'A', 'B' und 'C' bezeichnet sind, überlagert. Die Rohrleitungskennlinie 'A' steht für eine landseitige Rohrleitung mit kleinem Durchmesser, 'B' für eine Rohrleitung mit größerem Durchmesser und 'C' für eine Rohrleitung mit sehr großem Durchmesser, wobei die Rohrleitungen zu den landseitigen nahe gelegenen Tanks führen. Die letztgenannte Leitung weist den niedrigsten Ladungsströmungswiderstand auf.

Die tatsächliche Rohrleitungskennlinie, die auf jedes Terminal anwendbar ist, sollte dem Terminalpersonal bekannt sein und vorliegen. Bei der Vorbereitung dieser grafischen Darstellungen sollte das Personal wissen, dass, wie zuvor erwähnt, die Rohrleitungskennlinie mit der Größe der gewählten Rohrleitung und mit Änderung der Rohrlängen von der Pier bei Verwendung alternativer Terminaltanks variieren kann. Wenn an einem Terminal verschiedene Rohrleitungen und Tanks zur Verfügung stehen, dann kann es für das Terminalpersonal zweckmäßig sein, verschiedene bereits vorgegebene und verfügbare Rohrleitungskennlinien vorliegen zu haben, die sie in den Absprachen vor dem Ladungsumschlag nutzen können.

Auf jeden Fall sollten Fragen wie diese in den Absprachen vor dem Ladungsumschlag (siehe Abschnitt 22.4) besprochen und es sollte die optimale Umschlagsquote vereinbart werden.

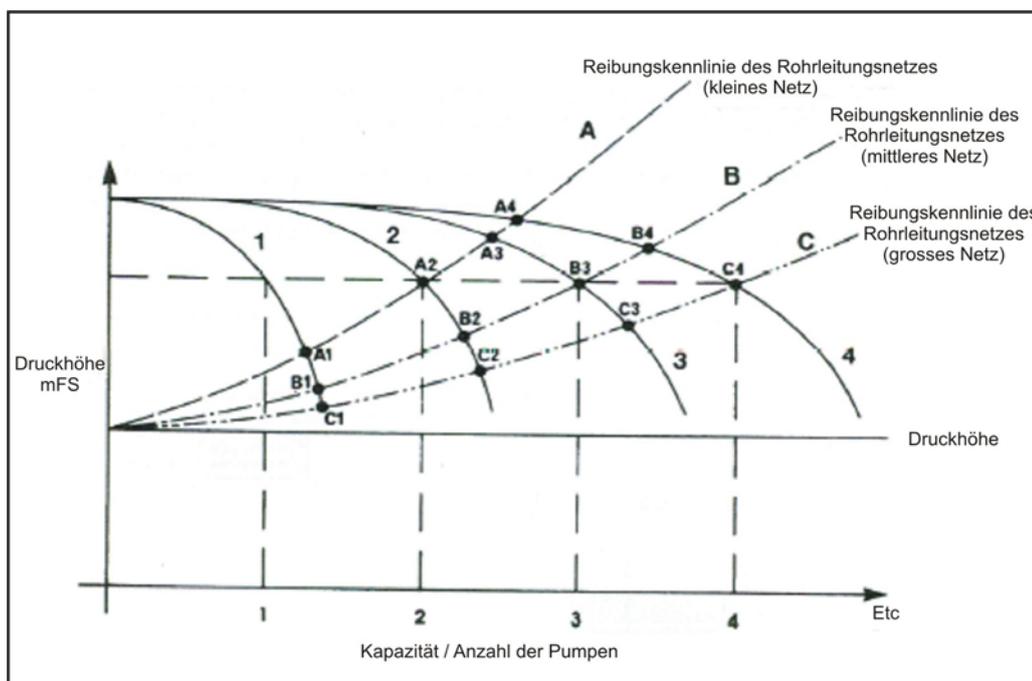


Abbildung 32.10 - Kombinierte Ladepumpenkennlinien von Schiff und Land - parallel geschaltete Pumpen

Zur Klärung einiger dieser Punkte werden zwei der Rohrleitungskennlinien, die in Abbildung 32.10 dargestellt sind, im Folgenden etwas näher beleuchtet.

Wenn ein Tankschiff, dessen Pumpenkennlinien wie in Abbildung 32.10 dargestellt (mit 1, 2, 3 und 4 nummeriert) verlaufen, an ein Terminal entlädt, an dem nur geringe Strömungswiderstände vorliegen, dann kann die Rohrleitungskennlinie des Terminals 'C' entsprechen. Der Betriebspunkt des Schiff-/Landsystems bewegt sich von Punkt C₁ bis C₄, so wie sich die Anzahl der in Betrieb befindlichen Ladepumpen von eins auf vier erhöht. Unter diesen Bedingungen ist der Gesamtdurchfluss (bei Einsatz von vier Pumpen) nur geringfügig niedriger als der theoretische Gesamtdurchfluss (wenn ein Widerstand von null angenommen wird). Bei einem Rohrleitungssystem dieser Art ist es daher wahrscheinlich, dass alle vier Pumpen (und vielleicht mehr) laufen können und einen guten Effekt erzielen.

Im Falle der Rohrleitungskennlinie 'A', bei der die Fließbehinderungen groß sind, kann man erkennen, wie geringfügig sich der Betrieb von mehr als zwei Pumpen auf den Durchfluss auswirkt. Bei Einsatz von drei Pumpen verschiebt sich der Betriebspunkt von A₂ nach A₃ und der Mengendurchsatz wird leicht erhöht. Bei Einsatz von vier Pumpen verschiebt sich der Betriebspunkt von A₃ nach A₄ und der Durchfluss erhöht sich praktisch um null. In den genannten Fällen wird ein Großteil der durch die zusätzlichen Pumpen erzeugten Energie an die Ladung weitergegeben. Diese wird in Wärme in der Flüssigkeit umgewandelt, was zu einer Erhöhung der Ladungstemperatur führt. Das verstärkt die Verdampfungsverluste, wenn die Flüssigkeit in die Terminallagertanks entladen wird, und die überschüssigen Dämpfe müssen von Kompressoren an Land komprimiert werden. Wenn die Terminalkompressoren nicht in der Lage sind, das zusätzliche Verdampfungsgas zu komprimieren, muss die Durchflussgeschwindigkeit am Terminal reduziert werden, um zu verhindern, dass sich die Terminalsicherheitsventile öffnen. Daher kann der Betrieb von unnötig vielen Pumpen unter Umständen sogar dazu führen, dass die Entladegeschwindigkeit insgesamt eher ab- statt zunimmt.

Manometer an der Sammelleitung sind ein guter Indikator dafür, ob es sich lohnt, sagen wir vier bis sechs Pumpen laufen zu lassen. Die Entladegeschwindigkeit sollte nicht durch Drosselventile an der Ladungssammelleitung des Schiffs reduziert werden, wenn das Terminal diese Entladegeschwindigkeit nicht akzeptieren kann. Das Drosseln der Geschwindigkeit auf diese Weise führt zu einer weiteren Erwärmung der Ladung. Jedoch kann es sein, dass diese Gastankschiffe, die nur über eine begrenzte Rücklaufregelung verfügen, die Pumpen durch Ventile an der Sammelleitung drosseln müssen.

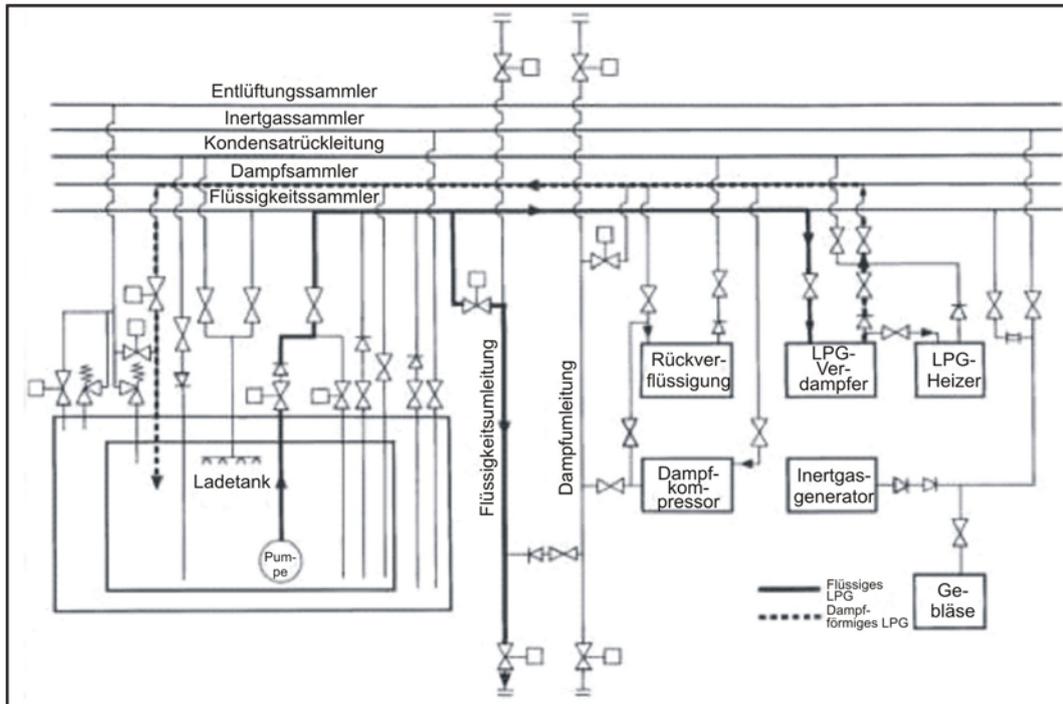


Abbildung 32.11 - Entladen ohne Dampfückleitung

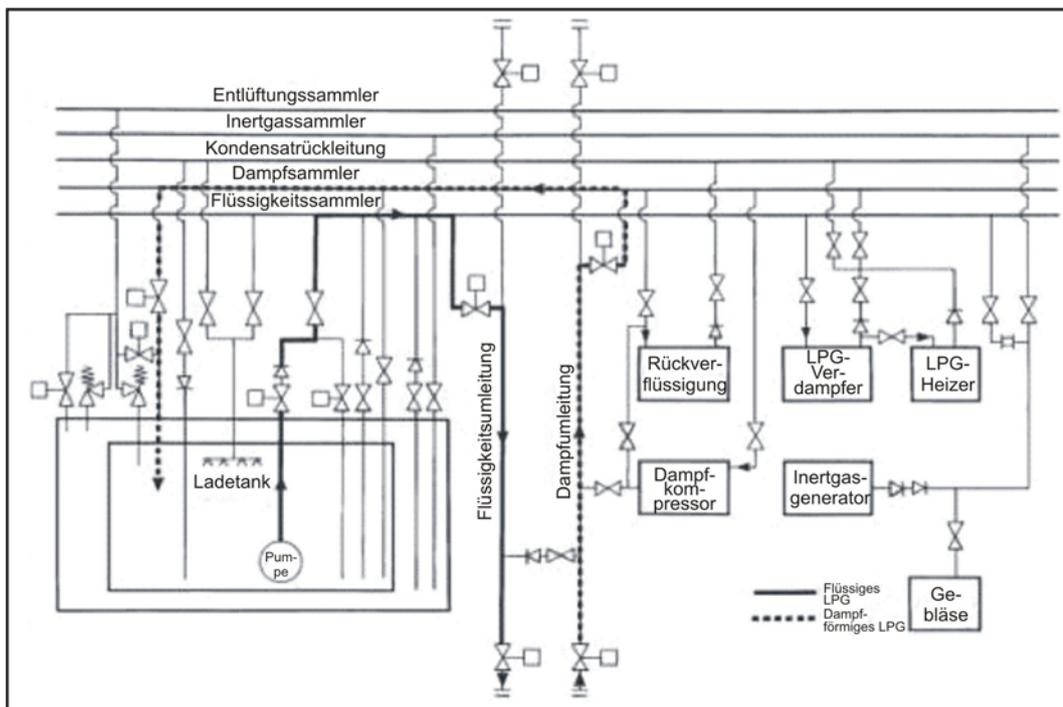


Abbildung 32.12 - Entladen mit Dampfückleitung

Das Erwärmen der Ladung während des Entladevorgangs birgt immer das Risiko, dass das Umlaufwasser im Heizer gefriert. Neben der Prüfung der Ladungsaustrittstemperatur und des Boosterpumpeneingangs sollte auch auf die Temperaturen und Drücke am Wassereintritt und -austritt geachtet werden. Die Wasseraustrittstemperatur darf nicht unter den vom Hersteller empfohlenen Grenzwert fallen. Bei niedriger Wasseraustrittstemperatur sollte ein Niedrigtemperaturschalter den Ladungsfluss durch den Heizer stoppen.

Wie festgestellt wird, hängt dieses Verfahren zum Erwärmen der Ladung von der geeigneten Wassertemperatur ab. In Kaltwasserbereichen kann die Effektivität des Systems stark beeinträchtigt werden und damit zu niedrigen Entladegeschwindigkeiten führen und, wenn die Wassertemperaturen unter 5 °C sinken, nimmt die Einfriergefahr stark zu. Um diesen Möglichkeiten entgegenzuwirken, werden Tankschiffe manchmal mit Thermoölerhitzern ausgestattet.

32.7.4 Trockenlegen von Tanks und Rohrleitungen

Wie bereits in Abschnitt 31.2 erwähnt und in Abbildung 31.3 dargestellt, muss zur Vermeidung der Kavitation der Kreiselpumpe der Druck der Flüssigkeit am Pumpenansaugstutzen um einen Wert, der als Haltedruckhöhe bezeichnet wird, über dem Sättigungsdampfdruck liegen. Die erforderliche Mindesthaltungsdrukhöhe, die als gleichwertige Flüssigkeitssäule über dem Pumpenansaugstutzen ausgedrückt wird, kann von einem Meter (bei maximaler Pumpenkapazität) bis zu 200 Millimeter (bei gedrosseltem Durchfluss) variieren. Wenn der Druck im Dampfraum durch Zugabe von zusätzlichem Dampf vom Schiffsverdampfer auf einen Wert über dem Sättigungsdampfdruck erhöht werden kann, kann die Kavitationsbildung, wenn der Flüssigkeitspegel den Tankboden erreicht, hinausgezögert werden. Die Erhöhung des Drucks im Dampfraum auf diese Weise ist ein übliches Verfahren auf Kühl- und Kühldrucktankern, das auch vorsichtig bei tiefgekühlten Ladungen angewandt werden kann, insbesondere wenn zur Vorbereitung auf die Entgasung eine maximale Ladungsmenge erforderlich ist. Unabhängig von der zusätzlichen Druckbeaufschlagung gibt es einen Flüssigkeitspegel, bei dem die Pumpe anfängt zu stottern. Eine allmähliche Verringerung der Durchflussgeschwindigkeit bei diesem Pegel durch vorsichtiges Drosseln des Ablassventils reduziert die erforderliche Haltedruckhöhe und ermöglicht ein kontinuierliches Entladen bis zu einem niedrigeren Pegel. Es sollte daran erinnert werden, dass das Pumpenablassventil nicht zur Durchflussregelung eingesetzt werden sollte, wenn die Pumpe zusammen mit einer Boosterpumpe betrieben wird, da die Boosterpumpe einen Hohlraum bilden und damit Schäden herbeiführen könnte (siehe Abschnitt 32.7.2).

Mit Beendigung des Entladevorgangs, muss die flüssige Ladung aus allen Decksleitungen und Ladungsschläuchen oder Verladearm abgelassen werden. Das kann mit Hilfe eines Kompressors vom Schiff zum Land erfolgen. Alternativ kann das auch vom Land zum Schiff erfolgen, indem die Flüssigkeit in der Regel mit Hilfe von Stickstoff, der von unten oder oben in den Verladearm eingespritzt wird, in die Schiffstanks geblasen wird. Erst nach Ablassen des Drucks aus allen Decksleitungen und Spülen mit Stickstoff sollte der Schiff-Land-Anschluss abgekoppelt werden.

32.8 Fahrt mit Ballast

In einigen Kühlbranchen ist es üblich, nach dem Entladen eine kleine Menge der Ladung an Bord zu behalten, die als *Restmenge* bezeichnet wird. Dieses Produkt dient dazu, während der Ballastfahrt eine niedrigere Temperatur in den Tanks aufrechtzuerhalten, allerdings kann das Verfahren nur eingesetzt werden, wenn die Ladung, die am nächsten Terminal geladen werden soll, die gleiche Güte hat.

Allgemein gilt, dass die an Bord zurückbehaltene Menge bzw. Restmenge von folgenden Faktoren abhängt:

- Handelsvereinbarungen
- Typ des Gastankschiffs
- Dauer der Ballastfahrt
- Anforderungen des nächsten Ladeterminals, und
- Güte der nächsten Ladung.

Bei LPG-Ladungen sollte die geringe Flüssigkeitsmenge, die nach dem Entladen zurückbehalten wird, ausreichen, um den notwendigen Kühleffekt während der Ballastfahrt zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wird zwischenzeitlich die Rückverflüssigungsanlage eingeschaltet, die das Kondensat zu den Tanks zurückleitet und gewährleistet, dass die Tanks und das Produkt bei Einlaufen im Ladehafen ausreichend gekühlt sind.

Wenn das Schiff ein Ladeterminal anfährt, um ein unverträgliches Produkt zu laden, sollte von der vorherigen Ladung nichts an Bord zurückbleiben. Damit werden Kontaminierungen der nächsten Ladung vermieden und es wird gewährleistet, dass die Höchstmenge der nächsten Ladung geladen werden kann (siehe Abschnitt 32.9).

32.9 Ladungswechsel (und Vorbereitung auf den Trockendock)

Von allen Operationen eines Gastankschiffs nimmt die Vorbereitung eines Ladungswechsels die meiste Zeit in Anspruch. Wenn die nächste Ladung sich mit der vorherigen Ladung nicht verträgt, ist oftmals ein Entgasen der Tanks erforderlich, bevor eine Sichtprüfung durchgeführt werden darf; siehe Tabelle 27.3(b). Das ist im Allgemeinen der Fall, wenn chemische Gase wie Vinylchlorid, Ethylen oder Butadien geladen werden.

Wenn ein Tankschiff Beförderungsaufträge erhält, muss die Verträglichkeit mit der Folgeladung geprüft werden. (Ebenso ist es notwendig, die Verträglichkeiten und die natürliche Fähigkeit des Schiffs zur Trennung zu prüfen, wenn mehr als eine Ladungsgüte befördert werden soll. In diesen Fällen gilt besondere Aufmerksamkeit der Rückverflüssigungsanlage des Schiffs.) Bei einem Wechsel der Ladungen kann es sich auch als notwendig erweisen, dass das Schmieröl in den Kompressoren für bestimmte Ladungen ausgetauscht werden muss; nähere Angaben hierzu sind in Abschnitt 32.6.1 und 31.6.1 enthalten.

Die Tabellen 27.3(a) und 27.3(b) enthalten Informationen über die Verträglichkeit der Gase. Die Tabellen decken auch Fragen der Verträglichkeit der Ladung in Bezug auf Baumaterialien ab, die üblicherweise für Ladungsumschlaganlagen verwendet werden.

Um einen gasfreien Zustand zu erreichen, muss wie folgt vorgegangen werden, wobei es jedoch von der nächsten Güte abhängt, ob alle aufgeführten Schritte notwendig sind:

- Zuerst muss die Flüssigkeit aus dem Tank abgelassen werden.
- Dann wird der Tank mit heißen Ladungsdämpfen erwärmt (wenn erforderlich).
- Als nächstes wird der Tank inertisiert und
- zum Schluss mit Luft belüftet.

Diese Schritte werden vor Betreten des Tanks zu Inspektionszwecken durchgeführt oder wenn das Schiff für den Trockendock entgast wird.

32.9.1 Entfernen der Restflüssigkeit

In Abhängigkeit von der Konstruktion des Ladetanks kann die Restflüssigkeit durch Druckbeaufschlagung, normales Abstreifen oder, bei Tiefkühltankern mit Tanks vom Typs 'A', durch eigens zu diesem Zweck installierten Heizschlangen für Lachen entfernt werden. (Ein älteres Verfahren zum Erwärmen von Tanks des Typs 'A' beruht auf der Nutzung der Heißdämpfe aus dem Kompressor, bei dem jedoch die Lachen nicht erwärmt werden; es erfordert jedoch einen hohen Zeitaufwand und findet daher im Allgemeinen keine Anwendung mehr.)

Als erstes muss die gesamte restliche Ladungsflüssigkeit aus den Tanks oder den anderen Teilen des Umschlagsystems entfernt werden. Aufgrund der verstärkten Verdampfung in einer ungesättigten Atmosphäre kann es sein, dass die restliche Flüssigkeit zu stark gekühlt wird und eine Temperatur erreicht, die zu einem Spröbruch des Tanks führen könnte. Außerdem wird jede zurückgebliebene Flüssigkeit die nächste Inertisierung verhindern.

Wenn die gesamte Flüssigkeit aus den Ladetanks abgelassen wurde, können die Tanks inertisiert werden, wobei in Abhängigkeit von der nächsten Ladung entweder Inertgas von der Schiffsanlage oder von Land eingesetzt wird. Alternativ kann auch eine Begasung mit Dampf von der nächsten Ladung durchgeführt werden; aber von diesem Verfahren wird immer weniger Gebrauch gemacht (nähere Einzelheiten zu diesem Verfahren in Abschnitt 32.2.3 und 32.3).

Abscheiden von Flüssigkeit in Tanks des Typs 'C' (Drucktanks)

Tankschiffe mit Ladetanks des Typs 'C' sind oft mit einer Nachlenzleitung ausgerüstet (siehe Abbildung 31.1).

Durch Druckbeaufschlagung in den Ladetanks dieser Tankschiffe (mit Hilfe des Ladungskompressors) kann die restliche Flüssigkeit aus dem Tanksumpf in die Nachlenzleitung und dann auf Deckhöhe gefördert werden. Dann kann sie vorübergehend in einem ausgewählten Ladetank gelagert werden, bis sie zum Land zurückgeleitet wird. Diese Entleerung wird fortgesetzt, bis die gesamte Flüssiglading aus den Ladetanks entfernt ist, was über eine Probenahmeleitung am Boden geprüft wird. Der Kompressordruck, der für die Entfernung der Restflüssigkeit benötigt wird, hängt von der relativen Dichte der Ladung und der Tanktiefe ab (siehe Abbildung 32.14).

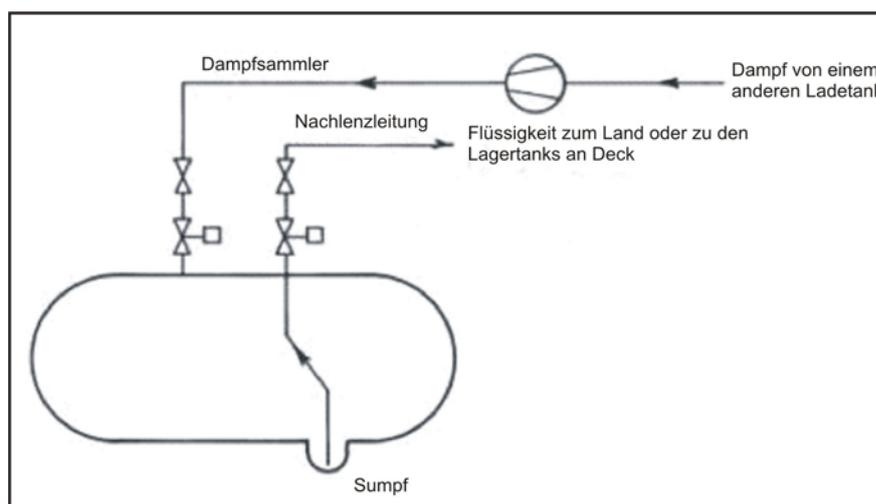


Abbildung 32.14 - Entfernen der restlichen Ladungsflüssigkeit durch Druckbeaufschlagung

Entfernen der Flüssigkeit bei anderen Tanktypen

Bei Tankschiffen mit Tanks des Typs 'A' oder 'B' kann die restliche Ladungsflüssigkeit nicht durch Druckbeaufschlagung entfernt werden. Stattdessen muss die restliche Ladungsflüssigkeit verdampft werden. Dazu werden im Allgemeinen Heizschlangen für die Lachen eingesetzt.

Wenn Heizschlangen für die Lachen eingesetzt werden, wird als Medium Heißgas vom Ladungskompressor verwendet. Der Dampf wird der Ladetankatmosphäre entzogen und über den Kompressor geleitet, wo die Verdichtungswärme zu einer Erhöhung der Dampftemperaturen führt. Durch Umgehen des Kondensators kann der Heißdampf direkt zur Heizschlangenanlage geleitet und Wärme auf die restliche Flüssigkeitsladung übertragen werden. Auf diese Weise wird die Restflüssigkeit verdampft und durch Wärmeübertragung wird der Heißdampf in den Heizschlangen in Flüssigkeit verwandelt, die dann normal zum Land befördert wird.

Eine Alternative zu den Heizschlangen für die Lachen ist die direkte Beförderung der heißen Ladungsdämpfe (vom Kompressor) zu den Tankböden. Allerdings führt das, wie bereits vorher in diesem Abschnitt erläutert, zu einer viel langsameren Verdampfung der Restflüssigkeiten, als das zuvor beschriebene Verfahren, da das Heißgas nur über die Oberfläche der Flüssigkeitslache strömt anstatt diese zum Sieden zu bringen.

Zum Abschluss beider Verfahren sollten die Ladetanks in die Terminalanlage entlüftet oder an Land kondensiert oder gepumpt werden.

Wenn die Flüssigkeit aus allen Tanks zufrieden stellend entfernt wurde, müssen die Rohrleitungen und Leitungsvorrichtungen trockengeblasen und die Flüssigkeit über die jeweiligen Ablassventile abgelassen werden.

32.9.2 Erwärmen

Wenn die Ladetanks vollständig mit Frischluft belüftet werden müssen, ist es oftmals erforderlich, je nach Tanktemperatur und Auslegungskriterien, die Tanks vor dem Inertisieren zu erwärmen. Das erfolgt durch eine geregelte Zirkulation der warmen Ladungsdämpfe in den Tanks, bevor mit der Inertisierung begonnen wird.

Wie beim Abkühlen (siehe Abschnitt 32.4), sollte die Erwärmungsgeschwindigkeit entsprechend den Anleitungen der Schiffsbauer sorgfältig geregelt werden.

Das Erwärmen ist wichtig, wenn Ladetanks sehr niedrige Temperaturen haben. Auf Tankschiffen wie diesen dienen Kompressoren und Heizer zur Zirkulation von warmen Gasen. Zuerst wird dadurch die Restflüssigkeit verdampft und dann wird die gesamte Tankkonstruktion auf Umgebungstemperaturen erwärmt.

Erfolgt keine Erwärmung auf Umgebungstemperatur, kann es zum Gefrieren des Kohlendioxids aus dem Inertgas kommen. (Außerdem werden bei niedrigeren Temperaturen größere Inertgasvolumen benötigt.)

Wenn Tanks für Inspektion des Tankinnern geöffnet werden müssen, ist immer eine Inertisierung erforderlich. Diese dient dazu, den Gehalt an entflammaren Gasen in der Tankatmosphäre auf ein sicheres Niveau zu reduzieren, das erforderlich ist, um Frischluft einblasen zu können. Dieses Sicherheitsniveau entspricht einem Punkt, der sich unterhalb der kritischen Verdünnungslinie (siehe Abbildung 27.21) befindet, wie in der grafischen Darstellung für das jeweilige Produkt angegeben. Das Verfahren zur Inertisierung nach dem Löschen der Ladung ähnelt dem, das in Abschnitt 32.2.3 beschrieben wurde.

32.9.4 Belüftung

Nachdem die vorstehenden Verfahren durchgeführt worden sind, kann den Ladetanks Luft zugeführt werden. Die Luftzufuhr erfolgt mit Hilfe von Kompressoren oder Gebläsen und Lufttrocknern in der Inertgasanlage. Die Belüftung erfolgt so lange, bis der Sauerstoffgehalt im ganzen Tank 20,9 % und der Kohlenwasserstoffgehalt 0 % der unteren Explosionsgrenze beträgt. Um eine gleichmäßige Verteilung in der Tankatmosphäre zu gewährleisten, sollten vor Betreten des Tanks Kontrollen in verschiedenen Höhen und Positionen vorgenommen werden. Abbildung 32.16 zeigt einen Rohrleitungsaufbau zum Belüften von Tanks.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass die Belüftung mit Luft erst stattfinden sollte, wenn die Schiffstanks auf Umgebungstemperatur erwärmt sind. Wenn der Tank immer noch kalt ist, wenn Luft zugeführt wird, wird die Feuchtigkeit in der Luft auf den Tankoberflächen kondensieren. Das kann problematisch werden, wenn der Tank auf neue Ladungen vorbereitet werden soll. Wenn es zur Kondensation kommt, kann der Abzug des Kondensats eine langwierige und kostspielige Maßnahme werden.

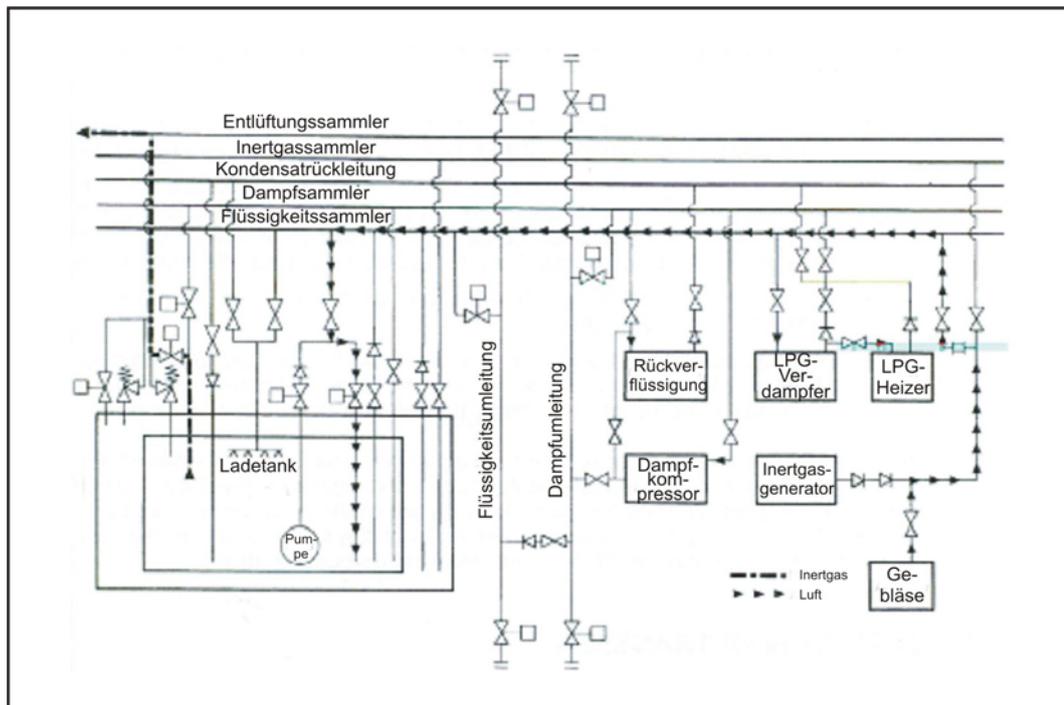


Abbildung 32.16 - Belüftung von Ladetanks

32.9.5 Ammoniak - Sonderverfahren

Bestimmte Ladungen erweisen sich als besonders schwierig, wenn es um den Versuch geht, alle Spuren des Produkts zu beseitigen. Ammoniak ist ein Beispiel dafür. Wenn ein Tankschiff von Ammoniak auf LPG wechselt, müssen praktisch alle Dampfspuren aus dem System beseitigt werden. Vor dem Laden des nächsten Produkts wird die zulässige Ammoniakdampfkonzentration in der Tankatmosphäre in der Regel mit weniger als 20 ppm (Teile pro Million) bezogen auf das Volumen angegeben. Das erfordert eine zeitaufwendige Maßnahme, die im Folgenden näher beschrieben werden soll.

Wenn nach Ammoniak ein anderes Produkt geladen werden soll, muss zunächst das gesamte flüssige Ammoniak aus dem System entfernt werden. Das ist wichtig, weil die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass Ammoniak durch Verdampfen in Luft extrem kalt wird. Deshalb kann die Flüssigkeit, wenn sie nicht restlos entfernt wird, gefährlich niedrige Temperaturen annehmen und Tankrisse könnten die Folge sein. Die Bestätigung, dass die Flüssigkeit restlos entfernt wurde, kann durch genaues Beobachten der Tanktemperaturanzeigewerte während des Erwärmens eingeholt werden.

Sobald die Ladetanktemperaturen auf einen Wert gestiegen sind, der wesentlich über dem Taupunkt von Luft liegt, werden die Ammoniakdämpfe normalerweise durch Blasen von warmer Frischluft durch das System verteilt. (Aufgrund der Bildung von Ammoniakcarbamaten, wenn Ammoniak mit Kohlendioxid in Berührung kommt, darf die Inertgasanlage nicht für Ammoniak eingesetzt werden.) Durch kontinuierliche Zufuhr von warmer trockener Luft soll ein Kondensieren des Wasserdampfes verhindert und somit das Durchsickern von Ammoniak durch poröse Tankoberflächen begrenzt werden. Die Belüftung der Tanks und des Umschlagsystems bei höchstmöglichen Temperaturen ist von Vorteil, da dadurch Ammoniak von rostigen Flächen gelöst wird. (Ammoniak wird bei 45 °C 10-mal schneller gelöst als bei 0 °C).

Manchmal wird Ammoniak auch durch Auswaschen mit Frischwasser entfernt. Das kann sehr effektiv sein, da Ammoniak stark wasserlöslich ist. Allerdings sollten die folgenden Punkte beachtet werden:

- Der Vorteil, Ammoniak mit Wasser auszuwaschen, ist auf bestimmte Tanktypen beschränkt. (Dieses Verfahren ist auf großen Tiefkühltankern mit prismenförmigen Tanks nicht immer praktikabel.)
- Wenn von Ammoniak auf LPG gewechselt wird, kann das Wasser gelöstes Ammoniak enthalten und somit die nächsten Ladungen verunreinigen. Demzufolge wird das Auswaschen mit Wasser nur für Ladetanks empfohlen, die absolut sauber und rostfrei sind und ein Minimum an Innenelementen haben, so dass eine vollständige und effektive Entleerung möglich ist.
- Alle Wasserspuren müssen am Ende des Waschgangs entfernt werden, um eine Eis- oder Hydratbildung zu verhindern.
- Die hohe Löslichkeit von Ammoniak in Wasser (300:1) kann zu gefährlichen Vakuumzuständen im Tankinnern führen. Es ist daher wichtig, darauf zu achten, dass dem Ladetank während des Waschvorgangs mit Wasser genügend Luft oder Stickstoff zugeführt wird.

Nach dem Waschen mit Wasser müssen alle Wasserreste entfernt werden, was mit Hilfe fest installierter oder transportabler Pumpen erfolgen kann. Danach müssen die Tanks und Rohrleitungen gründlich getrocknet werden, bevor die weiteren Vorbereitungsarbeiten für die nächste Ladung durchgeführt werden. Um eine maximale Trockenheit zu erhalten, müssen die Tanks weiter mit Luft belüftet werden, wobei der Taupunkt der Luft aus den zuvor erläuterten Gründen niedriger sein muss als die Tankatmosphäre.

32.10 Übergabe von Schiff zu Schiff

In den letzten Jahren ist die Übergabe von Flüssiggasladungen von Tankschiff zu Tankschiff in vielen Regionen, die eine unzureichende Terminalinfrastruktur haben, zur gängigen Praxis geworden. Ausführliche Empfehlungen für die sichere Durchführung derartiger Operationen sind in den (lokalen) *Richtlinien für den Ladungsumschlag von Schiff zu Schiff (Flüssiggase)* gegeben. Bevor Operationen dieser Art organisiert werden, wird empfohlen, diese Publikation zu studieren und die darin beschriebenen Verfahren anzunehmen. Viele Hafengebörden verlangen eine Sondergenehmigung für den Ladungsumschlag von Schiff zu Schiff.

