
ISGINTT **Internationaler** **Sicherheitsleitfaden für die** **Binnentankschifffahrt und** **Binnentankterminals**

(Zweite Ausgabe, aktualisiert im Juli 2026)



ZKR

ZENTRAKKOMMISSION
FÜR DIE RHEINSCHIFFFAHRT

OCIMF

Ausgestellt von

Zentralkommission für die Rheinschifffahrt

2, place de la République - CS10023

67082 Strasbourg Cedex

Frankreich

+33 (0)3 88 52 20 10

www.ccr-zkr.org

OCIMF

29 Queen Anne's Gate

London SW1H 9BU

Vereinigtes Königreich

Telefon: +44 (0)20 7654 1200

E-Mail: enquiries@ocimf.org

www.ocimf.org

Zweite Ausgabe 2023, aktualisiert im Juli 2026

© Zentralkommission für die Rheinschifffahrt

© OCIMF

ISBN: 979-10-90735-93-4

Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR)

Die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) ist eine internationale Organisation, die die Hauptverantwortung für die verordnungsrechtliche Tätigkeit im Hinblick auf die Rheinschifffahrt trägt. Sie übernimmt Aufgaben im technischen, juristischen, wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Bereich. In allen Arbeitsbereichen sind Effizienz des Transports auf dem Rhein, Sicherheit, soziale Belange und Umweltschutz die Leitlinien des Handelns der ZKR. Viele Aktivitäten der ZKR gehen heute über den Rhein hinaus und beziehen sich in einem weiteren Sinne auf alle europäischen Binnenwasserstraßen. Die ZKR arbeitet eng mit der Europäischen Kommission sowie den anderen Flusskommissionen und internationalen Organisationen zusammen.

OCIMF

Das OCIMF ist ein Mitgliederforum, das die maritime Energiebranche im gemeinsamen Streben nach Sicherheit vereint. Es wurde 1970 nach verschiedenen Unfällen, unter anderem der Havarie der „Torrey Canyon“ im Jahr 1967, gegründet, um dem Bedarf an einem besseren Verständnis und Management maritimer Risiken gerecht zu werden.

Die Vision des OCIMF lautet: *Eine globale Schifffahrtsindustrie, die weder Menschen noch Umwelt schadet.*

Das OCIMF fördert die sichere und umweltverträgliche Beförderung und Handhabung von Erdöl, Petrochemikalien, Gas und neuen Kraftstoffen und fordert die Einhaltung derselben Standards bei den damit verbundenen Offshore-Aktivitäten.

Unser Auftrag lautet: *Gemeinsam für ein Ziel – die Förderung der Sicherheit im Seeverkehr für den Energiesektor.* Das OCIMF arbeitet mit seinen Mitgliedern und Partnern aus der Industrie zusammen, um betriebliche Gefahren bereits heute zu managen und die Industrie auf kommende Risiken und Gefahren vorzubereiten.

Nutzungsbedingungen

Die in diesem Dokument gegebenen Hinweise wurden auf der Grundlage der besten derzeit verfügbaren Informationen erarbeitet, sind jedoch lediglich als Orientierungshilfe gedacht und werden auf eigenes Risiko verwendet. Das OCIMF, die Mitglieder des OCIMF oder Personen, Firmen, Unternehmen oder Organisationen (die in irgendeiner Weise an der Bereitstellung von Informationen oder Daten, der Zusammenstellung oder Übersetzung, der Veröffentlichung, der Lieferung oder dem Verkauf des Dokuments beteiligt waren) übernehmen keine Verantwortung für die Richtigkeit der in dem Dokument enthaltenen Informationen oder Ratschläge oder für etwaige Auslassungen in dem Dokument oder für Folgen, die sich direkt oder indirekt aus der Beachtung, Annahme oder dem Vertrauen auf die in dem Dokument enthaltenen Hinweise ergeben, selbst wenn diese durch mangelnde Sorgfalt verursacht wurden.

Der Inhalt dieser Veröffentlichung darf zu keinem Zeitpunkt, weder ganz noch teilweise, in ein System künstlicher Intelligenz (KI), wie beispielsweise ChatGPT, Co-Pilot oder Watson, eingegeben werden. Diese Veröffentlichung darf weder ganz noch teilweise auf irgendeine Weise, weder direkt noch indirekt, zum Trainieren oder Entwickeln von KI-Systemen, maschinellen Lernmodellen oder anderen automatisierten Technologien verwendet werden. Gemäß Artikel 4 Absatz 3 der Richtlinie 2019/790 über den digitalen Binnenmarkt nimmt das OCIMF dieses Werk ausdrücklich von der Ausnahme für das Text und Data Mining aus.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	20
Einleitung	21
Zweck und Geltungsbereich	23
Literaturverzeichnis	25
Begriffsbestimmungen	28
TEIL 1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN	41
1 Grundeigenschaften von flüssigem Massengut.....	42
1.1 Dampfdruck	42
1.1.1 Echter Dampfdruck	42
1.1.2 Reid-Dampfdruck	42
1.2 Entflammbarkeit	43
1.2.1 Allgemein.....	43
1.2.2 Explosionsgrenze	43
1.2.3 Auswirkung von Inertgas auf die Entflammbarkeit	43
1.2.4 Entflammbarkeitstests	45
1.2.5 Flammpunkt.....	45
1.2.6 Klassifikation der Entflammbarkeit.....	45
1.3 Dichte der Kohlenwasserstoffgase.....	46
1.4 Korrosivität	46
2 Gefahren flüssiger Massengüter	47
2.1 Entflammbarkeit	47
2.2 Dichte	47
2.3 Toxizität.....	47
2.3.1 Einleitung	47
2.3.2 Flüssige Massengüter.....	47
2.3.3 Produktdämpfe	48
2.3.4 Sicherheitsdatenblätter.....	49
2.3.5 Benzol, andere krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Erzeugnisse und andere aromatische Kohlenwasserstoffe	49
2.3.6 Schwefelwasserstoff	50
2.3.7 Mercaptane	53
2.3.8 Nicht zutreffend	54
2.3.9 Inertgas.....	54
2.3.10 Sauerstoffmangel.....	54
2.3.11 Fettsäuremethylester	54
2.3.12 Methyl-Tertiär-Butyl-Ether und Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether	55
2.3.13 Ethanol	54
2.4 Gasmessung	55
2.4.1 Einleitung	55
2.4.2 Messung der Produktkonzentration.....	55
2.4.3 Gasspürgeräte	56
2.4.4 Nichtkatalytische Gasspürgeräte mit Heizdrähten (Tanksopes).....	59
2.4.5 Interferometer (Refraktometer)	60
2.4.6 Infrarotmessgeräte	60
2.4.7 Messung von niedrigen Konzentrationen von giftigen Gasen	62
2.4.8 Gasspüranlagen	62
2.4.9 Messung der Sauerstoffkonzentration	63
2.4.10 Einsatz von Sauerstoffmessgeräten	63
2.4.11 Multigasspürgeräte	64
2.4.12 Persönliche Gasspürgeräte.....	64
2.4.13 Gasprobenleitungen und Probenahmeverfahren.....	65

2.5	Produktgasentwicklung und Dispersion.....	66
2.5.1	Einleitung	66
2.5.2	Gasentwicklung und Entlüftung	66
2.5.3	Gasausbreitung	68
2.5.4	Dispersionshemmende Variable.....	69
2.5.5	Minimierung der Gefahren durch entlüftetes Gas.....	73
2.5.6	Nicht zutreffend	73
2.6	Nicht zutreffend.....	75
2.7	Gefahren, die mit dem Umschlag, der Speicherung und Beförderung von schwerem Heizöl (Rückstandsschweröl) verbunden sind	75
2.7.1	Allgemein.....	75
2.7.2	Art der Gefährdung.....	75
2.7.3	Messung des Flammpunkts und der Entflammbarkeit im Gasraum.....	76
2.7.4	Vorsichtsmaßnahmen	76
2.7.5	Gefahr durch Schwefelwasserstoff in Rückstandsschwerölen.....	77
3	Statische Elektrizität	78
3.1	Prinzipien der Elektrostatik	78
3.1.1	Zusammenfassung.....	78
3.1.2	Ladungstrennung.....	78
3.1.3	Ladungsspeicherung.....	79
3.1.4	Elektrostatische Entladung	80
3.1.5	Elektrostatische Eigenschaften von Gasen und Nebeln	83
3.2	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren.....	83
3.2.1	Überblick	83
3.2.2	Elektrische Masseverbindung (Bonden).....	84
3.2.3	Vermeiden von losen leitenden Gegenständen	85
3.3	Andere elektrostatische Gefahrenquellen	85
3.3.1	Filter.....	85
3.3.2	Fest installierte Ausrüstung in Ladetanks	85
3.3.3	Freier Fall in Tanks	86
3.3.4	Wassernebel	86
3.3.5	Inertgas.....	87
3.3.6	Entladung von Kohlendioxid	87
3.3.7	Kleidung und Schuhwerk.....	87
3.3.8	Synthetische Materialien	87
4	Allgemeine Gefahren auf dem Binnentankschiff und am Terminal	88
4.1	Allgemeine Grundsätze.....	88
4.2	Kontrolle potenzieller Zündquellen	88
4.2.1	Offenes Feuer	88
4.2.2	Rauchen.....	89
4.2.3	Kombusenherde und Kochgeräte	90
4.2.4	Maschinen- und Kesselräume.....	91
4.3	Tragbare Elektrogeräte	91
4.3.1	Allgemein.....	91
4.3.2	Lampen und andere Elektrogeräte mit flexiblen Kabeln (freie Anschlussleitungen)	92
4.3.3	Druckluftlampen	92
4.3.4	Handlampen (tragbare Leuchten), Lampen und tragbare batteriebetriebene Geräte	92
4.3.5	Kameras.....	93
4.3.6	Andere tragbare Elektrogeräte	93
4.3.7	Lithiumbatterien	94

4.4	Umgang mit elektrischen Anlagen und Geräten in gefährdeten Bereichen ...	94
4.4.1	Allgemein.....	94
4.4.2	Gefährdete Bereiche	94
4.4.3	Elektrische Anlagen und Geräte	95
4.4.4	Inspektion und Wartung elektrischer Anlagen und Geräte	95
4.4.5	Elektrische Reparaturen, Wartung und Prüfungen an Terminals	97
4.5	Einsatz von Werkzeugen	97
4.5.1	Sandstrahlen und mechanisch angetriebene Werkzeuge	97
4.5.2	Handwerkzeuge	98
4.6	Geräte aus Aluminium	98
4.7	Kathodenschutzanoden in Ladetanks	98
4.8	Kommunikationsausrüstung.....	99
4.8.1	Allgemein.....	99
4.8.2	Funkgeräte des Binnentankschiffs	99
4.8.3	Radargeräte des Binnentankschiffs	99
4.8.4	Automatisches Identifizierungssystem	100
4.8.5	Telefone.....	100
4.8.6	Mobiltelefone	100
4.8.7	Pager.....	101
4.9	Spontane Verbrennung.....	101
4.10	Selbstentzündung.....	101
4.11	Asbest	101
5	Brandbekämpfung	102
5.1	Brandbekämpfungslehre	102
5.2	Brandarten und geeignete Feuerlöschmittel	102
5.3	Feuerlöschmittel.....	103
5.3.1	Kühlmittel.....	103
5.3.2	Löschmittel mit erstickender Wirkung	104
5.3.3	Flammschutzmittel	106
5.4	Brandmeldeanlagen.....	107
5.5	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	107
6	Sicherheit	108
6.1	Allgemein	108
6.2	Sicherheitseinschätzung	108
6.3	Verantwortlichkeiten im Rahmen des ISPS-Codes.....	108
6.4	Sicherheitspläne entsprechend SOLAS-Übereinkommen und ISPS-Code ...	109
6.5	Sicherheitspläne für Binnentankschiffe	109
6.6	Sicherheitserklärung.....	110
TEIL 2	SCHIFFSRELEVANTE INFORMATIONEN	112
7	Bordsysteme.....	113
7.1	Inertgasanlage.....	113
7.1.1	Allgemein.....	113
7.1.2	Inertgasquellen	113

7.1.3	Zusammensetzung und Qualität des Inertgases	113
7.1.4	Verfahren zum Austausch der Tankatmosphäre.....	113
7.1.5	Regelung der Atmosphäre in Ladetanks	114
7.1.6	Einsatz bei Ladetankaktivitäten	115
7.1.7	Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen	118
7.1.8	Schutz der Ladetanks gegen Über- und Unterdruck	118
7.1.9	Nicht zutreffend	119
7.1.10	Nicht zutreffend	119
7.1.11	Vorsichtsmaßnahmen für Inertgasanlagen bei kaltem Wetter	119
7.1.12	Ausfall der Inertgasanlage	119
7.1.13	Reparatur der Inertgasanlage.....	120
7.2	Belüftungsanlagen	120
7.2.1	Allgemein.....	120
7.2.2	Tanküberdrücke und -unterdrücke	121
7.3	Ladungs- und Ballastsysteme.....	123
7.3.1	Bedienungshandbuch.....	123
7.3.2	Integrität des Ladungs- und Ballastsystems	123
7.3.3	Ladegeschwindigkeiten	124
7.3.4	Überwachung der Leer- und Ballasträume	125
7.4	Strom- und Antriebssysteme.....	125
7.5	Nicht zutreffend.....	125
7.6	Nicht zutreffend.....	125
8	Schiffsausrüstungen	126
8.1	Brandbekämpfungsausrüstung an Bord	126
8.1.1	Allgemein.....	126
8.1.2	Fest installierte Feuerlöschanlagen mit Kühlwirkung auf Tankschiffen	126
8.1.3	Fest installierte Feuerlöschanlagen mit Erstickungswirkung auf Tankschiffen	126
8.1.4	Tragbare Brandbekämpfungsausrüstung.....	127
8.2	Gasprüfgeräte	128
8.2.1	Einleitung	128
8.2.2	Zusammenfassung der Gasprüfungsaufgaben	129
8.2.3	Bereitstellung von Gasspürgeräten	129
8.2.4	Alarmfunktionen von Gasspürgeräten	130
8.2.5	Probenentnahmeleitungen	130
8.2.6	Kalibrierung.....	130
8.2.7	Funktionsprüfungen und Inspektion.....	131
8.2.8	Persönliche Wegwerfgasspürgeräte.....	131
8.3	Hebevorrichtungen	131
8.3.1	Inspektion und Wartung	131
8.3.2	Schulung.....	132
9	Sicherheits- und Notfallmanagement.....	133
9.1	Sicherheitsmanagementsysteme	133
9.2	Risikomanagement	134
9.2.1	Allgemein.....	134
9.2.2	Risikobewertung	134
9.2.3	Hierarchie der Kontrollen	134
9.2.4	Risiken an der Schnittstelle zum Gewässer.....	135
9.2.5	Änderungsmanagement	135

9.3	Arbeitsgenehmigungssysteme	136
9.3.1	Allgemein.....	136
9.3.2	Struktur: Arbeitsgenehmigungssystem.....	136
9.3.3	Arbeitsgenehmigungssystem: Funktionsweisen	137
9.3.4	Arbeitsgenehmigungsformulare.....	137
9.3.5	Arbeitsplanungstreffen	138
9.3.6	Toolbox Talks (Sicherheitsbesprechungen).....	138
9.3.7	Arbeitsstopp-Berechtigung (Stop Work Authority, SWA).....	138
9.4	Heißarbeiten	139
9.4.1	Kontrolle der Heißarbeiten.....	139
9.4.2	Heißarbeiten im Innern des bezeichneten Raums.....	139
9.4.3	Heißarbeiten außerhalb des zugewiesenen Raums	139
9.4.4	Heißarbeiten in gefährdeten Bereichen.....	141
9.5	Schweiß- und Brenngerte	146
9.6	Andere gefährliche Arbeiten	147
9.7	Beauftragung von Vertragspartnern	147
9.8	Reparaturen außerhalb der Schiffswerft.....	147
9.8.1	Einleitung	147
9.8.2	Allgemein.....	148
9.8.3	Aufsicht und Kontrolle	148
9.8.4	Planung vor Einlaufen des Schiffs	148
9.8.5	Festmachen des Schiffs	149
9.8.6	Anlagen an Land.....	149
9.8.7	Sicherheitstreffen vor Beginn der Arbeiten.....	150
9.8.8	Arbeitsgenehmigungen.....	150
9.8.9	Tankzustand.....	150
9.8.10	Lade- und Löschleitungen	150
9.8.11	Brandschutzmaßnahmen	150
9.8.12	Ernennung eines Sondersicherheitsbeauftragten.....	151
9.8.13	Heißarbeiten	151
9.9	Notfallmanagement an Bord	151
9.9.1	Allgemein.....	151
9.9.2	Notfallplan für Binnentankschiffe	152
9.9.3	Maßnahmen bei einem Notfall	153
10	Geschlossene Räume	155
10.1	Einführung in die Sicherheit beim Betreten geschlossener Räume	155
10.2	Sicherheitsmanagement für das Betreten geschlossener Räume.....	156
10.2.1	Allgemein.....	156
10.2.2	Kontrolliertes Betreten von geschlossenen Räumen	156
10.2.3	Umgang mit geschlossenen Räumen, die nicht zum Betreten vorgesehen sind ..	160
10.3	Identifizierung geschlossener Räume	160
10.4	Die Gefahren von Atmosphären in geschlossenen Räumen	161
10.4.1	Sauerstoffmangel.....	161
10.4.2	Vorhandensein von giftigen und/oder entzündbaren Gasen	162
10.4.3	Gefahr durch Inertgas einschließlich Stickstoff	163
10.4.4	Sauerstoffanreicherung.....	163
10.5	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	164
10.6	Zutrittsberechtigung.....	164

10.7	Anforderungen für das Betreten von geschlossenen Räumen	165
10.7.1	Kontrolliertes Betreten von geschlossenen Räumen	165
10.7.2	Prüfung der Atmosphäre vor Betreten	165
10.7.3	Genehmigung für das Betreten von geschlossenen Räumen	166
10.8	Vorsichtsmaßnahmen beim Betreten von geschlossenen Räumen	168
10.9	Arbeiten in geschlossenen Räumen	169
10.9.1	Allgemeine Vorschriften	169
10.9.2	Öffnen von Ausrüstungen und Armaturen	169
10.9.3	Einsatz von Werkzeugen	169
10.9.4	Elektrische Lampen und Einrichtungen	169
10.9.5	Entfernen von Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen	169
10.9.6	Nutzung von Arbeitsbooten	169
10.10	Betreten von geschlossenen Räumen mit Atmosphären, von denen bekannt ist oder angenommen wird, dass das Betreten dieser Räume nicht sicher ist	170
10.11	Rettung und Evakuierung aus geschlossenen Räumen	170
10.11.1	Evakuierung aus geschlossenen Räumen	170
10.11.2	Organisation von Rettungs- und Bergungsmaßnahmen aus geschlossenen Räumen	171
10.11.3	Vorsichtsmaßnahmen beim Betreten von Ladungspumpenräumen	172
10.11.4	Verfahren zum Betreten des Ladungspumpenraums	172
10.11.5	Lüftung des Ladungspumpenraums	173
10.12	Atemschutzgeräte	173
10.12.1	Umluftunabhängige Atemschutzgeräte (SCBA)	174
10.12.2	Atemschutzgeräte mit Luftschlauch	174
10.12.3	Atemschutzfluchtgerät	175
10.12.4	Wartung der Geräte	175
10.12.5	Lagerung	175
10.12.6	Schulung am Atemschutzgerät	176
11	Schiffsbetrieb	177
11.1	Ladevorgänge	177
11.1.1	Allgemein	177
11.1.2	Einstellen von Leitungen und Ventilen	177
11.1.3	Ventilbetätigung	177
11.1.4	Druckstöße	177
11.1.5	Schmetterlings- und Rückschlagventile	178
11.1.6	Ladevorgänge	178
11.1.7	Laden von statischen Akkumulatorölen	181
11.1.8	Laden von Ladungen mit sehr hohem Dampfdruck	187
11.1.9	Laden von schwefelwasserstoffhaltigen Ladungen	187
11.1.10	Laden von benzolhaltigen Ladungen	188
11.1.11	Laden von erwärmten Produkten	189
11.1.12	Nicht zutreffend	189
11.1.13	Ladebetrieb an Terminals, die mit Gasrückföhranlagen ausgestattet sind	189
11.1.14	Löschverfahren	191
11.1.15	Reinigen der Rohrleitungen und Schläuche nach den Ladevorgängen	193

11.2	Überlegungen zu Stabilität, Belastung, Trimm und Schwappen	196
11.2.1	Allgemein.....	196
11.2.2	Freie Oberflächeneffekte	196
11.2.3	Schwappbewegungen	196
11.2.4	Planung der Lade- und Löschvorgänge.....	196
11.3	Tankreinigung	197
11.3.1	Allgemein.....	197
11.3.2	Risikomanagement in Bezug auf Tankreinigung	197
11.3.3	Überwachung und Vorbereitung	197
11.3.4	Tankatmosphären.....	198
11.3.5	Tankreinigung	198
11.3.6	Vorsichtsmaßnahmen für die Tankreinigung	202
11.4	Gasfreimachen.....	204
11.4.1	Allgemein.....	204
11.4.2	Gasfreimachen zum Zwecke des Betretens ohne Atemschutzgerät	204
11.4.3	Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen	204
11.4.4	Gasprüfungen und Gasmessungen	205
11.4.5	Fest installierte Anlagen zum Gasfreimachen.....	205
11.4.6	Mobile Ventilatoren.....	205
11.4.7	Entlüften der Doppelhüllen-Ballasttanks	206
11.4.8	Gasfreimachen in Vorbereitung auf Heißenarbeiten	206
11.5	Nicht zutreffend.....	206
11.6	Ballastumschlag	206
11.6.1	Einleitung	206
11.6.2	Allgemein.....	206
11.6.3	Nicht zutreffend	206
11.6.4	Laden von getrenntem Ballast	206
11.6.5	Nicht zutreffend	207
11.6.6	Entladen von getrenntem Ballast.....	207
11.6.7	Nicht zutreffend	207
11.6.8	Nicht zutreffend	207
11.7	Ladungslecks in Doppelhüllentanks	207
11.7.1	Erforderliche Maßnahmen	207
11.7.2	Nicht zutreffend	208
11.8	Messen der Ladung, Peilen des Füllstands, Eintauchen und Probenahme...	208
11.8.1	Allgemein.....	208
11.8.2	Messungen und Probenahmen in nicht inertisierten Tanks	209
11.8.3	Messungen und Probenahmen in inertisierten Tanks	212
11.8.4	Messungen und Probenahmen von Ladungen, die toxische Substanzen enthalten	212
11.8.5	Geschlossene Messverfahren für eichpflichtigen Verkehr	215
11.9	Transfer zwischen den Schiffen	215
11.9.1	Transfer von Tankschiff zu Tankschiff.....	215
11.9.2	Transfer von Seeschiff auf Binnentankschiff und umgekehrt	215
11.9.3	Transfer von Tankschiff zu Tankschiff mit Hilfe des Gaspandeln	216
11.9.4	Transfer von Tankschiff zu Tankschiff mit Hilfe von Terminalanlagen	216
11.9.5	Elektrische Ströme von Tankschiff zu Tankschiff	216

12	Beförderung und Lagerung von Gefahrgut	217
12.1	Flüssiggase	217
12.2	Schiffsvorräte	217
12.2.1	Allgemein	217
12.2.2	Farben	218
12.2.3	Chemikalien	218
12.2.4	Reinigungsflüssigkeiten	218
12.2.5	Lagerung von Ersatzladegeschirr	218
12.3	Ladungs- und Bunkerproben	218
12.4	Sonstige Materialien	218
12.4.1	Sägespäne, ölaufsaugende Granulate und Pads	218
12.4.2	Abfall	219
12.5	Stückgut	219
12.5.1	Mineralöl und andere entzündbare Flüssigkeiten	219
12.5.2	Nicht zutreffend	219
12.5.3	Betreten von Laderäumen	219
12.5.4	Nicht zutreffend	219
12.5.5	Nicht zutreffend	219
12.5.6	Nicht zutreffend	219
12.5.7	Nicht zutreffend	219
12.5.8	Materialien, die an Deck verstaut werden	219
12.5.9	Nicht zutreffend	219
13	Menschliche Faktoren	220
13.1	Allgemein	220
13.2	Identifizierung und Analyse von sicherheitskritischen Aufgaben	221
13.3	Gestaltung	222
13.4	Risikobewertung	223
13.5	Verfahren	223
13.6	Führung	223
13.7	Sich trauen, die Arbeit einzustellen oder sich zu äußern	224
13.8	Übermüdung (Fatigue)	225
13.9	Besatzungsstärke	225
13.10	Individuelle Schulung, Erfahrung und Kompetenz	226
13.11	Teamfertigkeiten üben	226
13.12	Menschliche Faktoren bei Untersuchungen und Lernen	227
14	BESONDERE SCHIFFSTYPEN	228
TEIL 3	TERMINALRELEVANTE INFORMATIONEN	229
15	Terminalmanagement und terminalrelevante Informationen	230
15.1	Informationssystem für Seeterminals	230
15.1.1	Marine Terminal Particulars Questionnaire (Fragebogen zu Terminalangaben)	231
15.1.2	Management von Seeterminals und Selbsteinschätzung	232
15.1.3	Kompetenz und Ausbildung von Betreibern von Seeterminals	233
15.2	Gefahrenerkennung und Risikomanagement	233
15.3	Betriebshandbuch	233

15.4	Terminalrelevante Informationen und Hafenverordnung	234
15.5	Aufsicht und Kontrolle.....	234
15.5.1	Besatzungsstärke	234
15.5.2	Reduzierung der Besatzungsstärke an den Liegeplätzen während des Ladungsumschlags	235
15.5.3	Mengenprüfungen während des Ladungsumschlags	235
15.5.4	Schulung.....	235
15.6	Dokumentation.....	236
16	TERMINALBETRIEB	237
16.1	Kommunikation vor Ankunft des Schiffs	237
16.2	Festmachen.....	237
16.2.1	Festmacherausrüstung	237
16.3	Einschränkende Bedingungen	237
16.4	Zugang zwischen Binnentankschiff und Land	238
16.4.1	Allgemein.....	238
16.4.2	Bereitstellung der Zugangseinrichtungen zwischen Binnentankschiff und Land	238
16.4.3	Zugangseinrichtungen.....	239
16.4.4	Ausrichten des Landgangstegs	240
16.4.5	Sicherheitsnetze.....	240
16.4.6	Routinemäßige Wartung.....	240
16.4.7	Unbefugte Personen	240
16.4.8	Raucher oder Betrunkene.....	240
16.5	Paarweise Befestigung	240
16.6	Ladevorgänge während des Tidenwechsels.....	241
16.6.1	Löschen während des Tidenwechsels.....	241
16.6.2	Laden während des Tidenwechsels	241
16.7	Vorgänge, bei denen das Schiff nicht immer schwimmfähig ist	242
16.8	Erzeugung von Druckstößen in Rohrleitungen.....	242
16.8.1	Einleitung	242
16.8.2	Erzeugung eines Druckstoßes	242
16.9	Einschätzung der Druckstöße	244
16.9.1	Effektive Ventilschließzeit.....	244
16.9.2	Ableitung des Gesamtdrucks im System	244
16.9.3	Bemessung des Gesamtsystems	244
16.10	Reduzierung der Gefahr durch Druckstoß	245
16.10.1	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	245
16.10.2	Begrenzung der Durchflussgeschwindigkeit, um das Risiko der Beschädigung durch Druckstoß zu vermeiden	245
16.11	Durchflussregelung für Rohrleitungen als statische Vorsichtsmaßnahme ..	245
16.11.1	Allgemein.....	245
16.11.2	Anforderungen an die Durchflussregelung	246
16.11.3	Regelung der Ladegeschwindigkeiten	246
16.11.4	Löschen in landseitige Tanks.....	246
17	Terminalanlagen und Betriebsmittel.....	247
17.1	Elektrische Anlagen und Geräte.....	247
17.2	Befenderung.....	247

17.3	Hebevorrichtungen	247
17.3.1	Inspektion und Wartung	247
17.3.2	Schulung zur Bedienung von Hebevorrichtungen	248
17.4	Beleuchtung	248
17.5	Elektrische Isolierung Binnentankschiff/Land	249
17.5.1	Allgemein.....	249
17.5.2	Elektrische Ströme vom Binnentankschiff zum Land	249
17.5.3	Nicht zutreffend	252
17.5.4	Elektrisch leitende Drähte zwischen Binnentankschiff und Land	252
17.5.5	Isolierflansch	252
17.6	Erdungs- und Verbindungsverfahren am Terminal	255
17.7	Wachsamkeitskontrolle (Totmannschalter)	256
18	Lade- und Löschausrüstungen	257
18.1	Verladearme	257
18.1.1	Betriebsbereich	257
18.1.2	Kräfte, die auf die Sammelleitungen wirken	257
18.1.3	Beschränkungen der Sammelleitung auf dem Binnentankschiff	258
18.1.4	Unbeabsichtigtes Füllen der Verladearme in Ruhestellung	258
18.1.5	Eisbildung.....	258
18.1.6	Mechanische Kupplungen	258
18.1.7	Windkräfte	258
18.1.8	Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen und Abkoppeln der Verladearme	258
18.1.9	Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen der Verladearme	258
18.1.10	Elektrisch gesteuerte Nottrennkupplungen	259
18.2	Ladeschläuche	259
18.2.1	Allgemein.....	259
18.2.2	Arten und Anwendungsfälle	260
18.2.3	Leistung	262
18.2.4	Kennzeichnung	262
18.2.5	Durchflussgeschwindigkeiten	262
18.2.6	Inspektions-, Prüfungs- und Wartungsanforderungen an Ladeschläuche	263
18.2.7	Anforderungen an Schlauchflansche	267
18.2.8	Betriebsbedingungen	267
18.2.9	Längere Lagerung	268
18.2.10	Handhabung, Heben und Aufhängen	268
18.2.11	Anpassungen während des Umschlagbetriebs.....	269
18.2.12	Unterwasser- und schwimmende Schlauchverbindungen	269
18.2.13	Schläuche, die beim Transfer Schiff zu Schiff verwendet werden	269
18.2.14	Elektrische Isolierung.....	270
18.3	Gasrückführanlagen.....	271
19	Sicherheit und Brandschutz	272
19.1	Sicherheit.....	272
19.1.1	Auslegungskriterien	272
19.1.2	Sicherheitsmanagement	272
19.1.3	Arbeitsgenehmigungssysteme: allgemeine Erwägungen	273
19.2	Brandschutz am Terminal	274
19.2.1	Allgemein.....	274
19.2.2	Brandverhütung und -eindämmung	274
19.2.3	Brandmelde- und Alarmanlagen	274

19.2.4	Automatische Brandmeldeanlagen.....	275
19.2.5	Auswahl der Brandmelder	275
19.2.6	Standort und Abstand der Brandmelder.....	276
19.2.7	Fest installierte Gasspüranlagen für brennbare und giftige Gase	276
19.2.8	Positionierung von Gasspüranlagen für brennbare und giftige Gase	276
19.2.9	Fest installierte Analysegeräte für brennbare und giftige Gase	277
19.2.10	Kompatibilität mit der Feuerlöschanlage	278
19.3	Alarm- und Signalanlagen	278
19.3.1	Arten von Alarmanlagen	278
19.3.2	Signaltypen	278
19.3.3	Auslegung von Alarm- und Signalanlagen	278
19.3.4	Auslegung von alternativen Alarm- und Signalanlagen	279
19.3.5	Schnittstelle zwischen Meldeanlagen und Alarm- oder Feuerlöschanlagen - Schaltungsaufbau	279
19.3.6	Elektrische Stromquellen	279
19.4	Melde- und Alarmanlagen von Terminals, an denen Rohöl, Erdöl und chemische Produkte umgeschlagen werden	280
19.4.1	Allgemein.....	280
19.4.2	Kontrollräume/Kontrollgebäude	281
19.5	Brandbekämpfungsausrüstung	281
19.5.1	Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals.....	282
19.5.2	Tragbare oder fahrbare Feuerlöscher und Löschmonitore	282
19.5.3	Fest installierte Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals	283
19.6	Schwimmende Brandbekämpfungsausrüstung	289
19.7	Schutzbekleidung	290
19.8	Zufahrt für die Feuerwehr	290
20	Notfallvorsorge	291
20.1	Überblick	291
20.2	Terminalnotfallplan - Planbestandteile und Vorgehensweisen	292
20.2.1	Vorbereitung	292
20.2.2	Kontrolle.....	293
20.2.3	Kommunikations- und Alarmeinrichtungen	293
20.2.4	Lagepläne und Karten.....	295
20.2.5	Zugang zu den Geräten	295
20.2.6	Straßenverkehr und -regelung	295
20.2.7	Externe Hilfe	295
20.2.8	Notfallschulungen.....	296
20.3	Begriffsbestimmung und Notfallhierarchie	297
20.3.1	Allgemein.....	297
20.3.2	Hierarchie der Notfälle.....	297
20.3.3	Risikobewertung	298
20.4	Terminalnotfallplan	298
20.4.1	Format	298
20.4.2	Vorbereitung	299
20.4.3	Sonstige organisatorische Fragen	300
20.5	Reaktion auf Leckagen	301
20.5.1	Tiered response (Abgestufte Reaktion)	302
20.5.2	Verfügbarkeit der Ressourcen	302

20.6	Entfernen des Binnentankschiffs vom Liegeplatz in einem Notfall.....	303
21	Notfallevakuierung	304
21.1	Allgemein	304
21.1.1	Evakuierung des Binnentankschiffs	304
21.1.2	Nicht unbedingt benötigtes Personal	304
21.2	Evakuierungs- und Personalfuchtwege	305
21.2.1	Erste und zweite Fluchtwege	305
21.2.2	Zugang zu den Booten	305
21.2.3	Verfügbarkeit von Rettungsbooten	305
21.2.4	Rettungsmittel	305
21.3	Nicht zutreffend.....	306
21.4	Schulung und Übungen.....	306
	TEIL 4 VERWALTUNG DER SCHNITTSTELLE ZWISCHEN BINNENTANKSCHIFF UND	
	TERMINAL	307
22	Kommunikation	308
22.1	Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen.....	308
22.1.1	Kommunikationsausrüstung	308
22.1.2	Kommunikationsverfahren.....	308
22.1.3	Einhaltung der Terminalvorschriften und örtlichen Bestimmungen	309
22.2	Informationsaustausch vor Ankunft	309
22.2.1	Austausch von Sicherheitsinformationen	309
22.2.2	Vom Binnentankschiff zur jeweils zuständigen Behörde	309
22.2.3	Vom Binnentankschiff zum Terminal	309
22.2.4	Vom Terminal zum Binnentankschiff	310
22.3	Informationsaustausch vor dem Anlegen	310
22.3.1	Vom Binnentankschiff zum Terminal und/oder Lotsen.....	310
22.3.2	Vom Terminal zum Binnentankschiff	310
22.4	Informationsaustausch vor Ladungsumschlag.....	311
22.4.1	Vom Binnentankschiff zum Terminal	311
22.4.2	Vom Terminal zum Binnentankschiff	312
22.5	Vereinbarter Ladeplan.....	313
22.6	Vereinbarter Löschanplan	314
22.7	Vereinbarung zur Durchführung von Reparaturarbeiten.....	315
22.7.1	Reparaturarbeiten auf dem Binnentankschiff	315
22.7.2	Reparaturarbeiten am Terminal	316
22.7.3	Benutzung von Werkzeugen, während sich das Binnentankschiff längsseits des Terminals befindet	316
23	Festmachen	317
23.1	Sicherheit beim Festmachen	317
23.1.1	Zurückschnellen.....	317
23.2	Sicherheit des Festmachens.....	318
23.3	Vorbereitungen für die Ankunft.....	319
23.3.1	Festmacherausrüstung des Tankschiffs	319
23.3.2	Nicht zutreffend	319
23.3.3	Nicht zutreffend	319

23.4	Festmachen an Liegeplätzen am Pier	319
23.4.1	Art und Qualität der Festmacheleinen	319
23.4.2	Anleitung beim Festmachen am Liegeplatz	319
23.5	Nicht zutreffend.....	321
24	Vorsichtsmaßnahmen auf dem Binnentankschiff und an Terminals während des Ladungsumschlags	322
24.1	Außenöffnungen in Wohnungen und Maschinenräumen	322
24.2	Klima- und Lüftungsanlagen	322
24.3	Öffnungen in Ladetanks	323
24.3.1	Ladetankdeckel.....	323
24.3.2	Sicht- und Peilöffnungen	323
24.3.3	Entlüftungsöffnungen der Ladetanks	323
24.3.4	Öffnungen für die Tankreinigung	324
24.4	Prüfung der Ladetanks der Binnentankschiffe vor dem Beladen	324
24.5	Deckel von Tanks für getrennten Ballast	324
24.6	Binnentankschiff-Land-Ladungsanschlüsse	324
24.6.1	Flanschverbindungen	324
24.6.2	Entfernen der Blindflansche	325
24.6.3	Reduzier- und Zwischenstücke.....	325
24.6.4	Beleuchtung	325
24.6.5	Notentriegelung.....	325
24.7	Unbeabsichtigte Schütt- und Leckverluste	325
24.7.1	Allgemein.....	325
24.7.2	Nicht zutreffend	326
24.7.3	Speigattverschlüsse	326
24.7.4	Auffangen von austretenden Ladungen.....	326
24.7.5	Nicht verwendete Binnentankschiffs- und landseitige Ladungs- und Bunkerrohrleitungen	326
24.8	Brandbekämpfungsausrüstung	327
24.9	Nähe zu anderen Schiffen	327
24.9.1	Binnentankschiff an angrenzenden Liegeplätzen	327
24.9.2	Normales Frachtschiff an angrenzenden Liegeplätzen	327
24.9.3	Umschlagaktivitäten von Binnentankschiffen an Liegeplätzen mit normaler Ladung.....	327
24.9.4	Schlepper und andere Boote längsseits.....	328
24.10	Hinweise	328
24.10.1	Hinweise auf dem Binnentankschiff.....	328
24.10.2	Hinweise am Terminal	328
24.11	Besatzungsvorschriften.....	329
24.12	Kontrolle von offenen Flammen und anderen potenziellen Zündquellen ...	329
24.13	Kontrolle von Fahrzeugen und anderer Ausrüstung	329
24.14	Nicht zutreffend.....	329

25	Bunkerbetrieb	330
25.1	Allgemein	330
25.2	Bunkerverfahren	330
25.3	Bunkerbetrieb	331
25.4	Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe	331
25.4.1	Allgemein	331
25.4.2	Benutzungsrichtlinien	331
25.4.3	Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe	332
26	Sicherheitsmanagement	333
26.1	Klimabedingungen	333
26.1.1	Hinweise des Terminals zu schlechten Wetterbedingungen	333
26.1.2	Windverhältnisse	333
26.1.3	Gewitter (Blitze)	334
26.2	Sicherheit des Personals	334
26.2.1	Persönliche Schutzausrüstung	334
26.2.2	Rutsch- und Fallrisiken	334
26.2.3	Persönliche Hygiene	335
26.2.4	Kleidung aus synthetischen Materialien	335
26.3	Sicherheitschecklisten	335
26.3.1	Allgemein	335
26.3.2	Benutzungsrichtlinien	336
26.4	Hinweise zum Ausfüllen der Sicherheitschecklisten Binnentankschiff-Land	339
26.5	Notfallmaßnahmen	339
26.5.1	Feuer oder Explosion an einem Liegeplatz	339
26.5.2	Feuer auf einem Binnentankschiff an einem Terminal oder auf einem anderen Binnentankschiff	339
26.5.3	Internationaler Feuerlösch-Landanschluss (falls erforderlich)	342
26.5.4	Notentriegelungsverfahren	342
26.5.5	Notschleppgeschirr	342
TEIL 5: GAS		343
27	Grundeigenschaften von Flüssiggasen	344
27.1	Flüssiggase	344
27.2	Herstellung von Flüssiggas	344
27.2.1	Herstellung von verflüssigtem Erdgas (LNG)	344
27.2.2	Herstellung von Flüssiggas	345
27.2.3	Herstellung von chemischen Gasen	346
27.2.4	Hauptprodukte	347
27.3	Chemische Struktur von Gasen	348
27.4	Chemische Eigenschaften	352
27.5	Inertgas und Stickstoff	355
27.6	Polymerisation	356
27.7	Hydratbildung	358

27.8	Schmierung	359
27.9	Physikalische Eigenschaften	359
27.10	Aggregatzustände	360
27.10.1	Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase	360
27.10.2	Leckage von Flüssiggas.....	361
27.11	Prinzipien der Kühlung	362
27.12	Kritische Temperaturen und Drücke	363
27.13	Zusammenhang zwischen Flüssigkeits- und Dampfvolumen	363
27.14	Ideale Gasgesetze	363
27.15	Sättigungsdampfdruck	366
27.16	Flüssigkeits- und Dampfdichten	369
27.16.1	Flüssigkeitsdichte	369
27.16.2	Dampfdichte.....	370
27.17	Physikalische Eigenschaften von Gasgemischen	370
27.18	Blasenbildungspunkte und Taupunkte von Gemischen	371
27.19	Rückverflüssigung und Enthalpie	373
27.19.1	Enthalpie	373
27.19.2	Kühlung	373
27.20	Entflammbarkeit	375
27.21	Unterdrückung der Entflammbarkeit durch Inertgas	379
27.22	Zündquellen	380
28	Gefährdungen durch Gase	381
28.1	Gefahren durch die Ladung	381
28.2	Entflammbarkeit	383
28.2.1	Betriebliche Aspekte	383
28.2.2	Aspekte eines Notfalls.....	383
28.3	Luftmangel	384
28.3.1	Toxizität	384
28.3.2	Asphyxie (Ersticken)	385
28.3.3	Medizinische Versorgung	386
28.3.4	Sauerstofftherapie	387
28.4	Erfrierungen	388
28.5	Chemische Verbrennungen	389
28.6	Gefährliche Atmosphären	389
28.6.1	Notwendigkeit einer Gasprüfung	389
28.6.2	Sauerstoffmessgeräte	390
28.6.3	Gasspürgerät	390
28.6.4	Messgeräte für die Toxizität.....	390
29	Statische Elektrizität	391
29.1	Elektrostatik	391
30	Brandbekämpfung	392
30.1	Hauptgefahren	392
30.1.1	Entflammbarkeit	392

30.2	Flüssiggasbrände	392
30.2.1	Allgemein.....	392
30.2.2	Stichflammen.....	393
30.2.3	Brände von Flüssigkeiten (Lachen)	393
30.2.4	Brände in Kompressorräumen	394
30.2.5	Brände an Sammelleitungen	394
30.3	Löschen von Flüssiggasbränden	394
30.3.1	Feuerlöschmittel	394
30.3.2	Schulung.....	396
30.3.3	Sofortmaßnahmen.....	396
31	Bordsysteme	397
31.1	Ladeleitungen und Ventile	397
31.1.1	Ladeleitungen	397
31.1.2	Ladungsventile.....	398
31.1.3	Notabschaltvorrichtungen.....	399
31.1.4	Sicherheitsventile für Ladetanks und Rohrleitungen	399
31.2	Ladepumpen	400
31.3	Ladungsheizung.....	405
31.4	Ladungsverdampfer	405
31.5	Ladungskompressoren und dazugehörige Einrichtungen	406
31.5.1	Kolbenkompressoren	406
31.5.2	Schraubenkompressoren	407
31.5.3	Flüssigkeitsabscheider an der Kompressorausleitung.....	408
31.6	Inertgas- und Stickstoffanlagen	408
31.6.1	Stickstoffherstellung auf Tankschiffen	408
31.6.2	Landseitig gelieferter reiner Stickstoff	409
31.7	Elektrische Geräte und Anlagen in gasgefährdeten Räumen	409
31.8	Messgeräte	411
31.8.1	Messgeräte zum Messen des Flüssigkeitspegels.....	411
31.8.2	Füllstandsalarm und automatische Abschaltssysteme	412
31.8.3	Druck- und Temperaturüberwachung	412
32	Schiffsbetrieb	413
32.1	Arbeitsablauf.....	413
32.2	Tankinspektion, Trocknen und Inertisieren.....	413
32.2.1	Tankinspektion	413
32.2.2	Trocknen	413
32.2.3	Inertisierung - vor dem Beladen	414
32.3	Gassing-up (Ladetank mit Dämpfen der flüssigen Ladung auffüllen)	417
32.4	Nicht zutreffend.....	420
32.5	Beladen.....	421
32.5.1	Beladen - Vorbereitende Verfahren	421
32.5.2	Dampfkontrolle während des Beladens	423
32.5.3	Beladen - Erste Stufen.....	424
32.5.4	Laden von Massengut	425
32.5.5	Maximale Tankfüllgrenzen.....	425
32.6	Fahrt mit Ladung	427

32.7	Löschen.....	428
32.7.1	Entladen durch Druckbeaufschlagung des Dampfraums.....	428
32.7.2	Entladen mit Pumpen	428
32.7.3	Trockenlegen von Tanks und Rohrleitungen	433
32.8	Fahrt mit Ballast	433
32.9	Ladungswechsel (und Vorbereitung auf das Trockendock)	434
32.9.1	Entfernen der Restflüssigkeit.....	434
32.9.2	Inertisierung - nach dem Entladen	435
32.9.3	Belüftung.....	436
32.9.4	Ammoniak - Sonderverfahren	438
32.10	Transfer Schiff zu Schiff.....	439
32.11	Fazit	439
33	Typen von Gastankschiffen	440
33.1	Typen von Gastankschiffen.....	440
33.2	Ladungsumschließungssysteme	441
33.2.1	Unabhängige Tanks	441
33.2.2	Membrantanks	441
33.2.3	Halbmembrantanks	442
33.3	Bau- und Isoliermaterialien	442
33.3.1	Baumaterialien.....	442
33.3.2	Tankisolierung	442
	Anhang 1: Sicherheitscheckliste Tankschiff/Land.....	443
	Anhang 2: Sicherheitscheckliste See-Binnentankschiff / Binnentankschiff	453
	Anhang 3: Checkliste für die Entsorgung gefährlicher Stoffe.....	464
	Anhang 4: Checkliste für die Entsorgung ungefährlicher Stoffe	465
	Anhang 5: Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe	468
	Anhang 6: Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Seeschiffe.....	470
	Anhang 7: Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitschecklisten	473

Vorwort

Das OCIMF und die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) haben gemeinsam mit anderen Organisationen die neueste Überarbeitung des *Internationalen Sicherheitsleitfadens für die Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals (ISGINTT)* erstellt. Ungeachtet ihrer jeweiligen Rolle in der Binnenschifffahrt sind sich alle Organisationen darüber im Klaren, dass Verbesserungen der Sicherheit und des Umweltschutzes nicht allein durch Regelwerke erreicht werden können; dies ist ein Beweis für die bewährten Verfahrensweisen der Industrie, die ständig weiterentwickelt werden sowie für das Engagement ihrer Mitarbeiter, sich ständig zu verbessern.

Eine der Hauptaufgaben der internationalen Verbände, die diese Veröffentlichung vorbereitet haben, besteht darin, die Interessen der Branche bei Aufsichtsbehörden wie der Internationalen Seeschifffahrtsorganisation (IMO) und der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR) zu vertreten. Der Europäische Rat der chemischen Industrieverbände (CEFIC), die Europäische Binnenschifffahrtsunion (EBU), FuelsEurope, der Verband europäischer Tanklager (FETSA), das OCIMF, die Europäische Binnenschifffahrtsplattform (IWT-Plattform) und der Europäische Verband der Binnenhäfen tragen alle in unterschiedlichem Maße zur Arbeit dieser Regulierungsbehörden bei.

Diese Verpflichtung zur kontinuierlichen Verbesserung zeigt sich in den Bemühungen der Branche, den *Internationalen Sicherheitsleitfaden für die Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals* oder *ISGINTT*, wie er in der Branche genannt wird, zu entwickeln.

Es ist uns daher eine große Freude, diese zweite Ausgabe des Leitfadens vorstellen zu können. Das OCIMF und die ZKR erkennen den *ISGINTT* als grundlegenden Referenzleitfaden für den sicheren Betrieb von Binnenschiffen und den von ihnen bedienten Terminals an.

Dieser Leitfaden vermittelt die aktualisierten Sicherheitspraktiken für den Betrieb von Tankschiffen und Terminals und setzt weiterhin auf eine Philosophie der Risikokontrolle. Durch die Stärkung des Risikobewusstseins zielt der *ISGINTT* darauf ab, ein Umfeld zu fördern, in dem die Unsicherheiten in Verbindung mit bestimmten Abläufen des Schiffsbetriebs nicht nur durch Vorschriften abgebaut werden, sondern auch durch Appelle an die Schiffs- und Terminalbesatzung sowie deren Arbeitgeber, Risiken bei allen Vorgängen zu erkennen und gezielte Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen. Damit liegt das Hauptaugenmerk auf dem Menschen, was voll und ganz der Strategie bezogen auf den menschlichen Faktor entspricht – und in der jüngsten Vergangenheit noch verstärkt in den Mittelpunkt rückte.

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 näherbringen wird. Daher empfehlen wir den Sicherheitsleitfaden allen Beteiligten.

Lucia Luijten
Generalsekretärin
Zentralkommission für die Rheinschifffahrt

Karen Davis
Managing Director
OCIMF

Einleitung

Sicherheit ist ein entscheidendes Kriterium für die Tankschifffahrt. Die Verfasser des *Internationalen Sicherheitsleitfadens für die Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals (ISGINTT)* hoffen, dass dieser Sicherheitsleitfaden zum Standardreferenzwerk für einen sicheren Betrieb von Binnentankschiffen und den dazugehörigen Terminals wird. Zu diesem Zweck muss der 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. Dies war der Grund für die Entwicklung und Einführung der Überarbeitung in der Branche.

Die in dem Leitfaden enthaltenen Sicherheitschecklisten beziehen sich auf den Umschlag von Ladungen und Slops von Schiff zu Land und von Schiff zu Binnenschiff (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.

Aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit wurde die ursprüngliche Struktur des Leitfadens beibehalten. Er untergliedert sich in fünf Abschnitte: „Allgemeine Informationen“, „Schiffsrelevante Informationen“, „Terminalrelevante Informationen“, „Management der Schnittstelle zwischen Tankschiff und Terminal“ und „Zusätzliche Informationen zur Beförderung von Flüssiggasen“.

Sämtliche Rechte am geistigen Eigentum, einschließlich Urheberrechte, des *ISGINTT* sind geschützt (siehe Urheberrechtshinweis auf Seite 2 dieses Dokuments). Abschnitte des OCIMF und der ICS *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals 6. Ausgabe (ISGOTT6)* und die SIGTTO -*Richtlinien für den Umgang mit Flüssiggas auf Schiffen und Terminals* wurden für die Erstellung dieses Dokuments als anerkannte bewährte Praxis der Branche und zur Vermeidung von Unstimmigkeiten der Richtlinien an der Schnittstelle Schiff/Binnenschiff verwendet. Die Nutzung der OCIMF-, ICS- und SIGTTO-Veröffentlichungen in diesem Dokument bedeutet keinen Verzicht auf die Urheberrechte an besagten OCIMF-, ICS- und SIGTTO-Publikationen.

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

Das OCIMF und die ZKR haben ein Sekretariat eingerichtet, um die Erarbeitung einer überarbeiteten Fassung des *ISGINTT* zu unterstützen und eine regelmäßige Aktualisierung in der Zukunft zu gewährleisten. Das Sekretariat fordert die Nutzer des *ISGINTT* auf, Anmerkungen und Vorschläge für Verbesserungen und mögliche Ergänzungen 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 – CS10023
67082 Strasbourg Cedex
Frankreich
www.ccr-zkr.org

OCIMF
29 Queen Anne's Gate
London SW1H 9BU
Vereinigtes Königreich
www.ocimf.org

The European Chemical Industry Council (CEFIC)

Rue Belliard, 40

1040 Brussels

Belgium

www.cefic.org

European Barge Union (EBU)

Handelsplein 92

3071 PR Rotterdam

The Netherlands

www.ebu-uenf.org

FuelsEurope

Boulevard du Souverain 165 – 3rd Floor

1160 Brussels

Belgium

www.fuelseurope.eu

Federation of European Tank Storage (FETSA)

Boulevard Auguste Reyers, 80

1030 Brussels

Belgium

www.fetsa.eu

European Inland Waterway Transport Platform (European IWT Platform)

Avenue des Arts, 56

B-1000 Brussels

Belgium

www.inlandwaterwaytransport.eu

European Federation of Inland Ports (EFIP)

Treurenberg, 6

1000 Brussels

Belgium

www.inlandports.eu

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). Der Leitfaden soll die geltenden gesetzlichen Bestimmungen nicht begründen, ersetzen oder ergänzen, sondern er gibt vielmehr zusätzliche Hinweise, 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 bezieht sich auf die Ausgabe 2021 des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN). Die Nutzer sollten sich stets auf die aktuelle Fassung dieser Vereinbarung beziehen.