32.11 Fazit

Damit ist der Zyklus der Operationen von Gastankschiffen abgeschlossen. Es ist für jedes Tankschiff wichtig, seine eigenen ausführlichen Betriebsabläufe deutlich aufzulisten. Was auf einem Tankschiff möglich ist, muss auf einem anderen noch lange nicht möglich oder erstrebenswert sein. Die Grundprinzipien für den Umschlag von Flüssiggasen bleiben jedoch für alle Gastankschiffe gleich. Ein sicherer Betrieb ist grundsätzlich auch ein effizienter Betrieb und, wenn es Zweifel bezüglich der Sicherheit einer Operation gibt, wird dem Schiffs- und Terminalpersonal empfohlen, sich weiteren Rat einzuholen.

Kapitel 33

TYPEN VON GASTANKSCHIFFEN

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Normvorschriften zur Konstruktion von Gastankschiffen. Es werden auch wesentliche Elemente des Designs, wie z. B. Sicherheitsbehältersysteme für die Fracht, und Schiffstypen erörtert. Es ist wichtig zu erkennen, dass es neben den schriftlichen Standards auch Aspekte bei der Konstruktion von Gastankschiffen gibt, die durch die zusätzlichen Anforderungen erfahrener Schiffsbauer aufgegriffen werden.

33.1 Typen von Gastankschiffen

Gastankschiffe variieren von kleinen Kühldrucktankern mit einer Kapazität von 500 bis 6.000 m³ für die Beförderung von Propan, Butan und chemischen Gasen bei Umgebungstemperatur bis hin zu vollisolierten bzw. Hochseetiefkühltankern mit einer Kapazität von über 100.000 m³ für die Beförderung von Flüssigerdgas (LNG) und Flüssiggas (LPG). Es gibt noch einen dritten Schiffstyp, der dazwischen liegt – der Kühldruckgastanker. Diese äußerst flexiblen Tankschiffe sind in der Lage, viele Ladungen in tiefgekühltem Zustand bei atmosphärischen Temperaturen, die einem Beförderungsdruck von 5 bis 9 bar entsprechen, zu befördern.

Der Transport von Flüssiggasen auf dem Wasserweg hat sich inzwischen zu einem ausgeprägten Industriezweig entwickelt, dem eine große Flotte von Tankschiffen, ein Netzwerk von Export- und Importterminals sowie ein Schatz an Wissen und Erfahrungen der verschiedenen Menschen, die an den Prozessen beteiligt sind, zur Verfügung steht.

Gastankschiffe sind mit bestimmten Merkmalen ausgestattet, die sie mit anderen Tankschiffen, die für die Beförderung von flüssigen Massengütern wie Öl und Chemikalien eingesetzt werden, gemein haben.

Ein Merkmal, das fast einzigartig ist für Gastankschiffe, ist, dass die Ladung unter Überdruck gehalten wird, um ein Eindringen von Luft in das Frachtsystem zu verhindern. Das bedeutet, dass der Ladetank nur Ladungsflüssigkeit und Ladungsdampf enthält und sich keine entflammbare Atmosphäre in dem Tank bilden kann. Darüber hinaus setzen alle Gastankschiffe geschlossene Frachtsysteme beim Be- und Entladen ein, die kein Ablassen des Dampfes in die Atmosphäre zulassen. Bei der Beförderung von Flüssigerdgasen werden immer Vorkehrungen für eine Dampfdruckleitung zwischen Schiff und Land getroffen, damit der Dampf, der durch den Ladungsumschlag verdrängt wird, abgeleitet werden kann. Bei der Beförderung von LPG ist das nicht immer der Fall, da im Normalfall eine Rückverflüssigungsanlage während des Ladevorgangs eingesetzt wird, die dafür sorgt, dass der Dampf an Bord bleibt. Dank dieser Verfahren ist ein Entweichen der Ladung in die Atmosphäre praktisch ausgeschlossen und das Risiko der Dampfentzündung auf ein Minimum reduziert.

Gastankschiffe müssen den Vorschriften der Gas Codes oder nationalen Regularien sowie allen Sicherheits- und Umweltschutzanforderungen, die auch für andere Tankschiffe gelten, genügen. Die Sicherheitselemente, die durch die Anforderungen an das Schiffsdesign vorgegeben sind, haben wesentlich zur Sicherheit dieser Tankschiffe beigetragen. Zu den technischen Voraussetzungen auf Gastankschiffen gehören Temperatur- und Drucküberwachungsgeräte, Gasmelder und Füllstandsanzeiger für Ladetanks, die alle mit Alarm- und Hilfsvorrichtungen ausgestattet sind. Die Variierung der Ausrüstung kann das Gastankschiff zu einem der am höchsten entwickelten Tankschiffe unserer Zeit auf See machen.

Es gibt wesentliche Unterschiede im Design, in der Konstruktion und im Betrieb der Gastankschiffe, die auf die Vielfalt der beförderten Ladungen und die Anzahl der verwendeten Ladetanksysteme zurückzuführen sind. Ladungsbehältersysteme können unabhängige Tanks (Drucktanks, Kühltanks und Tiefkühltanks) oder Membrantanks sein.

Tiefkühldrucktanker

Die meisten LPG-Tiefkühldrucktanker sind mit einer Reihe von horizontal angebrachten Zylinder- oder Kugeltanks ausgestattet und haben eine Kapazität von bis zu 6.000 m³. Tiefkühldrucktanker werden immer noch zahlreich gebaut und stellen eine kostengünstige und einfache Art der Beförderung von LPG zu und von kleineren Gasterminals dar.

Kühldrucktanker

Mit der Entwicklung von Metallen, die sich für die Lagerung von Flüssiggasen bei Tieftemperaturen eignen, wurden Kühldrucktanker entwickelt. Durch die Installation einer Rückverflüssigungsanlage, Isolierung der Ladetanks und Verwendung von Edelstahl konnte die Dicke der Druckbehälter und somit ihr Gewicht verringert werden. Diese Schiffe, die mit Zylinder-, Kugel- oder Doppeltanks ausgestattet sind, können Gasladungen an Kühl- und Drucklagereinrichtungen be- und entladen.

Tiefkühltanker

Tiefkühltanker dienen zum Transport von Flüssiggasen bei niedriger Temperatur und atmosphärischem Druck zwischen den Terminals, die mit tiefgekühlten Lagertanks ausgestattet sind. Die Tankschiffe sind mit Zylindertanks ausgestattet, die aus Stahl mit 3,5 % Nickelanteil bestehen und eine Beförderung von Ladungen bei Temperaturen von bis zu –48 °C ermöglichen, was geringfügig unter dem Siedepunkt von reinem Propan ist. Zylindertanks ermöglichen dem Schiff eine maximale Ausnutzung seiner Kapazität, wodurch sich Tiefkühltanker vor allem zum Transport von großen Ladungsmengen wie LPG, Ammoniak und Vinylchlorid über weite Entfernungen eignen.

Flüssigerdgas-Tankschiffe

Flüssigerdgas (LNG) wird bei seinem Siedepunkt, d. h. –162 °C, befördert. Die Flüssigerdgas-Behältersysteme haben sich deutlich weiterentwickelt. Flüssigerdgas-Tankschiffe sind mit unabhängigen Ladetanks oder mit Membrantanks ausgestattet.

33.2 Sicherheitsbehälter für die Fracht

Ein Ladungsbehältersystem ist die Gesamtvorrichtung zur Lagerung der Ladung und schließt folgende Elemente, sofern installiert, ein:

- Primäre Barriere (Ladetank);
- Sekundäre Barriere (sofern installiert);
- Wärmeisolierung;
- Zwischenräume, und
- Angrenzende Strukturen, sofern erforderlich, zum Stützen dieser Elemente.

Für Ladungen, die bei Temperaturen zwischen -10 °C und -55 °C transportiert werden, kann die Schiffshülle als zweite Barriere fungieren und in diesen Fällen eine Begrenzung des Aufstellungsraums darstellen.

Im Folgenden werden die Grundtypen von Ladetanks, die an Bord von Gastankschiffen zum Einsatz kommen, aufgelistet:

- Unabhängiger Typ 'A' (Tiefkühltank)
- Unabhängiger Typ 'B' (typischer Flüssigerdgastank)
- Unabhängiger Typ 'C' (Tiefkühldrucktank)
- Membrantank (typischer Flüssigerdgastank)

Es ist möglich, dass die Tanktypen in den verschiedenen gesetzlichen Vorschriften unterschiedlich definiert werden.

33.2.1 Unabhängige Tanks

Unabhängige Tanks sind vollständig selbsttragend und kein integraler Teil des Schiffsverbands. Sie tragen auch nicht zur Stabilität des Schiffsverbands bei. Wie im IGC Code definiert, wird, hauptsächlich in Abhängigkeit vom Bemessungsdruck, zwischen drei Typen von unabhängigen Tanks für Gastankschiffe unterschieden: Diese sind bekannt als Typ 'A', 'B' und 'C'.

Tanks vom Typ 'A'

Tanks vom Typ 'A' bestehen in erster Linie aus ebenen Flächen. Der maximal zulässige Tankbemessungsdruck des Dampfraums für diesen Systemtyp liegt bei 0,7 barg; das bedeutet, dass die Ladungen in tiefgekühltem Zustand bei oder fast bei atmosphärischem Druck (im Normalfall unter 0,25 barg) befördert werden müssen. Abbildung 33.1 zeigt einen Ausschnitt aus diesem Tanktyp, wie er auf LPG-Tiefkühltankern anzutreffen ist. Hierbei handelt es sich um einen selbsttragenden Zylindertank, der innen mit einer konventionellen Versteifung versehen ist. In diesem Beispiel ist der Tank mit einer Schaumisolierung umhüllt. Wenn eine Perlisolierung verwendet wird, dann würde diese den gesamten Aufstellungsraum ausfüllen.

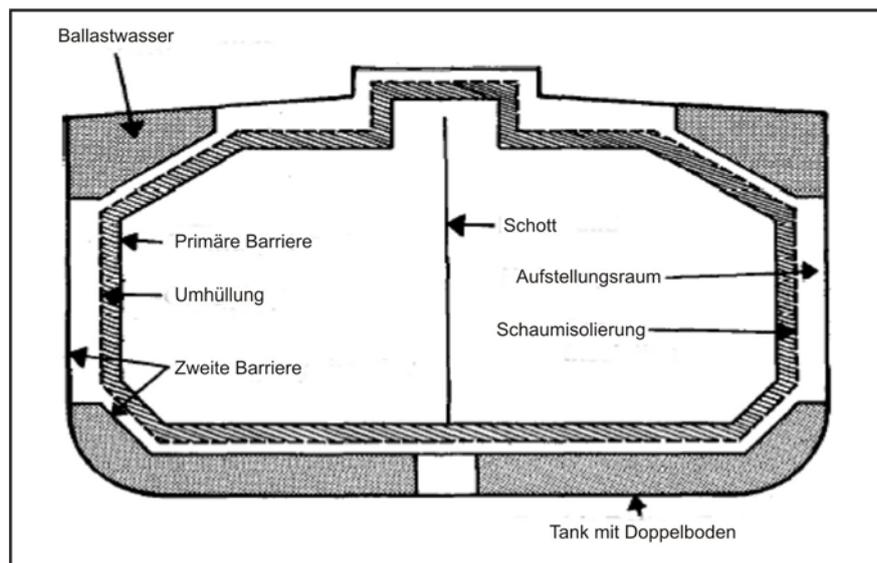


Abbildung 33.1 - Selbsttragender Zylindertank des Typs 'A' - LPG-Tiefkühlanker

Das Material für Tanks des Typs 'A' ist nicht resistent gegenüber Rissausbreitung. Deshalb ist aus Sicherheitsgründen für den unwahrscheinlichen Fall einer Ladetankleckage ein zweites Sicherheitsbehältersystem erforderlich. Dieses zweite Sicherheitsbehältersystem ist als zweite Barriere bekannt und ist ein Merkmal aller Tankschiffe mit Tanks des Typs 'A', mit denen Ladungen unter -10 °C befördert werden können.

Bei einem LPG-Tiefkühltankerschiff (das keine Ladungen unter -55 °C befördern wird) muss die zweite Barriere eine komplette Barriere sein, die in der Lage ist, den gesamten Tankinhalt bei einem bestimmten Krängungswinkel aufzunehmen, und sie kann, wie in der Abbildung dargestellt, Teil des Schiffskörpers sein. Im Allgemeinen ist es diese Konstruktion, die Anwendung findet. Hierbei können bestimmte Teile des Schiffskörpers aus Edelstahl gebaut werden, der Tieftemperaturen standhalten kann. Die Alternative ist, eine separate zweite Barriere um die einzelnen Ladetanks herum zu bauen.

Laut IGC Code muss die zweite Barriere in der Lage sein, die ausgelaufene Tankladung für die Dauer von 15 Tagen aufzunehmen.

Auf Tankschiffen dieses Typs ist der Raum zwischen Ladetank (manchmal auch als primäre Barriere bezeichnet) und der zweiten Barriere auch als Aufstellungsraum bekannt. Wenn entflammable Ladungen befördert werden, müssen diese Räume mit Inertgas gefüllt werden, um zu verhindern, dass eine entflammable Atmosphäre entsteht, falls die primäre Barriere ein Leck aufweist.

Tanks des Typs 'B'

Tanks des Typs 'B' können aus ebenen Flächen bestehen oder kugelförmig sein. Diese Art von Sicherheitsbehälter erfordert eine ausführlichere Spannungsanalyse als die Systeme des Typs 'A'. Diese Kontrollen müssen Untersuchungen zur Ermüdungslebensdauer und eine Rissausbreitungsanalyse einschließen.

Die gebräuchlichste Anordnung eines Tanks des Typs 'B' ist ein Kugeltank, wie in Abbildung 33.2(a) dargestellt. Dieser Tank wurde nach Kvaerner Moss konstruiert. Aufgrund der besseren Konstruktionsbeiwerte benötigt ein Tank des Typs 'B' nur zum Teil eine zweite Barriere in Form einer Auffangschale. Der Aufstellungsraum ist in dieser Konstruktion normalerweise mit trockenem Inertgas gefüllt. Wenn jedoch moderne Verfahren zum Einsatz kommen, kann er auch mit Trockenluft gefüllt sein, vorausgesetzt, dass eine Inertisierung des Raums möglich ist, falls das Dampfmeldesystem eine Leckage der Ladung anzeigt. Eine Schutzkuppel aus Stahl deckt die primäre Barriere über der Decksebene ab; die Tankaußenfläche ist mit einer Isolierung versehen. Auf Flüssigerdgastankern findet man fast ausschließlich Kugeltanks des Typs 'B', während sie im LPG-Geschäft eher seltener anzutreffen sind.

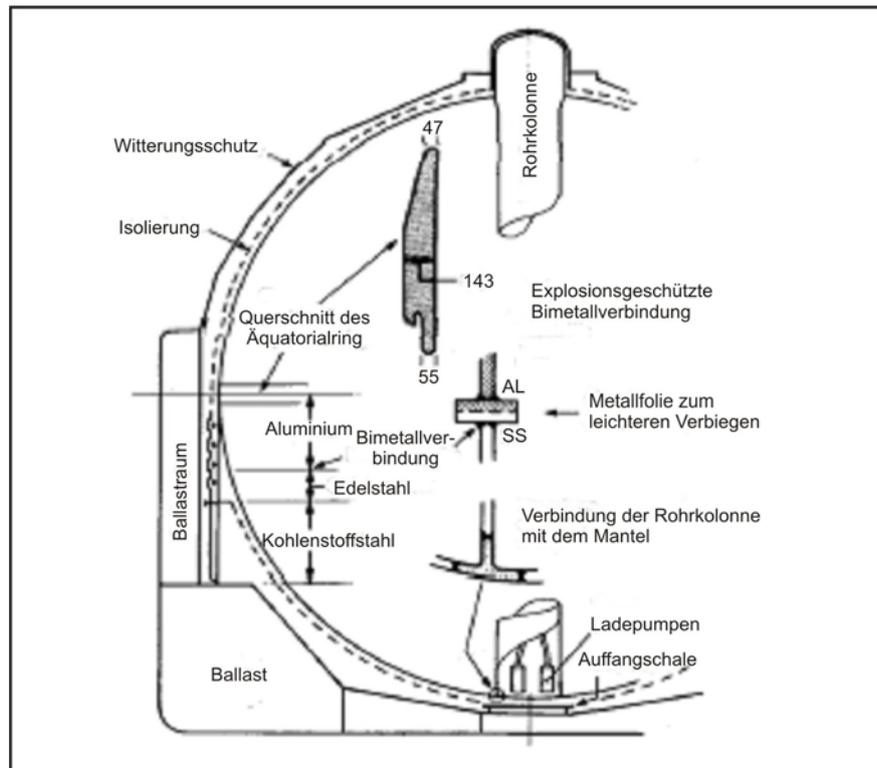


Abbildung 33.2(a) - Selbsttragende Kugeltanks des Typs 'B'

Tanks des Typs 'B' müssen jedoch nicht kugelförmig sein. Für Flüssigerdgas werden auch zylinderförmige Tanks des Typs 'B' verwendet. Zylindertanks des Typs 'B' haben den Vorteil, dass sie das Volumen der Tankschiffhülle voll ausnutzen können und der gesamte Ladetank sich unterhalb des Hauptdecks befindet. Bei Zylindertanks ist der maximale Bemessungsdruck des Dampfraums, wie für Tanks des Typs 'A', auf 0,7 barg begrenzt. In Abbildung 33.2(b) ist das Schema eines selbsttragenden Zylindertanks des Typs 'B' dargestellt.

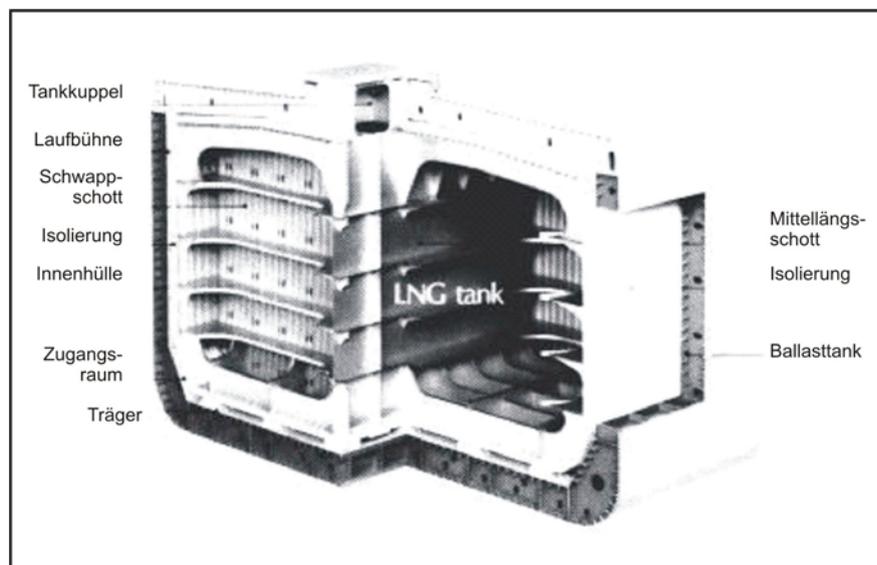


Abbildung 33.2(b) - Selbsttragender Zylindertank des Typs 'B'

Tanks des Typs 'C' (Tiefkühldrucktanks)

Tanks des Typs 'C' sind in der Regel kugel- oder zylinderförmige Druckbehälter, deren Bemessungsdrücke höher als 4 barg sind. Die Zylindertanks können vertikal oder horizontal installiert werden. Dieses Behältersystem wird immer auf Kühl- und Tiefkühl-Gastankschiffen eingesetzt. Bei Kühl- und Tiefkühl-Tankern kann es auch für tiefgekühlte Ladungen eingesetzt werden, vorausgesetzt, dass geeignete kaltzähe Stahlgüten in der Tankkonstruktion verwendet wurden. Tanks des Typs 'C' sind gemäß den Vorschriften für konventionelle Druckbehälter ausgelegt und gebaut und können somit einer genauen Spannungsanalyse unterzogen werden. Darüber hinaus werden die zulässigen Spannungen niedrig gehalten. Demzufolge ist für Tanks des Typs 'C' keine zweite Barriere erforderlich und der Aufstellungsraum kann mit Inertgas oder Trockenluft befüllt werden; für Tiefkühl-Tanker kann sogar normale Luft verwendet werden.

Bei einem typischen Tiefkühldrucktanker (befördert die Ladung bei Umgebungstemperatur) können die Tanks für einen maximalen Arbeitsdruck von etwa 18 barg ausgelegt sein. Bei einem Kühldrucktanker sind die Ladetanks und zugehörigen Anlagen für einen Arbeitsdruck von ungefähr 5-7 barg und ein Vakuum von 0,3 barg ausgelegt. Die Tankstahlgüten für Kühldrucktanker können normalerweise Temperaturen von 48 °C bei LPG oder -104 °C bei Ethylen aushalten (Natürlich eignen sich Tankschiffe, die Ethylen befördern, auch für LPG.)

Abbildung 33.3 zeigt Tanks des Typs 'C', die auf einem typischen Tiefkühldruck-Gastankschiff installiert sind. Bei Anordnung wie dieser wird das Volumen der Schiffshülle relativ wenig genutzt; das kann jedoch verbessert werden, indem dazwischen Druckbehälter oder *Doppeltanks* verwendet werden, die am Bug des Schiffs mit einem Kegel versehen sind. Diese Anordnung ist üblich für Kühldrucktanker, wie in Abbildung 33.4 dargestellt.

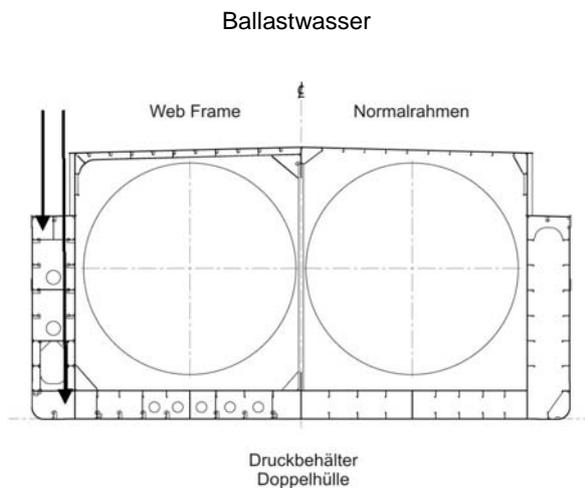


Abbildung 33.3.1 - Weit verbreitetes Binnengastankschiff, Tiefkühldruck Doppelhülle und Doppelboden

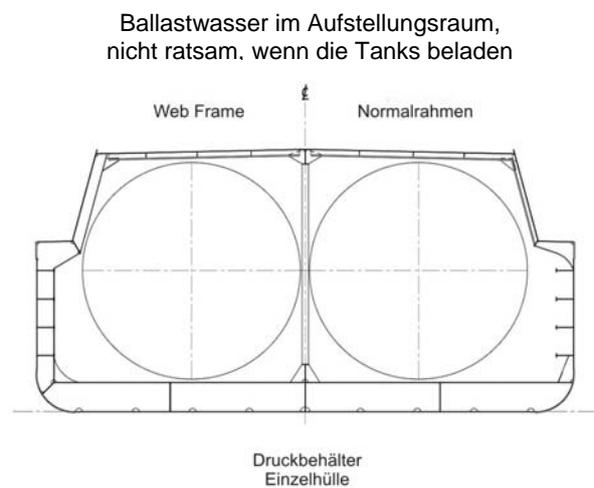


Abbildung 33.3.2 - Weit verbreitetes Binnengastankschiff, Tiefkühldruck Einzelhülle

33.2.2 Membrantanks (Membran - 0,7 bis 1,5 mm dick)

Das Konzept des Membrantanksystems beruht auf einer sehr dünnen Hauptbarriere (Membran - 0,7 bis 1,5 mm dick), die durch die Isolierung verstärkt wird. Diese Tanks sind nicht selbsttragend wie die unabhängigen Tanks, die in Abschnitt 33.2.1 beschrieben wurden; die innere Hülle bildet die lasttragende Struktur. Das Membrantanksystem muss immer mit einer zweiten Barriere ausgestattet sein, um die Integrität des Gesamtsystems bei Leckage der primären Barriere zu gewährleisten. Die Membran ist so ausgelegt, dass sie wärmebedingte Ausdehnungen oder Kontraktionen ohne übermäßige Belastung der Membran selbst ausgleichen kann. Es gibt zwei grundlegende gebräuchliche Typen von Membransystemen, die beide nach den Unternehmen, die sie entwickelt haben, benannt wurden und beide hauptsächlich für die Beförderung von Flüssigerdgas konzipiert sind.

Diese beiden Unternehmen haben nun beide Systeme miteinander kombiniert und man darf von weiteren Verbesserungen ausgehen.

Membransystem GTT 96

Abbildung 33.5(a) und 33.5(b) zeigt ein System vom Typ GTT 96, das aus einer dünnen primären Barriere aus Invar besteht. Invar ist eine Edelstahllegierung, die ca. 36 % Nickel und 0,2 % Kohlenstoff enthält. Das wird auf die (kalte) Innenfläche der mit Perlit gefüllten Sperrholzkisten, die als primäre Isolierung verwendet werden, angebracht. Diese Kisten sind 200 bis 300 mm dick. Diese werden wiederum an der identischen Innenschicht aus Invar (zweite Barriere) angebracht und letztendlich wird ein weiterer Satz ähnlicher, mit Perlit gefüllter Kisten als Zweitisolierung eingesetzt. Invar wird für die Membranen verwendet, weil diese Legierung einen sehr geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten hat und Dehnungsfugen oder Falten damit überflüssig machen. In neueren Ausführungen des Systems GTT 96 werden Membranen aus Invar mit einer Dicke von 0,7 mm in Plankengängen von 0,5 m und verstärkte Sperrholzkisten für die Perlitisolierung verwendet. Perlit wird mit Silikon bearbeitet, um es undurchlässig für Wasser und Feuchtigkeit zu machen. Die Dicke der Isolierkisten kann auf die gewünschte Siededampfmenge eingestellt werden.

Abbildung 33.5(b) zeigt einen Schnitt durch das Behältergrundsystem GTT 96.

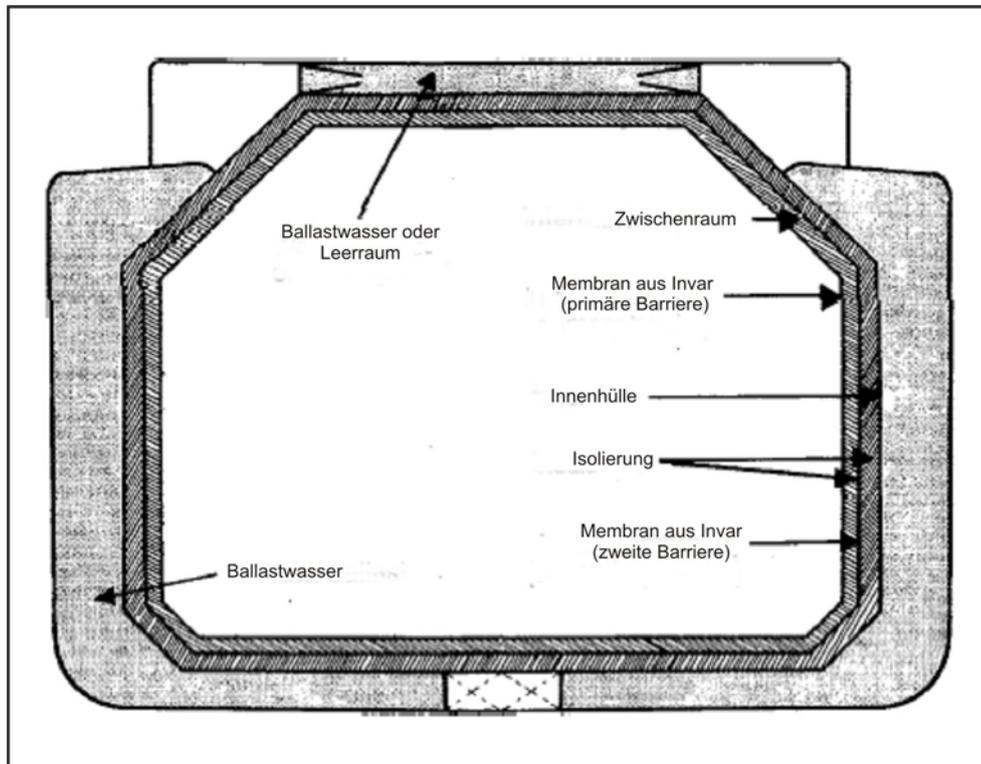


Abbildung 33.5(a) – GTT 96 Membrantanksystem für größere Flüssigerdgastanker

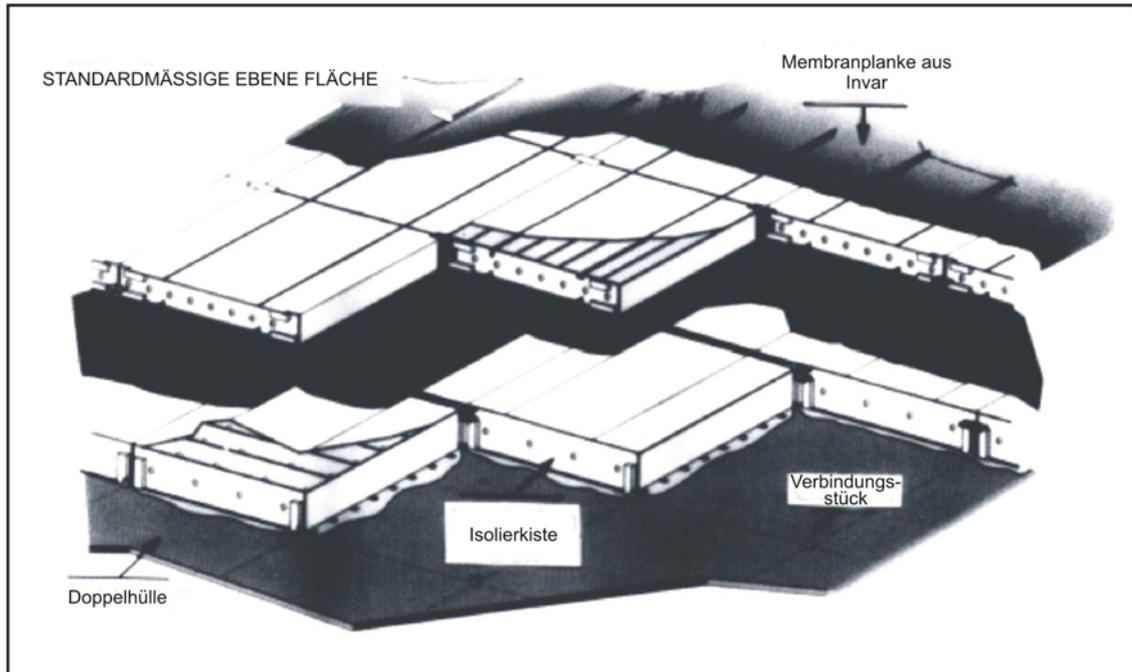


Abbildung 33.5(b) - Aufbau des Membransystems GTT 96

GTT Mk III

Das System GTT Mk III, das in Abbildung 33.6(a) dargestellt ist, besteht aus einer primären Barriere aus Edelstahl (1,2 mm dick), die die Form von Wellen oder *Waffeln* hat, die die Dehnungen und Kontraktionen aufnimmt. In dem ursprünglichen Konzept von Mark I bestand die Isolierung, die die primäre Membran stützt, aus laminierten Balsaholzplatten, die zwischen zwei Sperrholzschichten gehalten werden; die Vorsatzschalung bildete die zweite Barriere. Die Balsaholzplatten waren mit speziell ausgelegten Fugen miteinander verbunden, bestanden aus PVC-Schaumkeilen und Sperrholzverstärkungen und wurden an der Schiffsinnenhülle durch Holzbodenplatten gestützt.

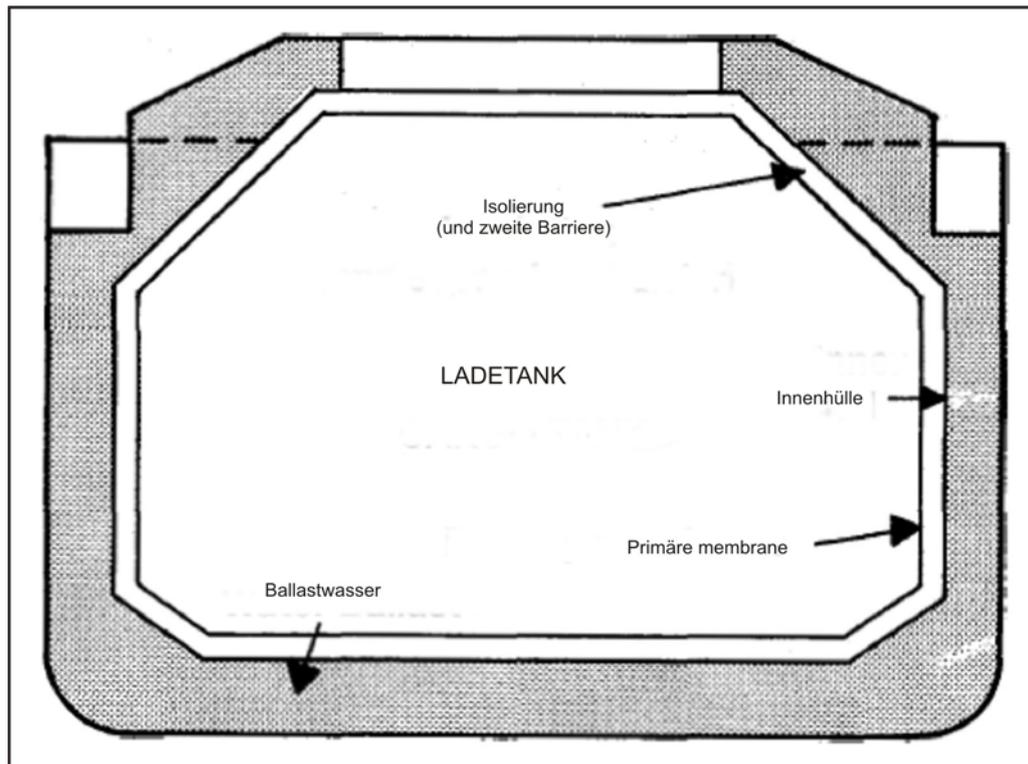


Abbildung 33.6(a) – GTT Mk III Membrantanksystem für größere Flüssigerdgastanker

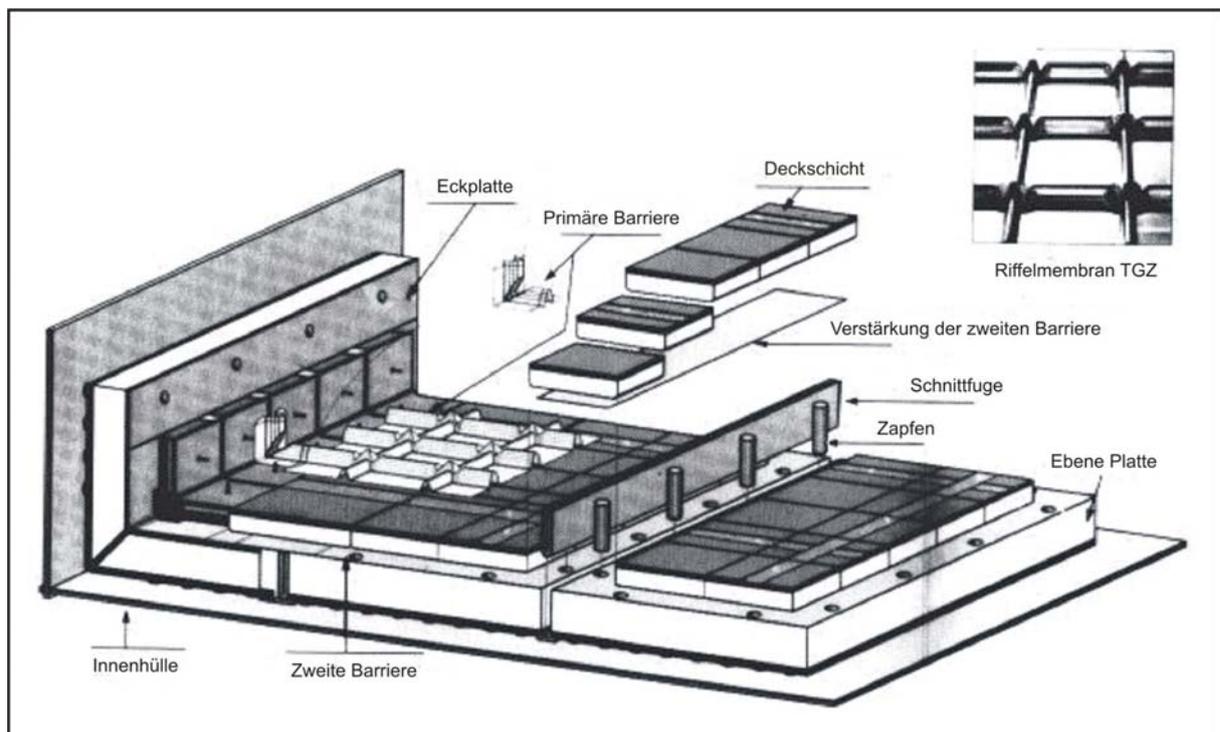


Abbildung 33.6(b) - Aufbau der Membran GTT Mk III

Bei dieser Konstruktion von Mark III wird anstelle der Balsaholisolierung ein verstärktes Schaumstoffgefüge verwendet. In der Schaumschicht befindet sich eine Glasfaser-/ Aluminiumplatte, die als zweite Barriere dient. Abbildung 33.6(b) zeigt die Schnittansicht durch ein Tanksystem GTT Mk III.

33.2.3 Halbmembrantanks

Halbmembrantanks sind eine Variante des Membrantanksystems. Die primäre Barriere ist viel dicker als die des Membrantanksystems und hat ebene Seiten und Ecken mit großen Radien. Der Tank ist selbsttragend, wenn er leer ist, allerdings nicht im gefüllten Zustand. In diesem Zustand werden die Flüssigkeits- (hydrostatischen) und Dampfdrücke, die auf die primäre Barriere wirken, über die Isolierung an die Innenhülle übertragen, so wie beim Membrantanksystem. Die Ecken und Kanten sind so ausgelegt, dass sie Dehnungen und Kontraktionen auffangen können. Obwohl die Halbmembrantanks ursprünglich für die Beförderung von Flüssigerdgas entwickelt wurden, wurden bisher noch keine LNG-Tankschiffe in wirtschaftlicher Größe nach diesem Design gebaut. Das System wurde jedoch für die Nutzung auf LPG-Tankschiffen angenommen und es gibt einige von Japanern gebauten LPG-Tiefkühltankschiffen, die diesem Design entsprechen.

33.2.4 Integrale Tanks

Integrale Tanks sind baulicher Bestandteil der Schiffshülle und unterliegen denselben Beanspruchungen, wie der Schiffskörper. Integrale Tanks sind normalerweise nicht für die Beförderung von Flüssiggasen zugelassen, wenn die Ladungstemperatur weniger als -10 °C beträgt. Bestimmte Tanks auf einer begrenzten Anzahl von Japanern erbauten LPG-Tankschiffen sind integrale Tanks für die spezielle Beförderung von tiefgekühltem Butan.

33.3 Bau- und Isoliermaterialien

33.3.1 Baumaterialien

Die Wahl der Ladetankmaterialien richtet sich nach der Mindesteinsatztemperatur und, in geringerem Maße, nach der Verträglichkeit mit den beförderten Ladungen. Die wichtigste Eigenschaft, die es bei der Wahl der Ladetankmaterialien zu beachten gilt, ist die Kaltzähigkeit. Dieser Aspekt ist lebenswichtig, da die meisten Metalle und Legierungen (außer Aluminium) unterhalb einer bestimmten Temperatur spröde werden.

Die Behandlung von Baustahl kann dazu dienen, Kälteeigenschaften zu erreichen, und in den Gas Codes sind die Tieftemperaturgrenzen für die verschiedenen Stahlgüten bis zu minus 55 °C angegeben. Nähere Angaben zu den verschiedenen Stahlgüten können auch aus den Gas Codes und den Regularien der Klassifikationsgesellschaften entnommen werden.

Laut Gas Codes können Tankschiffe, die tiefgekühlte LPG-Ladungen transportieren, mit Tanks ausgerüstet sein, die Temperaturen bis zu -55 °C aushalten. In der Regel legt der Schiffseigentümer die Endtemperatur in Abhängigkeit von den voraussichtlich zu befördernden Ladungen fest. Diese wird oft vom Siedepunkt von Flüssigpropan bei atmosphärischem Druck bestimmt, so dass die Ladetanktemperaturgrenzen oft auf ca. -46 °C . Um diese Einsatztemperatur zu erreichen, werden Stähle wie z. B. vollberuhigter Stahl, Feinkornstahl, Kohlenstoff-Mangan-Stahl, manchmal mit 0,5 % Nickel legiert, verwendet.

Wenn ein Tankschiff speziell für die Beförderung von tiefgekühltem Ethylen (mit einem Siedepunkt von -104 °C bei atmosphärischem Druck) oder von LNG (atmosphärischer Siedepunkt -162 °C) konstruiert wird, müssen nickellegierte Stähle, Edelstähle (wie Invar) oder Aluminium für den Bau der Tanks verwendet werden.

33.3.2 Tankisolierung

Kühladetanks müssen aus folgenden Gründen mit einer Wärmeisolierung versehen werden:

- Minimierung des Wärmestroms in die Ladetanks und damit Verringerung der Abdampfverluste.
- Schutz des Schiffsverbands um die Ladetanks herum vor den Auswirkungen der Tieftemperatur.

Isoliermaterialien, die für Gastankschiffe verwendet werden, sollten folgende Eigenschaften aufweisen:

- Niedrige Wärmeleitfähigkeit
- Fähigkeit, Lasten zu tragen
- Fähigkeit, mechanischen Beschädigungen standzuhalten
- Leichtes Gewicht
- Unempfindlichkeit gegenüber Ladungsflüssigkeiten und -dämpfen.

Die Dampfabdichtungseigenschaft des Isoliersystems ist wichtig, damit das Eindringen von Wasser oder Wasserdampf verhindert wird. Nicht nur das Eindringen von Feuchtigkeit kann zum Verlust der Effektivität der Isolierung führen, sondern auch eine fortschreitende Kondensation und Gefrieren können zu Beschädigungen an der Isolierung führen. Die Feuchtigkeitsbedingungen in den Laderäumen müssen daher so niedrig wie möglich gehalten werden. Eine Methode zum Schutz der Isolierung ist die Verwendung einer Folien-schicht, die wie eine Dampfsperre um das System herum wirkt.

Material	Aufbringung	Wärmeleitfähigkeit W/m K
Balsaholz	Tragendes Isoliermaterial	0,05
Mineralwolle	Lieferung in der Regel als Platten oder Rollen	0,03
Perlit	Körniges Silicon/Aluminiumoxid als Füllmaterial für Laderäume oder in Modulkisten	0,04
Polystyrol	Vorgeformt, gesprüht oder geschäumt	0,036
Polyurethan	Vorgeformt, gesprüht oder geschäumt	0,025

Tabelle 33.1 - Typische Isoliermaterialien

Tabelle 33.1 enthält Angaben zu den Isoliermaterialien, die im Allgemeinen im Verband der Gastankschiffe verwendet werden, sowie Annäherungswerte für die Wärmeleitfähigkeit dieser Materialien bei 10 °C.

Die Wärmeisolierung kann in Abhängigkeit vom Design des Behältersystems auf verschiedene Flächen aufgebracht werden. Bei Behältersystemen des Typs 'B' und 'C' wird die Isolierung direkt auf die Außenflächen der Ladetanks aufgebracht. Bei Ladetanks des Typs 'A' kann die Isolierung direkt auf den Ladetank oder auf die Innenhülle des Schiffs (sofern montiert) aufgebracht werden, obwohl die Aufbringung auf Ladetanks gebräuchlicher ist.

Da die meisten Isoliermaterialien entflammbar sind, muss beim Bauen oder Nachrüsten große Sorgfalt darauf verwendet werden, dass keine Brände entstehen.

INDEX

A

Abfall

- Entsorgungsanlage 9.8.6
- Lagerung 12.4.2

Abladen

- Begriffsbestimmungen
- Tanks an Bord 11.1.6.16

Ablagerungen

- siehe Kesselstein

Ablassschrauben

- Inspektion von 10.11.1

Absender

- Begriffsbestimmungen

Adiabatische

- Begriffsbestimmungen
- Expansion 27.16
- Kompression 27.16; 27.21.2
- Kurve 27.16

AIS

- Stand während der Umschlagsarbeiten 4.8.4

Alarm/Alarmsystem

- Feuer 19.3; 19.4
- Gasmessgeräte 2.3.6.4; 8.2.3; 8.2.4; 19.2.9
- Gasausgleich während des Umschlags von Schiff zu Schiff 7.1.6.4
- Pumpenraum 10.11.6; 10.11.7
- Notfall 20.2.3.1
- Überfüllen des Ladetanks 11.1.6.6; 11.1.13.4

Aluminium

- Anoden 4.7
- Brandschutzkleidung 19.7
- Geräte 4.6

Angrenzende Liegeplätze

- normale Ladetanker 24.9.2
- Tankschiffe 24.9.1

Anhaftungen

- Begriffsbestimmungen
- in Verladearme 18.1.2

Anker

- Absicherung 23.4.2.5
- Bereitschaft 23.3.1

Anlegen

- Fender, Betriebsgrenzdaten für 17.2
- Informationsaustausch 22.3

Anoden

- siehe Aluminium, Kathodenschutz

Antenne

- siehe Antenne, Übertragung

Antenne, Übertragung

- Satellitengeräte 4.8.2.3
- Vorsichtsmaßnahmen für den Einsatz 4.8.2.1

Antistatischer Zusatz

- Begriffsbestimmungen
- Verwendung von 11.1.7.9

Arbeitsgenehmigungssystem

- Begriffsbestimmungen
- an einem Terminal (allgemeine Überlegungen) 19.1.3
- andere gefährliche Arbeiten 9.6
- auf dem Schiff 9.3
- Einsatz von Werkzeugen 4.5.1; 22.7.3
- in geschlossenen Räumen 10.9.1; 19.1.3
- Wartungsarbeiten an elektrischen Ausrüstungen 17.1; 17.5.5.3
- Warmarbeiten 9.4.3.1; 22.7.1.2

Arme

- siehe Metallverladearme

Aromatische Kohlenwasserstoffe

- Benzole und andere 2.3.5
- siehe auch Benzole

Asbest

- Entsorgung von Wärmeisolierung 4.11
- Gefährdungen der Atemwege 10.2.2

Atem

- Schutzgeräte 10.8
- siehe auch Atemschutzgeräte

Atemschutzgeräte

- Atemmasken mit Filtereinsätzen/Behältern 10.8.4
- Atemschutzfluchtgeräte 10.3; 10.8.3; 10.11.7
- Atemmaske (Frischluff) 10.8.5
- Bereitschaft für das Betreten von geschlossenen Räumen 10.5
- umluftunabhängige 10.8.1
- Lagerung 10.8.7
- Luftschlauch 10.8.2
- Schulung 10.8.8
- Wartung 10.8.6

Atmosphäre

- Regelung in Ladetanks 7.1.5
- Reinigen von Ladetanks 11.3.4
- inert 7.1.6; 11.3.4.1
- nichtinert 11.3.4.2
- siehe auch Messungen und Probenahmen; Probenahme

Aufbauten (Wohnbereich)

- Luftstrom Abbildung 2.4
- Öffnungen in 24.1

Auffangschalen

- Auffangen von austretenden Ladungen 24.7.4

Aufspüren von Brenngas

- siehe Aufspüren von Gas.

Auslösegeräte

- Ladetankpumpe 10.11.7

Außenbord-Auslassventile

- siehe Ventile

Automatisches Identifizierungssystem

- siehe AIS

B

Ballast

- Aufbewahrung zur Verringerung des Deckel von Tanks 24.5
- Beladen der Ladetanks 11.6.3
- Entladen des Ballasts im Hafen 11.6.5
- Freibords 11.6.6.1
- Ladegut/Ballast gleichzeitig 7.1.6.3; 11.1.14.12
- Reinigen von kontaminierten Tanks 11.3.6.11
- Umschlag 11.6
- Verunreinigung des Doppelhüllentanks 11.7
- Ventilbetätigung 11.6.3.2
- siehe auch Getrennter Ballast

Ballasträume

- Überwachung 7.3.4

Ballasttanks

- Überdrücke oder Unterdrücke 7.2.2

Batteriegeräte

- tragbar 4.3.4; 4.3.5; 4.3.6

Beatmungsgerät

- Begriffsbestimmungen allgemein 10.6.3
- Bereitschaft 10.5; 10.7

Befenderung

- Betriebsgrenzdaten für das Anlegen 22.3.2
- Pierfenderanlagen 17.2
- Schlepper und andere Boote 23.3.2; 24.9.4

- Beförderungsgut mit sehr hohem Dampfdruck
Laden von 11.1.8
Umschlag 11.1.8; 11.1.14.5
- Beförderungsgut/Ladung mit hohem Dampfdruck
Laden 2.5.2; 11.1.8
Löschen 11.1.14.5
- Begasung
- Begriffsbestimmungen
Dampf 32.3; 32.9.1
Flüssigkeit 32.3
geschlossene Räume 28.7.1
Grad der Inertisierung 27.7
Ladungen, die vom Land geliefert werden 32.3
Kühlanlage 32.3
mit landseitig geliefertem Dampf Abbildung 32.3(b)
mit landseitig gelieferter Flüssigkeit Abbildung 32.3(a)
nicht entflammbarer Zustand 32.2.3
nicht kondensierte Gase 32.5.4
Schwierigkeiten 32.4
- Beifüllen
- Begriffsbestimmungen
Inertgas 7.1.6.5; 7.1.6.7
- Beleuchtung
innerhalb des Terminals 17.4
Ladungsanschluss 24.6.4
Zugang 16.4.2
- Benzole
Informationen zur Ladung 2.3.4; 22.4.1.2; 22.4.2.1
in geschlossenen Räumen 10.2.4.1
und andere aromatische Kohlenwasserstoffe 2.3.5
Toxizität 2.3.5.2
- Bereich der Ladung
- Begriffsbestimmungen
- Bereitschaft
des Beatmungsgerätes 10.5; 10.6.3; 10.7
Fahrbereitschaft 7.4
Laden 11.1.6.2
- Löschen 11.1.14.1
von Feuerlöschanlagen 9.9.2.6; 19.2.2; 24.8
- Betrunkene
Personen 16.4.8
- Bilgen
Pumpenraum, Alarm 10.11.7
Pumpenraums, Sauberkeit des 10.11.3
- Binnenschiffe
- siehe Längsseits, Längsseits Boote
- Blei (Pb)
in Ladung 22.4.1.2; 22.4.2.1
Tetraethyl/Tetramethyl 2.3.8
- Bleifreies Benzin
Betreten des Tanks 11.3.6.9
- BLEVE-Explosion
Begriffsbestimmung 27.22;
Dampfverbrennung 30.1.1
- Blitzen
Erden und Verbinden 17.6
Gewitter 16.3; 26.1.3
- Boosterpumpe
- Begriffsbestimmungen
an Deck installiert 31.2
Drossel 32.7.2
Druckerhöhung 32.5.3
Druck reduzieren 32.7.2
einen Hohlraum bilden 32.7.4
Heizer 32.7.3
Kreisel 31.2; 32.7.2
Ladetankpumpen 31.2; 32.7.3; Abbildung 32.13
Löschen 32.7; 32.7.2
Saugen 32.7.3
Tiefkühldrucktanker 31.2
vertikal, horizontal Abbildung 31.8; 31.9
Vorrichtung, in Reihe an das Terminalrohrleitungssystem montiert 32.5.3
witterungsbeständige Abdeckung 31.8

Boote längsseits

- während des Notfalls 9.9.3.1
- während der Umschlagsvorgänge 24.9.4
- während der Tankreinigung 11.3.3.2
- siehe Längsseits
- siehe auch Schlepper

Brandbekämpfung

- Dampf 5.3.2.3
- Erstickungssysteme 5.3.2; 8.1.3; 12.5.5
- fest installiertes System 8.1.2; 8.1.3; 19.5.3
- Feuerlöschgeräte 8.1.4; 12.5.6; 19.5.2
- Geräte, Bereitschaft 9.9.2.6; 19.2.2; 24.8
- Geräte, Wartung 9.9.2.6
- Geräte, Zugang zu 20.2.5
- Hilfsorganisationen 20.2.7
- Hydranten 8.1.2; 19.5.3.3; 19.5.3.4; 19.5.3.7
- Inertgasanlage 8.1.3.5
- Kohlendioxid 5.3.2.2
- Kohlendioxid-Flutung 8.1.3.1
- Kohlenstoffdioxidlöscher 19.5.2
- Kühlen, fest installierte Systeme 5.3.1; 8.1.2
- Lehre und Einrichtungen Kapitel 5
- Löschdecken in der Kombüse 4.2.3
- Löschkanonen (Löschmonitore) 19.5.2; 19.5.3.8
- Löschmonitore (Löschkanonen) 19.5.2; 19.5.3.8
- Pläne, Tankschiff 9.9.2.5
- Pläne, Terminal 20.2.4
- Pulverlöscher 5.3.3.1; 12.5.6; 19.5.2; 24.8
- Pumpenraum 10.11.7
- Sand 5.3.2.4;
- Schläuche 8.1.2; 19.5.3.3; 24.8
- Schaum 5.2.2; 5.3.2.1; 8.1.3.2; 19.5.2; 19.5.3.7; 19.5.3.8
- Schlepper 19.6
- Schutzbekleidung 19.7
- schwimmende Anlagen 19.6
- Tankschiffsausrüstungen 8.1
- Terminalausrüstung/Geräte des Terminals 19.5; 19.6
- verpackte Ladung 12.5.5; 12.5.6
- Vorsichtsmaßnahmen für Feuerarbeiten 9.4.3.1
- Wasser 5.2.1; 5.3.1.1; 8.1.2; 19.5.3; 19.6; 26.5.3
- Wassernebel 8.1.3.3
- Wasservorhang 8.1.3.4

Brandhemmer

- allgemein 5.3.3
- Löschpulver 5.3.3.1
- verdampfende Flüssigkeiten (Halons) 5.3.3.2

Brandschutz am Terminal

- Auslegung und Bedienung Kapitel 19

Brennbar (entflammbar)

- Begriffsbestimmungen
- Kammer 2.4.3.5
- Metalle 5.2.4, 8.1.4.1
- Nebel 2.4.3.2

Brenngasmessgerät (Explosimeter)

- Begriffsbestimmungen
- Bereichsprüfungen 2.7.3.2; 4.5.1; 7.1.6.12; 8.2; 10.3; 11.4.4
- nichtkatalytischer Heizdrahttyp 2.4.4
- Pellistor typ 2.4.3
- Verdünnungsröhrchen 2.4.3.4

Bunker

- Gefahren verbunden mit 2.7
- Informationsaustausch 22.2.3; 22.4.1
- Prüfung der Entflammbarkeit im Gasraum 4.1
- siehe auch Rückstandsheizöl

Bunkerung

- Verfahren 25.2
- Vorgänge Kapitel 25
- Sicherheitscheckliste 25.4

Butan

- Explosionsgrenzwerte 1.2.2 Tabelle 1.1
- Kalibrierung der Brenngasmessgeräte 2.4.3.4

C

Carbamat

- Begriffsbestimmungen

Checklisten

- Sicherheit Bunkerung 25.4
- Sicherheit Schiff/Land 26.3

Chemikalien-Prüfröhrchen

- toxische Gase, Messung 2.4.7.1

D

Dampf

- Begriffsbestimmungen
- Brandbekämpfung 5.3.2.3
- elektrostatische Gefahr 3.1.2; 3.1.5;
11.3.5.2; 11.3.6.8
- Tankreinigung 11.3.5.2; 11.3.6.8

Dampfdruck

- Blasenbildungspunkt 1.1.1
- Echt (TVP) 1.1.1
- Entflammbarkeit 1.1; 1.2
- Gasdichte 1.3
- Informationsaustausch 22.4.1
- Überdruck/-unterdruck 11.1.13.3
- Reid-Dampfdruck 1.1.2

Dampfüberwachungssystem (VECS)

- Begriffsbestimmungen
- an Terminals 11.1.13
- Umschlag von Schiff zu Schiff 7.1.6.4;
11.9.3

Deckladung

- Beförderung von 12.5.8

Deckwasserdichtung

- Einfrieren der 7.1.11.3
- ordnungsgemäßes Funktionieren 7.1.5.2

Deepwell-Pumpe

- Begriffsbestimmungen
- Abkühlung 31.2; 32.4
- Boosterpumpe 31.8
- Förderleistungskurve 31.2; Abbildung 31.3
- Gastankschiffe 31.2
- Laden 31.2
- typische Abbildung 31.6

Detonationssicherung

- Dampfüberwachungssysteme
11.1.13.6

Dichte

- Begriffsbestimmungen
- der daraus resultierenden Dampfwolke
27.12.3
- Dampf 27.18.2; 27.19; 32.3
- Differenz 32.2.3
- flüssige Phase von Propan 27.17
- Flüssiggas 27.18.1
- Flüssigkeit Tabelle 27.5; 27.18.1; 31.2
- Gas 1.3; 2.2; 2.5.2.1
- Gasgemisch 27.19; Tabelle 27.7
- Inertgas 32.2.3
- Kohlendioxid 27.2.4
- Ladung 27.18.1
- Luft 32.2.3
- Propan 32.5.5
- relative 32.5.5
- Schichtenbildung 27.18.1
- Sättigungsdampf 27.17
- Temperatur 27.18.2

Dispersion

- Gas, Entwicklung und 2.5.3; 2.5.4

Doppelboden-Ballasttanks

- Auswirkung auf die Stabilität 11.2.2
- Beladen der Bunker 25.2
- Entlüften 11.4.7
- Reinigen kontaminierter 11.3.6.11

Doppelhüllentankschiffe/Doppelhüllentanker

- Auslaufen von Ladung 11.7
- Entlüftungsverfahren 11.4.7; 11.7.1
- Inertisieren von Doppelhüllentanks 11.7.2

Drähte

Schiff/Land Masseverbindung 17.5.2;
17.5.4
- siehe auch freie Anschlussleitungen

und Volatilität 1.1.1

22.4.1.1

Schlepper längsseits 24.9.4

Verwendung von 22.2.4; 22.3.2; 23.3.2

Drogen

und Alkoholpolitik 13.4

Eigensicherer Stromkreis

- Begriffsbestimmungen

Geräte, Verwendung von 4.3; 4.8

Druckbeaufschlagung der Ladetanks

Beförderungsgut/Ladung mit hohem
Dampfdruck 7.1.6; 11.1.14.5
Ladetankaktivitäten 7.1.6

Einfrieren

Feuerlöschleitung 19.5.3.3

Hydranten 8.1.2

Inertgasrohrleitungen 7.1.11

Metallverladearme, Ladung 18.1.5

Überdruck-/Unterdruckventile 7.1.11.3;

7.2.2.2 Verholwinden/Winden 23.4.2.1

Druckluftlampen

Vorsichtsmaßnahmen für den Einsatz 4.3.3;
12.5.4

Eintauchen

elektrostatische Gefahren 3.2.1; 11.8.2

inertisierte Ladetanks 7.1.6.6

Druckstoß

- Begriffsbestimmungen; 16.8; 16.9; 16.10

- siehe auch Rohrleitungen

Laden 31.1.3; 31.9.2

Parameter 31.1.3

Phänomen 31.1.3

Rohrleitungssysteme 31.1.1

Eisbildung

an der Ballastoberfläche, Entlüftungs-
ventilen 7.2.2

auf Metallverladearme 18.1.5

- siehe auch Klimabedingungen; Einfrieren
in Hydranten 8.1.2

Drucktest

Schläuche 18.2.6

Eisensulfid, Luftentzündlich

- siehe Luftentzündliches Eisensulfid

Druckverhältnis

- Begriffsbestimmungen

Verdichtungsendtemperatur 31.5.2

zweistufiger Kreislauf 31.5.2

Zwischenkühlung 31.5.2

Elektrische Masseverbindung (Bonden)

- Begriffsbestimmungen

in Terminal 17.6

Schiff/Land Kabel/Draht 17.5.2; 17.5.4

Statische Elektrizität Kapitel 3

Tankreinigungsschläuche 11.3.6.1; 11.3.6.2

E

Echter Dampfdruck

- Begriffsbestimmungen

Brandbekämpfung 19.5.3.6; 19.6

Informationsaustausch 22.4.1

im Notfall 23.3.3

Laden 2.5.2.1; 11.1.8;

Löschen 22.4.1.2

Elektrische Anlagen und Geräte

an Bord des Schiffs 4.4.3.3

Anlagen 4.4

Änderungen 4.4.4.5

an Terminals 4.4.3.4; 17.1

Arbeitsgenehmigung 17.1

im Pumpenraum 10.11.4

in gefährdeten Bereichen 4.4

in geschlossenen Räumen 10.9.4

Prüfung der Isolierung 4.4.4.4

Reparaturen 4.4.5

Schweiß- und Brenngeräte 9.5; 9.8.13

- tragbar 4.3; 10.9.4; 12.5.4
Wartung 4.4.4
- Elektrische Ströme
Schiff/Land 17.5.2
Schiff/Schiff 11.9.5
- Elektrokabel
- siehe Freie Anschlussleitungen
- Elektrostatik
- siehe Statische Elektrizität
- Empfänger
- Begriffsbestimmungen
- Endotherme Prozesse
- Begriffsbestimmungen
- Entflammbar
- Begriffsbestimmungen
Abbildung 2.5
Bereich Begriffsbestimmungen; 1.2.3; 7.1.1
Bereiche, in der Nähe des Wohnbereichs
Gas, Feststellen/Nachweisen/Aufspüren
2.4.2; 2.4.8; 8.2.8; 10.10.2; 19.2.7; 19.2.9;
24.2
Gasausbreitung 2.5.3; Abbildung 2.3
(a)(b)(c)
Gas, allgemein 2.5.1; 7.1.1
Gas, Ausgasen 11.4.3
Grenzwerte Abbildung 1.1; 1.2.2; 1.2.3; 2.4;
2.5.3; 2.5.4; 7.1.1
- siehe auch Entflammbarkeit
- Entflammbarkeit
allgemein 1.2
Bunkergasraum 2.7.3
Diagramm - Zusammensetzung,
Entlüftungsgase 2.5.5
Gasgemisch Abbildung 1.1
Klassifikation, Mineralöflüssigkeiten 1.2.6
Kohlenwasserstoff/inert
Rückstandsheizöl 2.7
Tests für 1.2.4
- Entgasung
- Begriffsbestimmungen
geschlossene Räume 28.7.1
Verfahren 27.23
- Enthalpie
- Begriffsbestimmungen
Dampf 27.21.2
Flüssiggase 27.21.1
Kondensate 27.21.2
Kondensator 27.21.2
Rückverflüssigung 27.21; 27.21.2
Thermodynamische Wärme 27.21.1
Wärme 27.21.2
- Entladen des Ballasts
- siehe Ballast
- Entlüftungsöffnungen
Ladetank 11.1.6.6; 11.4.3; 24.3.3
Kombüsen 4.2.3
- Entropie
- Begriffsbestimmungen
adiabatischer Vorgang 27.21.2
Druck 27.16
konstant 27.16; 32.6.1
reversibler Vorgang 27.16
- Erdung (Masseanschluss)
- Begriffsbestimmungen
elektrostatische Gefahren 3.2.2; 11.8.2.2 in
Terminal 17.6
Lademaste/Ausleger 4.8.2.1 Schiff/Land
17.5.2; 17.5.4 Verankerungen /
- Ersatzladegeschirr
Verlagerung an Deck 12.2.5
- Erstickungssysteme
Feuerlöschmittel 5.3.2
Verpackte Ladung 12.5.5
- Erwärmte Produkte
Laden 11.1.11
- Explosimeter (Gasspürgerät)
- siehe Brenngasmessgerät
- Explosionsgefährdeter Bereich
- Begriffsbestimmungen
an einem Terminal 4.4.2.2
Arbeitsgenehmigung 9.3
elektrische Anlagen und Geräte 4.3; 4.4
Feuarbeiten 4.4.5.3; 9.4.4

- Kaltarbeiten 4.4.5.2
 - Kommunikationstechnik 4.8
 - Tankschiff am Terminal 4.4.2.3
 - siehe auch Gefahrenzone
 - Explosionsgeschützt (flammensicher)
 - Begriffsbestimmungen
 - Inspektion des Leitungszubehörs 4.4.4.6
 - Kabelanschluss 4.3.2
- F**
- Fässer
 - Vorsichtsmaßnahmen, Verladen/Lagerung 12.5.1; 12.5.8
 - Festmachen
 - Anleitung von 23.4.2
 - Ausrüstung 22.3.1; 23.4
 - Bemessungskapazität der Windenbremsen 23.4.2.3
 - Festmachmaßnahmen 22.3; 23.4
 - Kommunikation 22.3
 - Land 22.2.4; 23.4.2.4
 - Leinen 23.4.1
 - Notentriegelung 26.5.4
 - Notschleppgeschirr 26.5.5
 - Plan 22.3.2
 - Schlepper, Vorgabe für 22.2.4; 22.3.2; 23.3.2; 23.3.3
 - selbstaufwickelnde Verholwinden 23.4.2.3
 - Sicherheit des Personals 23.1
 - Sicherheit von 23.2
 - Terminalausrüstung 16.2
 - Tonne 22.3.2
 - Wartung 18.1.9; 23.4.2.1
 - Feuer
 - Alarm 9.9.2.4; 9.9.3.1; 19.3; 26.5.2
 - an einem Liegeplatz 26.5.1
 - Anschluss, internationaler Landanschluss 8.1.2; 19.5.3.5; 19.6; 26.5.3; Abbildung 26.2
 - Arten von 5.2
 - Brandschutzpläne 9.9.2.5
 - Drähte 26.4(4); 26.5.5
 - Hinweisschild mit Anweisungen Abbildung 26.1
 - Klasse 'A', brennbare Materialien 5.2.1
 - Klasse 'B', Kohlenwasserstoff 5.2.2
 - Klasse 'C', elektrische Anlagen und Geräte 5.2.3
 - Klasse 'D', brennbare Metalle 5.2.4
 - längsseits des Terminals 26.5.2
 - Pumpen an einem Terminal 19.5.3.2
 - Schulung und Übungen 9.9.2.7; 21.4
 - Feuarbeiten/Warmarbeiten
 - Begriffsbestimmungen
 - allgemein 9.4
 - am offenen Deck 9.4.4.3
 - an Rohrleitungen 9.4.4.5
 - Bedingungen 9.4; 11.4.8
 - Elektrische Reparaturen 4.3.2; 4.4.5.3
 - Feuerlöschanlagen 9.4.3.1
 - Genehmigung Begriffsbestimmungen; 9.3; 9.4.1; 9.4.3.1; 19.1.3
 - Kontrolle von 4.4.5.3; 9.4.1
 - in Ladetanks 9.4.4.2
 - in gefährlichen und explosionsgefährdeten Bereichen 9.4.4
 - Feuerzeuge
 - Vorsichtsmaßnahmen für die Verwendung 4.2.2.4
 - Zigaretten 4.1; 4.2.2.4
 - Filter
 - elektrostatische Gefahren 3.1.2; 3.3.1; 11.1.7.10
 - in Probenleitungen 2.4.13.3
 - Flammendurchschlagsicherung
 - Begriffsbestimmungen
 - Tanküberdrücke 7.2.2.2
 - Flammennetz
 - Begriffsbestimmungen
 - in Lüftungen/Öffnungen 2.7.4.2; 7.1.12.3; 11.1.14.3; 24.3.2
 - Vorsichtsmaßnahmen bei kaltem Wetter 7.1.11.3; 7.2.2.2
 - Flammensicher
 - siehe Explosionsgeschützt

- Flammpunkt
- Begriffsbestimmungen
 - Brände der Klasse 'B' 5.2.2
 - Heizöl 2.7; 2.7.3
 - Klassifikation 1.2.5; 1.2.6
 - Laden von oben 11.1.12
 - Meldung von 22.4.1.2; 22.4.2.1
 - Test 1.2.5
- Flansch
- Gassammelleitung 11.1.13.2
 - isolieren 17.5.2; 17.5.5; Abbildung 17.1
 - Schiff/Land-Ladung- 18.1.3; 18.2.7; 24.6.1; 24.6.2; 24.6.3
- Flexible Kabel
- siehe Freie Anschlussleitungen
- Fliegengitter
- Tür 24.1
 - siehe auch Flammnetz
- Flüchtiges Mineralöl
- Begriffsbestimmungen
 - elektrostatische Gefahren Abbildung 11.1
 - Entflammbarkeit 2.1
 - Globalbeladung 11.1.12
 - und Wohnbereich 24.1
 - und Entlüftungsöffnungen der Ladetanks 24.3.3
- Flüssiggas
- Begriffsbestimmungen
 - Apparat für den zweistufigen direkten Kreislauf 31.5.2
 - Brandbekämpfung 30.3
 - Brände 30.2
 - Dampf 28.1; 28.2.2; 32.5.1
 - Elektrostatik 29.1
 - Entflammbarkeit 28.2.1
 - Gefahren 28.1; 28.2.1; 28.2.2; 28.3.1; 28.4
 - Grundeigenschaften Kapitel 27; 27.1
 - integrale Tanks 33.2.4
 - Kompressor 31.6.1; 31.6.2
 - Kühldrucktanker 33.1
 - Laden 32.5.3; 32.5.5
 - Ladung Kapitel 27; 28.1; 32.11
 - Lagerung 30.1.1
 - Liste Tabelle 28.1; Tabelle 28.3
 - Radarmessgeräte 31.9.1
 - Strahlung 28.2.2
 - Temperatur 32.5.5
 - Tiefkühltanker 33.1
 - Übergabe/Umschlag von Schiff zu Schiff 32.10
 - verpackt 12.1
- Freie Anschlussleitungen
- mechanische Beschädigung 4.3.1
 - Nutzung in einem explosionsgefährdeten Bereich 4.3.2
 - ordnungsgemäße Nutzung von 4.3.2
- Freier Fall
- Begriffsbestimmungen
 - Vorsichtsmaßnahmen 3.3.3; 7.1.12.3; 11.3.6.5
- Freier Oberflächeneffekt
- Doppelhüllentankschiffe/
Doppelhüllentanker 11.2.2
- Fremdfirmen
- Arbeitssicherheitsrichtlinien 9.7; 9.8
 - Beauftragung 9.7
- Füllungsfreier Raum
- Begriffsbestimmungen
 - elektrostatische Gefahren 11.8.2
 - Geräte 11.8.1
 - inertisiert 7.1.6.6; 7.1.6.8; 7.1.12.3; 11.8.3
 - von Hand, Inhalieren von Gas 7.1.7.2; 11.8.1 Öffnungen 11.1.6.6; 11.8; 24.3.2
 - Rückstandsheizöl 2.7.4.5
 - Seile aus Synthetikfasern 11.3.5.2; 11.8.2.2;
 - statische Akkumulatoröle 3.1.4; 11.8.2.3;
 - Tabelle 11.2; Abbildung 11.3
 - Tabelle 11.2
 - siehe auch Messungen und Probenahmen