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

Außerdem enthält der Leitfaden praktische Hinweise für das Personal, das direkt mit den Betriebsabläufen der Binnentankschiffe und Terminals befasst ist. Er enthält keine definitive Beschreibung der Betriebsabläufe von Binnentankschiffen und Terminals. Er gibt jedoch Anleitungen und Beispiele zu bestimmten Aspekten der Betriebsabläufe bei Binnentankschiffen 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. Dies sollte von einem robusten Prozess des Änderungsmanagements begleitet 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 Vorschriften 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 Binnentankschiff 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 werden ein entsprechender Verweis und eine Liste mit den jeweiligen Publikationen im Literaturverzeichnis angegeben.

Es ist nicht Zweck dieses Leitfadens, Empfehlungen zur Konstruktion oder zum Bau von Binnentankschiffen 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 beabsichtigt 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 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.

Literaturverzeichnis

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

BS	Rundflansche für Rohre, Ventile und Armaturen (PN bezeichnet) Flansche aus Stahl, Gusseisen und Kupferlegierungen Spezifikation für Stahlflansche (BS EN 1759-1 2004)
CEN	Brandklassen (EN 2)
IMO	IMO Code für bestimmte Schiffe, die Flüssiggas als Massengut befördern
IMO	Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen, die Flüssiggas als Massengut befördern
IMO	Rohölpulssysteme
EU	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. September 2006 zur Festlegung technischer Vorschriften für Binnenschiffe, zur Änderung der Richtlinie des Rates 82/714/EWG (2006/87/EG)
EU	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. September 2008 über die Beförderung gefährlicher Güter im Binnenland
ICS	Drogenhandel und Drogenmissbrauch: Richtlinien für Eigentümer und Kapitäne zur Prävention, Aufdeckung und Erkennung (ICS).
CEN	Explosionsgefährdete Atmosphären - Teil 10-1: Einteilung in gasexplosionsgefährdete Atmosphären (EN 60079-10-1)
CDNI	Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt
EU	Gewellte Metallschläuche und Schlauchleitungen (EN ISO 10380)
IEC	Elektrische Anlagen auf Schiffen - Teil 502 Tankschiffe - Sondermerkmale (IEC 60092502)
CENELEC	Elektrostatik - Praxisleitfaden zur Vermeidung von Gefahren durch statische Elektrizität (Technischer Bericht CLC/TR 50404)
IMO	Notfallmaßnahmen für Schiffe, die Gefahrgut befördern - Gruppe Notfallpläne
UNECE	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen (ADN)
UNECE	Europäisches global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS)
CESNI	Europäischer Standard - Technische Vorschriften in der Binnenschifffahrt (ES-TRIN)
IMO	Ermüdungsrichtlinien
IMO	Richtlinien zur Wartung und Überwachung von asbesthaltigen Materialien an Bord (MSC/Circ.1045, 28.05.2002)
OCIMF	Richtlinien für die Drogen- und Alkoholkontrolle an Bord des Schiffs (OCIMF).
IMO	Richtlinien zur Wartung und Inspektion von Brandschutzanlagen und Geräten (MSC.1/Circ.1432)
Energie-Institut	HM 50. Richtlinien für die Reinigung von Tanks und Leitungen von Seetankschiffen, die Mineralöl und Raffinerieerzeugnisse befördern
IMO	IBC-Code - Internationaler Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen, die gefährliche Chemikalien als Massengut befördern

IMO	IGC-Code - Internationaler Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen, die Flüssiggas als Massengut befördern
IMO	IMDG Code - Internationaler Code für die Beförderung von gefährlichen Gütern mit Seeschiffen
CEN	Binnenschiffe - Installation von Liegeplätzen und Ladeflächen (EN 14329)
OCIMF	Internationale Sicherheitsrichtlinien für Öltanker und Terminals (ISGOTT)
IMO	Internationaler Sicherheitsmanagement-Code (ISM-Code)
IMO	ISPS - Internationaler Code für die Sicherheit von Schiffen und Hafenanlagen
SIGTTO/ OCIMF	Wartungs- und Inspektionsrichtlinien für Landungsbrücken
SIGTTO	Richtlinien für den Umgang mit Flüssiggas auf Schiffen und an Terminals
OCIMF	Marine Terminal Baseline Criteria and Assessment Questionnaire (Fragebogen zu Kriterien und Einschätzung von Seeumschlagplätzen)
OCIMF	Marine Terminal Training and Competence Assessment Guidelines for Oil and Petroleum Product Terminals (Richtlinien zu Ausbildung und Kompetenzeinschätzung an Seeumschlagplätzen für Öl- und Mineralölprodukte)
IMO	MARPOL 73/78 - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978 (Internationales Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe, in geänderter Fassung des Protokolls von 1978)
EFOA	MTBE/ETBE Transport over Inland Waterway Guidelines (Richtlinien zum Transport über Binnenwasserstraßen)
ICS	Schiffssicherheitsplan Muster
IMO	Vorläufige Einstufung von flüssigen Stoffen gemäß Marpol-Anhang II und IBC-Code (MEPC.2/Circ.xx)
IMO	Empfehlungen für Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) für MARPOL Anhang 1 Ölladung und Ölbrennstoffe 286(86)
IMO	Empfehlungen für einen sicheren Transport von gefährlichen Gütern und damit verbundene Aktivitäten im Hafenbereich
ZKR	Rheinschiffsuntersuchungsordnung
EU	Gummischlauchleitungen für das Ansaugen und Fördern von Öl (EN 1765)
EU	Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen für flüssige oder gasförmige Chemikalien (EN 12115)
CDI/OCIMF/ SIGTTO	Ship to Ship Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied (Leitfaden für den Umschlag von Schiff zu Schiff von Mineralöl, Chemikalien und Flüssiggasen)
IMO	SOLAS 74/88 - International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 and 1988 Protocol, as amended (Internationales Übereinkommen zum Schutz des menschlichen Lebens auf See von 1974 und Protokoll von 1988, in der jeweiligen Fassung)
IMO	Normen für Gasrückfuhranlagen (MSC/Circ.585, 16. April 1992)
EU	Thermoplastische, mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläuche und Schlauchleitungen (EN 13765)
CEN	Qualitätsmanagementsystem für die Beförderung - Beförderung auf der Straße, mit der Eisenbahn und auf Binnenwasserstraßen - Forderungen des Qualitätsmanagementsystems zur Ergänzung von EN ISO 9001 im Hinblick auf Sicherheit bei der Beförderung gefährlicher Güter (EN 12798)

Einzelheiten zu den vorgenannten und zu anderen Publikationen erfahren Sie unter folgenden Websites:

CDI	www.cdi.org.uk
CDIT	www.cdit.nl
CDNI	www.cdni-iwt.org
CEFIC	www.cefic.org
ZKR	www.ccr-zkr.org
DK	www.danubecommission.org
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.org
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.
Flaggenstaatsverwaltung oder zuständige Verwaltung	Bezieht sich auf die Regierung des Staates, unter dessen Flagge das Binnentankschiff fährt.
Aggregatzustände von Öl	Bei Öl geht man von drei Aggregatzuständen 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 Aggregatzustände des Öls in der beförderten Ladung kennt.
ALARP	Englische Abkürzung für ‚as low as reasonably practicable‘ (so niedrig wie vernünftigerweise praktikabel).
Anhaftungen	Öl, das an den Rohrwänden oder Tankinnenflächen zurückbleibt, nachdem der Großteil des Öls abgelassen ist.
Antistatisches Additiv	Substanz, die einem Mineralölprodukt zugesetzt werden, um dessen elektrische Leitfähigkeit auf eine Sicherheitsstufe von über 50 Picosiemens pro Meter (pS/m) zu erhöhen und damit eine Akkumulation der statischen Elektrizität zu verhindern.
Arbeitsgenehmigungssystem	System zur Kontrolle der Aktivitäten, durch die das Binnentankschiff, Terminal, Personal und die Umwelt einer Gefahr ausgesetzt werden. Das System bietet Verfahren zur Risikobewertung und wendet diese auf die verschiedenen potenziellen Risikostufen an. Das System sollte einer anerkannten Richtlinie der Industrie genügen.
Beatmungsgerät	Gerät zur Erhaltung und Wiederherstellung der Atmung von Personen nach Gaseinwirkung oder Sauerstoffmangel.
Befähigte Person	Person, die über eine adäquate Ausbildung verfügt, um Aufgaben übernehmen zu können, zu denen sie laut ihrer Tätigkeitsbeschreibung verpflichtet ist. Das Personal im Schifffahrtsgewerbe sollte seine Kompetenz durch die Vorlage von durch die Schiffsbehörde anerkannten Zeugnissen nachweisen.
Beifüllen	Zufuhr von Inertgas in einen Tank, der sich bereits im Inertzustand befindet, mit dem Ziel, den Tankdruck zu erhöhen und das Eindringen von Luft zu verhindern.
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.
Bereich der Ladung	Der Teil des Binnentankschiffs, in dem sich das Ladungsumschließungssystem, die Ladepumpen und Kompressorräume befinden und der den Decksbereich über dem Ladungsumschließungssystem, den Kofferdämmen, Ballasttanks und Leerräumen am vordersten Ende des Ladebereichs ein.
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. Im Normalfall beträgt die Zeit 30 Minuten. Nicht zu verwechseln mit ‚Relaxationszeit‘ - siehe Begriffsbestimmung.

Binnenschiff	Siehe ‚Binnentankschiff‘.
Binnentankschiff (oder Schiff)	Frachtschiff für die Beförderung von flüssigen Massengütern in der Binnen- und Hafenschifffahrt. Dazu gehören: Binnentankmotorschiffe, Tankschiffe ohne Antrieb, die von Schleppern betrieben werden (Schub- oder Schleppschiffe).
Boil-off	Boil-off bezeichnet den Dampf, der über der Oberfläche einer siedenden Ladung durch Verdampfung gebildet wird. Er entsteht durch Eindringen von Wärme oder Druckabfall.
Boosterpumpe	Pumpe, die zur Erhöhung des Förderdrucks einer anderen Pumpe (wie z. B. Ladepumpe) verwendet wird.
Brennbar (auch als ‚entzündbar‘ bezeichnet)	Kann entzündet werden und brennen. Im Sinne dieses Leitfadens werden die Begriffe ‚brennbar‘ und ‚entzündbar‘ als Synonyme verwendet.
Carbamate	Weißer pudrige Substanz, die durch die Reaktion von Ammoniak mit Kohlendioxid entsteht.
CMR-Substanz	Krebserregende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Substanz.
Dampf	In Luft gelöste Gase (ein Gemisch aus dem Gas der Ladung und der Atmosphäre).
Dichte	Masse je Volumeneinheit unter bestimmten Temperatur- und Druckbedingungen (siehe Abschnitt 1.3).
Druckschlag	Ein plötzlicher Druckanstieg in einem Rohrleitungssystem entsteht, wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit der Flüssigkeit in der Leitung ändert. Druckschläge 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.
Druckstoß	Plötzlicher Druckanstieg der Flüssigkeit in einer Rohrleitung infolge einer abrupten Änderung der Durchflussgeschwindigkeit. Siehe ‚Druckschlag‘.
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 Ladeleitungssystems ist äußerst wichtig, wenn es sich um den Umschlag von statischen Akkumulatoren handelt.
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‘.
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.
Elektrische Masseverbindung	(Bonden) Verbindung von Metallteilen zur Gewährleistung des Stromdurchgangs.

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.

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 latenter 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.

Entzündbar (auch als ‚brennbar‘ bezeichnet)

Kann entzündet werden und brennen. Im Sinne dieses Leitfadens werden die Begriffe ‚brennbar‘ und ‚entzündbar‘ als Synonyme verwendet.

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.

Erdung

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

Explosimeter

siehe ‚Gasspürgerät‘.

Explosionsbereich

Siehe Zündbereich.

Explosionsgeschützt (auch als „flammensicher“ oder „druckfest“ bezeichnet)

Elektroinstallationen werden als explosionsgeschützt bezeichnet und zertifiziert, wenn diese von einem Gehäuse umgeben sind, das einer Explosion eines Kohlenwasserstoffgas-/Luftgemisches oder eines anderen bestimmten entzündbaren 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 inneren Explosion entzünden darf. Die Geräte und Anlagen müssen bei einer Außentemperatur betrieben werden, die keine Entzündung der entzündbaren Umgebungsatmosphäre zulässt.

Flammendurchschlagsicherung	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 entzündbare Gase auf der anderen Seite der Flammendurchschlagsicherung liegt.
Flammensicher	Siehe ‚explosionsgeschützt‘.
Flammensperre	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‘).
Flammpunkt	Der Flammpunkt einer Flüssigkeit ist die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit genügend Gas entwickeln kann, um ein entzündbares Gasgemisch zu bilden. Die Messung erfolgt im Labor mit einem Standardgerät nach einem festgelegten Verfahren.
Flüchtiges Mineralöl	Mineralöl mit einem Flammpunkt unter 60 °C, bestimmt nach dem Prüfverfahren mit geschlossenem Tiegel.
Flüssiggas	Flüssigkeit mit einem Sättigungsdampfdruck von über 2,8 bar absolut bei 37,8 °C und bestimmte andere Stoffe, die in den Gas Codes angegeben sind.
Freier Fall	Ungehinderter Fall von Wasser in einen Tank.
Füllungsfreier Raum	Raum über der Flüssigkeit im Tank, der konventionell als Abstand zwischen Kalibrierungspunkt und Flüssigkeitsoberfläche gemessen wird.
Gasfrei	Ein Tank, Raum oder Container ist gasfrei, wenn in diesen genügend Frischluft gelangt, um die Konzentration von entzündbaren, toxischen oder Inertgasen so weit zu verringern, wie es für den bestimmten Zweck, z. B. Heißenarbeiten, Zutritt usw., erforderlich ist.
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 entzündbaren Gasen ist.
Gasfreiheitszertifikat	Zertifikat, das von einer autorisierten verantwortlichen Person ausgestellt wird und bestätigt, dass der Tank, Raum oder Container zum Zeitpunkt der Prüfung für den bestimmten Zweck gasfrei war.
Gasfreimachen	Entfernen von toxischen und/oder entzündbaren Gasen aus dem Tank oder einem geschlossenen Raum.
Gasgefährdete Räume oder Bereiche	Räume oder Bereiche (wie in den Gas Codes definiert) innerhalb des Bereichs der Ladung des Binnentankschiffs, von denen ausgegangen werden kann, dass sie entzündbare 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).

Gasrückführanlage (VECS)

Anordnung von Rohren und Anlagen zur Kontrolle des Dampfaustritts während des Binnentankschiffbetriebs, einschließlich Gassammelvorrichtungen auf dem Binnentankschiff und an Land, Überwachungs- und Regelungsgeräte und Dampfverarbeitungsvorrichtungen.

Gassing-up (Ladetank mit Dämpfen der flüssigen Ladung auffüllen)

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

Gassperrsystem

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

Gasspürgerät (auch als „Explosimeter“ bezeichnet)

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

Gefährdeter Bereich

Bereich an Land oder auf einem Binnentankschiff, 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.

Gefahrenzone

Siehe ‚gefährdeter Bereich‘.

Gefährliche Güter

Gefährliche Ladungen werden gemäß dem Flussdiagramm in ADN 3.2.3.3 definiert.

Gefährliche Tätigkeit

Tätigkeiten außer Heißarbeit, die für das Binnentankschiff, das Terminal oder das Personal eine Gefahr darstellen und deren Durchführung eine Risikobewertung erfordert und z. B. durch ein Arbeitsgenehmigungsverfahren oder ein kontrolliertes Verfahren kontrolliert werden muss.

Genehmigung (Arbeitsgenehmigung)

Dokument, das von einer verantwortlichen Person ausgestellt wird und Arbeiten zulässt, die in Übereinstimmung mit dem Sicherheitsmanagementsystem des Binnentankschiffs durchzuführen sind.

Genehmigung für Heißarbeiten

Dokument, das durch eine verantwortliche Person ausgestellt wird und den Zutritt zu Bereichen oder Räumen in einer bestimmten Zeitspanne gestattet.

Geruchsgrenze

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

Geschlossener Betrieb

Ballastaufnahme, Lade- und Löschvorgänge, ohne Öffnen der Peilöffnungen und Sichtluken. Ziel eines geschlossenen Betriebs ist es, das Entweichen von Dämpfen in die Atmosphäre zu vermeiden. Bei geschlossenem Betrieb benötigen Seeschiffe und Binnentankschiffe Betriebsmittel zur geschlossenen Überwachung des Tankinhalts, entweder mit einem fest eingebauten Messgerät oder durch die Nutzung tragbarer Geräte, die eine Gassperre passieren.

Geschlossener Raum

Raum, der begrenzte Öffnungen für den Ein- und Ausgang und eine ungünstige natürliche Lüftung hat und nicht für den ständigen Aufenthalt von Personen gedacht ist. Dazu gehören Laderäume, Doppelböden, Kraftstoffbehälter/Bunker, Ballasttanks, Pumpenräume, Kofferdämme, Leerräume, Rohrtunnel, Räume zwischen den Barrieren, Motorgehäuse und Abwassertanks.

Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

Der Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz befasst sich mit allen Aspekten der Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz und legt den Schwerpunkt auf die Primärprävention von Gefahren. Die Gesundheit der Arbeitnehmer hängt von mehreren Faktoren ab, u. a. von den Risikofaktoren am Arbeitsplatz, die zu Krebserkrankungen, Unfällen, Erkrankungen des Bewegungsapparats, Atemwegserkrankungen, Hörverlust, Kreislauferkrankungen, stressbedingten Störungen und übertragbaren Krankheiten führen (Weltgesundheitsorganisation).

Halon

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

Handlampe (auch als ‚tragbare Leuchten‘ bezeichnet)

Batteriebetriebene Handlampe. Eine Handlampe, die von einer zuständigen Behörde zur Verwendung in entzündbarer Atmosphäre zugelassen ist.

Heißarbeiten

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

Höchstzulässige Konzentration (TLV-Werte)

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.

Inertgas

Gas oder Gasgemisch (meist Stickstoffgas), das zu wenig Sauerstoff enthält, um die Verbrennung des Kohlenwasserstoffs zu unterstützen.

Inertgasanlage

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

Inertgaserzeuger

Alle Ausrüstungen für die Verteilung, Kühlung, Reinigung, Druckbeaufschlagung, Überwachung und Steuerung der Inertgaszufuhr zu den Ladetanksystemen.

Inertisieren

Das Einleiten von Inertgas in einen Tank, um einen Inertzustand herzustellen.

Inertzustand

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

Inhibitor	Ein Stoff (Additiv), der verwendet wird, um die Verschlechterung der Ladung oder eine potenziell gefährliche chemische Selbstreaktion, z. B. eine Polymerisation, zu verhindern oder zu verzögern.
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 Sicherheitsmanagementsystem verfasst, das von der Flaggenstaatsverwaltung oder der zuständigen Verwaltung geprüft und genehmigt werden muss.
Isolierflansch	Flanschverbindung mit Isolierdichtung, -buchsen und -scheiben, um einen Stromdurchgang zwischen Binnentankschiff und Land zu verhindern.
Isotherm	Zustandsänderung eines idealen Gases, wenn sich Druck und Volumen ändern, die Temperatur aber konstant bleibt.
Kaltarbeiten	Arbeiten, die keine Zündquelle bilden können.
Karzinogen	Krebserregende Substanz.
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, mit Meerwasser gekühlten 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 Kreiselpumpe 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.
Kohlenwasserstoffgas	Gas, das nur aus Kohlenwasserstoffen besteht.
Kondensat	Rückverflüssigte Gase, die sich im Kondensator ansammeln und dann an die Ladetanks zurückgeführt werden.
Kritische Temperatur	Temperatur, ab der ein Gas nicht durch Druck allein verflüssigt werden kann.
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.)
Kryogenik	Studium des Verhaltens von Stoffen bei sehr niedrigen Temperaturen.
Ladegeschwindigkeit	Volumenmaß der Flüssigkeit, die innerhalb einer bestimmten Zeit geladen wird, das i.d.R. in Kubikmeter pro Stunde (m ³ /h) oder Barrel pro Stunde (bbls/h) angegeben wird.

Ladungsumschließungssysteme	Anordnung zur Sicherung der Ladung, einschließlich, sofern vorhanden, primärer und sekundärer Barrieren, zugehöriger Isolierungen, Zwischenräume zwischen den Barrieren und der zur Unterstützung dieser Elemente erforderlichen Struktur (eine genauere Begriffsbestimmung findet sich in den Gas Codes).
Ladungsverteilung	Die Praxis, mehrere Tanks gleichzeitig zu beladen, um die Erzeugung statischer Elektrizität beim Laden statischer Akkumulatoren zu vermeiden.
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.
Leerraum	Geschlossener Raum im Bereich der Ladung außerhalb eines Ladungsumschließungssystems, ausgenommen Laderäume, Ballasträume, Heizöltanks, Ladepumpen, Kompressorenräume oder andere durch das Personal normal genutzte Räume.
Lieferant (wie Verloader oder 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 gerade entladenen Ladetanks wird hinsichtlich der erforderlichen Beförderungspapiere der Schiffsführer als Absender angesehen.
LNG	Englische Abkürzung für verflüssigtes Erdgas (Liquefied Natural Gas), dessen Hauptbestandteil Methan ist.
LPG	Englische Abkürzung für Flüssiggas (Liquefied Petroleum Gas) Zu dieser Produktgruppe gehören Propan und Butan, die 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 Ladetank eines Binnentankschiffs - wie im Zulassungszeugnis des Binnentankschiffs oder einem gleichwertigen Dokument angegeben.
Massengutladung	Flüssigladung, die in Ladetanks transportiert und nicht in Trommeln, Containern oder Versandstücken verschifft wird.
Mercaptane	Gruppe von natürlichen organischen schwefelhaltigen Chemikalien. Sie kommen in einigen Rohölen und in Naphtha (Pentan-plus, C5+) vor. Sie haben einen starken Geruch.
Mineralöl	Rohöl und daraus abgeleitete flüssige Kohlenwasserstoffprodukte.
MOC - Management of Change (Veränderungsmanagement)	Festlegung von Verfahren zur Bewertung und Verwaltung von Änderungen an Abläufen, Verfahren, Ausrüstung oder Personal, um sicherzustellen, dass alle Risiken vor der Durchführung von Änderungen identifiziert und gemindert werden.
Nachlenzen (Strippen)	Letzter Vorgang zum Lenzen der Flüssigkeit aus dem Tank oder der Rohrleitung.

Nicht standardisierte Tätigkeiten (nicht routinemäßige Tätigkeiten)

Nicht standardisierte Tätigkeiten sind Tätigkeiten, die nicht durch die Standardverfahren des Unternehmens abgedeckt sind, sodass die mit der Durchführung der Aufgabe verbundenen Risiken nicht umfassend bewertet und behandelt wurden.

Nichtflüchtige Ladung

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

Obere Explosionsgrenze (OEG)

Konzentration von Kohlenwasserstoffgas in der Luft, oberhalb derer nicht genug Sauerstoff vorhanden ist, um die Verbrennung zu unterstützen und zu verstärken. Wird manchmal als ‚obere Zündgrenze‘ bezeichnet.

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.

Öle, die keine statischen Akkumulatoren sind

Eine Flüssigladdung, deren elektrische Leitfähigkeit mehr als 50 Pikosiemens/Meter (pS/m) beträgt und die sich somit nicht signifikant elektrostatisch aufladen kann.

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 Konstruktion des Binnentankschiffs am Deck und am unteren Ende elektrisch verbunden sein.

Pellistor

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

Polymerisation

Chemische Reaktion von zwei oder mehr Molekülen derselben Verbindung, infolge derer ein größeres Molekül einer neuen Verbindung entsteht, das Polymer genannt wird. Durch diesen Mechanismus kann die Reaktion sich von selbst ausbreiten und dazu führen, dass Flüssigkeiten zähflüssiger und letztendlich sogar fest werden können.

Pumpenspülung

Entfernen der Flüssigkeit von Tauchpumpen.

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 vorgegeben Temperatur.

Relaxationszeit

Zeit, die zum Entladen einer elektrostatischen Aufladung oder zur Freisetzung aus der Flüssigkeit benötigt wird. In der Regel beträgt diese Zeit bei statischen Akkumulatorflüssigkeiten eine halbe Minute. Nicht zu verwechseln mit ‚Beruhigungszeit‘ - siehe Begriffsbestimmung.

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.
Sauerstoffmessgerät, auch Sauerstoffanalysator genannt	Gerät zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre, die einem Tank, Rohr oder Raum entnommen wurde.
Saures Rohöl oder saure Produkte	Ein Begriff, der Rohöl oder Produkte bezeichnet, die nennenswerte Mengen an Schwefelwasserstoff und/oder Mercaptanen enthalten.
Schaum	Schaumlösung, die zur Brandverhütung und Brandbekämpfung eingesetzt wird.
Schaumkonzentrat (auch als „Schaummittel“ bezeichnet)	Die vom Lieferanten erhaltene voll konzentrierte Flüssigkeit, die verdünnt und verarbeitet wird, um Schaum zu erzeugen.
Schaumlösung	Das Gemisch, das durch Verdünnen von Schaumkonzentrat mit Wasser vor der Verarbeitung zu Schaum entsteht.
Schiffsbeauftragter (oder Be- oder Entlader)	Person, die vom Unternehmen oder dem Schiffsführer des Binnentankschiffs ernannt wurde und ermächtigt ist, sämtliche Entscheidungen in Bezug auf spezifische Aufgaben zu treffen, und die über die dafür erforderliche Befähigung, das Wissen und die Erfahrung verfügt.
Schiffsführer/Besatzung des Binnentankschiffs	Entweder der Schiffsführer/die Besatzung des Binnentankmotorschiffs oder der Schiffsführer/die Besatzung des Schleppers beim Betrieb von Tankschiffen.
Sekundärschutz	Flüssigkeitsbeständiges Außenelement eines Ladungsumschließungssystems, das vorübergehend Schutz vor der Leckage einer Flüssigladung durch Primärschutz bieten und ein Absinken der Temperatur der Konstruktion des Binnentankschiffs auf ein kritisches Niveau verhindern soll.
Selbstaufwickelnde Verholwinde	Eine Verholwinde ist mit einer Trommel ausgestattet, auf der ein Verholdraht oder Seil befestigt ist, und sie ist selbstaufwickelnd ausgelegt.
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 abläuft.
Sicherheitsdatenblatt	Dokument, das Substanzen und all ihre Bestandteile identifiziert. Es enthält alle für den Empfänger notwendigen Hinweise für den sicheren Umgang mit der Substanz. Anleitungen zu Form und Inhalt eines Sicherheitsdatenblatts 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.
Sicherheitsmanagementsystem	Ein formales Dokumentensystem, das der ISM-Code vorschreibt und dessen Einhaltung gewährleisten soll, dass alle Betriebsabläufe und Aktivitäten an Bord eines Binnentankschiffs den Sicherheitsvorschriften entsprechen.
Siedepunkt	Temperatur, bei der der Dampfdruck einer Flüssigkeit gleich dem Druck an deren Oberfläche ist (der Siedepunkt ist druckabhängig).
Slops	Gemisch aus Ladungsrückständen und Waschwasser, Rost oder Schlamm, das sich zum Pumpen eignet oder nicht.

SOLAS	Internationales Übereinkommen zum Schutz des menschlichen Lebens auf See von 1974 und Protokoll von 1978, in der jeweiligen Fassung.
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.
Sprühwasser	Wasserstrahl, der beim Sprühen durch eine Spezialdüse grobe Tropfen bildet und zur Brandbekämpfung eingesetzt wird.
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 unterstützt werden kann.
Statische Akkumulator-Flüssigladung	Eine Flüssigladung, deren elektrische Leitfähigkeit weniger als 50 Pikosiemens/Meter (pS/m) beträgt und die sich somit signifikant elektrostatisch aufladen kann.
Statische Elektrizität	Elektrizität, die durch die Bewegung zweier ungleicher Stoffe durch physikalische Berührung und Trennung erzeugt wird.
Stockpunkt	Niedrigste Temperatur, bei der ein Produkt flüssig bleibt.
Tankreinigung	Vorgang, bei dem die letzten Ladungsrückstände und Dämpfe aus Tanks entfernt werden. Normalerweise können die Tanks danach zu Inspektionszwecken oder zur Durchführung von Heißenarbeiten oder zur Vermeidung von Kontaminationen zwischen den Gütestufen betreten werden.
Tankschiff (allgemein)	Ein Schiff oder Binnentankschiff, das für die Beförderung von flüssigem Mineralöl, Chemikalien oder Gasladungen als Massengüter ausgelegt ist.
Tauchpumpe	Siehe ‚Tiefbrunnenpumpe‘.
Taupunkt	Temperatur, bei der die Kondensation innerhalb eines Gases bei fortgesetzter Kühlung erfolgt.
Terminal	Ort, an dem Tankschiffe zum Zweck der Be- oder Entladung von Flüssigkeiten oder Gasladungen anlegen oder festmachen.
Terminalbeauftragter	Person, der vom Terminal die Verantwortung für Abläufe und Pflichten übertragen wurde.
Tiefbrunnenpumpe	Eine Art Kreisel-Tauchpumpe. 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.
Toxische Ladung	Als toxisch eingestufte Ladungen sind in den einschlägigen Veröffentlichungen aufgeführt (z. B. ADN, IBC-Code, IGC-Code).

Toxizität

Die Toxizität ist die Dosis einer Substanz oder eines Stoffgemisches, die für Menschen, Tiere oder die aquatische Umwelt schädlich sein kann.

- **Akute Toxizität** beinhaltet eine schädliche Wirkung auf den Organismus nach einmaliger Kurzzeitbelastung.
- **Chronische Toxizität** bedeutet die 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.

Tragbare Leuchte

siehe ‚Handlampe‘.

Trennschichtsonde

Elektrisches Gerät zum Erkennen der Grenze zwischen Öl und Wasser.

Trockenlöschmittel

Flammenhemmendes Pulver zur Brandbekämpfung

Überdruck-/Unterdruckventil (P/V Valve)

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

Umschlag von Hochseetankschiffen auf Binnentankschiffe

Umschlag von Ladung von/zu einem Hochseetankschiff auf/von einem Binnentankschiff.

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 Zündgrenze bezeichnet.

Unternehmen

Eigner eines Binnentankschiffs oder einer anderen Organisation oder Person, z. B. Manager oder Bareboat-Charterer, der die Verantwortung für den Betrieb des Binnentankschiffs vom Eigner des Binnentankschiffs übernommen hat, darunter auch die Pflichten und Verantwortlichkeiten, die ihm vom ISM-Code auferlegt werden.

Verdampfungswärme/Verdampfungsenthalpie

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

Verpackte Ladung

Mineralöl oder andere Ladung in Fässern, Versandstücken oder anderen Containern.

Von oben oder überalles

Siehe ‚Beladen über Top‘.

Wasserfahrzeug

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

Wassernebel

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

Zugelassene Anlagen

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

Zuladen

Beendigung des Tankladevorgangs bis zum gewünschten Füllstand.

Zulassungszeugnis

Zeugnis, das von der Flaggenstaatsverwaltung oder der zuständigen Verwaltung ausgestellt wird und das bestätigt, dass Konstruktion, Ausstattung, Armaturen, Anlagen und Materialien, die für den Bau des Gastankschiffs verwendet wurden, dem einschlägigen Gas Code bzw. den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechen. Das betreffende Zeugnis kann im Auftrag der Verwaltung durch eine zugelassene Klassifikationsgesellschaft ausgestellt werden.

Zündbereich (auch als „Explosionsbereich“ bezeichnet)

Bereich der Kohlenwasserstoffgaskonzentrationen in der Luft zwischen der oberen und unteren Zündgrenze (Explosionsgrenze). Gemische in diesem Bereich können entzündet werden und brennen.

Zutrittsgenehmigung

Dokument, das durch eine verantwortliche Person ausgestellt wird und den Zutritt zu Bereichen oder Räumen in einer bestimmten Zeitspanne gestattet.

TEIL 1

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

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, Erdölprodukte 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. Die Volatilität (d.h. Tendenz eines Produkts zur Gasbildung) jedes einzelnen Gemischs von Verbindungen hängt in erster Linie von der Menge der Bestandteile mit einer höheren Volatilität ab (d.h. mit einem niedrigeren Siedepunkt).

Die Volatilität wird durch den Dampfdruck bestimmt. Wird ein Produkt an einen gasfreien Tank oder Container übergeben, beginnt es zu verdampfen und setzt Gas in den darüber liegenden Raum frei.

Es gibt auch die Tendenz, dass sich dieses Gas in der Flüssigkeit neu auflöst und sich 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 nicht nur von dessen Temperatur, sondern auch von den 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 sieden.

Der echte Dampfdruck eines Produkts ist ein guter Indikator für dessen Eignung zur Gasbildung. Leider lässt sich diese Eigenschaft nur 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 Verfahren, das allgemein zur Messung der Volatilität von flüssigem Massengut verwendet wird. Es wird in einer genormten Apparatur auf genau beschriebene Weise durchgeführt.

Eine Flüssigkeitsprobe wird in einen Testbehälter bei atmosphärischem Druck gegeben, sodass 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 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. Stattdessen ist hier der echte Dampfdruck viel geeigneter.

1.2 Entflammbarkeit

1.2.1 Allgemein

Beim Brennvorgang reagieren Gase auf 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. Man könnte sagen, das Gas brennt, aber tatsächlich brennt das Gas, das kontinuierlich aus der Flüssigkeit aufgefüllt wird.

1.2.2 Explosionsgrenze

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, die untere Explosionsgrenze (UEG), bezeichnet die Produktkonzentration, unterhalb derer nicht genug Produktgas vorhanden ist, um die Verbrennung zu unterstützen und zu verstärken (zu mager). Der obere Grenzwert des Bereichs, die obere Explosionsgrenze (OEG), bezeichnet die Produktkonzentration, oberhalb derer nicht genug Luft vorhanden ist, um die Verbrennung zu unterstützen und zu verstärken (zu fett).

Die Explosionsgrenzen variieren für verschiedene Kohlenwasserstoffgase und für Gasgemische aus verschiedenen Mineralöflüssigkeiten. Für praktische Zwecke können die Gasgemische aus Motor- oder Flugbenzin und natürlichen Benzinprodukten durch die reinen Kohlenwasserstoffgase Propan, Butan und Pentan dargestellt werden. In Tabelle 1.1 sind die Explosionsgrenzen für diese drei Gase und die Verdünnung angegeben, die für jedes Gas erforderlich ist, um ein Gemisch von 50 Vol.-% in Luft bis zur UEG zu bringen. Dies zeigt, dass sich die Dämpfe in der Atmosphäre problemlos bis zu einer nicht brennbaren Konzentration verteilen.

In der Praxis und für allgemeine Zwecke können die UEG und die OEG von Erdölprodukten mit jeweils 1 bzw. 10 Vol.-% angesetzt werden.

Gas	Explosionsgrenze in Vol- % Kohlenwasserstoff in Luft		Anzahl der Verdünnungen mit demselben Volumen an Luft, um ein Gemisch von 50 Vol-% auf UEG zu reduzieren
	Obere	Untere	
Propan	9,5	2,2	23
Butan	8,5	1,9	26
Pentan	7,8	1,5	33

Tabelle 1.1: Explosionsgrenzen von Propan, Butan und Pentan

1.2.3 Auswirkung von Inertgas auf die Entflammbarkeit

Wird ein Inertgas, z. B. Stickstoff, zu einem Produktgas-Luft-Gemisch gegeben, führt das zu einer Verringerung des Sauerstoffgehalts und zu einem Anstieg der Konzentration der UEG und einer Verringerung der Konzentration der OEG. Diese Wirkungen werden in Abbildung 1.1 dargestellt.

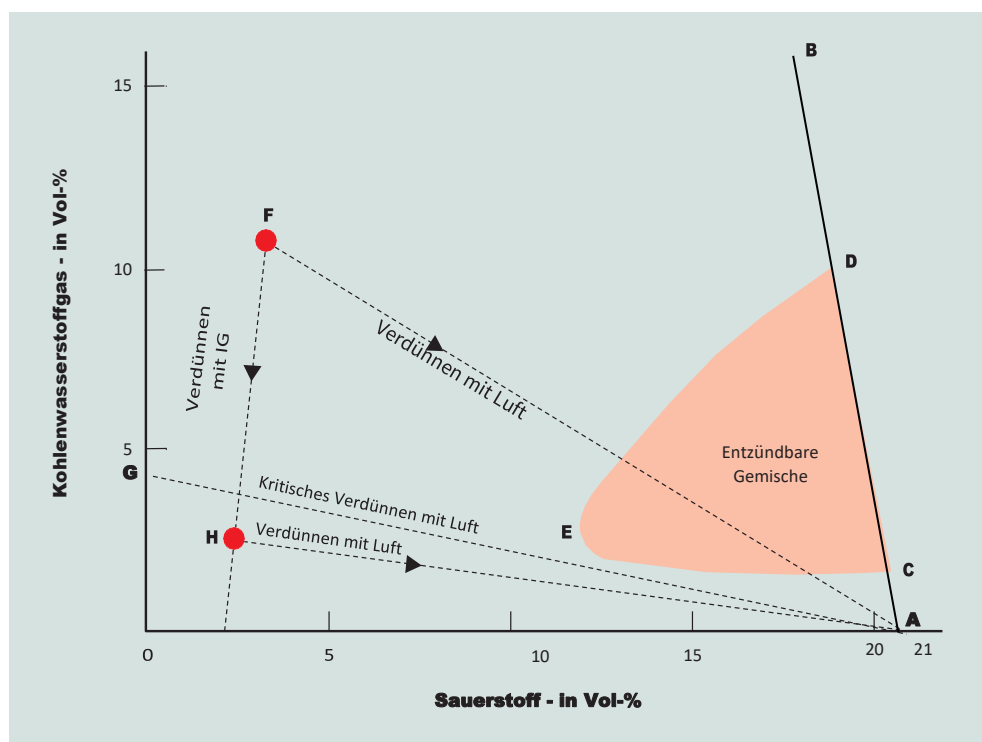


Abbildung 1.1: Diagramm Entflammbarkeit - Zusammensetzung eines Kohlenwasserstoffgas-/Luft-/Inertgasgemisches

(Dieses Diagramm dient nur zur Veranschaulichung und sollte nicht für die Bestimmung der zulässigen Gaszusammensetzung in praktischen Fällen verwendet werden.)

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 Punkte C und D stellen die untere und obere Explosionsgrenze für Gemische von Kohlenwasserstoffgas in Luft dar. 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 in der schraffierten Fläche innerhalb der CED-Schleife können brennen.

In diesem Diagramm wird die Zugabe von Luft oder Inertgas durch Bewegung entlang der Geraden dargestellt, die entweder in Richtung Punkt A (reine Luft) oder eines Punktes auf der Sauerstoffgehaltachse entsprechend der Zusammensetzung des zugegebenen Inertgases verläuft. 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 Kohlenwasserstoffgas-/Luftgemischen der Zündbereich zunehmend kleiner wird, bis der Sauerstoffgehalt ein Niveau erreicht, das i.d.R. mit ca. 11 Vol.-% angenommen wird, bei dem kein Gemisch brennen kann. In diesem Leitfaden wird eine Marge über diesen Wert hinaus festgelegt, nämlich ein sicher inertisiertes Gasgemisch von 8 Vol.-% Sauerstoff.

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

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

1.2.4 Entflammbarkeitstests

Da Produktgas-/Luftgemische in einem vergleichbar engen Bereich von Produktgaskonzentrationen in der Luft entzündbar sind und die Konzentration in der Luft vom Dampfdruck abhängt, sollte es möglich sein, einen Entflammbarkeitstest durch Messung des Dampfdrucks zu entwickeln. In der Praxis hat die Vielzahl von Erdölprodukten 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 die Reid-Dampfdruckprüfung (siehe Abschnitt 1.1.2) und das andere der Flammpunkttest (siehe Abschnitt 1.2.5), bei dem die Entflammbarkeit direkt gemessen wird. Bei einigen Rückstandsschwerölen hat sich jedoch gezeigt, dass der Flammpunkttest nicht immer einen direkten Hinweis auf die Entflammbarkeit gibt (siehe Abschnitt 2.7.3).

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 Rückstandsschweröle, entspricht dieses Gas-Luft-Gemisch weitestgehend dem Gemisch der UEG.

Es gibt viele unterschiedliche Arten von Apparaten zur Bestimmung des Flammpunkts, die sich aber in zwei Gruppen zusammenfassen lassen. In einem Fall ist die Oberfläche der Flüssigkeit beim Erhitzen ständig zur Atmosphäre hin offen - das Ergebnis eines solchen Tests ist als ‚Flammpunkt im offenen Tiegel‘ bekannt. 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 im offenen Tiegel 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 wesentlich konstanteren Ergebnis als bei 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 verschiedener nationaler Verwaltungen, in Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften und ähnlichen Dokumenten enthalten 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 entzündbares Gas-Luft-Gleichgewichtsgemisch 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 nichtflüchtige Flüssigkeiten, zu unterteilen, die in Abhängigkeit vom Flammpunkt definiert werden:

Nichtflüchtige Flüssigkeiten

Flammpunkt gleich 60 °C und darüber, wie in dem Testverfahren mit geschlossenem Tiegel bestimmt wurde. Diese Flüssigkeiten erzeugen bei normaler Umgebungstemperatur Gleichgewichtsgaskonzentrationen unterhalb der UEG. 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 Zündbereichs ein Gas-Luft-Gleichgewichtsgemisch bilden, wenn sich ein Teil im normalen Umgebungstemperaturbereich befindet, während der Großteil ein Gas-Gleichgewichtsgemisch oberhalb der OEG bei durchgehend normaler Umgebungstemperatur bildet.

Die Wahl von 60°C für die Einteilung in flüchtige und nichtflüchtige Flüssigkeiten erfolgt in gewissem Maße willkürlich. Da für nichtflüchtige Flüssigkeiten weniger strenge Vorkehrungen erforderlich sind, ist es wichtig, dass die Flüssigkeit auf keinen Fall zur Bildung eines entzündbaren Gas-Luft-Gemischs führen darf, auch dann nicht, wenn sie versehentlich der nichtflüchtigen Gruppe zugeordnet wurde. Deshalb muss eine Trennlinie gewählt werden, die solchen 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 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 eines Gases 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 1.2 werden für einige Produkte die Gasdichtewerte bezogen auf Luft angegeben.

Gas	Dichte bezogen auf Luft		
	Reiner Kohlenwasser-stoff	50 Vol.-% Kohlenwasser-stoff/ 50 Vol.-% Luft	Gemisch UEG
Propan	1,55	1,25	1,0
Butan	2,0	1,5	1,0
Pentan	2,5	1,8	1,0

Tabelle 1.2: Propan, Butan und Pentan; Dichte bezogen auf Luft

Hohe Dichtewerte, höher als Luft, und die daraus resultierenden Schichtwirkungen sind nur von Bedeutung, solange das Gas konzentriert bleibt. Wenn es mit Luft verdünnt wird, nähert sich die Dichte des Gas-Luft-Gemisches bei allen drei in der Tabelle genannten Gasen der Luftdichte. An der UEG ist es von Luft nicht 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, das entweder:

- eine gute mechanische und chemische Beständigkeit gegenüber dem Produkt hat, oder
- mit einer geeigneten Schicht zum Schutz vor den Eigenschaften des Produkts versehen ist.

2 Gefahren flüssiger Massengüter

Um die Gründe für die Praktiken verstehen zu können, die zur Gewährleistung der Sicherheit des Schiffs- und Terminalbetriebs 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, Lagerung und Beförderung von Rückstandsschwerölen.

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. Dies 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 Gefährdungspotenzials 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 Flüssige Massengüter

2.3.2.1 Einnahme

Die orale Toxizität von chemischen Produkten variiert stark. Genaue Informationen zum Produkt und zu den Maßnahmen, die nach Verschlucken einer toxischen Substanz ergriffen werden müssen, sind in dem Sicherheitsdatenblatt 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 haben kann, insbesondere bei Produkten mit einer höheren Volatilität, wie z. B. Benzin und Kerosin.

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 Erdölprodukte, insbesondere mit höherer Volatilität, verursachen Irritationen und brennen 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 Sicherheitsdatenblatt 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 dem Inhalieren auftreten.

In dem Sicherheitsdatenblatt sind genaue Informationen enthalten und Maßnahmen genannt, die ergriffen werden müssen, wenn eine Person den Produktdampf inhaliert hat. Das Sicherheitsdatenblatt enthält ebenso Angaben zu der erforderlichen PSA.

Geruchlosigkeit sollte nie als Indiz für Gasfreiheit gesehen werden.

Generell steigt die Gefahr durch das Produkt, wenn der Dampfdruck hoch und die Grenzwerte für die berufsbedingte Konzentration (OEL-Occupational Exposure Limits) niedrig sind.

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

Diese Symptome können bei Konzentrationen weit unter der unteren Explosionsgrenze (UEG) auftreten. Die physiologischen Auswirkungen von Erdölgasen sind jedoch unterschiedlich, und die Toleranz des Menschen gegenüber diesen Auswirkungen 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; 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 Sicherheitsdatenblättern 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*, 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 Grenzwerte für die berufsbedingte Konzentration (OEL-Occupational Exposure Limits) 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 OEL-TWA (zeitgewichteter Mittelwert für die durchschnittliche berufsbedingte Exposition) verwendet. Da es sich hierbei um Mittelwerte handelt, geht man bei einem zeitgewichteten Mittelwert von Kurzzeitbelastungen oberhalb des OEL-TWA aus, die nicht so hoch sind, dass sie gesundheitsschädlich sind und durch gleichwertige Kurzzeitbelastungen unterhalb des OEL-TWA-Werts während eines normalen 8-Stunden-Arbeitstages ausgeglichen werden können.

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

2.3.3.3 Wirkungen

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

Um die Schiffsbesatzung bei der Vorbereitung auf toxische Ladungen zu unterstützen, hat die Internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO) die Staaten aufgefordert, dafür zu sorgen, dass den Seeschiffen die Sicherheitsdatenblätter für signifikante Ladungen bereitgestellt werden, die an Bord mitzuführen sind. Die Sicherheitsdatenblätter sollten Angaben zur Art und den wahrscheinlichen Konzentrationen an gefährlichen oder toxischen Komponenten in der umzuschlagenden Ladung, insbesondere Schwefelwasserstoff und Benzol, enthalten. Sicherheitsdatenblätter sollten dem global harmonisierten System der Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien der Vereinten Nationen (UN/GHS) entsprechen.

Der Lieferant sollte dem Tankschiff die einschlägigen Sicherheitsdatenblätter übergeben, bevor mit dem Beladen der Produkte begonnen wird. Das Tankschiff sollte dem Empfänger das Sicherheitsdatenblatt 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 Sicherheitsdatenblatts ist keine Garantie dafür, dass alle gefährlichen oder toxischen Komponenten der speziellen Ladung oder Bunker, die beladen werden, festgestellt oder dokumentiert wurden. Liegt kein Sicherheitsdatenblatt vor, sollte das nicht als Hinweis verstanden werden, dass keine gefährlichen oder toxischen Substanzen vorhanden sind. Die Bediener sollten über Verfahren verfügen, mit denen festgestellt werden kann, ob die Ladungen toxische Komponenten enthalten könnten.

Laut UNECE- und EU-Vorschriften sind die Tankschiffe nicht verpflichtet, Sicherheitsdatenblätter mit sich zu führen. Stattdessen benötigen Tankschiffe ‚Schriftliche Weisungen‘. Da diese Weisungen jedoch weniger und eher allgemeine Informationen enthalten, wird dringend empfohlen, UN/GHS-konforme Sicherheitsdatenblätter für alle Produkte, die an Bord befördert werden, mitzuführen, da diese bei eventuellen ladungsbedingten Notsituationen eine Hilfe sein werden.

2.3.5 Benzol, andere krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Erzeugnisse 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, Terpentinersatz, Terpentin und Rohöl.

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 Benzol und andere krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Erzeugnisse

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

Expositionsgrenzwerte

Die IMO gibt den OEL-TWA-Wert 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

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

- wenn eine Gefahr durch Benzoldämpfe über dem OEL-TWA-Wert liegt,
- wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass die von den nationalen und internationalen Behörden vorgegebenen OEL-TWA-Werte überschritten werden,
- wenn eine Überwachung nicht möglich ist.

Betreten des Tanks

Vor Betreten des Tanks, der zuvor benzolhaltige und/oder andere krebserregende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Substanzen 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

Schwefelwasserstoff (H_2S) ist ein sehr giftiges, ätzendes und brennbares Gas. Es hat eine sehr niedrige Geruchsschwelle und riecht stark nach faulen Eiern. Schwefelwasserstoff ist farblos, schwerer als Luft, hat eine relative Dampfdichte von 1,189 und ist in Wasser löslich.

2.3.6.1 Schwefelwasserstoffquellen

Viele Rohöle kommen aus den Quellen mit hohem Schwefelwasserstoffgehalt, durch einen Stabilisierungsprozess kann dieser 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 Schwefelwasserstoffgehalt erhält, der höher ist als üblich oder erwartet. Außerdem werden einige Rohöle nie stabilisiert und enthalten immer einen hohen Schwefelwasserstoffgehalt.

Schwefelwasserstoff kann auch in veredelten Produkten wie Naphtha, Heizöl, Bunkerölen, Bitumen und Gasöl vorkommen.

Ladungen und Bunkeröle (als Ladung) sollten erst dann als schwefelwasserstofffrei behandelt werden, wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist und die Überwachungsergebnisse und die einschlägigen Angaben aus dem Sicherheitsdatenblatt bestätigen, dass sie keinen Schwefelwasserstoff enthalten.

2.3.6.2 Erwartete Konzentrationen

Es ist wichtig, zwischen Schwefelwasserstoffkonzentrationen 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 vorherzusagen, aber ein Rohöl mit einem Schwefelwasserstoffgehalt von 70 ppm (bezogen auf das Gewicht) hat beispielsweise eine Konzentration von 7000 ppm (bezogen auf das Volumen) in dem durch die Tankentlüftungsöffnung ausgetretenen Gasstrom ergeben.

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

Es sollte auch beachtet werden, dass frühere schwefelwasserstoffhaltige Ladungen kontaminierte Dämpfe während des Beladens, insbesondere bei erhitzten Ladungen, freisetzen können.

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

Vorkehrungen gegen hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen werden i.d.R. als notwendig erachtet, wenn der Schwefelwasserstoffgehalt in der Dampfphase 5 ppm bezogen auf das Volumen oder mehr beträgt. Die nationale und internationale Gesetzgebung kann jedoch stringenter sein, was den Grad der Konzentration betrifft.

Die Auswirkungen von Schwefelwasserstoff in den unterschiedlichen zunehmenden Konzentrationen in der Luft sind in Tabelle 2.1 dargestellt.

Die Schwefelwasserstoffkonzentration in Dampf zeigt starke Abweichungen und hängt von Faktoren ab, wie:

- Flüssigschwefelwasserstoffgehalt,
- Stärke der Luftzirkulation,
- Temperatur der Luft und Flüssigkeit,
- Füllungsgrad im Tank,
- Anzahl der Umschlagsvorgänge.

2.3.6.3 Expositionsgrenzwerte

In vielen Ländern liegt der TWA-Wert für Schwefelwasserstoff bei 5 ppm über einen Zeitraum von 8 Stunden. Die nationale und internationale Gesetzgebung kann jedoch stringenter sein. In der Praxis sollte aber angestrebt werden, die Gaskonzentrationen an den Arbeitsplätzen so niedrig wie möglich zu halten.

2.3.6.4 Verfahren für den Umschlag von schwefelwasserstoffhaltigen Ladungen und Bunkern

Folgende Sicherheitsmaßnahmen sollten beim Umschlag von Ladungen und Bunkerölen getroffen werden, bei denen man von der Wahrscheinlichkeit ausgeht, dass diese gefährliche Schwefelwasserstoffkonzentrationen enthalten. Diese Maßnahmen sollten auch getroffen werden, wenn Tanks, die vorher schwefelwasserstoffhaltige Ladungen enthalten haben, mit Ballast beladen, gereinigt oder gasfrei gemacht werden. Eine praktische Anleitung zu operativen Maßnahmen zur Minimierung der Risiken in Verbindung mit schwefelwasserstoffhaltigen Ladungen wird in Abschnitt 11.1.9 gegeben.

Schwefelwasserstoffkonzentration (H ₂ S) (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 Tod führen.
150 ppm	Verlust des Geruchssinns nach 2-5 Minuten.
350 ppm	Könnte nach 30 Minuten Einatmen zum Tod führen.
700 ppm	Führt schnell zu Bewusstlosigkeit (innerhalb weniger Minuten) und zum Tod. Verursacht, Anfälle und Kontrollverlust des Darms und der Blase. Die Atmung kommt zum Stillstand, was zum Tod führt, wenn keine unverzüglichen Rettungsaktionen erfolgen.
700+ ppm	Sofortige Todesfolge
Hinweis: • Personen, die zu lange Schwefelwasserstoffdämpfen ausgesetzt waren, sollten so schnell wie möglich an die frische Luft. • Durch schnelles Handeln kann den schädlichen Wirkungen von Schwefelwasserstoff entgegengewirkt und die Wahrscheinlichkeit, das Leben von Personen zu retten, erhöht werden.	