G

Gas

Anzeigergeräte 2.4; 8.2
Anzeigergeräte, Infrarot 2.4.6; Abbildung 2.2
Anzeigergeräte, katalytischer Heizdraht 2.4.3; Abbildung 2.1
Anzeigergeräte, nichtkatalytischer Heizdraht 2.4.4
Ausgasen 2.5; 11.1.6.6; 11.4.3
Dichte 1.3; 2.2; 2.5.1; 2.5.2.1
Dispersion 2.5.3; 2.5.4
Entflammbarkeit 1.2.4; 1.2.6; 2.1; 7.1.1
Entgasen Begriffsbestimmungen; 2.5.2.5; Entwicklung 2.5.1; 2.5.2, 2.5.4; 2.5.5; 7.1.6.11; 11.4
Entgasung 2.5.2.5; 2.5.5; 7.1.6.11; 11.4
Feststellen/Nachweisen/Aufspüren 2.4; 8.2; 10.11.7; 19.2.7; 19.2.8; 19.2.9; 19.4; 24.2
Flaschen 12.1; 12.5.1.2
Flüssig, verpackt 12.1
Freiheitszertifikate Begriffsbestimmungen; 9.8.9; 22.7.1.2
inert 7.1
Masken, Behälter 5.3.2.2; 10.8.4
Masken, Typ mit Schlauchanschluss 10.8.5
Messgeräte 2.4; 8.2
Messungen (toxisch) 2.4.7; 11.8.4
Meter, Refracto 2.4.5
Probenahme, Filter 2.4.13.3
Probenahme, Leitungen 2.4.13
Probenahme, Verfahren 2.4.13.2; 10.3
Prüfungen, für Tankreinigung 11.3.5
Rauch 2.3.9; 7.1.3
Tests, für das Betreten Kapitel 10; 2.4; 7.1.6.12; 11.4.2;

Gas Codes

- Begriffsbestimmungen
Absperrventile für Ladetanks 31.1.2
Beste Praxis 31.1.4
Druckmessgeräte 31.9.3
Druckentlastungsventile 27.22
elektrische Geräte/Anlagen 31.8
Entlüftungssteigleitungen 31.1.1
Gastankschiffe 33.1
Ladetank 31.9.1
LPG-Tiefkühl- 33.3.1
Rückverflüssigung 31.5.1
Tankfüllgrenze 32.5.3

Tieftemperaturgrenzen 33.3
Vermeidung von Zündquellen 27.5
verschiedene Stahlgüten 33.3.1
Zulassungszeugnis 32.5.1

Gasentlüftung

Beladen mit Ballast 2.5.2.3; 7.1.6.3
Benzole 2.3.5.2
Entflammbarkeit 1.2; 2.1
Entgasung 11.4
Entlüftungsöffnungen der Ladetanks 24.3.3
Entwicklung und Dispersion 2.5
Laden 2.5.2.2; 7.1.6.2; 7.1.6.3; 11.1.6.6; 22.5
Peilöffnungen 24.3.2 Spülen 2.5.2.4; 7.1.6.10; 24.6.5 Sicht- und

Gasfreie Räume

Betreten von 10.7

Gasfreiheitsbescheinigung

- Begriffsbestimmungen
Feuarbeiten 4.4.5.3

Gasgefährdete Räume oder Bereiche

- Begriffsbestimmungen
elektrische Anlagen und Geräte 31.8

Gassammelleitung

Fehlanschluss 11.1.13.2

Gefährdeter Bereich

- Begriffsbestimmungen
Arbeitsgenehmigungen 19.1.3
Bereich
Beschreibung von 4.4.2
elektrische Anlagen und Geräte in 4.4
- siehe auch Klassifikation nach Gefahrenzonen

Gefahrenzone

- Begriffsbestimmungen
- siehe Explosionsgefährdeter Bereich; Gefährdeter Bereich

Gefahrgut

- Begriffsbestimmungen

Geschlossene Räume

- Begriffsbestimmungen
- Arbeitsgenehmigungen in 9.3; 10.4
- Betreten Kapitel 10, 7.1.6.12; 7.1.7.3; 12.5.3
- Entgasung 11.4.2
- Evakuierung 10.6.1
- Gefährdungen der Atemwege 10.2.2
- Prüfung 24.4
- Sauerstoffmangel 10.2.5
- toxische Gefährdungen 10.2.4

Geschlossener Betrieb

- Begriffsbestimmungen

Geschlossener Ladebetrieb

- Beförderungsgut mit sehr hohem Dampfdruck 11.1.8
- benzolhaltiges Beförderungsgut 2.3.5.2; 11.1.10
- H₂S-haltige Ladungen 2.3.6.4; 11.1.9.2
- Betrieb 11.1.6.6

Geschlossener Löschbetrieb

- Betrieb 11.1.14.3

Geschlossenes Probenahmesystem

- Begriffsbestimmungen
- Messungen und Probenahmen 11.8.1; 11.8.3; 11.8.5

Getrennter Ballast

- Aufbewahrung 11.6.6.1
- Deckel von Tanks 24.5
- kontaminiert 11.3.6.11
- Laden 11.6.4
- Löschen 11.6.6

Gewitter

- Gewitter 16.3; 17.6; 26.1.3

Grenzwert für Kurzzeitbelastung

- siehe höchstzulässige Konzentration

H

Hafen

- Informationsaustausch 22.2; 22.3; 22.4
- Notfalldienste/Hilfsorganisationen 20.2.7
- Vorbereitungen für die Ankunft 22.3

Hafenbehörden,

- im Notfall 20.2.7.1

Halon

- Begriffsbestimmungen
- Ersatz durch Schaum 5.3.1.1

Handlampe (Taschenlampe)

- Begriffsbestimmungen
- Verwendung von 4.3.4

Hebezeuge

- auf dem Schiff 8.3
- im Terminal 17.3

Heck- entladung (Löschen) -beladung

- Raucherkontrolle 4.2.2.3

Hinweise

- Abbildung 26.1
- am Terminal 24.10.2
- Anweisungen für das Verhalten im Brandfall auf dem Schiff 24.10.1
- Betreten des Pumpenraums 10.10.2
- Betreten des Tanks 9.8.13; 10.4
- Betreten von geschlossenen Räumen 10.4
- Offenes Licht 4.2.2.5; 24.10.1; 24.10.2
- Rauchen 4.2.2.3; 4.2.2.5; 24.10.1; 24.10.2

Hochgeschwindigkeits-Entlüftungsventile

- Verwendung bei geschlossenem Ladebetrieb 11.1.6.6
- Tank Austrittsöffnungen 2.5.5; 24.3.3
- Vorsichtsmaßnahmen bei kaltem Wetter 7.2.2

Höchstzulässige Konzentration (TLV)

- Begriffsbestimmungen; 2.3; 2.7.5

Hygiene

- persönliche 26.2.3

I

IGS

- siehe Inertgasanlage

Induzierte Ladung

Elektrostatik Kapitel 3

Inertgas

- Begriffsbestimmungen

Anlage Begriffsbestimmungen, 7.1.5.2,
7.1.6.2, 7.1.13, 7.1.6.8

Anlage (IGS) Begriffsbestimmungen; 7.1

Aufrechterhaltung der Zufuhr 7.1.6.6

Ausfall von 7.1.12

Ballastfahrt 7.1.6.7

Beifüllen 7.1.6.5; 7.1.6.7

Druckbeaufschlagung 7.1.5; 7.1.8

elektrostatische Ladung, Vorsichts-
maßnahmen 3.3.5; 11.8.3.1

Gesundheitsgefährdung 7.1.7

Hilfeleistung bei der Brandbekämpfung
8.1.3.5

Instandsetzung der Anlage 7.1.13

Leckage 7.1.6.5; 7.1.6.12

Qualität 7.1.3

Produktentanker 7.1.12.3

Quellen von 7.1.2

Reinigen der Schläuche 11.1.15.4

Restheizöltank 2.7.4.4

Spülen 1.2.3; 2.5.2.4; 7.1.6.10

toxische Bestandteile 7.1.3; 7.1.7; 10.3

Verfahren 7.1.5; 7.1.12; 11.1.6.5; 11.1.14.4

Vorsichtsmaßnahmen bei kaltem Wetter
7.1.11

Wäscher 7.1.13

Wasserdichtung 7.1.5.2; 7.1.11.3; 7.1.13

Wirkung auf die Entflammbarkeit 1.2.3;
Abbildung 1.1

Zusammensetzung 7.1.3

Inertisierte Tanks

Betreten von 7.1.6.12; 7.1.7.3; 24.4

Inspektion von 7.1.6.12; 7.1.7.2; 10.2.5;
24.4

Inertisierung

- Begriffsbestimmungen

Doppelhüllentanks 11.7.1

Tanks 7.1.4; 7.1.5; 7.1.6.1

Inertzustand

- Begriffsbestimmungen

Eintauchen/Peilen des Füllstands/Probe-
nahme in 11.8.3; 24.4

Inspektion der Tanks in 7.1.6.12; 7.1.7.2;
10.2.5; 24.4

für Erdölreinigung 7.1.6.9

für Umschalung von statischen Akkumulator-
ölen 11.1.7.2

für Tankreinigung 7.1.6.9

Stationäre Inertgasanlage 7.1

Information

Austausch von Kapitel 22

Inseln

Evakuierung 21.1; 21.2

Internationaler Löschwasseranschluss an
Land/Internationaler Feuerlösch-Landan-
schluss

Beschreibung von 26.5.3; Abbildung 26.2

Verwendung von 8.1.2; 19.5.3.5; 19.6

Isolierflansch

- Begriffsbestimmungen

Abbildung 17.1

Prüfung 17.5.5.2

Schiff/Land 11.1.13.8; 11.9.5; 17.5.5;

Isolierung

elektrisch, Prüfung von 4.3.1; 4.4.4.4

Isotherme

- Begriffsbestimmungen

Gasgesetze 27.16

Kompression 27.16

Kompressor 27.16

K

Kaltarbeiten

- Begriffsbestimmungen an Rohrleitungen 9.4.4.5
- elektrische Reparaturen 4.4.5.2
- Vorsichtsmaßnahmen 10.2.3

Kaltes Wetter

- Vorsichtsmaßnahmen 7.1.11; 7.2.2
- siehe auch Klimabedingungen

Kanister

- Mineralöl in 12.5
- siehe auch Fässer
- Ammoniak 27.7; 32.2.3; 32.9.5
- Kohlendioxid 27.7; 32.9.5
- Verunreinigungen der Ladung 27.7

Karzinogen

- Begriffsbestimmungen dauerhafte Schädigungen 28.3.1
- Vinylchlorid 28.3.1

Kathodenschutz

- Begriffsbestimmungen Anoden in Ladetanks 4.7
- Schiffsrumpf/Pier 17.5.2
- Schiff zu Schiff 11.9.5 Verwendung während des Umschlags von

Kavitation

- Begriffsbestimmungen Durchflussgeschwindigkeit 31.2
- Haltedruckhöhe von mindestens 31.2
- Pumpe 31.2
- Pumpenflügelrad 31.2
- Zentrifugalpumpe 32.7.4

Kesselstein

- Entfernen 9.4.4.2; 10.9.5; 11.3.6.10
- in geschlossenen Räumen 10.2.3; 10.9.1; 10.9.5
- und Gasfreigabe 10.2.3
- und Feuerarbeiten 9.4.4.2

Klassifikation nach Gefahrenzonen

- elektrische Anlagen/Geräte 4.4
- siehe auch gefährdeter Bereich

Kleidung

- aus synthetischen Materialien 26.2.4
- Schutz- 19.7
- elektrostatische Gefahr 3.3.7

Klimaanlagen

- Ballast behalten, zur Verringerung 11.6.6
- Fenster-Klimaanlagen 11.4.3; 24.2
- Höhenlage
- Vorgaben 15.6.4
- zentral 4.1; 11.4.3; 24.2

Klimabedingungen

- Blitze 17.6; 26.1.3
- Gewitter 16.3; 26.1.3
- Vorsichtsmaßnahmen bei kaltem Wetter 7.1.11; 7.2.2.2; 7.2.2.4
- Windstille/Wind 2.5.5; 11.1.8; 11.1.9.2; 26.1.2

Kohlendioxid

- als Produkt aus Inertgas 7.1.3
- Brandbekämpfung 5.3.2.2; 19.5.2
- elektrostatische Gefahr 3.3.6
- Flutung 8.1.3.1
- Verwendung als Kalibriergas 2.4.10.1

Kohlenmonoxid

- als Produkt aus Inertgas 7.1.3

Kohlenwasserstoffgas

- Begriffsbestimmungen
- Anzeigegerät 2.4, 2.4.3; Abbildung 2.1
- Brenngas mit katalytischer Wärmetönung
- Detektor 2.4; 8.2; 19.4
- Dichte 1.3; 2.2
- Dispersion 2.5.3; 2.5.4
- Entflammbarkeit 1.2; Abbildung 1.1
- Entwicklung 2.5.1; 2.5.2
- Entwicklung und Dispersion 2.5
- in geschlossenen Räumen 10.2.3
- Inertgasgemisch, Diagramm Entflammbarkeit - Zusammensetzung Abbildung 1.1
- Kohlenwasserstoffe Aromatisch 2.3.5
- Messung 2.4.2; 7.1.6.10; 10.3
- nichtkatalytisches Anzeigegerät mit Heizdrähten 2.4.4
- Refraktometer 2.4.5
- Tests für das Betreten 2.4; 7.1.6.12; 11.4.2
- Toxizität 2.3

- Kombüsen
Dampfkocher/-kessel 4.2.3
Geräte, sicherer Umgang mit 4.2.3
Kombüsenherde 4.2.3
- Kombüsen
Drücke 27.14
kritischer Druck 27.14
Gas 27.15
physikalische Eigenschaften Tabelle 27.5
- Kommandozentrale
Notfallorganisation 9.9.2.2
- Kommunikation
Betreten des Pumpenraums 10.10.2
Betreten von geschlossenen Räumen 10.5
Binnenschiff zu Tankschiff 11.9.2
Bunkerung 25.2
Dampfüberwachung 11.1.13.10
Funk 4.8.2
Kapitel 22
Mobiltelefone 4.8.6
Sprachschwierigkeiten 22.1.2
Technik/Ausrüstung 4.8; 22.1.1
Pager 4.8.7
vor Ankunft 16.1; 22.2
vor dem Anlegen 22.3
Satellit 4.8.2.3
Tankschiff zu Schiff 11.9.4
Telefone s 4.8.5; 22.1.1;
Terminalnotfall 20.2.3; 20.4
UKW/UHF 4.8.2.2; 22.1.1; 22.1.2
Verfahren 22.1.2
Videoüberwachung 4.4.3.2
- Kompatibilität von Schiff und Liegeplatz
Kriterien 15.6
- Kondensate
- Begriffsbestimmungen
Behälter 27.2.1
Dampf 32.5.2; 32.6
Enthalpie 27.21.2
Flüssigkeit 27.15
gewonnene 27.2.1
NGL (Erdgas-Flüssigkeiten) 27.2.1
Rückverflüssigung 31.1.1; 32.6; 32.8
Trockenheitsfraktion 27.21.2
zugeführtes Rohgas 27.2.1
- Kraftbetriebene Notlösekupplungen
allgemein 18.1.10
- Kritische Temperatur
- Begriffsbestimmungen
- Kritischer Druck
- Begriffsbestimmungen
flüssiger Zustand 27.14
kritische Temperatur 27.14
Tabelle 27.5
- Kryogenik
- Begriffsbestimmungen
- L**
- Lademaste
Inspektion und Wartung 8.3.1
Schlauchumschlag 22.3.2
- Laden
Abladen 11.1.6.16
allgemeine Begriffsbestimmungen; 3.3.3;
11.1.12
Beförderungsgut (H₂S) 11.1.9
Beförderungsgut/Ladung mit hohem
Dampfdruck 11.1.8
Beginn 11.1.6.7
benzolhaltiges Beförderungsgut 11.1.10
Bereitschaft 11.1.6.2
Doppelhüllentankschiffe/
Doppelhüllentanker 11.2
erwärmte Produkte 11.1.11
geschlossen 11.1.6.6
Geschwindigkeit Begriffsbestimmungen;
3.2.1; 7.3.3; 11.1.6.14; 11.1.7; 11.1.8;
11.1.11; 18.2.5; 22.4.1; 22.4.2
Kommunikationssystem 22.4.2.1
Ladung 11.1.6
Pläne 22.5
Prüfung der Ladetanks vor 24.4
Prüfungen nach 11.1.6.17
Stoppen, durch das Terminal 11.1.6.15)
Regelmäßige Kontrollen 11.1.6.13
schwefelwasserstoffhaltiges

- statische Akkumulatoröle 3.2.1;
11.1.7
- switch 11.1.7.10
- Verpacktes Mineralöl 12.5
- Verteilung 11.1.7.7
- während des Tidenwechsels 16.6.2
- Laderäume
 - siehe Geschlossene Räume
- Ladung
 - Deck 12.5.8
 - Deckel von Tanks 24.3.1
 - Umschlag Kapitel 7, Kapitel 11;
Kapitel 24; 26.3
 - Information 22.2.4; 22.4.2
 - Leckage in den Ballasttanks 11.3.6.11; 11.7
 - Leitungsentleerung 10.11.2
 - Materialsicherheitsdatenblätter (SDB) 2.3.4;
20.1
 - Metallverladearme; Rohrleitungen; Pumpen;
 - Operationen, nicht immer schwimmfähig 16.7
 - Operationen, während des Tidenwechsels 16.6
 - Sammelleitungen; Messungen und Probenahmen;
 - Tank; Ventile
 - Toxizität 2.3
 - verpackt 12.5
 - Verteilung 22.5; 22.6
 - siehe auch Entladen; Schläuche; Laden
- Ladungsbehältersystem
 - Begriffsbestimmungen
 - Abkühlung 32.4
 - Design Kapitel 33
 - Druckabfall 32.4
 - Gastankschiffe 33.1
 - Gesamtvorrichtung zur Lagerung der Ladung 33.2
 - Membrantanks 33.1
 - Unabhängige Tanks
- Lager
 - Ladetankpumpe, Inspektion der 10.11.1;
10.11.7
- Lagerung
 - Deck 12.5.8
- Ladungs- und Bunkerproben 12.3
- Gasflaschen 12.1
- Schiffsvorräte 12.2
- Verpackte Ladung 12.5
- Lampen
 - Druckluft 4.3.3; 12.5.4
 - tragbar 4.3
- Landseitige Feuerwehr
 - Kommunikation mit 20.2.7.1
 - Übungen mit dem Schiffspersonal 9.9.2.7
- Landseitiges Festmachen
 - siehe Festmachen
- Landstege
 - Aluminium 4.6
 - Inspektion/Wartung 16.4.6; 17.3.1
 - Sicherheitsnetze 16.4.5
 - Standort 16.4.4
 - Zugang 16.4
- Längsseits
 - Binnenschiffe 11.9.2
 - Schlepper 23.3.2
 - Schlepper und andere Boote 24.9.4
 - siehe auch Schlepper
- Latente Wärme
 - Begriffsbestimmungen
 - Druck 27.12.1
 - Entspannungsverdampfung 27.21.2
 - Erstarren 27.12.1
 - gesamte innere Energie eines Fluids 27.21.1
 - Kondensation 27.12.1; 27.13
 - Schmelzen 27.12.1
 - Stoff mit Änderung des Aggregatzustandes 27.12.1
- Leckage
 - Inertgas 7.1.6.5; 7.1.6.12
 - Öl 4.10; 10.2.3; 24.7
- Leerraum
 - Begriffsbestimmungen
 - allgemeine Vorsichtsmaßnahmen 10.1
 - Gasfreiheitszertifikate 9.8.9
 - Überwachung 7.3.4

Licht

Bereitstellung von 12.5.1.2; 16.4.2; 24.6.4
explosionssicher, Pumpenraum 10.11.4
offenes Bestimmungen; 4.2.1; 4.2.2.5;
24.9.4; 24.10

Liegeplätze

Fahrzeugen, Zutritt zu 24.13
Festmachen 9.8.5; 16.2; 23.4
- siehe auch Angrenzende Liegeplätze; Pier

LNG

- Begriffsbestimmungen
Baumaterialien für Tanks 33.3.1
Beförderung 33.1
Herstellung 27.2.1
Kohlendioxid 27.2.1
Kugeltank des Typs 'B' 33.2.1
Sicherheitsbehälter 33.1
Verflüssigung Abbildung 27.2
Membransystem 33.2.2
Methan 27.2.1
Speichertanks 27.2.2
Tankschiffe 27.18.1; 33.1; Abbildung
33.5(a); Abbildung 33.6 (a); 33.2.3
Typen von Gastankschiffe 33.1
Zusammensetzung 27.2.4

Löschen

Beginn 11.1.14.7
Fracht 11.1.14
elektrostatische Gefahren 11.1.14.14;
16.11.4
Entgasung/Tankreinigung parallel 11.3.6.4
geschlossener Löschbetrieb 11.1.14.3
Inertgasverfahren 7.1.6.6; 11.1.14.4
Informationsaustausch 22.4.2.2; 22.6;
während des Tidenwechsels 16.6.1
Rate 11.1.14.11; 22.4.2.2
regelmäßige Kontrollen 11.1.14.10
Stabilität 11.2

Löschkanonen

- siehe Löschmonitore

Löschmonitore (Löschkanonen)

allgemein 19.5.3.8
Schaum 8.1.3.2; 19.5.3.7
tragbar 19.5.2

Lotsen

im Notfall 20.2.7.2

LPG

- Begriffsbestimmungen
Begasung 32.3
Brände 30.3.1
chemische Gase 27.2.4
Dampf 32.3; 32.5.2; 32.9.5
Erdgas-Flüssigkeiten (NGL) (NLGs) 27.2
Energiegewinnung 27.2.4
Ethylen 27.2.4
Herstellung 27.2.2
Hydratbildung 27.9
Kältemittel 27.13
Kohlendioxid 27.7
Kompressor 31.6
Kugeltank des Typs 'B' 33.2.1
Löschen 31.2; 32.6; 32.8
Pulverlöschmittel 30.3.1
Rückverflüssigung 31.5
Tankschiffe 27.18.1; 31.6.4; 33.2.1;
Abbildung 33.1; 33.2.3; 33.2.4
Temperatur 32.6; 33.3.1
Terminal 32.5.2
Typen von Gastankschiffe 33.1
Wärmestrahlungsdosis 30.2.3

Luftentzündliches Eisensulfid

- Begriffsbestimmungen
Ausfall der Inertgasanlage 7.1.12

Luftstrom

um Wohnbereich Abbildung 2.4

Lüftung

Feuarbeiten 9.4.3.1; 9.4.4.2
geschlossene Räume 10.5
für Zugang 7.1.6.12; 10.3; 10.5; 11.4
Lüftungsgebläse des Pumpenraums,
Wartung Pumpenraum 10.10.1; 10.11.5
10.11.5
Tanks 7.1.6.12; 11.3.5.2; 11.4
Wohnbereich 24.2

Lüftungsschacht

Brand/Funken 4.2.4.1

M

Magnesium

Anoden 4.7

MARVS

- Begriffsbestimmungen
Ladungsventile 31.1.2; 32.5.4

Masseanschluss

- siehe Erdung

Massentladung

- Begriffsbestimmungen

Mehrstufiger Rückverflüssigungskreislauf

- Begriffsbestimmungen
Ethylen 27.2.1
Kaskadenverfahren zur Herstellung von
reinem Kältemittel 27.2.1
Kältemittel, Kompressor 27.2.1; 31.5.2
Kondensieren des Ladungsdampfes 31.5.2
Methan 27.2.1
Propan 27.2.1
vereinfachte Abbildung 31.13
Wärmeaustauscher 27.2.1

Menschliche Faktoren

an Bord des Schiffs Kapitel 13
Ermüdung 13.3.2
siehe auch Personalstärke

Mercaptane/Schwefelkohlenwasserstoffe

- Begriffsbestimmungen
Information über 2.3.7; 10.2.4.3; 22.4.1.2;
22.4.2.1
Gefährdungen der Atemwege 10.2.2
Wirkung auf elektrochemische Sensoren
2.4.10.2

Messungen

geschlossen 11.1.6.6; 11.1.13.4; 11.8
- siehe auch Messungen und Probenahmen

Messungen und Probenahmen

Abbildung 11.4
inertisierte Tanks 11.8.3
Kommunikation mit, in einem Notfall
20.2.7.4
Ladungs- und Ballastumschlag 11.8

Ladungen, die toxische Substanzen
enthalten 11.8.4

nicht inertisierte Tanks 11.8.2

Vorsichtsmaßnahmen während 11.8.2.1;
Tabelle 11.2;
- siehe auch Probenahmen; Freiraum

Metallverladearme

Arretierung 18.1.4; 18.1.5
Betriebsbereich 11.6.6.1; 16.3; 18.1.1
Eisbildung 18.1.5
Funkenbildungsrisiko 17.5.2
Kräfte 16.3; 18.1.2; 18.1.7
Mechanische Kupplungen 18.1.6
Notentriegelung 18.1.10; 24.6.5
Reinigen 11.1.15
Schäden durch Druckstoß 11.1.4
Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen
18.1.9
Windkräfte 18.1.2; 18.1.7

Mineralöl

- Begriffsbestimmungen
Beladen und Entladen 11.1; 12.5.1.1
nichtflüchtig 1.2.6; 10.2.3; 11.1.12; 22.4.1.2;
24.1; 24.3.3
Eigenschaften von Kapitel 1
Fässer 12.5.1.2; 12.5.8
flüchtig 1.2; 11.1.12; 12.5.1.1; 24.1; 24.3.3
Kanister 12.5.1.2
Gas, Auswirkungen der Belastung durch
2.3.3.3
Gas Begriffsbestimmungen ; 2.1; 2.2; 2.4
Gasflaschen 12.1; 12.5.1.2
Gefahren von Kapitel 2
Kapitel 24
Leckage 4.10; 10.2.3; 11.7; 24.7
Sicherheitsmaßnahmen beim Umschlag
12.5.1.2;
Toxizität 2.3
verpackt 12.5.1

Mineralölprodukte, die keine statischen
Akkumulatoren sind

- Begriffsbestimmungen
Eintauchen/Peilen der entflammaren
Atmosphäre über 11.8.2.4
Füllstands/Probenahme Abbildung 11.4;
11.8.2.4

- Mobile Reinigungsanlagen
- siehe Reinigungsanlagen
- Mobiltelefone
Verwendung von 4.8.6
- Molchen
Ladungsleitungen 11.1.15.9
- Motorraum
Kontrolle potentieller Zündquellen 4.2.4
- N**
- Nebel
Wassernebel Begriffsbestimmungen; 5.2.2;
5.3.1.1; 8.1.3.3
- Nicht flüchtiges Mineralöl
- Begriffsbestimmungen
Globalbeladung 11.1.12
Klassifikation 1.2.6
und Kohlenwasserstoffdämpfe 10.2.3
Meldung 22.4.1.2
- Nicht inertisierte Tanks
elektrostatische Gefahren 11.1.7; Abbildung
11.1
Messungen und Probenahmen 11.8.2;
Tabelle 11.2; Abbildung 11.4
- Nichtkatalytisches Gasanzeigergerät mit
Heizdrähten
Funktion von 2.4.4
- Nichtleiter
statisch 3.1.4
- Normale Ladung
an angrenzenden Liegeplätzen 24.9.2
Liegeplatz, Umschlagoperationen von
Schiffen an 24.9.3 Tankschiffe,
- Notfall
Abschalten 11.1.6.3
- Entfernen vom Liegeplatz 20.5; 26.5
Entriegelung Ladungsschlauch/Verladearm
18.1.10; 24.6.5
Entriegelung des Schiffs 26.5.4
Evakuierung Kapitel 21
Fluchtwege 21.2.1; 24.10.2
Hilfsorganisationen 20.2.7
Kommandozentrale, Tankschiff 9.9.2.2
Kommunikation 20.2.3.3
Kontrollzentrum, Terminal 20.2.2
medizinische Einrichtungen 20.2.7.4
Notschleppgeschirr 26.5.5
Organisation 9.9.2.2; 20.2.2
Pläne 9.9.2; 20.2; 20.4
Schulung und Übungen 9.9.2.7; 21.4
Signale 22.1.2; 22.4.1.1; 22.4.2.1; 22.4.2.2;
22.5; 22.6; 25.2
Verfahren Kapitel 20; 10.6; 26.5
vorläufige Maßnahmen 9.9.2.3
Vorsorge, Terminal Kapitel 20
- O**
- Obere Explosionsgrenze (OEG)
- Begriffsbestimmungen
Kohlenwasserstoffgas 1.2.2; Tabelle 1.1;
7.1.1
- OEG
- siehe Obere Explosionsgrenze
- Offenes Licht
- siehe Licht, offenes
- Öffnungen
in Aufbauten 24.1
in Ladetanks 24.3
- Öffnungsvorrichtungen
Inertgasanlage 7.1.13
in geschlossenen Räumen 10.9.2
- Öllachen
Auffangen 24.7.4
in Motorraum 4.1

- in Pumpenraum 10.11
während des Übergabebetriebs 24.7
- Öllachen und Leckagen
Unbeabsichtigt 24.7
Selbstentzündung 4.10
- Operationen während des Tidenwechsels
allgemeine Verfahren 16.6
- P**
- Paarweise Befestigung
Betriebssicherheit 16.5
Handel 13.5
- Pager
- siehe Funkpager
- Partialdruckgesetz von Dalton
Begriffsbestimmung 27.19
Dampfdruck der Flüssigkeitsgemische 27.19
- Peilen
beim Reinigen 11.3.5.2; 11.8.2.5
Öffnungen 11.1.6.6; 24.3.2
Rohr Begriffsbestimmungen; 3.2.1;
11.3.5.2; 11.8.2.3;
Tabelle 11.2; Abbildung 11.4
- Pentan
Explosionsgrenzwerte Tabelle 1.1
- Personalstärke
an Land 15.5.1
auf dem Schiff 13.1
im Notfall 24.11
- Persönliche Gasmonitore
Verwendung von 2.4.12
- Persönliche Schutzausrüstungen
allgemein 19.1.2; 26.2.1
- Belastungen durch H²S 2.3.6.4; 11.1.9.2
Betreten von geschlossenen Räumen 10.5
Gefährdung durch Benzole 2.3.5.2; 10.2.4.1
Exposition/Kontakt mit flüssigem Mineralöl 2.3.2.2
Gasmonitore 2.4.12
- siehe auch Schutzbekleidung
- Pier
Befederungskapazität 17.2
Festmachen 23.4
Verkehr und -regelung 19.8; 20.2.6
Zugang 9.8.6; 16.4; 19.8
- Polymerisation
- Begriffsbestimmungen
Inhibitor 27.8
Flüssiggase 27.8
Prozess 27.8
ungesättigte Kohlenwasserstoffe 27.4
Vermeidung 32.6
Vinylchlorid Abbildung 27.9
- Probenahme
Ausfall der Inertgasanlage 7.1.12.3
Gasmessgeräte 2.4; 8.2
Filter in Probenleitungen 2.4.13.3
füllungsfreier Raum
Gasrückführung 11.1.13.5
Leitungen, Tankatmosphäre 8.2.5
von Hand, Inhalieren von Gas 11.8.1
Rückstandsheizölen 2.7.5
statische Akkumulatoröle 7.1.6.8; 11.8.2.3;
Tabelle 11.2; Abbildung 11.3
Tanks 11.8.2; 11.8.3
toxische Ladungen 11.8.4
Verfahren 2.4.13.2
- siehe auch Messungen und Probenahmen
- Produktentanker
Inertgasanlage 7.1.12.3
- Propan
Explosionsgrenzwerte Tabelle 1.1
- Prüfen
Alarm- und Auslösegeräte 10.11.6
Atmosphäre für das Betreten 7.1.7.3; 10.3

PSA
- siehe Persönliche Schutzausrüstungen

Pumpen

Alarm- und Auslösegeräte 10.11.6
Betrieb 11.1.4; 11.6.3.1
Booster 22.4.2.2
Stoppszeiten 22.4.2.1
Wartung 10.11.3

Pumpenraum

Alarm/Alarmgeräte 10.11.6; 10.11.7
Beleuchtung 10.11.4
Bilgen 10.11.2; 10.11.3
Betreten 10.10
elektrische Anlagen und Geräte 10.11.4
Entflammbare Gase 4.1
Lüftung 10.10.1; 10.11.5
Schwefelwasserstoff 10.2.4.2
Verschiedenes 10.11.7
Vorsichtsmaßnahmen 10.11.1
Wartung 10.11.3

R

Radar

Verwendung längsseits eines Terminals
4.8.3; 23.3.2

Radio/Funk

fest eingebaut 4.8.2
Mobiltelefone 4.8.6
Pager 4.8.7
Telefone 4.8.2
tragbar batteriebetrieben 4.3.4; 4.8.2.2

Rauchen

auf See 4.2.2.1
ausgewiesene Bereiche 4.2.2.3
Hinweise 4.2.2.5; 24.10
längsseits 4.2.2; 12.5.1.2; 16.4.8; 24.10

Rauchgas

Zusammensetzung und Qualität des
Inertgases 7.1.3;

Reduzier- und Zwischenstücke
Spezifikation 24.6.3

Refraktometer

Funktionsweise 2.4.5

Reid-Dampfdruck

- Begriffsbestimmungen
und Entflammbarkeit 1.1.2
und sehr hoher Dampfdruck 11.1.8

Reinigungsanlagen

Erdöl 7.1.6.9
elektrostatische Gefahren 3.2; 3.3; 11.3.5.2
mobile 3.2.2; 11.3.5.2; 11.3.6.1

Reinigungsflüssigkeiten

Vorsichtsmaßnahmen für die Verwendung
12.2.4

Relative Dichte der Flüssigkeit

- Begriffsbestimmungen

Reparaturen

außerhalb der Schiffswerft 9.8
elektrisch 4.4.5
Inertgasanlage 7.1.13
Funk 4.8.2.1
längsseits 7.4; 22.7.1; 22.7.2
Pumpenraum 10.11.4
- siehe auch Arbeitsgenehmigungssystem

Rettung

Boote 20.2.7.3, 21.2.4
von geschlossene Räumen 10.6.2

Rettungsgeschirr

Sicherheit, Verwendung von 10.5

Rettungsleinen

Einsatz bei einer Rettung 10.6.2
Landstegsicherheit 16.4.2

Rettungsmittel

Verfügbarkeit für Evakuierung und Rettung
21.2.5

Rettungsringe

Landstegsicherheit 16.4.2

Risikoeinschätzung

- allgemein 9.2.1; 15.2
- andere gefährliche Arbeiten 9.6
- geschlossener Raum 10.4; 10.7
- Terminal 19.1.2; 19.5.1; 20.3.3.1
- Umschlagsvorgänge 11.1.7.7; 11.8.1; 16.5; 16.6; 16.7
- Warmarbeiten 9.4.1

Rohrleitungen

- Ablassventile in Schaumleitungen 19.5.3.7
- Druckstoß in 11.1.4; 16.8; 16.9; 16.10
- Entleeren 10.11.2; 11.1.15.3
- Feuerlöschleitung 8.1.2; 19.5.3.3
- Ladung, Feuerarbeiten 9.4.4.5
- Ladung und Bunker, nicht benutzt 24.7.5
- Ladung, Wartung 10.11.3
- Pumpenraum 10.11