Tabelle 2.1: Typische Wirkungen von Belastungen durch Schwefelwasserstoff

Überwachung auf Gase

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

Hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen und die korrosive Eigenschaft des Gases können eine schädliche Wirkung auf viele elektronische Messgeräte haben. Niedrige Konzentrationen über eine bestimmte Zeit können sich auch schädlich auf elektronische Geräte auswirken. Daher sollten Prüfröhrchen zum Einsatz kommen, wenn die Überwachung einer bekannten hohen Konzentration erforderlich sein sollte.

Die Verwendung von persönlichen Schwefelwasserstoff-Gasspürgeräten für Personal, das mit den Ladevorgängen befasst ist, wird dringend empfohlen. Diese Geräte geben bei einem vorgegebenen Niveau entweder Alarm oder zeigen den aktuellen Schwefelwasserstoffwert an und geben Alarm. Weiterhin wird empfohlen, dass die Alarmgeber auf den maximalen OEL-TWA eingestellt werden. Das Personal wird angehalten, immer persönliche Gasspürgeräte 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 Umschließungsbehälter entleeren und Verschüttungen säubern, falls die Schwefelwasserstoffkonzentration den OEL-TWA überschreiten könnte.

Passive Probenahmeplaketten zeigen sofort visuell an, wenn eine bestimmte chemische Gefahr entdeckt oder ein sicherer Expositionszeitwert 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 sollten zu keiner Zeit als ein Teil der PSA genutzt werden.

Persönliche Schutzausrüstung

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

Es sollte überlegt 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 die Gefahr der Exposition mit Schwefelwasserstoffdämpfen über dem OEL-TWA besteht,
- wenn die OEL-TWA-Werte, 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 Schwefelwasserstoffkonzentrationen den OEL-TWA-Wert überschreiten könnten.

Maßnahmen der Unternehmen und der Terminals

Das Sicherheitsmanagementsystem 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 Schwefelwasserstoff enthält. Das Pflichtenheft sollte unter anderem folgenden Anforderungen genügen:

- Schulung der Besatzungsmitglieder in Gefahrensituationen, die mit Schwefelwasserstoff verbunden sind, und Sicherheitsmaßnahmen zur Risikominderung auf ein akzeptables Maß,
- sichere Verfahren für alle Betriebsabläufe,
- Gasprüfungs- und atmosphärische Überwachungsverfahren,
- Wartungsvorschriften für umschlagsbezogene Systeme,
- Vorschriften zur PSA,
- Notfallmaßnahmen,
- Maßnahmen zum Schutz von Besuchern vor Gefährdungen.

2.3.6.5 Zusätzliche Vorschriften zum Umschlag von Ladungen mit sehr hohen Schwefelwasserstoffkonzentrationen

Unternehmen und Terminals sollten zusätzliche Verfahren für den Umschlag von Ladungen mit sehr hohen Schwefelwasserstoffkonzentrationen ausarbeiten (100 ppm im Dampfraum gilt 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 mindestens folgende Aktivitäten durchgeführt werden:

- Ladevorgänge stoppen,
- andere Besatzungsmitglieder informieren,
- Personal am Pier 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

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

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

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

Computer- und Messgerätkomponenten aus Silber und Gold sind selbst bei niedrigen Schwefelwasserstoffkonzentrationen stark anfällig.

2.3.6.7 Allgemeine Ärgernisse

Neben der gesundheitsschädigenden Wirkung stellt der Geruch von Schwefelwasserstoff auch ein öffentliches Ärgernis dar. In den meisten örtlichen Umweltvorschriften wird die Freisetzung von Schwefelwasserstoffkonzentrationen in die Atmosphäre begrenzt oder verboten. Dies ist auf jeden Fall eine bewährte Verfahrensweise. Es ist daher erforderlich, den Druck im Ladetank 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, geruchsintensive Gase, die 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-plus-Ladungen und in einigen Rohölen vor. Sie werden auch als Odoriermittel 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 Schwefelwasserstoffbelastung 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 Nicht zutreffend

2.3.9 Inertgas

2.3.9.1 Allgemein

Inertgas wird generell zur Kontrolle der Atmosphäre des Ladetanks verwendet und zur Verhinderung der Bildung von entzündbaren Gemischen. Die Hauptanforderung an ein Inertgas ist ein niedriger Sauerstoffgehalt. Die Zusammensetzung kann jedoch variieren.

2.3.9.2 Toxische Bestandteile

Die Hauptgefahr in Verbindung mit Inertgas besteht in dessen niedrigem Sauerstoffanteil. Einige Inertgase könnten jedoch Spuren 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 das Gasfreimachen, das vor Betreten des Tanks durchgeführt werden muss, ausreicht, um diese toxischen Bestandteile auf ein Niveau unter dem OEL-TWA 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. Am offensichtlichsten ist dies, wenn sich ein Raum in einem Inertzustand befindet und der Sauerstoff durch das Inertgas verdrängt wurde. 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 auf einen Sauerstoffmangel in der Atmosphäre hinweisen, können eine unzureichende Wahrnehmung der Gefahr sein. Die meisten Menschen wären nicht in der Lage, die Gefahr zu erkennen, bevor sie zu schwach sind, um sich ohne fremde Hilfe zu retten. Das ist vor allem dann der Fall, wenn zur Flucht geklettert werden muss.

Menschen sind zwar unterschiedlich empfindlich, aber sie alle werden geschwächt, wenn der Sauerstoffgehalt auf 16 Vol.-% 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

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 Alkohol ersetzt wird). Beim Verschiffen ist darauf zu achten, dass Kontaminationen 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 berücksichtigen.

2.3.12 Methyl-Tertiär-Butyl-Ether und Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether

Diese (MTBE und ETBE) sind hoch entzündbare 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 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 Slop tanks 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.

ETBE 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 entlüftet werden.

Die Ballastaufnahme sollte immer auf eigens dafür bestimmte Ballasttanks beschränkt sein. 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.

2.3.13 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 1-2 %, verschiedener unangenehmer oder giftiger Substanzen enthalten.

Beachtung sollte den Gemischen aus Wasser und Ethanol in Lade- und Slop tanks und der damit verbundenen Entflammbarkeit gegeben werden. Ein separates Ballastladetanksystem sowie ein Gasabfuhr- und ein effizientes Nachlenzsystem werden bevorzugt. Der große Zündbereich (3,4-19 Vol.-% in Luft) der Produktdämpfe sollte berücksichtigt 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 fest installierte Anlagen beschrieben. Ausführliche Informationen zur Nutzung sämtlicher Messgeräte sollten stets in der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers und dem Sicherheitsdatenblatt des Produkts enthalten sein.

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 gefährliche 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 Kohlenwasserstoffgasen auf Tankschiffen und an Terminals lässt sich in zwei Kategorien unterteilen:

1. Messung von Kohlenwasserstoffgas in der Luft bei Konzentrationen unterhalb der UEG

Hierbei werden entzündbare (und potenziell explosionsfähige) Dämpfe und Konzentrationen von Kohlenwasserstoffgas nachgewiesen, die für das Personal schädlich sein können. Die Anzeige der Konzentration erfolgt in Prozent der UEG und wird i.d.R. als % UEG aufgezeichnet. Bei den Geräten zur Messung der UEG in % handelt es sich um Gasspürgeräte mit katalytischer Wärmetönung, die üblicherweise als Gasspürgeräte oder Explosimeter bezeichnet werden. Ein solches 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 Kohlenwasserstoffgases an einer sauerstoffarmen (inertisierten) Atmosphäre zu ermitteln. Die Geräte zur Messung der Kohlenwasserstoffgase in einer inerten Gasatmosphäre wurden speziell zu diesem Zweck entwickelt. Die Messwerte werden als Anteil des Kohlenwasserstoffgases bezogen auf das Volumen angegeben und in Vol.-% aufgezeichnet.

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

2.4.3 Gasspürgeräte

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

2.4.3.1 Funktionsweise

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

Anders als bei früheren Gasspürgeräten, 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 Bedienungsanleitung des Geräteherstellers beachten.

Eine Gasprobe kann auf verschiedene Weise entnommen werden:

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

Entzündbare Dämpfe gelangen durch einen Sinterfilter (Flammenrückschlagsicherung) in die Verbrennungskammer des Pellistors. In der Kammer befinden sich zwei Elemente, der Detektor und der Kompensator. Diese beiden Elemente werden auf 400 °C 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 ausreichend 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 die UEG überschritten hat.

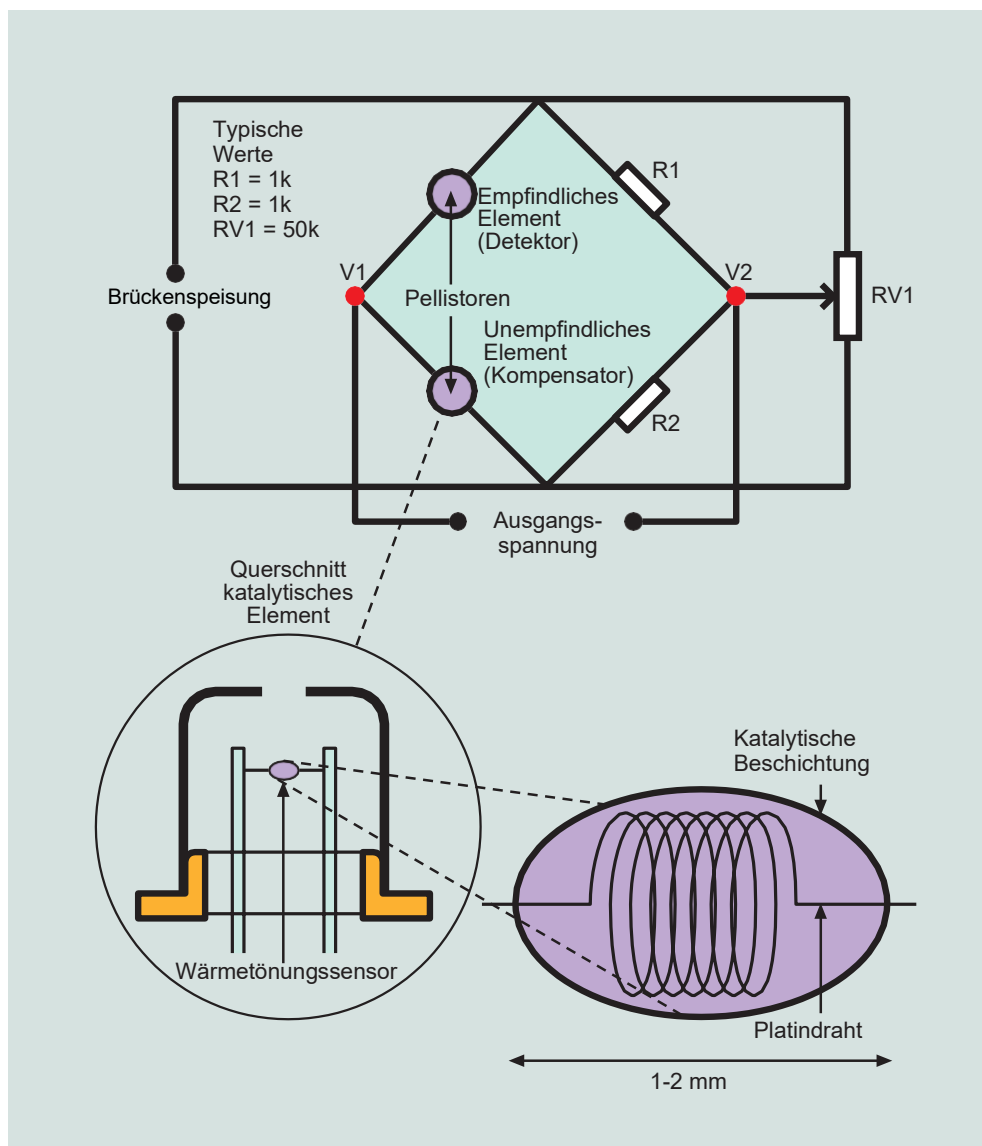


Abbildung 2.1: Vereinfachtes Diagramm eines Gasspürgeräts mit integriertem Pellistor

Es ist darauf zu achten, dass keine Flüssigkeit in das Messgerät dringt. Durch die Verwendung eines geraden Wasserabscheiders und einer Schwimmersonde am Ende des Absaugschlauchs 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 - dies sind Verbindungen, die die Funktionstüchtigkeit des Pellistors dauerhaft schädigen können. Dazu gehören Silikondämpfe und organische Bleiverbindungen.
- Inhibitoren – diese Verbindungen wirken ähnlich wie Gifte, außer dass die Reaktion reversibel, also umkehrbar, ist. Inhibitoren sind u.a. Schwefelwasserstoff, Freon und Chlorkohlenwasserstoffe. Besteht der Verdacht auf Vorhandensein von Schwefelwasserstoff, sollte dies geprüft werden, bevor mit den Messungen von Kohlenwasserstoffgasen begonnen wird (siehe Abschnitt 2.3.6).

Druck

Bei Messgeräten mit Pellistor sollten die Sensoren keinem 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 Hochgeschwindigkeitsventil,
- Kohlenwasserstoffgasgemische mit hoher Geschwindigkeit in den Gasleitungen oder von einem Hochgeschwindigkeitsventil.

Die vorstehenden Informationen sind auch für den Einsatz von Multigasspürgeräten wichtig. Wenn z. B. ein Infrarotsensor für die Ablesung eines Gasmesswerts in Volumenprozent (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 sollten 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 für die Kalibrierung und Prüfung zu verwendende Kohlenwasserstoffgas sollte auf einem Etikett auf dem Gerät vermerkt werden.

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

2.4.3.4 Messgenauigkeit

Die Reaktion des Messgeräts hängt von der Zusammensetzung des geprüften Kohlenwasserstoffgases ab. In der Praxis ist diese Zusammensetzung nicht bekannt. Durch Verwendung von Propan oder Butan als Kalibriergas für Messgeräte, die auf Tankschiffen verwendet werden, die stabilisiertes Rohöl oder Erdölprodukte befördern, können die angezeigten Werte leicht fehlerhaft, d.h. etwas zu hoch sein. Damit wird gewährleistet, dass alle angezeigten Messwerte auf der sicheren Seite sind (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 Flammenrückschlagsicherungen 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 von zündfähigen Funkenbildungen zu vermeiden, wenn das Gehäuse auf rostigen Stahl schlägt.

2.4.4 Nichtkatalytische Gasspürgeräte mit Heizdrähten (Tanksopes)

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 Gasspürgerät 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 durch den Ausschlag am Brückenmessgerät deutlich wird. 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 ausführliche Bedienungsanleitung des Geräteherstellers 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, solange das Heizelement mit einem fetten Gasgemisch in Berührung ist.

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, ist es wünschenswert, zwei Prüfgemische von z. B. 2 Vol.-% und 15 Vol.-% oder ein Gemisch zwischen diesen Werten, z. B. 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 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 letztgenannte 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. Solange der Einsatz des Geräts auf das Kalibriergasgemisch beschränkt wird, sind die Messungen der Gaskonzentrationen genau.

Die Messung der Kohlenwasserstoffgaskonzentration in einer inerten Atmosphäre wird durch das Kohlendioxid, das vorhanden ist, wenn Rauchgas zum Inertisieren verwendet wird, beeinträchtigt. In diesem Fall wird die Verwendung von Natronkalk als kohlendioxidabsorbierendes 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 Infrarotsensor ist ein Messwertwandler, der zur Messung der Kohlenwasserstoffkonzentrationen in der Atmosphäre durch Absorption der Infrarotstrahlung dient.

Zu prüfendes Gas gelangt durch Diffusion oder mit Hilfe einer Pumpe in die Messkammer. Von der Lichtquelle gelangt Infrarotstrahlung durch ein Fenster in der Kammer, 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 Strahlteiler läuft, läuft durch einen Breitbandfilter (Messfilter) in die Gehäuseummantelung des Messdetektors und wird dann in ein elektrisches Signal umgewandelt.

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

Wenn das Gasgemisch in der Kammer Kohlenwasserstoffe 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 Spiegeln und 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 seine 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).

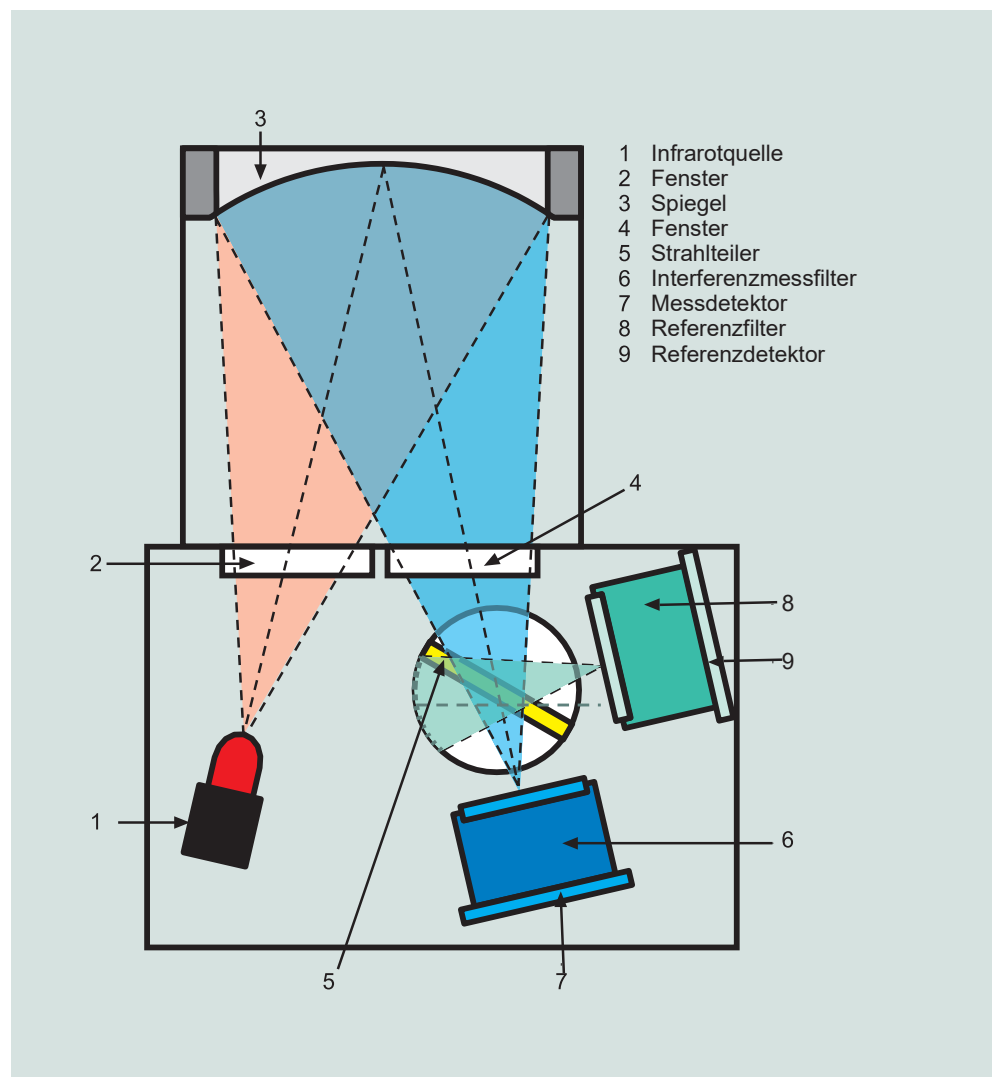


Abbildung 2.2: Infrarotsensor

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 Bedienungsanleitung 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 Nutzung werden die Versiegelungen an beiden Enden des Glasröhrchens aufgebrochen, 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 eine in dem Röhrchen integrierten Skala 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 Bedienungsanleitung des Geräteherstellers 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 Anweisungen 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 Flaggenstaatsverwaltung oder an die zuständige Verwaltung 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 so elektrischen Strom erzeugen. Dieser Strom kann gemessen und darüber die Gasmenge bestimmt werden. Die Sensoren sind kostengünstig und klein genug, sodass mehrere in einem Gerät eingebaut werden können, wodurch sie auch in Multigasspüranlagen einsetzbar sind.

Es gibt viele elektrochemische 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 Multisensorgeräten eingesetzt werden, um ein Ablesen von Dampfkonzentrationen, i.d.R. in ppm, zu ermöglichen.

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

2.4.8 Gasspüranlagen

Gasspüranlagen werden auf einigen Tankschiffen verwendet, um die Entflammbarkeit der Atmosphäre in Räumen wie Wallgängen, Pumpenräumen, Doppelböden, Maschinenräumen, Kesselräumen, Steuerhäusern und Wohnungen zu überwachen.

Für Gasspüranlagen 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 in dem zu überwachenden Raum befinden, und die für die Verarbeitung der Signale erforderliche Elektronik, die sich an einem sicheren Ort befindet.

Gasspüranlagen 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 Gasspüranlagen erfüllen diese Kriterien (siehe Abschnitt 10.10.2).

2.4.9 Messung der Sauerstoffkonzentration

Tragbare Sauerstoffmessgeräte werden normalerweise eingesetzt, um festzustellen, ob die Atmosphäre in einem geschlossenen Raum (z. B. Ladetank) durchgängig intextisiert ist oder sicher betreten werden kann. Fest eingebaute Sauerstoffmessgeräte werden zur Überwachung des Sauerstoffgehalts in Kesselsteigleitungen und Inertgasleitungen eingesetzt.

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

- paramagnetische Sensoren,
- elektrochemische Sensoren.

Beim Einsatz von Messgeräten, unabhängig vom Typ, ist unbedingt die Bedienungsanleitung des Geräteherstellers zu beachten. Wenn diese so eingesetzt werden, können die Messgeräte bis auf die unten genannten Einschränkungen als sicher angesehen werden.

2.4.10 Einsatz von Sauerstoffmessgeräten

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 die meisten anderen üblichen Gase anders verhalten. Diese Eigenschaft bedeutet, dass der Sauerstoffgehalt bei sehr vielen Gasgemischen messbar ist.

Ein allgemein verwendetes Sauerstoffmessgerät des paramagnetischen Typs ist mit einer Probenmesszelle versehen, in der sich ein leichter Körper in einem Magnetfeld in der Schwebe befindet. Wenn die Gasprobe durch die Zelle 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 Messgerät 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 Messgeräte sind direkt proportional zum Druck in der Messzelle. Das Gerät wird auf spezifischen Atmosphärendruck kalibriert und 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 Messgerät geleitet werden, da dies zu einem unsicheren Messdruck führt.

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

2.4.10.2 Elektrochemische Sensoren

Messgeräte dieses Typs dienen der Bestimmung des Sauerstoffgehalts eines Gasgemischs durch Messen des Ergebnisses einer elektrochemischen Zelle. Bei einem allgemein verwendeten Messgerät diffundiert Sauerstoff durch eine Membran in die Zelle und bringt den Strom zwischen zwei Spezialelektroden, die durch eine Flüssigkeit oder ein Gel-Elektrolyt 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 kann in einem separaten Sensorkopf untergebracht werden, der über Kabel mit der Ableseeinheit verbunden ist.

Die Anzeigewerte des Messgeräts 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 Ablesewerten führen. Schwefeldioxid und Stickoxide interferieren, wenn ihr Anteil in den Konzentrationen über 0,25 Vol.-% beträgt. Mercaptane 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 Bedienungsanleitung des Geräteherstellers verwiesen.

2.4.10.3 Wartung, Kalibrierung und Prüfverfahren

Da diese Sauerstoffmessgeräte lebensnotwendig sind, ist es wichtig, dass sie mit einem gültigen Kalibrierungszertifikat versehen sind und sollten vor der Nutzung strikt nach der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers 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 Messgeräten unkompliziert, die atmosphärische Luft zur Prüfung des Referenzpunktes (21 % Sauerstoff) und ein Inertgas (Stickstoff oder Kohlendioxid) zur Prüfung des Nullgehalts von Sauerstoff verwenden (siehe auch Abschnitte 8.2.6 und 8.2.7).

2.4.11 Multigasspürgeräte

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

- Kohlenwasserstoffdampf als % UEG (Explosimeterfunktion mit Pellistorensor),
- Kohlenwasserstoffgas in einem Inertgas als Vol.-% (Tankscopefunktion mit Infrarotsensor),
- Sauerstoff (mit elektrochemischem Sensor),
- Schwefelwasserstoff (mit elektrochemischem Sensor).

Multigasspürgeräte sollten regelmäßig entsprechend der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers geprüft werden.

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

Bei dem Einsatz von Multigasspürgeräten 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 Gasspürgeräte

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

Heute sind Gasspürgeräte als Einwegartikel verfügbar. Sie sind i.d.R. als Eingasgerät und für niedrige Sauerstoffpegel sowie für hohe Konzentrationen von Kohlenwasserstoff und andere toxische Dämpfe ausgelegt. Die Geräte geben akustische und optische Warnsignale bei bestimmten Pegeln der Dampfkonzentration, die dem OEL-TWA für den überwachten Dampf entsprechen oder darunter liegen sollten. Diese Gasspürgeräte wiegen i.d.R. weniger als 100 g und haben eine Lebensdauer von ca. 2 Jahren.

2.4.13 Gasprobenleitungen und Probennahmeverfahren

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; deshalb sollten flexible Leitungen verwendet werden.

Die Gase aus Rohölen 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 bei Gasen, die erhebliche Anteile an aromatischen Kohlenwasserstoffen, insbesondere Xylol, enthalten. Es wird empfohlen, in diesen Fällen den Lieferanten der Probenleitungen um die Bereitstellung von Prüfdaten zu bitten, die die Eignung des Produkts für den angedachten Zweck bestätigen.

Probenleitungen 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 Leitungen regelmäßig prüfen und ggf. defekte Leitungen auswechseln.

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

2.4.13.2 Stichprobenverfahren

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 der Tankbodenkonstruktion. Die Probenleitung sollte lang genug sein, um eine Probenahme vom Boden zu ermöglichen.

Abweichungen in der Gaskonzentration zwischen dem Großteil des Tanks und toten Punkten variieren in Abhängigkeit von der angewendeten Verfahrensweise. Zum Beispiel sind die starken Wasserstrahlen, die durch fest eingebaute Reinigungsanlagen erzeugt werden, ausgezeichnete Mischgeräte, die i.d.R. große Unterschiede in der Gaskonzentration zwischen den einzelnen Positionen im Tank ausschalten. 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 Kohlenwasserstoff-Gasspürgeräten, z. B. katalytische und nichtkatalytische Typen mit Heizdraht, zu entfernen; weitere Filter sind normalerweise nicht notwendig. Unter extrem nassen Bedingungen, z. B. beim 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 Gasspürgeräten eingesetzt. Sie enthalten eine Polytetrafluoroethylen- (PTFE) Membran, die verhindert, dass Flüssigkeit und Feuchtigkeit in die Sensoren gelangen.

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 die vom Hersteller empfohlenen 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, dass zündfähige Gasgemische in der Atmosphäre außerhalb der Tanks hervorgerufen werden können. 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 geeigneten 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 und somit 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 entlüftete Gas entsteht in den Tanks, und die Art und Weise, wie es entsteht, wirkt sich sowohl auf die Konzentration beim Entlüften als auch auf die Zeit aus, die zum Entlüften einer hohen Konzentration benötigt wird. Zu den Situationen, die zur Gasentwicklung führen, gehören das Beladen, das Verweilen der Ladung in vollen oder teilweise gefüllten Tanks (einschließlich Slop tanks) und das Verdampfen der Tankrückstände nach dem Entladen.

Die anfängliche Tankatmosphäre, ob aus Luft oder Inertgas, hat keinen Einfluss auf die Gasentwicklung oder das Gasfreimachen.

2.5.2 Gasentwicklung und Entlüftung

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 nahekommt. Ist der echte Dampfdruck beispielsweise 0,75 bar, beträgt die Produktgaskonzentration direkt über der Oberfläche ca. 75 Vol.-%. Weit über der Oberfläche ist die Kohlenwasserstoffgaskonzentration 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 Dispersion der Gase außerhalb der Ladetanks sind nur die hohen Gaskonzentrationen in dem entlüfteten 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 einen Meter tief ist. Die genaue Tiefe hängt von oben genannten Faktoren ab, und die meisten Hinweise, die in diesem Leitfaden in Bezug auf das entlüftete Gas gegeben werden, gelten für solche Ladungen. Es ist jedoch möglich, dass die Gasschichten tiefer als ein Meter 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 Kohlenwasserstoffgases. Oberhalb dieser Schicht bleibt die Atmosphäre, die anfangs im Tank vorherrschte, fast unverändert; es handelt sich um das Gas, das während der ersten Ladestufen in die Belüftungsanlage eindringt. Daher ist das Gas, das in einem anfangs gasfreien Tank zunächst abgelassen wird, meist Luft (oder Inertgas) mit einer Produktgaskonzentration unterhalb der UEG. Mit fortschreitendem Ladevorgang nimmt der Produktanteil in dem entlüfteten Gas zu.

Konzentrationen im Bereich von 30 - 50 Vol.-% des Produktgases in dem entlüfteten 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 entlüftet. 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 entlüfteten 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 die Belüftungsanlage ein, bevor die nächste Ladung eine angereicherte Schicht bilden kann.
- In Vergaserkraftstoff- und Flugbenzintanks, die nach dem Löschvorgang verschlossen und nicht gasfrei gemacht worden sind, wurden Kohlenwasserstoffgaskonzentrationen von bis zu 40 Vol.-% im Tank gemessen. Diese Konzentration wird über die nächste Ladung in die Belüftungsanlage 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 die Belüftungsanlage 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 die Belüftungsanlage 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 Gasfreimachen

Beim Gasfreimachen wird Luft in den Tank befördert, wo sie sich mit der vorhandenen Tankatmosphäre vermischt und 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 des Gasfreimachens entlüftet und dann abgebaut. Bei einem nicht inertisierten Tank z. B. können durch Gasfreimachen eines verschalteten Vergaserkraftstofftanks Anfangskonzentrationen von bis zu 40 Vol.-% entstehen, jedoch ist die Konzentration in dem entlüfteten 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 dem Gasfreimachen begonnen wird, 2 Vol.-% oder weniger betragen.

In speziellen Fällen wird der Vorgang des Gasfreimachens 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 Dispersion des Gases, nachdem es die Austrittsöffnung verlassen hat.

Sobald das Produktgas während der Lade-, Ballast-, Gasfreimach- 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 UEG unterschreitet. Unterhalb der UEG stellt sie an keinem Punkt eine Gefahr mehr durch Entflammbarkeit dar, da sie nicht mehr zündfähig ist. Es gibt jedoch in der Nähe einer jeden Entlüftungsöffnung einen zündfähigen Bereich, in dem die Gaskonzentration die UEG überschreitet.

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

- Wohnbereiche, in die das Gas durch Türen, Luken oder Lüftungszugänge eindringen kann,
- das Ladendeck, das einen Arbeits- und Durchgangsbereich darstellt, wenn auch allgemein davon ausgegangen wird, dass dieser Bereich frei von Zündquellen ist,
- ein angrenzender Pier, der 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 Fahne über der Austrittsöffnung. Weht kein Wind, behält die Fahne ihre vertikale Lage bei, ansonsten wird sie in Windrichtung mitgerissen. Dem Aufsteigen der Fahne infolge der Eigendynamik wirkt die Tendenz zu sinken entgegen, wenn die Dichte der Fahne größer ist als die der Umgebungsluft.

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

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

- über ein Hochgeschwindigkeitsventil, 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,
- eine Entlüftungssteigleitung mit einer Mindesthöhe von 6 m über dem Deck.

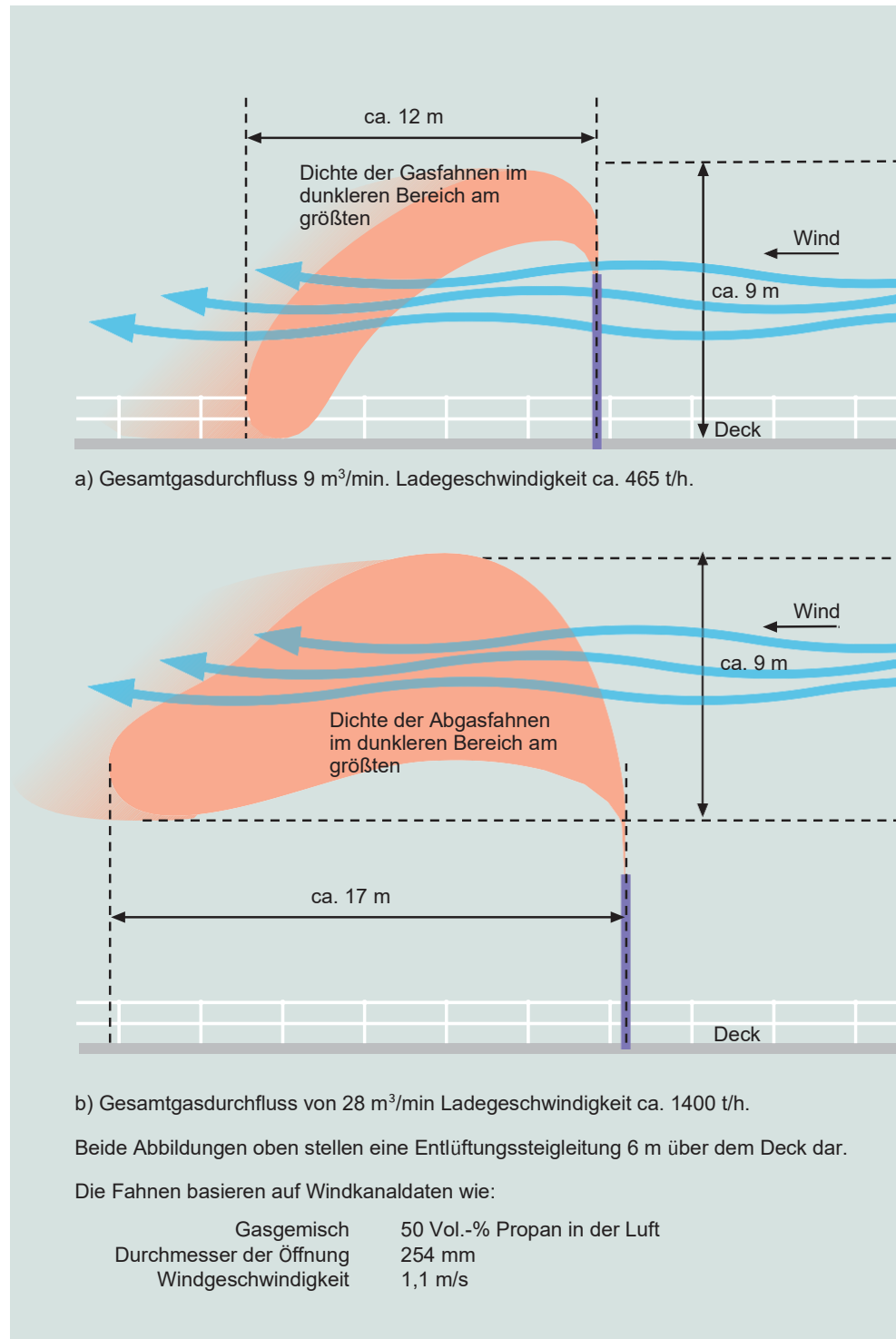
Diese Hochgeschwindigkeitsventile und Steigleitungen müssen einen Mindestabstand von 10 m zu den Entlüftungsventilen der Wohnungen haben, um zu gewährleisten, dass die Ladungsgase sicher verteilt sind, bevor sie diese Stellen erreichen.

2.5.4.2 Windgeschwindigkeit

Seit vielen Jahren steht fest, dass die Ausbreitung der Produktgas-/Luftgemische durch die Windgeschwindigkeit beeinträchtigt wird. Dieses Erkenntnis basiert auf der Erfahrung der Tankschiffe. Es wurden auch einige 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, spielen mehrere Effekte eine Rolle. An erster Stelle nimmt die Emissionsrate des Produktbestandteils proportional zur gesamten Gasdurchflussmenge zu, und deshalb sollte der Abstand, den die Fahne zurücklegt, bevor sie bis zur UEG 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

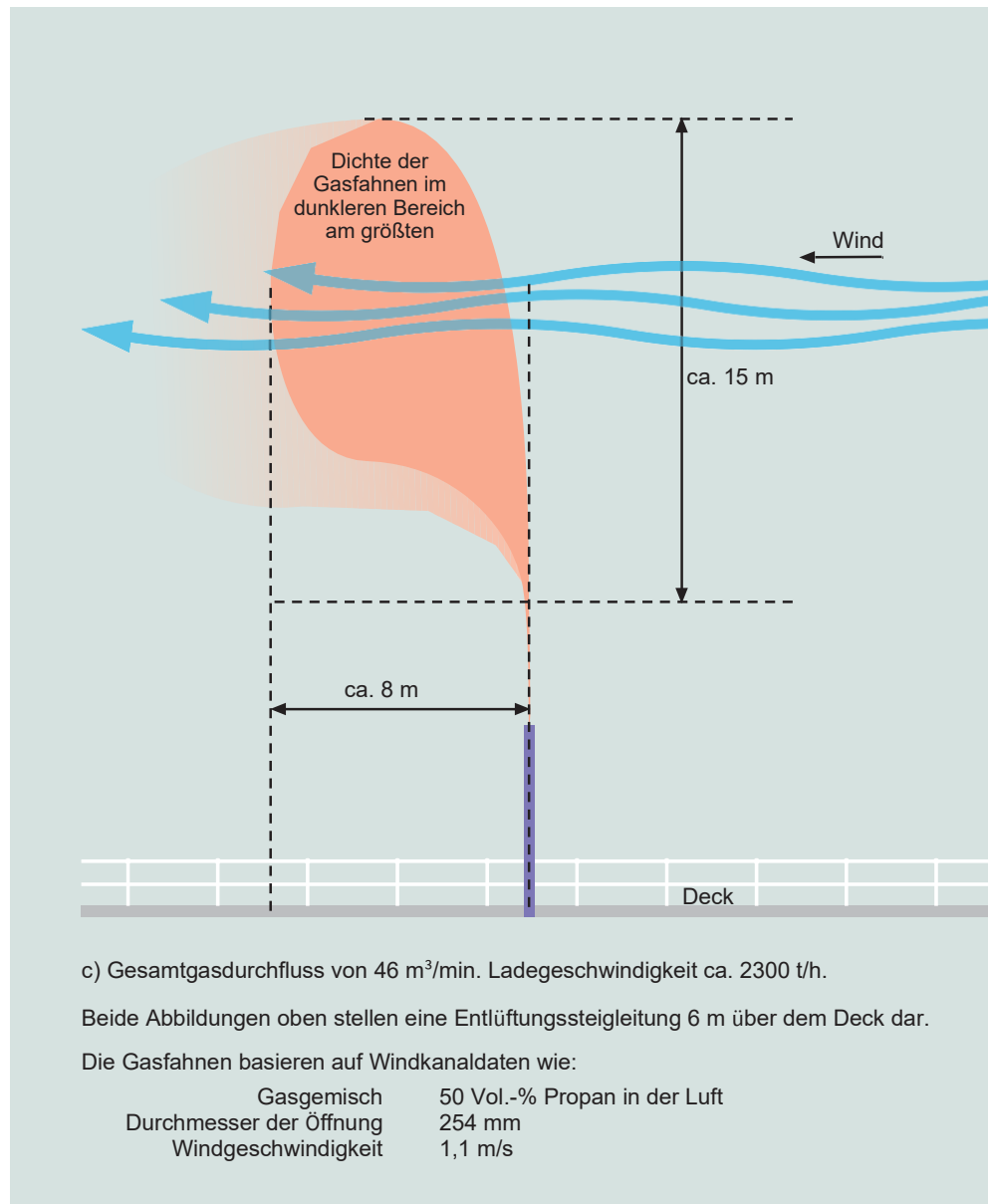


Abbildung 2.3 (c): Hinweis der Gasdurchflussgeschwindigkeit auf dem Zündbereich

Darüber hinaus ist der anfängliche Schwung der Fahne ggf. bei niedrigen Gesamtgasdurchflussmengen nicht ausreichend, um dem Abfallen der Fahne entgegenzuwirken, wenn diese eine hohe Dichte aufweist.

Die Ergebnisse der Wechselwirkung dieser unterschiedlichen Prozesse bei niedriger Windgeschwindigkeit sind in Abbildung 2.3 dargestellt. Das in diesen Diagrammen 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 Fahne 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, sodass 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, sodass eine höhere Tendenz besteht, dass die Fahne 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 die Produktgas-/Luftgemisch ausströmt, bestimmt für eine bestimmte Volumendurchflussrate die lineare Durchflussgeschwindigkeit und damit den Grad der Mischung der Fahne mit der Atmosphäre (Effekte dieser Art treten z. B. beim Gasfreimachen auf). Werden fest eingebaute 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 Dispersion in der Atmosphäre zu fördern. Bei Verwendung kleiner tragbarer Gebläse, die normalerweise bei niedrigem Gegendruck verwendet werden, ist es üblich, das Gas durch eine offene Tankluke abzulassen. Die Ausströmungsgeschwindigkeit ist dann sehr niedrig, wenn sich die Ausgangsöffnung sehr nah zum Deck befindet. Diese Umstände führen dazu, dass sich das Gas nahe zum Deck befindet.

2.5.4.6 Ausführung der Entlüftungsöffnung

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

Bei bestimmten Vorgängen, wie z. B. dem Gasfreimachen, kann der Dampf aus dem Tank über andere Arbeitsöffnungen als an diesen dafür bestimmten Tankentlüftungsöffnungen 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 den Überbau hinweg strömt. In Abbildung 2.4 wird die Art der Wirbel, die gebildet werden, 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 ein Zündbereich von einer Tanköffnung gezeigt, die sich nur ca. 1,5 m windwärts von einem Wohnbereich befindet. Die Fahne ist fast vertikal und berührt den Wohnbereich nur ganz leicht. Eine 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 Fahne bedingt, steht der Zündbereich in engem Kontakt mit der Decke des Wohnbereichs.

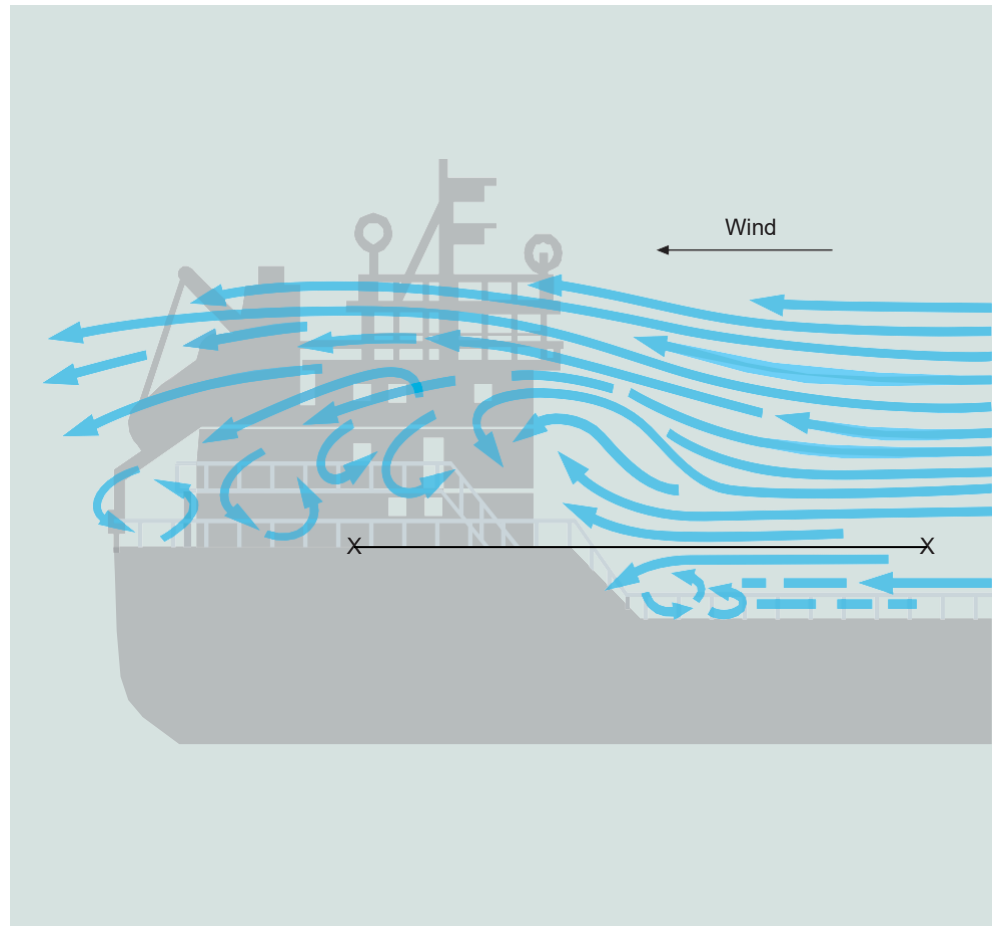


Abbildung 2.4: *Typisches Muster eines Luftstroms um den Wohnbereich*

2.5.5 Minimierung der Gefahren durch entlüftetes Gas

Das Ziel der Lüftungsanlagen und ihrer Steuerung besteht in der Minimierung der Möglichkeit, dass entzündbare Gaskonzentrationen in geschlossene Räume eindringen, 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. Auch wenn in diesem Abschnitt auf die Entflammbarkeit eingegangen wird, 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 entzündbare Gemische an die Atmosphäre freigegeben oder die Gemische verdrängt werden, die nach Verdünnen mit Luft, wie z. B. auf inertisierten Tankschiffen, entzündbar werden können:

- ungehinderter vertikaler Ausstoß bei hoher Ausflussgeschwindigkeit,
- Positionierung der Austrittsöffnung in ausreichender Höhe über dem Deck,
- Positionierung der Austrittsöffnung in einem angemessenen Abstand zum Überbau und anderen geschlossenen Räumen.

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

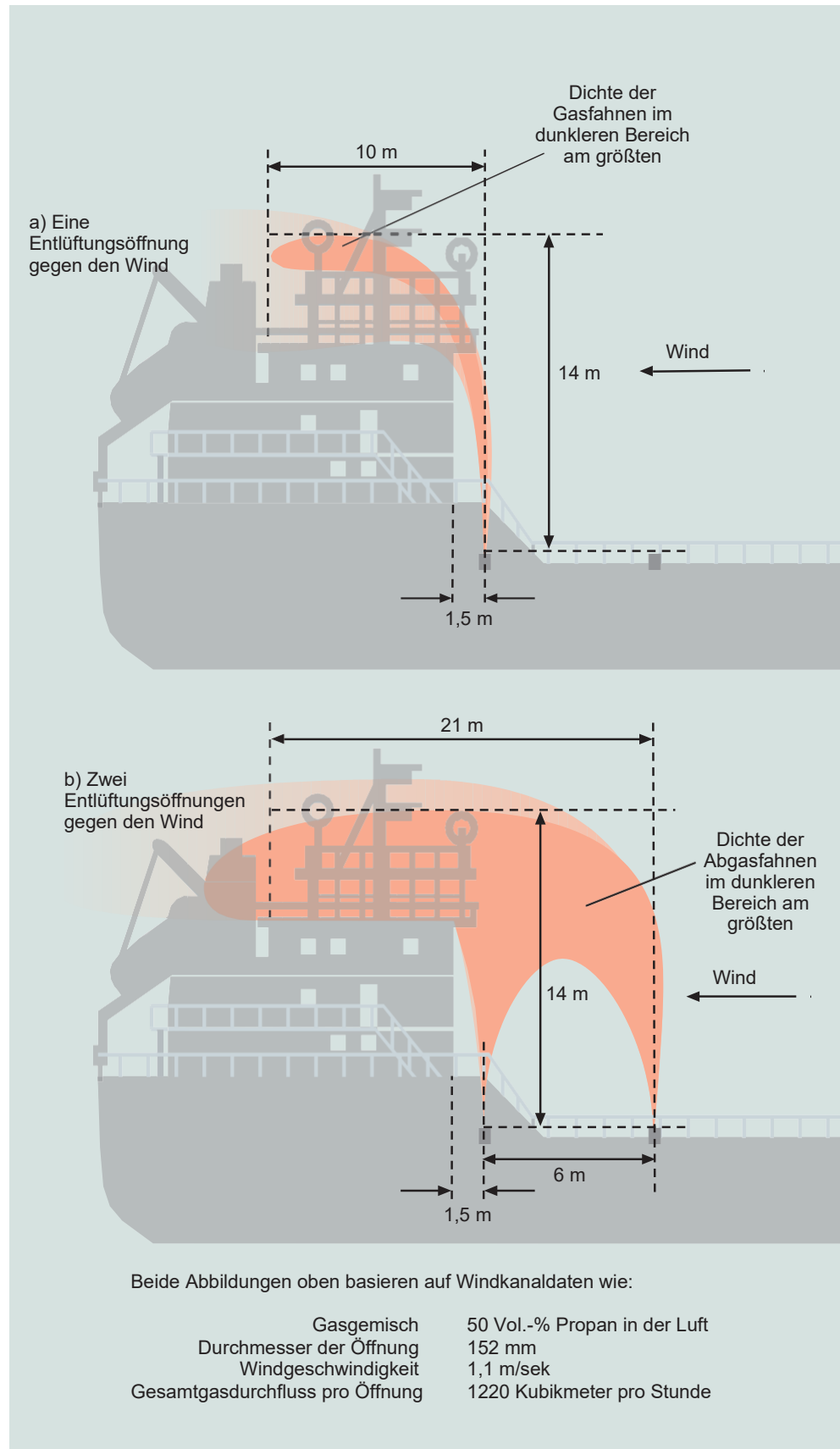


Abbildung 2.5: Zündbereich von Öffnungen in der Nähe eines Wohnbereichs

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

Beim Gasfreimachen mit Hilfe fest installierter 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 Gasfreimachen 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 das Gasfreimachen über eine Öffnung mit kleinem Durchmesser, wie z. B. die Öffnung für die Tankreinigung, mit einem zeitweilig aufgetakelten Standrohr bevorzugt.

Bei allen Vorgängen, 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 Vorgänge 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 von schwerem Heizöl (Rückstandsschweröl) verbunden sind

2.7.1 Allgemein

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

Es sei angemerkt, dass dieser Leitfaden nur auf Rückstandsschweröle 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 entzündbares 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

Rückstandsschweröle können leichte Kohlenwasserstoffe im oberen Bereich des Tanks erzeugen, sodass die Dampfbzusammensetzung nahe oder innerhalb des Zündbereichs liegt. Das kann sogar der Fall sein, wenn die Lagertemperatur 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.

Ogleich sich leichte Kohlenwasserstoffe im Gasraum des Tanks für Rückstandsschweröl befinden können, ist das damit verbundene Risiko gering, solange die Atmosphäre sich nicht im Zündbereich befindet und keine Zündquelle vorhanden ist. Sollte dies doch der Fall sein, könnte es zu einem Störfall kommen. Daher wird empfohlen, Gasräume mit Rückstandsschweröl als potenziell entzündbar 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 wird, eingestuft (siehe auch Abschnitt 1.2.5). Informationen zur Verknüpfung zwischen rechnerischem Flammpunkt der Gasraumatmosphäre und gemessenen Flammpunkt des Rückstandsschweröls haben jedoch gezeigt, dass es keine feste Korrelation gibt. Eine entzündbare Atmosphäre kann daher in einem Tankgasraum sogar dann erzeugt werden, wenn das Rückstandsschweröl bei einer Temperatur unterhalb seines Flammpunkts gelagert wird.

2.7.3.2 Entflammbarkeit des Gasraums

Traditionell wurden Gasspüranlagen 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 % der UEG verwendet. Diese Detektoren stützen sich i.d.R. auf die Kalibrierung für einen einzigen Kohlenwasserstoff, wie z. B. Methan, der bzw. das Eigenschaften einer UEG aufweisen, die weit von denen der Kohlenwasserstoffe entfernt sind, die tatsächlich im Gasraum vorkommen. Wenn ein Gasspürgerät eingesetzt wird, um den Gefährdungsgrad in Gasräumen von nicht inertisierten Tanks für Rückstandsschweröl einzuschätzen, empfiehlt es sich, das Gerät mit einem Pentan- /Luft- oder Hexan-/Luftgemisch zu kalibrieren. Das wird zu konservativeren Schätzungen der Entflammbarkeit führen, dennoch sollten die Anzeigewerte nicht als genaue Messung des Dampfraumzustands angesehen werden.