Rollover

- Begriffsbestimmungen
- Bedingungen 27.18.1
- Phänomen 27.18.1

Rotierende Wellen

- Inspektion der Stopfbuchsen/Lager 10.11.1

Rückschlagventil gegen Druck/Vakuum

- Überdruck-/Unterdruckentlastungsventile
- Begriffsbestimmungen
- Verwendung von 7.1.8; 11.4.4; 24.3.3
- Vorsichtsmaßnahmen bei kaltem Wetter 7.1.11.3; 7.2.2

Rückschlagventile

- siehe Ventile

Rückstandsheizöl

- Gefahren durch Entflammbarkeit 2.7
- siehe auch Bunker

S

Sammelleitungen

- Dampfrückführung 11.1.13.2
- Kräfte 18.1.2; 18.1.3; 18.2.11
- Ladungsanschluss Schiff/Land 24.6
- Land 22.2.4; 22.3.2; 24.6
- Tankschiff 18.1.1; 18.1.2; 18.1.3; 18.1.6; 18.1.7; 18.2.11; 22.2.3; 22.3.2; 24.6

Satellitenkommunikation

- und Zündgefahr 4.8.2.3

Sauerstoff

- Analysator/Messgerät
- Begriffsbestimmungen; 2.4.9; 2.4.10; 7.1.6.1; 7.1.6.4
- Freisetzung aus der Ladung 7.1.6.5
- Gehalt der Tankatmosphäre 1.2.3; 7.1; 8.2.2.2; 10.2.5
- Mangel 2.3.9.1; 2.3.10; 7.1.7.1; 7.1.7.2; 10.2.5; 10.7
- Probenahme, geschlossene Räume 10.3; 10.11.7

Saure Erdöle

- Begriffsbestimmungen
- Meldung 22.2.3; 22.4.1.2; 22.4.2.1
- Sicherheitsmaßnahmen beim Umschlag 2.3.6.4; 7.1.7.1; 11.1.9

Schaum

- Begriffsbestimmungen
- Brandbekämpfung, Lehre und Einrichtungen Kapitel 5
- brennendes Flüssiggas, Verwendung bei 5.2.2
- Feuerlöscher 19.5.2
- Kühlen 5.3.1.2
- Leitungen 19.5.3.3
- Löschmonitore (Löschkanonen) 19.5.3.8
- Lösung Begriffsbestimmungen; 5.3.2.1; 19.5.3.7
- Mittel Begriffsbestimmungen; 5.3.2.1
- ortsfeste Anlagen 8.1.3.2; 19.5.3.7

Schiff/Land Sicherheitscheckliste

- Bunkerung 25.4.3
- Checkliste 26.3
- Hinweise zum Ausfüllen 26.4

- Schifffahrt
- Zweck und Geltungsbereich
- Schiffsverkehrszentrale
- Kommunikation mit in einem Notfall 20.2.7.1
- Schlamm
- siehe Kesselstein
- Schläuche
- Durchflussgeschwindigkeiten 18.2.5; Tabelle 18.1;
 - Druckgrößenbestimmung, Erklärung 18.2.6.6
 - Feuer 8.1.2; 19.5.3
 - Flansch 11.1.13.2; 18.2.7
 - Gewichte 18.2.11
 - Handhabung/Heben/Aufhängen 18.2.11
 - Inspektion und Prüfung 18.2.6
 - Kennzeichnung 18.2.4
 - Ladung 3.2.2; 11.9.5; 17.5.2; 18.2
 - Lagerung 18.2.9
 - Lebensdauer Kriterien 18.2.6.5
 - Notentriegelung 24.6.5
 - Reinigen 11.1.15
 - Tankreinigung 11.3.5.2; 11.3.6.2; 11.3.6.3
- Schlauchgewichte
- siehe Schläuche, Gewichte
- Schleppdraht
- siehe Notschleppgeschirr
- Schmetterlingsventile
- Druckstoß 11.1.5
 - siehe auch Ventile
- Schuhwerk
- statische Aufladung 3.3.7
- Schutzbekleidung
- Brand 19.7
 - siehe auch Persönliche Schutzausrüstungen
- Schwalle
- Wasser (Wasserschwalle) 3.3.4
- Schwefeldioxid
- in Inertgas 7.1.3
 - Messung 2.4.7.2
- Schwefelwasserstoff
- allgemein 2.3.6
 - Anwesenheitsmeldung von 22.4.1.2; 22.4.2.1
 - Gefährdungen der Atemwege 2.3.6.3; Tabelle 2.1; 10.2.2
 - in Bunkeröl 2.7.5
 - Vorsichtsmaßnahmen 2.3.6; 2.6; 2.7.5; 10.2.4.2; 11.1.9
- Schweißen
- Feuarbeiten 9.4; 9.5; 9.8.13
- Seeventil
- siehe Ventile
 - Membrantanksysteme 33.2.2
- Seilen
- Drahtseile 23.4.1
 - Festmachen 23.4.1
 - Synthetikfaser 3.1.2; 11.3.5.2; 11.8.2.2
- Sekundärschutz
- Begriffsbestimmungen
 - Aufstellungsraum 33.2.1
 - IGC Code 33.2.1
 - Ladungsbehältersystem 33.2; 33.2.1
 - LPG-Tiefkühltanker 33.2.1
- Selbstaufwickelnde Verholwinde
- Begriffsbestimmungen
 - allgemein 23.4.2.3
- Selbstentzündung
- Begriffsbestimmungen
 - von Mineralöflüssigkeiten 4.10
- Sender
- Funk- 4.8; 22.1.1
- Sicherheit
- Code (ISPS) Kapitel 6
 - Hinweise 24.10
 - Informationsaustausch 22.2.1
 - Pläne 6.4
 - unbefugte Personen 16.4.7

- Sicherheit der Schiffswerften
- Zweck und Geltungsbereich
- Sicherheitsdatenblatt
- Begriffsbestimmungen
Bereitstellung 2.3.4; 11.3.6.8; 12.2.1;
22.4.2.1
im Notfall 20.1
- Sicherheitserklärung
- Begriffsbestimmungen; 9.2; 19.1.2
Musterschreiben 26.3.3
Sicherheitsmanagementsystem (SMS)
Internationaler Sicherheitsmanagement-
Code (ISM-Code) Begriffsbestimmungen;
9.1
- Sicherheitsnetze
für Landstege 16.4.5
- Sicht- und Peilöffnungen
Verwendung von 24.3.2
- Sieb
Deckel, Inspektion 10.11.1
- Siededampf
- Begriffsbestimmungen
Dämpfe 27.13; 27.21.1; 27.21.2; 31.5;
31.5.2; 32.4
Isolierkisten 33.2.2
Kontrolle 31.5
Ladegut 32.5.2; 32.6; 33.3.2
Laden 31.5
mit Kühldruck beaufschlagte Propanladung
27.21.2
Rate 27.18.1
Rückverflüssigung 31.1.1
Speichertanks für Flüssigerdgas 27.2.1
Tankdrücke 32.7.2
Verdampfungsgas 32.7.2
verdichtet, kondensiert, in den Tank zurück-
gefördert 31.5.2
Wärmestrom 32.7.2; 33.3.2
- Siedepunkt
- Begriffsbestimmungen
atmosphärischer Druck 27.1; 27.2.1;
27.12.1
BLEVE-Explosion 27.22
Dampf 27.15, 27.22
- Druck 27.17; 32.5.3
erforderliche Haltedruckhöhe (NPSH) 31.2
Ethan 27.19
Ethylen 33.3.1
Flüssiggas 27.12.2; 27.15
Flüssigkeitsgemisch 27.19
in Material Sicherheitsdatenblätter (SDB)
20.1
Laden erhitzter/erwärmter Ladungen
11.1.11
Ladung 32.5.3; 33.1
LNG 27.2.1; 33.1; 33.3.1
Propan 33.1; 33.3.1
Speziallösungsmittel 2.3.5.1
Temperaturgrenzen 33.3.1
Vinylchlorid 27.2.4
von Verbindungen 1.1.1
Werte 27.18.1
- Signale
Schiff/Land 22.1.2
- Slop
- Begriffsbestimmungen
an Bord 22.2.3; 22.2.4; 22.4.1.1; 22.4.1.2
freier Fall von 11.3.6.5
Globalbeladung 11.1.12
- SOLAS
- Begriffsbestimmungen
- Spannung
- Begriffsbestimmungen
am Schiffskörper 11.2; 11.6.2; 11.6.4; 22.5;
22.6
Nachlenzen
Betrieb 11.1.14.14
- Spannungsgwinde
- Begriffsbestimmungen
- Speigatt
Verschlüsse 24.7.3
- Spontane Verbrennung
- Begriffsbestimmungen
Vermeidung von 4.9; 12.4.1; 12.5.1.2
- Sprachschwierigkeiten
Vermeidung von 22.1.2

Sprüh

Nebelabscheider , Pumpenraum 10.11.7
Wasser 5.2.2; 8.1.2; 11.3.6.6; 19.5.3.9

Spülen

- Begriffsbestimmungen
mit Inertgas 1.2.3; 2.5.2.4
Tank 7.1.6.10
vor einer Abkopplung im Notfall 24.6.5
Minimierung der Gefahren 2.5.5

Stabilität

Tankschiffe 11.2

Statische Elektrizität

- Begriffsbestimmungen, Kapitel 3
allgemeine Vorsichtsmaßnahmen 3.2;
11.8.2
andere Quellen 3.3
Dampf 3.1.2; 3.1.5; 11.3.5.2
Eintauchen/Peilen des
Füllstands/Probenahme 3.2; 11.3.5.2;
11.8.2; 11.8.3; Abbildung 11.4; Tabelle 11.2
Entladung 3.1.4; 11.1.13.8
Entladung von Kohlendioxid 3.3.6
Filter 3.3.1
freier Fall 3.3.3; 11.3.6.5
Halbleiter 3.1.4.2
Inertgas 3.3.5; 7.1.6.1; 7.1.6.8; 11.8.3.1
Kleidung und Schuhwerk 3.3.7; 26.2.4
Kohlendioxid 3.3.6
Ladungsrelaxation 3.1.3; 11.1.7
Ladungsspeicherung 3.1.3; 11.1.7;
11.3.6.6; 11.8.2
Ladungstrennung 3.1.2
Ladungswechsel 11.1.7.10
Leiter 3.1; 11.8.2
nicht inertisierte Tanks Tabelle 11.2
Prinzipien 3.1
Nichtleiter 3.1.4.2
stationäre Geräte in Ladetanks 3.3.2
statische Akkumulatoröle 3.1.4.2; 11.1.7;
11.8.2.3
Synthetische Materialien 3.3.8
Tankreinigung Kapitel 3; 11.3.5
Wasser in Öl 11.1.7.4; 11.1.7.5
Wassernebel 3.3.4; 11.6.3.2; 11.8.2.5

Statisches Akkumulatoröl

- Begriffsbestimmungen, Kapitel 3
Abbildung 11.4

Eintauchen/Peilen des Füllstands/Probe-
nahme 3.2; 11.1.7; 11.8.2.3; 11.8.3.1;
Tabelle 11.2; Abbildung 11.1; Abbildung
11.2

Laden 11.1.7; 11.8.2.3; 11.8.3.1;
Löschen der Ladung 11.1.14.14; 16.11.4
Wasser, Minimierung der Gefährdungen
durch 11.1.7.4; 11.1.7.5

Stauhölzer

Verwendung von 12.5.1.2; 12.5.8

Stickstoff

Entgegennahme von der Landseite
11.1.15.8
Gefahren 2.4.10.1; 11.1.15.8
Stickstoffoxide Elektrochemische Sensoren
2.4.10.2

Stockpunkt

- Begriffsbestimmungen

Stopfbuchsen

Inspektion der Pumpe 10.11.1

Straßenverkehr und -regelung

Pier 19.8; 20.2.6

Synthetisch

Faserseile 11.3.5.2; 11.8.2.2; Tabelle 11.2;
Abbildung 11.4
Kleidung 3.3.7; 26.2.4
Materialien und elektrostatische Gefahren
3.3.8

T

Tank

Atmosphäre 7.1.4; 7.1.5; 11.3.4
Deckel 24.3.1; 24.5
Entfernen von Schlamm/Kesselstein/Ab-
lagerungen 11.3.6.10
Entflammbarkeit des Gasraums 2.7.3.2
Entlüftung 7.1.6.2; 7.2
Feuarbeiten 9.4.4.2; 9.4.4.4
Güterumschlag 11.1

- Inertisierung 7.1.5; 7.1.6
Nachlenzen und Entleeren 11.1.14.14
Öffnungen 24.3.1; 24.3.2; 24.5
Prüfung 24.4
Reinigung Begriffsbestimmungen; 7.1.6.9; 11.3
Reinigung, elektrostatische Gefahren 3.3.4
Reinigungschemikalien 11.3.6.8
Überdrücke und Unterdrücke 7.2.2
Überfüllen 11.1.13.4
Vorbereitung für Tankreinigung 11.3.3.1
- siehe auch Entgasung
- Tankschiff
- Begriffsbestimmungen
allgemeine Vorsichtsmaßnahmen Kapitel 4
Arbeitsgenehmigung 9.3
Reparaturarbeiten längsseits 22.7
Sicherheits- und Notfallmanagement
Kapitel 9
- Taschenlampe
- siehe Handlampe
- Tauchpumpe
- Begriffsbestimmungen
- Taupunkt
- Begriffsbestimmungen
Ammoniak 32.9.5
Blasenbildungspunkt 27.20; Abbildung
27.17
Dampfgemisch 27.20
Inertgasgenerator 32.2.2
Inertgaszusammensetzungen Tabelle 27.4
kondensieren 27.20
Kühltrockner 32.2.2
Laden kalter Produkte 27.7
operative Schwierigkeiten 27.7
Trocknen 32.2.2
- TEL
- siehe Tetraethylbleigehalt
- Telefone
Benutzung am Liegeplatz 22.1.1
Benutzung in einem Notfall 19.3.3; 20.4.3
genehmigter Typ. 4.8.5
Nutzung in explosionsgefährdeten Berei-
chen 4.3.4; 4.8.1; 4.8.5; 4.8.6
- Terminal
- Begriffsbestimmungen
Betriebshandbuch 15.3
- Terminalbeauftragte
- Begriffsbestimmungen
Verantwortung für einen sicheren Ladungs-
umschlag 4.2.2.3; 11.1.6.1; 15.5.3; 22.5;
22.6; 26.3
- Tetraethylbleigehalt (TEL)
in Benzin 2.3.8
- Tetramethylbleigehalt (TML)
in Benzin 2.3.8
- TLV
- siehe Höchstzulässige Konzentration
(TLV)
- TML
- siehe Tetramethylbleigehalt
- Toxisch
Gase 2.3; 2.4.7; 7.1.7.3; 10.2; 10.3
- siehe auch Benzole; Schwefelwasserstoff;
Toxizität
- Toxizität
- Begriffsbestimmungen
Aromaten 2.3.5.1
Benzole 2.3.5.2; 7.1.6.12; 10.2.4.1; 11.4.2
bleifreies Benzin 2.3.8; 11.3.6.9
flüssiges Mineralöl 2.3.2
Halon 5.3.3.2
Kohlenmonoxyd 7.1.3
Kohlenwasserstoffgas 2.3.3; 2.5
Mineralöl 2.3
Mineralölgase 2.3.3; 2.5; 11.4.2
Schwefeldioxid 7.1.3
Schwefelwasserstoff 2.3.6; 2.7.5; 10.2.4.2;
11.1.9; 11.4.2
- Tragbare Elektrogeräte
Verwendung von 4.3; 4.8; 11.8.3
- siehe auch Elektrische Anlagen und
Geräte

Trennschichtsonde
- Begriffsbestimmungen
Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung
11.3.5.2

Trockenlöschmittel/Löschpulver
- Begriffsbestimmungen
Brandhemmer 5.3.3.1
Kompatibilität mit Schaum 5.3.2.1
Verwendung bei Bränden der Klasse 'B'
5.2.2
Verwendung bei Bränden der Klasse 'C'
5.2.3
- siehe auch Brandbekämpfung

Türme
Brandbekämpfung 19.5.3.8

TVP
- siehe Echter Dampfdruck

TWA
- siehe Zeitgewichtete mittlere Konzentration

U

Überdruck-/Unterdruckventile
- siehe Überdruck-/Unterdruckentlastungsventile

UEG
- siehe Untere Explosionsgrenze

UKW/UHF
Sende-Empfangsgeräte 4.3.4; 4.8.2.2;
20.2.3.3; 22.1.1

Umschlag
Tankschiff/Binnenschiff 11.9.2
Schiff/Schiff 11.9.1
Vorsichtsmaßnahmen 11.9.2

Umschlag von Schiff zu Schiff
mit Hilfe eines Gasausgleichsverfahrens
7.1.6.4
Verfahren 11.9.1

Umweltschutzbestimmungen
Terminal 15.1; 22.1.3

Unbefugter Zugang
zu Tanker oder Terminal 6.4; 16.4.7;
24.10.1

Untere Explosionsgrenze
- Begriffsbestimmungen
Erdöldämpfe 7.1.1
Messung 2.4; 2.7.3.2; 8.2.2
Tankreinigung 11.3.5.2
Wirkung des Inertgases 1.2.3; Abbildung
1.1; 7.1.1 gasfreie Tanks 2.5.2.5; 11.4.2;
11.4.3 allgemein 1.2.2; 2.1; 7.1.1

V

VECS
- siehe Dampfüberwachungssystem

Ventilatoren
Entgasung 11.4.5; 11.4.6
Lüftung des Pumpenraums 10.11.5

Ventile
Ablass- 10.11.1
Betrieb von 10.11; 11.1.3; 11.1.4; 11.1.5;
11.1.6.7; 11.1.14.2; 16.9; 16.10; 16.11
Hochgeschwindigkeits- 7.2; 24.3.3
Rückschlag- 11.1.5; 16.8.1
Schmetterlings- 11.1.5; 16.8.1
Überdruck-/Unterdruck- 7.1.11.3; 11.1.6.17;
24.3.3

Verankerungen
Erdung 4.8.2.1

Verantwortliche Person an Bord
- Begriffsbestimmungen

Checks durch 19.1.3; 25.4; 26.3
Kommunikation zwischen 22.1.1
Überwachung durch 11.1.15.4; 11.3.3.1
gemäß ISM 9.2

Verbrennungsanlagen
Wartung 4.2.4.1

Verdampfende Flüssigkeiten
Brandbekämpfung 5.3.3.2

Verdampfungswärme
- Begriffsbestimmungen
Druck Tabelle 27.4 (a); 27.12.1; 27.13
Kaltes flüssiges Kältemittel 27.13

Verdünnungsröhrchen
Abraten von der Verwendung 2.4.3.4

Verholwinden
Dampf, Vorsichtsmaßnahmen bei kaltem
Wetter 23.4.2.1 - siehe auch Festmachen
Haltekraft der Bremse 23.4.2.3
Selbstaufwickelnd 23.4.2.3

Verladearme
- siehe Metallverladearme

Verpackte Ladung
- Begriffsbestimmungen
allgemein 12.5

Verpacktes Mineralöl
und andere brennbare Flüssigkeiten 12.5.1

Verwaltung
- Begriffsbestimmungen
Begriffsbestimmungen für gefährdete
Bereiche 4.4.2.1
Festlegung der Expositionsgrenzwerte
2.3.3.2
Gesetzgebung 1.2.5

Video
Pumpenraum 10.11.7
Überwachung 4.4.3.2; 15.5.2
Temperaturmessgeräte

W

Walkie-Talkies
- siehe UKW/UHF

Wasser

Brandbekämpfung 8.1.2
Dichtungen, Vorsichtsmaßnahmen bei
kaltem Wetter 7.1.11.3
Peilung, in Ladetanks 22.4.1.2
Nebel Begriffsbestimmungen; 5.2.2;
5.3.1.1; 8.1.3.3
Nebel (elektrostatische Gefahren) 3.3.4;
11.8.2.5
Schwall 3.3.4
Sprüh- Begriffsbestimmungen; 5.2.2;
5.3.1.1; 11.3.6.6 Wand (Vorhang) 8.1.3.4
Strahlen 5.2.2; 5.3.1.1

Wasserfilmbildende Schaummittel (AFFF)

Verwendung von 5.3.2.1

Werkzeuge

Hand- 4.5.2; 10.9.3; 22.7.3
nichtfunkend 4.5.2
Einsatz in geschlossenen Räumen 10.9.3
Elektro- 4.5.1; 10.9.3; 22.7.3
Verwendung von 4.5
- siehe auch Arbeitsgenehmigungssystem

Wind

Arbeitsgenehmigung
Bedingungen 2.5.4.2; 2.5.5; 11.1.8; 23.2;
26.1
Kräfte auf Metallverladearme 18.1.7
Vorsichtsmaßnahmen bei kaltem Wetter
23.4.2.1
- siehe Arbeitsgenehmigungssystem
- siehe auch Klimabedingungen

Windstille

Gasausbreitung 2.5.4.2; 2.5.5; 11.1.8;
26.1.2

Wohnbereich

Klima- und Lüftungsanlagen 24.2
Verschluss von Öffnungen 24.1

Z

Zeitgewichtete mittlere Konzentration (TWA)

- Begriffsbestimmungen (TLV) (wo TWA definiert ist);
2.3.3.2

Zink

Anoden 4.7

Zone, Gefahren-

- siehe Gefahrenzone

Zugang

- Einrichtung 16.4.3
- Schiff/Land 16.4
- unbefugte Personen 16.4.7
- Verantwortlichkeit für die Bereitstellung
16.4.2

Zugelassene Geräte

- Begriffsbestimmungen
- Änderungen 4.4.4.5
- Gasmessung 2.4
- Kommunikation 4.8.1
- stationär elektrisch 4.4.3
- tragbare Elektro- 4.3; 12.5.4

Zulässige Expositionsgrenzwerte

toxischer Dämpfe 2.3.3.2

Zulassungszeugnis

- Begriffsbestimmungen
- Anforderungen zum Überleben 32.5.1
- besondere Ladungsgüter 31.2
- Gas Code 32.5.1
- Pumpenkonstruktion 31.2
- Richtlinie 32.5.1
- Stabilitätsbedingungen 32.5.1

Zündfähige Funken

- Anoden 4.7
- Anschließen/Lösen von Schläuchen/Arme
17.5.2
- Einsatz von Werkzeugen 4.5; 22.7.3 Mobile
Gasanzeigergeräte 2.4.3.5
- Tankreinigungsgeräte 11.3.6.1

Zündhölzer

Verwendung von 4.2.2.4

Zusätze

- antistatische 11.1.7.9
- antistatische, Inhibitoren, Farben, H₂S

Zutrittgenehmigung/Befahrerlaubnis

- Begriffsbestimmungen
- siehe auch Geschlossene Räume;
Arbeitsgenehmigungssystem

ANHÄNGE

- Anhang 1: Sicherheitscheckliste Schiff/Land
- Anhang 2: Sicherheitscheckliste Seeschiff - Binnentankschiff / Binnentankschiff
- Anhang 3: Checkliste für die Entsorgung gefährlicher Stoffe
- Anhang 4: Checkliste für die Entsorgung ungefährlicher Stoffe
- Anhang 5: Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe
- Anhang 6: Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Seeschiffe
- Anhang 7: Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitschecklisten

SICHERHEITSCHECKLISTE SCHIFF/LAND

Teil A - Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen					
Flüssiges Massengut - Allgemein		Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
1	Es besteht ein sicherer Zugang zwischen Schiff und Land.			R	
L1	Die Befenderung wird als zufriedenstellend beurteilt. Die Fenderausrüstungen sind in Ordnung.				
2	Das Schiff ist unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen sicher festgemacht.			R	
3	Das vereinbarte Kommunikationssystem zwischen Schiff und Landseite ist betriebsbereit.			A R	
4	Das Notschleppgeschirr ist ordnungsgemäß ausgelegt und positioniert, sofern vom Terminal gefordert.			R	
5	Die Feuerlöschschläuche und Brandbekämpfungsausrüstung des Schiffs sind in Position gebracht und bereit zum sofortigen Einsatz.			R	
6	Die Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals ist in Position und zum sofortigen Einsatz bereit.			R	
7	Die Umschlagsschläuche des Schiffs und/oder die Verloader des Terminals bzw. Schläuche, Rohrleitungen und Sammelleitungen sind in gutem Zustand, ordnungsgemäß angebracht und für den beabsichtigten Einsatz angemessen und geeignet.			R	
7.1	Alle Reduzierstücke sind zugelassen und mit den Ladungsleitungen und der Art der Ladung kompatibel.				
7.2	Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.				
7.3	Alle Flanschbolzen sind ordnungsgemäß angezogen.				
7.4	Die Verladearme sind frei in alle Richtungen beweglich und/oder die Schläuche haben ausreichend Spiel für problemloses Bewegen.				
7.5	Alle Ventile sind überprüft und in der richtigen Stellung.				
7.6	Der Umschlagsbereich der Ladung und die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend beleuchtet.				
8	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.				
9	Das Ladungsumschlagssystem ist ausreichend isoliert und entleert, um das sichere Entfernen der Blindflansche vor dem Anschließen zu ermöglichen.				
10	Speigatte und Stofffänger an Bord sind wirksam verschlossen, und Auffangbehälter sind in Position gebracht und leer.			R	

Teil A - Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen

Flüssiges Massengut - Allgemein					
		Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
11	Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht.			R	
12	Landseitig wird ständig sichergestellt, dass ausgetretenes Produkt aufgefangen wird und Sammelbehälter vorhanden sind.			R	
13	Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gassammelleitungsanschlüsse des Schiffs sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.				
14	Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gassammelleitungsanschlüsse des Terminals sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.				
15	Alle Schau-, Peil- und Probenahmeöffnungen der Ladungs-, Ballast- und Bunkertanks wurden verschlossen und, wenn erforderlich, mit Flammenrückschlagsicherungen in guten Zustand gesichert.				
16	Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind, wenn nicht genutzt, geschlossen und sichtbar gesichert. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Ladungsleitungen sind entfernt.				
17.1	Alle Außentüren, Öffnungen und Fenster im Wohnbereich, der Storeräume sowie der Maschinenräume sind geschlossen. Maschinenraumentlüftungsklappen können offen sein.			R	
17.2	Die Flüssiggasanlage ist am Hauptabsperrventil abgesperrt.				
18	Die Notfall- und Brandschutzpläne des Schiffs sind vorhanden.				Ort:

Ist das Schiff mit einem Inertgassystem (IGS) ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Punkte physisch überprüft werden:

Inertgassystem					
		Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
19	Die Messausrüstungen für Druck und Sauerstoffgehalt des IGS sind in gutem Betriebszustand.			R	
20	Alle Ladetankatmosphären stehen unter Überdruck mit einem Sauerstoff-Volumengehalt von 8 % oder weniger.			P R	
20L	Alle inertisierten Tanks sind mit einem Warnhinweis markiert bzw. gekennzeichnet.				

Teil BA - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung

Teil BA - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung					
Flüssiges Massengut - Allgemein		Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
21	Das Schiff ist bereit, sich aus eigener Kraft zu verholen. Ein Binnentankschiff ohne eigenen Antrieb sollte in der Lage sein, sich kurzfristig mit Hilfe eines bestimmten Schleppers / Schubbootes bewegen zu lassen.			P R	
22	Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf dem Schiff und an Land.			R	
22L	Auf dem Schiff und an Land wurde ein Verantwortlicher für den geplanten Ladungsumschlag bestimmt.				
23	An Bord und an Land ist genug Personal vorhanden, um mit einer Notsituation fertig zu werden.			R	
24.1	Die Verfahren für Ladungs-, Bunker- und Ballastumschlag sind abgestimmt worden.			A R	
24.2	Der auslasseitige Druck der Ladungspumpe des Schiffs wird geregelt, um dem zulässigen Arbeitsdruck der Ausrüstungen des Terminals Rechnung zu tragen.			A R	
24.3	Der auslasseitige Druck der Ladungspumpe an Land wird geregelt, um dem zulässigen Arbeitsdruck der Ausrüstungen auf dem Schiff Rechnung zu tragen.			A R	
25	Das von Schiff und Landseite zu benutzende Notsignal- und Notstopverfahren sind erklärt und verstanden worden.			A	
26	Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) oder gleichwertige Unterlagen für die Ladungsübergabe sind, falls angefordert, ausgetauscht worden.			P R	
26L	Das Schiff ist für das zu ladende Produkt zugelassen.				
27	Die Gefahren im Zusammenhang mit giftigen Substanzen in der umzuschlagenden Ladung sind identifiziert und verstanden worden.				H ₂ S-Gehalt: Benzolgehalt:
28	Es wurde ein internationaler Feuerlösch-Landanschluss bereitgestellt, sofern dies gesetzlich gefordert ist.				
29	Das vereinbarte Tankentlüftungssystem wird benutzt.			A R	Methode:
30.1	Die Anforderungen für geschlossenen Betrieb sind abgestimmt worden.			R	
30.2	Der Gassammelleitungsanschluss des Schiffs wurde bei entsprechendem Erfordernis über eine Gassammelleitung mit dem Gassammelanschluss an Land verbunden.			R	

Teil BA - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung

Teil BA - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung					
Flüssiges Massengut - Allgemein		Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
30.3	Wenn ein Explosionsschutz gefordert ist, ist die Gassammelleitung mit einer Flammenrückschlagsicherung und/oder mit einer Detonationssicherung ausgerüstet.			R	
31	Der Betrieb der Überdruck- und Unterdruckventile wurde geprüft. Das liefernde Schiff bzw. die Landseite garantiert, dass die Pumpleistung nicht den maximal vereinbarten Arbeitsdruck überschreitet. Vereinbarte max. Pumpleistung: (m ³ /h) Vereinbarter max. Druck: (kPa)			R	
32	Wenn eine Gassammelleitung angeschlossen ist, wurden die Betriebsparameter vereinbart.			A R	
33	Unabhängige Hochalarmmelder und/oder Notabschalter, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet.			A R	
34	Ausreichende elektrische Isolierung ist an den Schiff/Land-Ladungs- und gegebenenfalls den Gassammelleitungsanschlüssen vorhanden. Die Isolierungen sind entweder an Bord oder an Land installiert: (bitte angeben, wo).			A R	
35	Landleitungen sind mit einem Rückschlagventil ausgestattet oder es wurden Verfahren besprochen, um einen Rückfluss zu vermeiden.			P R	
36	Regelungen und Vorschriften für das Rauchen werden eingehalten und wurden vereinbart.			A R	
37	Die Vorschriften für den Umgang mit offenem Licht werden eingehalten.			A R	
38	Anforderungen an tragbare elektronische Geräte (z. B. Kommunikationsgeräte) werden eingehalten.			A R	
39	Taschenlampen sind von einem genehmigten Typ.				
40	Fest eingebaute UKW/UHF-Sende-/Empfangsgeräte und Automatische Identifizierungssysteme (AIS) befinden sich im korrekten Strommodus oder sind abgeschaltet.				
41	Tragbare UKW/UHF-Sende-/Empfangsgeräte sind von einem genehmigten Typ.				
42	Die Haupt-Funksendeantennen des Schiffes sind geerdet, und die Radargeräte sind abgeschaltet.				

Teil BA - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung

Teil BA - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung					
Flüssiges Massengut - Allgemein		Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
43	Elektrokabel zu tragbaren elektrischen Geräten innerhalb der Gefahrenzone sind vom Netz getrennt.				
44	Fenster-Klimaanlagen sind vom Netz getrennt, wenn zutreffend.				
45	In den Wohnbereichen und/oder im Steuerhaus, sofern zutreffend, wird ein Überdruck aufrechterhalten.				
46	Es wurden Maßnahmen ergriffen, um eine ausreichende mechanische Belüftung im Pumpenraum, sofern zutreffend, sicherzustellen.			R	
47	Es gibt Vorkehrungen für eine Flucht im Notfall.				
48	Die Wetterbedingungen, maximalen Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind abgestimmt worden. Stoppen der Ladung bei: Abkoppeln bei: Verlassen des Liegeplatzes bei:			A	
49	Sicherheitsprotokolle wurden zwischen dem Sicherheitsoffizier des Schiffs und dem Sicherheitsoffizier der Hafenanlage vereinbart, falls zutreffend.			A	
50	Falls zutreffend, wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff von Land entweder für das Intertisieren oder Spülen von Schiffstanks oder für die Leitungsreinigung zum Schiff vereinbart.			A P	

Ist das Schiff mit einem Inertgassystem (IGS) ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Aussagen abgeklärt werden:

	Inertgassystem	Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
51	Das IGS ist voll funktionstüchtig und in gutem Betriebszustand.			P	
52	Decksverschlüsse oder Ähnliches befinden sich in gutem Betriebszustand.			R	
53	Die Flüssigkeitspegel in Rückschlagventilen gegen Druck/Vakuum sind korrekt, falls zutreffend.			R	
54	Die fest eingebauten und mobilen Sauerstoffanalysegeräte sind geeicht worden und funktionieren ordnungsgemäß.			R	
55	Alle einzelnen Inertgasventile der Tanks (falls montiert) sind ordnungsgemäß eingestellt und verschlossen.			R	
56	Alle für den Verladebetrieb zuständigen Mitarbeiter sind sich bewusst, dass bei Ausfall der Inertgasanlage der Löschbetrieb einzustellen und der Terminal zu benachrichtigen ist.				

Wenn das Schiff mit einem Rohölspülsystem ausgerüstet ist und beabsichtigt, eine Rohölspülung vorzunehmen, sind folgende Aussagen abzuklären:

	Rohölspülung	Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
57	nicht zutreffend				
58	nicht zutreffend				

Wenn das Schiff beabsichtigt, eine Tankreinigung am Liegeplatz vorzunehmen, sind die folgenden Aussagen abzuklären:

	Tankreinigung	Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
59	Während des Aufenthaltes des Schiffs am Liegeplatz sind Tankreinigungsaktivitäten geplant.	Ja/Nein*	Ja/Nein*		
60	Falls ja, sind die Verfahren und Genehmigungen für die Tankreinigung vereinbart worden.				
61	Es wurde die Genehmigung für eine Entgasung von der zuständigen Behörde erteilt.	Ja/Nein*	Ja/Nein*		

*Streichen Sie Ja oder Nein wie zutreffend

Teil 'C' Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung

Teil 'C' Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung					
	Flüssige Chemikalien als Massengut	Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
1	Es sind Material Sicherheitsdatenblätter vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.				
2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben.			P	
3	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für das umgeschlagene Produkt geeignet sind.				
4	Es wurden Gegenmaßnahmen gegen versehentlichen persönlichen Kontakt mit der Ladung vereinbart.				
5	Die Umschlagsquote ist kompatibel mit dem automatischen Abschaltssystem, falls eines benutzt wird.			A	
6	Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung.				
7	Tragbare Gasspürgeräte stehen ohne weiteres für die umgeschlagenen Produkte bereit.				
8	Es wurden Informationen zu Brandbekämpfungsausrüstungen und -verfahren ausgetauscht.				
9	Die Übergabeschläuche sind aus einem geeigneten Material und resistent gegenüber der Einwirkung der umgeschlagenen Produkte.				
10	Der Ladungsumschlag erfolgt mit dem fest eingebauten Rohrleitungssystem.			P	
11	Falls zutreffend, wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff von Land entweder für das Intertisieren oder Spülen von Schiffstanks oder für die Leitungsreinigung zum Schiff vereinbart.			A P	
12	Falls gefordert, steht ein Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks zur sofortigen Benutzung bereit.				

Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung

Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung					
	Flüssiggas als Massengut	Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
1	Es sind Materialsicherheitsdatenblätter vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.				
2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben.			P	
3	Das Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks steht zur sofortigen Benutzung bereit.				
4	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für die umgeschlagenen Produkte geeignet sind.				
5	Laderäume und Räume zwischen Barrieren sind, wie erforderlich, inertisiert oder mit trockener Luft gefüllt.				
6	Alle ferngesteuerten Ventile sind funktionstüchtig.				
7	Die erforderlichen Ladungspumpen und Kompressoren sind in gutem Zustand, und die maximalen Betriebsdrücke wurden zwischen Schiff und Land vereinbart.			A	
8	Die Wiederverflüssigungs- oder Verdampfungskontrolltechnik ist in gutem Zustand.				
9	Die Gasspürausrüstung ist ordnungsgemäß für die Ladung eingestellt, kalibriert, geprüft und inspiziert worden und ist in gutem Zustand.				
10	Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung.				
11	Die Notstoppsysteme wurden getestet und funktionieren ordnungsgemäß.				
12	Schiff und Land haben sich gegenseitig über die Schließgeschwindigkeit der Ventile, Automatikventile bzw. ähnlicher Vorrichtungen der Notstoppsysteme informiert.			A	Schiff: Land:
13	Zwischen Schiff und Land wurden Informationen über die maximalen/minimalen Temperaturen/Drücke der umzuschlagenden Ladung ausgetauscht.			A	
14	Die Ladetanks sind während des Ladungsumschlags jederzeit vor versehentlichem Überfüllen geschützt.				
15	Der Kompressorraum ist ordnungsgemäß belüftet, der Elektromotorenraum steht ordnungsgemäß unter Druck und das Alarmsystem funktioniert.				

Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung

Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung					
	Flüssiggas als Massengut	Schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
16	Die Überdruckventile sind korrekt eingestellt, und die tatsächlichen Einstellwerte der Überdruckventile werden deutlich und sichtbar angezeigt. (Einstellungen unten eintragen.)				
17	Die Betriebsparameter (Öffnungsdruck) der Druckventile (maximal zulässiger Einstelldruck der Sicherheitsventile) des Schiffs wurden berücksichtigt und vereinbart.				
18	Die (Hafen-)Behörden wurden, falls erforderlich, vor dem Ladungsumschlag informiert.			P	

Bemerkungen

Einstellungen der Ladeüberdruckventile:

ERKLÄRUNG

Wir, die Unterzeichneten, haben die obigen Punkte in Teil A und B sowie, wo zutreffend, in Teil C oder D gemäß den Anweisungen überprüft und uns vergewissert, dass die von uns vorgenommenen Einträge richtig sind.

Wir haben auch Vorkehrungen getroffen, um nach Erfordernis wiederholt Überprüfungen durchzuführen, und haben vereinbart, dass die in der Checkliste mit dem Codebuchstaben 'R' gekennzeichneten Punkte in Abständen von maximal Stunden erneut zu überprüfen sind.

Sollte sich nach unserer Kenntnis der Status einer Position ändern, werden wir die andere Partei unverzüglich informieren.

Binnenschiff	Landseitig
Name:	Name:
Rang:	Position bzw. Titel:
Unterschrift:	Unterschrift:
Datum:	Datum:
Uhrzeit:	Uhrzeit:

Nachweis der wiederholten Überprüfungen:

Datum:								
Uhrzeit:								
Kürzel für Schiffsseite:								
Kürzel für Landseite:								

SICHERHEITSCHECKLISTE SEESCHIFF* - BINNENTANKSCHIFF* / BINNENTANKSCHIFF

Name des See*- /Binnen* - Tankschiffs 1:

Ankunftsdatum: **Ankunftszeit:**

Name des Binnentankschiffs 2:

Ankunftsdatum: **Ankunftszeit:**

Ort: **Hafen:**

* Nichtzutreffendes streichen

Teil A - Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen							
REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiges Massengut - Allgemein		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
	1	Es besteht ein sicherer Zugang zwischen dem (Seeschiff-) Tankschiff und dem Binnentankschiff.				R	
L	L1	Die Befenderung wird als zufriedenstellend beurteilt. Die Fenderausrüstungen sind in Ordnung.				R	
B 3	2	Das Schiff ist unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen sicher festgemacht.				R	
B 11	3	Das vereinbarte Kommunikationssystem zwischen den Schiffen ist betriebsbereit.				A R	UKW Kanal: Kommunikationssystem: Reservesystem:
L	4	Das Notschleppgeschirr ist ordnungsgemäß ausgelegt und positioniert, sofern vom Terminal gefordert.				R	
B 14	5	Die Feuerlöschschläuche und Brandbekämpfungsausrüstung des Schiffs sind in Position gebracht und bereit zum sofortigen Einsatz.				R	
B 6.1	7	Die Umschlagsschläuche des Schiffs, die Rohrleitungen und Übergabeleitungen (Manifold) sind in gutem Zustand, ordnungsgemäß angebracht und für den beabsichtigten Einsatz angemessen und geeignet.				R	
B 6.1	7.1	Alle Reduzierstücke sind zugelassen und mit den Ladungsleitungen und der Art der Ladung kompatibel.					
B 6.2	7.2	Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.					
B 6.3	7.3	Alle Flanschbolzen sind ordnungsgemäß angezogen.					
B 6.4	7.4	Die Schläuche haben genug Platz zur freien Bewegung.					
B 14	7.5	Alle Ventile sind überprüft und in der richtigen Stellung.					
B 5	7.6	Der Umschlagsbereich und die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend beleuchtet.					
	8	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					

Teil A - Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen							
REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiges Massengut - Allgemein		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	9	Das Ladungsumschlagsystem ist ausreichend isoliert und entleert, um das sichere Entfernen der Blindflansche vor dem Anschließen zu ermöglichen.					
B 8	10	Speigatte und Stofffänger an Bord sind wirksam verschlossen, und Auffangbehälter sind in Position gebracht und leer.				R	
L	11	Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht.				R	
	12	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					
B 7	13	Die nicht genutzten Lade-. Bunker-/ Gaspendelleitungsanschlüsse des Schiffs sind ordnungsgemäß gesichert.					
	14	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					
B 18	15	Falls gefordert wurden alle Schau-, Peil- und Probenahmeöffnungen verschlossen oder mit einer sich in gutem Zustand befindenden Flammenrückschlagsicherung geschützt.					
B 9	16	Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind, wenn nicht genutzt, geschlossen und sichtbar gesichert. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Ladungsleitungen sind entfernt.					
B 14	17.1	Alle Außentüren, Öffnungen und Fenster im Wohnbereich, der Storeräume sowie der Maschinenräume sind geschlossen. Maschinenraumventilationsklappen können offen sein.				R	
	17.2	Die Flüssiggasanlage ist am Hauptabsperrventil abgesperrt.					
L	18	Die Notfall- und Brandschutzpläne des Schiffs sind vorhanden.					Ort:

Ist das Schiff (bzw. sind die Schiffe) mit einem Inertgassystem (IGS) ausgerüstet bzw. muss es (müssen sie) damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Punkte physisch überprüft werden:

REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Inertgassystem		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	19	Die Aufzeichnungsgeräte der Messausrüstungen für Druck und Sauerstoffgehalt des IGS sind in gutem Betriebszustand.				R	
L	20	Alle Ladetankatmosphären stehen unter Überdruck mit einem Sauerstoff-Volumengehalt von 8% oder weniger.				P R	
L	20L	Alle inertisierten Tanks sind mit einem Warnhinweis markiert bzw. gekennzeichnet.					

Teil B - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung

REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiges Massengut - Allgemein		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	21	Die Schiffe sind bereit, sich aus eigener Kraft zu verholen. Ein Binnentankschiff ohne eigenen Antrieb sollte in der Lage sein, sich kurzfristig mit Hilfe eines bestimmten Schleppers / Schubbootes bewegen zu lassen.				P R	
B 10	22	Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf beiden Schiffen.				R	
L	22L	Auf jedem Schiff wurde ein Verantwortlicher für den geplanten Ladungsumschlag bestimmt.					
L	23	An Bord beider Schiffe ist genug Personal vorhanden, um mit einer Notsituation fertig zu werden.				R	
B 15.1	24.1	Die Verfahren für Ladungs-, Bunker- und Ballastumschlag sind abgestimmt worden.				A R	

Teil B - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung							
REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiges Massengut - Allgemein		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
B 15.2	24.2	Der auslassseitige Druck der Ladungspumpe des anderen Schiffs wird geregelt, um dem zulässigen Arbeitsdruck der Ausrüstungen an Bord des Schiffs Rechnung zu tragen.				A R	
B 13	25	Die von beiden Schiffen zu benutzenden Notsignal- und Notstopverfahren sind erklärt und verstanden worden.				A	
B 2	26	Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) oder gleichwertige Unterlagen für die Ladungsübergabe sind, falls angefordert, ausgetauscht worden.				P + R	
B1	26L	Das Schiff ist für das zu ladende Produkt zugelassen.					
L	27	Die Gefahren im Zusammenhang mit giftigen Substanzen in der umzuschlagenden Ladung sind identifiziert und verstanden worden.					H ₂ S-Gehalt: Benzolgehalt:
	28	Es steht ein internationaler Feuerlösch-Landanschluss zur Verfügung.					
L	29	Das vereinbarte Tankentlüftungssystem wird benutzt.				A R	Methode:
	30.1	Die Anforderungen für geschlossenen Betrieb sind abgestimmt worden.				R	
B 12.1	30.2	Die Gaspendelleitung ist über entsprechende Leitungen mit der Gaspendelleitung des anderen Tankers verbunden, sofern dies gefordert ist				R	
B 12.3	30.3	Wenn Explosionsschutz gefordert ist, ist die Gaspendelleitung mit einer Flammenrückschlagsicherung und/oder mit einer Detonationssicherung ausgerüstet.				R	
B 12.2	31	Der Betrieb des Überdruck- und Unterdruckventile wurde geprüft. Das liefernde Schiff garantiert, dass die Pumpleistung nicht den maximal vereinbarten Arbeitsdruck überschreitet.				R	Vereinbarte max. Pumpleistung: (m ³ /h) Vereinbarter max. Druck: (kPa)
L	32	Wenn eine Gaspendelleitung angeschlossen ist, wurden die Betriebsparameter vereinbart.				A R	
B 16+17	33	Unabhängige Hochalarmmelder und/oder Notabschalter, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet.				A R	

Teil B - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung							
REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiges Massengut - Allgemein		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	34	Ausreichende elektrische Isolierung ist an den Schiff/Schiff-Ladungs- und (gegebenenfalls) den Gaspendelleitungsanschlüssen vorhanden. Die Isolierung ist nur an Bord (Name des Schiffs) installiert.				A R	
	35	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					
B 14	36	Regelungen und Vorschriften für das Rauchen werden eingehalten und wurden vereinbart.				A R	
B 14	37	Die Vorschriften für den Umgang mit offenem Licht werden eingehalten.				A R	
L	38	Anforderungen an tragbare elektronische Geräte (z. B. Kommunikationsgeräte) werden eingehalten.				A R	
L	39	Taschenlampen sind von einem genehmigten Typ.					
L	40	Fest eingebaute UKW/UHF-Sende-/Empfangsgeräte und AIS befinden sich im korrekten Strommodus oder sind abgeschaltet.					
L	41	Tragbare UKW/UHF-Sende-/Empfangsgeräte sind von einem genehmigten Typ.					
B 14	42	Die Haupt-Funksendeantennen der Schiffe sind geerdet, und die Radargeräte sind abgeschaltet.					
B 14	43	Elektrokabel zu tragbaren elektrischen Geräten innerhalb der Gefahrenzone sind vom Netz getrennt.					
L	44	Fenster-Klimaanlagen sind vom Netz getrennt, wenn zutreffend.					
L	45	In den Wohnbereichen und/oder im Steuerhaus, sofern zutreffend, wird ein Überdruck aufrechterhalten.					
L	46	Es wurden Maßnahmen ergriffen, um eine ausreichende mechanische Belüftung im Pumpenraum, sofern zutreffend, sicherzustellen.				R	
B 4	47	Es gibt Vorkehrungen für eine Flucht bzw. sind die Vorrichtungen für die Aufnahme von Personen im Notfall einsatzbereit.					

Teil B - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung							
REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiges Massengut - Allgemein		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	48	Die Wetterbedingungen, maximalen Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind abgestimmt worden. Stoppen der Ladung bei: Abkoppeln bei: Verlassen des Liegeplatzes bei:				A	
L	49	Sicherheitsprotokolle wurden, sofern zutreffend, zwischen den Sicherheitsverantwortlichen/-offizieren der Schiffe vereinbart.				A	
L	49L	Sicherheitsprotokolle wurden für die Besatzung des einen Schiffs für das Betreten des anderen Schiffs vereinbart. Das Sicherheitsprotokoll für das zu betretende Schiff befindet sich:					
L	50	Falls zutreffend, wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff entweder für das Inertisieren oder Spülen von Schiffstanks oder für das Spülen von Leitungen vereinbart.				A P	

Teil B - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung

Ist das Schiff (Sind die Schiffe) mit einem Inertgassystem (IGS) ausgerüstet bzw. muss es (müssen sie) damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Aussagen abgeklärt werden:

REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Inertgassystem		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	51	Das IGS ist, sofern zutreffend, voll funktionstüchtig und in gutem Betriebszustand.				P	
L	52	Decksverschlüsse oder Ähnliches, sofern zutreffend, befinden sich in gutem Betriebszustand.				R	
L	53	Die Flüssigkeitspegel in Rückschlagventilen gegen Druck/Vakuum sind korrekt, falls zutreffend.				R	
L	54	Die fest eingebauten und mobilen Sauerstoffanalysegeräte sind geeicht worden und funktionieren ordnungsgemäß.				R	
L	55	Alle einzelnen Inertgasventile der Tanks (falls montiert) sind ordnungsgemäß eingestellt und verschlossen.				R	
L	56	Alle für den Verladebetrieb zuständigen Mitarbeiter sind sich bewusst, dass bei Ausfall der Inertgasanlage der Löschbetrieb einzustellen und das andere Schiff zu benachrichtigen ist.					

Wenn das Schiff mit einem Rohölspülsystem ausgerüstet ist und beabsichtigt, eine Rohölspülung vorzunehmen, sind folgende Aussagen abzuklären:

REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Rohölspülung		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	57	nicht zutreffend					
L	58	nicht zutreffend					

Teil B - Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung

Wenn das Schiff beabsichtigt, eine Tankreinigung am Liegeplatz vorzunehmen, sind die folgenden Aussagen abzuklären:

REGIONALE GESETZGEBUNG		Tankreinigung	SEE-SCHIFF	BINNEN-TANK-SCHIFF 1	BINNEN-TANK-SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	59	Während des Aufenthaltes des Schiffs längsseits des anderen Schiffs sind Tankreinigungsaktivitäten.	JA NEIN*	JA NEIN*	JA NEIN*		
L	60	Falls ja, sind die Verfahren und Genehmigungen für die Tankreinigung vereinbart worden.					
L	61	Es wurde die Genehmigung für eine Entgasung von der zuständigen Behörde erteilt.	JA NEIN*	JA NEIN*	JA NEIN*		

*Streichen Sie Ja oder Nein wie zutreffend

Teil C - Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung

REGIONALE GESETZGEBUNG		Flüssige Chemikalien als Massengut	SEE-SCHIFF	BINNEN-TANK-SCHIFF 1	BINNEN-TANK-SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	1	Es sind Material Sicherheitsdatenblätter vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.					
L	2	Es wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers, falls zutreffend, übergeben.				P	
L	3	Es stehen, sofern zutreffend, ausreichende Schutzkleidungen und Schutzausrüstungen (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für das umgeschlagene Produkt geeignet sind.					
L	4	Es wurden Gegenmaßnahmen gegen versehentlichen persönlichen Kontakt mit der Ladung vereinbart.					
L	5	Die Umschlagsquote ist kompatibel mit dem automatischen Abschaltssystem, falls eines benutzt wird.				A	

Teil C - Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung							
REGIONALE GESETZ-GEBUNG	Flüssige Chemikalien als Massengut		SEE-SCHIFF	BINNEN-TANK-SCHIFF 1	BINNEN-TANK-SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	6	Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung.					
L	7	Tragbare Gasspürgeräte stehen ohne weiteres für die umgeschlagenen Produkte bereit.					
L	8	Es wurden Informationen zu Brandbekämpfungsausrüstungen und -verfahren ausgetauscht.					
L	9	Die Übergabeschläuche sind aus einem geeigneten Material und resistent gegenüber der Einwirkung der umgeschlagenen Produkte.					
L	10	Der Ladungsumschlag erfolgt mit dem fest eingebauten Rohrleitungssystem.				P	
	11	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					
L	12	Falls gefordert, steht ein Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks zur sofortigen Benutzung bereit.					

Teil D - Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung							
REGIONALE GESETZ-GEBUNG	Flüssiggas als Massengut		SEE-SCHIFF	BINNEN-TANK-SCHIFF 1	BINNEN-TANK-SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	1	Es sind Material Sicherheitsdatenblätter vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.					
L	2	Es wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers, falls zutreffend, übergeben.				P	
L	3	Das Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks steht zur sofortigen Benutzung bereit.					
L	4	Es stehen, sofern zutreffend, ausreichende Schutzkleidungen und Schutzausrüstungen (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für die umgeschlagenen Produkte geeignet sind.					

Teil D - Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung							
REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiggas als Massengut		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	5	Laderäume und Räume zwischen Barrieren sind, wie erforderlich, inertisiert oder mit trockener Luft gefüllt.					
L	6	Alle ferngesteuerten Ventile sind funktionstüchtig.					
L	7	Die erforderlichen Ladungspumpen und Kompressoren sind in gutem Zustand, und die maximalen Betriebsdrücke wurden zwischen den Schiffen vereinbart.				A	
L	8	Die Wiederverflüssigungs- oder Verdampfungskontrolltechnik, sofern zutreffend, ist in gutem Zustand.					
L	9	Die Gasspürausrüstung ist ordnungsgemäß für die Ladung eingestellt, kalibriert, geprüft und inspiziert worden und ist in gutem Zustand.					
L	10	Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung.					
L	11	Die Notstoppsysteme wurden getestet und funktionieren ordnungsgemäß.					
L	12	Beide Schiffe haben sich gegenseitig über die Schließgeschwindigkeit der Ventile, Automatikventile bzw. ähnlicher Vorrichtungen der Notstoppsysteme informiert.				A	Schiff 1: Schiff 2:
L	13	Zwischen den Schiffen wurden Informationen über die maximalen/minimalen Temperaturen/Drücke der umzuschlagenden Ladung ausgetauscht.				A	
L	14	Die Ladetanks sind während des Ladungsumschlags jederzeit vor versehentlichem Überfüllen geschützt.					
L	15	Der Kompressorraum, sofern zutreffend, ist ordnungsgemäß belüftet, der Elektromotorenraum steht ordnungsgemäß unter Druck und das Alarmsystem funktioniert.					
L	16	Die Überdruckventile sind korrekt eingestellt, und die tatsächlichen Einstellwerte der Überdruckventile werden deutlich und sichtbar angezeigt. (Einstellungen unten eintragen).					
L	17	Die Betriebsparameter (Öffnungsdruck) der Druckventile (maximal zulässiger Einstelldruck der Sicherheitsventile) beider Schiffe wurden berücksichtigt und vereinbart.					

Teil D - Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung							
REGIONALE GESETZ- GEBUNG	Flüssiggas als Massengut		SEE- SCHIFF	BINNEN- TANK- SCHIFF 1	BINNEN- TANK- SCHIFF 2	Code	Bemerkungen
L	18	Die (Hafen-)Behörden wurden, falls erforderlich, vor dem Ladungsumschlag informiert.				P	
L	19	Sofern von den (Hafen-)Behörden gefordert, wurde ein externer Koordinator benannt und befindet sich als verantwortlicher Koordinator für den geplanten Ladungsumschlag zwischen den Schiffen an Bord.				P	Name des externen Koordinators: Reederei:

Bemerkungen
Einstellungen Überdruckventile:

ERKLÄRUNG

Wir, die Unterzeichneten, haben die obigen Punkte in Teil A und B sowie, wo zutreffend, in Teil C oder D gemäß den Anweisungen überprüft und uns vergewissert, dass die von uns vorgenommenen Einträge richtig sind.

Wir haben auch Vorkehrungen getroffen, um nach Erfordernis wiederholt Überprüfungen durchzuführen, und haben vereinbart, dass die in der Checkliste mit dem Codebuchstaben 'R' gekennzeichneten Punkte in Abständen von maximal Stunden erneut zu überprüfen sind.

Sollte sich nach unserer Kenntnis der Status einer Position ändern, werden wir die andere Partei unverzüglich informieren.

See-* / Binnen-* Tankschiff 1	Binnentankschiff 2
Name:	Name:
Rang:	Rang:
Unterschrift:	Unterschrift:
Datum:	Datum:
Uhrzeit:	Uhrzeit:

Nachweis der wiederholten Überprüfungen:

Datum:								
Uhrzeit:								
Kürzel für See*-/ Binnen- * Tankschiff 1:								
Kürzel für Binnentankschiff 2:								

* Nichtzutreffendes streichen

CHECKLISTE FÜR DIE ENTSORGUNG GEFÄHRLICHER STOFFE

Name des Seeschiffs:

Name des Tankschiffs:

Name des Empfängerterminals:

Hafen: Liegeplatz:

Datum der Entsorgung: Ankunftszeit des Tankschiffs:

Entsorgung von:	Menge (m ³)	UN-Nr.	Gefährliche Inhaltsstoffe	Klasse	Gesetzlicher Abfallcode	Bemerkungen
BILGENWASSER						
ALTÖL MASCHINENRAUM						
WASCH-/SCHMUTZWASSER						
VERSCHMUTZTES BALLASTWASSER						
SONSTIGES						

Betriebliche Absprachen						
Flüssigabfälle:	Tank Nr. Tankschiff	Tank Nr. Terminal	Verfügbare Tankkapazität (m ³)	Max. Pumpleistung in m ³ /h	Max. Druck (kPa)	Bemerkungen
BILGENWASSER						
ALTÖL MASCHINENRAUM						
WASCH-/SCHMUTZWASSER						
VERSCHMUTZTES BALLASTWASSER						
SONSTIGES						

In Verbindung mit entweder Anhang 1 Sicherheitscheckliste Schiff/Land oder Anhang 2 Sicherheitscheckliste Seeschiff - Binnentankschiff / Binnentankschiff zu verwenden

CHECKLISTE FÜR DIE ENTSORGUNG UNGEFÄHRLICHER STOFFE

Name des Seeschiffs:

Name des Schiffs:

Name des Empfängerterminals:

Hafen: Liegeplatz:

Datum der Entsorgung: Ankunftszeit des Tankschiffs:

Entsorgung von:	Menge (m³)	Spezifikation	Gesetzlicher Code	Bemerkungen
BILGENWASSER				
ALTÖL MASCHINENRAUM				
WASCH-/SCHMUTZWASSER				
VERSCHMUTZTES BALLASTWASSER				
SONSTIGES				

Betriebliche Absprachen						
Flüssigabfälle:	Tank Nr. Tankschiff	Tank Nr. Terminal	Verfügbare Tankkapazität (m³)	Max. Pumpleistung in m³/h	Max. Druck (kPa)	Bemerkungen
BILGENWASSER						
ALTÖL MASCHINENRAUM						
WASCH-/SCHMUTZWASSER						
VERSCHMUTZTES BALLASTWASSER						
SONSTIGES						

ISGINTT Nr.		Schiff	Empfänger-schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
1	Es besteht ein sicherer Zugang zwischen den zwei Schiffen und der Landseite.				R	
L1	Die Befederung wird als zufriedenstellend beurteilt. Die Fenderausrüstungen sind in Ordnung.				R	
2	Das Schiff ist unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen sicher festgemacht.				R	
3	Die vereinbarte Kommunikation zwischen Schiff/Land ist betriebsbereit.				A + R	
9	Das Ladungsumschlagsystem ist ausreichend isoliert und entleert, um das sichere Entfernen der Blindflansche vor dem Anschließen zu ermöglichen.					
10	Speigatte und Stofffänger sind wirksam verschlossen, und Auffangbehälter sind in Position gebracht und leer.				R	
11	Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht.				R	
13	Die nicht genutzten Lade- und Bunkeranschlüsse des Schiffs sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.					
14	Die nicht genutzten Lade- und Bunker-/Gaspendelleitungsanschlüsse des Terminals sind ordnungsgemäß gesichert.					
16	Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind, wenn nicht genutzt, geschlossen und sichtbar gesichert. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Ladungsleitungen sind entfernt.					
22	Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf dem Schiff und an Land.				R	
23	An Bord und an Land ist genug Personal vorhanden, um mit einer Notsituation fertig zu werden.				R	
25	Das von den Schiffen und/oder der Landseite zu benutzende Notsignal- und Notstopverfahren ist erklärt und verstanden worden.				A	
26L	Das Schiff ist für den zu transportierenden flüssigen Abfall zugelassen.					
33	Unabhängige Hochalarmmelder und/oder Notabschalter, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet.				A + R	
36	Regelungen und Vorschriften für das Rauchen werden eingehalten und wurden vereinbart. An Bord der Tankschiffe ist Rauchen nicht gestattet.				A + R	

ISGINTT Nr.		Schiff	Empfänger- schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
48	Die Wetterbedingungen, maximalen Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind abgestimmt worden. Stoppen der Ladung bei: Abkoppeln bei: Verlassen des Liegeplatzes bei:				A	
59	Während des Aufenthaltes des Schiffs am Liegeplatz sind Tankreinigungsaktivitäten geplant.	Ja / Nein	Ja / Nein	Ja / Nein		
60	Falls ja, sind die Verfahren und Genehmigungen für die Tankreinigung vereinbart worden.					
C 9	Übergabeschläuche und -dichtungen bestehen aus einem geeigneten Material, sind gegenüber dem umzuschlagenden flüssigen Abfall beständig und sind ordnungsgemäß befestigt.					
legal	Die Verfahren für die Entsorgung wurden vereinbart und entsprechen der örtlichen Gesetzgebung.					

*Geprüft, ausgefüllt und unterzeichnet
Seeschiff / Tankschiff*

*Geprüft, ausgefüllt und unterzeichnet
Tankschiff / Terminal*

Name:

Name:

Rang:

Rang:

Unterschrift:

Unterschrift:

Datum:

Datum:

Uhrzeit:

Uhrzeit:

SICHERHEITSCHECKLISTE BUNKERUNG FÜR DIE BUNKERLIEFERUNG AN BINNENSCHIFFE

Hafen / Fahrt bei (*)		Datum	
Uhrzeit Ankoppelung		Uhrzeit Pumpbeginn	
Uhrzeit Abkoppelung		Uhrzeit Pumpende	

Nummer des Bunkertanks	1	2	3	4	5
Güte					
Tankkapazität (bei 97%)	L	L	L	L	L
Inhalt des Tanks vor Bunkerung	- L	- L	- L	- L	- L
Verfügbare Kapazität für Bunkerung	L	L	L	L	L
Vereinbarte Bunkermenge	L	L	L	L	L
Pumpgeschw. bei Start in: l/min m ³ /h t/h (*)					
Max. Pumpgeschw. in: l/min m ³ /h t/h (*)					
Name des Verantwortlichen bei Übernahmeoperationen					
Name des Verantwortlichen bei Übergabeoperationen					
Bunkertankinhalte während der Operationen in folgenden Intervallen überprüft:	alle Minuten				



		Ja	Nein
1 (*)	Ist das Empfängerschiff sicher festgemacht und ist eine ausreichende Befederung vorhanden?		
2 (*)	Ist das übergebende Schiff sicher festgemacht und ist eine ausreichende Befederung vorhanden?		
3 (*)	Wurde eine Fahrgeschwindigkeit vereinbart, wenn die Bunkerung während der Fahrt erfolgen soll?		
4	Befinden sich alle Bunkerschläuche in gutem Zustand und sind sie für den beabsichtigten Einsatz geeignet?		
5	Wurde zwischen beiden Parteien eine effektive Kommunikation eingerichtet?		
6	Befindet sich auf beiden Schiffen eine effektive Wache?		
7	Ist eine ausreichende Beleuchtung zur Überwachung der Lieferung vorhanden?		
8	Werden Vorschriften zu Rauchverboten und Verboten von offenem Licht befolgt?		
9	Wurde ein Notstopverfahren vereinbart?		
10 (**)	Wird ein System zum Schutz der Überfüllung der Bunker verwendet?		
11 (*)	Wurde die Fülleitung ordnungsgemäß angeschlossen und auf Dichtigkeit überprüft?		
12 (*)	Ist im Fall der Verwendung einer Düse, die sich nicht vollständig anschließen lässt, diese Düse weit genug in die Öffnung der Fülleitung eingeführt und der Schlauch sicher am Empfängerschiff befestigt?		
13	Sind die Bunkerschläuche im Rahmen ihrer Grenzwerte für Verdrehen und Zug befestigt und liegt der Biegeradius der Schläuche über ihrem Minimum?		
14 (*)	Wurden Vorkehrungen zum Auffangen von ausgetretenem Produkt getroffen? (Auffangbehälter, Speigattverschlüsse, Spillrand usw.)		
15	Stehen Reinigungs-ausrüstungen zur Verfügung?		

Durch Ankreuzen oder Abzeichnen der entsprechenden Kästchen und Unterzeichnen dieser Checkliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe erklären Sie Ihre Zustimmung zu den Pflichten.

Übernehmendes Schiff		Übergebende Bunkerpier/ -station / übergebendes Schiff / Fahrzeug (*)	
Name des Schiffsführers		Name des Vertreters	
Unterschrift		Unterschrift	

(*) = Nichtzutreffendes streichen (**) = Zwingend vorgeschrieben, wenn vorhanden L = Liter
 Generell gilt: eine Bunkerung kann nur erfolgen, wenn die Fragen 4 bis 9, 13 und 15 mit Ja beantwortet wurden.

SICHERHEITSCHECKLISTE BUNKERUNG FÜR DIE BUNKERLIEFERUNG AN SEESCHIFFE

(Kapitel 25.4.3 ISGOTT)

Hafen: Datum:

Schiff: Binnenschiff:

Kapitän: Schiffsführer:

1. Bunker für die Übergabe

Güte	Tonnen	Volumen bei Ladetemperatur	Ladetemperatur	Maximale Übergabegeschwindigkeit	Maximaler Leitungsdruck
Heizöl					
Gasöl / Diesel					
Schmieröl als Massengut					

2. Zu beladende Bunkertanks

Tank Nr.	Güte	Volumen des Tanks in %	Ölvolumen in Tank vor dem Beladen	Verfügbares Volumen	Zu verladendes Volumen	Gesamt-volumen Güte

3. Kontrollen seitens des Binnenschiffs vor dem Anlegen

Bunkerung	Schiff	Binnenschiff	Code	Bemerkungen
1. Das Binnenschiff hat die notwendigen Genehmigungen eingeholt, um längsseits des zu übernehmenden Schiffs zu gehen.				
2. Die Fender wurden kontrolliert, sind in gutem Zustand und ein Metall-Metall-Kontakt ist ausgeschlossen.			R	
3. Für den Binnenschiff-Seeschiffs-Anschluss sind ausreichende Mittel zur elektrischen Isolierung vorhanden. (34)				
4. Alle Bunkerschläuche sind in gutem Zustand und für den beabsichtigten Einsatz geeignet. (7)				

4. Kontrollen vor Übergabe (Fortsetzung)

Bunkerung	Schiff	Binnen- schiff	Code	Bemerkungen
5. Das Binnenschiff ist sicher festgemacht. (2)				
6. Es gibt einen sicheren Zugang zwischen Seeschiff und Binnenschiff. (1)				
7. Zwischen den verantwortlichen Offizieren wurde eine effektive Kommunikation eingerichtet. (3)			A R	(UKW/UHF Kanal ...). Primärsystem: Reservesystem: Notstoppsignal:
8. An Bord des Binnenschiffs und des bebunkerten Seeschiffs gibt es eine wirksame Wache. (22)				
9. Die Feuerlöschschläuche und Brandbekämpfungsausrüstungen an Bord des Binnenschiffs und des Seeschiffs sind bereit zum sofortigen Einsatz. (5)				
10. Alle Speigatte sind wirksam verschlossen. Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht. Auffangbehälter sind auf den Decks um Anschlüsse und Bunkertankentlüftungen in Position gebracht. (10) (11)			R	
11. Die Leitungsanordnung zu Beginn wurde kontrolliert und nicht genutzte Bunkeranschlüsse sind blindgesetzt und vollständig verschraubt. (13)				
12. Der Übergabeschlauch ist ordnungsgemäß befestigt, vollständig verschraubt und mit den Sammelleitungen des Seeschiffs und des Binnenschiffs gesichert. (7)				
13. Die an das Ladesystem angeschlossenen Außenbordventile, die Bilgen des Maschinenraums und Bunkerleitungen sind verschlossen und abgedichtet. (16)				
14. Die Lukendeckel aller Lade- und Bunkertanks sind geschlossen. (15)				
15. Die Bunkertankinhalte werden in regelmäßigen Abständen kontrolliert.			A R	in Abständen nicht über Minuten
16. Es stehen Reinigungsmaterialien zur Aufnahme von verschüttetem bzw. ausgetretenem Öl zum sofortigen Einsatz bereit.				
17. Die Haupt-Funksendeantennen sind geerdet, und die Radargeräte sind abgeschaltet (42)				
18. Fest eingebaute UKW/UHF-Sende-/Empfangsgeräte und AIS-Geräte befinden sich im korrekten Strommodus oder sind abgeschaltet. (40)				

Bunkerung	Schiff	Binnen- schiff	Code	Bemerkungen
19. Raucherbereiche sind ausgewiesen, und Rauchverbote werden eingehalten. (36)			A R	Ausgewiesene Raucherbereiche Schiff: Binnenschiff:
20. Vorschriften für den Umgang mit offenem Licht werden eingehalten. (37)			R	
21. Alle Außentüren und Öffnungen im Wohnbereich sind geschlossen. (17)			R	
22. Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) für die Bunkerübergabe sind, falls angefordert, ausgetauscht worden. (26)			R	
23. Die Gefahren im Zusammenhang mit giftigen Substanzen in den umzuschlagenden Bunkern sind identifiziert und verstanden worden. (27)			R	H ₂ S-Gehalt ... Benzolgehalt ...

ERKLÄRUNG

Wir haben - gegebenenfalls gemeinsam - die Positionen der Checkliste gemäß den Hinweisen geprüft und uns selbst davon überzeugt, dass die von uns vorgenommenen Einträge nach unserem besten Wissen der Richtigkeit entsprechen.

Wir haben auch Vorkehrungen getroffen, um nach Erfordernis wiederholt Überprüfungen durchzuführen, und haben vereinbart, dass die in der Checkliste mit dem Codebuchstaben 'R' gekennzeichneten Punkte in Abständen von maximal Stunden.

Sollte sich nach unserer Kenntnis der Status einer Position ändern, werden wir die andere Partei unverzüglich informieren.

Schiff	Binnenschiff
Name:	Name:
Rang:	Position bzw. Titel:
Unterschrift:	Unterschrift:
Datum:	Datum:
Uhrzeit:	Uhrzeit:

Nachweis der wiederholten Überprüfungen:

Datum:								
Uhrzeit:								
Kürzel für Seeschiff:								
Kürzel für Binnenschiff:								

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN

Codierung der Positionen

Die Buchstaben 'A', 'P' bzw. 'R' in der Spalte 'Code' bedeuten:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| A ('Agreement' - Vereinbarung). | Hier wird auf eine Vereinbarung bzw. ein Verfahren verwiesen, die in der Spalte 'Bemerkungen' der Checkliste angegeben bzw. auf eine andere beiderseitig annehmbare Form mitgeteilt werden sollten. |
| P ('Permission' - Genehmigung). | Im Fall einer negativen Beantwortung der Aussagen mit dem Buchstaben 'P' sollten die Vorgänge nicht ohne die schriftliche Genehmigung der entsprechenden Behörde ausgeführt werden. |
| R ('Re-check' - Wiederholte Prüfung). | Hier wird auf Positionen verwiesen, die in entsprechenden zeitlichen Abständen gemäß der Vereinbarung zwischen beiden Parteien in den in der Deklaration angegebenen Zeiträumen erneut zu überprüfen sind. |

Die gemeinsame Erklärung sollte erst dann unterzeichnet werden, wenn beide Parteien die ihnen zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bzw. Haftungsumfänge geprüft und akzeptiert haben.

Die Nummern und Buchstaben in der ersten Spalte verweisen auf Folgendes:

- | | |
|---|--|
| Nummer: | Diese Nummer weist darauf hin, dass die betreffende Bestimmung auf den Empfehlungen von ISGOTT/ISGINTT beruht. Die Nummer verweist auf die entsprechende Position in der ISGOTT-Checkliste. |
| B-Nummer | Diese "B"-Nummer verweist darauf, dass die betreffende Bestimmung auf ADN (dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen) bezüglich der Übergabe der Ladung von Schiff auf Land beruht. Die "B"-Nummer verweist auf die entsprechende Position in der ADN-Checkliste. |
| L ("Legislation - Gesetzgebung") | Hier wird darauf hingewiesen, dass sich die betreffenden Bestimmungen auf die regionale Gesetzgebung und/oder Auflagen bzw. Forderungen beziehen. |

Checklisten

- 1 Sicherheitscheckliste Schiff/Land (Anhang 1)
- 2 Sicherheitscheckliste Seeschiff - Binnentankschiff / Binnentankschiff (Anhang 2)
- 3 Checkliste für die Entsorgung gefährlicher Stoffe (Anhang 3)
- 4 Checkliste für die Entsorgung ungefährlicher Stoffe (Anhang 4)

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN		Anhang			
	Teil 'A' - Flüssige Produkte Allgemein - Physische Überprüfungen	1	2	3	4
1	<p>Es besteht ein sicherer Zugang zwischen Schiff(en) und/oder Land.</p> <p>Der Zugang sollte sich so weit wie praktisch möglich von den Sammelleitungen entfernt befinden.</p> <p>Die Zugangsmittel zum Schiff sollten sicher sein und können aus einem geeigneten Landgangssteg oder einer Fallreepstreppe mit daran angebrachtem, ordnungsgemäß gesicherten Sicherheitsnetzen, sofern praktisch möglich, bestehen.</p> <p>Besondere Aufmerksamkeit ist dem sicheren Zugang zu widmen, wo ein großer Höhenunterschied zwischen dem Zugangspunkt auf dem Schiff und dem Pier oder dem Kai besteht oder sich ergeben könnte.</p> <p>Stehen keine Zugangseinrichtungen des Terminals zur Verfügung und wird ein Landgangssteg des Schiffs verwendet, sollte am Liegeplatz eine ausreichende Plattformfläche vorhanden sein, um eine ausreichend große freie Lauffläche für den Landgangssteg zu gewährleisten und somit bei allen Gezeitenständen und Änderungen am Freibord des Schiffs einen sicheren und bequemen Zugang zum Schiff aufrechtzuerhalten.</p> <p>In der Nähe des Zugangs an Land sollte der Terminal geeignete Rettungsausrüstungen bereitstellen. An Bord des Schiffs und vorzugsweise in der Nähe des Landgangsstegs oder der Fallreepstreppe sollte ein Rettungsring bereitgehalten werden.</p> <p>Der Zugang sollte bei Dunkelheit sicher und ordnungsgemäß beleuchtet sein.</p> <p>Personen, die an Bord keiner berechtigten Tätigkeit nachgehen müssen bzw. über keine Erlaubnis des Schiffsführers verfügen, sollte der Zugang zum Schiff verweigert werden.</p> <p>Der Terminal sollte den Zugang zur Pier oder zum Liegeplatz in Abstimmung mit dem Schiff kontrollieren.</p>	x	x	x	x
1L	<p>Die Befenderung wird als zufriedenstellend beurteilt. Die Fenderausrüstungen sind in Ordnung.</p>	x	x	x	x

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN		Anhang			
Teil 'A' - Flüssige Produkte Allgemein - Physische Überprüfungen		1	2	3	4
2	<p>Das Schiff ist unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen sicher festgemacht.</p> <p>Schiffe sollten an ihren Liegeplätzen hinreichend gesichert bleiben. An Piers oder Kais sollten Schiffsbewegungen verhindert werden, indem alle Festmacherleinen straffgehalten werden. Die Bewegung des Schiffs durch Wind, Strömungen, Gezeiten oder vorbeifahrende Schiffe sowie der laufende Schiffsbetrieb sind zu beachten.</p> <p>Drahttrossen und Fasertae sollten wegen ihrer unterschiedlichen elastischen Eigenschaften nicht zusammen in der gleichen Richtung verwendet werden (d. h. als Randleinen, Springs, Vorschiff- oder Achterschiffleinen).</p> <p>Sobald sie festgemacht sind, sollten Schiffe mit automatischen Konstantzugwinden diese Winden nicht mehr im Automatikbetrieb einsetzen.</p> <p>Es sind Mittel zum schnellen und sicheren Losmachen des Schiffs im Notfall bereitzustellen. In Häfen, wo die Verwendung von Ankern verlangt wird, ist dieser Punkt besonders zu berücksichtigen.</p> <p>Unabhängig von der angewandten Festmachmethode sollte ein Notfallverfahren für das Losmachen vereinbart werden, wobei alle möglichen damit in Verbindung stehenden Risiken zu berücksichtigen sind.</p> <p>Nicht genutzte Anker sind ordnungsgemäß zu sichern.</p>	x	x	x	x
3	<p>Das vereinbarte Kommunikationssystem zwischen Schiffen bzw. Schiff/Landseite ist betriebsbereit.</p> <p>Die Kommunikation sollte auf effizienteste Art und Weise zwischen dem/den Diensthabenden an Bord des Schiffs (der Schiffe) und/oder dem Vertreter des Terminals aufrechterhalten werden.</p> <p>Werden Telefone verwendet, sollte das Telefon an Bord und/oder an Land ständig mit einer Person besetzt sein, die ihren entsprechenden Vorgesetzten sofort kontaktieren kann. Zusätzlich sollte dieser Vorgesetzte über eine Einrichtung verfügen, mit der alle Anrufe außer Kraft gesetzt werden können. Werden Funksysteme verwendet, sollten die Geräte vorzugsweise tragbar sein und vom Vorgesetzten bzw. einer Person mitgeführt werden, die sich sofort mit ihrem entsprechenden Vorgesetzten in Verbindung setzen kann. Werden fest installierte Systeme verwendet, gelten die Richtlinien für Telefone.</p> <p>Das gewählte Primär- und Reservekommunikationssystem sollte in der Checkliste angegeben sein, und notwendige Angaben zu Telefonnummern und/oder zu verwendenden Kanälen sollten ausgetauscht und schriftlich festgehalten werden.</p> <p>Das Telefon- und das tragbare Funksystem müssen den jeweiligen Sicherheitsanforderungen entsprechen.</p>	x	x	x	x

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN		Anhang			
Teil 'A' - Flüssige Produkte Allgemein - Physische Überprüfungen		1	2	3	4
4	<p>Das Notschleppgeschirr ist ordnungsgemäß ausgelegt und positioniert.</p> <p>Sofern keine anderweitigen Anweisungen ergehen, kann das Notschleppgeschirr (Schleppdraht) sowohl seeseitig am Bug als auch am achtern Viertel des Schiffs angebracht werden.</p> <p>Es gibt derzeit verschiedene Methoden zur Befestigung des Notschleppgeschirrs. Bei einigen Terminals wird eine spezielle Methode gefordert, und das Schiff sollte entsprechende Anweisungen erhalten.</p>	x	x	x	
5	<p>Die Feuerlöschschläuche und Brandbekämpfungsausrüstung des Schiffs sind in Position gebracht und bereit zum sofortigen Einsatz.</p> <p>Siehe Frage 6 unten.</p>	x	x	x	
6	<p>Die Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals ist in Position und zum sofortigen Einsatz bereit.</p> <p>Die Brandbekämpfungsausrüstung an Bord und an der Pier sollte korrekt in Position gebracht und zum sofortigen Einsatz bereit sein.</p> <p>Geeignete fest installierte oder tragbare Ausrüstungsteile sollten vorgesehen sein, um unter Berücksichtigung des Schiffs wie auch der nahegelegenen Landtanks den Bereich des Ladedecks des Schiffs und des Pierbereichs abzudecken. Die Hauptfeuerlöschsysteme von Land und Schiff sollten unter Druck stehen oder kurzfristig mit Druck beaufschlagt werden können.</p> <p>Sowohl Schiff als auch Land sollten gewährleisten, dass ihre Hauptfeuerlöschsysteme sich schnell und einfach und falls nötig unter Verwendung des internationalen Feuerlösch-Landanschlusses aneinander anschließen lassen (siehe Frage 28).</p>	x		x	
7	<p>Die Umschlagsschläuche des Schiffs und/oder die Verloader des Terminals bzw. Schläuche, Rohrleitungen und Übergabeleitungen (Manifolds) sind in gutem Zustand, ordnungsgemäß angebracht und für den beabsichtigten Einsatz angemessen und geeignet.</p>	x	x	x	
7.1	<p>Alle Reduzierstücke sind zugelassen und mit den Ladungsleitungen und der Art der Ladung kompatibel.</p>	x	x	x	
7.2	<p>Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.</p>	x	x	x	
7.3	<p>Alle Flanschbolzen sind ordnungsgemäß angezogen.</p>	x	x	x	
7.4	<p>Die Verloader sind frei in alle Richtungen beweglich und/oder die Schläuche haben ausreichend Spiel für problemloses Bewegen.</p>	x	x	x	

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN		Anhang			
Teil 'A' - Flüssige Produkte Allgemein - Physische Überprüfungen		1	2	3	4
7.5	Alle Ventile sind überprüft und in der richtigen Stellung.	x	x	x	
7.6	<p>Der Umschlagsbereich der Ladung und die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend beleuchtet.</p> <p>Schläuche sollten in gutem Zustand sowie ordnungsgemäß montiert und befestigt sein, um Belastungen über die konstruktiven Grenzen hinaus zu verhindern.</p> <p>Alle Flanschverbindungen und Reduzierstücke sind vollständig zu verschrauben und mit ordnungsgemäßen Dichtungen zu versehen. Alle anderen Arten von Anschlüssen sind ordnungsgemäß zu sichern.</p> <p>Schläuche und Rohrleitungen sowie Metallausleger sollten aus einem Material bestehen, das für den umzuschlagenden Stoff unter Berücksichtigung ihrer Temperatur und des maximalen Betriebsdrucks geeignet ist.</p> <p>Ladeschläuche sollten dauerhaft gekennzeichnet sein, um die Feststellung der Produkte, für die sie sich eignen, des spezifischen maximalen Betriebsdrucks, des Prüfdrucks und des Datums der letzten Prüfung bei diesem Druck zu ermöglichen. Sollen sie bei anderen als den Umgebungstemperaturen eingesetzt werden, sollten die maximalen und minimalen Einsatztemperaturen ausgewiesen sein.</p>	x	x	x	
8	Nicht zutreffend – Frage ist in Frage 7 enthalten.				
9	<p>Das Ladungsumschlagsystem ist ausreichend isoliert und entleert, um das sichere Entfernen der Blindflansche vor dem Anschließen zu ermöglichen.</p> <p>Ein eindeutiges Mittel zur Bestätigung, dass sowohl das Ladesystem des Schiffs und das Ladesystem an Land isoliert und entleert sind, sollte eingerichtet sein und benutzt werden, um zu bestätigen, dass es sicher ist, Blindflansche vor dem Anschluss zu entfernen. Das Mittel sollte Schutz vor Verunreinigung aufgrund von unerwartetem und unkontrolliertem Freisetzen eines Produkts aus dem Ladesystem und vor Verletzungen des Personals aufgrund des Drucks im System bieten, der plötzlich auf unkontrollierte Weise freigesetzt wird.</p>	x	x	x	x
10	<p>Speigatte und Stofffänger an Bord sind wirksam verschlossen, und Auffangbehälter sind in Position gebracht und leer.</p> <p>Wo zutreffend, sollten alle Speigatte an Bord während des Betriebs ordnungsgemäß verschlossen sein. Wasseransammlungen sollten in regelmäßigen Abständen abgelassen werden.</p> <p>Die Übergabeleitungen (Manifolds) des Schiffs sollten idealerweise mit fest eingebauten Auffangbehälter gemäß den Empfehlungen des OCIMF ausgeführt sein, sofern dies zutrifft. Sind keine fest eingebauten Auffangvorrichtungen vorhanden, sollten tragbare Auffangbehälter verwendet werden.</p> <p>Alle Auffangbehälter sollten in angemessener Weise je nach Erfordernis, aber immer nach Abschluss des entsprechenden Arbeitsvorgangs entleert werden.</p> <p>Werden nur ätzende Flüssigkeiten oder Flüssiggase umgeschlagen, können die Speigatte offen gelassen werden, jedoch unter der Voraussetzung, dass immer eine ausreichende Wasserversorgung bzw., wenn dies nicht zulässig ist, andere Mittel gemäß den entsprechenden MSDS in der Nähe der Übergabeleitungen vorhanden sind.</p>	x	x	x	x

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN		Anhang			
Teil 'A' - Flüssige Produkte Allgemein - Physische Überprüfungen		1	2	3	4
11	<p>Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht.</p> <p>Speigatte, bei denen zeitweilig die Verschlüsse entfernt wurden, um z. B. sauberes Regenwasser vom Ladedeck abzulassen, sind ständig und genau zu überwachen. Das Speigatt ist im Fall von austretendem Öl an Deck oder bei einem anderen Vorfall, der möglicherweise zu einer Umweltverschmutzung führen kann, sofort wieder zu verschließen.</p>	x	x	x	x
12	<p>Landseitig wird ständig sichergestellt, dass ausgetretenes Produkt aufgefangen wird und Sammelbehälter vorhanden sind.</p> <p>Eindämmungsvorrichtungen an Land wie Eindämmungswälle, Auffangbehälter und Sammel tanks sollten ordnungsgemäß gewartet sein und großemäßig für ein entsprechendes Eindämmungsvolumen gemäß einer realistischen Risikobewertung ausgelegt sein.</p> <p>Sammelleitungen an der Pier sollten idealerweise mit fest eingebauten Auffangbehälter versehen sein; sind keine fest eingebauten Auffangbehälter vorhanden, sollten tragbare Auffangbehälter verwendet werden.</p> <p>Übergabeeinrichtungen für ausgetretenes bzw. verschüttetes Produkt oder Slops sollten gut gewartet und, wenn es sich nicht um ein automatisches System handelt, schnellst möglich verfügbar sein, um das ausgetretene bzw. verschüttete Produkt oder Regenwasser zu entfernen.</p>	x			
13	<p>Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gaspendelleitungsanschlüsse des Schiffs sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.</p> <p><i>Nicht genutzte Lade- und Bunker-/Gaspendelleitungsanschlüsse sollten verschlossen und blindgesetzt werden. Blindflansche sollten vollständig verschraubt und andere eventuell verwendeten Armaturen ordnungsgemäß gesichert sein.</i></p>	x	x	x	x
14	<p>Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gaspendelleitungsanschlüsse des Schiffs sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.</p> <p>Nicht genutzte Lade- und Bunkeranschlüsse sollten verschlossen und blindgesetzt werden. Blindflansche sollten vollständig verschraubt und andere eventuell verwendeten Armaturen ordnungsgemäß gesichert sein.</p>	x		x	x
15	<p>Falls gefordert wurden alle Schau-, Peil- und Probenahmeöffnungen verschlossen oder mit einer sich in gutem Zustand befindenden Flammenrückschlagsicherung geschützt.</p> <p>Außer den für die Tanköffnung verwendeten Öffnungen (siehe Frage 29) sollten alle Öffnungen zu Ladungs-, Ballast- und Bunkertanks verschlossen und gasdicht sein. Bei Schiffen, die nicht für geschlossenes Laden ausgerüstet sind, können Entlüftung, Peilen und Probenahmen vorbehaltlich der vereinbarten Kontrollen bei offenem Tankdeckel vorgenommen werden.</p> <p>Außer auf Gastankern dürfen Peilstellen und Probenahmestellen für die kurze Zeit geöffnet sein, die zum Peilen und die Probenahme nötig ist, wobei diese Aktivitäten unter Berücksichtigung der erforderlichen Kontrollen zur Vermeidung einer elektrostatischen Entladung durchzuführen sind.</p> <p>Geschlossene Peil- und Probenamesystem sollten verwendet werden, wenn dies von internationalen, nationalen oder örtlichen Vorschriften und Vereinbarungen gefordert ist.</p>	x	x	x	

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN		Anhang			
Teil 'A' - Flüssige Produkte Allgemein - Physische Überprüfungen		1	2	3	4
16	<p>Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind, wenn nicht genutzt, geschlossen und sichtbar gesichert. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Ladungsleitungen sind entfernt.</p> <p>Erfahrungen zeigen, wie wichtig dieser Punkt ist, um eine Verschmutzung auf Schiffen zu verhindern, wo die Ladeleitungen und Ballastsysteme miteinander verbunden sind. Fernbetätigungseinrichtungen für diese Ventile sollten gekennzeichnet sein, um ein versehentliches Öffnen zu verhindern.</p> <p>Gegebenenfalls sollte die Sicherheit der betreffenden Ventile einer Sichtprüfung unterzogen werden.</p>	x	x	x	x
17.1	<p>Alle Außentüren, Öffnungen und Fenster im Wohnbereich, der Storeräume sowie der Maschinenräume sind geschlossen. Maschinenraumentlüftungsklappen können offen sein.</p> <p>Außentüren, Fenster und Bullaugen im Wohnbereich sollten während des Ladebetriebs geschlossen sein. Diese Türen sind eindeutig zu so kennzeichnen, dass sie während dieser Arbeiten geschlossen sein müssen, dürfen aber niemals verriegelt werden.</p> <p>Diese Forderung bedeutet nicht, dass ein angemessener Zugang zu diesen Räumen während der Arbeiten verhindert wird, jedoch sollten keine Türen unbeaufsichtigt offen gelassen werden.</p> <p>Maschinenraumentlüftungsklappen können offen gelassen werden. Jedoch sollte erwogen werden, sie zu schließen, wenn dies den sicheren und effizienten Betrieb der durch sie versorgten Maschinenräume nicht beeinträchtigen würde.</p>	x	x	x	
17.2	<p>Die Flüssiggasanlage ist am Hauptabsperrventil abgesperrt.</p>	x	x	x	
18	<p>Die Notfall- und Brandschutzpläne des Schiffs sind vorhanden.</p> <p>Ein Satz Brandschutzpläne sollte an einem deutlich gekennzeichneten Ort zur Unterstützung des Feuerlöschpersonals vom Land bereitliegen. Eine Liste der Besatzung sollte ebenfalls enthalten sein.</p>	x	x	x	
	<p>Ist das Schiff mit einem Inertgassystem (IGS) ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Punkte physisch überprüft werden:</p>				
	<p>Inertgassystem</p>				
19	<p>Die Messausrüstungen für Druck und Sauerstoffgehalt des IGS sind in gutem Betriebszustand.</p> <p>Wenn erforderlich, müssen fest installierte oder tragbare Aufzeichnungs-/Messgeräte für Druck und Sauerstoffgehalt des IGS eingeschaltet sein, gemäß den Herstelleranweisungen geprüft sein und ordnungsgemäß funktionieren.</p>	x	x	x	

HINWEISE FÜR DAS AUSFÜLLEN DER SICHERHEITSCHECKLISTEN		Anhang			
	Teil 'A' - Flüssige Produkte Allgemein - Physische Überprüfungen	1	2	3	4
20	<p>Alle Ladetankatmosphären stehen unter Überdruck mit einem Sauerstoff-Volumengehalt von 8% oder weniger.</p> <p>Vor Beginn der Ladearbeiten sollte jede Ladetankatmosphäre auf einen Sauerstoff-Volumengehalt von 8% oder weniger geprüft werden. Ladetanks im Inertzustand sollten stets unter Überdruck gehalten werden.</p>	x	x	x	
20L	<p>Alle inertisierten Tanks sind mit einem Warnhinweis markiert bzw. gekennzeichnet.</p> <p>Zum Beispiel:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
21		<p>Das Schiff ist bereit, sich aus eigener Kraft zu verholen. Ein Binnentankschiff / -Leichter ohne eigenen Antrieb sollte in der Lage sein, sich kurzfristig mit Hilfe eines bestimmten Schleppers / Schubbootes bewegen zu lassen.</p> <p>Das Schiff sollte in der Lage sein, sich auf Abruf aus eigener Kraft zu bewegen, sofern nicht die Hafenbehörde und der Vertreter des Terminals die Erlaubnis erteilt haben, das Schiff nicht auslaufbereit zu machen.</p> <p>Bestimmte Bedingungen müssen erfüllt sein, sodass diese Erlaubnis gewährt wird.</p>	x	x	x	
22		<p>Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf dem Schiff und an Land.</p> <p>Der Betrieb sollte an Bord und/oder im Terminal ständig kontrolliert und überwacht werden.</p> <p>Ziel der Überwachung sollte es sein, das Entstehen von Gefahrensituationen zu verhindern. Sollte trotzdem eine solche Situation eintreten, muss das Kontrollpersonal über hinlängliches Wissen und entsprechende Mittel verfügen, um Abhilfemaßnahmen zu ergreifen.</p> <p>Das Kontrollpersonal auf den Schiffen und/oder im Terminal sollte effektiv mit den entsprechenden Aufsichtspersonen bzw. Vorgesetzten kommunizieren können.</p> <p>Alle mit dem Betrieb verbundenen Personen sollten mit den Gefahren der umgeschlagenen Stoffe vertraut sein und bei Erfordernis angemessene Schutzkleidung und Schutzausrüstungen tragen.</p>	x	x	x	x
22L		<p>Auf dem Schiff (den Schiffen) und/oder an Land wurde ein Verantwortlicher für den geplanten Ladungsumschlag bestimmt.</p>	x	x	x	
23		<p>An Bord und an Land ist genug Personal vorhanden, um mit einer Notsituation fertig zu werden.</p> <p>Während des Aufenthalts des Schiffs am Terminal sollte immer eine ausreichende Anzahl von Personal an Bord des Schiffs und/oder in der Landanlage anwesend sein, um mit Notsituationen fertig zu werden.</p>	x	x	x	x
24.1		<p>Die Verfahren für Ladungs-, Bunker- und Ballastumschlag sind abgestimmt worden.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung		1	2	3	4
24.2	<p>Der auslasseitige Druck der Ladungspumpe des anderen Schiffs wird geregelt, um dem zulässigen Arbeitsdruck der Ausrüstungen an Bord des Schiffs Rechnung zu tragen.</p> <p>Die Verfahren für den beabsichtigten Betrieb sollten im Voraus geplant werden. Sie sollten vor Beginn des Betriebs von den verantwortlichen Offizieren und/oder dem Vertreter des Terminals diskutiert und vereinbart werden. Vereinbarte Vorkehrungen sollten formell aufgezeichnet und sowohl durch den verantwortlichen Offizier als auch durch den Vertreter des Terminals unterzeichnet werden. Alle Änderungen im vereinbarten Verfahren, die den Betrieb beeinflussen könnten, sollten von beiden Parteien besprochen und vereinbart werden. Nachdem sich beide Parteien geeinigt haben, sollten wesentliche Änderungen so bald wie möglich und rechtzeitig vor Umsetzung der Änderung im Verfahren schriftlich festgehalten werden. In jedem Fall sollte die Änderung innerhalb der Arbeitszeit jener Aufsichtspersonen an Bord und an Land schriftlich festgehalten werden, in deren Arbeitszeit die Änderung vereinbart wurde.</p> <p>Bei Heraufziehen eines Gewitters sollte der Betrieb unterbrochen und sollten alle Decks- und Lüftungsöffnungen geschlossen werden.</p> <p>Die Eigenschaften der umgeschlagenen Stoffe, die Ausrüstungen des Schiffs und der Landanlage sowie das Vermögen der Schiffsbesatzung und des Landpersonals, die nötigen Arbeiten auszuführen und den Betrieb hinlänglich zu kontrollieren, sind Faktoren, die zu berücksichtigen sind, wenn festgestellt werden soll, ob mehrere Stoffe gleichzeitig umgeschlagen werden können.</p> <p>Die Bereiche der Sammelleitung sowohl an Bord als auch an Land sollten bei Dunkelheit sicher und ordnungsgemäß beleuchtet sein.</p> <p>Die anfänglichen und maximalen Ladegeschwindigkeiten, Auffüllgeschwindigkeiten und die normalen Stoppzeiten sind in Bezug auf folgende Punkte zu vereinbaren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Art der umzuschlagenden Ladung - Anordnung und Kapazität der Ladeleitungen und Entgasungssysteme des Schiffs - maximal zulässiger Druck und Durchfluss in den Schiff/Land-Schläuchen und Ladeauslegern - Vorkehrungen zur Vermeidung statischer Aufladung - alle anderen Einschränkungen für den Durchfluss <p>Dazu sollte, wie vorstehend beschreiben, ein offizielles Protokoll angefertigt werden.</p>	x	x	x	
24.3	<p>Der auslasseitige Druck der Ladungspumpe an Land oder des anderen Schiffs wird geregelt, um dem zulässigen Arbeitsdruck der Ausrüstungen an Bord des Schiffs Rechnung zu tragen.</p> <p>Siehe 24.2</p>	x		x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
25	<p>Das von Schiff und Landseite zu benutzende Notsignal- und Notstopverfahren sind erklärt und verstanden worden.</p> <p>Das Land- und/oder Schiffspersonal sollte das vereinbarte, in einem Notfall an Land oder an Bord zu benutzende Signal klar verstanden haben.</p> <p>Zwischen den Schiffen und/oder dem Land sollte ein Notabschaltverfahren vereinbart, formell schriftlich festgehalten und von sowohl dem verantwortlichen Offizier als auch dem Vertreter des Terminals unterschrieben werden.</p> <p>Die Vereinbarung sollte die Umstände angeben, unter denen der Betrieb sofort zu stoppen ist.</p> <p>Mögliche auftretende Gefahren im Zusammenhang mit dem Notabschaltverfahren sollten hinlänglich berücksichtigt werden.</p>	x	x	x	x
26	<p>Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) oder gleichwertige Unterlagen für die Ladungsübergabe sind, falls angefordert, ausgetauscht worden.</p> <p>Ein MSDS sollte auf Anfrage für den Empfänger vom Terminal oder der Schiffe, von wo aus die Lieferung des Produkts erfolgt, zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>Als Mindestforderung müssen diese Informationsblätter mindestens die Bestandteile des Stoffs mit chemischer Bezeichnung, allgemeinsprachlichem Namen, die UN-Nummer (gegebenenfalls) und maximale Konzentration sowie eventuelle toxische Bestandteile enthalten, ausgedrückt in Volumenprozent oder ppm.</p>	x	x	x	
26L	<p>Das Schiff ist für das zu ladende Produkt zugelassen.</p> <p>Eine bestätigte Liste der für den Transport genehmigten Produkte, die von einer zuständigen Behörde ausgestellt wurde, ist vor dem Ladevorgang zu kontrollieren.</p>	x	x	x	x
27	<p>Die Gefahren im Zusammenhang mit giftigen Substanzen in der umzuschlagenden Ladung sind identifiziert und verstanden worden.</p> <p>Viele Tankerladungen enthalten Bestandteile, die als für die menschliche Gesundheit gefährlich bekannt sind. Um die Auswirkungen auf das Personal so gering wie möglich zu halten, sollten während der Ladungsübergabe Informationen über die Ladungsbestandteile zur Verfügung stehen, sodass die richtigen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden können. Außerdem fordern manche Hafenstaaten, dass solche Informationen während der Ladungsübergabe und im Fall eines versehentlichen Austretens sofort zur Verfügung stehen müssen. Das gilt insbesondere für Ladungen, H₂S, Benzol, Blei oder andere Zusätze enthalten.</p>	x	x	x	
28	<p>Es steht ein internationaler Feuerlösch-Landanschluss zur Verfügung.</p> <p>Sofern gefordert, muss der Anschluss den Standardanforderungen entsprechen und sollte, wenn er nicht vor Beginn des Betriebs tatsächlich angeschlossen wird, im Notfall sofort einsatzbereit sein.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung		1	2	3	4
29	<p>Das vereinbarte Tankentlüftungssystem wird benutzt.</p> <p>Es sollte eine Übereinkunft über das für den Betrieb zu verwendende Entlüftungssystem erzielt und schriftlich festgehalten werden, wobei die Art der Ladung sowie die internationalen, nationalen oder lokalen Bestimmungen und Vereinbarungen hinlänglich zu berücksichtigen sind.</p> <p>Für die Tankentlüftung gibt es vier grundlegende Systeme:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Offen zur Atmosphäre über offene Peilstellen mit Schutz durch geeignete Flammennetze 2. Fest eingebaute Entlüftungssysteme, zu denen Inertgassysteme gehören 3. Zum Land über ein Gaspendsystem (siehe nachstehende Frage 32). 4. Offen zur Atmosphäre (für Produkte ohne Gefahrgutklassifizierung oder in der nationalen oder internationalen Gesetzgebung gesondert aufgeführte Produkte) 	x	x	x	
30.1	<p>Die Anforderungen für geschlossenen Betrieb sind abgestimmt worden.</p> <p>Viele Terminals verlangen, dass in dem Fall, wenn das Schiff Ballast in Ladetanks aufnimmt, lädt oder löscht, der Betrieb ohne Öffnen von Peilstellen und Schauluken erfolgt. In diesen Fällen benötigen die Schiffe Mittel, die eine geschlossene Überwachung der Tankinhalte entweder durch ein fest eingebautes Messsystem oder durch den Einsatz von tragbaren Ausrüstungen ermöglichen, die durch eine Dampfsperre geführt und vorzugsweise durch ein unabhängiges Überfüll-Alarmsystem unterstützt werden.</p>	x	x	x	
30.2	<p>Die Gaspendelleitung ist über entsprechende Leitungen mit der Gaspendelleitung des anderen Tankers verbunden, sofern dies gefordert ist.</p>	x	x	x	
30.3	<p>Wenn Explosionsschutz gefordert ist, ist die Gaspendelleitung mit einer Flammenrückschlagsicherung und/oder mit einer Detonationssicherung ausgerüstet.</p>	x	x	x	
31	<p>Der Betrieb der Überdruck- und Unterdruckventile wurde geprüft. Das liefernde Schiff bzw. die Landseite garantiert, dass die Pumpleistung nicht den maximal vereinbarten Arbeitsdruck überschreitet.</p> <p>Die Funktion der Überdruck-/ Unterdruckventile bzw. der Hochgeschwindigkeitsventile sollte unter Verwendung der durch den Hersteller mitgelieferten Prüfeinrichtung überprüft werden. Außerdem ist es unbedingt erforderlich, entweder durch Sichtprüfung oder auf andere Weise zu überprüfen und sicherzustellen, dass der Sperrhebel das Ventil auch tatsächlich betätigt. Gelegentlich kommt es vor, dass eine verklemmte oder starre Lüftungsklappe zum Abscheren des Antriebsstifts des Sperrhebels führt und die Schiffsbesatzung mit verheerenden Folgen davon ausgeht, dass die Lüftungsklappe betätigt wurde.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung		1	2	3	4
32	<p>Wenn eine Gaspendelleitung angeschlossen ist, wurden die Betriebsparameter vereinbart.</p> <p>Bei entsprechendem Erfordernis wird eine Gaspendelleitung verwendet, um gefährliche Dämpfe aus dem Ladetank zurück an Land oder in einen Tank zu leiten.</p> <p>Im Fall von entflammaren Gasen sollte die Gaspendelleitung mit einer Flammendurchschlagsicherung ausgerüstet sein, die eine Detonation/Deflagration aushalten kann. Der maximale und Mindestbetriebsdruck sowie andere Einschränkungen in Verbindung mit dem Betrieb des Gaspendelleitungssystems sollten zwischen den Schiffsbesatzungen und/oder dem Personal an Land abgesprochen und vereinbart werden.</p>	x	x	x	
33	<p>Unabhängige Hochalarmmelder und/oder Notabschalter, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet.</p> <p>Da sich zunehmend auf Messsysteme für geschlossene Ladevorgänge verlassen wird, ist es wichtig, dass diese Systeme voll funktionstüchtig sind und ein Reservesystem in Form eines Überfüll-Alarmsystems vorgesehen wird. Der Alarm sollte akustisch und visuell erfolgen und auf einen Pegel eingestellt sein, mit dem es möglich ist, den Betrieb einzustellen, bevor der Tank überbefüllt wird. Bei normalem Betrieb sollte der Ladetank nicht höher als bis zu dem Pegel befüllt werden, auf den der Überfüllalarm eingestellt ist.</p> <p>Einzelne Überfüllalarme sollten am Tank getestet werden, um ihre ordnungsgemäße Funktion vor Beginn des Verladens sicherzustellen, sofern nicht das System mit einer elektronischen Autotestfunktion ausgestattet ist, die den Zustand der Alarmschaltkreise und des Sensors überwacht und den Gerätesollwert bestätigt.</p>	x	x	x	x
34	<p>Eine ausreichende elektrische Isolierung ist an den Schiff/Land-Ladungs- und (gegebenenfalls) den Gaspendelleitungsanschlüssen oder zwischen den Tankern vorhanden.</p> <p>Sofern keine Maßnahmen getroffen werden, um den durchgängigen elektrischen Pfad zwischen den Rohrleitungen zwischen Schiffen und/oder der Landseite zu unterbrechen, den die Schläuche oder Metallausleger zwischen Schiffen und/oder Land bilden, können Streuströme, hauptsächlich von Korrosionsschutzsystemen, elektrische Funken an den Arbeitsleisten der Flansche verursachen, wenn Schläuche an- oder abgekoppelt werden.</p> <p>Der Durchfluss dieser Ströme wird gewöhnlich durch das Einsetzen von Isolierflanschen an jedem Auslass der Sammelleitung auf der Pier oder deren Einbau in die Konstruktion der Metallausleger verhindert. Alternativ dazu kann die elektrische Unterbrechung durch die Verwendung eines Stücks elektrisch unterbrochenen Schlauchs in jeder Schlauchlänge erreicht werden.</p> <p>Zu überprüfen ist, dass das Mittel zur elektrischen Unterbrechung an entsprechender Stelle vorhanden ist, sich in gutem Zustand befindet und nicht durch den Kontakt mit elektrisch leitendem Material überbrückt wird.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
35	<p>Landleitungen sind mit einem Rückschlagventil ausgestattet oder es wurden Verfahren besprochen, um einen Rückfluss zu vermeiden.</p> <p>Um ein Zurücklaufen der Ladung zu verhindern, wenn der Löschvorgang aus einem Schiff entweder aus betrieblicher Notwendigkeit oder wegen überhöhten Staudrucks gestoppt wird, sollte der Terminal bestätigen, dass er über ein geeignetes System verfügt, mit dem ein unbeabsichtigter Fluss von der Landanlage auf das Schiff verhindert wird. Alternativ dazu sollte ein Verfahren für den Schutz des Schiffs vereinbart werden.</p>	x		x	
36	<p>Regelungen und Vorschriften für das Rauchen werden eingehalten und wurden vereinbart.</p> <p>An Bord der Tankschiffe ist Rauchen nicht gestattet.</p> <p>Auf der Pier und in den angrenzenden Bereichen ist Rauchen nicht gestattet, sofern es sich nicht um Gebäude und Orte handelt, die vom Vertreter des Terminals in Absprache mit dem Schiffsführer festgelegt wurden.</p> <p>Gebäude, Orte und Räumlichkeiten, die als Raucherzonen ausgewiesen sind, sollten eindeutig als solche Zonen gekennzeichnet sein.</p>	x	x	x	x
37	<p>Die Vorschriften für den Umgang mit offenem Licht werden eingehalten.</p> <p>Zu offenem Licht oder offenem Feuer gehören: Flamme, Funkenbildung, offenes elektrisches Licht oder jede Oberfläche mit einer Temperatur, die höher oder gleich der Selbstzündungstemperatur der beim Betrieb umgeschlagenen Produkte ist.</p> <p>Die Verwendung von offenem Licht oder offenem Feuer an Bord des Schiffs und in einem Abstand von 25 m vom Schiff sollte verboten sein, sofern nicht alle geltenden Vorschriften erfüllt und von der Hafenbehörde, dem Vertreter des Terminals und dem Schiffsführer eine Übereinkunft erzielt wurde. Dieser Abstand muss unter Umständen für Sonderschiffe, wie z. B. Gastanker, vergrößert werden.</p>	x	x	x	
38	<p>Anforderungen an tragbare elektronische Geräte (z. B. Kommunikationsgeräte) werden eingehalten.</p> <p>Telefone zwischen Schiff und Land sollten den Anforderungen an eine explosionsgeschützte Ausführung entsprechen, sofern sie sich nicht in einem sicheren Raum im Wohnbereich befinden und dort genutzt werden.</p> <p>Mobiltelefone und Pager sollten nicht in Gefahrenbereichen verwendet werden, sofern nicht ihr Einsatz dort von einer zuständigen Behörde genehmigt wurde.</p>	x	x	x	
39	<p>Taschenlampen sind von einem genehmigten Typ.</p> <p>Batteriebetriebene Taschenlampen sollten zu einem sicheren Typ gehören und durch eine zuständige Behörde genehmigt sein. Beschädigte Geräte sollten, auch wenn sie noch funktionieren, nicht verwendet werden.</p>	x	x	x	
40	<p>Fest eingebaute UKW/UHF-Sende-/Empfangsgeräte und AIS-Geräte befinden sich im korrekten Strommodus oder sind abgeschaltet.</p> <p>Fest eingebaute UKW/UHF- und AIS-Ausrüstungen sollten ausgeschaltet oder auf geringe Leistung (1 Watt oder weniger) geschaltet sein, sofern nicht der Schiffsführer in Absprache mit dem Vertreter des Terminals die Bedingungen festgelegt hat, unter Nutzung der Ausrüstungen sicher ist.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung		1	2	3	4
41	<p>Tragbare UKW/UHF-Sende-/Empfangsgeräte sind von einem genehmigten Typ.</p> <p>Tragbare UKW/UHF-Geräte sollten zu einem sicheren Typ gehören, der von einer zuständigen Behörde genehmigt wurde.</p>	x	x	x	
42	<p>Die Haupt-Funksendeantennen des Schiffes sind geerdet, und die Radargeräte sind abgeschaltet.</p> <p>Die Hauptfunkanlage des Schiffes sollte während der Liegezeit des Schiffes im Hafen außer für Empfangszwecke nicht genutzt werden. Die Hauptsendeantennen sollten abgeschaltet und geerdet sein.</p> <p>Kommunikationstechnik über Satellit darf normalerweise genutzt werden, sofern keine anderweitigen Anweisungen ergangen sind.</p> <p>Die Radaranlage des Schiffes sollte nicht genutzt werden.</p>	x	x	x	
43	<p>Elektrokabel zu tragbaren elektrischen Geräten innerhalb der Gefahrenzone sind vom Netz getrennt.</p> <p>Die Verwendung tragbarer elektrischer Geräte an losen elektrischen Kabeln sollte in Gefahrenzonen während des Ladungsumschlags verboten sein, und die Geräte sollten vorzugsweise aus der Gefahrenzone entfernt werden.</p> <p>Telefonkabel, die im Kommunikationssystem zwischen Schiff/Lande genutzt werden, sollten vorzugsweise außerhalb der Gefahrenzone verlegt werden. Sollte dies nicht durchführbar sein, ist das Kabel so anzuordnen und zu schützen, dass von ihm bei Benutzung keine Gefahr ausgeht.</p>	x	x	x	
44	<p>Fenster-Klimaanlagen sind vom Netz getrennt.</p> <p>Fenster-Klimaanlagen sollten von der Stromversorgung getrennt sein.</p>	x	x	x	
45	<p>In den Wohnbereichen und/oder im Steuerhaus wird ein Überdruck aufrechterhalten.</p> <p>Nach Möglichkeit sollte ein Überdruck im Inneren des Wohnbereichs/Steuerhauses aufrechterhalten werden, und es sollten Verfahren und Systeme vorhanden sind bzw. bereitstehen, um das Eindringen von entflammaren oder giftigen Dämpfen in Wohnbereiche zu verhindern. Das lässt sich durch Klimaanlagen oder ähnliche Systeme erreichen, die saubere Luft an ungefährlichen Stellen ansaugen, die durch Alarmsysteme für eindringendes Gas und Druckabfall geschützt sind.</p>	x	x	x	
46	<p>Es wurden Maßnahmen ergriffen, um eine ausreichende mechanische Belüftung im Pumpenraum sicherzustellen.</p> <p>Pumpenräume sollten mechanisch belüftet werden, und das Belüftungssystem, mit dem eine sichere Atmosphäre im gesamten Pumpenraum aufrecht gehalten werden soll, sollte während der gesamten Ladungsumschlagsarbeiten laufen gelassen werden. Ein eventuell installiertes Gasspürsystem sollte ordnungsgemäß funktionieren.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
47	<p>Es gibt Vorkehrungen für eine Flucht bzw. sind die Vorrichtungen für die Aufnahme von Personen im Notfall einsatzbereit.</p> <p>Zusätzlich zu den Zugangsmitteln, auf die in Frage 1 Bezug genommen wird, sollte sowohl an Bord und an Land ein sicherer und schneller Fluchtweg für den Notfall vorhanden sein. An Bord des Schiffs kann er aus einem zum sofortigen Einsatz bereitgestellten Rettungsboot bestehen, vorzugsweise am achteren Ende des Schiffs und klar von den Festmachern. Idealerweise sollten an der Pier zusätzliche Mittel zur Flucht vom Schiff für den Fall bereitgehalten werden, dass der normale Zugang bei einem Notfall nicht genutzt werden kann. Ist ein Landgangssteig an der Pier als zusätzlicher Fluchtweg nicht möglich, sollten andere Mittel in Betracht gezogen werden, wie z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorbereitung des (Freifall-)Rettungsboots des Schiffs zum sofortigen Zu-Wasser-Lassen oder - Befestigung der Fallreepstreppe des Schiffs auf der der Pier abgewandten Seite. <p>Kann das Rettungsboot nicht verwendet werden, sollten andere Mittel als Ersatz zur Verfügung stehen.</p> <p>Die Auflagen bzw. Forderungen von nationalen und/oder internationalen Gesetzen können abweichend oder strenger sein.</p>	x	x	x	
48	<p>Die Wetterbedingungen, maximalen Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind abgestimmt worden.</p> <p>Es gibt zahlreiche Faktoren als Kriterien für die Entscheidung, ob Verlade- oder Ballastvorgänge abgebrochen werden sollten. Es sollten zwischen Terminal und/oder Schiff Gespräche geführt werden, um diese Faktoren festzustellen, zu denen Folgendes gehören kann:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Windgeschwindigkeit und -richtung sowie deren Auswirkung auf starre Ausleger - Windgeschwindigkeit und -richtung sowie deren Auswirkung auf die Festigkeit des Festmachens - Windgeschwindigkeit und -richtung sowie deren Auswirkung auf die Landgangsstege - Auswirkungen der Dünung auf die Sicherheit des Festmachens und Landgangsstege bei ungeschützten Terminals <p>Beide Parteien müssen sich über diese Kriterien im Klaren sein. Die Kriterien für den Abbruch des Ladevorgangs, das Abkoppeln von Schläuchen oder Auslegern und das Verlassen des Liegeplatzes sind in die Spalte "Bemerkungen" in der Checkliste einzutragen.</p>	x	x	x	x
49	<p>Es wurden zwischen dem Sicherheitsbeauftragten/-offizier des Schiffs (bzw. der Schiffe) und/oder dem Sicherheitsoffizier des Hafens bei entsprechendem Erfordernis Sicherheitsprotokolle vereinbart.</p> <p>In Unterzeichnerstaaten von SOLAS verlangt der ISPS-Code, dass der Sicherheitsbeauftragte/-offizier des Schiffs (bzw. der Schiffe) und/oder der Sicherheitsoffizier des Hafens die Umsetzung ihrer entsprechenden Sicherheitspläne miteinander koordinieren.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
49L	<p>Sicherheitsprotokolle wurden für die Besatzung des einen Schiffs für das Betreten des anderen Schiffs vereinbart. Das Sicherheitsprotokoll für das zu betretende Schiff befindet sich:</p>		x	x	
50	<p>Falls zutreffend, wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff von Land entweder für das Inertisieren oder Spülen von Schiffstanks oder für das Spülen der Leitung zum Schiff vereinbart.</p> <p>Schiff und Land sollten schriftlich die Inertgasversorgung vereinbaren und dabei das geforderte Volumen und den Durchfluss in Kubikmetern pro Minute angeben. Die Reihenfolge der Ventilöffnung vor Beginn und nach Abschluss des Vorgangs sollte vereinbart werden, sodass das Schiff die Kontrolle über die Durchflussmenge behält. Es ist darauf zu achten, dass die offenen Lüftungsklappen an einem Tank ausreichend dimensioniert sind, um die Möglichkeit des Entstehens von Überdruck auszuschließen.</p> <p>Der Tankdruck sollte während der gesamten Tätigkeiten genau überwacht werden.</p> <p>Die Zustimmung des Schiffs ist einzuholen, wenn der Terminal komprimierten Stickstoff (oder Druckluft) als Antriebsmittel entweder für das Molchen zum Reinigen von Landleitungen in das Schiff oder zum Herauspressen von Ladung aus Lagerbehältern an Land verwenden will. Das Schiff sollte über den dabei verwendeten Druck und die Möglichkeit von eindringendem Gas in den Ladetank informiert werden.</p>	x	x	x	
	Inertgassystem				
51	<p>Das IGS ist voll funktionstüchtig und in gutem Betriebszustand.</p> <p>Das Inertgassystem sollte sich unter besonderer Berücksichtigung aller ineinandergreifender Auslösevorrichtungen und damit verbundener Alarme, Decksverschlüsse, Rückschlagventile, des Kontrollsystems der Druckregelung, Druckanzeigers der IG-Leitung auf dem Hauptdeck, der IG-Ventile einzelner Tanks (sofern montiert) und des Rückschlagventils gegen Druck/Vakuum an Deck in einem sicheren Betriebszustand befinden.</p> <p>IG-Ventile einzelner Tanks (sofern montiert) sollten leicht zu identifizierende und voll funktionsfähige Anzeigen für die Positionen offen/geschlossen haben.</p>	x	x	x	
52	<p>Decksverschlüsse oder Ähnliches befinden sich in gutem Betriebszustand.</p> <p>Es ist von entscheidender Bedeutung, dass sich die Decksverschlussvorrichtungen in einem sicheren Zustand befinden. Insbesondere sind die Vorkehrungen der Wasserversorgung für den Verschluss und die ordnungsgemäße Funktion der damit verbundenen Alarme zu kontrollieren.</p>	x	x	x	
53	<p>Die Flüssigkeitspegel in Rückschlagventilen gegen Druck/Vakuum sind korrekt, falls zutreffend.</p> <p>Es sind Überprüfungen durchzuführen, um zu gewährleisten, dass der Flüssigkeitspegel im Rückschlagventil gegen Druck/Vakuum den Empfehlungen des Herstellers entspricht.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
54	<p>Die fest eingebauten und mobilen Sauerstoffanalysegeräte sind geeicht worden und funktionieren ordnungsgemäß.</p> <p>Alle fest installierten und tragbaren Sauerstoffanalysegeräte sollten gemäß den Anforderungen der Reederei und/oder den Anweisungen des Herstellers getestet und überprüft werden und ordnungsgemäß funktionieren.</p> <p>Ein in die Leitung integriertes Sauerstoffanalyse-/Aufzeichnungsgerät und eine ausreichende Anzahl von tragbaren Sauerstoffanalysegeräten sollten ordnungsgemäß funktionieren.</p> <p>Die Eichbescheinigung sollte eine Gültigkeit ausweisen, die den Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems (SMS) des Schiffs entspricht.</p>	x	x	x	
55	<p>Alle einzelnen Inertgasventile der Tanks (falls montiert) sind ordnungsgemäß eingestellt und verschlossen.</p> <p>Sowohl für Lade- als auch für Löschvorgänge ist es normal und sicher, alle einzelnen IG-Versorgungsventile in Tanks (sofern montiert) offen zu halten, um ein unbeabsichtigtes Entstehen von Unter- oder Überdruck zu vermeiden. In dieser Betriebsart entspricht jeder Tankdruck dem Haupt-IG-Druck an Deck, und somit funktioniert das Rückschlagventil gegen Druck/Vakuum als Sicherheitsventil für den Fall eines übermäßigen Über- oder Unterdrucks. Sind einzelne IG-Versorgungsventile von Tanks aufgrund einer möglichen Dampfverunreinigung oder Umstellung auf Normaldruck zu Messungszwecken usw. geschlossen, sollte der Ventilstatus für alle am Ladungsumschlag beteiligten Personen deutlich angezeigt werden. Jedes einzelne IG-Ventil in einem Tank sollte mit einer Verriegelung versehen sein, die durch einen verantwortlichen Offizier kontrolliert wird.</p>	x	x	x	
56	<p>Alle für den Verladebetrieb zuständigen Mitarbeiter sind sich bewusst, dass bei Ausfall der Inertgasanlage der Löschbetrieb einzustellen ist und das andere Schiff benachrichtigt werden sollte.</p> <p>Bei Ausfall einer IG-Anlage sollte der Entladebetrieb, das Entballasten und die Tankreinigung eingestellt und der Terminal benachrichtigt werden.</p> <p>Unter keinen Umständen darf die Schiffsbesatzung zulassen, dass die Atmosphäre in einem Tank unter den atmosphärischen Druck fällt.</p>	x	x	x	
	Rohölpülung				
57	nicht zutreffend				
58	nicht zutreffend				