Bei der Messung ist die Bedienungsanleitung des Geräteherstellers unbedingt zu beachten. Die Kalibrierung des Geräts sollte öfter geprüft werden, da Detektoren mit Oxidationskatalysator (Pellistoren) dazu neigen, empfindlich gegenüber Gift zu sein, wenn sie den Dämpfen von Rückstandsschweröl 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 Tanks für Rückstandsschweröl mit Hilfe leicht verfügbarer, tragbarer Geräte verbunden sind, gibt der Messwert in % der UEG weitgehend nur über die relative Gefahr der Kraftstoffe Auskunft. Daher ist Vorsicht bei der Interpretation der Messwerte geboten, die mit Hilfe dieser Gasspüranlagen ermittelt werden.

2.7.4 Vorsichtsmaßnahmen

2.7.4.1 Lagerungs- und Umschlagtemperaturen

Bei der Beförderung des Kraftstoffs sollten die Temperaturen des Rückstandsschweröls 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 Gasraum des Tanks über die Entlüftungsrohre verdrängt. Es ist besonders darauf zu achten, dass die Flammensperren oder Flammendurchschlagsicherungen sich in einem einwandfreien Zustand und sich in unmittelbarer Umgebung der Belüftungsanlage keine Zündquellen befinden.

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

2.7.4.3 Gasraumklassifikation

Alle Gasräume von Tanks für Rückstandsschweröl 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 Tanks für Rückstandsschweröl sollte regelmäßig überwacht werden.

Falls ein Messwert über den empfohlenen Werten (IMO-EntschlieÙung A.565(14) nennt mehr als 50 % der UEG) liegt, 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 und erforderlichenfalls weitere Lüftungsmaßnahmen ergriffen werden.

Beim Befördern von Rückstandsschweröl als Ladung an Bord der Tankschiffe, die mit Inertgas ausgestattet sind, wird empfohlen, 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 statischen elektrischen Ladungen (siehe Abschnitt 11.8.2) zu vermeiden.

2.7.5 Gefahr durch Schwefelwasserstoff in Rückstandsschwerölen

Bunkeröle, die hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen enthalten, dürfen ohne vorherige Hinweise an die Tankschiffe geliefert werden. Die Besatzung der Tankschiffe sollte, was das mögliche Vorhandensein von Schwefelwasserstoff 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 Schwefelwasserstoff enthält.

Die Konstruktion der Bunkertanköffnungen 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 Schwefelwasserstoffgehalt über dem OEL-TWA-Wert 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 im füllungsfreien Raum und in bestimmten Bereichen, in denen sich Dampf ansammeln kann, sollten Entlüftungsmaßnahmen so bald wie 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 Schwefelwasserstoffkonzentration sollte regelmäßig überwacht werden, bis der Bunkertank mit schwefelwasserstofffreiem Heizöl aufgefüllt ist.

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 Probenahmenvorgänge 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 entzündbaren 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 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 entzündbaren Flüssigkeiten und während anderer Betriebsabläufe auf einem Tankschiff dar, wie z. B. bei Tankreinigungs-, Eintauch-, Peil- und Probenahmenvorgängen.

Bestimmte Vorgänge können zu einer Speicherung der elektrischen Ladung führen, die durch eine plötzliche elektrostatische Entladung freigesetzt werden kann, bei der ausreichend Energie entladen wird, um das entzündbare Produktgas-/Luftgemisch zu zünden. Ist kein entzündbares 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 entzündbaren Atmosphäre sind alle drei Voraussetzungen notwendig.

Elektrostatische Entladungen können infolge einer Ladungsspeicherung auftreten bei:

- flüssigen oder festen Nichtleitern, z. B. bei statischem Akkumulatoröl (wie z. B. Kerosin), das in einen Tank gepumpt wird, einem Polypropylenseil,
- elektrisch isolierten flüssigen oder festen Leitern, z. B. Dämpfe, Sprays oder Feinstaub suspensionen in der Luft oder eine unverbundene Metallstange, die an einem Seilende hängt.

Die Prinzipien der elektrostatischen Gefahren und die erforderlichen Risikovorsorgemaßnahmen 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 (z. B. 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 Spannungs Differenz 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 Lade- und Löschleitungen 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. Reinigen mit Wasser 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 füllungsfreien Raum.
- 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, solange 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, behindert dies die Rekombination, und das Material behält die Ladung bei oder akkumuliert sie. 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 relativ hoher Leitfähigkeit erfolgt die Rekombination der Ladungen sehr schnell und kann dem Trennungsprozess entgegenwirken. Das bedeutet, dass das Material nur eine geringe oder keine statische Elektrizität akkumuliert. Ein so stark leitfähiges Material kann die Ladung nur halten oder akkumulieren, wenn es durch einen schlechten Leiter isoliert wird. Der Ladestromverlust hängt dann von der Relaxationszeit dieses schlechter leitenden Materials ab.

Die entscheidenden Faktoren, die die Relaxation steuern, sind 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. Bei einem Zusammenbruch wird der allmähliche Fluss und die Ladungsrekombination, die mit der Entspannung einhergeht, durch eine plötzliche Flussrekombination ersetzt, die eine starke lokale Erwärmung (z. B. einen Funken) erzeugt, die in einer entflammbaren Atmosphäre eine Zündquelle darstellen kann. Obwohl alle Isoliermedien von Zusammenbrüchen 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 Corona-Entladung, Bürstenentladung, eines Funkens oder einer fortschreitenden Bürstenentladung, wie im Folgenden beschrieben, auftreten.

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

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

- Zwischen einem leitenden Probenahmegerät, 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 Funke ist eine fast sofortige Entladung zwischen zwei Leitern, bei der fast die ganze Energie des elektrostatischen Feldes in Wärme umgewandelt wird, die zur Entzündung einer entzündbaren Atmosphäre zur Verfügung steht. 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 zündfähig sein. Dazu gehören:

- eine 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, wobei die beiden Flächen stark aufgeladen sind, aber eine unterschiedliche Polarität aufweisen. 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 elektrisch verbundenen Elektroden,
- wenn eine der Flächen geerdet ist, durch Berühren der anderen Fläche mit einem geerdeten Leiter.

Eine fortschreitende Bürstenentladung kann stark energetisch (ein Joule oder mehr) sein und schnell zur Entzündung des entzündbaren 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 der Ladung einzuholen. Bei den meisten Tankschiffen sind jedoch 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 nichtleitend, halbleitend (in den meisten Elektrostatikstandards wird der Begriff ‘dissipativ’ dem Begriff ‘halbleitend’ inzwischen vorgezogen) oder leitend 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 zu 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 Sicherheitsdatenblatt 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 und werden bei Verunreinigung ihrer Oberfläche durch Feuchtigkeit und Schmutz leitfähiger. 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 gegen Erde isoliert, 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 gering, insbesondere wenn die praktischen Hinweise in diesem Leitfaden befolgt werden, 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, sodass ihre tatsächliche Leitfähigkeit nicht bekannt ist.

Leitfähige Materialien

Bei Feststoffen sind dies Metalle. 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. Zudem wird, wenn sie isoliert und aufgeladen sind und die Möglichkeit einer elektrischen Entladung besteht, die ganze zur Verfügung stehende Ladung fast sofort für die potenzielle zündfähige Entladung freigesetzt.

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

Produkt	Typische Leitfähigkeit (pS/m)	Klassifikation
Nichtleitend	Zwischen 0-50	Akkumulator
Benzol	0,005	
Xylol	0,1	
Benin (straight run)	0,1 bis 1	
Diesel (ultra-schwefelarm)	0,1 bis 2	
Schmieröl (Grundöl)	0,1 bis 1.000*	
Handelsüblicher Flugtreibstoff	0,2 bis 50	
Toluol	1	
Kerosin	1 bis 50	
Diesel	1 bis 100*	
Cyclohexan	Weniger als 2	
Vergaserkraftstoff	10 bis 300*	
Halbleitend	Zwischen 50-10.000	Nichtakkumulator
Kraftstoff mit antistatischem Zusatz	50 bis 300	
Schwarze Schweröle	50 bis 1.000	
Halbleitendes Rohöl	Weniger als 10.000	
Bitumen	Mehr als 1.000	
Leitend	Mehr als 10.000	Nichtakkumulator
Leitfähiges Rohöl	Mehr als 10.000	
Alkohole	Mehr als 100.000	
Ketone	100.000	
Destilliertes Wasser	1.000.000.000	
Wasser	100.000.000.000	

* Einige Additive zur Leistungssteigerung können die Leitfähigkeit deutlich erhöhen.

Tabelle 3.1: Typische Produktleitfähigkeit

3.1.5 Elektrostatische Eigenschaften von Gasen und Nebeln

Unter normalen Bedingungen sind Gase stark isolierend, was in Bezug auf Nebel und Feinstaub suspensionen in der Luft und in anderen Gasen bedeutende Folgen hat. Aufgeladene Nebel 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 Tankreinigungsanlagen.

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 Inertrauchgas enthalten sind oder durch Entladung von druckbeaufschlagtem, flüssigem Kohlendioxid entstehen, sind oft aufgeladen. Die allmähliche Relaxation der Ladung ist das Ergebnis des Absetzens der Partikel oder Tropfen und, wenn die Feldstärke hoch ist, der Corona-Entladung an den spitzen Vorsprüngen. 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 entzündbare 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 Eintauch-, Peil- und Probenahmegeräte.
- Entfernen von losen leitenden Gegenständen, die nicht geerdet werden können, aus den Tanks oder anderen gefährdeten Bereichen.
- Beschränken der linearen Ladegeschwindigkeit auf maximal 1 m/s an den einzelnen Tankeinlässen zu Beginn des Ladevorgangs, d.h. bis:
 - a. das Füllrohr und die anderen Konstruktionselemente auf dem Boden des Tanks bis auf das Doppelte des Füllrohrdurchmessers eingetaucht wurden, damit das Verspritzen und Verwirbeln der Oberfläche gestoppt wird,
 - b. das Wasser, das sich in der Rohrleitung angesammelt hat, beseitigt wurde. Es ist notwendig, die Ladegeschwindigkeit für oder bis zum fertigen Laden von zwei Leitungsvolumen (d.h. vom Tank an Land zum Tank auf dem Schiff) zu drosseln, je nachdem, was weniger Zeit in Anspruch nimmt.

Mindestleitungsdurchmesser* (mm)	Ungefähre Durchflussgeschwindigkeit(m ³ /h)
80	17
100	29
150	67
200	116
250	183
305	262
360	320
410	424
460	542
510	676
610	987
710	1.354
810	1.782

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

- Weitere Begrenzung des Produktflusses auf maximal 1 m/s am Tankeinlass während des gesamten Vorgangs, es sei denn, das Produkt ist ‚sauber‘. Ein ‚sauberes‘ Produkt in diesem Zusammenhang ist ein Produkt, das weniger als 0,5 Vol.-% freies Wasser oder eine andere unvermischbare Flüssigkeit und weniger als 10mg/ℓ Schwebstoffe enthält.¹
- 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 Peilens, Eintauchens, Kalibrierens oder der Probenahme von statischen Akkumulatorprodukten durchzuführen:

- Keine metallischen Geräte zum Eintauchen, Peilen und zur Probenahme während und 30 Minuten nach Beendigung des Ladevorgangs verwenden. Nach einer Wartezeit von 30 Minuten dürfen metallische Geräte zum Eintauchen, Peilen und zur Probenahme verwendet werden, diese müssen jedoch effektiv mit der Konstruktion des Tankschiffs geerdet sein, bevor sie 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, Peilen und zur Probenahme während und 30 Minuten nach Beendigung des Ladevorgangs verwenden.

Nichtmetallische Behälter mit weniger als 1ℓ Fassungsvermögen können jederzeit zur Probenahme in Tanks verwendet werden, sofern sie keine leitenden Bauteile enthalten und vor der Probenahme 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 Seifenlauge zu verwenden. Um ein Aufladen zu verhindern, sollte der Behälter nach dem Reinigen nicht trockengerubbelt werden.

Der Einsatz eines ordnungsgemäß konstruierten und installierten Peilrohrs ist jederzeit gestattet. Im Peilrohr kann sich keine nennenswerte Ladung an der Flüssigkeitsoberfläche ansammeln, sodass keine Wartezeit erforderlich ist. Dennoch gelten nach wie vor die empfohlenen Vorsichtsmaßnahmen gegen das Einführen elektrisch geladener Gegenstände in den Tank, und bei Verwendung metallischer Geräte sollten diese geerdet sein, bevor sie in das Peilrohr eingeführt werden.

Ausführliche Anleitungen zu den erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen beim Vermessen, Eintauchen und bei der Probenahme von statischen Akkumulatoröle 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).
- Tragbare Tankreinigungsanlagen.
- Handbetriebene Füllstandsmess- und Probenahmegeräte mit leitfähigen Bauteilen.
- Schwimmkörper eines fest angebrachten Füllstandsmessgeräts, wenn es nicht mit einer Erdung über ein Metallband versehen ist.

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

Die beste Methode für eine sichere Verbindung und Erdung ist normalerweise eine metallische Verbindung zwischen den Leitern. Es gibt alternative Methoden der Verbindung, die sich in einigen Fällen bewährt haben, z. B. halbleitende (dissipative) Rohre und O-Ringe anstelle von eingebetteten Metallschichten für Rohre aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und ihre Metallverbindungen.

Erdungsverbindungen oder Masseanschlüsse, die als Schutz vor elektrostatischen Gefahren durch tragbare Geräte dienen, müssen verbunden sein, wenn das Gerät eingestellt ist, und dürfen während des Betriebs des Geräts nicht getrennt werden.

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 nach der Wartung auf einem Stück alter Isolierung verbleibt.

Es sollte alles versucht werden, um sicherzustellen, dass solche Gegenstände aus dem Tank entfernt werden, da es offensichtlich keine Möglichkeit gibt, diese absichtlich elektrisch leitend zu verbinden. Das erfordert eine sorgfältige Inspektion der Tanks, insbesondere nach Reparaturen in der Werft.

3.3 Andere elektrostatische Gefahrenquellen

3.3.1 Filter

Es können drei Klassen von Filtern genutzt werden:

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 können eine signifikante Menge an Ladung erzeugen und benötigen daher genügend Zeit für die Relaxation der Ladung, bevor die Flüssigkeit in den Tank gelangt. Es ist wichtig, dass die Flüssigkeit mindestens 30 Minuten (Verweilzeit) nach dem Filter in der Rohrleitung bleibt. Die Durchflussgeschwindigkeit sollte geregelt werden, um die Einhaltung dieser 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 Durchflussgeschwindigkeit sollte entsprechend eingestellt werden.

3.3.2 Fest installierte Ausrüstung 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 verbunden werden, die an der Tankdecke montiert sind, wie z. B. fest installierte Reinigungsanlagen oder Füllstandsalarme. 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 einem Schott oder einem anderen Tankelement installiert werden, um so ein kleineres elektrostatisches Feld an der Sondenspitze zu erhalten. Alternativ kann zusätzlich eine Stützvorrichtung vom unteren Ende der Sonde nach unten zum unteren Tankelement angebracht werden, sodass die ansteigende Flüssigkeit eher die Stützvorrichtung bei Erdpotential als die isolierte Sondenspitze erreicht. In einigen Fällen ist eine andere mögliche Lösung, 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 Ballastaufnahme 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 die Aufnahme von Ladung oder 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, 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 Waschwassers und der Grad der Sauberkeit des Tanks den größten Einfluss haben. Die elektrostatischen Ladeigenschaften des Wassers ändern sich durch Umwälzung oder Zugabe von Tankreinigungschemikalien, von denen beide Verfahren sehr hohe elektrostatische Spannungspotentiale 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 Schotten und Bauelementen liegt ein Erd-(Null-) Potential an und 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 Tankschotte und Bauelemente, insbesondere an den Stellen, wo die Vorsprünge in den Tank hineinragen, am größten. Wenn die Feldstärke groß genug ist, erfolgt in dem Raum ein elektrischer Durchbruch, der zu einer Corona-Entladung führt. Da die Vorsprünge Feldstärkekonzentrationen verursachen, erfolgt eine Corona-Entladung vorzugsweise an diesen Stellen. Eine Corona-Entladung 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 Corona-Entladungen, die während der Tankreinigung entstanden sind, sind nicht so stark, dass sie die möglicherweise vorhandenen Kohlenwasserstoffgas-/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 zum Beispiel 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 entzündbares Produktgas-/Luftgemisch zu entzünden.

Die Prozesse, durch die ungeerdete Leiter in einem Nebel zu Entzündungen führen, sind recht komplex. Es müssen mehrere Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein, damit es zu einer Zündung kommen 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 installierte Reinigungsanlagen Wasserschwalle 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 tragbare Reinigungsmaschinen Wasserschwalle erzeugen können, die zu zündfähigen Entladungen führen. Das lässt sich damit erklären, dass, wenn der Strahl anfangs fein ist, die Länge der entstehenden Wasserschwalle 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 Nebeln 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 Gaswäscher, 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 Wassernebeln, die während des Reinigungsvorgangs gebildet wurden. Da die Tanks normalerweise in einem Inertzustand sind, ist die Möglichkeit einer elektrostatischen Zündung nur in Erwägung zu ziehen, wenn das Inertisieren eines Tanks erforderlich ist, der bereits eine entzündbare Atmosphäre enthält oder der bereits inertisiert wurde, möglicherweise aber entzündbar geworden ist, da der Sauerstoffgehalt durch das Eindringen von Luft gestiegen ist. Vorsichtsmaßnahmen sind dann während des Eintauchens, Peilens und während der Probenahme erforderlich (Siehe Abschnitt 11.8.3).

3.3.6 Entladung von Kohlendioxid

Während des Entladens von unter Druck stehendem flüssigen Kohlendioxid kann die schnelle Abkühlung zur Bildung von festen 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 nicht zur Inertisierung genutzt und auch nicht aus anderen Gründen in Ladetanks oder Pumpenräume eingeleitet werden, die entzündbare Gasgemische enthalten können.

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 die Beschaffung dieser Artikel für Tankschiffe zuständigen Personen sich vergewissern, dass diese Materialien, wenn sie in entzündbaren Atmosphären eingesetzt werden, keine elektrostatischen Gefahren auslösen.

4 Allgemeine Gefahren auf dem Binnentankschiff und am Terminal

Schwerpunkt dieses Kapitels sind die allgemeinen Gefahren an Bord eines Binnentankschiffs und/oder an den Terminals und die erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen, um diese zu minimieren. Siehe die entsprechenden Kapitel für Vorsichtsmaßnahmen in Bezug auf bestimmte Betriebsabläufe wie Ladungsumschlag, Beladen mit Ballast, Tankreinigung, Inertisierung oder Betreten von geschlossenen Räumen.

4.1 Allgemeine Grundsätze

Um Brand- und Explosionsrisiken auf Binnenschiffen auszuschalten, muss verhindert werden, dass eine Zündquelle und eine entzündbare Atmosphäre zur gleichen Zeit am gleichen Ort vorkommen. 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 entzündbare Gase vorhanden sind, und es ist unerlässlich, alle potenziellen Zündquellen von diesen Räumen fernzuhalten.

In den Räumen des Wohnbereichs befinden sich zwangsläufig Zündquellen wie elektrische Geräte, Streichhölzer und/oder elektrische Feuerzeuge. Während es sich in der Praxis bewährt hat, diese Zündquellen zu minimieren und unter Kontrolle zu halten, z. B. durch die Einrichtung genehmigter Raucherzimmer, ist es wichtig, das Eindringen von entzündbaren Gasen zu vermeiden.

Die Lufteinlässe müssen so eingestellt sein, dass der atmosphärische Druck im Inneren der Wohnung größer ist als der der Außenatmosphäre. In Maschinen- 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 entzündbaren Gasen in diese Räume zu verhindern. Brennstoffe stellen eine potenzielle Gefahr durch Entflammbarkeit dar (siehe Abschnitt 2.7), und das Personal des Binnentankschiffs und des Terminals sollte angehalten werden, Bunkerräume routinemäßig auf Entflammbarkeit zu überprüfen.

Durch gute Konstruktion und Betriebspraxis ist es möglich, sowohl entzündbare Gase als auch Zündquellen in Werkstätten, Lagerräumen, usw. sicher unter Kontrolle zu halten. Die Kontrolleinrichtungen müssen jedoch sorgfältig gewartet werden und können 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. Solche Lachen und Leckagen sollten daher vermieden werden. Wenn sie auftreten, gilt der Beseitigung der Ursache und Entfernung der kontaminierten Flächen sofortige Aufmerksamkeit.

4.2 Kontrolle potenzieller Zündquellen

4.2.1 Offenes Feuer

Offenes Feuer ist an Tankdecks, am Terminal und an anderen Orten, die entzündbare Gase enthalten können, verboten.

4.2.2 Rauchen

Rauchen an Bord von Binnentankschiffen stellt ein erhebliches 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 Räucherstäbchen und Räucherwerk, E-Zigaretten und anderer Rauchgeräte. Wie für Tabakprodukte gilt es, 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 Binnentankschiffs während der Fahrt

Während der Fahrt des Binnentankschiffs sollte Rauchen nur zu Zeiten und an Orten gestattet sein, die der Schiffsführer des Binnentankschiffs festgelegt hat. Das Personal an Bord von Binnentankschiffen sollte nur in dem dafür vorgesehenen Raucherraum rauchen, sofern ein solcher vorhanden ist. Rauchen sollte auf dem Tankdeck oder an anderen Orten, an denen entzündbare Gase auftreten können, verboten sein. Kriterien, die bei der Festlegung des Standorts der ausgewiesenen Raucherplätze berücksichtigt werden sollten, sind in Abschnitt 4.2.2.3 aufgeführt.

4.2.2.2 Rauchen im Hafen und kontrolliertes Rauchen

Rauchen im Hafen ist nur unter kontrollierten Bedingungen und in ausgewiesenen Raucherbereichen zulässig und nicht bei Umschlags- und Ballastvorgängen sowie beim Gasfreimachen. Schwierigkeiten, die bei der Einführung einer restriktiven Rauchpolitik, einschließlich eines totalen Rauchverbots, auftreten, sollten die Umsetzung einer solchen Politik im Interesse der Betriebssicherheit nicht behindern. Geeignete Maßnahmen zur vollständigen Durchsetzung sollten auf dem Schiff und an Land zur Verfügung stehen.

Rauchen innerhalb der Rauchverbotszonen um alle Tankschiffe und Liegeplätze sowie an Bord von Tankschiffen, die an einem Liegeplatz liegen, sollte verboten sein, außer an den dafür vorgesehenen Stellen. Rauchen an Bord von Leichtern und kleinen Schiffen sollte strikt verboten werden, solange sich diese längsseits des Tankschiffs oder des Terminals befinden. 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 entzündbaren Produkten ausgelegt sein, was jedoch nicht garantiert, 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 potenziell 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, solange sich diese längsseits des Terminals oder der Anlage befinden.

4.2.2.3 Standort von ausgewiesenen Raucherplätzen

Ausgewiesene Raucherplätze an Land sollten schriftlich mit der verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten vor Beginn der Operationen abgesprochen werden. Die verantwortliche Person sollte dafür sorgen, dass alle Personen an Bord des Binnentankschiffs über die ausgewählten Raucherplätze informiert werden.

Raucherplätze an Land werden nach folgenden Kriterien festgelegt:

- Raucherplätze sollten auf Standorte innerhalb der Gebäude beschränkt sein,²
- 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 Konzentration von Erdölgas, insbesondere, wenn kein Wind geht und Aktivitäten auf angrenzenden Binnentankschiffen oder am Liegeplatz am Pier stattfinden.

² Die nationalen Rechtsvorschriften können Raucherzonen innerhalb von Gebäuden verbieten. Eine formelle Risikobewertung sollte vorliegen, um einen akzeptablen Sicherheitsstandard zu gewährleisten.

Während das Binnentankschiff am Terminal festmacht, darf, selbst wenn gerade keine betrieblichen Prozesse laufen, nur an den ausgewiesenen Raucherplätzen und mit vorheriger schriftlicher Vereinbarung zwischen der verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten in anderen geschlossenen Wohnungen entsprechend den örtlichen (Hafen-) Vorschriften geraucht werden.

4.2.2.4 Zündhölzer und Feuerzeuge

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

Alle Zündhölzer, die an Bord von Tankschiffen verwendet werden, sollten Sicherheitszündhölzer sein. Die Nutzung von Zündhölzern und Feuerzeugen außerhalb der Wohnung ist verboten. Zündhölzer und Feuerzeuge sollten nicht am Tankdeck oder in anderen Räumen, die entzündbare Gase enthalten können, mitgeführt werden.

Alle mechanischen Feuerzeuge und tragbaren Feuerzeuge mit elektrischer Zündquelle sollten an Bord von Binnentankschiffen 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 sollte verboten sein. Zuwiderhandlungen können nach den nationalen Vorschriften schwer bestraft werden.

4.2.2.5 Hinweise

Tragbare und befestigte Rauchverbotschilder und Schilder, die offenes Feuer 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.

Die bestehenden Rauchvorschriften gelten auch für die Nutzung von elektronischen oder E-Zigaretten.

4.2.3 Kombüseherde und Kochgeräte

Während sich das Binnentankschiff am Terminal befindet, sollte 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. Unbefugtem und unerfahrenem Personal sollte der Umgang mit solchen Einrichtungen nicht gestattet sein.

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

Die Besatzung sollte im Umgang mit Feuergefahren und entsprechenden Gegenmaßnahmen geschult werden. Geeignete Feuerlöscher und Löschdecken sollten griffbereit sein und regelmäßig geprüft und gewartet werden.

Die Verwendung von tragbaren Herden und Küchengeräten an Bord von Binnentankschiffen sollte kontrolliert erfolgen und im Hafen verboten werden.

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

4.2.4 Maschinen- 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 während der Fahrt austreten, sollten vom Binnentankschiff so schnell wie möglich Maßnahmen ergriffen werden, 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 gefährdeten Bereichen zugelassen sein. Vor ihrem Einsatz sollten tragbare Geräte auf potenzielle Mängel, z. B. beschädigte Isolierung, geprüft werden und es sollte kontrolliert werden, ob die Kabel richtig angebracht sind und dies auch während der Arbeit so bleibt. Besondere Sorgfalt ist erforderlich, um eine mechanische Beschädigung der flexiblen Kabel oder freien Anschlussleitungen zu vermeiden.

Von tragbaren und fest installierten Elektro- und Elektronikgeräten gehen ähnliche Zündgefahren aus. Die elektrische Energie ist bei tragbaren Geräten in der Regel geringer, aber die Nutzung von Batterien birgt mehr Risiken und erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass Geräte oder Kabel beschädigt werden.

Tragbare elektrische und elektronische Geräte sollten nicht in eine potenziell entzündbare Atmosphäre gebracht werden, wenn sie nicht als geeignet zertifiziert sind. Folgende Zertifizierungen sollten geprüft werden:

- Art des Schutzes,
- Gasgruppe,
- Temperaturklasse,
- Zone,
- besondere Bedingungen - gekennzeichnet durch ein X am Ende der Zertifikatsnummer.

Das ausgewählte tragbare elektronische Produkt für allgemeine Zwecke kann nur dann in gefährdeten Bereichen genutzt werden, wenn:

- es dazu bestimmt ist, direkt am Körper getragen oder in der Hand gehalten zu werden, d. h. bei normaler Nutzung mit einer Hand gehalten zu werden,
- es batterie- oder photovoltaikbetrieben ist.
- es sowohl vom Eigentümer/Betreiber des gefährdeten Bereichs als auch von der für den Standort zuständigen Behörde für die Nutzung genehmigt wurde.

Einige tragbare elektronische Produkte können in gefährdeten Bereichen verwendet werden, ohne die oben genannten Anforderungen zu erfüllen, sofern sie unter normalen Bedingungen keine Entzündung verursachen können und für den vorgesehenen Zweck genutzt werden. Beispiele hierfür sind elektronische Armbanduhren und Hörgeräte. Diese Ausnahme gilt jedoch nicht für komplexere elektronische Geräte, z. B. aufladbare Fitness-Armbänder und Smartwatches, da diese in der Regel mit Lithium-Ionen-Zellen betrieben werden, die ein höheres Risiko haben, zu einer Zündquelle zu werden (siehe Abschnitt 4.3.7).

Weitere Hinweise zu tragbaren elektronischen Geräten und den Anforderungen für die Eignungsbeurteilung und Klassifizierung an gefährlichen Orten sowie die Standardkriterien, die Geräte für die Zulassung erfüllen müssen, finden Sie in der Norm des American National Standards Institute (ANSI)/ISA 12.12.03 *Standard for Portable Electronic Products Suitable for Use in Class I and II, Division 2, Class I Zone 2 and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations*.

Tragbare und batteriebetriebene Geräte werden häufig während des Betriebs auf den neuesten Stand gebracht, was zu möglichen Änderungen der Betriebsparameter führt, die sich auf vorherige Prüfungen und Zulassungen auswirken können.

Die Prüfung von Geräten für die Einstufung in gefährlichen Umgebungen ist zeitaufwändig und hat zur Folge, dass nur eine begrenzte Anzahl von Geräten für die Nutzung in gefährlichen Umgebungen zertifiziert und gekennzeichnet werden kann und dass unter Umständen regelmäßig neue Prüfungen erforderlich sind, um die Zertifizierung aufrechtzuerhalten.

ISG/INTT2 empfiehlt nicht die Nutzung von tragbaren elektronischen Geräten an gefährlichen Standorten, außer unter streng kontrollierten und normalen Betriebsbedingungen, wie in diesem Abschnitt beschrieben. Dies bedeutet häufig, dass tragbare elektronische Geräte nur unter der Voraussetzung einer Genehmigung für gasfreie oder Heißenarbeiten unter der Kontrolle des Eigentümers/Betreibers der Anlage genutzt werden dürfen.

Vor ihrem Einsatz sollten tragbare Geräte auf potenzielle Mängel, z. B. beschädigte Gehäuse und Kabel, geprüft werden, und es sollte kontrolliert werden, ob die Kabel richtig angebracht sind und bei der Arbeit so bleiben. Besondere Sorgfalt ist erforderlich, um eine mechanische Beschädigung der flexiblen Kabel zu vermeiden.

Inspektion und Wartung aller tragbaren elektrischen Anlagen und Geräte sollte im Wartungsplansystem enthalten sein.

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

Die Nutzung tragbarer elektrischer Geräte auf freien Anschlussleitungen sollte innerhalb von Ladetanks und angrenzenden Räumen oder über dem Tankdeck verboten sein, es sei denn:

- die Räume, in denen oder über denen die Geräte und Leitungen verwendet werden sollen, sind für Heißenarbeiten sicher (siehe Abschnitt 9.4),
- alle Geräte, einschließlich aller freien Anschlussleitungen, sind eigensicher,
- oder das Gerät ist von einem zugelassenen explosionsgeschützten Gehäuse umgeben. Alle flexiblen Kabel sollten für extreme Beanspruchung zugelassen sein, einen Erdleiter haben und vorschriftsmäßig fest an das explosionsgeschützte Gehäuse angeschlossen sein.

Bestimmte Gerätetypen sind nur zur Nutzung oberhalb des Tankdecks zugelassen.

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 geschützten Bereichen eingesetzt werden. Zur Vermeidung einer elektrostatischen Aufladung am Gerät sind folgende Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten:

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

Fest installierte Anlagen sollten geerdet sein.

4.3.4 Handlampen (tragbare Leuchten), Lampen und tragbare batteriebetriebene Geräte

An Bord eines Binnentankschiffs dürfen nur Handlampen verwendet werden, die durch die zuständige Behörde für die Nutzung in entzündbaren Atmosphären zugelassen sind.

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

Kleine, batteriebetriebene persönliche medizinische Geräte wie Minihörgeräte und Herzschrittmacher gelten nicht als erhebliche Zündquelle und können in einigen gefährdeten Bereichen, die den nationalen Normen und der Risikobewertung unterliegen, ohne Zertifizierung genutzt werden.

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

TriMode-Maßbänder sind batteriebetriebene elektronische Geräte, deren Eignung für entzündbare Atmosphären zertifiziert sein sollte.

4.3.5 Kameras

Die Produktpalette an Fototechnik ist groß. Binnentankschiffe 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 den Filmtransportmechanismus, erzeugen. Diese Ausrüstung sollte daher nicht in gefährdeten 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, und diese dürfen nicht in gefährdeten 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 gefährdeten Bereichen als sicher gelten.

4.3.6 Andere tragbare Elektrogeräte

Anleitungen zur Nutzung von Mobiltelefonen und Pagern 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 gefährdeten Bereichen nicht aktiviert, eingeschaltet oder benutzt werden. Dazu gehören unter anderem Radios, Taschenrechner, Spielkonsolen, Fotoausrüstungen, Laptops, Handheld-Computer, Smartwatches, Fitnessarmbänder, E-Zigaretten, ferngesteuerte Geräte, z. B. Drohnen, CD- und DVD-Player, Kassettenrekorder und digitale Musikplayer sowie alle anderen tragbaren Geräte oder tragbaren Technologien, die elektrisch betrieben werden, aber nicht für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen zugelassen sind.

Angesichts der hohen Verfügbarkeit und der weit verbreiteten Nutzung solcher Geräte ist es notwendig, geeignete Maßnahmen zu treffen, um deren Nutzung in gefährdeten Bereichen zu verhindern. Es ist wichtig, das Personal über das Verbot nicht zugelassener Geräte zu informieren, und Terminals sollten Besucher darauf aufmerksam machen, welche potenziellen Gefahren mit der Nutzung von tragbaren Elektrogeräten verbunden sind.

Terminals sollten sich auch das Recht vorbehalten, dass alle nicht zugelassenen Geräte am Eingang zum Hafengelände oder an einer anderen geeigneten Stelle im Terminalbereich abgegeben werden.

4.3.7 Lithiumbatterien

Lithiumbatterien werden in einer Vielzahl von industriellen und persönlichen Elektrogeräten genutzt. Es gibt zwei Haupttypen: primäre (nicht aufladbare) Batterien und sekundäre (aufladbare) Akkumulatoren. Alle Lithiumbatterien sind hochenergetische Stromquellen. Sie können Feuer verursachen oder explodieren, insbesondere wenn sie beschädigt, einem Feuer ausgesetzt, kurzgeschlossen, überladen oder mit Wasser in Berührung gekommen sind. Verbrauchte Lithiumbatterien sollten separat und trocken gelagert werden, bis sie zur offiziellen Entsorgung abgegeben werden.

Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen sollten getroffen werden:

- Verwenden Sie nur Lithiumbatterien, die für das aufzuladende Gerät geeignet sind, über die erforderlichen Sicherheitsmerkmale verfügen und aus Lithium-Ionen bestehen.
- Lithiumbatterien oder die Geräte, die sie enthalten, dürfen nicht zerdrückt, aufgebrochen oder beschädigt werden.
- Vermeiden Sie Kurzschlüsse. Seien Sie zum Beispiel vorsichtig, wenn Sie die Lithiumbatterien aus einer klimatisierten Umgebung in einen warmen, feuchten Raum bringen, da dies zu interner Kondensation und damit zu einem Kurzschluss führen kann.

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 gefährdeten Bereiche an Bord eines Binnentankschiffs und der gefährdeten Bereiche an den Terminals in Bezug auf elektrische Anlagen und Geräte beschrieben. Es werden allgemeine Richtlinien zu den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen bei der Wartung und Reparatur von elektrischen Anlagen gegeben. Beachten Sie, dass die Normen für elektrische Anlagen und deren Einbau über den Rahmen dieses Leitfadens hinausgehen.

4.4.2 Gefährdete Bereiche

4.4.2.1 Gefährdete Bereiche auf einem Binnentankschiff

Bestimmte Bereiche/Räume auf einem Binnentankschiff werden durch internationale Konventionen, die Flaggenstaatsverwaltungen oder die zuständige Verwaltungen, Rechtsvorschriften und Klassifikationsgesellschaften für den Einbau und die Nutzung von Elektrogeräten als gefährdeter Bereich eingestuft, entweder für alle Zeiten oder während bestimmter Zeiträume, in denen Lade-, Ballast-, Tankreinigungs- und Gasfreimachvorgänge stattfinden.

Die Begriffsbestimmungen für gefährdete Bereiche auf Binnentankschiffen, 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) basieren.

4.4.2.2 Gefährdete Bereiche an einem Terminal

An einem Terminal wird die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von entzündbaren 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:

- **Zone 0**
Ort mit einer explosiven Atmosphäre, in der sich ständig oder über einen langen Zeitraum oder häufig ein Gemisch aus Luft und entzündbaren 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 entzündbaren 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 entzündbaren Stoffen in Form von Gas, Dampf oder Nebel befindet, oder wenn doch, dieses nur für eine kurze Zeit vorhanden ist.

4.4.2.3 Verwendung der Klassifikation der gefährdeten Bereiche bei Binnentankschiffen am Liegeplatz

Befindet sich ein Binnentankschiff am Liegeplatz, 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, kann es sein, dass diese Anlagen und Geräte für die Zeit, in der sich das Schiff am Liegeplatz befindet, abgeschaltet werden müssen. Während der Umschlag-, Bunker-, Ballast-, Tankreinigungs-, Gasfreimach-, Spül- oder Inertisierungsvorgänge sollten alle nicht zugelassenen elektrischen Anlagen und Geräte abgeschaltet sein.

4.4.3 Elektrische Anlagen und Geräte

4.4.3.1 Fest installierte elektrische Anlagen

In gefährdeten Bereichen, selbst da, wo eine entzündbare Atmosphäre kaum zu erwarten ist, dürfen nur zugelassene fest installierte elektrische Anlagen verwendet werden. Diese Anlagen müssen ordnungsgemäß gewartet werden, um zu gewährleisten, dass weder die Anlage noch die elektrische Leitung zu einer Zündquelle werden.

4.4.3.2 Videoüberwachung

Werden auf Binnentankschiffen 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 Binnentankschiff am Liegeplatz unterliegt die Benutzung dieser Einrichtungen der vorherigen Vereinbarung zwischen der verantwortlichen Person des Binnentankschiffs und dem Terminalbeauftragten.

4.4.3.3 Elektrische Geräte und Anlagen an Bord des Binnentankschiffs

Fest installierte elektrische Anlagen auf Binnentankschiffen 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 Anlagen an Terminals

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

4.4.4 Inspektion und Wartung elektrischer Anlagen und Geräte

4.4.4.1 Allgemein

Es ist darauf zu achten, dass alle Geräte, Systeme und Installationen, einschließlich Kabel, Schaltungen und ähnliche Ausrüstungen, 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 Erstinstallation geprüft werden. Nach einer Reparatur, Justierung oder Änderung sollten die Teile der Installation, die defekt waren, entsprechend den nationalen Vorschriften geprüft werden.

Sollten sich die Einstufung in Gefahrenzonen oder die Eigenschaften des entzündbaren Materials, das am Terminal umgeschlagen wird, jemals ändern, sollte durch eine Prüfung gewährleistet werden, dass alle Anlagen und Geräte zur richtigen Gruppe und Temperaturklasse gehören und weiterhin den Vorschriften für die überprüfte Zone entsprechen.

4.4.4.3 Wartung elektrischer Anlagen und Geräte

Unsachgemäße Wartungsverfahren können die Integrität des Schutzes beeinträchtigen, der durch die Konstruktion explosionsssicherer oder eigensicherer elektrischer Anlagen und Geräte gewährleistet wird. Selbst die einfachsten Reparatur- und Wartungsmaßnahmen müssen streng nach den Bedienungsanleitungen des Geräteherstellers und nach den nationalen Vorschriften ausgeführt werden, damit die Funktionssicherheit des Geräts auch weiterhin gewährleistet ist.

Dies gilt insbesondere für explosionsgeschützte Leuchten, bei denen ein falsches Verschließen nach dem Auswechseln einer Glühbirne die Unversehrtheit der Leuchte gefährden könnte.

Zur Erleichterung der routinemäßigen Wartungs- und Reparaturarbeiten sollten Binnentankschiffe ausführliche Informationen zu Wartungsverfahren und/oder Handbücher für bestimmte an Bord installierte Anlagen und Einrichtungen erhalten. Bei allen Reparatur- und Wartungsarbeiten sollten die Bedienungsanleitungen des Geräteherstellers beachtet werden, und nur qualifiziertes und kompetentes Elektrofachpersonal sollte an kritischen Sicherheitseinrichtungen arbeiten, z. B. an explosionsgeschützten Armaturen.

Reparaturmethoden für elektrische Anlagen und Geräte in gefährdeten Bereichen sind in der IEC 60079-19 *Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 19: Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung* beschrieben.

4.4.4.4 Prüfung der Isolierung

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

4.4.4.5 Änderungen an den Geräten, Systemen und Installationen des Terminals oder Binnentankschiffs

Zugelassene Geräte, Anlagen oder Installationen an Terminals oder auf Binnentankschiffen sollten nur mit Genehmigung der zuständigen Behörde geändert, erweitert oder entfernt werden, es sei denn, es kann nachgewiesen werden, dass die Genehmigung durch eine solche Änderung nicht ungültig wird.

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 der verantwortlichen Person 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 flammensicheren oder explosionsgeschützten Gehäusen herum,
- Abdeckungen von druckfesten Gehäusen, um sicherzustellen, dass diese dicht sind, dass keine Schrauben fehlen und dass keine Dichtungen zwischen den zusammenpassenden Metallflächen vorhanden sind,
- jede Verbindung, um zu gewährleisten, dass sie ordnungsgemäß verbunden ist,
- eventuelle Wackelkontakte in den Leitungen und Leitungszubehör,
- Klemmung der Kabelummantelung,
- Spannungen an Kabeln, die zu einem Bruch führen könnten.

4.4.5 Elektrische Reparaturen, Wartung und Prüfungen an Terminals

4.4.5.1 Allgemein

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

Die Nutzung von mechanischen Wartungssicherungen (Lockout-Tagout-Vorrichtungen) und Sicherheitsetiketten wird dringend empfohlen.

4.4.5.2 Kaltarbeiten

Es sollten keine Kaltarbeiten an Geräten oder Leitungen durchgeführt, keine druckfesten 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 und die vorgenannten Sicherheitsfunktionen komplett wiederhergestellt sind. Alle Arbeiten, einschließlich des Auswechselns von Lampen, sollte nur durch eine dazu autorisierte Person ausgeführt werden.

4.4.5.3 Heißarbeiten

Für Reparaturen, Änderungen oder Tests ist die Verwendung von Ltgerten oder anderen Geräten, die mit Flamme, Feuer oder Hitze arbeiten, und die Verwendung von Industrieertetypen in Gefahrenzonen im Terminalbereich zulässig, wenn dieser zuvor sicher gemacht wurde und eine autorisierte Person ihn als gasfrei zertifiziert hat und er dann für die Dauer der Arbeiten in diesem Zustand bleibt. Werden derartige Heißarbeiten an einem Binnentankschiff längsseits des Liegeplatzes oder am Liegeplatz des Binnentankschiffs notwendig, sollte zunächst das Einverständnis des Terminalbeauftragten und der verantwortlichen Person eingeholt und eine Genehmigung für Heißarbeiten 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 Sie Heißarbeiten durchführen, lesen Sie bitte Abschnitt 9.4.

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 Heißarbeiten im Schifffahrtsgewerbe fallen. Diese Aktivitäten haben jedoch ein beträchtliches Potential zur Funkenerzeugung und sollten daher nur mit einer speziellen Arbeitsgenehmigung oder im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems des Binnentankschiffs durchgeführt werden.

Folgende Vorsichtsmaßnahmen sollten eingehalten werden:

- Der Arbeitsbereich sollte nicht freigesetzten Dämpfen oder einer Konzentration von brennbaren Dämpfen ausgesetzt sein und sollte frei von brennbaren Stoffen sein.
- Der Bereich sollte gasfrei sein. Tests mit einem Gasspürgerät sollte einen Messwert von 1 % der UEG nicht berschreiten.
- Mechanische Werkzeuge sollten nicht verwendet werden, wenn sich das Binnentankschiff längsseits des Terminals befindet, sofern nicht die ausdrückliche Genehmigung des Terminalbeauftragten vorliegt.
- Es dürfen gerade keine Umschlags-, Bunker-, Ballast-, Tankreinigungs-, Gasfreimach-, Spül- oder Inertisierungsvorgänge stattfinden.
- Angemessene Brandbekämpfungsausrüstung muss griffbereit und sofort einsatzfähig sein.

Der Trichter und die Schlauchdse 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, daher erfordert die Planung derartiger Arbeiten große Sorgfalt. Vor Beginn der Arbeiten an den Lade- und Löschleitungen an Deck sollten diese gespült werden. Die Ventile der Lade- und Löschleitungen 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 5 Vol.-% Sauerstoff inertisiert oder max. 1 % der UEG gasfrei sein. Ähnliche Vorsichtsmaßnahmen sind ggf. erforderlich, um die Effektivität von Nachlenz-, Gasrückfuhr-, Inertgas- und Rohölreinigungsleitungen oder Tankreinigungsleitungen zu gewährleisten.

4.5.2 Handwerkzeuge

Die Verwendung von Handwerkzeugen wie Meißelhammer, Scraper und Waschgeräte zur Behandlung von Stahl, Wartung und zum Anstreichen bedarf keiner Genehmigung für Heißarbeiten. Ihr Einsatz muss jedoch auf die Bereiche und Anlagen an Deck außerhalb des Ladungssystems beschränkt sein.

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

Bei Nichteisen (NE)- oder sogenannten funkenfreien Werkzeugen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie zündfähige Funken bilden, nur geringfügig niedriger, und sie sind aufgrund ihrer relativ weichen Beschaffenheit 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 Landgangstegen und Stufenleitern aus Aluminium sowie andere schwere tragbare Konstruktionen aus Aluminium mit einer Leiste aus Hartplastik oder aus Holz versehen werden, um zu verhindern, dass 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

Für den Kathodenschutz werden verschiedene Materialien genutzt, darunter Magnesium, Aluminium und Zink.

Wenn Magnesiumanoden auf rostigen Stahl treffen, können sie mit großer Wahrscheinlichkeit zündfähige Funken erzeugen und sollten daher nicht in Tanks eingebaut werden, die entzündbare Gase enthalten können.

Aluminiumanoden erzeugen Funken bei heftigen Stößen. Sie sollten daher nur an genehmigten Stellen in Ladetank installiert werden und ohne ordnungsgemäße Kontrolle an keine andere Stelle verschoben werden. Da Aluminiumanoden leicht mit Zinkanoden verwechselt werden können, könnten sie versehentlich an gefährlichen Orten installiert werden. Es wird empfohlen, nur Aluminiumanoden in fest installierten Ballasttanks zu verwenden.

Zinkanoden erzeugen keinen zündfähigen Funken, wenn sie auf rostigen Stahl treffen und unterliegen daher nicht den vorgenannten Beschränkungen.

Die 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. Anoden können durch Hochleistungs-Tankreinigungsanlagen leicht beschädigt werden.

4.8 Kommunikationsausrüstung

4.8.1 Allgemein

Sämtliche Kommunikationsausrüstung an Bord eines Binnentankschiffs, wie z. B. Telefone, Wechselsprechanlagen, Signalleuchten, Suchscheinwerfer, Megafone, Videoüberwachungskameras und Schalter für Schallzeichen, sofern sie nicht als eigensicher oder als zugelassene Konstruktion zertifiziert wurde, sollte weder benutzt noch eingeschaltet oder abgeschaltet werden, wenn sie sich in Bereichen befindet, die in den Grenzbereich einer Gefahrenzone an Land fällt.

4.8.2 Funkgeräte des Binnentankschiffs

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

4.8.2.1 Nicht zutreffend

4.8.2.2 UKW-/UHF-Geräte

Die Verwendung von fest und ordnungsgemäß installierten UKW- und UHF-Geräten während der Umschlag-, Bunker-, Ballast-, Tankreinigungs-, Gasfreimach-, 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 Binnentankschiff und Personal an Land sollte gefördert werden.

4.8.2.3 Satellitenkommunikationsgeräte

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

4.8.3 Radargeräte des Binnentankschiffs

Schiffsradarsysteme werden im Hochfrequenz- 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 Deck des Binnentankschiffs 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 induzierten Ströme 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 direkt in den Scanner aus nächster Nähe zu schauen, besteht kein signifikantes Gesundheitsrisiko durch Schiffsradaremissionen.

Radarantennenmotoren werden nicht für den Einsatz in geschützten Bereichen eingestuft. Auf kleineren Schiffen können sie sich innerhalb der Gefahrenzonen an Land befinden. Es ist daher Vorsicht geboten, wenn Radargeräte entlang eines Terminals getestet werden müssen. Das Radargerät sollte ausgeschaltet oder im Standby-Modus geschaltet sein, und vor dem Testen des Radargeräts während der Ladevorgänge sollte das Terminal konsultiert werden.

4.8.4 Automatisches Identifizierungssystem

Auf den meisten Binnenwasserstraßen wird verlangt, dass das Automatische Identifizierungssystem (AIS) in Betrieb ist, wenn das Binnentankschiff in Fahrt oder vor Anker ist. Einige Hafenbehörden können auch verlangen, dass das AIS Gerät eingeschaltet bleibt, wenn sich das Binnentankschiff 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 Binnentankschiff) 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 Hafenbereichs, 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 Geräts verlorengehen könnten, erhalten. Erforderlichenfalls ist die Hafenbehörde in Kenntnis zu setzen.

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

Wurde das AIS Gerät ausgeschaltet oder isoliert, während das Schiff längsseits lag, muss es reaktiviert werden, wenn das Schiff vom Liegeplatz ablegt.

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

4.8.5 Telefone

Bei direkter Telefonverbindung vom Binnentankschiff zur Schaltzentrale oder anderswo an Land sollten die Kabel möglichst außerhalb des gefährdeten Bereiches 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 Binnentankschiffs 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 Anlagen und Geräte des Binnentankschiffs stören, beschränkt sein.

Wenn auch die Sendeleistungspegel von nicht eigensicheren Mobiltelefonen nicht ausreichen, um Probleme mit 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. Wenn sie eingeschaltet sind, können Geräte wie Mobiltelefone und Pager durch Fernsteuerung aktiviert werden und durch den Alarmierungs- oder Rufmechanismus und, im Falle von Telefonen, durch die natürliche Reaktion, den Anruf anzunehmen, eine Gefahr darstellen. Sie sollten daher im Terminalbereich und beim Betreten oder Verlassen des Binnentankschiffs ausgeschaltet werden und erst wieder außerhalb den gefährdeten Bereichen eingeschaltet werden, d.h. in den Wohnungen des Binnentankschiffs oder außerhalb des Terminals.

Es gibt eigensichere Mobiltelefone, die in gefährdeten Bereichen benutzt werden dürfen. Diese Telefone müssen in Bezug auf alle ihre Funktionen eindeutig als eigensicher identifiziert sein. Wenn das Terminalpersonal an Bord eines Binnentankschiffs 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 Binnentankschiffs oder Terminals sollte die Benutzung von Mobiltelefonen untersagt werden, sofern sie nicht vorher die Genehmigung vom Binnentankschiff oder Terminal eingeholt haben.

4.8.7 Pager

Nicht alle Pager (Funkmeldeempfänger) sind eigensicher. Nicht eigensichere Pager gelten nur als sicher, wenn sie außerhalb der gefährdeten Bereiche benutzt werden. Werden sie im Terminalbereich oder beim Betreten oder Verlassen des Binnentankschiffs mitgeführt, sollten sie ausgeschaltet sein und erst wieder eingeschaltet werden, wenn sie sich außerhalb des gefährdeten Bereichs befinden, z. B. in den Wohnungen des Binnentankschiffs.

Eigensichere Pager dürfen in gefährdeten Bereichen benutzt werden. Diese Pager müssen aber in Bezug auf alle ihre Funktionen eindeutig als eigensicher gekennzeichnet sein. Wenn das Terminalpersonal an Bord eines Binnentankschiffs geht bzw. das Schiffspersonal den Terminalbereich betritt und beide Parteien eigensichere Pager mit sich führen, sollten sie darauf vorbereitet sein, der jeweils anderen Partei auf Verlangen einen entsprechenden Nachweis vorzulegen. Anderen Besuchern des Binnentankschiffs oder Terminals sollte die Benutzung von Pagern untersagt werden, sofern sie nicht vorher die Genehmigung vom Binnentankschiff 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 durch Oxidation entzünden. Die Selbstentzündungsgefahr ist bei Mineralölen zwar geringer als bei pflanzlichen Ölen, ist aber nicht ausgeschlossen, insbesondere, wenn das Material warm bleibt, z.B. in der Nähe eines heißen Rohrs.

Baumwollabfälle, Lumpen, Segeltuch, Bettzeug, Jutesäcke, Sägemehl oder 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. liegengelassen werden. Wenn solche Materialien feucht werden, sollten sie vor dem Verstauen getrocknet werden. Wenn sie mit Öl durchtränkt sind, sollten sie gereinigt oder vernichtet werden.

Bestimmte Chemikalien, die für die Kesselbehandlung verwendet werden, sind auch Oxidationsmittel. Auch wenn sie in verdünnter Form mitgeführt werden, können sie sich selbst entzünden, wenn man sie verdampfen lässt.

4.10 Selbstentzündung

Mineralöflüssigkeiten, die genügend erwärmt werden, entzünden sich, ohne mit offenen Flammen in Berührung zu kommen. 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 kam es in der Vergangenheit zu schweren Bränden. Ölleitungen benötigen besondere Aufmerksamkeit, um zu verhindern, dass Öl aus undichten Stellen spritzt. Ölgetränkte Wärmeisolierungen sollten entfernt und das Personal gegen Zündung oder Rückzündung der Dämpfe während des Prozesses geschützt werden.

4.11 Asbest

Die Beseitigung oder Entsorgung von Asbest sollte möglichst durch Fachfirmen geschehen. Falls die Besatzung an dringenden Reparaturarbeiten 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 auf Schiffen und Binnenschiffen.

5 Brandbekämpfung

In diesem Kapitel werden die Brandarten, die auf einem Binnentankschiff oder an einem Terminal entstehen können, sowie die Mittel zur Brandbekämpfung beschrieben. Informationen zu den Brandbekämpfungseinrichtungen, die auf Binnentankschiffen und an Terminals vorhanden sein sollten, sind in den Kapiteln 8 und 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 durch Entziehen der Hitze, des Brennstoffs oder der Luft oder durch Unterbrechen der chemischen Verbrennungsreaktion gelöscht. 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 Klassifizierung von Bränden in Tabelle 5.1 entspricht den aktuellen ISO-Normen und dem *Internationalen Code für Brandsicherheitssysteme (FSS-Code) der IMO*.

Art	Material	Löschverfahren	Feuerlöschmittel
Klasse A	Feststoffe, normalerweise organischer Natur, z.B. Holz, Papier, Pappe, Stoff, Kunststoff, usw.	Kühlung Ersticken Flammenhemmung	Wasser - in großen Mengen, kontinuierliche Kühlung des Brandherdes und der Umgebung, um ein Wiederaufflammen zu verhindern Schaum Trockenlöschmittel
Klasse B	Entzündbare und brennbare Flüssigkeiten aus Kohlenwasserstoff. Brände entstehen in Dampf-/Luft-Gemischen über der Oberfläche von entzündbaren und brennbaren Flüssigkeiten aus Kohlenwasserstoff oder verflüssigbaren Feststoffen, wie z. B. Rohöl, Benzin, Petrochemikalien, Heiz- und Schmieröle, Teer, usw. Ein Aspekt, der bei Flüssiggas beachtet werden muss, ist das Risiko der Wiederzündung, d.h. man muss auch nach Löschen des Feuers weiter aufpassen und einsatzbereit sein. Die Flüssigkeiten der Klasse B werden in zwei große Kategorien eingeteilt, nichtflüchtige und flüchtige.	Entfernen der Brennstoffquelle Ersticken Flammenhemmung	Schaum - Schwertschaum, der in Abschnitt 5.3.2.1 definiert und erörtert wird, ist ein effektives Mittel zum Löschen der meisten Brände von Flüssigkeiten aus Kohlenwasserstoff. CO ₂ Trockenlöschmittel - Feuer von flüchtigen Flüssigkeiten von begrenztem Ausmaß lassen sich mit Trockenlöschmittel schnell löschen, können aber schnell wieder zünden, wenn heiße Oberflächen mit entzündbaren Dämpfen in Berührung kommen. Wassernebel - Wasser sollte bei Ölfeuern nur in Form von Nebel eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Wasserstrahlen besteht die Gefahr, dass das brennende Öl durch Spritzen oder Überfluten weiterbreitet wird.

Klasse C	Entzündbare Gase, z. B. Propan, Butan, Methan und Wasserstoff, sind flüchtige Stoffe, deren Flammpunkt in der Regel bei Temperaturen im Bereich der Umgebungstemperatur oder darunter liegt. Entzündbare Gase haben im Vergleich zu entzündbaren (flüchtigen) Flüssigkeiten einen relativ hohen Dampfdruck, wenn sie sich in flüssigem Zustand befinden.	Entfernen der Brennstoffquelle Ersticken	Trockenlöschmittel
Klasse D	Metalle, z. B. Magnesium, Titan, Lithium, Zirkonium, Natrium und Kalium. Diese Metalle brennen bei hohen Temperaturen und reagieren heftig auf Wasser, Luft und/oder andere Chemikalien.	Ersticken	Spezialtrockenlöschmittel, Löschmittel für Brände der Klasse D sind keine Mehrzwecklöschmittel und müssen auf die Art des jeweiligen Metalls abgestimmt sein.
Klasse E	Brände unter Spannung stehender elektrischer Geräte können durch Kurzschluss, Überhitzung von Stromkreisen oder Geräten, Blitzschlag oder Brandausbreitung aus anderen Bereichen verursacht werden.	Spannungsfreimachen Ersticken Flammenhemmung	CO ₂ Saubere Trockenlöschmittel Als Sofortmaßnahme ist das elektrische Gerät spannungsfrei zu schalten. Sobald es spannungsfrei ist, sollte ein nichtleitendes Löschmittel, z.B. CO ₂ , verwendet werden. Trockenlöschmittel sind ein effektives nichtleitendes Löschmittel, die sich jedoch danach schwer entsorgen lassen. Wenn das Gerät nicht abgeschaltet werden kann, muss unbedingt ein nichtleitendes Mittel verwendet werden.
Klasse F (oder Klasse K)	Speiseöle und -fette, im Allgemeinen bei einer Temperatur von mehr als 360°C	Ersticken	Nasse Chemikalien

Tabelle 5.1: Brandklassen

5.3 Feuerlöschmittel

Feuerlöschmittel 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 Wassernebel können verwendet werden, um einen Hitzeschutzschild zwischen Feuer und Feuerwehrleuten bzw. Brandbekämpfungsausrüstung herzustellen. Wenn keine Schaummittel zur Verfügung stehen, kann das Feuer in flachen Schwerölbecken mit Wassernebel 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 die zunehmende Größe der Dampf Wolke infolge einer stärkeren Verdampfung der Ladungsflüssigkeit noch erhöhen würde. Sprühwasser oder Wassernebel können jedoch bei Bränden von Flüssiggasen und Verschüttungen eingesetzt werden. Sie kühlen die Fläche, kontrollieren die Feuerintensität und fördern die Dispersion der Dampf Wolke.

Wasserstrahlen sollten nicht direkt auf stromführende Elektrogeräte und -anlagen gerichtet werden, da dadurch ein Strompfad von dem Gerät oder der Anlage zu den Feuerwehrleuten entstehen könnte und diese damit der Gefahr eines elektrischen Schocks ausgesetzt werden könnten. Wenn Wasser in großen Mengen oder über längere Zeiträume zur Brandbekämpfung, Kühlung oder zum Schutz von Personen verwendet wird, sollte die Stabilität des Schiffs überwacht werden. Große Wassermengen können die Stabilität eines beschädigten Schiffes beeinträchtigen. Eine Entwässerung des Schiffes muss in Betracht gezogen werden.

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 relative Dichte geringer 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 entzündbare Dampfschwaden ab, bewirkt eine leichte Abkühlung der Brennstoffoberfläche durch Wärmeabsorption, trennt die Brennstoffoberfläche von der Sauerstoffzufuhr und die entzündbare 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 ihre Oberfläche unterbrochen oder gestört ist. Schaum ist ein elektrischer Leiter und sollte nicht bei stromführenden Elektroanlagen eingesetzt werden.

Derzeit werden zwei Kategorien von Schaummitteln genutzt.

Proteinschäume (P) werden in einer Konzentration von 3-6 Vol.-% in Wasser genutzt. Dazu gehören:

- P aus hydrolisierten Proteinen.
- Fluor-Proteinschaum (FP) mit Zusatz von fluorierten oberflächenaktiven Stoffen.
- Alkoholbeständiger Fluor-Proteinschaum (FPAR), der sich beim Auftragen auf die Oberfläche von Alkohol oder anderen Lösungsmitteln nicht zersetzt.

Synthetische Schäume werden mit einer Konzentration von 1-6 Vol.-% in Wasser genutzt. Dazu gehören:

- Wasserfilmbildende Schaummittel (AFFF) auf der Grundlage einer Mischung aus Kohlenwasserstoff und fluorierten Tensiden.
- Alkoholbeständige, wasserfilmbildende Schaummittel (AR-AFFF) für die Nutzung mit Alkoholen und Kraftstoffen mit hohem Alkoholanteil.

Tankschiffe, die Biokraftstoff oder ethylalkoholhaltige Gemische transportieren, sollten alkoholbeständige Schäume nutzen.

AR-AFFF erzeugen eine physikalische Polymertrennschicht zwischen der Schaumdecke und der Brennstoffoberfläche. AR-AFFF unterdrücken Kohlenwasserstoffbrände der Klasse B (Diesel, Benzin, Kerosin usw.) und Brände von polaren mit Lösungsmittel/Wasser mischbaren Kraftstoffen (Alkohole, z. B. Methanol, Ethanol; Ketone und Ether, z. B. MTBE / ETBE-Produkte). Außerdem unterdrücken AR-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 der Abteilung 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 Binnentankschiffen anstelle von Halon eingesetzt. Diese Systeme saugen die heiße Luft aus dem Inneren des Raumes an und haben eine Verschäumungszahl von 250:1 bis 1000:1. Bei Aktivierung setzen die Systeme Leichtschaum frei, der den Bereich flutet, den Brand kühlt und die Luft verdrängt.

Mittelschaum hat eine Verschäumungszahl von ungefähr 20:1 bis 250:1. Der Schaum besteht aus den gleichen Konzentraten 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 von fest eingebauten Monitoren oder tragbaren 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 klargespült ist.

Die verschiedenen Schaummittel sind grundsätzlich nicht miteinander kompatibel und sollten bei der Lagerung nicht vermischt werden. Einige Schaummittel, die aus diesen Konzentraten getrennt hergestellt wurden, sind jedoch 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 sollte durch entsprechende Tests ermittelt werden.

Prüfen Sie die Kompatibilität der Schaummittel, wenn gemeinsame Aktionen mit anderen Feuerwehren 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 Schaummittelp Proben 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 es nicht weit verbreitet wird und das Personal schnell evakuiert werden kann (z. B. Maschinenräume, Pumpenräume und elektrische Schalträume). Auf einem offenen Deck oder im Bereich des Piers ist Kohlendioxid relativ unwirksam.

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 entzündbaren 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 die geschlossenen oder teilweise geschlossenen Räume, in die Kohlendioxid abgelassen wurde, unbeaufsichtigt und ohne Schutz durch entsprechende Atemschutzgeräte oder Rettungsleine betreten. Atemmasken mit Behälter sollten nicht verwendet werden. Jeder Raum, der mit Kohlendioxid geflutet wurde, muss vollständig gelüftet und auf ausreichenden Sauerstoff geprüft werden, bevor er ohne Atemschutzgerät betreten werden darf.

5.3.2.3 Dampf

Dampf ist zum totalen Erstickern des Feuers ungeeignet, was auf die wesentliche Verzögerung zurückzuführen ist, die auftreten kann, bevor genügend Luft aus einem Raum verdrängt wurde, um die Atmosphäre unbrennbar zu machen. Dampf sollte aufgrund der möglichen Erzeugung statischer Elektrizität nicht in Räume mit einer ungezündeten entzündbaren 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 oder einem ähnlichen Brand abgelassen wird.

5.3.2.4 Sand

Sand ist als Löschmittel relativ unwirksam und eignet sich nur bei kleinen Bränden auf harten Oberflächen. Er dient hauptsächlich zum Trocknen von kleinen Lachen.

5.3.3 Flammenschutzmittel

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 Trockenlöschmittel

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

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

Trockenlöschmittel können mit einem Feuerlöscher, einer Schlauchtülle, einem Monitor am Löschfahrzeug oder einer fest installierten Düsenanlage als freischwebende 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 geschlossenen 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 einen Nichtleiter, der sich auch für Elektrobrände eignet. Das Mittel wird direkt auf die Flammen aufgetragen.

Trockenlöschmittel werden klumpig und unbrauchbar, wenn sie beim Lagern oder Füllen der Feuerlöscher feucht werden.

Trockenlöschmittel neigen dazu, sich durch Schütteln zu setzen und zu verdichten. Zur Wartung sollte auch ein Plan für das Umdrehen oder Rollen der Feuerlöscher gehören, um die Rieselfähigkeit des Trockenlöschmittels zu erhalten.

5.3.3.2 Verdampfende Flüssigkeiten

Verdampfende Flüssigkeiten haben wie Trockenlöschmittel eine flammhemmende und leicht erstickende Wirkung.

5.3.3.3 Neue Brandbekämpfungstechnologien

Regelmäßig werden neue Technologien zur Brandbekämpfung an Bord von Schiffen und in Terminals eingeführt. Unternehmen sollten sich bei ihren lokalen, regionalen oder internationalen Brandschutzstellen nach neuen Technologien erkundigen, die für den Einsatz an Bord oder am Terminal zugelassen sind. Besatzungsmitglieder und Terminalpersonal sollten geschult werden, um eine sichere und korrekte Nutzung zu gewährleisten.

5.4 Brandmeldeanlagen

Empfohlen werden fest installierte 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 fest eingebauten Gasfeuerlöschanlagen werden die folgenden Vorsichtsmaßnahmen empfohlen:

- Das gesamte Personal muss aus dem Raum, in dem es brennt, evakuiert werden.
- Vor Inbetriebnahme der Anlage müssen alle Ventilatoren abgeschaltet werden.
- Alle Lufteintrittsöffnungen müssen geschlossen werden.

Fest eingebaute Gasfeuerlöschanlagen können nur einmal verwendet werden.

Nach dem Löschen des Feuers muss vor Öffnen des Raums etwas Zeit vergehen. Sobald wieder Luft in den Raum geführt wird, ist eine Wiederspaltung des Feuers möglich.

Nach dem Einsatz von fest installierten Gasfeuerlöschanlagen werden die folgenden Vorsichtsmaßnahmen empfohlen:

- Sorgen Sie für ausreichende Lüftung vor Betreten des Raums.
- Die Sauerstoffkonzentration sollte geprüft werden.
- Es ist zu prüfen, ob signifikante Mengen an giftigen Gasen vorhanden sind.
- Die Verfahren zum Betreten von geschlossenen Räumen müssen eingehalten werden.

Die Besatzung des Binnentankschiffs sollte die fest installierten Gasfeuerlöschanlagen kennen und der Einsatz sollte entsprechend geschult werden, und die Anlagen sollten regelmäßig geprüft werden. Die Anlage sollte regelmäßig durch eine zugelassene Fachfirma geprüft werden.

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 Zusammenfassung der Hauptbestimmungen dieses Codes.

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-Codes, Teil A & B, zu befolgen. Der Code ist in Kapitel XI-2 des Internationalen Übereinkommens zum Schutz des menschlichen Lebens auf See (SOLAS) aufgeführt.

Wichtig für Terminals ist, dass das SOLAS-Übereinkommen hiermit erstmalig auf landseitige Anlagen in Staaten, die dem Übereinkommen 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 das Übereinkommen und den ISPS-Code halten müssen, werden aufgefordert, bei der Ausarbeitung ihrer Sicherheitspläne die darin enthaltenen Vorschriften zu berücksichtigen.

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 Binnentankschiffe sollte eine Risikoanalyse beinhalten, die alle Aspekte der Betriebsabläufe auf Tankschiffen und an Terminals berücksichtigt, um feststellen zu können, welche Bereiche davon störanfälliger 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 Sicherheitseinschätzung sollte mindestens Folgendes überprüfen:

- bestehende Sicherheitsmaßnahmen, Verfahren und Aktivitäten an Bord des Tankschiffs oder am Terminal,
- Schlüsselanlagen und Infrastruktur, die es zu schützen gilt,
- vermeintliche Gefahren für das Tankschiff oder Terminal und deren Wahrscheinlichkeit,
- potenzielle Anfälligkeit und Folgen von potenziellen Vorfällen für Tankschiffe, Terminals, Liegeplätze und Tankschiffe an den Liegeplätzen,
- 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, das je nach Umständen am Terminal einen Sicherheitsbeauftragten ernennen muss, der über die notwendigen Fähigkeiten und Qualifikation verfügt, um die volle Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen am Terminal zu gewährleisten.

Für Binnentankschiffe und Leichter müssen der Beförderer, der Verloader und andere an der Beförderung gefährlicher Güter Beteiligte einen Sicherheitsplan beschließen, umsetzen und einhalten, der mindestens die Elemente enthält, die im Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (ADN) 1.10.3.2.2 aufgeführt sind.

6.4 Sicherheitspläne entsprechend SOLAS-Übereinkommen und ISPS-Code

Sicherheitspläne werden in Abhängigkeit von den besonderen Umständen, die durch die Sicherheitseinschätzung, Forderungen nach Einhaltung des SOLAS-Übereinkommens und des ISPS-Codes, örtlichen und nationalen Sicherheitsüberlegungen herausgearbeitet wurden, von Terminal zu Terminal und Tankschiff zu Tankschiff verschieden sein. Der Plan sollte Folgendes beschreiben:

- wer für die Durchführung der Sicherheitsmaßnahmen verantwortlich ist,
- die Sicherheitsorganisation an Bord des Binnentankschiffs oder am Terminal und im Hafen,
- Sicherheitstrainings und -übungen,
- grundlegende Sicherheitsmaßnahmen für den normalen Betrieb und zusätzliche Maßnahmen, die es dem Binnentankschiff und dem Terminal ermöglichen, bei einer veränderten Bedrohung unverzüglich zu einer höheren oder niedrigeren Sicherheitsstufe überzugehen,
- zusätzliche Maßnahmen, die es dem Binnentankschiff und dem Terminal ermöglichen, schnell auf veränderte Bedrohungen zu reagieren, z. B. durch Verringerung oder Erhöhung des Sicherheitsniveaus,
- Verfahren zur Abstimmung der Sicherheitsmaßnahmen der Hochseetankschiffe und Terminals mit den örtlichen Hafenbehörden, anderen Tankschiffen, Terminals und Dockanlagen in der Region und anderen örtlichen Behörden und Organisationen (z. B. Polizei und Küstenwache),
- Absprachen zur regelmäßigen Überprüfung des Sicherheitsplans und der Änderungen aufgrund von Erfahrungen oder geänderten Umständen,
- Maßnahmen zur Verhinderung von unbefugtem Zugang zu den Binnentankschiffen und Terminals, insbesondere Maßnahmen zur Beschränkung des Zugangs zu Risikobereichen des Terminals oder der Tankschiffe, wenn diese am Terminal festgemacht sind, sowie Identifikation des Tankschiff- 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.

6.5 Sicherheitspläne für Binnentankschiffe

Bei der Beförderung gefährlicher Güter mit hohem Gefahrenpotential müssen Beförderer, Verloader und andere Beteiligte einen Sicherheitsplan auf der Grundlage von Abschnitt 1.10.3.2 des ADN annehmen, umsetzen und einhalten.

6.6 Sicherheitserklärung

Auf der Grundlage der ISPS-Vorschriften können das Hochseetankschiff und das Binnentankschiff eine Sicherheitserklärung ausfüllen. Die Erklärung enthält detaillierte Informationen über die gegenseitig vereinbarten Sicherheitsmaßnahmen. Nachfolgend ein Beispiel für den Inhalt einer Sicherheitserklärung:

Sicherheitserklärung zwischen Schiff und anderem Schiff, mit dem es eine Schnittstelle hat		
Name des Schiffs	Name des Binnentankschiffs	
Heimathafen/-land	Heimathafen/-land	
Registriernummer (zum Beispiel IMO, ENI, VIN, usw...)	Registriernummer (zum Beispiel IMO, ENI, VIN, usw...)	
Diese Sicherheitserklärung ist gültig von bis für folgende Tätigkeiten gemäß folgenden Sicherheitsstufen		
Sicherheitsstufe(n) des Schiffs		
Sicherheitsstufe(n) des anderen Schiffs		
Das Schiff und das andere Schiff stimmen den folgenden Sicherheitsmaßnahmen und Verantwortlichkeiten (soweit zutreffend) zu, um die Einhaltung der Anforderungen von Teil A des Internationalen Codes für die Gefahrenabwehr auf Schiffen und in Hafenanlagen sicherzustellen.		
Die Kürzel des Schiffsführers oder des SSO (Ship Security Officer, Beauftragte Person für die Gefahrenabwehr) in diesen Spalten bedeuten, dass die Tätigkeit gemäß dem entsprechenden genehmigten Plan durchgeführt wird:		
Tätigkeit	Schiff	Anderes Schiff
Sicherstellung der Ausführung aller Sicherheitsaufgaben		
Die Überwachung von Sperrbereichen dient der Gewährleistung, dass nur befugtes Personal Zugang erhält		
Kontrolle des Zugangs zum Schiff		
Kontrolle des Zugangs zum anderen Schiff		
Überwachung der das Schiff umgebenden Bereiche		
Überwachung der das andere Schiff umgebenden Bereiche		
Ladungsumschlag		
Lieferung von Schiffsvorräten		
Abfertigung von unbegleitetem Gepäck		
Kontrolle der Einschiffung von Personen und ihrer Habe		
Gewährleistung, dass die Sicherheitskommunikation zwischen den Schiffen problemlos möglich ist		

Die Unterzeichner dieses Übereinkommens bescheinigen, dass die Maßnahmen und Vorkehrungen zur Gefahrenabwehr für beide Schiffe während der angegebenen Tätigkeiten den Bestimmungen von Kapitel XI-2 und Teil A des Codes entsprechen, die gemäß den bereits in ihrem genehmigten Plan festgelegten Bestimmungen oder den vereinbarten und im beigefügten Anhang dargelegten besonderen Vorkehrungen durchgeführt werden.

Datiert auf

Unterzeichnet für und im Auftrag von	
Das/dem Schiff	Das/dem andere(n) Schiff

*(Unterschrift des Schiffsführers oder des
Beauftragten für die Gefahrenabwehr auf dem Schiff)*

*(Unterschrift des Schiffsführers oder des
Beauftragten für die Gefahrenabwehr auf dem Schiff)*

Name und Titel der unterzeichnenden Person	
Name	Name
Titel	Titel

Kontaktdaten	
Schiffsführer	Schiffsführer
Beauftragter für die Gefahrenabwehr auf dem Schiff	Beauftragter für die Gefahrenabwehr auf dem Schiff
Unternehmen	Unternehmen
Beauftragter für die Gefahrenabwehr des Unternehmens	Beauftragter für die Gefahrenabwehr des Unternehmens
Telefonnummer	Telefonnummer
Funkkanäle	Funkkanäle

TEIL 2

SCHIFFSRELEVANTE INFORMATIONEN

7 Bordsysteme

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Systeme an Bord eines Tankschiffs beschrieben, die während der Umschlags- und Ballastvorgänge im Hafen zum Einsatz kommen.

7.1 Inertgasanlage

Gegenstand dieses Abschnitts ist die allgemeine Beschreibung der Funktionsweise einer Inertgasanlage, 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 Inertgaserzeugern resultieren, abgewendet werden sollen. In der Regel wird Stickstoff als Inertgas auf Binnentankschiffen eingesetzt.

Siehe auch das Bedienungshandbuch des Tankschiffs und die Bedienungsanleitung des Geräteherstellers bzw. Einbauzeichnungen für Einzelheiten zur Funktionsweise eines bestimmten Systems.

7.1.1 Allgemein

Entzündbare Gase in Binnentankschiffen können in einer Atmosphäre mit weniger als ca. 11 Vol.-% Sauerstoff nicht brennen. Demzufolge kann der Dampfraum von Ladetanks vor Feuer oder Explosion u.a. dadurch geschützt werden, dass der Sauerstoffgehalt unter diesem Level gehalten wird. Dies kann durch die Zugabe von Inertgas in jeden Ladetank erreicht werden, um den Luft- und damit den Sauerstoffgehalt zu reduzieren und die Tankatmosphäre nicht brennbar zu machen.

Siehe Abschnitt 1.2.3 (und Abbildung 1.1) für ausführliche Informationen zu Inertgas (IG) und 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 Inertgasleitung bei jeder erforderlichen Durchflussgeschwindigkeit zu liefern. Die Anlagen sollten auch in der Lage sein, jederzeit einen Überdruck in den Ladetanks aufrechtzuerhalten, mit einer Atmosphäre, die einen Sauerstoffgehalt von höchstens 8 Vol.-% aufweist, es sei denn, der Tank muss gasfrei sein.

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 einer Gasrückführanlage, 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. Bei beiden Methoden dominiert einer von zwei unterschiedlichen Prozessen, nämlich Verdünnung oder Verdrängung.

Bei der **Verdünnung** vermischt sich das einströmende Inertgas mit der ursprünglichen Tankatmosphäre und bildet ein homogenes Gemisch in dem ganzen Tank, sodass mit fortschreitendem Prozess die Konzentration des ursprünglichen Gases immer geringer wird. Es ist wichtig, dass die Einlassgeschwindigkeit des einströmenden Inertgases 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, während also das Inertgas im oberen Teil des Tanks einströmt, entweicht das schwerere Kohlenwasserstoffgas über entsprechende Rohre am Boden. 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 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 entzündbarem Gas kann, wenn es abgelassen wird und sich mit Luft vermischt, entzündbar werden. Die normalen Sicherheitsvorkehrungen, die beim Ablassen von entzündbaren Gasen aus dem Tank zu treffen sind, sollten nicht vernachlässigt werden.

7.1.5 Regelung der Atmosphäre in Ladetanks

7.1.5.1 Inertgasaktivitäten

Auf Binnentankschiffen mit einer Inertgasanlage sollten die Ladetanks jederzeit in einem nicht brennbaren Zustand sein. Daraus folgt:

- Tanks sollten jederzeit in einem inerten Zustand sein, außer wenn sie für Inspektionen und Arbeiten in den Tanks gasfrei sein müssen, d.h. der Sauerstoffgehalt sollte 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 entzündbarer Zustand in der Atmosphäre im Tank entsteht.

7.1.5.2 Wartung der Inertgasanlage

Der Schutz, den eine Inertgasanlage bietet, hängt von der ordnungsgemäßen Funktionsweise und Wartung der gesamten Anlage ab.

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 der Inertgaserzeuger voll funktionstüchtig und in einwandfreiem Arbeitszustand ist, sollte an Bord ein Prüfprotokoll für den Inertgaserzeuger einschließlich der Mängel und Mängelbeseitigung geführt werden.

7.1.5.3 Verschlechterung der Inertgasqualität

Das Tankschiffpersonal sollte erhöhte Wachsamkeit zeigen, wenn sich die Inertgasqualität in den Tanks infolge einer unsachgemäßen Handhabung der Inertgasanlage verschlechtert. Zum Beispiel:

- Kein schnelles Beifüllen von Inertgas, 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 der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers verlangt werden, durchgeführt werden. Wird ein fest installiertes Sauerstoffanalyse- oder Aufzeichnungsgerät verwendet, sollten die Geräte auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Tragbare Geräte zur Messung des Sauerstoffs und des Kohlenwasserstoffs sollten ebenfalls vorbereitet und geprüft werden.

7.1.6.1 Inertisierung von leeren Tanks

Bei der Inertisierung von gasfreien Tanks, z. B. nach einem Aufenthalt im Trockendock 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 Inertgasleitung 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 Ladung oder Ballast in inertem Zustand

Beim Befüllen der Tanks mit Ladung oder Ballast sollte der Inertgaserzeuger, wenn vorhanden, abgeschaltet und die Tanks über die entsprechende Belüftungsanlage entlüftet werden. Nach Abschluss der Lade- und Ballastvorgänge und aller Ladungsmessungen sollten die Tanks geschlossen und dann die Inertgasanlage neu gestartet und wieder mit Druck beaufschlagt werden. Dann sollte das System ausgeschaltet und alle Sicherheitsventile gesichert werden.

Es ist möglich, dass örtliche Vorschriften das Entlüften nach dem Löschen verbieten.

7.1.6.3 Gleichzeitiger Ladungs- und/oder Ballastumschlag

Bei gleichzeitigem Laden- und Löschen von Ladung 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 Inertgasstroms erforderlich machen, um den Tankdruck in normalen Grenzen zu halten.

Besondere Aufmerksamkeit sollte dem potenziellen Einfluss von freien Oberflächen gelten, wenn Ballastoperationen während des Be- und Entladens durchgeführt werden (siehe Abschnitt 11.2.2).

7.1.6.4 Gaspandeln

Mit Hilfe des Gaspandeln 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 sind folgende Empfehlungen zu befolgen:

Vor Beginn des Ladungsumschlags:

- Mindestens an einem der Tankschiffe sollte ein Gerät angebracht werden, mit dem der Sauerstoffgehalt des Dampfstroms kontrolliert werden kann.
- Der Sauerstoffgehalt des Dampfstroms der einzelnen Tanks sollte geprüft werden und weniger als 8 Vol.-% betragen.

Während des Ladungsumschlags:

- Die Inertgasanlage des löschenden Tankschiffs sollte, wenn vorhanden, funktionsfähig und einsatzbereit sein.

- Beide Tankschiffe sollten den Druck ihrer Ladetanks überwachen und diesen regelmäßig dem anderen Tankschiff mitteilen.
- Es ist darauf zu achten, dass keine Luft in die Ladetanks des löschenden Tankschiffs eintritt.
- Beträgt der Sauerstoffgehalt des Dampfstroms mehr als 8 Vol.-%, sollten die Umschlagsaktivitäten unterbrochen und erst wieder aufgenommen werden, wenn sich der Sauerstoffgehalt auf 8 Vol.-% oder weniger reduziert hat.
- Die Ladungsumschlagsquote darf den Nennwert für das Gaspendelsystem nicht überschreiten.

7.1.6.5 Fahrt mit geladener Fracht

Das Inertgas im Freiraum 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. Gaslecks sind in der Regel leicht an ihrem Geräusch zu erkennen, und es müssen alle Anstrengungen unternommen werden, um Lecks an Tankluken, Deckeln der Freiräume, Öffnungen für Tankreinigungsanlagen, Ventilen usw. zu entfernen.

Lecks, die nicht behoben werden können, sollten je nach Toxizität oder Gefährlichkeit gekennzeichnet und aufgezeichnet werden, um sie bei der nächsten Ballastfahrt oder bei einer anderen passenden Gelegenheit abzudichten.

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. den Freiraum 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, kann die Inertgaszufuhr rezirkuliert oder gestoppt werden, vorausgesetzt, dass der Inertgaserzeuger 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 Inertgasleitung während des Löschvorgangs überwacht werden. Maßnahmen, die im Falle einer Störung des Inertgaserzeugers 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 inertem Zustand und unter Überdruck bleiben, um das Eindringen von Luft zu verhindern. Sobald der Druck auf den unteren Druckalarmpegel fällt, sollte der Inertgaserzeuger 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

Im Normalbetrieb verhindert das vorhandene Inertgas das Vorhandensein entzündbarer Gasgemische 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 des Inertgaserzeugers während des Löschens müssen die Arbeiten unterbrochen werden (siehe Abschnitt 7.1.12). Ist Luft in den Tank gelangt, sollten keine Eintauch-, Peil-, Probenahme- oder anderen Geräte in den Tank eingeführt werden, ehe nicht mindestens 30 Minuten vergangen sind. Nach diesem Zeitraum können die Geräte eingeführt werden, wobei Voraussetzung ist, dass alle metallischen Bauteile sicher geerdet sind. Diese Anforderung an die Erdung sollte für mindestens fünf Stunden nach Beendigung des Einblasens von Inertgas gelten.
- Während der erneuten Inertisierung eines Tanks nach Ausfall und Reparatur der Inertgasanlage oder während der ersten Inertisierung eines nicht gasfreien Tanks sollten keine Eintauch-, Peil-, Probenahme- 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 Gasprobenahmeegeräts in den Tank erforderlich sein sollte, um dessen Zustand feststellen zu können, müssen mindestens 30 Minuten nach Abschluss des Inertgaseinblasens abgewartet werden, bevor das Probenahmeegerät eingeführt wird. Metallische Bauteile des Probenahmeegeräts müssen leitend miteinander verbunden (siehe Kapitel 3 und Abschnitt 11.8).

7.1.6.9 Tankreinigung

Vor jeder Tankreinigung muss der Sauerstoffgehalt ermittelt werden, einmal ein Meter unterhalb des Decks und in der Mitte des füllungsfreien Raums. An keinem dieser Stellen sollte der Sauerstoffgehalt 8 Vol.-% überschreiten. Der Sauerstoffgehalt und Druck des Inertgases, das während des Reinigens zugeführt wird, muss überwacht werden.

Falls der Sauerstoffgehalt während des Reinigens auf über 8 Vol.-% ansteigt oder die Atmosphäre in den Tanks keinen Überdruck mehr hat, muss der Reinigungsvorgang 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 gasfrei gemacht werden muss, sollte er zunächst mit Inertgas gespült werden, um den Kohlenwasserstoffgehalt auf 2 Vol.-% oder weniger zu reduzieren. Damit soll sichergestellt werden, dass während des darauffolgenden Gasfreimachens kein Teil der Tankatmosphäre in den Zündbereich kommt.

Der Kohlenwasserstoffgehalt wird mit einem entsprechenden Messgerät gemessen, das für die Messung des Anteils des entzündbaren Gases in der sauerstoffarmen Atmosphäre ausgelegt ist. Das normale Gasspürgerät 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 Gasfreimachen

Bevor mit dem Gasfreimachen begonnen wird, sollte der Tank von den anderen Tanks getrennt werden. Wenn fest installierte Gebläse, die mit der Ladungsrohrleitung verbunden sind, zum Gaseinblasen in den Tank verwendet werden, muss der Inertgaseinlass getrennt werden. Wird das Gebläse der Inertgasanlage zum Ansaugen von Luft in den Tank verwendet, müssen sowohl die Rückleitung zur Inertgasquelle als auch der Inertgaseinlass in den noch inertisierten Tank getrennt 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 entlüfteten 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. Stellen Sie unter diesen Bedingungen alle nicht unbedingt notwendigen Arbeiten ein. Nur das erforderliche Personal sollte an Deck bleiben und die entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen durchführen.

Wenn die letzte Ladung, die umgeschlagen wurde, Schwefelwasserstoff enthalten hat, sollten auch Tests für dieses Gas durchgeführt werden. Wird ein Gehalt von mehr als 5 ppm festgestellt, dürfen nur Personen an Deck arbeiten, die ein entsprechendes Atemschutzgerät tragen (siehe Abschnitte 2.3.6 und 11.1.9). Es ist zu beachten, dass die nationalen und internationalen Rechtsvorschriften in Bezug auf den festgestellten Gehalt und die zu ergreifenden Maßnahmen strenger sein können.

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 entlüfteten Gases aufhalten (siehe Abschnitt 11.8.3).

7.1.7.3 Betreten des Ladetanks

Das Betreten von Ladetanks sollte erst nach dem Gasfreimachen gemäß Abschnitt 7.1.6.10 und 7.1.6.11 gestattet sein. Befolgen Sie die in Kapitel 10 beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen und erwägen Sie das Tragen eines persönlichen Sauerstoffmangelwarngeräts. Können die in Abschnitt 10.3 angegebenen Kohlenwasserstoff- und Sauerstoffwerte nicht erreicht werden, ist das Betreten nur in Ausnahmefällen und wenn es keine praktikable Alternative gibt, zu gestatten. Es empfiehlt sich, eine gründliche Risikobewertung vorzunehmen und entsprechende Maßnahmen zur Risikominimierung umzusetzen. Zumindest muss das Personal unter solchen Umständen ein Atemschutzgerät tragen (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:



Abbildung 7.1: Beispiele für Warnschilder

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 unbedingt erforderlich, die Belüftungsanlagen gründlich zu prüfen, 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 Dampf unter Druck oder beim Öffnen der Überdruck-/Unterdruckventile feststellen zu können (siehe Abschnitt 7.2.2 für ausführliche Informationen über die wahrscheinlichen Ursachen von Über- und Unterdruck im Tank und die Vorsichtsmaßnahmen zu deren Vermeidung).

Das Personal des Tankschiffs sollte klare, unmissverständliche Bedienungsanleitungen erhalten, um die Belüftungsanlage 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 einem Ladetank zurückzuführen sind. Überdruck-/Unterdruckventile sollten stets in einem guten, betriebsfähigen Zustand sein und regelmäßig geprüft und gereinigt werden.

7.1.8.3 Vollstrom-Überdruck-/Unterdruckentlüftungsvorrichtungen

Inertgasanlagen mit Tank-Absperrventilen können einen sekundären Schutz gegen Überdruck und Unterdruck der Ladetanks mit Hilfe von Hochgeschwindigkeitsventilen und Unterdruckventilen als Vollstromschutzeinrichtung bieten. Hierbei sollte besonders darauf geachtet werden, dass die Ventile mit dem erforderlichen Druck und den erforderlichen Vakuumeinstellungen funktionieren. Für die Wartung und Prüfung dieser Sicherheitseinrichtungen sollten geplante Wartungsverfahren festgelegt werden. Ausführliche Informationen hierzu sind in Abschnitt 7.2.1 enthalten.

7.1.8.4 Individuelle Tankdrucküberwachungs- und Alarmsysteme

Bei Inertgasanlagen, die mit Tankabsperrventilen ausgerüstet sind, werden mögliche Über- und Unterdrücke der Ladetanks durch individuelle Tankdrucksensoren, die mit einem Alarmsystem verbunden sind, angezeigt. Wenn solche Anlagen genutzt werden, sollten geplante Wartungsverfahren eingeführt werden, um diese Sensoren zu warten und zu testen und um zu bestätigen, dass sie genaue Messwerte liefern.

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 sollte so ausgelegt sein, dass sich unter normalen Bedingungen weder Ladung noch Wasser in der Rohrleitung ansammelt. Unter extrem kalten Bedingungen kann der Wasserrückstand in dem Inertgas jedoch in der Inertgasleitung gefrieren. Die Bediener sollten 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 die Flammensperre an den Überdruck-/Unterdruckventilen und Steigleitungen blockieren.

7.1.11.4 Nicht zutreffend

7.1.12 Ausfall der Inertgasanlage

Jedes Tankschiff, das mit einer Inertgasanlage ausgestattet ist, sollte Bedienungshandbücher erhalten. Funktionsweise, Sicherheits- und Wartungsanforderungen und die Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz bezogen auf das installierte System und dessen Anwendung auf die Ladetankanlage sollten darin enthalten sein. 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

Ist die Inertgasanlage nicht mehr in der Lage, das Inertgas in der erforderlichen Qualität und Menge zu liefern oder den Überdruck in den Ladetanks aufrechtzuerhalten, müssen sofort Maßnahmen ergriffen werden, um das Eindringen von Luft in die Tanks zu verhindern. Alle Fracht- und Ballastentladevorgänge an den inertisierten Tanks müssen gestoppt, das Absperrventil am Inertgasdeck geschlossen, das Entlüftungsventil zwischen dem Gasdruckregelventil (wenn vorhanden) geöffnet und sofortige Schritte zur Reparatur der Inertgasanlage unternommen werden.

Nationale und örtliche Vorschriften können vorschreiben, dass der Ausfall einer Inertgasanlage der Hafenbehörde, dem Terminalbetreiber sowie den Hafen- und Flaggenstaatverwaltungen gemeldet werden muss.

Abschnitt 11.1.7 enthält Anleitungen zu besonderen Vorsichtsmaßnahmen, 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

Ladetanks von Tankschiffen haben normalerweise Beschichtungen, die die Bildung von Pyrophoren verhindern. Wenn die Reparatur der Inertgasanlage als völlig undurchführbar angesehen wird, kann das Entladen mit schriftlicher Zustimmung aller Beteiligten wieder aufgenommen werden, sofern eine externe Inertgasquelle zur Verfügung gestellt wird oder detaillierte Verfahren zur Gewährleistung der Sicherheit des Betriebs festgelegt werden. 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 Flammensperren (soweit erforderlich) sollten positioniert und geprüft werden, um zu gewährleisten, dass sie sich in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden.
- Es ist besonders darauf zu achten, dass die Menge des zugeführten Inertgases im Gleichgewicht mit der Förderleistung der Pumpe steht. In jedem Fall ist der Überdruck in den Ladetanks vorsichtig zu regeln und zu überwachen, um ein mögliches Öffnen des/der Überdruck-/Unterdruckventile aufgrund des Über- oder Unterdrucks zu verhindern.
- Wasser oder Slops im freien Fall sind nicht zulässig.
- Wenn es für die Betriebssicherheit nicht unbedingt erforderlich ist, dürfen keine Eintauch-, Peil-, Probenahme- oder anderen Geräte 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 Vorsichtsmaßnahmen wegen statischer Elektrizität in Bezug auf Inertgas und Abschnitt 11.8 wegen statischer Elektrizität bei Eintauch-, Peil- und Probenahmevergängen).
- Alle metallischen Bauteile eines Geräts, das in den Tank eingeführt werden soll, sollten sicher geerdet sein. Diese Anforderung an die Erdung sollte für mindestens fünf Stunden nach Beendigung des Einblasens von Inertgas gelten.

7.1.13 Reparatur 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 Inertgasanlage 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 Belüftungsanlagen

7.2.1 Allgemein

Es ist wichtig, dass Belüftungsanlagen entsprechend ihrem beabsichtigten Zweck eingesetzt und ordnungsgemäß gewartet werden.

Zur Unterstützung der Verdünnung von entzündbaren Dämpfen in der Atmosphäre und oberhalb des Decks des Tankschiffs sorgen Belüftungsanlagen für die Freisetzung der Dämpfe entweder:

- bei niedriger Geschwindigkeit, hoch über dem Deck über eine Entlüftungssteigleitung, wenn vorhanden,
- bei hoher Geschwindigkeit über ein Hochgeschwindigkeitsventil, das sich näher am Deck befindet.

Entlüftungsöffnungen befinden sich an ausgewählten Stellen, um zu verhindern, dass sich eine entzündbare Atmosphäre auf dem Tankdeck oder um den Wohn- oder Maschinenraumbereich herum ansammelt (siehe Abschnitt 2.5.4).

Das Personal des Tankschiffs sollte sich mit dem Betrieb und der Wartung aller Bauteile einer Belüftungsanlage 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 (siehe 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 füllungs freien Raums infolge einer unangemessenen Freisetzung von Gas oder bei Überfüllen des Tanks.

Unterdrücke können entstehen, wenn beim Entladen der Flüssigkeit kein Inertgasdampf oder keine Luft in den Tank gelassen wird. Der resultierende Über- oder Unterdruck im Tank kann zu schwerwiegenden Verformungen oder zu einem katastrophalen Ausfall der Tankkonstruktion und der peripheren Schotten des Tanks führen. Dies kann die bauliche Integrität des Schiffs ernsthaft gefährden und Feuer, Explosion oder Schadstoffbelastung zur Folge haben (siehe Abschnitt 7.1.8).

Als Schutz vor Über- oder Unterdrücken der Tanks sollten Eigentümer/Betreiber ernsthaft über den Einsatz folgender Schutzvorrichtungen nachdenken:

- individuelle Drucksensoren mit Alarmfunktion für jeden einzelnen Tank,
 - individuelle Vollstrom-Überdruck-/Unterdruckventile für jeden einzelnen Tank.
-

7.2.2.2 Ursachen für Tanküberdruck

Überdruck entsteht i.d.R. während der Ballast-, Lade- oder internen Fracht- oder Ballastaktivitäten. Er kann eine der folgenden Ursachen haben:

- Überfüllen des Tanks mit Flüssigkeit,
- unsachgemäße Einstellung des Gas- oder Inertgas-Absperrventils des Tanks zur Gas- oder Inertgasleitung,
- Ausfall eines Absperrventils zur Gas- oder Inertgasleitung,
- Ausfall oder Störung des Entlüftungs- oder Hochgeschwindigkeitsventils,
- blockierte Flammendurchschlagsicherung oder Flammensperre,
- 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, Einfrieren der Überdruck-/Unterdruck- oder Hochgeschwindigkeitsventile oder Eisbildung an der Ballastoberfläche (siehe Abschnitt 7.1.11.3.),
- Verengung der Gasleitungen infolge von Paraffin, Rückständen oder Kalk.

7.2.2.3 Vorsichts- und Abhilfemaßnahmen bei Tanküberdruck

Der Hauptschutz vor Tanküberdruck sind bewährte Betriebsabläufe. Dazu gehören:

- Bei Tankschiffen ohne Inertgasanlage ein Verfahren zur Kontrolle der Einstellung der Absperrventile an den Gasleitungen. Dies sollte Verfahren einschließen, um die aktuelle Position der Absperrventile aufzuzeichnen und zu verhindern, 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, und nur die verantwortliche Person kann die Genehmigung für die Freischaltung des Sperrmechanismus am Ventil gestatten.
- Es sollte der Stand aller Ventile des Ladungssystems 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 Wartung, Prüfung vor Inbetriebnahme und Kenntnis des Bedieners über Absperrventile, Überdruck-/Unterdruckventile oder Hochgeschwindigkeitsventile kann vor Ausfall während des Betriebs 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). Es sollte geprüft werden, dass die Tankentlüftungsöffnungen 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 von Flüssigkeit muss sofort gestoppt werden.

7.2.2.4 Ursachen für Tankunterdruck

Die Ursachen für Unterdruck sind ähnlich wie für Überdruck:

- unsachgemäße Einstellung des Tankabsperrentils zur Gas- oder Inertgasleitung,
- Ausfall eines Absperrventils an der Gas- oder Inertgasleitung,
- Ausfall eines der Inertgaszufuhrventile,
- blockierte Flammensperre an der Gaszuleitung,
- Eisbildung an den Entlüftungsventilen der Ballasttanks bei kaltem Wetter,
- Entladung oder 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 Löschen von Flüssigkeit muss sofort gestoppt werden.

Zur Reduzierung des teilweisen Unterdrucks im Tank kann entweder der Flüssigkeitspegel im Tank gehoben werden, indem Ladung oder Ballast in den betreffenden Tank aus einem anderen Tank geleitet bzw. gepumpt oder Inertgas oder Luft in den füllungsfreien Raum des Tanks eingelassen wird.

Warnhinweise

Bei Tankschiffen mit Inertgasanlage kann die Qualität des Inertgases durch Entweichen der Luft an den Dichtungen der Tankzugangsstellen beeinträchtigt werden.

Die Zufuhr von Inertgas in den Tank bei hoher Geschwindigkeit und damit die erneute Überdruckbeaufschlagung des Tanks könnte eine elektrostatische Gefahr mit sich bringen.

Die in Abschnitt 11.8.3 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen sollten beim Messen und bei der Probenahme eingehalten werden.

Bei Tankschiffen ohne Inertgasanlage, auf denen es somit nicht möglich ist, den teilweisen Unterdruck durch Anheben des Flüssigkeitspegels zu reduzieren, muss darauf geachtet werden, dass die Luftströmung nicht Fremdkörper in den Tank schleust, die möglicherweise zündfähig sind, wie z. B. Rost.

7.3 Ladungs- und Ballastsysteme

In diesem Abschnitt werden die Rohrleitungen und Pumpen beschrieben, mit denen die Ladung und der Ballast be- und entladen werden. In diesem Leitfaden wird die Heizanlage für die Ladung, wenn eine solche installiert ist, als Teil des Ladungssystems angesehen.

Das Ladungssystem ist eine der Hauptstellen, an denen es zum Bruch der Ladungsbehälter kommen kann. Es ist darauf zu achten, dass Anlageteile nicht unter Überdruck gesetzt oder Stoßbelastungen ausgesetzt werden.

Die Bedienung der Ladungs- und Ballastanlagen sollte nur durch Personen erfolgen, die sich mit der richtigen Bedienung der Pumpen und dazugehörigen Geräte entsprechend dem Bedienungshandbuch auskennen.

7.3.1 Bedienungshandbuch

Das Personal des Tankschiffs sollte Zugang zu den aktuellen Zeichnungen und Informationen, die die Ladungs- und Ballastsysteme betreffen, haben und ein Bedienungshandbuch erhalten, in dem die Bedienung der Anlagen beschrieben ist.

7.3.2 Integrität des Ladungs- und Ballastsystems

Ladungs- und Ballastsysteme sind vielen Bedingungen ausgesetzt, die letzten Endes zu einer Störung und damit zu einem ungewollten Austritt von Stoffen aus einem Umschließungssystem führen können. Dazu gehören z.B.:

- Verwirbelungen beim Durchfluss, verursacht durch schlechte Leitungsbemessung oder übermäßig hohe Durchflussgeschwindigkeiten und Abrieb durch Feststoffteilchen in der Ladung oder im Ballast, können zu lokaler Erosion und Lochfraß in den Leitungen führen.
- Die Hauptrohrleitungen im vorderen und hinteren Bereich des Schiffs befinden sich normalerweise am Boden der Tanks und auf dem Hauptdeck, wo die Aufbiegung und Durchsenkung des Schiffskörpers und die zyklischen Bewegungen eines Tankschiffs im Seegang am stärksten sind. Diese Bewegungen können zu Schäden an den Rohrverbindungen und zum Durchdringen der Schotten 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 Ladungsventil- 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 beim Entladen mit Druck beaufschlagt wird. Es hat sich in der Praxis bewährt, Lade- und Löschleitungen regelmäßig in Abhängigkeit von der Art der Ladung des Tankschiffs 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 Prüfungen, insbesondere an bekannten Schwachstellen wie Auslaufkrümmern der Pumpen und Stichleitungsverbindungen, 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. Können Ballasttanks nicht vollständig entladen bzw. entleert werden, kann es zu Stabilitätsproblemen bei Schiffen mit Doppelboden oder Doppelhülle und in manchen Fällen zum Überladen des Tankschiffs führen. Wenn nur eine einzige Ballastpumpe eingebaut ist, sollten die betrieblichen Verfahren die Verwendung alternativer Mittel für die Ballastierung/Ballastentladung vorsehen.

7.3.3 Ladegeschwindigkeiten

Der Schiffsführer des Tankschiffs sollte Informationen zu den maximal zulässigen Ladegeschwindigkeiten für die einzelnen Lade- und Ballasttanks erhalten und, wenn Tanks eine gemeinsame Belüftungsanlage haben, für jede Lade- oder Ballasttankgruppe. 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 Lüftungsanlagen

Die Entlüftungsleistung basiert auf dem maximalen Volumen der Tankladung mit einer Toleranz von ungefähr 25 % zur Berücksichtigung der Gasentwicklung (Dampfzunahme).

Beim Beladen mit einem sehr hohen Dampfdruck kann es zu einer übermäßigen Gasentwicklung kommen, und die Toleranz von 25 % kann sich als ungenügend erweisen. Zu den möglichen Maßnahmen, um zu gewährleisten, dass die Leistung der Belüftungsanlage nicht überschritten wird, gehören die strenge Überwachung des Drucks der Gasleitungen auf inertisierten Tankschiffen und die Begrenzung der Ladegeschwindigkeiten auf nicht inertisierten Tankschiffen während des Ladevorgangs. Es ist zu beachten, dass das Dampfwachstum zunimmt, wenn der Flüssigkeitspegel im Tank über 80 % liegt. Bei inertisierten Tankschiffen muss strikt auf eine Überwachung der Drücke der Inertgasanlage, insbesondere beim Auffüllen während der Ladeaktivitäten, geachtet werden.

Bei der Berechnung der Ladegeschwindigkeiten sollte eine maximale Geschwindigkeit der Entlüftungsleitung von 36 m/s berücksichtigt 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 von der Art der Ladung des Tankschiffs müssen eine Reihe von Ladegeschwindigkeiten für jeden einzelnen Ladetank ermittelt werden. Diese Ladegeschwindigkeiten sind abhängig von den maximalen Durchflussgeschwindigkeiten in den Lade- und Löschleitungen für verschiedene Produkte und Ladevorgänge. Im Allgemeinen müssen ggf. folgende Durchflussgeschwindigkeiten für jeden Abschnitt des Ladungssystems 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 Akkumulatoren.
- Eine Ladegeschwindigkeit, die auf einer linearen Geschwindigkeit von 7 m/s für die Massengutverladung von statischen Akkumulatoren in nicht inertisierte Tanks basiert.
- Ladegeschwindigkeit anhand einer linearen Geschwindigkeit von 12 m/s für das Beladen von inertisierten Tanks mit nichtstatischen sowie statischen Akkumulatoren. 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 gemeinsame 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 Anzahl der gleichzeitig geöffneten Ladetankventile ständig kontrolliert und eine für den jeweiligen Ladevorgang geeignete Ladegeschwindigkeit ermittelt wird.

7.3.3.3 Anstiegsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Ladetank

Kleine Tanks können mit größeren Füll- oder Saugventilen ausgestattet sein als normalerweise notwendig, um bestimmte Abläufe 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 berücksichtigen, um ein Überfüllen zu vermeiden.

Für die Regelung der Anstiegsgeschwindigkeit der Flüssigkeit in einem beliebigen Ladetank kann es angebracht sein, die Ladegeschwindigkeit einzustellen, um die Anstiegsgeschwindigkeit in einem 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 möglichst eine ähnliche Anstiegsgeschwindigkeit der Flüssigkeit wie in Abschnitt 7.3.3.3 berücksichtigt werden.