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
Teil 'B' - Flüssige Produkte Allgemein - Verbale Überprüfung		1	2	3	4
	Tankreinigung				
59	<p>Während des Aufenthaltes des Schiffs längsseits des anderen Schiffs / am Liegeplatz sind Tankreinigungsaktivitäten geplant.</p> <p>In einem Gespräch zwischen dem verantwortlichen Offizier und dem Vertreter des Terminals vor der Übergabe sollte festgestellt werden, ob Tankreinigungsaktivitäten geplant sind, und die Checkliste sollte einen entsprechenden Vermerk enthalten.</p>	x	x	x	x
60	<p>Falls ja, sind die Verfahren und Genehmigungen für die Tankreinigung vereinbart worden.</p> <p>Es sollte bestätigt werden, dass alle erforderlichen Genehmigungen, die für eine vorgesehene Längsseitstankreinigung erforderlich sein könnten, gemäß den lokalen Gesetzen und Bestimmungen von den zuständigen Behörden eingeholt wurden. Die beabsichtigte Methode zur Tankreinigung sowie der Umfang der Tätigkeiten sollten abgestimmt werden.</p>	x	x	x	x
61	<p>Es wurde die Genehmigung für eine Entgasung von der zuständigen Behörde erteilt.</p> <p>Es sollte bestätigt werden, dass alle erforderlichen Genehmigungen, die für eine vorgesehene Längsseitsentgasung erforderlich sein könnten, gemäß den lokalen Gesetzen und Bestimmungen von den zuständigen Behörden eingeholt wurden.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'C' Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
1	<p>Es sind Materialsicherheitsdatenblätter vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.</p> <p>An Bord des Schiffs und an Land sollten Informationen zum umzuschlagenden Produkt vorhanden sein und Folgendes ausweisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine vollständige Beschreibung der physikalischen und chemischen Eigenschaften, einschließlich Reaktivitäten, die für die sichere Lagerung in Behältern und Übergabe der Ladung notwendig ist - Maßnahmen, die im Fall von Verschüttungen oder Leckagen zu ergreifen sind - Gegenmaßnahmen bei versehentlichem Kontakt einer Person mit dem Produkt - Brandbekämpfungsverfahren und -medien 	x	x	x	
2	<p>Es wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers, falls zutreffend, übergeben.</p> <p>Wird gefordert für den Umschlag von Ladungen eine Stabilisierung oder ein Inhibitor gefordert, müssen Schiffe über eine entsprechende Bescheinigung vom Hersteller verfügen, die folgende Angaben enthält:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name und Menge des zugesetzten Inhibitors - Datum der Zugabe des Inhibitors und seine normale Wirkdauer - Temperaturgrenzwerte, die den Inhibitor beeinflussen - zu ergreifende Maßnahmen, falls die Dauer der Fahrt die Wirkdauer des Inhibitors überschreiten sollte <p>Das Dokument sollte vor dem Auslaufen an Bord sein.</p>	x	x	x	
3	<p>Es stehen ausreichende Schutzkleidungen und Schutzausrüstungen (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für das umgeschlagene Produkt geeignet sind.</p> <p>Es sollten geeignete Schutzausrüstungen (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte und Schutzkleidung) für die speziellen Gefahren in Verbindung mit dem umgeschlagenen Produkt für den sofortigen Einsatz und in ausreichender Zahl für das Betriebspersonal sowohl an Bord als auch an Land zur Verfügung stehen.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'C' Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
4	<p>Es wurden Gegenmaßnahmen gegen versehentlichen persönlichen Kontakt mit der Ladung vereinbart.</p> <p>Es sollten ausreichende und geeignete Mittel zur Neutralisierung der Wirkungen und zum Entfernen geringer Mengen von verschütteten Produkten zur Verfügung stehen. Sollte es zu einem unvorhergesehenen Kontakt einer Person mit einem Produkt kommen, ist es wichtig, dass ausreichende und geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden, um die Auswirkungen zu begrenzen.</p> <p>Die MSDS sollten Informationen enthalten, wie im Fall eines solchen Produktkontakts hinsichtlich der besonderen Eigenschaften der Ladung zu verfahren ist, und das Personal sollte die einzuhaltenden Verfahren kennen.</p> <p>Eine geeignete Sicherheitsdusche und Augenspülausrüstung sind in unmittelbarer Nähe der Stellen an Bord bzw. an Land einzurichten und zum sofortigen Einsatz bereit sein, wo regelmäßig Umschlagsarbeiten erfolgen.</p>	x	x	x	
5	<p>Die Umschlagsquote ist kompatibel mit dem automatischen Abschaltssystem, falls eines benutzt wird.</p> <p>Automatische Absperrventile können auf dem Schiff (bzw. den Schiffen) und/oder an Land vorgesehen werden. Sie werden automatisch betätigt, z. B. durch einen bestimmten Pegel, der in einem zu füllenden Tank eines Schiffs (bzw. von Schiffen) oder an Land erreicht wird. Werden solche Systeme eingesetzt, sollte die Umschlagsquote so festgelegt werden, dass ein sprunghaftes Ansteigen des Drucks durch das automatische Schließen von Ventilen keinen Schaden an den Schiffs- oder Landleitungssystemen verursacht. Alternative Mittel, wie z. B. Rückführungssysteme und Puffertanks können eingebaut werden, um den entstehenden Druckanstieg zu entlasten.</p> <p>Zwischen dem verantwortlichen Offizier und dem Vertreter des Terminals sollte eine schriftliche Vereinbarung darüber getroffen werden, ob die Ladungsumschlagsquote angepasst oder alternative Systeme eingesetzt werden sollten.</p>	x	x	x	
6	<p>Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung.</p> <p>Die Schiffs- und Landmessgeräte und Alarmeinrichtungen des Ladungssystems sollten regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie sich in einem funktionstüchtigen Zustand befinden.</p> <p>Dort wo es möglich ist, Alarmeinrichtungen auf unterschiedliche Werte einzustellen, sollte der Alarm auf den erforderlichen Wert eingestellt werden.</p>	x	x	x	
7	<p>Tragbare Gasspürgeräte stehen ohne weiteres für die umgeschlagenen Produkte bereit.</p> <p>Die bereitgestellten Geräte sollten bei Erfordernis in der Lage sein, entflammbare und/oder toxische Werte zu messen.</p> <p>Geeignete Ausrüstungen sollten für die Betriebsprüfungen der Geräte zur Verfügung stehen, mit denen eine Entflammbarkeit gemessen werden kann. Betriebsprüfungen sollten vor Verwendung der Ausrüstungen durchgeführt werden. Eine Eichung sollte gemäß dem Sicherheitsmanagementsystem erfolgen.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'C' Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
8	<p>Es wurden Informationen zu Brandbekämpfungsausrüstungen und -verfahren ausgetauscht.</p> <p>Es sollten Informationen über die Verfügbarkeit von Brandbekämpfungsausrüstungen und die im Fall eines Feuers an Bord oder an Land zu befolgenden Verfahren ausgetauscht werden.</p> <p>Besondere Aufmerksamkeit ist allen umgeschlagenen Produkten zu widmen, die mit Wasser reagieren können oder spezielle Brandbekämpfungsverfahren erfordern.</p>	x	x	x	
9	<p>Die Übergabeschläuche sind aus einem geeigneten Material und resistent gegenüber der Einwirkung der umgeschlagenen Produkte.</p> <p>Jeder Übergabeschlauch sollte dauerhaft gekennzeichnet sein, um die Feststellung der Produkte, für die er geeignet ist, des Prüfdrucks und des letzten Datums der Prüfung bei diesem Druck sowie, sollte er bei anderen als den Umgebungstemperaturen eingesetzt werden, seiner maximalen und minimalen Einsatztemperaturen zu ermöglichen.</p>	x	x	x	x
10	<p>Der Ladungsumschlag erfolgt mit dem fest eingebauten Rohrleitungssystem.</p> <p>Alle Ladungsübergaben sollten über dauerhaft installierte Rohrleitungssysteme an Bord und an Land erfolgen.</p> <p>Sollte es aus speziellen betrieblichen Gründen notwendig sein, tragbare Ladeleitungen an Bord oder an Land zu verwenden, ist darauf zu achten, dass diese Leitungen richtig angeordnet und montiert werden, um etwaige zusätzliche Risiken zu minimieren, die mit ihrem Einsatz verbunden sind. Bei entsprechendem Erfordernis sollte die elektrische Durchgängigkeit dieser Leitungen geprüft und ihre Länge so kurz wie möglich gehalten werden.</p> <p>Die Verwendung von nicht dauerhaften Übergabeausrüstungen im Tankinneren ist im Allgemeinen nicht gestattet, sofern nicht spezielle Genehmigungen eingeholt wurden.</p> <p>Wann immer Ladungsschläuche zur Herstellung von Anschlüssen innerhalb des ständigen Rohrleitungssystems des Schiffs oder an Land verwendet werden, sind diese Anschlüsse ordentlich zu sichern, so kurz wie möglich und elektrisch durchgängig zum Schiff (bzw. zu den Schiffen) und/oder zur Landrohrleitung zu halten. Alle verwendeten Schläuche müssen für den Einsatzzweck geeignet, ordnungsgemäß geprüft, gekennzeichnet und zertifiziert sein.</p>	x	x	x	
11	<p>Falls zutreffend, wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff von Land entweder für das Inertisieren oder Spülen von Schiffstanks oder für das Spülen der Leitung zum Schiff vereinbart.</p> <p>Schiff(e) und Land sollten schriftlich die Stickstoffversorgung vereinbaren und dabei das geforderte Volumen und den Durchfluss in Kubikmetern pro Minute angeben. Die Reihenfolge der Ventilöffnung vor Beginn und nach Abschluss des Vorgangs sollte vereinbart werden, sodass das Schiff (bzw. die Schiffe) die Kontrolle über die Durchflussmenge behält (behalten). Es ist darauf zu achten, dass die offenen Lüftungsklappen an einem Tank ausreichend dimensioniert sind, um die Möglichkeit des Entstehens von Überdruck auszuschließen.</p> <p>Der Tankdruck sollte während der gesamten Tätigkeiten genau überwacht werden.</p> <p>Die Zustimmung des Schiffs ist einzuholen, wenn der Terminal / das gelöschte Schiff komprimierten Stickstoff (oder Druckluft) als Antriebsmittel zur Leitungsreinigung verwenden will. Das (die Ladung übernehmende) Schiff sollte über den dabei verwendeten Druck und die Möglichkeit von eindringendem Gas in den Ladetank informiert werden.</p>	x		x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil 'C' Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	12	<p>Falls gefordert, steht ein Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks zur sofortigen Benutzung bereit.</p> <p>Es kann ein gut funktionierendes Wassersprühsystem zum Einsatz kommen, um einen Anstieg der Tankdecktemperatur durch Einstrahlung zu vermeiden.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung	1	2	3	4
1	<p>Es sind Materialsicherheitsdatenblätter vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.</p> <p>Vor und während des Umschlags müssen Informationen zu jedem umgeschlagenen Produkt an Bord des Schiffs (bzw. der Schiffe) und/oder an Land vorhanden sein.</p> <p>Informationen zur Ladung in schriftlicher Form enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine vollständige Beschreibung der physikalischen und chemischen Eigenschaften, die für den sicheren Umschlag der Ladung von Bedeutung sind. - Maßnahmen, die im Fall von Verschüttungen oder Leckagen zu ergreifen sind - Gegenmaßnahmen bei versehentlichem Kontakt einer Person mit dem Produkt - Brandbekämpfungsverfahren und -medien - Sonderausrüstungen, die für den sicheren Umgang mit der speziellen Ladung (bzw. den speziellen Ladungen) erforderlich sind - zulässige Mindesttemperaturen des Stahls im Inneren des Schiffskörpers - Notfallverfahren 	x	x	x	
2	<p>Es wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers, falls zutreffend, übergeben.</p> <p>Wird gefordert für den Umschlag von Ladungen eine Stabilisierung oder ein Inhibitor gefordert, müssen Schiffe über eine entsprechende Bescheinigung vom Hersteller verfügen, die folgende Angaben enthält:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name und Menge des zugesetzten Inhibitors - Datum der Zugabe des Inhibitors und seine normale Wirkdauer - Temperaturgrenzwerte, die den Inhibitor beeinflussen - zu ergreifende Maßnahmen, falls die Dauer der Fahrt die Wirkdauer des Inhibitors überschreiten sollte <p>Das Dokument sollte vor dem Auslaufen an Bord sein.</p>	x	x	x	
3	<p>Das Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks steht zur sofortigen Benutzung bereit.</p> <p>In den Fällen, wo entflammbare oder toxische Produkte umgeschlagen werden, sollten Wassersprühsysteme regelmäßig geprüft werden. Angaben zu den letzten Prüfungen sollten ausgetauscht werden.</p> <p>Während der Umschlagsarbeiten sollten die Systeme für den sofortigen Einsatz bereitstehen.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung	1	2	3	4
4	<p>Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für das umgeschlagene Produkt geeignet sind.</p> <p>Es sollten geeignete Schutzausrüstungen, einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte, Augenschutzeinrichtungen und Schutzkleidung, für die speziellen Gefahren in Verbindung mit dem umgeschlagenen Produkt für den sofortigen Einsatz und in ausreichender Zahl für das Betriebspersonal sowohl an Bord als auch an Land zur Verfügung stehen.</p> <p>Die Aufbewahrungsorte für diese Ausrüstungen sollten wettergeschützt und eindeutig gekennzeichnet sein.</p> <p>Das gesamte, direkt am Umschlag beteiligte Personal sollte diese Ausrüstungen und Bekleidung verwenden, wann immer es die Situation verlangt.</p> <p>Personal, das bei Umschlagsarbeiten Atemschutzgeräte tragen muss, sollte in deren sicherer Benutzung geschult sein. Ungeschultes Personal und Personal mit Gesichtsbehaarung sollte nicht für Umschlagsarbeiten vorgesehen werden, bei denen Atemschutzgeräte getragen werden müssen.</p>	x	x	x	
5	<p>Laderäume und Räume zwischen Barrieren sind, wie erforderlich, inertisiert oder mit trockener Luft gefüllt.</p> <p>Die Räume, für die die Gas Carrier Codes der IMO gelten, sollten vor dem Einlaufen vom Personal kontrolliert werden.</p>	x	x	x	
6	<p>Alle ferngesteuerten Ventile sind funktionstüchtig.</p> <p>Alle ferngesteuerten Ventile des Ladesystems von Schiff(en) und/oder Land und deren System zur Stellungsanzeige sollten regelmäßig überprüft werden. Angaben zu den letzten Prüfungen sollten ausgetauscht werden.</p>	x	x	x	
7	<p>Die erforderlichen Ladungspumpen und Kompressoren sind in gutem Zustand, und die maximalen Betriebsdrücke wurden zwischen Schiff und Land vereinbart.</p> <p>Es sollte eine schriftliche Übereinkunft zum maximal zulässigen Betriebsdruck im Ladeleitungssystem während der Arbeiten erzielt werden.</p>	x	x	x	
8	<p>Die Wiederverflüssigungs- oder Verdampfungskontrolltechnik ist in gutem Zustand.</p> <p>Vor Beginn der Umschlagsarbeiten sollte überprüft werden, dass die Kontrollsysteme für Wiederverflüssigung und Abdampfen ordnungsgemäß funktionieren.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
		1	2	3	4
	Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung				
9	<p>Die Gasspürausrüstung ist ordnungsgemäß für die Ladung eingestellt, kalibriert, geprüft und inspiziert worden und ist in gutem Zustand.</p> <p>Zur Funktionsprüfung der Gasspürausrüstung sollte ein geeignetes Gas zur Verfügung stehen. Fest installierte Gasspürausrüstungen sollten vor Beginn der Umschlagsarbeiten für das umzuschlagende Produkt geprüft werden. Die Alarmfunktion sollte getestet und die Angaben zur letzten Überprüfung sollten ausgetauscht sein.</p> <p>Tragbare Gasspürgeräte, die sich für die umgeschlagenen Produkte eignen und in der Lage sind, entflammbare bzw. toxische Werte zu messen, sollten zur Verfügung stehen.</p> <p>Tragbare Geräte, die in der Lage sind, im entflammbaren Bereich zu messen, sollten vor Beginn der Umschlagarbeiten einer Funktionsprüfung für die umzuschlagenden Produkte unterzogen werden.</p> <p>Eine Eichung der Geräte sollte gemäß dem Sicherheitsmanagementsystem erfolgen.</p>	x	x	x	
10	<p>Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung.</p> <p>Die Schiffs- und/oder Landmessgeräte und Alarmeinrichtungen des Ladungssystems sollten regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie sich in einem funktionstüchtigen Zustand befinden.</p> <p>Dort wo es möglich ist, Alarmeinrichtungen auf unterschiedliche Werte einzustellen, sollte der Alarm auf den erforderlichen Wert eingestellt werden.</p>	x	x	x	
11	<p>Die Notstoppsysteme wurden getestet und funktionieren ordnungsgemäß.</p> <p>Nach Möglichkeit sollten die Notabschaltsysteme von Schiff(en) und/oder Land vor Beginn der Ladungsübergabe getestet werden.</p>	x	x	x	
12	<p>(Sowohl) Schiff(e) und/oder Land haben sich gegenseitig über die Schließgeschwindigkeit der Ventile, Automatikventile bzw. ähnlicher Vorrichtungen der Notstoppsysteme informiert.</p> <p>Automatische Absperrventile können in den Systemen auf dem Schiff (den Schiffen) und/oder an Land vorgesehen werden. Neben anderen Parametern kann die Funktion dieser Ventile automatisch durch einen bestimmten Pegel ausgelöst werden, der in dem gerade befüllten Tank entweder an Bord oder an Land erreicht wird.</p> <p>Die Schließgeschwindigkeit aller automatischen Ventile sollte bekannt sein und diesbezügliche Informationen sind auszutauschen.</p> <p>Werden automatische Ventile installiert und eingesetzt, sollte die Umschlaggeschwindigkeit so angepasst werden, dass ein sprunghaftes Ansteigen des Drucks durch das automatische Schließen eines solchen Ventils den sicheren Betriebsdruck des Rohrleitungssystems weder auf dem Schiff (den Schiffen) noch an Land überschreitet.</p> <p>Alternative dazu können Mittel, wie z. B. Rückführungssysteme und Puffertanks, eingebaut werden, um den entstehenden Druckanstieg zu entlasten.</p> <p>Zwischen dem (den) verantwortlichen Offizieren und/oder dem Vertreter des Terminals sollte eine schriftliche Vereinbarung darüber getroffen werden, ob die Ladungsumschlagsquote angepasst oder alternative Systeme eingesetzt werden sollten. Die sichere Ladungsumschlaggeschwindigkeit sollte in der Vereinbarung vermerkt werden.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste		Anhang			
	Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung	1	2	3	4
13	<p>Zwischen Schiff(en) und/oder Land wurden Informationen über die maximalen/minimalen Temperaturen/Drücke der umzuschlagenden Ladung ausgetauscht.</p> <p>Vor Beginn der Umschlagsarbeiten sollten zwischen dem (den) Verantwortlichen / Offizier und den Vertretern des Terminals Informationen zu den Temperatur-/Druckanforderungen für die Ladung ausgetauscht werden.</p> <p>Diese Information sollte schriftlich erfolgen.</p>	x	x	x	
14	<p>Die Ladetanks sind während des Ladungsumschlags jederzeit vor versehentlichem Überfüllen geschützt.</p> <p>Automatische Abschaltssysteme sind normalerweise so ausgelegt, dass die Flüssigkeitsventile geschlossen und im Fall des Löschens die Ladepumpen abgeschaltet werden, wenn der Flüssigkeitspegel in einem Tank den maximal zulässigen Pegel überschreitet. Dieser Pegel muss genau eingestellt sein, und die Funktionsfähigkeit des Systems ist in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren.</p> <p>Werden Abschaltssysteme von Schiff(en) und/oder Land miteinander verbunden, muss ihre Funktionstüchtigkeit vor Beginn der Ladungsübergabe überprüft werden.</p>	x	x	x	
15	<p>Der Kompressorraum ist ordnungsgemäß belüftet, der Elektromotorenraum steht ordnungsgemäß unter Druck und das Alarmsystem funktioniert.</p> <p>Vor Beginn des Ladungsumschlags sollten Lüfter mindestens 10 Minuten lang und danach durchgehend für die Dauer des Umschlags laufen.</p> <p>Akustische und visuelle Alarmer, die sich an Luftscheusen zu Kompressor-/Motorräumen befinden, sollten regelmäßig überprüft werden.</p>	x	x	x	
16	<p>Die Überdruckventile sind korrekt eingestellt, und die tatsächlichen Einstellwerte der Überdruckventile werden deutlich und sichtbar angezeigt.</p> <p>In Fällen, wo Ladetanks mehr als eine Entlastungsventileinstellung haben, sollte überprüft werden, dass das Entlastungsventil so eingestellt ist, wie es für die umzuschlagende Ladung erforderlich ist, und dass die aktuelle Einstellung des Entlastungsventils klar und deutlich an Bord des Schiffs (der Schiffe) erkennbar ist. Einstellungen von Entlastungsventilen sollten in die Checkliste eingetragen werden.</p>	x	x	x	
17	<p>Der Betriebsparameter (Öffnungsdruck) des Druckventils (MARV) des Schiffs wurde berücksichtigt und vereinbart.</p> <p>Bei der englischen Abkürzung MARV handelt es sich um den maximal zulässigen Einstelldruck der Sicherheitsventile (Maximum Allowable Relief Valve setting) am Ladetank eines Schiffs gemäß Angabe im Zulassungszeugnis (Certificate of Fitness / Approval) des Schiffs.</p>	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil 'D' Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung	1	2	3	4
18		Die (Hafen-)Behörden wurden, falls erforderlich, vor dem Ladungsumschlag informiert.	x	x	x	
19		Sofern von den (Hafen-)Behörden gefordert, wurde ein externer Koordinator benannt und befindet sich als verantwortlicher Koordinator für den geplanten Ladungsumschlag zwischen den Schiffen an Bord.		x	x	