7.3.4 Überwachung der Leer- und Ballasträume

Leer- und Ballasträume innerhalb des Ladetankblocks sollten routinemäßig überwacht und auf Leckagen aus angrenzenden Tanks geprüft werden. Zum Überwachen gehören die regelmäßigen Prüfungen der Atmosphäre auf entzündbaren Inhalt und die regelmäßige Peilung der Leerräume (siehe auch Abschnitte 11.7 und 11.8).

7.4 Strom- und Antriebssysteme

Wenn ein Tankschiff am Terminal anlegt, sollten seine Hauptmotoren, Steuerung und anderen Anlagen, die zum Manövrieren des Schiffs wichtig sind, i.d.R. in betriebsbereitem Zustand sein, damit sich das Tankschiff bei Eintreten eines Notfalls vom Liegeplatz wegbewegen kann. Hinweise zu geplanter Außerbetriebsetzung sind in Abschnitt 22.7.1.1 enthalten

Ein Terminal kann einen gewissen Grad der Außerbetriebsetzung der Antriebsanlage gestatten, solange das Tankschiff längsseits liegt. Das Tankschiff muss jedoch die Genehmigung des Terminalbeauftragten oder der örtlichen Behörde einholen, bevor es Maßnahmen durchführen darf, die die Fahrbereitschaft des Tankschiffs aus eigener Kraft beeinträchtigen.

Ungeplante Bedingungen, die zum Verlust der Funktionsfähigkeit, insbesondere des Sicherheitssystems, führen können, sollten dem Terminal sofort mitgeteilt werden.

7.5 Nicht zutreffend

7.6 Nicht zutreffend

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 Wartung dieser Ausrüstung durchzuführen.

8.1 Brandbekämpfungsausrüstung an Bord

8.1.1 Allgemein

Die Anforderungen an die Brandbekämpfungsausrüstung an Bord eines Tankschiffs sind in den Vorschriften des jeweiligen Landes, in dem das Tankschiff registriert ist, festgelegt.

Die Aspekte der Brandbekämpfung und die Arten von Bränden, die auftreten können, werden in Kapitel 5 behandelt.

8.1.2 Fest installierte Feuerlöschanlagen mit Kühlwirkung auf Tankschiffen

Alle Tankschiffe sind mit einem Feuerlöschsystem ausgestattet, das aus Pumpen mit festem Unterwasseranschluss, einer Feuerlöschleitung mit Hydrantanschlüssen, Löschschläuchen und Kupplungen sowie Strahldüsen (oder vorzugsweise Strahl-/Sprühdüsen) besteht. Es sind genügend Hydranten vorhanden und so angebracht, dass zwei Wasserstrahlen jeden Teil des Tankschiffs erreichen können.

Bei kaltem Wetter muss das Einfrieren von Feuerlöschleitungen und Hydranten verhindert werden, indem aus den Hydranten am äußersten Ende jeder Feuerlöschleitung kontinuierlich Wasser über Bord abgelassen wird. Alternativ dazu können alle unteren Stellen der Feuerlöschleitung trocken gehalten werden.

8.1.3 Fest installierte Feuerlöschanlagen mit Erstickungswirkung auf Tankschiffen

An Bord von Tankschiffen können eines oder mehrere der unten aufgeführten Erstickungssysteme installiert sein (siehe auch Abschnitt 5.3).

8.1.3.1 Kohlendioxid-Flutungssystem

Dieses System ist zum Löschen von Feuern in Maschinen-, Kessel- und Pumpenräumen ausgelegt. Das System besteht in der Regel aus einer Reihe 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 Schaumlöschanlagen

Schaumlöschanlagen dienen zum Löschen von Feuern in Laderäumen, auf dem Ladedeck, in Pumpen- und Maschinenräumen. Die Schaumlöschanlage besteht aus Speicherbehältern mit Schaumkonzentrat. Das Wasser aus den Feuerlöschpumpen nimmt über ein Dosiergerät die richtige Menge Schaumkonzentrat aus dem Behälter auf. Dann wird die Schaumlösung durch die fest verlegten Zuleitungen zu den Entnahmestellen, fest installierten Schaummonitoren oder, wenn es sich um Maschinenraumanlagen handelt, zu den fest installierten 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 fest installierten Wassernebelanlagen ausgerüstet, die zum Schutz spezieller Teile des Maschinenraums, wie z. B. Heizölaufbereitungsräume, Kesselbefeuerungsbühnen, kleine Maschinenbereiche und Pumpenräume, dienen.

8.1.3.4 Wasservorhang

Einige Tankschiffe sind mit einem fest installierten System ausgestattet, das einen schützenden Wasservorhang zwischen Ladetank und Überbau bildet.

8.1.3.5 Inertgasanlage

Die Inertgasanlage dient zur Verhinderung von Bränden und Explosionen an Ladetanks. Es handelt sich dabei um keine fest installierte Feuerlöschanlage, die aber im Falle eines Brandes dabei helfen kann, das Feuer unter Kontrolle zu bringen und Explosionen zu verhindern.

8.1.4 Tragbare Brandbekämpfungsausrüstung

Alle Tankschiffe sind mit einer Reihe von tragbaren Brandbekämpfungsausrüstungen ausgestattet, um den Anforderungen der einschlägigen gesetzlichen Vorschriften zu genügen.

Die Brandbekämpfungsausrüstung sollte sich stets in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden und sofort einsatzbereit sein. Die Brandbekämpfungsausrüstung sollte mindestens einmal im Jahr formal auf ordnungsgemäßen Standort, Ladedruck und Zustand geprüft werden.

Die Bereitstellung tragbarer Brandbekämpfungsausrüstung, die für die Nutzung bei Bränden der Klasse A geeignet ist (siehe Tabelle 5.1) und im Hafen an der Sammelleitung des Tankschiffs eingesetzt werden kann, ist zu erwägen.

8.1.4.1 Arten von tragbarer Brandbekämpfungsausrüstung

Neben den Löschschlauchtrommeln zum Löschen mit Wasser von Bränden der Klasse A, zu denen brennbare Materialien wie Holz, Papier und Textilien gehören, sind alle Tankschiffe mit einer Reihe von tragbaren Brandbekämpfungsausrüstungen 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 (siehe Abschnitt 5.2 Brandarten und geeignete Feuerlöschmittel).

Brandart und Feuerlöschmittel	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D	Klasse E	Klasse F (oder K)
	Feststoffbrände, im Allgemeinen organischer Natur, bei denen die Verbrennung normalerweise mit der Bildung glimmender Asche einhergeht	Brände von Flüssigkeiten oder verflüssigten Feststoffen	Brände von Gasen	Brände von Metallen	Brände von unter Spannung stehenden elektrischen Geräten, bei denen die elektrische Nichtleitfähigkeit des Löschmittels von Bedeutung ist*	Brände von Speiseölen
Wasser/ Wasser mit Zusatzstoffen	✓					
Schaum	✓	✓			*	
Löschpulver /Trockenlöschmittel (Standardklassen B, C)		✓	✓		✓	
Löschpulver / Trockenlöschmittel (Mehrzweck- oder Allzweck-einsatz/ Klassen A, B, C)	✓	✓	✓		✓	
Löschpulver /Trockenlöschmittel (Metall)				✓		
CO ₂ -Gas		✓			✓	
Nasse Chemikalien	✓					✓
Löschdecke						✓

* Wenn die elektrischen Geräte spannungsfrei sind, können Brandbekämpfungsausrüstungen für Brände der Klasse A oder B sicher genutzt werden.

Tabelle 8.1: Löschmittel von tragbaren Brandbekämpfungsausrüstungen und deren Einsatzmöglichkeiten

8.2 Gasprüfgeräte

8.2.1 Einleitung

Dieser Abschnitt enthält Anleitungen zur Benutzung von Gasspürgeräten, 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 Besatzung des Tankschiffs die Anteile an Sauerstoff, entzündbaren 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 darstellen kann.

Für Tankschiffe, die mit einer Inertgasanlage ausgestattet sind, besteht zusätzlich die Notwendigkeit, den Sauerstoffgehalt des Inertgases als Teil des sicheren Umgangs mit Ladetankatmosphären zu messen.

8.2.2 Zusammenfassung der Gasprüfungsaufgaben

8.2.2.1 Überwachung der Atmosphäre

Die Außenatmosphäre sollte kontrolliert werden auf:

- Entzündbare Dämpfe bei der Durchführung von Heißenarbeiten (wichtige Einschränkungen für Heißenarbeiten siehe Abschnitt 9.4). Dies erfolgt mit Hilfe eines Gasspürgeräts, mit dem das Gas bis zur UEG gemessen und der Wert auf der Teilstrichskala in Prozent des Grenzwerts angegeben werden kann.
- Toxische Gase beim Laden von toxischen Komponenten und bei dem Gasfreimachen nach der Beförderung solcher Ladungen. Dazu wird ein Gerät verwendet, mit dem toxische Gaskonzentrationen im Bereich der Humantoxizität, i.d.R. auf ppm 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 Dämpfe vorhanden sind (für eine vollständige Beschreibung der erforderlichen Tests siehe Abschnitt 10.3).

Die Messung zur Absicherung, dass die Atmosphäre frei von schädlichem Kohlenwasserstoffgas ist, erfolgt mit Hilfe eines Gasspürgeräts, mit dem Gas bis zur UEG gemessen und auf der Teilstrichskala als Prozent der UEG angegeben werden kann. Für das Betreten des Tanks sollte dieser Wert unter 1 % der UEG liegen.

Mit einem Sauerstoffmessgerät wird festgestellt, ob ein normales Sauerstoffniveau von 21 Vol.-% in der Luft vorhanden ist.

Besteht die Möglichkeit, dass der zu betretende Raum toxischen Dampf 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 ppm kalibriert, feststellen lassen. Der Gehalt an giftigen Dämpfen und Gasen sollte nicht mehr als 50 % des OEL betragen.

8.2.2.3 Kontrolle der Inertgasatmosphäre

Tankschiffe mit einer Inertgasanlage sollten mit einem Sauerstoffmessgerät ausgestattet sein, um die Qualität des Inertgases zu ermitteln und das Sauerstoffniveau in den Ladetanks zu messen. Siehe Abschnitt 7.1 für weitere Informationen zum Inertgasmanagement.

Zur Gewährleistung der Sicherheit der Betriebsabläufe, z. B. Spülen und Gasfreimachen der Ladetanks, wird auch ein Gasspürgerät benötigt, mit dem sich der Anteil entzündbarer Gase bezogen auf das Volumen in einer inerten Atmosphäre messen lässt.

8.2.3 Bereitstellung von Gasspürgeräten

Es wird empfohlen, dass Tankschiffe, die Ladungen befördern, bei denen die Wahrscheinlichkeit besteht, dass sie in einem Laderaum toxische oder entzündbare 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 Tankschiffbetreiber das richtige Gerät für den jeweils erforderlichen Gastest bereitstellt. Es ist anzumerken, dass die verschiedenen Gasprüffunktionen in einem Multifunktions-Gasspürgerät integriert sein können.

Die Gasspürgeräteausstattung an Bord eines Tankschiffs sollte ein umfassendes, integriertes System sein, das alle erforderlichen, vom Betreiber vorgegebenen Anwendungsfälle abdeckt. Die Geräte sollten für den jeweiligen Einsatzzweck geeignet sein, und die Benutzer sollten auf die speziellen Einsatzmöglichkeiten und Beschränkungen eines jeden Geräts aufmerksam gemacht werden.

Die Benutzer von Gasspürgeräten sollten in der ordnungsgemäßen Handhabung der Geräte entsprechend ihren Arbeitspflichten geschult werden.

8.2.4 Alarmfunktionen von Gasspürgeräten

Gasspürgeräte sollten nur mit Alarmfunktionen ausgestattet werden, wenn ein akustisches Warnsignal erforderlich ist, wie z. B. bei einem persönlichen Gasspürgerät. 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 sollten 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 Atmosphären zwecks Zutrittszertifizierung und das Überwachen der Atmosphären mit einem persönlichen Warngerät während des Betretens verringert die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls infolge von Gerätefehlfunktionen. Daher wird empfohlen, dass das Prüfgerät nicht als persönliches Alarmgerät während des Betretens verwendet wird.

8.2.5 Probenentnahmeleitungen

Probenentnahmeleitungen sollten, so vorhanden, für den vorgesehenen Zweck geeignet und dicht sein gegenüber Gasen, die in der überwachten Atmosphäre vorhanden sind. Sie sollten auch heißem Waschwasser standhalten. Sie sollten regelmäßig geprüft und gereinigt werden.

8.2.6 Kalibrierung

Die Kalibrierung sollte nicht mit den Funktionsprüfungen verwechselt werden (siehe Abschnitt 8.2.7).

Die Genauigkeit der Messgeräte sollte den vom Hersteller genannten Standards entsprechen. Bei der Erstausslieferung sollten die Geräte über ein Kalibrierungszertifikat verfügen, das nach Möglichkeit auf international anerkannte Standards rückverfolgbar ist. Deshalb sollte der Kalibrierungs- und Zertifizierungsprozess Bestandteil des Sicherheitsmanagementsystems an Bord sein. Hierbei kann die Kalibrierung an Bord entsprechend der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers erfolgen und/oder die Geräte können durch eine anerkannte Prüfstelle an Land regelmäßig kalibriert werden, entweder in bestimmten Intervallen oder während der Überholung des Tankschiffs oder wenn die Genauigkeit des Geräts nicht mehr den vom Hersteller angegebenen Standards zu entsprechen scheint.

Kalibrierungszertifikate, die die Seriennummer des Geräts, das Kalibrierungsdatum und das Kalibriergas oder die Kalibrierungsmethode zusammen mit einem Verweis auf die anwendbaren Standards enthalten, sollten an Bord mitgeführt werden.

Messgeräte werden normalerweise mit Hilfe eines Kalibriergases kalibriert, das dem 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 demontiert werden, die für solche Arbeiten qualifiziert und zertifiziert sind.

8.2.7 Funktionsprüfungen und Inspektion

Gasspürgeräte sollten entsprechend der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers 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.

Das Gerät und die Probenentnahmeleitungen müssen während des Betriebs gelegentlich auf Dichtigkeit geprüft werden, da die Stichprobe durch eindringende Luft verdünnt wird und zu falschen Messwerten führt. Dichtigkeitsprüfungen können durch Zusammendrücken des Endes der Probenentnahmeleitung und Drücken der Saugbirne erfolgen. Die Saugbirne dürfte sich nicht ausdehnen, solange die Probenentnahmeleitung gedrückt bleibt.

Bei längeren Arbeiten sollte der Tankschiffbetreiber die Häufigkeit der Funktionsprüfungen festlegen. Die Prüfungs- und Inspektionsergebnisse sollten aufgezeichnet werden.

Diese Abläufe sollten in dem Sicherheitsmanagementsystem dokumentiert werden (siehe Abschnitt 9.1).

8.2.8 Persönliche Wegwerfgasspürgeräte

Persönliche Wegwerfgasspürgeräte sollten regelmäßig auf korrekte Funktionsweise entsprechend den Empfehlungen des Herstellers geprüft werden.

Wegwerfgasspürgeräte 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 Hebevorrichtungen

8.3.1 Inspektion und Wartung

Alle Hebevorrichtungen an Bord, mit denen z. B. Güterumschlagsgeräte und/oder Landgangstege 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.

Hebevorrichtungen sind:

- Kräne für Umschlagsschläuche, Lademaste, Davits und Gerüste,
- Landgangstege und zugehörige Kräne und Davits,
- Lagerkräne und Davits,
- Kettenzüge, Handwinden und ähnliche mechanische Geräte,
- Personalaufzüge und Hebezeuge,
- Schlaufen, Schlingen, 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.

Alle Wartungsarbeiten an Hebevorrichtungen sollten in Übereinstimmung mit den Richtlinien des Herstellers durchgeführt werden. Routinekontrollen sollten Teil des geplanten Wartungsprogramms des Tankschiffs sein.

Alle Prüf- und Inspektionsprotokolle sollten in das Register für Hebevorrichtungen eingetragen werden. Diese Protokolle sollten den Terminalbeauftragten zur Einsichtnahme zur Verfügung stehen, wenn das Terminalpersonal an Hebeaktionen mit Hilfe der Technik des Tankschiffs beteiligt ist.

8.3.2 Schulung

Hebevorrichtungen dürfen nur von Mitarbeitern bedient werden, die dafür geschult wurden und nachgewiesen haben, dass sie in der Lage sind, diese Geräte zu bedienen.

9 Sicherheits- und Notfallmanagement

Die Beförderung gefährlicher Güter erfordert Maßnahmen, die der Art und dem Ausmaß der vorhersehbaren Gefahren angemessen sind, um Schäden oder Verletzungen zu vermeiden und, falls erforderlich, ihre Auswirkungen zu minimieren. Zur Kontrolle der Gesundheits- und Sicherheitsaspekte im Zusammenhang mit dem Umgang mit gefährlichen Gütern wird empfohlen, ein Sicherheitsmanagementsystem einzurichten, um die Risiken zu minimieren. Bei der Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen kann der ISM-Code für Seeschiffe genutzt werden, falls kein gleichwertiger Code verfügbar ist.

Dieses Kapitel enthält Richtlinien für Sicherheitsmanagementsysteme und stellt einen risikoorientierten Ansatz für die Planung und Durchführung gefährlicher Arbeiten vor.

Es enthält außerdem Hinweise zur Risikobewertung und zum Risikomanagement und informiert über die praktische Anwendung dieser Prozesse in Bezug auf Heißarbeiten und andere gefährliche Tätigkeiten an Bord.

Die Sicherheit an Bord der Tankschiffe erstreckt sich auf die Arbeit der Vertragspartner und Reparaturteams. Dieses Kapitel befasst sich auch mit dem sicheren Management von Vertragspartnern und Reparaturarbeiten außerhalb einer Werft.

Schließlich gibt es Hinweise für effektive Managementstrukturen und Organisation bei Notfällen an Bord.

9.1 Sicherheitsmanagementsysteme

Ein Managementsystem ist eine definierte Methode, um sicherzustellen, dass die angegebenen Ziele erreicht werden. Das System wird dokumentiert und umfasst die folgenden Punkte:

- Geltungsbereich und Ziele,
- Verfahren,
- für die Umsetzung und Durchführung verantwortliche und zuständige Ressourcen,
- ein Überprüfungs- und Messverfahren, um festzustellen, ob die gewünschten Ergebnisse erzielt werden,
- ein Rückmeldungsmechanismus, der eine Grundlage für weitere Verbesserungen bietet.

Das Sicherheitsmanagementsystem ermöglicht eine effektive Umsetzung der Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzrichtlinien des Betreibers. Das Sicherheitsmanagementsystem wird regelmäßig geprüft, um dessen Eignung zu verifizieren und zu bestätigen, dass es effektiv ist und die genannten Maßnahmen eingehalten werden.

Obgleich im ISGINTT eine Reihe von Sicherheitsmanagementfragen aufgegriffen werden, sollte der Betreiber ein in Inhalt und Form eigenes Sicherheitsmanagementsystem entwickeln. Das Sicherheitsmanagementsystem muss belegen, dass die Organisation der Sicherheit ein akzeptables Niveau hat, um Binnentankschiff, Personal und Umwelt zu schützen.

Zur Gewährleistung des geforderten Sicherheitsniveaus muss das Sicherheitsmanagementsystem alle beim Betrieb des Tankschiffs durchgeführten Tätigkeiten und die möglichen Situationen, die die Sicherheit des Tankschiffs oder seines Betriebs beeinträchtigen könnten, berücksichtigen.

Diese Aktivitäten und Situationen bergen verschiedene Gefahrenstufen für das Tankschiff, sein Personal und die Umwelt in sich. Eine sorgfältige Einschätzung dieser Gefahren und der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens gibt Aufschluss über den Schweregrad der 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:

- Dokumentation von Richtlinien, Verfahrensweisen und Anweisungen,
- Dokumentation der Verifizierung der täglichen Betriebsabläufe durch die verantwortliche Person, wenn dies für die Gewährleistung der Einhaltung der Vorschriften relevant ist.

Das Ergebnis eines effektiven Sicherheitsmanagementsystems ist ein sicheres Arbeitssystem.

9.2 Risikomanagement

9.2.1 Allgemein

Tankschiffe und Terminals sollten über einen Risikomanagementprozess verfügen. Es sollte Verfahren zur Identifizierung von Gefahren, zur Bewertung der damit verbundenen Risiken und zur Sicherstellung der Beseitigung von Risiken oder ihrer Reduzierung auf ein vernünftigerweise praktikables Maß durch vorbeugende und abschwächende Maßnahmen oder Kontrollen umfassen.

Alle Tätigkeiten, auch die der Vertragspartner, sollten im Risikomanagementprozess einbezogen werden.

9.2.2 Risikobewertung

Ein von der Industrie genutztes Schlüsselinstrument und eine Funktion aller Sicherheitsmanagementsysteme für das Risikomanagement ist der Prozess der Risikobewertung. Mit der Risikobewertung können potenzielle Gefahren, d. h. alles, was Schaden anrichten kann, ermittelt und die Wahrscheinlichkeit und Schwere des Auftretens einer Gefahr sowie die Folgen ihres Eintretens analysiert werden. Eine Risikobewertung ist in der Regel ein fünfstufiger Prozess, dessen Ergebnisse in quantitativer oder qualitativer Form ausgedrückt werden können:

1. Identifizierung der Gefährdungen,
2. entscheiden, wer geschädigt werden könnte und wie,
3. die Risiken und Entscheidung über vorbeugende und abschwächende Maßnahmen oder Kontrollen bewerten,
4. signifikante Erkenntnisse aufzeichnen,
5. Überprüfung der Bewertung und Aktualisierung gemäß dem *Internationalen Sicherheitsmanagement-Codes (ISM Code)* oder dem Sicherheitsmanagementsystem des Betreibers.

Risikobewertungen sollten die Grundlage für die Entwicklung von Strategien und Verfahren bilden, die alle Betriebsabläufe von Tankschiffen und Terminals abdecken.

Alle neuen oder nicht routinemäßigen Tätigkeiten, die nicht durch bestehende Verfahren abgedeckt sind, sollten vor Beginn einer Risikobewertung unterzogen werden, z. B. Reparaturarbeiten in Notfällen.

Bei Risikobewertungen sollte die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass menschliches Versagen zu einer Gefahr oder einem Kontrollfehler führt. In dieser Situation kann die Analyse sicherheitskritischer Aufgaben genutzt werden, um menschliches Versagen zu verhindern, zu erkennen oder darauf zu reagieren.

Zur Gewährleistung, dass alle Gefahren erkannt werden, sollten die Risikobewertungen von einem Team aus entsprechend geschultem und erfahrenem Personal durchgeführt werden. Sie sollten möglichst nicht von einer einzigen Person durchgeführt werden.

Unbeabsichtigte Änderungen der Bedingungen während eines zuvor bewerteten Ereignisses (z. B. schlechteres Wetter, Verlust einer Person aufgrund von Arbeitseinschränkungen oder Krankheit, Kursänderungen, die die Bewegung des Schiffes erhöhen) können die Notwendigkeit einer Neubewertung bewirken. Dies ist besonders wichtig bei längeren Projekten oder Arbeitsaufgaben.

9.2.3 Hierarchie der Kontrollen

Tabelle 9.1 enthält eine empfohlene Rangfolge für die Auswahl von vorbeugenden Maßnahmen oder Kontrollen. Dies wird als Hierarchie der Kontrollen bezeichnet.

1. Beseitigung	Beseitigen Sie die Ursache der Gefahr vollständig, indem Sie z. B. eine geplante Tätigkeit nicht durchführen.
2. Substitution	Ersetzen Sie das vorgeschlagene Verfahren durch ein weniger gefährliches Verfahren.
3. Technische Schutzmaßnahmen	Personal durch physische Maßnahmen von der Gefahr fernhalten, z. B. Anbringen von Schutzvorrichtungen an gefährlichen Ausrüstungen, Anbringen von Barrieren um offene Luken oder Nutzung von Wartungssicherungen (Lock-out-Tag-out-Vorrichtungen).
4. Administrative Kontrollen	Nutzung von Verfahren zur sicheren Durchführung von Aufgaben, z. B. Genehmigungen für Heißenarbeiten, Genehmigungen für das Betreten geschlossener Räume, Instrumente zur Gefahrenerkennung, Risikobewertungen und Dienstpläne, um die Exposition gegenüber Gefahren zu minimieren.
5. PSA	Nutzen Sie PSA zum Schutz der betreffenden Person, z. B. eine Schutzbrille. PSA sollte nur dann erwogen werden, wenn sich alle oben genannten Maßnahmen als unwirksam erwiesen haben, um die Risiken auf ein vernünftiges praktisches Niveau zu reduzieren. Es ist die PSA auszuwählen, die der jeweiligen Gefahr am besten entgegenwirkt. Schulen Sie das Personal zur korrekten Nutzung der Ausrüstung, einschließlich der Überprüfung, ob sie noch für den vorgesehenen Zweck geeignet ist.

Tabelle 9.1: Hierarchie der Kontrollen bei der Risikobewertung

9.2.4 Risiken an der Schnittstelle zum Gewässer

Folgende Tätigkeiten an der Schnittstelle zum Gewässer sollten einer Risikobewertung unterzogen werden:

- Festmachen und Anlegen,
- Ladungsumschlag,
- paarweise Befestigung (einschließlich mehrfaches Befestigen),
- Löschen oder Laden während des Tidenwechsels,
- Schleppen und Bugsieren,
- nicht ladungsbezogene Tätigkeiten, einschließlich Tankreinigung, Bunkerung, Lagerung, Heißenarbeiten und Reparaturen am Liegeplatz,
- Messen der Ladung und Probenahme.

Risikobewertungen können auch zur Entwicklung der folgenden Maßnahmen genutzt werden:

- Sicherheitspläne,
- Notfallpläne,
- Pläne zur Bekämpfung von Ölverschmutzungen,
- Sicherheitssperrzonen am Terminal,
- nicht standardisierte Vorkehrungen zur Brandbekämpfung und zum Schutz von Terminals,
- Identifizierung kritischer Geräte und Anlagen.

Die bestehenden Risikobewertungen und damit verbundenen Kontrollen sind regelmäßig zu prüfen, um sicherzustellen, dass sie noch gültig sind. Sowohl für die Tankschiff- als auch für die Terminalanlagen und -vorgänge sollte ein wiederkehrendes Untersuchungsverfahren eingerichtet werden. Dies sollte genutzt werden, um neue Gefahren zu ermitteln und zu entscheiden, ob eine überarbeitete Risikobewertung erforderlich ist.

9.2.5 Änderungsmanagement

Zum Risikomanagementprozess sollte ein Änderungsmanagementprozess (MOC, Management of Change) gehören.

Unter MOC versteht man den Prozess kontrollierter und geplanter, vorübergehender oder dauerhafter Veränderungen von Abläufen, Verfahren, Ausrüstung oder Personal, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

Das MOC-Verfahren sollte sicherstellen, dass Sicherheits- und/oder Umweltstandards nach der Änderung nicht beeinträchtigt werden.

Das MOC sollte dokumentiert und durch Risikobewertungen untermauert werden, die sich an die ersten Risikobewertungen anschließen, soweit vorhanden.

Zu den Änderungen, die möglicherweise ein MOC-Verfahren erfordern, gehören:

- Änderungen der Standardbetriebsabläufe im Sicherheitsmanagementsystem, z. B. aufgrund von Änderungen der Vorschriften und Normen,
- Änderungen an vorhandenen Geräten,
- Einbau neuer Geräte,
- Änderungen in der Besatzung von Tankschiffen oder Terminals,
- neue Umschlagprodukte,
- eine andere Art oder Größe von Tankschiffen, die ein Terminal anlaufen.

9.3 Arbeitsgenehmigungssysteme

9.3.1 Allgemein

Während Betreiber ihre eigenen Verfahren für alle Aspekte des Betriebs und der durchgeführten Aufgaben entwickeln, entscheiden sich viele 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, Risikobewertungen bei der Entwicklung eines sicheren Arbeitssystems vorzunehmen und aufzuzeichnen.

Anleitungen 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,
- Wartungsverfahren,
- örtliche Verfahren,
- Ablaufverfahren,
- Checkliste,
- Genehmigung.

Die Maßnahmen, die bei der Ausübung einer bestimmten Tätigkeit erforderlich sind, werden in der Risikobewertung festgelegt und in der Arbeitsgenehmigung festgehalten.

9.3.2 Struktur: Arbeitsgenehmigungssystem

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 Folgendes definieren:

- Verantwortung des Unternehmens,
- Verantwortlichkeiten der Mitarbeiter, die mit dem System arbeiten,
- Schulung zur Systemanwendung,
- Kompetenzmaß für die Mitarbeiter,
- Genehmigungsarten und deren Beantragung,
- Zuständigkeitsebenen,
- Isolierungsmaßnahmen,
- Verfahren zur Erteilung von Genehmigungen,
- Verfahren zur Annullierung von Genehmigungen,
- Notfallmaßnahmen,

- Führen von Aufzeichnungen,
- Auditierung,
- Systemaktualisierung.

Das System bestimmt die geeigneten Kontrollen zum Managen des mit jeder Aufgabe verbundenen Risikos und das geeignete Managementinstrument zum Managen der Aufgabe, wie in Abschnitt 9.3.1 oben beschrieben.

Das System sieht nicht vor, dass alle Aufgaben formell genehmigt werden müssen. Wichtig ist jedoch, dass die Arbeitsanweisungen, 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 Arbeitsgenehmigungssystem: Funktionsweisen

Das Arbeitsgenehmigungssystem sollte folgende Schritte enthalten:

- Beschreibung der Aufgabe und Ort der Ausführung,
- Identifizierung der Gefährdungen und Risikobewertung,
- Gewährleistung der erforderlichen Kompetenz des Personals, das mit der Ausführung der Arbeiten betraut ist,
- Definition der Risikokontrollmaßnahmen - Angabe der Vorsichtsmaßnahmen und der erforderlichen PSA,
- 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 führt den Nutzer logisch, detailliert und kompetent durch den jeweiligen Prozess. Die Genehmigung wird von denjenigen, die die Arbeiten genehmigen, und denjenigen, die die Arbeiten ausführen, gemeinsam erstellt. 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 Binnentankschiffs diktiert, im Allgemeinen mit folgendem Inhalt:

- Art der Genehmigung,
- Anzahl der Genehmigungen,
- Begleitunterlagen, z. B. Angaben zu Isolierungen, Gasprüfungsergebnisse,
- 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.

Das Einhalten der Anforderungen der Genehmigung und das Erkennen von Abweichungen von den vorgeschriebenen Kontrollen oder den erwarteten Bedingungen sind für die sichere Durchführung der Aufgabe unerlässlich. 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:

- Risikobewertungen,
- Arbeitsgenehmigungen,
- Interferenz mit anderen Aufgaben,
- Auflagen zum Sicherheitsabstand und zur Kennzeichnung,
- Notwendigkeit von Sicherheitsbriefings, Toolbox Talks (Sicherheitsbesprechung) und korrekten Verfahrensweisen.

Das Format und die Häufigkeit von Arbeitsplanungstreffen sollten den Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems entsprechen und werden durch die Arbeiten auf dem Binnentankschiff bestimmt.

Es kann sich als günstig erweisen, Treffen auf zwei Ebenen durchzuführen, einmal auf Führungsebene und dann Treffen, auf denen praktische Fragen in Bezug auf die Durchführung bestimmter Arbeiten angesprochen werden.

9.3.6 Toolbox Talks (Sicherheitsbesprechungen)

Ein Toolbox Talk ist eine Diskussion zwischen allen beteiligten Parteien, einschließlich der Vertragspartner, über die Gefahren der geplanten Aufgabe.

Ein Toolbox Talk ist für alle Aufgaben erforderlich. Der für die Aufgabe Verantwortliche (Person in Charge, PIC) sollte vor Beginn der Aufgabe einen Toolbox Talk mit allen Beteiligten auf der Baustelle führen. Zu Toolbox Talks gehören:

- kritische Arbeitsschritte, einschließlich Aufgaben und Verantwortlichkeiten,
- Gefährdungen am Arbeitsplatz und zusätzliche Schutzmaßnahmen, einschließlich PSA,
- gegebenenfalls spezielle Arbeitsgenehmigungen,
- Kommunikationsplan,
- Auslöser für Arbeitsstopp-Berechtigung (Stop work authority, SWA).

Wenn nur eine Person für die Durchführung der Aufgabe benötigt wird, sollte diese vor Beginn die obige Liste durchsehen.

Ist der Arbeitsplatz laut, müssen die Gefahren am Arbeitsplatz ermittelt und der Toolbox Talk an einem ruhigeren Ort beendet werden.

9.3.7 Arbeitsstopp-Berechtigung (Stop Work Authority, SWA)

Es wird empfohlen, dass die Sicherheitsmanagementsysteme von Binnentankschiffen und Terminals eine Politik und ein Verfahren zu Arbeitsstopp-Berechtigungen (SWA) beinhalten.

Die SWA überträgt Arbeitnehmern und Vertragspartnern die Verantwortung und Verpflichtung, einzugreifen und die Arbeit zu unterbrechen, wenn sie etwas sehen, das unsicher ist und einen Unfall verursachen könnte (siehe Abschnitt 13.7).

Ein typisches SWA-Verfahren umfasst fünf Schritte:

1. Stopp der unsicheren Tätigkeit,
2. Information des Verantwortlichen (PIC), damit das Problem behandelt werden kann,
3. Ansprechen der Bedenken mit den Beteiligten und ggf. Korrektur des Problems,
4. Tätigkeit wird wieder aufgenommen,
5. Weitergabe der gewonnenen Erkenntnisse an andere Mitarbeiter und Vertragspartner, die davon betroffen sein könnten.

9.4 Heißarbeiten

Hinweis! Die folgenden Abschnitte zu Heißarbeiten ersetzen nicht die gesetzlichen Verpflichtungen, Heißarbeiten 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 Heißarbeiten 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 Heißarbeiten begonnen wird.

Eine Reihe von Bränden und Explosionen sind aufgrund von Heißarbeiten in oder in der Nähe von Ladetanks oder anderen Räumen entstanden, die entzündbare Stoffe oder Stoffe, die entzündbare Dämpfe freisetzen, enthalten oder vorher enthalten haben.

9.4.1 Kontrolle der Heißarbeiten

Das Sicherheitsmanagementsystem sollte entsprechende Anleitungen zur Kontrolle von Heißarbeiten 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 Heißarbeiten im Innern des bezeichneten Raums

Es sollte ein Raum ausgewiesen werden, in dem die Bedingungen für Heißarbeiten sicher sind, wie z. B. die Maschinenraumwerkstatt. Nach Möglichkeit sollten Heißarbeiten in diesem Raum durchgeführt werden.

Der ausgewiesene Raum sollte auf mögliche Risiken hin bewertet werden, und das Sicherheitsmanagementsystem sollte die Bedingungen für die Durchführung von Heißarbeiten in diesem Raum festlegen, einschließlich zusätzlicher Kontrollen wie Benachrichtigungen, Feuerfrherkennungssysteme oder Einschränkungen. Heißarbeiten sollten beim Bunkern, Umschlags- und Reinigungsaktivitten und bei Freisetzung von Ladetankdmpfen untersagt sein. Wenn Heißarbeiten erforderlich sind, sollten diese Arbeiten unterbrochen werden, bis die Heißarbeiten abgeschlossen sind.

Bei Heißarbeiten, wie z. B. Lichtbogenschweißen (siehe Abschnitt 9.5) oder Brennschneiden, ist eine sichere Begrenzung innerhalb des vorgesehenen Raums zu errichten, um einen Störlichtbogen zu verhindern und Funken einzudämmen. Dieser Bereich sollte durch Vorhänge oder eine andere Abschirmung abgegrenzt werden. Auch andere Faktoren, wie Kraftstofftanks oder elektrische Leitungen, können eine Sicherheitsgrenze erfordern. Arbeiten außerhalb der Grenze, aber innerhalb des ausgewiesenen Raums, können mit zusätzlichen Kontrollen erlaubt werden, die durch eine Risikobewertung oder im Rahmen der Verfahren des Sicherheitsmanagementsystems des Betreibers ermittelt werden.

Umfasst der für Heißarbeiten vorgesehene Bereich ein Bunkertankschott, so dürfen die Arbeiten nicht näher als 500 mm an diesem Schott durchgeführt werden (siehe 9.4.4.1).

9.4.3 Heißarbeiten außerhalb des zugewiesenen Raums

9.4.3.1 Allgemein

Heißarbeiten sollten im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems mit Hilfe des Arbeitsgenehmigungssystems kontrolliert werden.

Der Schiffsführer sollte entscheiden, ob die Durchführung von Heißarbeiten gerechtfertigt ist und ob diese sicher durchgeführt werden können. Der Schiffsführer oder die verantwortliche Person muss die erteilte Genehmigung bestätigen, bevor mit den Heißarbeiten begonnen werden kann.

Die üblichen Ressourcenbeschränkungen an Bord eines Binnentankschiffs bedeuten, dass i.d.R. jeweils nur ein Heiarbeitsvorgang zur gleichen Zeit erfolgen sollte. Für jede geplante Arbeit und jeden Ort ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich.

Zur Identifizierung der Gefährdungen und Einschätzung der verbundenen Risiken sollte eine Risikobewertung erfolgen. Im Ergebnis wird es eine Reihe von Risikominderungsmaßnahmen geben, die erforderlich sind, um die Arbeiten sicher ausführen zu können.

Die Risikobewertung sollte Gefahren, die Risiken für die Mitarbeiter der Feuerwache darstellen und Maßnahmen zur Evakuierung in einem Notfall identifizieren. Zur Risikobewertung sollte auch die zusätzliche PSA 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 Beginn der Arbeiten erforderlichen Vorbereitungsmaßnahmen, die Vorgehensweisen bei der eigentlichen Ausführung der Arbeiten und die damit verbundenen Sicherheitsvorkehrungen festgelegt werden. Der Plan sollte auch die Person bestimmen, die die Arbeiten genehmigt, und die Personen, die für die Ausführung der speziellen Arbeiten zuständig sind, ggf. auch Vertragspartner (siehe Abschnitt 9.7).

Es sollte eine verantwortliche Person, die nicht direkt an den Heißarbeiten beteiligt ist, ernannt werden, die dafür zu sorgen hat, dass der Plan befolgt wird.

Die Genehmigung für die Heißarbeiten 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.

Genehmigungen werden unter bestimmten Bedingungen erteilt. Haben sich die Bedingungen geändert, müssen die Heißarbeiten sofort abgebrochen werden. Die Genehmigung sollte zurückgezogen oder für ungültig werden, bis alle Bedingungen und Sicherheitsvorkehrungen geprüft und wiederhergestellt sind, sodass die Genehmigung erneut erteilt oder bestätigt werden kann.

Der Arbeitsbereich sollte sorgfältig vorbereitet und abgesichert werden, bevor mit den Heißarbeiten begonnen wird.

Brandschutz- und Feuerlöschmaßnahmen sollten überprüft werden. Entsprechende Brandbekämpfungsausrüstung muss bereitgestellt und aufgebaut werden und sofort einsatzfähig sein.

Für den Bereich der Heißarbeiten und der 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 Heißarbeiten festgehalten werden.

Wenn es notwendig ist, Heißarbeiten in einem gefährdeten Bereich durchzuführen, sollten die Anleitungen in Abschnitt 9.4.4 befolgt werden.

Wenn Heißarbeiten 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.

Abbildung 9.1 enthält ein Ablaufschema als Anleitung. 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 Heißarbeiten auf einem inertisierten Tankschiff 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 Heißarbeiten in gassicheren Bereichen

(absichtlich freigelassen)

9.4.3.3 Heißarbeiten innerhalb des Maschinenraums

Bei Heißarbeiten innerhalb des Hauptmaschinenraums in Verbindung mit Brennstofftanks und Brennstoffleitungen muss berücksichtigt werden, dass möglicherweise Kohlenwasserstoffgase in der Atmosphäre und potenzielle Zündquellen vorhanden sind.

Heißarbeiten an Schotten von Bunkertanks oder im Bereich von 500 mm dieser Schotten dürfen erst durchgeführt werden, wenn der Tank gereinigt wurde und dem Standard für Heißarbeiten entspricht.

9.4.4 Heißarbeiten in gefährdeten Bereichen

9.4.4.1 Allgemein

Gefährdete Bereiche sind Orte an Bord bzw. innerhalb des Terminals, an denen eine explosionsfähige Atmosphäre, wie in Abschnitt 4.4.2 beschrieben, vorhanden sein könnte. In Bezug auf Binnentankschiffe ist damit effektiv ein Bereich gemeint, der etwas größer ist als das Ladetankdeck und zu den Ladetanks und Pumpenräumen sowie der Atmosphäre ringsherum und darüber gehören. In gefährdeten Bereichen sollten keine Heißarbeiten durchgeführt werden, bis der Bereich sicher gemacht und der Nachweis dafür erbracht wurde und alle erforderlichen Genehmigungen eingeholt worden sind.

Alle Heißarbeiten in gefährdeten Bereichen sollten einer vollständigen Risikobewertung unterzogen werden. Die in Abschnitt 9.4.3 beschriebenen Anleitungen sollten ebenfalls eingehalten werden. Das mögliche Vorhandensein von Kohlenwasserstoffgasen in der Atmosphäre und von potenziellen Zündquellen muss auch berücksichtigt werden.

Heißarbeiten in gefährdeten Bereichen sollten nur ausgeführt werden, wenn das Tankschiff mit Ballast beladen ist. Heißarbeiten sollten bei Umschlags- oder Ballastvorgngen sowie bei Reinigungs-, Gasfreimach- und Inertisierungsvorgngen untersagt sein. Wenn die Heißarbeiten zum Zwecke der Durchführung der genannten Arbeiten unterbrochen werden müssen, sollte die Genehmigung zurückgezogen oder für ungültig erklärt werden. Nach Abschluss der genannten Arbeiten sollten alle Sicherheitschecks noch einmal durchgeführt und die Genehmigung neu erteilt oder eine neue Vorgehensweise festgelegt werden.

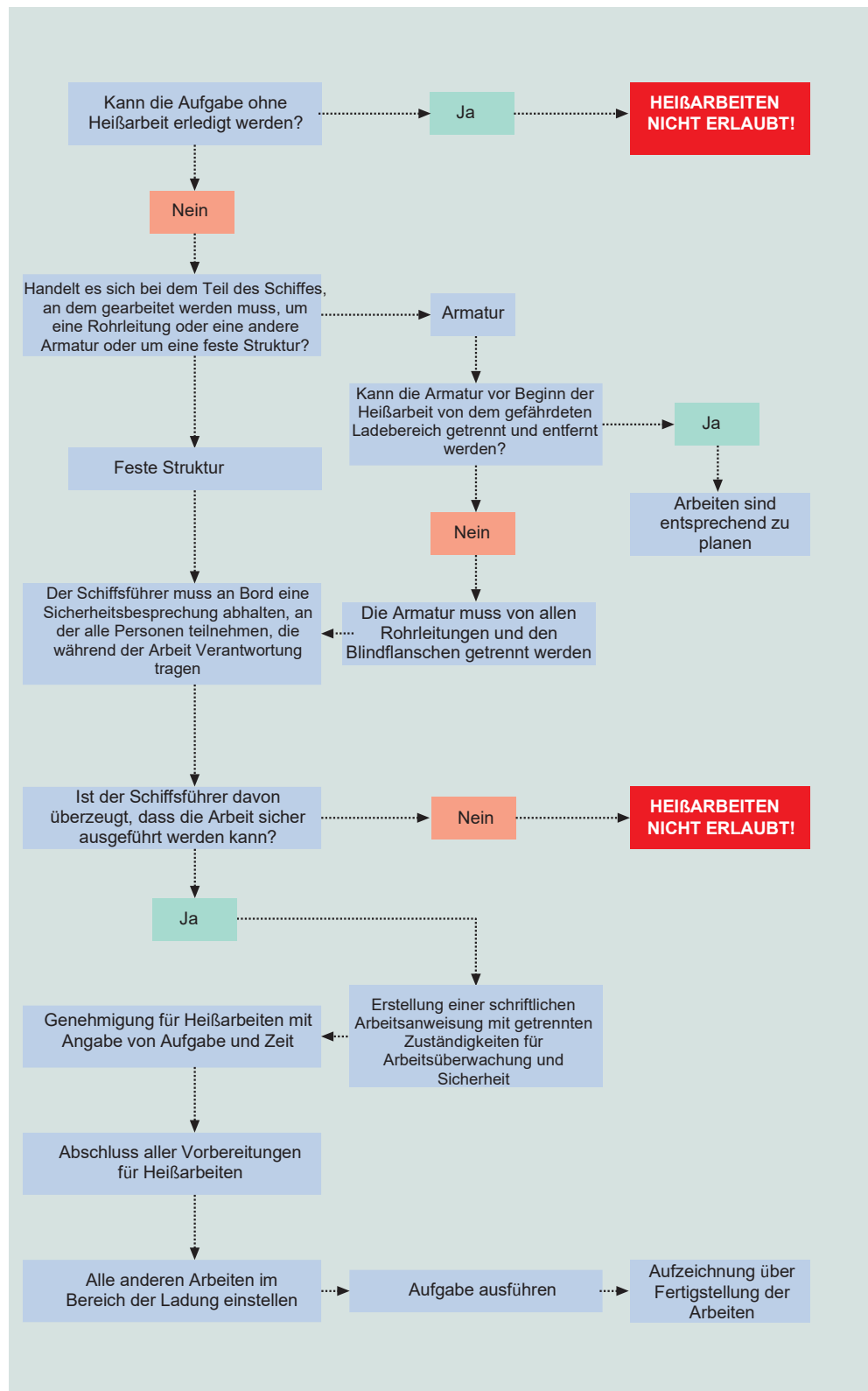


Abbildung 9.1: Ablaufschema für Heißarbeiten

Mindestanforderungen an Arbeitsort	Maschinenraumwerkstatt	Andere Teile von nicht-gefährdeten Bereichen	Offenes Deck hinter Wohnung	Geschlossene Räume (außer Pumpenräume)	Hauptdeck (Deckbeplattung)	Arbeiten an Einrichtungen im Hauptdeckbereich	Arbeiten an Ladeleitungen, inkl. Heizschlangen in einem Ladetank	Ladungspumpenräume	Lade- oder Ballasttanks
Durchführung eines Arbeitsplanungstreffens und Risikobewertung abgeschlossen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arbeit im ausgewiesenen Raum mit aufgestellter Abschirmung oder Vorhang	✓								
Ausreichende Belüftung	✓	✓		✓			✓	✓	✓
Bestätigung des Schiffsführers oder des Beauftragten, dass die Arbeiten fortgesetzt werden können	✓								
Tankatmosphäre wurde geprüft und Zutrittsgenehmigung erteilt				✓			✓		✓
Tank muss gereinigt und gasfrei gemacht werden				✓			✓		✓
Ladetanks müssen auf höchstens 8 % O ₂ und höchstens 2 % HC gespült und inertisiert werden				✓		✓	✓	✓	✓
Arbeiten, die in einem Abstand von mehr als 500 mm vom Tankdeck oder den Schotten durchgeführt werden müssen				✓		✓		✓	
Arbeiten, die in einem Abstand von mehr als 500 mm vom Deck oder den Schotten eines Heizöltanks durchgeführt werden müssen			✓	✓		✓		✓	
Lokale Reinigung gemäß Anforderungen				✓			✓	✓	✓
Alle Verbindungsleitungen gespült und entleert							✓	✓	✓
Tankventile getrennt							✓	✓	✓
Genehmigung für Heißarbeiten muss an Bord erteilt werden		✓							
Genehmigung für Heiarbeit wird in Abstimmung mit Unternehmen erteilt			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Genehmigung für Heißarbeiten von Schiffsführer oder Schiffsbeauftragten		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abbildung 9.2: Beispiel für Anleitung für Heißarbeiten auf inertisiertem
Binnentankschiff im Rahmen des Sicherheitsmanagementsystems

Wenn Heißarbeiten mit dem Betreten eines geschlossenen Raumes verbunden sind, sollten die in Kapitel 10 beschriebenen Verfahren für das Betreten geschlossener Räume befolgt werden. Ein Raum, in dem Heißarbeiten durchgeführt werden sollen, sollte gereinigt und belüftet werden. Besondere Aufmerksamkeit sollte auch dem Zustand der angrenzenden Räume gewidmet werden.

Angrenzende Heizöltanktanks können als sicher angesehen werden, wenn Tests Messwerte im Dampfraum des Tanktanks von weniger als 1 % der UEG ergeben. An Schotten von Tanktanks oder in einem Umkreis von 500 mm um solche Schotten sollten keine Heißarbeiten durchgeführt werden, es sei denn, der Tank wurde für Heißarbeiten gereinigt.

Angrenzende Ballasttanks und Räume, die keine Ladetanks sind, sollten überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie gasfrei und für Heißenarbeiten sicher sind. Wenn festgestellt wird, dass angrenzende Ballasttanks und Räume flüssige Kohlenwasserstoffe oder Dämpfe enthalten, sollten sie gereinigt und gasfrei gemacht oder inertisiert werden.

9.4.4.2 Heißenarbeiten in Ladetanks

Zur Reinigung des Arbeitsbereichs sollten alle Schlämme, in Ladung getränkter Kesselstein, Ablagerungen oder andere Materialien, die entzündbare Dämpfe abgeben können, entfernt werden. Der Umfang des gereinigten Bereichs sollte nach einer Risikobewertung für die durchzuführenden Arbeiten festgelegt werden. Besondere Aufmerksamkeit muss der Rückseite von Spanten und Schotten gewidmet werden. Andere Bereiche, die von den Heißenarbeiten betroffen sein können, wie z. B. der Bereich unmittelbar unter dem Arbeitsplatz, sollten ebenfalls gereinigt werden.

Tabelle 9.2 enthält Anweisungen für einen sicheren Abstand der zu reinigenden Bereiche und Mindestanforderungen, die je nach Ergebnis der Risikobewertung möglicherweise erweitert werden müssen. Die Reinigungsabstände richten sich nach der Art der durchzuführenden Arbeiten und der Höhe über dem Tankboden.

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 sollten mit Wasser gespült, entleert, entlüftet und von dem Raum, in dem Heißenarbeiten durchgeführt werden, getrennt werden. Die Ladeleitungen können anschließend inertisiert oder vollständig mit Wasser gefüllt werden, wenn dies für notwendig erachtet wird.

Höhe des Arbeitsbereichs	Bedienerseite			Gegenüberliegende Seite		
	Brennschneiden	Schweißen	Ausfräsen	Brennschneiden	Schweißen	Ausfräsen
0-5 Meter	1,5 m	5,0 m	5,0 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 9.2: Radius der Bereiche, die in Vorbereitung auf die Heißenarbeiten gereinigt werden müssen

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 weniger als 1 % der UEG ergeben und es zu keiner Wärmeübertragung durch die Schotten des Bunkertanks infolge der Heißenarbeiten kommt.

Nicht inertisierte Binnentankschiffe

Der Raum, in dem die Heißenarbeiten durchgeführt werden sollen, sollte entsprechend dem Standard für Heißenarbeiten gereinigt und gasfrei sein und kontinuierlich belüftet und überwacht werden.

Angrenzende Ladetanks, auch wenn diagonal angeordnet, sollten entsprechend dem Standard für Heißenarbeiten gereinigt und gasfrei gemacht oder komplett mit Wasser gefüllt werden.

Slops sollten entweder vom Binnentankschiff entsorgt oder in einem geschlossenen, nicht angrenzenden Tank in einem Abstand von mindestens 30 Metern vom Ort der Heißenarbeiten sicher aufbewahrt werden. Zu diesem Zweck sollten Tanks, die diagonal angeordnet sind, wie angrenzende Tanks betrachtet werden. Für die Dauer der Heißenarbeiten sollte ein nicht angrenzender Sloptank geschlossen bleiben und sicher von der Inertgasleitung und dem Rohrleitungsnetz getrennt sein.

Gas- und Lüftungsleitungen zu dem Raum sollten auch auf nicht mehr als 1 % der UEG belüftet und getrennt werden.

Die Möglichkeit der Nutzung externer Inertgasquellen sollte in Erwägung gezogen werden.

Inertisierte Binnentankschiffe

Der Raum, in dem die Heißarbeiten durchgeführt werden sollen, sollte entsprechend dem Standard für Heißarbeiten gereinigt und gasfrei sein und kontinuierlich belüftet und überwacht werden.

Angrenzende Ladetanks, auch wenn diagonal angeordnet, müssen entweder:

- gereinigt und gasfrei gemacht werden, mit einem Kohlenwasserstoffgasgehalt von nicht mehr als 1 % der UEG und bei diesem Niveau gehalten werden,
- geleert, gespült und der Kohlenwasserstoffgasgehalt auf weniger als 2 Vol.-% reduziert und inertisiert werden,
- komplett mit Wasser gefüllt werden.

Alle Ladetanks sollten inertisiert und ihre Deckffnungen geschlossen werden.

Wenn Heißarbeiten an einem Ladetankschott oder innerhalb von 500 mm von einem solchen Schott durchzuführen sind, dann sollte der Raum auf der anderen Seite auch entsprechend dem Standard für Heißarbeiten gereinigt werden.

Es sollte in Erwägung gezogen werden, den Inertgasdruck für die Dauer der Heißarbeiten zu reduzieren, um ein unkontrolliertes Lüften zu vermeiden.

Inertgasleitungen zu dem Raum sollten mit einem Inertgas von nicht mehr als 2 Vol.-% Kohlenwasserstoff gespült und getrennt werden.

Alle Slops sollten entweder vom Binnentankschiff entsorgt oder sicher in einem nicht angrenzenden Tank, der mindestens 30 Meter vom Ort der Heißarbeiten entfernt ist, getrennt aufbewahrt werden. Zu diesem Zweck sollten Tanks, die diagonal angeordnet sind, wie angrenzende Tanks betrachtet werden. Für die Dauer der Heißarbeiten sollte ein nicht angrenzender Sloptank geschlossen bleiben und sicher von der Inertgasleitung und dem Rohrleitungsnetz getrennt sein.

9.4.4.3 Heißarbeiten im Bereich des Ladetankdecks

Auf dem Tankdeck

Wenn Heißarbeiten auf dem Tankdeck oder in einer Höhe von weniger als 500 mm über dem Tankdeck durchgeführt werden müssen, sollten diese wie Heißarbeiten im Tank eingestuft und die entsprechenden Maßnahmen eingehalten werden (siehe 9.4.4.2).

Auf dem Ladetankschott oder in einem Umkreis von 500 mm um das Schott sollte(n):

- der Raum auf der anderen Seite auch entsprechend dem Standard für Heißarbeiten gereinigt werden,
- der Inertgasdruck ggf. für die Dauer der Heißarbeiten reduziert werden, um ein unkontrolliertes Entlüften zu vermeiden,
- Lade- und Inertgasleitungen zu den Räumen mit Inertgas auf nicht mehr als 2 Vol.-% Kohlenwasserstoff gespült und dann getrennt werden,
- alle Slops entweder vom Schiff entsorgt oder sicher in einem nicht angrenzenden Tank, der mindestens 30 Meter vom Ort der Heißarbeiten entfernt ist, getrennt aufbewahrt werden.

Oberhalb des Tankdecks

Wenn Heißarbeiten oberhalb des Tankdecks (höher als 500 mm) durchzuführen sind, sollten Lade- und Sloptanks in einem Radius von 30 Metern um den Arbeitsbereich herum entweder:

- gereinigt und gasfrei gemacht werden, mit einem Kohlenwasserstoffgasgehalt von nicht mehr als 1% der UEG und sollten bei diesem Niveau gehalten werden,
- geleert, gespült und der Kohlenwasserstoffgasgehalt auf weniger als 2 Vol.-% reduziert und inertisiert werden,
- komplett mit Wasser gefüllt werden.

Alle anderen Ladetanks müssen bei geschlossenen Öffnungen inertisiert werden.

Alle Slops sollten entweder vom Binnentankschiff entsorgt oder in einem Tank so weit wie möglich vom Ort der Heiarbeit entfernt getrennt aufbewahrt werden.

Alternativ dazu auf nicht inertisierten Binnentankschiffen ohne Inertgasanlage

Alle Ladetanks, die sich innerhalb von 30 Metern des Einsatzorts befinden, auch die diagonal angeordneten, sollten entweder entsprechend dem Standard für Heißarbeiten gereinigt und gasfrei gemacht oder komplett mit Wasser gefüllt sein.

Alle Slops sollten entweder vom Binnentankschiff entsorgt oder sicher in dem Tank, der am weitesten (mindestens 30 Meter) vom Ort der Heißarbeiten entfernt ist, getrennt aufbewahrt werden. Gas- und Lüftungsleitungen zu dem Raum sollten ebenfalls auf nicht mehr als 1% der UEG gelüftet und getrennt werden.

Die Möglichkeit der Nutzung externer Inertgasquellen sollte in Erwägung gezogen werden.

9.4.4.4 Heißarbeiten in der Nähe von Bunkertanks

Heißarbeiten in der Nähe von Bunkerltanks sollten i.d.R. genauso behandelt wie Heißarbeiten oberhalb des Tankdecks. Bevor der Tank nicht entsprechend dem Standard für Heißarbeiten gereinigt wurde, sollten keine Heißarbeiten an Deck oder im Umkreis von 500 mm um das Deck ausgeführt werden.

Bunkerltanks sollten eindeutig gekennzeichnet werden, um Missverständnisse in Bezug auf ihren Standort und Umfang zu vermeiden.

9.4.4.5 Heißarbeiten an Rohrleitungen

Wenn immer möglich, sollten Rohrleitungsabschnitte und dazugehörige Teile wie Filter und Ventile aus der Anlage ausgebaut und an dem dafür vorgesehenen Ort repariert werden (siehe Abschnitt 9.4.2). Das Durchtrennen von Leitungen sollte im Einklang mit dem Arbeitsgenehmigungssystem für die Kontrolle gefährlicher Energien stehen.

Wenn Heißarbeiten an den Rohrleitungen und Ventilen vor Ort auszuführen sind, müssen die Teile, an denen die Heißarbeiten durchgeführt werden sollen, durch Kaltarbeiten ausgebaut und die restlichen Rohre abgedeckt werden. Das zu bearbeitende Teil sollte entsprechend dem Standard für sichere Heißarbeiten gereinigt und gasfrei gemacht werden, unabhängig davon, ob es aus dem Bereich der gefährlichen Ladung entfernt wurde.

Wenn der Einsatzort, an dem die Heißarbeiten durchgeführt werden sollen, nicht in unmittelbarer Nähe der getrennten Rohrleitung liegt, sollte über eine kontinuierliche Lüftung der Rohrleitung mit Frischluft und eine Kontrolle der Abluft auf Kohlenwasserstoffgas in Erwägung gezogen werden.

Heizschlangen sollten gespült oder mit Dampf durchgeblasen werden und nachweislich frei von Kohlenwasserstoff sein.

9.5 Schweiß- und Brenngerte

Schweiß- und andere Geräte, die für Heißarbeiten verwendet werden, sollten vor jedem Einsatz sorgfältig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Wenn notwendig, müssen die Geräte vorschriftsmäßig geerdet werden. Kommen Lichtbogenschweigerte 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 Bedarf an elektrischem Strom ohne Überlastung und Erwärmung abdecken können,
- die Isolierung der flexiblen Elektrokabel in ordnungsgemäßem Zustand ist,
- die Kabelführung bis zum Einsatzort so sicher wie möglich ist und nur durch gasfreie oder inertisierte Räume verläuft,
- der Erdschluss an den Einsatzort angrenzt und die Erdrckleitung direkt zurück zum Schweißgerät führt. Die Konstruktion des Binnentankschiffs sollte nicht als Erdrckleitung verwendet werden.

9.6 Andere gefährliche Arbeiten

Gefährliche Arbeiten sind, abgesehen von Heißarbeiten, Arbeiten, die eine Gefahr für das Binnentankschiff, das Terminal oder das Personal darstellen und durch einen Risikobewertungsprozess, wie z. B. ein Arbeitsgenehmigungssystem, kontrolliert werden müssen.

Das bedeutet, dass für jede gefährliche Tätigkeit eine Arbeitsgenehmigung oder ein kontrollierter Ablauf ausgearbeitet und genehmigt werden sollte. Das Genehmigungs- bzw. Ablaufverfahren sollte entsprechend der Beschreibung in Abschnitt 9.3 durchgeführt und mit den Personen besprochen werden, die die Arbeiten ausführen.

Verfahren, 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,
- Verflanschen von Seeksten,
- längeres Arbeiten über Deck oder an der Bordwand,
- schwere oder ungewöhnliche Hebeaktionen,
- Arbeiten an oder neben einer druckbeaufschlagten Anlage,
- Prüfen und Aussetzen von Rettungsbooten,
- Arbeiten an kritischen Geräten und Anlagen,
- Elektroarbeiten.

9.7 Beauftragung von Vertragspartnern

Es ist Aufgabe des Schiffsführers, sich selbst davon zu überzeugen, dass, wenn Vertragspartner oder Arbeitskolonnen beauftragt werden, diese die einschlägigen Arbeitssicherheitsrichtlinien verstanden haben und einhalten werden. Das ist besonders wichtig, wenn sie Heißarbeiten oder andere gefährliche Arbeiten ausführen sollen. Vertragspartner sollten durch eine eigens dazu ernannte verantwortliche Person beaufsichtigt und kontrolliert werden.

Der Vertragspartner nimmt an den einschlägigen Sicherheitstreffen teil, um die Arbeitsvereinbarungen zu besprechen. Der Vertragspartner 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 Binnentankschiffs außerhalb der Werft durchgeführt werden. Die Anleitungen in diesem Abschnitt ergänzen die Anleitungen, die an anderer Stelle dieser Publikation gegeben werden und ersetzen sie nicht.

9.8.2 Allgemein

Wenn das Binnentankschiff fahrtüchtig, auf Fahrt oder im Hafen ist, erfüllt das Personal des Binnentankschiffs seine Pflichten entsprechend dem Sicherheitsmanagementsystem des Tankschiffs. Befindet sich das Schiff in einer Werft, ist es nicht fahrtüchtig, und die Arbeiten werden hauptsächlich durch die Werft ausgeführt und gemanagt. Das Tankschiffpersonal kann die Arbeiten zwar überwachen und überprüfen, aber die Sicherheit des Tankschiffs und der Personen an Bord hängt grundsätzlich von dem Sicherheitsmanagementsystem der Werft ab. Es kann vorkommen, dass ein Tankschiff, das fahrtüchtig ist, Reparaturarbeiten von Arbeitskräften vom Festland außerhalb der Werft oder eines Trockendocks in Anspruch nehmen muss. In diesen Fällen hängt die Sicherheit aller Personen an Bord von dem Sicherheitsmanagementsystem des Tankschiffs ab, und alle Arbeiten sollten daher gemäß diesem System ausgeführt werden.

Reparaturarbeiten können in folgenden Schiffspositionen durchgeführt werden:

- vor Anker liegend,
- längsseits eines Liegeplatzes, der i.d.R. nicht für Ladevorgänge 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 Tankschiffs 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 Binnentankschiff 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 - über Barkassen, Landgangsteg oder andere Vorrichtungen,
- Anzahl der beteiligten Personen, einschließlich Vertragspartner,
- Einsatzort der durchzuführenden Arbeiten - Maschinenraum, Laderäume, über Deck, Wohnungen usw.,
- Anlagen zur Entsorgung von Slops oder Schlamm,
- Vereinbarungen zu Genehmigungen und Zertifikaten,
- Hafen- und Terminalvorschriften,
- Verfügbarkeit von Hauptstromaggregaten oder Antriebsmaschinen,
- Notfallmaßnahmen an Bord und an Land,
- Verfügbarkeit von Hilfeleistungen - Brandbekämpfung, medizinische Einrichtungen usw.,
- landseitige Anschlüsse für Wasser, Strom usw.,
- Wetter,
- Tiefgang- und Trimmgrenzen (zur Vermeidung eines unnötigen Ballastumschlags),
- Einschränkungen für Raucher und offenes Feuer,
- Vorkehrungen zur Gefahrenabwehr im Hafen und auf dem Schiff, einschließlich der Gefahrenstufe für Schiff und Hafen.

9.8.5 Festmachen des Schiffs

Wenn das Schiff an einem Reparaturliegeplatz festgemacht ist, sollten Anzahl und Größe der Festmacheleinen an die voraussichtlichen Wetter- und Gezeitenbedingungen angepasst werden.

Wenn praktisch durchführbar, sollte eine alternative Stromquelle für die Decksmaschinen bereitgestellt werden, damit die Festmacheleinen eingestellt werden können, wenn kein Hauptstromnetz zur Verfügung steht.

Es ist möglich, dass das Festmachen in Reparaturliegeplätzen durch Kranbewegungen oder andere Aktivitäten auf der Dockseite eingeschränkt ist. Derartige Einschränkungen müssen bei der Planung des Anlegemanövers des Tankschiffs berücksichtigt werden.

Festmacheleinen sollten sich nicht im Bereich von Heißenarbeiten 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 (die) Antriebsmotor(en) nicht zu jeder Zeit zur Verfügung steht (stehen).

9.8.6 Anlagen an Land

Wenn durchführbar, sollte das Binnentankschiff von den festen Terminalanlagen oder Liegeplätzen physisch getrennt sein, wenn dort an anderen Tankschiffen gearbeitet wird.

Finden Reparaturarbeiten parallel zum Ladungsumschlag statt, sollten Sondergenehmigungen durch die Terminalbetreiber erteilt werden.

Der Schiffsführer sollte feststellen, 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 Zugangsmöglichkeiten, ggf. mit Geländer und Sicherheitsnetzen, vorhanden sein. Es ist darauf zu achten, dass es genügend Zugänge bzw. Ausgänge gibt, um eine schnelle Evakuierung des gesamten Personals an Bord zu ermöglichen. Der Landgangsteg sollte jederzeit überwacht und ein Wachposten - oder eine gleichwertige technische Lösung - eingesetzt werden, um den Zugang zum Schiff zu kontrollieren (siehe Kapitel 6).

Wenn ein Tankschiff am Liegeplatz nicht gasfrei ist, sollte am Fuße des Landgangstegs ein Schild mit den Worten „Zutritt für Unbefugte verboten. Dieses Tankschiff ist nicht gasfrei“ angebracht werden.

Die Hafensicherheitspläne sind, soweit erforderlich, umzusetzen und zu befolgen.

Es wird empfohlen, den Status der Besatzung und der Gäste zu dokumentieren und anzugeben, ob sich die Person an Bord oder an Land befindet. Dies gilt vor allem bei lang andauernden Reparaturarbeiten oder Hafenaufenthalten, was die Ortung des Personals an Bord des Tankschiffs in einem Notfall erschwert. Die Vertragspartner 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 Tankschiff und Anlage werden Abfallentsorgungsmaßnahmen und eine regelmäßige Entsorgung des angesammelten Abfalls vereinbart.

Wenn möglich, sollten Notrufsignale vereinbart und vor Beginn der Reparaturarbeiten eine Notfallübung durchgeführt werden. Wenn 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 an jedem darauffolgenden Arbeitstag sollten Arbeitsplanungstreffen stattfinden.

An diesen Arbeitsplanungstreffen nehmen i.d.R. Vertreter des Tankschiffs und aller beteiligten Vertragspartner teil.

Diese Treffen dienen in erster Linie dazu, dass das gesamte Personal über den Tagesablauf, die Beziehungen zwischen den Vertragspartnern, besondere Problembereiche und zu treffende Vorsichtsmaßnahmen usw. informiert sind.

9.8.8 Arbeitsgenehmigungen

Es sollten Genehmigungen für die einschlägigen Reparaturarbeiten erteilt werden, auch für Reparaturen, die vom Personal von Binnentankschiffen durchgeführt werden. Insbesondere sollten Genehmigungen erteilt werden für:

- Betreten von geschlossenen Räumen,
- Heißenarbeiten,
- elektrische Isolierung,
- gefährliche Energie,
- Wartungssicherungen (Lock-out/Tag-out (LO/TO)),
- andere gefährliche Arbeiten entsprechend Abschnitt 9.6.

Kopien aller Genehmigungen sollten, wenn erforderlich, ausgehängt werden. Kopien sollten auch bei dem für die Aufgabe Verantwortlichen (Person in Charge, PIC) 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.

Wenn Vertragspartner Werkzeuge oder Geräte zur Verfügung stellen, sollten diese den Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems für das Tankschiff hinsichtlich Sicherheit, Zustand und Kalibrierung entsprechen.

9.8.9 Tankzustand

Ob ein Binnentankschiff gasfrei ist, hängt von den durchgeführten Arbeiten und von den Hafen- oder Anlagenvorschriften ab.

Alle Lade-/Ballasträume müssen von einem staatlich geprüften Chemiker auf Sauerstoff- und Kohlenwasserstoffgehalt geprüft werden. Der Zustand aller Tanks und Leerräume sollte in dem Protokoll des Chemikers enthalten sein.

Als Minimum sollten täglich Gasfreiheitszertifikate ausgestellt werden.

Wenn es nicht erforderlich ist, dass Ladetanks gasfrei sind und das Tankschiff inertisiert ist, sollte in den Tanks stets ein Inertgasüberdruck vorherrschen.

9.8.10 Lade- und Löschleitungen

Alle Lade- und Löschleitungen 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.

Das automatische Ventilsystem sollte so abgesichert sein, dass eine unbeabsichtigte Betätigung der Ladeventile während des Arbeitsprozesses ausgeschlossen ist. Entsprechende Hinweise sollten angebracht und die für das/die Reparaturteam(s) Verantwortlichen darüber in Kenntnis gesetzt werden.

9.8.11 Brandschutzmaßnahmen

9.8.11.1 Löschwasser

Feuerlöschleitungen sollten über die Pumpen des Binnentankschiffs oder durch landseitige Aggregate stets mit Druck beaufschlagt werden.

151- Internationaler Sicherheitsleitfaden für die Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals
Für die Feuerlöschleitung 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 Vertragspartner 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 Heißenarbeiten 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 sollte ein Sondersicherheitsbeauftragter ernannt werden.

Dieser Sondersicherheitsbeauftragte sollte alle seine Pflichten und Verantwortlichkeiten kennen.

9.8.13 Heißenarbeiten

Die folgenden Hinweise sind als Ergänzung und nicht als Ersatz für die Anweisungen in Abschnitt 9.4 gedacht und müssen auch bei Reparaturarbeiten mit Heißenarbeiten beachtet werden.

In oder an den Begrenzungen von Ladetanks, Ballasttanks, Slop tanks, Bunkertanks, Pumpenräumen und Kofferdämmen im Bugbereich einschließlich der Deckbeplattung und der Außenhaut des Tankschiffs dürfen keine Heißenarbeiten durchgeführt werden, wenn nicht vor dem Einlaufen in den Liegeplatz oder die Anlage besondere Vorkehrungen getroffen und die erforderlichen besonderen Bedingungen geschaffen worden sind.

Die Nutzung von elektrischen Schweißgeräten sollte kontrolliert werden, und es sollten korrekte Erdungskabel verwendet werden. Der Schweißstrom sollte nicht über den Schiffskörper an den Transformator zurückgegeben werden.

Heißenarbeiten sollten nicht in einem Umkreis von 30 Metern von nicht gasfreien Räumen durchgeführt werden und unterliegen immer den Vorschriften der örtlichen Behörden.

Am Tankzugang sollten zumindest Hinweise auf den aktuellen Zustand eines Tanks oder Leerraums angebracht werden, z. B., ob er gasfrei und für Heißenarbeiten geeignet ist oder lediglich sicher betreten werden kann.

Die Heißenarbeiten sollten sofort ausgesetzt werden, sobald eine der spezifischen Sicherheitsvorgaben nicht erfüllt werden kann.

Alle Heißenarbeiten auf oder über den Wetterdecks sollten eingestellt werden, wenn der Inertgasdruck den Abblasedruck der Überdruck-/Unterdruckventile erreicht. Ist eine Druckentlastung des Tanks an die Atmosphäre erforderlich, sollten alle Arbeiten unterbrochen werden, bis die Druckentlastung des Tanks an die Atmosphäre abgeschlossen ist. Gegebenenfalls sollte das Personal während des Gasfreimachens 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 erteilt werden.

9.9 Notfallmanagement an Bord

9.9.1 Allgemein

Das Sicherheitsmanagement sollte vorschreiben, dass der Betreiber Verfahren zur Ermittlung, Beschreibung und Reaktion auf potenzielle Notfallsituationen an Bord einführt. Dieser Abschnitt enthält eine Anleitung zur Erfüllung dieser Verantwortung, indem er die Aspekte behandelt, die in den Anwendungsbereich dieses Leitfadens fallen.

9.9.2 Notfallplan für Binnentankschiffe

9.9.2.1 Vorbereitung

Planung und Vorbereitung spielen eine wichtige Rolle, wenn das Personal sich erfolgreich mit Notfällen an Bord eines Binnentankschiffs auseinandersetzen muss. Der Schiffsführer und die Besatzung sollten sich überlegen, was sie bei verschiedenen Arten von Notfällen tun würden, z. B. bei einem Brand in den Ladetanks, im Maschinenraum oder in den Wohnungen, wenn eine Person in einem Tank zusammenbricht, wenn das Tankschiff von seinem Liegeplatz abtreibt oder bei der Notfreigabe eines Tankschiffs von seinem Liegeplatz.

Sie werden nicht genau vorhersagen können, was bei 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 verfügbar sein:

- Art der Ladung, Menge und Lage,
- Standort anderer gefährlicher Stoffe,
- allgemeiner Anlageplan,
- Angaben zur Stabilität,
- Pläne der Brandbekämpfungsausrüstung.

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 potenzielle Gefahren zu lokalisieren und einzuschätzen sowie die erforderlichen Arbeitskräfte und Geräte zu organisieren. Es sollte auf das Sicherheitsmanagementsystem verwiesen werden.

9.9.2.3 Vorläufige Maßnahmen

Die Person, die den Notfall feststellt, muss den Alarm auslösen und die Verfahren des Sicherheitsmanagements befolgen.

9.9.2.4 Feueralarmsignal an Bord des Binnentankschiffs

Liegt ein Schiff im Hafen, sollte das Feueralarmsignal an Bord durch mehrmaliges Betätigen der Schiffssirene hintereinander, wobei jeder Signalton mindestens zwischen vier und sechs Sekunden dauern soll, oder durch ein anderes lokal vorgegebenes Signal unterstützt werden.

9.9.2.5 Brandschutzpläne

Brandschutzpläne müssen ständig an markanten Stellen ausgehängt sein und den Standort und Angaben zu sämtlichen Brandbekämpfungsausrüstungen, Klappen, Steuerungen usw. für jedes Deck deutlich machen. Befindet sich das Binnentankschiff im Hafen, könnten diese Pläne auch außerhalb des Wohnbereichs zur Unterstützung der Feuerwehrleute an Land ausgehängt oder leicht zugänglich gemacht werden.

9.9.2.6 Inspektion und Wartung

Die Brandbekämpfungsausrüstung muss immer sofort einsatzbereit sein und regelmäßig überprüft werden. Termine und Einzelheiten für diese Checks sollten aufgezeichnet und auf dem Gerät vermerkt werden. Alle Brandbekämpfungs- und anderen Notfallausrüstungen sollten durch eine verantwortliche Person überprüft und die notwendigen Wartungsarbeiten unverzüglich durchgeführt werden.

9.9.2.7 Schulung und Übungen

Das Personal des Binnentankschiffs sollte mit der in Kapitel 5 umrissenen Brandbekämpfungslehre vertraut sein und Anweisungen zur Benutzung der Brandbekämpfungsausrüstung und sonstiger Notfallgeräte entgegennehmen. Übungen sollten in angemessenen Abständen stattfinden, damit das Personal die Kenntnisse über den Umgang mit diesen Geräten auffrischen kann.

Falls sich die Möglichkeit ergibt, gemeinsame Übungen oder Übungen am Schreibtisch mit Landpersonal am Terminal (siehe Abschnitt 20.2.8) durchzuführen, sollte der Schiffsführer einen Beauftragten zur Verfügung stellen, der dem Landpersonal zeigt, wo sich die tragbaren und fest installierten Brandbekämpfungsausrüstungen an Bord befinden, und ihnen Hinweise zu einzelnen Auslegungsmerkmalen des Tankschiffs, die im Brandfall eventuell besondere Aufmerksamkeit erfordern, gibt.

9.9.3 Maßnahmen bei einem Notfall

9.9.3.1 Feuer an Bord eines Binnentankschiffs vor Anker oder auf dem Gewässer

Wer den Ausbruch eines Feuers entdeckt, sollte sofort Alarm schlagen und den Ort des Feuers angeben. Das Feueralarmsignal des Schiffs sollte so bald wie möglich betätigt werden.

Besatzungsmitglieder, die sich in der Nähe des Feuers aufhalten, sollten das nächstgelegene geeignete Löschmittel nutzen, um zu versuchen, die Ausbreitung des Feuers einzuschränken, es zu löschen und dann eine erneute Entzündung zu verhindern (siehe Abschnitt 5.2). Sollte dies nicht gelingen, muss sofort der Notfallplan des Tankschiffs aktiviert werden.

Alle Umschlag-, Ballast-, Tankreinigungs- oder Bunkerarbeiten sollten unverzüglich gestoppt und alle Ventile geschlossen werden. Alle Fahrzeuge längsseits sollten entfernt werden.

Sobald die gesamte Besatzung aus der Umgebung evakuiert wurde, sollten alle Türen, Öffnungen und Tankklappen so schnell wie möglich geschlossen und die mechanische Belüftung abgeschaltet werden. Decks, Schotte und andere Konstruktionselemente in der Nähe des Feuers und angrenzende Tanks, die Mineralöhlüssigkeiten enthalten oder nicht gasfrei sind, müssen mit Wasser gekühlt werden.

Das Tankschiff sollte so manövriert werden, dass die Ausbreitung des Feuers gestoppt wird und das Feuer von der Luvseite bekämpft werden kann.

9.9.3.2 Notfälle im Hafen

Notfälle, die sich an Bord oder neben dem Binnentankschiff, 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 Überbordwerfen einer Ladung

Das Überbordwerfen von Ladung ist eine extreme Maßnahme, die nur dann gerechtfertigt ist, wenn es darum geht, die Sicherheit des Schiffes zu gewährleisten oder Menschenleben auf dem Gewässer zu retten. Die Entscheidung, eine Ladung über Bord zu werfen, sollte erst dann getroffen werden, wenn alle alternativen Möglichkeiten in Betracht gezogen worden sind. Dies sollte mit dem Management an Land und den Hafen- oder staatlichen Behörden an Land besprochen werden. Es sollte eine schriftliche Genehmigung eingeholt werden.

Wenn es notwendig ist, Ladung über Bord zu werfen, sollten folgende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden:

- Maschinenraumpersonal alarmieren. Gegebenenfalls muss darüber nachgedacht werden, die Maschinenraumeinlässe von hoch auf niedrig zu stellen.
- Die Entleerung sollte über das Seeventil erfolgen, und zwar möglichst auf der den Maschinenraumeinlässen gegenüberliegenden Seite.
- Schließen aller nicht benötigten Einlässe.
- Wenn der Abfluss von der Decksebene aus erfolgen muss, sind flexible Schläuche anzubringen, die unter die Wasseroberfläche reichen.
- Alle Sicherheitsvorkehrungen für Arbeiten mit entzündbaren Gasen in der Nähe des Decks sind zu beachten.
- Aufzeichnungen sind in einschlägigen Bordbüchern zu führen.

9.9.3.4 Folgemaßnahmen

Nach einem Zwischenfall sollte die gesamte Ausrüstung, die zum Einsatz gekommen ist, so bald wie möglich einer gründlichen Prüfung unterzogen werden. Tragbare Feuerlöscher sollten nachgefüllt oder durch Ersatzteile aus dem Lagerbestand ersetzt werden, und die Flaschen der Atemschutzgeräte sollten aufgefüllt werden. Beschäumungsanlagen müssen mit Wasser durchgespült werden.

In Besprechungen nach dem Zwischenfall sollte angesprochen werden, wie und was man aus den Ereignissen gelernt hat und wie die Notfallpläne verbessert werden können.

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 Zutrittsbedingungen sowie Vorsichtsmaßnahmen, die vor Betreten und während der Arbeiten in einem geschlossenen Raum erforderlich sind, beschrieben.

Schiffsführer sollten sich darüber im Klaren sein, dass die Terminalanforderungen für das Betreten geschlossener Räume aufgrund nationaler Rechtsvorschriften von den in diesem Leitfaden enthaltenen Anweisungen abweichen können.

10.1 Einführung in die Sicherheit beim Betreten geschlossener Räume

Trotz der Vorsichtsmaßnahmen, die die Betreiber zum Schutz des Personals beim Betreten geschlossener Räume treffen, kommt es immer wieder zu Todesfällen und Verletzungen. In diesem Kapitel werden Schutzmaßnahmen und Kontrollen empfohlen, die das Risiko beim Betreten geschlossener Räume verringern können.

Die wirksamste Methode, das Risiko auszuschalten, besteht darin, einen geschlossenen Raum nicht zu betreten. Daher sollten:

- Schiffsbetreiber und Schiffsführer sicherstellen, dass das Personal geschlossene Räume nur dann betritt, wenn es keine praktikable Alternative gibt,
- wenn es keine Alternative gibt, die Betreiber sicherstellen, dass Verfahren für ein sicheres Betreten vorhanden sind,
- Schiffsführer sich vergewissern, dass die Verfahren für das Betreten geschlossener Räume zweckdienlich sind, solide umgesetzt und befolgt werden und dass jedes Betreten im Einklang mit diesen Verfahren geplant wird, unabhängig davon, wie oft es geschieht.

Zwischenfälle in geschlossenen Räumen lassen sich im Allgemeinen in zwei Kategorien einteilen:

1. Kontrolliertes Betreten: Das Betreten ist beabsichtigt, aber die Vorbereitung und Durchführung des Zutrittsplans ist nicht robust genug. Dies führt zu einem Zwischenfall, an dem Mitarbeiter innerhalb oder außerhalb des Raums beteiligt sind, einschließlich derjenigen, die Gasprüfungen durchführen. Diese Kategorie umfasst absichtliches Betreten als Reaktion auf Notfälle.
2. Versehentliches Betreten: Bei Routinearbeiten, wie der Entnahme von Gegenständen aus einem Lagerraum, der Überprüfung von Räumen oder dem Blick in einen Tank, betritt das Personal unwissentlich einen geschlossenen Raum, in dem kein Leben möglich ist.

Der Schiffsführer und die wichtigsten Besatzungsmitglieder, die an den Maßnahmen zum Betreten geschlossener Räume beteiligt sind, sind:

- verantwortliche Person: eine Person, die befugt ist, das Betreten eines geschlossenen Raums zu gestatten und die über ausreichende Kenntnisse der an Bord einzurichtenden und einzuhaltenden Verfahren verfügt, um sicherzustellen, dass der Raum sicher betreten werden kann,
- befähigte Person: eine Person, die über ausreichende theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrungen verfügt, um die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins oder der Entstehung einer gefährlichen Atmosphäre in einem Raum sachkundig beurteilen zu können.

Die befähigte Person und die verantwortliche Person können ein und dieselbe Person sein.

- Wächter: eine Person, die im Rahmen des Systems zur Organisation von Sicherheitsmaßnahmen angemessen ausgebildet ist, Wache über diejenigen hält, die den geschlossenen Raum betreten, die Kommunikation mit denen innerhalb des Raumes aufrechterhält und beim Auftreten eines Vorfalls die Verfahren für den Notfall einleitet (IMO-Entschließung A.1050(27.)). Neben den genannten Aufgaben hat ein Wächter keine weiteren Pflichten.

10.2 Sicherheitsmanagement für das Betreten geschlossener Räume

10.2.1 Allgemein

In den Verfahren des Betreibers muss angegeben werden, welche Räume an Bord geschlossene Räume sind. Die Räume weisen eines oder mehrere dieser Merkmale auf:

- beschränkte Öffnungen zum Betreten und Verlassen,
- schlechte natürliche Lüftung,
- nicht für den ständigen Aufenthalt von Arbeitern ausgelegt.

Ohne wirksame Lüftung kann jeder geschlossene Raum gefährlich werden (siehe Abschnitt 10.4). Ein gefährlicher Raum ist ein geschlossener oder begrenzter Raum, in dem die Atmosphäre das Leben oder die Gesundheit einer Person gefährden kann, die ihn betritt. Die Gefahren sind:

- Sauerstoffmangel,
- giftige und/oder entzündbare Gase, einschließlich Kohlenwasserstoffgase und giftige Verunreinigungen,
- Inertgas, einschließlich Stickstoff,
- Sauerstoffanreicherung.

Alle betreiber- und tankschiffspezifischen Verfahren sollten sich auch auf die geltenden nationalen Vorschriften beziehen.

Um das Betreten eines geschlossenen Raums sicher zu gestalten, sollten die Besatzungsmitglieder regelmäßig in Übungen zur Sicherheit in geschlossenen Räumen ausgebildet und geschult werden. Dazu gehört auch die Einweisung in den Gebrauch der Prüfgeräte für die Atmosphäre und die bordseitigen Verfahren zur Erkennung, Bewertung und Beherrschung der damit verbundenen Gefahren.

Bei allen Verfahren und Maßnahmen zur Risikominderung sollte die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass einfaches menschliches Versagen ihre Wirksamkeit verringern kann (siehe Kapitel 13).

Die Art des geschlossenen Raums bestimmt die besonderen Gefahren. Alle geschlossenen Räume sollten mit eindeutigen Schildern gekennzeichnet sein, und es sollten Verfahren zur Gewährleistung der Sicherheit beim Betreten dieser Räume vorhanden sein. Die Identifizierung dieser Räume und Verfahren bedeutet, dass das gesamte beteiligte Personal, einschließlich derjenigen, die einen der Räume betreten, Folgendes verstehen sollte:

- Beschaffenheit der Atmosphäre,
- abschwächende Maßnahmen,
- PSA-Anforderungen,
- Notfallmaßnahmen.

In allen Verfahren für Betreiber und Binnentankschiffe sollten die Personen klar benannt werden, deren Aufgaben für das sichere Management geschlossener Räume wichtig sind. Diese sind:

- verantwortliche Person,
- befähigte Person,
- Wächter,
- Wachhabender/Maschinist,
- Personal, das den Raum betritt.

Jede Entscheidung, den Raum zu betreten, sollte zunächst von der befähigten Person gegen mögliche Alternativen abgewogen werden, die ein Betreten des Raumes durch das Personal überflüssig machen. Ist das Betreten nach dieser eingehenden Prüfung immer noch notwendig, sollte der Raum nicht betreten werden, auch nicht unter kontrollierten Bedingungen, bis seine Atmosphäre als sicher getestet wurde.

10.2.2 Kontrolliertes Betreten von geschlossenen Räumen

Mehrere Faktoren können unabhängig voneinander oder in ihrer Gesamtheit den erfolgreichen Ausgang eines Betretens beeinflussen. Diese müssen berücksichtigt werden, sodass Maßnahmen zur Risikominderung ergriffen werden können.

Die Maßnahmen beinhalten:

Betreten vermeiden, wenn es Alternativen gibt.

Die zuverlässigste Methode zur Verringerung der von geschlossenen Räumen ausgehenden Gefahr besteht darin, das Betreten zu vermeiden. Die Notwendigkeit, geschlossene Räume zu betreten, kann durch die Auslegung beseitigt, und potenzielle Zutritte können auf ein Minimum beschränkt werden, indem die Notwendigkeit, sie zu betreten, beseitigt wird, z. B. durch die Verlagerung von gelagerten Artikeln, wichtigen Geräten oder Steuerungen, die Planung interner Arbeiten im Trockendock und die Nutzung von Technologien wie Drohnen für Vermessungsarbeiten. Dazu kann auch gehören, unnötige betriebliche Maßnahmen, wie z. B. die Tankreinigung, zu hinterfragen.

Führungskräfte sollten Maßstäbe setzen und Bedenken anhören

Wer Einfluss auf andere Besatzungsmitglieder hat, kann das Betreten sicherer machen. Sie fördern und überwachen die in den Verfahren des Betreibers festgelegten Standards und sollten sich an diese Standards halten und niemals einen geschlossenen Raum betreten oder andere Personen bitten, ihn zu betreten, bevor nicht alle Anforderungen erfüllt sind. Sie sollten deutlich machen, dass ihre Entscheidungen der Sicherheit dienen und Vorrang vor kommerziellen oder zeitlichen Zwängen haben. Schließlich müssen sie zuhören und reagieren, wenn ein jüngeres Mitglied ein Anliegen vorbringt (siehe Kapitel 13).

Genügend Zeit einplanen

Zeitdruck kann sich auf das Verhalten derjenigen auswirken, die den Raum betreten oder betreten wollen. Sie können durch den Wunsch, effizient zu sein, oder durch externen Druck beeinflusst werden. Damit sollte man rechnen und entsprechende Schutzmaßnahmen ergreifen. Wenn es nicht möglich ist, eine langwierige oder komplexe Aufgabe zu vermeiden, sollten die verantwortliche Person und andere Aufsichtspersonen Maßnahmen ergreifen, um die damit verbundenen besonderen Risiken zu mindern. In jedem Fall sollte bei der Planung und Durchführung solcher Operationen dem Druck von außen seitens des Hafens oder des Terminals standgehalten werden.

Planen und Testen von Bestimmungen zur Rettung

Bereits in der frühen Planungsphase sollte die für das sichere Betreten erforderliche Ausrüstung bestimmt, aufgebaut und getestet werden. Das Personal, das den Tank betritt, sollte ordnungsgemäß ausgebildet und regelmäßig an Übungen zur Nutzung der Ausrüstung teilgenommen haben, auch für Notfälle oder die Tankrettung. Diese Ausbildung sollte durchgeführt werden, bevor das Betreten gestattet wird, um jegliche Bedenken bei der Nutzung der Ausrüstung auszuräumen.

Vorbereitung des Raums

Alle zu begehenden Räume sollten entsprechend den bewerteten Risiken und dem vereinbarten Plan vollständig vorbereitet sein. Der Raum muss möglicherweise gereinigt und sollte einem Gastest unterzogen werden, um zu bestätigen, dass die Vorbereitung erfolgreich war. Möglicherweise muss er auch abgetrennt werden, um sicherzustellen, dass er den für den Eintritt erforderlichen Standard erfüllt:

- **Reinigung:** Alle Räume müssen daraufhin geprüft werden, ob ihre derzeitige oder frühere Nutzung das Potential hat, eine unsichere Atmosphäre zu schaffen. Bestehen Zweifel, sollte der Raum gereinigt werden, um die Komponenten zu beseitigen, die Anlass für die Unsicherheit sind.
- **Prüfung:** Die Atmosphäre sollte vollständig geprüft werden, was mehrere Orte und abgelegene Bereiche im Raum einschließen kann. Der erste Test kann das größte Risiko durch eine unbekannte Atmosphäre oder Rauch bergen. Um dies zu verhindern, sollte nur Personal, das für die Nutzung von Gasspürausrüstung geschult ist, Atmosphären testen.
- **Trennung:** Nutzen Sie, wenn möglich, die zuverlässigsten Methoden der Trennung. Durch das Entfernen von Zwischenstücken oder den Einbau von Blindflanschen in der Leitung werden die Folgen eines versehentlichen Öffnens von Ventilen in den Raum beseitigt. Trennen Sie alle Leitungen, die in einen Raum führen, z. B. für Ballastwasser, Bunker, Versorgungseinrichtungen usw., um die Gefahr der Einschleppung eines gefährlichen Stoffes zu verringern. Um Fehler zu vermeiden, sollte die Trennung von zwei Personen unabhängig voneinander überprüft werden.

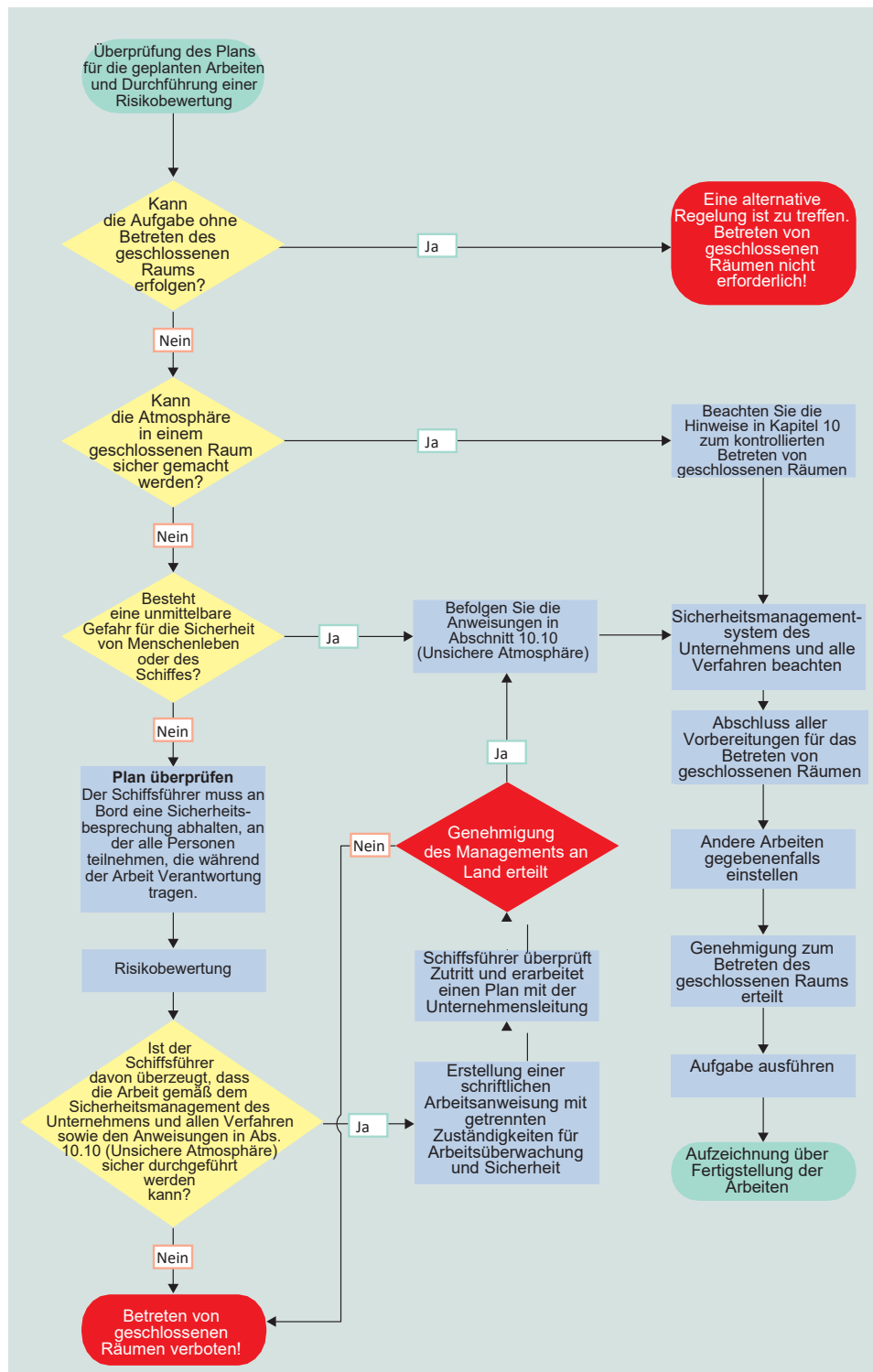


Abbildung 10.1: Flussdiagramm für die Entscheidungsfindung zum Betreten eines geschlossenen Raums

Den Zugang sichern

Deutliche Kennzeichnung von Räumen, die betreten werden sollen, aber in der Zwischenzeit offen bleiben, z. B. zum Gasfreimachen. Warnhinweise sind nützlich, reichen aber oft nicht aus. Die Nutzung physischer Barrieren wie Barrikaden oder Netze ist zu erwägen.

Sicheres Atmen

Versehentliche Anschlüsse an Systeme, die keine Atemluft führen, das versehentliche Schließen einer Luftzufuhr oder eine nachlassende Versorgung können Risiken darstellen. Personal, das an eine Luftversorgung angeschlossen ist, z. B. an eine feste Luftleitung oder ein umluftunabhängiges Atemschutzgerät (Self-Contained Breathing Apparatus, SCBA), sollte die Versorgung und den sicheren Fluchtweg im Falle eines Ausfalls der Luftversorgung überwachen.

Das Risiko erhöht sich erheblich, wenn man Räume betritt, in denen eine schädliche oder unbekannte Atmosphäre herrscht. Schutzgeräte (selbst umluftunabhängige Atemschutzgeräte, auch SCBA - self-contained breathing apparatus - genannt) sind eine weniger zuverlässige Kontrolle als eine nachweislich sichere Atmosphäre. Räume, in denen die Atmosphäre kein Leben zulässt oder in denen dies unsicher ist, sollten nur unter außergewöhnlichen Umständen, z. B. in Notfällen, betreten werden. Wenn dies der Fall ist, ist höchste Vorsicht geboten, und das Betreten sollte nur mit umluftunabhängigen Atemschutzgeräten (SCBA) unter streng kontrollierten Bedingungen erfolgen (siehe Abschnitt 10.10).

Kontrolle der Arbeiten.

Bei der Planung sollte bedacht werden, dass das Personal in dem Raum möglicherweise nicht merkt, dass es in Schwierigkeiten gerät. Dies kann auf die Art der Arbeit (heiß, schwer, laut, mit Beleuchtungs- und/oder Kommunikationsschwierigkeiten) oder auf die Gefahren wie Sauerstoffmangel zurückzuführen sein.

Eine Risikobewertung sollte diese Faktoren berücksichtigen und geeignete Kontrollen in den Plan einbauen. Auf diese Weise kann jeder, der in Schwierigkeiten geraten ist, aufgespürt und so schnell wie möglich aus der Gefahrenzone entfernt werden.

Die Herausforderungen eines Wächters

Die Rolle des Wächters, der außerhalb des Raumes Wache hält, ist von grundlegender Bedeutung. Allerdings kann es sich dabei um eine monotone Aufgabe handeln, die zu nachlassender Wachsamkeit und Kommunikationsproblemen führen kann.

Für die Sicherheit des Personals im Raum ist es von entscheidender Bedeutung, dass der Wächter engagiert und aufmerksam bleibt. Wächter sollten klare Anweisungen erhalten, was sie zu tun und zu lassen haben. Sie sollten aufmerksam bleiben und sich nicht durch andere Aktivitäten ablenken lassen.

Eine regelmäßige Kommunikation und Statuskontrolle mit der Kommandozentrale, z. B. der Brücke, und dem Personal im Raum ist eine Möglichkeit, dies zu erreichen. Ein Protokoll oder eine Checkliste kann ebenfalls hilfreich sein.

Zuverlässigkeit der Kommunikation

Die Personen innerhalb und außerhalb des geschlossenen Raums sollten jederzeit miteinander kommunizieren können. Regelmäßige Kommunikationschecks sollten zu vorher vereinbarten Zeiten durchgeführt werden. Bei fehlender Reaktion muss der Alarm ausgelöst werden.

Die UKW-/UHF-Kommunikationsausrüstung ist möglicherweise nicht geeignet, wenn bekannt ist, dass der Empfang unzuverlässig oder aufgrund des Lärms schlecht sein könnte. In diesem Fall sollte die Möglichkeit geprüft werden, die Wächter in Sichtweite der Arbeiter zu positionieren oder andere Fernkommunikations- oder Überwachungsmöglichkeiten zu nutzen.

Reaktion auf eine Krise

Oft kommt es zu Verletzungen und Todesfällen beim Betreten geschlossener Räume, wenn das Personal dem starken Instinkt zu helfen nachgibt. Eine verzögerte Reaktion des Rettungsteams kann die Lage noch verschlimmern. Es kann einige Minuten dauern, bis sie sich sammeln und bereit sind, und in dieser Zeit können sich die Wächter zunehmend Sorgen um die Personen im Raum machen. Sie meinen vielleicht - fälschlicherweise -, sie könnten die Luft anhalten oder seien fit genug, um nicht in gleicher Weise betroffen zu sein wie die Menschen im Inneren. Es hat sich bewährt, ihnen zu diesem Zeitpunkt eine klare Liste von Aufgaben zu geben, z. B. den Alarm auszulösen, aber den Raum/die Öffnung nicht zu betreten, weiter mit dem Personal drinnen zu sprechen, die Ausrüstung draußen aufzubauen oder die Kommandozentrale und das Rettungsteam zu informieren, wenn sie eintreffen. Unterstreichen Sie dies während des Toolbox-Talks (siehe Abschnitt 9.3.6) mit Szenarien, in denen Sie die Teilnehmer fragen, was sie tun würden, wenn jemand zusammenbricht und das Rettungsteam sich verspätet.

10.2.3 Umgang mit geschlossenen Räumen, die nicht zum Betreten vorgesehen sind

Nutzen Sie physische Barrieren, um ein versehentliches oder unbefugtes Betreten von geschlossenen Räumen zu verhindern. Berücksichtigen Sie in der Planungsphase die Umstände, die zu diesen Zwischenfällen führen könnten.

Systematische Identifizierung

Alle Räume mit gefährlicher oder potenziell gefährlicher Atmosphäre, z.B. Kettenkästen, sollten deutlich gekennzeichnet sein, und die Schiffsbesatzung sollte bei ihrer Einweisung darauf aufmerksam gemacht werden.

Systematische Beseitigung

Nutzung einer Hierarchie von Kontrollverfahren (siehe Abschnitt 9.2.3), um die Anzahl und/oder die Gefahren, die von diesen geschlossenen Räumen ausgehen, zu verringern, z. B. alternative Lagerlösungen oder regelmäßige Öffnung der Räume für eine natürliche Lüftung.

Versehentliches Betreten verhindern

Mehrere Methoden können dazu beitragen, ein versehentliches Betreten zu verhindern.

Wenn zum Öffnen des Raums Werkzeug erforderlich ist, kann ein Schild ausreichen, das jedoch deutlich sein sollte: ‚Zutritt nur mit Genehmigung‘.

Lässt sich ein Raum mit Schnellverschlüssen/Griffen/Flügelmuttern/motorisierten Verschlüssen öffnen, sollte die Luke/Tür gegen versehentliches Betreten gesichert werden.

Müssen Luken, Tankdeckel oder andere Öffnungen zu Kontrollzwecken, z. B. zur Überprüfung des Gasstandes, geöffnet werden, so sind Vorkehrungen zu treffen, die verhindern, dass Personen ihren Kopf oder Körper in diesen Raum stecken, z. B. Gitter oder Netze.

Reaktion auf einen Notfall

Bei versehentlichem Betreten besteht die Gefahr, dass die Opfer von Passanten entdeckt werden, die dem Wunsch widerstehen sollten, den Raum zu betreten und Rettungsversuche zu unternehmen.

Das gesamte Schiffspersonal sollte in den spezifischen Aufgaben ausgebildet und getestet werden, was zu tun ist, wenn sich jemand in einem geschlossenen Raum in Gefahr befindet. Dazu gehört auch, einen Alarm auszulösen und darauf hinzuweisen, dass es wichtig ist, den Raum nicht zu betreten.

Zusätzliche Aufgaben, wie z. B. das Gespräch mit der Person im Raum und die Einweisung des Rettungsteams bei dessen Eintreffen, sind wirksame Ablenkungstechniken, um zu verhindern, dass eine Person den Raum betritt, um zu helfen.

Das gesamte Personal sollte deutlich darauf hingewiesen werden, dass es dem Opfer besser helfen kann, wenn es draußen bleibt und den Rettern hilft. Diese Ausbildung sollte nicht auf Wächter beschränkt sein.

10.3 Identifizierung geschlossener Räume

Jeder Bereich oder Raum kann einige der Merkmale eines geschlossenen Raums aufweisen oder entstehen lassen und ähnliche Sicherheitsrisiken bergen.

Mit dem Sicherheitsmanagementsystem sollten potenzielle Orte, Anlässe und Tätigkeiten ermittelt werden, bei denen ein geschlossener Raum entstehen kann.

Der Betreiber sollte eine Risikobewertung durchführen, um alle geschlossenen Räume an Bord des Tankschiffs zu ermitteln. Diese Risikobewertung sollte an Bord vorhanden sein und in regelmäßigen Abständen überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie weiterhin gültig ist.

Der Betreiber sollte auch das Verfahren zur Bestimmung eines Raums im Sicherheitsmanagementsystem klar beschreiben.

An Bord jedes Schiffes sollte eine Liste der ausgewiesenen geschlossenen Räume vorhanden sein, und diese Räume sollten deutlich gekennzeichnet sein. Beispiele dafür sind:

Ladetanks	Kettenkästen	Rohrtunnel
Doppelböden	Frischwassertanks	Schlamm und andere Behälter
Brennstofftanks	Tanks an Achter- und Vorderpiek	Kessel
Ballasttanks	Kofferdämme	Kurbelgehäuse von Maschinen
Ladungspumpenraum	Leerräume	Spülraum des Motors
Abwassertanks	Schmieröltanks	Propellerräume
Fundament für Bunkerausleger	Hydrauliksystem für in der Höhe verstellbare Steuerhäuser	

Der Schiffsführer sollte sicherstellen, dass alle Eingänge zu unbeaufsichtigten geschlossenen Räumen auf dem Schiff geschlossen gehalten oder anderweitig gegen Betreten gesichert werden.

Obwohl Ladungspumpenräume als geschlossene Räume gelten, weisen sie Geräte, Merkmale und Risiken auf, die zusätzliche besondere Vorsichtsmaßnahmen und Verfahren erfordern. Diese werden in Abschnitt 10.12 beschrieben.

Einige Räume, die die Kriterien für einen geschlossenen Raum nicht erfüllen, können eine unsichere Atmosphäre aufweisen und sollten den Verfahren für das Betreten geschlossener Räume unterzogen werden. Auf jedem Tankschiff sollte eine Liste mit diesen Räumen vorhanden sein. Beispiele dafür sind:

Lager am Vorderdeck	Farbschränke	Batterieschränke
	Lagerschränke für Gasflaschen	Kohlendioxid (CO ₂)-Räume
Schränke innerhalb des Bereichs der Ladung z. B. Schränke für Proben	Motorkästen für Krane	Geschlossene Rettungsboote
Tankreinigung Heizungsräume	Ballastpumpenräume	Tunnel/Schachtbereich an Deck

Andere Räume, die sich während des Betriebs entweder im Lade- oder im Nichtladedeck befinden, können durch Risikobewertung ermittelt werden.

10.4 Die Gefahren von Atmosphären in geschlossenen Räumen

Eine oder mehrere der folgenden Bedingungen können die Atmosphäre in einem geschlossenen Raum gefährlich machen:

- Sauerstoffmangel,
- giftige und/oder entzündbare Gase, einschließlich Kohlenwasserstoffgase und giftige Verunreinigungen,
- Inertgas, einschließlich Stickstoff,
- Sauerstoffanreicherung.

10.4.1 Sauerstoffmangel

Wenn ein geschlossener Raum geschlossen und unbelüftet bleibt, kann der natürliche Prozess der Oxidation von Stahl, d. h. das Rosten, den Sauerstoffgehalt des Raums verringern, was zu einer sauerstoffarmen Atmosphäre führt.

Durch die Nutzung von Inertgas oder Stickstoff wird auch der Sauerstoffgehalt eines Tanks verringert.

Das Risiko einer sauerstoffarmen Atmosphäre steigt, wenn die Räume:

- Wasser enthalten haben,
- feuchten oder nassen Bedingungen ausgesetzt waren,
- Inertgas enthalten haben,
- neben anderen inertisierten Tanks liegen oder mit diesen verbunden sind.

Der Sauerstoffgehalt in Frischluft liegt bei 20,9 Vol.-% (aufgrund lokaler atmosphärischer Schwankungen kann dieser Messwert ggf. in der Praxis nicht erreicht werden, und moderne digitale Instrumente können ihn zwischen 20,8 und 20,95 % angeben). Ein Raum, in dem die Atmosphäre darunter liegt, sollte erst dann betreten werden, wenn die Ursache dafür gefunden und Abhilfemaßnahmen ergriffen wurden, die sich als wirksam erwiesen haben.

Wenn die Sauerstoffversorgung des Gehirns erschöpft ist, wird den Betroffenen schwindlig, sie sind desorientiert und bekommen Kopfschmerzen, bevor sie das Bewusstsein verlieren. Wenn sie sich der Symptome bewusst sind, sind sie möglicherweise nicht mehr in der Lage, vernünftig zu handeln oder den Raum sicher zu verlassen. Bereits nach vier Minuten in einer sauerstoffarmen Atmosphäre drohen bleibende Hirnschäden.

Bei Sauerstoffkonzentrationen von ca.:

- zwischen 20 % und 16 %: Puls- und Atemfrequenz sinken und die geistigen Funktionen sind beeinträchtigt,
- unter 14 %: schwerwiegende Symptome wie zunehmende Müdigkeit, emotionale Verstimmungen, schlechtes Urteilsvermögen und Koordinationsstörungen. Eine weitere Verringerung des Sauerstoffgehalts führt zu Übelkeit, Erbrechen, dauerhaften Herzschäden und Bewusstlosigkeit,
- unter 5 %: Es kann schnell zu einem Koma kommen, sodass eine Überlebenschance nur mit Notsauerstoff gegeben ist.

Man kann diese Bedingungen nicht erkennen und nicht schnell genug reagieren, um den Raum zu verlassen oder die Notfallausrüstung anzulegen. Aufgrund der oben erwähnten Auswirkungen von Sauerstoffmangel ist es wahrscheinlicher, dass eine Person nicht mehr in der Lage ist, angemessen zu reagieren.

10.4.2 Vorhandensein von giftigen und/oder entzündbaren Gasen

Räume, in denen sich zuvor giftige und/oder entzündbare Ladungen befunden haben, sind gefährlich, selbst wenn der Raum gereinigt, geprüft und für sicher befunden worden ist. Beispiele dafür sind:

- giftige und/oder entzündbare Ladungen, die von Tankbeschichtungen (insbesondere Epoxidharz) absorbiert werden, die dann nach der Reinigung Dämpfe freisetzen,
- Ladungsrückstände, die sich in Tankarmaturen, z. B. in Heizschlangen oder hinter Tankbeschichtungen, verfangen haben. Ladepumpen und Gasleitungen können nach der ersten Reinigung Dämpfe freisetzen,
- die Ladung kann in andere Räume auslaufen, z. B. Pumpenräume, Kofferdämme, fest installierte Ballasttanks und Tanks, die an die Tanks angrenzen, die die Ladung enthalten haben,
- Schlamm und Kesselstein in einem Tank, der für gasfrei erklärt wurde, können weitere entzündbare Gase freisetzen, wenn sie gestört werden oder einem Temperaturanstieg ausgesetzt sind.

Es besteht der Verdacht auf das Vorhandensein von Gas in leeren Tanks oder Räumen, wenn nichtflüchtige Ladungen in nicht gasfreie Tanks geladen wurden oder wenn eine gemeinsame Belüftungsanlage den ungehinderten Durchlass von Dämpfen von einem Tank zum anderen ermöglichen könnte.

Vor Betreten eines Raums, in dem kürzlich Ladung mit giftigen Verunreinigungen oder Gasen, z. B. aromatische Kohlenwasserstoffe, Benzol, Schwefelwasserstoff (H_2S), Mercaptane, enthalten gewesen sein könnte, sind Kontrollen durchzuführen, da Rückstände vorhanden sein könnten.

Bei der Vorbereitung auf das Begehen eines Ballasttanks oder eines Leerraums sollte der Raum auf Kohlenwasserstoffgase und H_2S untersucht werden.

Technologien wie Kläranlagen für Ballastwasser bergen ein zusätzliches Risiko von Gasen für geschlossene Räume, die normalerweise auf Tankschiffen nicht zu erwarten sind. Aus diesem Grund sollten beim Einbau von Kläranlagen für Ballastwasser die in Abschnitt 10.3 genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden.

Beispiele für Kläranlagen für Ballastwasser sind

- auf Elektrolyse basierende Systeme, die Wasserstoffgas erzeugen können,
- chemische Einspritzsysteme, die verschiedene Chemikalien einspritzen,
- Systeme auf Ozonbasis.

10.4.3 Gefahr durch Inertgas einschließlich Stickstoff

Inertgas, das aus dem Rauchgas eines Kessels oder in einem Inertgasgenerator erzeugt wird, kann Kohlenmonoxid (CO) und CO_2 enthalten, die beide zum Tod führen können.

CO ist ein giftiges Gas, das in der Atmosphäre von Ladetanks nach dem Gasfreimachen und in Räumen, die Komponenten der Inertgasanlage enthalten, vorhanden sein kann.

CO_2 ist nicht giftig, stellt aber eine Erstickungsgefahr dar. Eine angemessene Belüftung ist erforderlich, um einen normalen Sauerstoffgehalt der Luft von 21 Vol.-% im Raum aufrechtzuerhalten und jegliche Gefahr auszuschließen.

Stickstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, das beim Spülen von Tanks und Leerräumen in engen Räumen und an den Abgasöffnungen an Deck zu Sauerstoffmangel führt.

Luft enthält normalerweise 78 % Stickstoff und 21 % Sauerstoff, das verbleibende 1 % setzt sich aus CO_2 und anderen Gasen zusammen. Beim Atmen wird ein Teil des Sauerstoffs vom Blut in der Lunge aufgenommen, während CO_2 aus dem Blut zurück in die Luft gelangt.

Wer Stickstoffgas ausgesetzt ist, ist sich der Gefahr nicht bewusst und kann sogar einen Zustand der Euphorie verspüren, bevor er den Atemantrieb verliert und erstickt.

Hohe Stickstoffkonzentrationen sind in der Regel tödlich, wenn nicht sofort Maßnahmen ergriffen werden.

Der Zusatz von Stickstoff verringert den Sauerstoffgehalt und senkt den CO_2 -Gehalt im Blut. CO_2 im Blut stimuliert den Atemreflex, und wenn es durch Stickstoff ersetzt wird, wird dieser Reflex gehemmt. Infolgedessen wird die Lunge nicht dazu angeregt, mehr zu arbeiten, um den Sauerstoffmangel auszugleichen, und die Atmung setzt aus.

10.4.4 Sauerstoffanreicherung

Schon ein geringer Anstieg des Sauerstoffgehalts in der Luft kann eine gefährliche Atmosphäre hervorrufen. Es wird leichter, ein Feuer zu entfachen, das dann heißer und heftiger brennt als in normaler Luft. Es ist auch schwieriger, das Feuer zu löschen. Ein undichtes Ventil oder ein undichter Schlauch an einer Sauerstoffflasche in einem schlecht belüfteten Raum oder in einem engen Raum kann die Sauerstoffkonzentration schnell auf ein gefährliches Niveau ansteigen lassen.

Die Hauptursachen für Brände und Explosionen bei der Nutzung von Sauerstoff sind:

- Sauerstoffanreicherung durch undichte Ausrüstung,
- Nutzung von Materialien, die nicht mit Sauerstoff kompatibel sind,
- Nutzung von Sauerstoff in Geräten, die nicht für den Betrieb mit Sauerstoff ausgelegt sind,
- falsche oder unvorsichtige Bedienung von Sauerstoffausrüstungen.

10.5 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Eingangstüren oder Luken, die in geschlossene Räume führen, sollten gegen den Zutritt gesichert sein, und wenn der Zutritt nicht erforderlich ist, sollten Warnhinweise angebracht werden.

Wird eine Tür oder ein Lukendeckel zur natürlichen Belüftung eines geschlossenen Raums geöffnet, kann dies fälschlicherweise als Hinweis auf eine sichere Atmosphäre gewertet werden. Eine am Eingang postierte Person oder eine physische Barriere, z. B. eine gesicherte Stange, ein Seil oder eine Kette über der Öffnung mit einem angebrachten Warnschild, könnte ein unbeabsichtigtes Betreten verhindern.

Es ist zu bedenken, dass die allgemeinen Risiken der Arbeitsumgebung, einschließlich Ausrutschen, Stolpern und Stürzen, auch in geschlossenen Räumen bestehen. Bei einer Reihe von Unfällen handelte es sich um Stürze aus der Höhe in geschlossenen Räumen. Es ist wichtig, den Zugang für Rettungs- und Bergungsmaßnahmen zu allen geeigneten Teilen des geschlossenen Raums sowie den Ein- und Ausstieg der Rettungskräfte und ihrer Ausrüstung zu berücksichtigen.

Unabhängig von der Anzahl der Räume, die betreten werden, sollte für jeden Raum ein eigener Wächter benannt werden.

Der zu betretende Raum sollte von allen anderen Räumen getrennt sein, die eine nicht gasfreie Atmosphäre enthalten oder enthalten könnten. Die Ventile der gemeinsamen Leitungen sollten geschlossen und gekennzeichnet sein.

Alle Rohrleitungen in dem zu betretenden Raum sollten so vorbereitet werden, dass ein sicheres Betreten möglich ist, gegebenenfalls einschließlich Wasserspülung und -entleerung.

Geeignete Hinweise sollten deutlich sichtbar angebracht werden, um das Personal vor den Gefahren beim Betreten geschlossener Räume zu warnen und zu informieren.

Wenn der Zutritt nicht erforderlich ist, sollten Türen oder Luken, die in geschlossene Räume führen, stets gegen das Betreten gesichert und Warnschilder angebracht werden. Der Betreiber sollte sicherstellen, dass das Verfahren zum Betreten geschlossener Räume allen beteiligten Personen bekannt ist und von ihnen verstanden wird.

Wenn das Betreten geschlossener Räume erforderlich ist, während ein Schiff längsseits liegt (z. B. das Betreten von Ladetanks zur Reinigung oder Inspektion), sollte dies mit dem Terminal besprochen und alle Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen für das Betreten vereinbart werden. Dies kann es unter Umständen erforderlich machen, während des Zutritts Ladevorgänge einzustellen, um Risiken auszuschließen, die sich aus den folgenden Gründen ergeben:

- falsche Bedienung von Ventilen und Leitungen für umgeschlagenes Öl oder Produkte,
- die Unfähigkeit, alle Sicherheitsaspekte, die sich aus dem gleichzeitigen Betrieb ergeben (*Simultaneous Operations - SIMOPS*), angemessen zu handhaben,
- mögliche Ressourcenbeschränkungen und Probleme der Arbeitsüberlastung.

10.6 Zutrittsberechtigung

Niemand sollte einen geschlossenen Raum öffnen oder betreten, es sei denn:

- dies wurde durch den Schiffsführer oder die benannte verantwortliche Person genehmigt,
- angemessene Sicherheitsverfahren wurden eingehalten.

Der Schiffsführer oder die benannte verantwortliche Person sollte eine Zutrittserteilung für geschlossene Räume ausstellen, die von dem Personal, das den Raum begehen soll, vor dem Betreten ausgefüllt werden muss.

10.7 Anforderungen für das Betreten von geschlossenen Räumen

10.7.1 Kontrolliertes Betreten von geschlossenen Räumen

Eine durch das Sicherheitsmanagementsystem des Unternehmens benannte befähigte Person sollte eine vorläufige Risikobewertung durchführen (siehe Abschnitt 9.2.2 Risikobewertung), um die potenziellen Gefahren und geeignete Sicherheitsvorkehrungen zu ermitteln. Dabei sollten vorherige Ladungen, die Lüftung, die Struktur, die Art der Beschichtung und andere relevante Faktoren berücksichtigt werden.

Die Risikobewertung sollte eine Überprüfung der Aufgabe, der Anzahl der für eine sichere Durchführung erforderlichen Mitarbeiter und der Anforderungen für eine wirksame Notfallmaßnahme beinhalten. Diese vorläufige Einschätzung sollte auch das Potential für die Entwicklung einer gefährlichen Atmosphäre aufgrund von Leckagen aus einem angrenzenden Raum ermitteln.

Die für ein sicheres Betreten erforderlichen Kontrollen hängen von der Aufgabe und den Ergebnissen der Risikobewertung ab. In den meisten Fällen ist eine Zutrittserlaubnis ein wirksames Mittel, um sicherzustellen und zu dokumentieren, dass die wesentlichen Vorsichtsmaßnahmen getroffen wurden und dass diese das Potential für Änderungen der Bedingungen in der Tankatmosphäre berücksichtigen. Soweit erforderlich sollten physische Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, z. B. die Nutzung eines Wartungssicherungssystems (Lock-out/Tag-out (LO/TO)) zur Isolierung von Ladetankventilen, Hydrauliksystemen und Ladeumpen, die bei versehentlicher Betätigung gefährlich sein könnten.

Zu den Kontrollen sollten auch physische Barrieren gehören, die verhindern, dass gesperrte Räume versehentlich geöffnet werden. Wenn für den Zutritt Werkzeuge erforderlich sind, kann ein Schild ausreichen. Wenn der Zugang zu einem geschlossenen Raum von Hand geöffnet werden kann, sollte er physisch gegen unbefugten Zugang gesichert werden.

10.7.2 Prüfung der Atmosphäre vor Betreten

Niemand sollte einen geschlossenen Raum öffnen oder betreten, bevor die Atmosphäre nicht als sicher bestätigt wurde.

Die Atmosphäre sollte unter Nutzung geeigneter Instrumente auf Sauerstoff, entzündbare Gase oder Dämpfe, CO, H₂S und ggf. andere toxische Gase geprüft werden.

Bevor der Raum betreten wird, sollte er gründlich gelüftet werden. Die Dauer der Belüftung hängt von der Größe und Konstruktion des Raums, der Kapazität und Effizienz der Belüftungsanlage, dem Grad der Verschmutzung und der Dichte der zu verdrängenden Gase ab.

Sie hängt auch von der Größe und Lage der Öffnungen zum Raum ab. Gut platzierte Öffnungen verbessern den Luftstrom und tragen dazu bei, dass alle Bereiche des Raumes gut belüftet werden.

Tankatmosphären können durch Leckagen aus benachbarten Tanks oder durch unsachgemäßen Betrieb oder Ausfall von Ladungs-, Dampf- und Inertgas-Leitungen und -Ventilen verunreinigt werden.

Bevor die Zutrittserlaubnis für einen geschlossenen Raum genehmigt und der Zutritt gestattet werden kann, müssen alle folgenden Werte konstant gemessen werden:

- Sauerstoff: Räume mit weniger als 21 Vol.-% Sauerstoff sollten NICHT betreten werden, bis der Grund für den niedrigen Sauerstoffgehalt festgestellt und behoben wurde. Bleiben Zweifel an den Ursachen des Sauerstoffmangels, sollte der Raum dennoch als gefährlich eingestuft werden.
- Entzündbare Dämpfe: Die Konzentration entzündbarer Dämpfe liegt unter 1 % der UEG bevor jemand den Raum betreten kann.
- Grenzwert für die berufsbedingte Exposition (OEL): nicht mehr als 50 % des OEL für alle toxischen Dämpfe und Gase.

Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt werden können, ist der Raum zusätzlich zu lüften und der Test nach einem angemessenen Zeitraum zu wiederholen.

Die Möglichkeit falscher oder nicht repräsentativer Messwerte aufgrund von Gaswirbeln oder -taschen oder einer Gasregeneration aufgrund von Schlamm oder Kesselstein sollte in der Testphase vor dem Betreten in Betracht gezogen werden. Die Lüftung sollte mindestens zehn Minuten vor dem Test abgestellt werden, um einen genauen Messwert zu erhalten. Je nach Erfahrung, Größe des Raums und potenziellen Risikofaktoren kann ein längerer Zeitraum mit abgeschalteter Lüftung erforderlich sein, um genaue Ergebnisse zu erzielen.

Außerdem sollte immer die Wahrscheinlichkeit isolierter Gaseinschlüsse in Betracht gezogen werden, und daher sollten die Proben an vielen verschiedenen Stellen und auf verschiedenen Ebenen innerhalb des geschlossenen Raums unter Verwendung von Geräten mit Pumpen und Verlängerungsschläuchen entnommen werden. Es wird empfohlen, dies zumindest auf der oberen, mittleren und unteren Ebene des Tanks sowie in den Bereichen zu praktizieren, in denen mit der Anwesenheit von Personal während des Betretens zu rechnen ist.

Die Position von Gasen oder Dämpfen in einem Raum hängt von der relativen Dichte ab. Sind sie dichter als Luft, sinken sie, sind sie leichter als Luft, steigen sie auf. Gase und Dämpfe neigen dazu, dort zu bleiben, wo der Luftstrom am wenigsten wirksam ist.

Tests und Messungen sollten nur von Personal durchgeführt werden, das in der Nutzung der Instrumente ausgebildet ist und sie beherrscht. Prüfgeräte sollten gemäß der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers gewartet, kalibriert und auf ihre ordnungsgemäße Funktion überprüft werden.

Prüfgeräte sollten nur zur Messung der Gase genutzt werden, für die sie ausgelegt sind, und innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzen betrieben werden.

Selbst wenn ein Raum gasfrei gemacht wurde und eine sichere Atmosphäre aufweist, können noch örtlich begrenzte Gaskonzentrationen vorhanden sein.

Der Inertgasdruck angrenzender Tanks sollte gesenkt, aber weiterhin als Überdruck gehalten werden, um die Möglichkeit von Leckagen zwischen den Tanks zu verringern. Das Personal sollte auf mögliche Kohlenwasserstoff- oder Inertgas-Leckagen aus angrenzenden Räumen oder aus Rohrleitungen, die durch den Tank verlaufen, vorbereitet sein.

10.7.3 Genehmigung für das Betreten von geschlossenen Räumen

Nach Abschluss der ersten Gasprüfung sollten die Lüftungsgebläse wieder in Betrieb genommen werden und während des gesamten Zeitraums des Zutritts in Betrieb bleiben. Dies ist eine Bedingung für die Zutrittserlaubnis, die vor dem Betreten eines geschlossenen Raums genehmigt und erteilt werden sollte.

Die Zutrittserlaubnis sollte einen eindeutigen Gültigkeitszeitraum haben, der 12 Stunden nicht überschreitet, und nur so lange gültig sein, wie die Bedingungen der Erlaubnis erfüllt sind.

Sie sollte auch die maximal zulässige Zeitspanne zwischen der Prüfung der Raumatmosphäre und dem Betreten des Raums durch das Personal sowie die maximal zulässige Zeitspanne zwischen den Prüfungen bei bewohntem Raum angeben. Es wird empfohlen, dass dieser Zeitraum zwischen den Prüfungen nicht mehr als 30 Minuten beträgt und dass Aufzeichnungen über die Prüfungen geführt werden; dies sollte im Sicherheitsmanagementsystem des Betreibers festgelegt werden. Müssen zwei oder mehr Räume gleichzeitig betreten werden, ist dafür zu sorgen, dass genügend Ressourcen, Personal, Notfall-/Rettungsausrüstung und Gasspürgeräte zur Verfügung stehen. Unabhängig von der Anzahl der Räume, die betreten werden, sollte für jeden Raum ein eigener Wächter benannt werden (d. h. eine Person pro Raum), der ständig am Eingang positioniert ist und in direktem Kontakt mit der verantwortlichen Person steht.

Bei mehreren gleichzeitigen Begehungen sollte man die Arbeitsbelastung und ihre möglichen Auswirkungen auf die Wächter und andere an den Tätigkeiten Beteiligte überwachen.

Der Verwaltungsaufwand kann vereinfacht werden, indem Genehmigungen, wie z. B. Zutrittslaubnisse, so eingeschränkt werden, dass alle Ladetanks, die ohne Bedenken betreten werden können, in einem einzigen Dokument aufgeführt sind. Auf diese Weise können auch sich überschneidende Genehmigungen vermieden und eventuelle Unklarheiten darüber, welche Genehmigung für welchen Tank gilt, verringert werden.

Wenn ein solches System genutzt wird, sollte es streng kontrolliert werden, um sicherzustellen, dass bestehende Erlaubnisse aufgehoben werden und die Atmosphäre aller genannten Tanks zum Zeitpunkt der Erteilung einer Erlaubnis korrekt geprüft wird. Damit soll verhindert werden, dass ein Gültigkeitszeitraum standardmäßig verlängert wird.

Wenn ein oder mehrere Tanks, die in der Erlaubnis genannt sind, geprüft werden und sich für das Betreten als unsicher erweisen, wird die gesamte Erlaubnis aufgehoben. Für alle Tanks muss dann eine neue Erlaubnis erteilt werden. Das Verfahren zum Erhalt der Erlaubnis sollte durch die positive Kennzeichnung von Tankdeckeln mit Hinweisen darauf, welche Tanks gefahrlos betreten werden können, und durch die negative Kennzeichnung von Tanks, die nicht gefahrlos betreten werden können, ergänzt werden. Geben Sie an, welche Ladetanks sicher sind, indem Sie alle entsprechenden Tankeinstiegsluken markieren (oder kennzeichnen). Die Kennzeichnung sollte eindeutig sein. Fehlt eine Kennzeichnung für sicheres Betreten, sollte das Betreten untersagt sein.

Eine Bedingung der Zutrittslaubnisse sollte sein, dass, wenn der genannte geschlossene Raum aus irgendeinem Grund verlassen wird, z. B. für eine Erfrischungspause, die Lüftung während der Pause fortgesetzt wird und die Atmosphäre des geschlossenen Raumes vor dem Wiedereintritt erneut vollständig geprüft wird. Anders als in der Testphase vor dem Betreten (siehe Abschnitt 10.7.2) sollte die Lüftung, sobald der Raum für gasfrei befunden und die Erlaubnis erteilt wurde, für diesen Test nicht unterbrochen werden, es sei denn, die Bedingungen für ein sicheres Wiederbetreten wurden verletzt.

Zutrittslaubnisse sollten annulliert werden, wenn während des Gültigkeitszeitraums eine Notsituation an Bord oder ein Notfallalarm ausgelöst wird. Erlaubnisse können erst neu ausgestellt werden, wenn der Notfall behoben wurde. Erlaubnisse sollten mit denselben Prüfungen und demselben Maß an Sorgfalt neu ausgestellt werden, als ob es sich um eine erste Begehung handeln würde (siehe Abschnitt 10.7.2).

Die verantwortliche Person, die das Betreten von geschlossenen Räumen überwacht, sollte folgendes bestätigen:

- alle Bedingungen der Erlaubnis werden umgesetzt und funktionieren gut,
- alle Besatzungsmitglieder, die den Raum betreten, sind ordnungsgemäß in den Verfahren zum Betreten geschlossener Räume geschult und mit den Sicherheits- und Notfallverfahren des Betreibers vertraut,
- die Person, die den Raum betritt, hat die Zutrittslaubnisse für den geschlossenen Raum geprüft und unterzeichnet,
- die ausgefüllte Zutrittslaubnisse für geschlossene Räume, die zum Betreten berechtigt, wurde ausgestellt, abgelegt und eine Kopie (bzw. mehrere Kopien) ausgehängt,
- der Geltungsbereich anderer Erlaubnisse, die für Arbeiten in dem Raum während der Tankbegehung gelten, wird beachtet,
- mit dem Entzug der Erlaubnis für einen geschlossenen Raum werden automatisch auch alle anderen damit verbundenen Erlaubnisse aufgehoben,
- ein zuverlässiges Kommunikationssystem wurde eingerichtet und getestet und wird von der verantwortlichen Person, den Personen, die den Raum betreten, und dem Wächter verstanden,
- es wird ein System genutzt, das das Betreten und Verlassen des Raums durch die Besatzungsmitglieder erfasst,
- der Wachhabende oder der wachhabende Maschinist ist über die Vorgänge beim Betreten geschlossener Räume informiert,
- es wurde ein Toolbox-Talk mit allen Beteiligten vor Ort durchgeführt,
- alle Mitarbeiter (Besatzungsmitglieder oder externe Vertragspartner), die den Raum betreten, wissen, dass sie ihn sofort verlassen müssen, wenn ein Gasspürgerät Alarm auslöst.

Unabhängig davon, ob die Schiffsbesatzung oder externe Vertragspartner einen geschlossenen Raum betreten, sollte der Wächter immer ein Mitglied der Besatzung sein, das mit den Notfallverfahren des Schiffes vertraut ist.

Alle während des Betretens verwendeten Ausrüstungsgegenstände müssen sich in einem einwandfreien Zustand befinden und vor der Nutzung überprüft werden.

Eine Kopie der Zutrittserlaubnis sollte gut sichtbar am Eingang des Raums ausgehängt werden, um die Besatzungsmitglieder über die beim Betreten des Raums zu treffenden Vorsichtsmaßnahmen und über etwaige Beschränkungen der im Raum erlaubten Tätigkeiten zu informieren.

Die Zutrittserlaubnis sollte aufgehoben werden, wenn die Belüftung des Raums unterbrochen wird oder wenn sich eine der in der Erlaubnis geforderten Bedingungen ändert.

10.8 Vorsichtsmaßnahmen beim Betreten von geschlossenen Räumen

Sobald der Tank mit einer Zutrittserlaubnis als sicher für den Zutritt bestätigt wurde und bevor jemand den Tank betritt, um Arbeiten auszuführen, sollte ein erster Zutritt erfolgen, um sicherzustellen, dass der Raum sicher für die Arbeit ist. Dieses erste Betreten sollte von einem oder zwei Besatzungsmitgliedern durchgeführt werden, je nach Größe, Art und Anordnung des Raumes. Jeder sollte ein Atemschutzfluchtgerät (EEDB) und ein persönliches Gasspürgerät bei sich tragen. Sie sollten die Tankatmosphäre gründlich überprüfen und dabei besonders auf die Arbeitsstellen und die Bereiche achten, die für Tests vom Deck aus nicht zugänglich sind. Die Ergebnisse der Prüfung der örtlichen Atmosphäre sollten gemäß dem Sicherheitsmanagementsystem aufgezeichnet werden.

Dies ist besonders wichtig in Räumen mit einer komplizierten inneren Struktur, die schwer zu belüften ist.

Alle Personen, die einen Raum betreten, sollten sich darüber im Klaren sein, dass die Zutrittserlaubnis nur bescheinigt, dass der Raum als sicher für das Betreten getestet wurde. Sie sollten sich auch darüber im Klaren sein, dass sich die Tankbedingungen während des Begehens des Tanks ändern können, weil sich das Personal bewegt oder Arbeiten in einem geschlossenen Raum ausführt. Die Gefahren von möglicherweise vorhandenen isolierten Gaskonzentrationen, die durch das Aufwirbeln von Schlamm oder das Öffnen von Leitungen oder Ventilen entstehen können, sollten immer bedacht werden, da dies zu einem schnellen Gasanstieg führen kann, der den Raum gefährlich und eine Evakuierung erforderlich macht.

Aus diesem Grund sollte die Lüftung fortgesetzt werden, während der Raum besetzt ist und dort gearbeitet wird, und das gesamte Personal in dem Raum sollte ein funktionierendes persönliches Gasspürgerät tragen. Solange sich das Personal in einem geschlossenen Raum aufhält, müssen regelmäßig weitere Tests durchgeführt werden, um festzustellen, ob der Sauerstoff- und Schadstoffgehalt innerhalb sicherer Grenzen bleibt. Die Prüfung von außen sollte in angemessenen Abständen fortgesetzt und vor dem erneuten Betreten nach einer vorübergehenden Unterbrechung durchgeführt werden.

Sofern sich die Bedingungen für die Erteilung der ursprünglichen Zutrittserlaubnis nicht geändert haben (und die Erlaubnis aufgehoben wurde), sollte die Lüftung nicht abgeschaltet werden, während die oben genannte Gasprüfung für den erneuten Zutritt durchgeführt wird.

Wenn die Lüftung ausfällt oder eines der Kriterien für das Betreten des Raums aus irgendeinem Grund nicht eingehalten wird, sollte der Raum sofort evakuiert und die ursprüngliche Erlaubnis aufgehoben werden.

Jeder, der den Raum betritt, sollte ein persönliches Multigasspürgerät bei sich tragen. Das Mitführen eines persönlichen Gasspürgeräts ist dabei kein Ersatz für das Betreten des Raumes, das anschließende Wiederbetreten und die fortlaufende Überprüfung von außen.

Sollten Zweifel über den Sauerstoffgehalt oder das Vorhandensein von giftigen oder entzündbaren Gasen bestehen, muss der Raum sofort evakuiert werden.

10.9 Arbeiten in geschlossenen Räumen

10.9.1 Allgemeine Vorschriften

Alle Arbeiten, die in geschlossenen Räumen ausgeführt werden, sollten unter Kontrolle des Sicherheitsmanagementsystems erfolgen. Alle Bedingungen für den Zutritt, einschließlich der Zutrittslaubnis, sollten eingehalten werden.

Zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen können erforderlich sein, um zu gewährleisten, dass sich am Einsatzort keine losen Ablagerungen, kein Schlamm und keine brennbaren Stoffe befinden, die, wenn sie gestört oder erwärmt werden, toxische oder entzündbare Gase freisetzen könnten.

Sorgen Sie für eine wirksame kontinuierliche Belüftung. Richten Sie sie möglichst auf den Arbeitsbereich. Überwachen Sie die Atmosphäre in regelmäßigen Abständen von außen. Überwachen Sie auch die persönlichen Multigasspöranlagen, die das Personal beim Betreten eines geschlossenen Raums bei sich trägt. Bevor der Raum nach einer Unterbrechung wieder betreten wird, sollte die Atmosphäre erneut getestet werden. Bei Schwindel oder Unwohlsein oder wenn ein Alarm ausgelöst wird, sollte das Personal den Raum sofort verlassen.

10.9.2 Öffnen von Ausrüstungen und Armaturen

Vor dem Öffnen von Ladepumpen, Rohrleitungen, Ventilen oder Heizschlangen sind diese gründlich mit Wasser zu spülen und zu entleeren. Selbst nach dem Spülen besteht die Möglichkeit, dass Reste der Ladung zurückbleiben, die eine Quelle für weitere entzündbare oder toxische Gase sein könnten. Vor dem Öffnen dieser Ausrüstungen, sollten in der Risikobewertung die Mindestanforderungen an sichere Arbeitsverfahren festgelegt werden, wie z.B. zusätzliche Gasprüfungen.

10.9.3 Einsatz von Werkzeugen

Prüfen Sie alle Werkzeuge vor ihrer Nutzung. Nutzen Sie keine verschlissenen oder beschädigten Werkzeuge. Werkzeuge sollten nicht in geschlossene Räume mitgenommen werden. Um zu vermeiden, dass sie herunterfallen, sollten sie stattdessen in einem Plastikeimer oder einem Leinenbeutel herabgelassen werden. Bevor mit dem Hämmern oder Abklopfen begonnen oder ein Elektrowerkzeug eingesetzt wird, sollte sich die verantwortliche Person vergewissern, dass die Wahrscheinlichkeit von Kohlenwasserstoffgasen im Arbeitsbereich ausgeschlossen ist.

10.9.4 Elektrische Lampen und Einrichtungen

Nutzen Sie nur Sicherheitslampen oder eigensichere elektrische Einrichtungen in geschlossenen Räumen, die mit Kohlenwasserstoffgas neukontaminiert werden können.

Nicht zugelassene Lampen oder nicht zugelassene elektrische Geräte sollten nicht in einen geschlossenen Raum mitgenommen werden, es sei denn, der Raum ist durch ein zugelassenes Arbeitssicherheitssystem, einschließlich einer Erlaubnis für Heißenarbeiten, als sicher für Heißenarbeiten ausgewiesen.

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, sodass darauf zu achten ist, dass die Atmosphäre sicher bleibt.

10.9.6 Nutzung von Arbeitsbooten

Nicht zutreffend

10.10 Betreten von geschlossenen Räumen mit Atmosphären, von denen bekannt ist oder angenommen wird, dass das Betreten dieser Räume nicht sicher ist

Das Betreten eines Raums, der nicht für sicher befunden wurde, sollte nur in Betracht gezogen werden, wenn es keine praktikable Alternative gibt.

Außer bei der Sicherheit von Menschenleben oder des Schiffes, für die der Schiffsführer die letzte Verantwortung trägt, ist unerlässlich, die Erlaubnis des Betreibers einzuholen und ein sicheres Arbeitssystem für das Betreten eines Raumes zu vereinbaren, der nicht für sicher befunden wurde.

Der Schiffsführer sollte schriftlich erklären, dass es keine praktikable Alternative zu der vorgeschlagenen Methode, den Raum zu betreten, gibt und diese für den sicheren Betrieb des Schiffes unerlässlich ist.

Außer in Fällen, in denen eine unmittelbare Gefahr für das Leben oder das Schiff besteht und vereinbart wurde, dass eine derartige Maßnahme notwendig ist, sollte eine Risikobewertung erfolgen und in Absprache mit dem Betreiber ein sicheres Arbeitssystem entwickelt werden.

Ein Überdruck-Atemschutzgerät sollte immer dann genutzt werden, wenn ein Raum betreten wird, von dem bekannt ist, dass er:

- giftige Dämpfe oder Gase enthält,
- Sauerstoffmangel herrscht,
- Schadstoffe enthält, die von Luftreinigungsgeräten nicht wirksam behandelt werden können.

Die verantwortliche Person sollte die Maßnahme ständig überwachen und sicherstellen, dass:

- die in Abschnitt 10.7.3 beschriebenen Anforderungen befolgt werden,
- das beteiligte Personal gut in die Benutzung des Atemschutzgeräts eingewiesen wird und sich der Gefahren bewusst ist, die beim Abnehmen der Schutzmaske in der nicht gesicherten Atmosphäre bestehen,
- Überdruckatemschutzgeräte genutzt werden,
- die Anzahl der Personen, die den Tank betreten, auf ein Minimum beschränkt ist,
- das Personal sich so kurz wie möglich im Raum aufhält,
- sich Ersatz-Atemschutzgeräte, ein Beatmungsgerät und Rettungsgeräte sowie ein Rettungsteam mit angelegten Atemschutzgeräten außerhalb des Raums befinden,
- alle wichtigen Arbeiten so durchgeführt werden, dass keine Zündgefahr entsteht,
- wenn das Personal nicht mit einer Rettungsleine gesichert ist, eine andere geeignete Methode genutzt wird, um es zu orte, während es sich im Raum befindet.

10.11 Rettung und Evakuierung aus geschlossenen Räumen

Wenn jemand in einem geschlossenen Raum verletzt wird, MÜSSEN alle örtlichen Vorschriften befolgt werden, wobei die erste Maßnahme darin besteht, den Alarm auszulösen. Auch wenn Schnelligkeit oft von entscheidender Bedeutung und es eine menschliche Reaktion ist, einem Kollegen in Schwierigkeiten helfen zu wollen, sollten Rettungsmaßnahmen erst dann unternommen werden, wenn angemessene Hilfe und Ausrüstung zur Verfügung stehen. Unüberlegte und schlecht vorbereitete Rettungsversuche führen oft zu zusätzlichen und unnötigen Opfern.

Führen Sie regelmäßig Schulungen und Übungen durch, um die Rettung aus geschlossenen Räumen zu trainieren. Es ist wichtig, dass alle Mitglieder eines Rettungsteams wissen, was von ihnen erwartet wird.

10.11.1 Evakuierung aus geschlossenen Räumen

Ändert sich eine der in der Zutrittslaubnis genannten Bedingungen oder besteht der Verdacht, dass die Bedingungen in dem Raum unsicher geworden sind, nachdem das Personal den Raum betreten hat, sollte es angewiesen werden, diesen sofort zu verlassen. Sie sollten ihn erst wieder betreten dürfen, wenn die Situation neu bewertet wurde und die in der Zutrittslaubnis angegebenen sicheren Bedingungen wiederhergestellt sind.

10.11.2 Organisation von Rettungs- und Bergungsmaßnahmen aus geschlossenen Räumen

Rettungsmaßnahmen für geschlossene Räume sollten gut geplant und regelmäßig geübt werden, um ihre Wirksamkeit zu verbessern. Regelmäßige Schulungen für das Notfallrettungsteam sind unerlässlich.

Mitglieder des Notfallrettungsteams sollten:

- auf die physischen und technischen Anforderungen von Rettungseinsätzen in geschlossenen Räumen vorbereitet sein,
- in allen Aufgaben des Rettungsteams gut ausgebildet sein,
- mit der Rettungsausrüstung, die leicht einsetzbar sein sollte, vertraut sein,
- jede Rolle im Rettungsteam übernehmen können.

10.11.2.1 Zusammensetzung der Rettungsteams

Das Rettungsteam sollte aus speziellen Teammitgliedern bestehen, deren Rollen im Sicherheitsmanagementsystem festgelegt sind. Alle Mitglieder des Rettungsteams sollten in Rettungsmaßnahmen geschult und erfahren sein und mit den Notfallverfahren des Schiffes vertraut sein.

Auch wenn ein festes Team große Vorteile bietet, ist es wichtig, dass auch Ersatzkräfte für den Fall bestimmt werden, dass jemand nicht verfügbar ist.

10.11.2.2 Rollen im Team

Das Rettungsteam sollte wie folgt zusammengesetzt sein:

- Teamleiter: Dies sollte ein ranghoher Mitarbeiter sein, dessen Aufgabe es ist, die Rettungsmaßnahmen zu leiten. Der Teamleiter sollte nicht in dem Team sein, das den geschlossenen Raum betritt.
- Einstiegsteam: Auch wenn die Anzahl auf ein Minimum beschränkt werden sollte, sollten mindestens zwei Personen den Raum betreten, um die Rettung durchzuführen.
- Sicherungsteam: Dieses Team sollte die Rettungsausrüstung zusammenstellen und sicherstellen, dass das Einstiegsteam über die notwendige Ausrüstung und Unterstützung verfügt, um die Rettung durchzuführen und die Atmosphäre im geschlossenen Raum zu überwachen. Ein Besatzungsmitglied sollte den Leiter des Rettungsteams bei der Kommunikation unterstützen und ein Protokoll über die Ereignisse führen.

10.11.2.3 Der Rettungseinsatz

Sobald der Wächter bemerkt, dass sich jemand im Raum in Schwierigkeiten befindet, sollte er den Alarm auslösen. Das Verfahren für die Auslösung des Alarms sollte im Voraus vereinbart und getestet werden, ebenso das Verfahren für die Mitteilung der Einzelheiten des Notfalls.

Das Rettungsteam muss wissen, um welche Art von Vorfall es sich handelt und wie viele Personen betroffen sind. Beim Betreten eines geschlossenen Raums sollten die Mitarbeiter des Rettungsteams keine Aufgaben ausführen, die ihre Fähigkeit, sofort auf einen Alarm zu reagieren, beeinträchtigen würden. Sie sollten sich sofort zum Eingang des Raums begeben und alle erforderlichen zusätzlichen Ausrüstungsgegenstände mitnehmen. Niemand sollte den Raum ohne Erlaubnis des Teamleiters betreten.

Solange nicht eindeutig nachgewiesen ist, dass die Atmosphäre in dem geschlossenen Raum zum Atmen geeignet ist, sollte das Rettungsteam geeignete Schutzausrüstung tragen und umluftunabhängige Atemschutzgeräte (SCBA) nutzen. Erst nachdem ein vollständiger Test bestätigt hat, dass die Atmosphäre in dem geschlossenen Raum sicher ist, sollte das Team ohne Atemschutzgerät vorgehen.

Beim Erreichen der Opfer sollte das Team prüfen, ob sie noch atmen. Opfer, die nicht atmen, sollten so schnell wie möglich zur Wiederbelebung abtransportiert werden.

Bei Opfern, die noch atmen, sollten die Verletzungen untersucht werden, bevor sie aus dem Raum entfernt werden. Wenn der Zustand der Atmosphäre in dem geschlossenen Raum nicht als sicher eingestuft wird, sollte das Opfer eine unabhängige Luftzufuhr erhalten.

Während des Vorfalls sollten der Teamleiter und das Sicherungsteam:

- das Rettungsteam überwachen und sicherstellen, dass Luftreserven zur Verfügung stehen,
- die Rettungs-ausrüstung anbringen, z. B. Hebezeuge,
- die Atmosphäre des Raums überwachen,
- mit dem Kommandoteam des Schiffs kommunizieren,
- für zusätzliche Beleuchtung und Belüftung und ggf. verbesserten Zugang zum Raum sorgen.

Für den Abtransport von Opfern sollte die am besten geeignete Ausrüstung verwendet werden, z. B. Tragen, Hebegurte und Hebevorrichtungen.

10.11.2.4 Reanimation

Das für die Sicherheit verantwortliche Tankschiff- und Terminalpersonal sollte in der Wiederbelebung von Personen geschult sein, die giftigen Gasen oder Dämpfen ausgesetzt waren oder deren Atmung nach einem Stromschlag, Ertrinken oder aus anderen Gründen ausgesetzt hat.

Die meisten Tankschiffe und Terminals verfügen über ein spezielles Reanimationsgerät. Die Besatzung sollte wissen, wo sich dieses Gerät befindet und wie es richtig zu bedienen ist.

Das Gerät sollte an einem leicht zugänglichen Ort verstaut werden. Es sollte nicht verschlossen aufbewahrt werden. Die Anweisungen sollten gut sichtbar angebracht sein. Das Gerät und der Flascheninhalt sollten häufig gemäß Wartungsplansystem geprüft werden. Entsprechende Ersatzflaschen sollten mitgeführt werden.

10.11.3 Vorsichtsmaßnahmen beim Betreten von Ladungspumpenräumen

Sind Ladungspumpenräume vorhanden, MÜSSEN alle örtlichen Vorschriften befolgt werden. Ladungspumpenräume sollten als geschlossene Räume betrachtet und die Empfehlungen dieses Kapitels daher so genau wie möglich befolgt werden. Aufgrund ihrer Lage, Bauweise und der betrieblichen Notwendigkeit für das Personal, den Raum routinemäßig zu betreten, stellen Pumpenräume jedoch eine besondere Gefahr dar und erfordern besondere Vorsichtsmaßnahmen.

In einem Ladungspumpenraum befindet sich die größte Konzentration von Ladeleitungen von allen Räumen auf dem Schiff, und durch Leckage von flüchtigen Produkten an einem beliebigen Teil dieses Systems könnte schnell eine entzündbare oder giftige Atmosphäre entstehen.

10.11.4 Verfahren zum Betreten des Ladungspumpenraums

Vor Betreten eines Ladungspumpenraums sollte dieser gründlich gelüftet, der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre überprüft und die Atmosphäre auf Kohlenwasserstoffe oder giftige Gase untersucht werden, die mit der aktuellen oder früheren Ladung in Verbindung stehen.

Die Prüfung der Atmosphäre sollte mit tragbaren Gasspürgeräten durchgeführt werden. Eine Gasspüranlage kann verwendet werden, wenn sie:

- ordnungsgemäß kalibriert und geprüft wurde,
- Gasmesswerte als Prozent der UEG so genau wie tragbare Gasspürgeräte liefert,
- Messwerte für giftige Gase liefert, die denen tragbarer Gasspürgeräte entsprechen,
- Sauerstoffmesswerte liefert, die denen tragbarer Gasspürgeräte entsprechen,
- sich an aussagekräftigen Stellen im Pumpenraum befindet.

Schriftliche Verfahren sollten das Betreten des Pumpenraums regeln. Diese Verfahren sollten:

- auf einer Risikobewertung beruhen,
- gewährleisten, dass Risikominderungsmaßnahmen getroffen werden,
- gewährleisten, dass das Betreten des Raums protokolliert wird.

Ein Kommunikationssystem sollte für die Verbindung zwischen Pumpenraum, Kommandobrücke, Maschinenraum und Ladekontrollraum sorgen. Akustische und optische Signalgeber für die Hauptalarmanlagen, z. B. für allgemeine Alarm- und fest installierte Brandmeldeanlagen, sollten ebenfalls im Pumpenraum installiert werden.

Besatzungsmitglieder im Pumpenraum und außerhalb sollten jederzeit miteinander kommunizieren können. Regelmäßige Kommunikationschecks sollten zu vorher vereinbarten Zeiten durchgeführt werden. Bei fehlender Reaktion muss der Alarm ausgelöst werden.

Verwenden Sie nicht die UKW-/UHF-Kommunikationsausrüstung als Hauptkommunikationsmittel, wenn bekannt ist, dass der Empfang unzuverlässig oder aufgrund des Lärms schlecht sein könnte. Wenn die Kommunikation über UKW/UHF schwierig ist, sollte ein Wächter oberhalb vom Pumpenraum positioniert werden, und es sollte auf ein visuelles und ferngesteuertes Kommunikationsverfahren zurückgegriffen werden.

Überprüfen Sie, wie oft die Besatzungsmitglieder während der Ladevorgänge den Pumpenraum für Routinekontrollen betreten, um das Betreten zu minimieren.

Am Eingang des Pumpenraums sollten Hinweise angebracht werden, dass das Betreten des Raums ohne formelle Genehmigung nicht gestattet ist und dass sich Personal in dem Raum aufhält.

10.11.5 Lüftung des Ladungspumpenraums

Aufgrund des möglichen Vorhandenseins von Kohlenwasserstoffgas im Pumpenraum ist eine mechanische Belüftung durch Absaugung in einer sicheren Atmosphäre erforderlich.

Die Schiffe müssen über eine kontinuierliche Überwachung der Atmosphäre im Pumpenraum und ein akustisches und optisches Alarmsystem verfügen, das ausgelöst wird, wenn die Kohlenwasserstoffgaskonzentration im Pumpenraum einen vorgegebenen Wert überschreitet, der nicht mehr als 10 % der UEG betragen sollte.

Die Belüftung des Pumpenraums sollte mit der Beleuchtung des Pumpenraums gekoppelt sein, sodass die Belüftung funktioniert, wenn die Beleuchtung eingeschaltet ist. Dies gilt nicht für die Notbeleuchtung.

Während des Ladungsumschlags sollte die Belüftungsanlage des Pumpenraums mit der korrekten (niedrigeren) Saugleistung betrieben werden. Eine eventuell vorhandene Gasspüranlage sollte ordnungsgemäß funktionieren. Die Lüftung sollte kontinuierlich erfolgen, bis der Zugang nicht mehr erforderlich ist. Die Belüftungsanlage muss in der Lage sein, die von den behördlichen oder örtlichen Vorschriften für Binnentankschiffe vorgeschriebene Mindestanzahl von Luftwechseln zu gewährleisten. Diese Kapazität muss sich auf das Gesamtvolumen des Betriebsraums beziehen.

10.12 Atemschutzgeräte

Es gibt eine Reihe verschiedener Typen von Atemschutzgeräten, die auf Tankschiffen eingesetzt werden.

Der Betreiber ist für die Bereitstellung der Ausrüstung verantwortlich, um alle Aspekte der Betriebs- und Sicherheitsabläufe an Bord managen zu können. In den meisten Fällen werden die dafür erforderlichen Atemschutzgeräte über die Mindestanforderungen der SOLAS-Bestimmungen zum Brandschutz hinausgehen.

Atemmasken mit Filter oder Behälter schützen den Träger nicht vor Kohlenwasserstoffkonzentrationen oder toxischen Gasen oder Sauerstoffmangel. Sie sollten nie anstelle von Atemschutzgeräten eingesetzt werden.

10.12.1 Umluftunabhängige Atemschutzgeräte (SCBA)

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, und wird zu wenig Luft zugeführt, ertönt ein akustischer Alarm. Für die Nutzung in geschlossenen Räumen werden nur umluftunabhängige Atemschutzgeräte (SCBA) mit Überdruck empfohlen, da sie stets für einen Überdruck in der Atemmaske sorgen.

Bei Einsatz des Gerätes gilt:

- Vor dem Einsatz ist das Manometer zu prüfen.
- Testen Sie den akustischen Niederdruckalarm vor der Nutzung und beachten Sie, dass es beim Betreten von geschlossenen Räumen mit diesem Gerät sehr laut sein kann, was das Hören des Alarms erschwert.
- Überprüfen Sie die Atemmaske und stellen Sie sie so ein, dass sie luftdicht abschließt. Barthaare können die Dichtigkeit der Maske beeinträchtigen. Sollte das der Fall sein, muss eine andere Person das Gerät tragen und den Raum betreten. Nutzen Sie alternativ ein anderes Gerät, das unempfindlich gegenüber Barthaaren ist.
- Kontrollieren Sie regelmäßig das Manometer, um zu prüfen, wie viel Luft noch verbleibt.
- Planen Sie genügend Zeit ein, um die gefährliche Atmosphäre zu verlassen.
- Verlassen Sie den Raum sofort, wenn der Niederdruckalarm ertönt. Die Dauer der Luftzufuhr hängt vom Gewicht und von der Fitness des Geräteträgers sowie von der Einsatzdauer ab.

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.

10.12.2 Atemschutzgeräte mit Luftschlauch

Im Vergleich zur Verwendung von umluftunabhängigen Geräten kann das Personal mit einem Atemschutzgerät mit Luftschlauch länger in einem geschlossenen Raum bleiben.

Die Geräte bestehen aus einer Atemmaske, 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, sollte sie richtig gefiltert und ordnungsgemäß auf toxische oder gefährliche Bestandteile überprüft werden. Der Schlauch ist über einen Gurt oder eine andere Vorrichtung mit dem Geräteträger verbunden, was im Notfall ein schnelles Lösen ermöglicht. Ein Mengenventil oder Mundstück kontrolliert die Luftzufuhr zur Atemmaske.

Erfolgt die Luftzufuhr über einen Kompressor, muss ein Notvorrat an Druckluftflaschen für den Fall eines Kompressorausfalls bereitstehen. Im Notfall sollte der Geräteträger den Raum sofort verlassen.

Eine geschulte und befähigte Person sollte den Druck im Luftschlauch überwachen. Wenn der normale Betriebsdruck nicht gehalten werden kann, sollte auf die alternative Versorgung umgeschaltet werden.

Bei Einsatz eines Atemschutzgeräts mit Luftschlauch:

- überprüfen Sie die Atemmaske und stellen Sie sie so ein, dass sie luftdicht abschließt; Barthaare können dies erschweren,
- prüfen Sie den Betriebsdruck vor dem Einsatz,
- prüfen Sie den akustischen Niederdruckalarm vor jedem Einsatz,
- schützen Sie die Luftschläuche vor spitzen, hervorstehenden Teilen, um Beschädigungen zu vermeiden,
- stellen Sie sicher, dass der Luftschlauch die vom Hersteller empfohlene maximale Länge nicht überschreitet.

Falls es Zweifel an der Funktionsfähigkeit des Geräts gibt, sollte der Geräteträger den Raum sofort verlassen.

Die Geräteträger sollten eine Reserveluftflasche mit sich führen, die ständig angeschlossen ist, sodass im Falle einer Unterbrechung des Luftstroms von der Hauptversorgungsquelle sofort auf die Notluftversorgung umgeschaltet werden kann, ohne dass der Luftstrom unterbrochen wird. Ein Atemschutzfluchtgerät wird für diesen Zweck nicht empfohlen.

10.12.3 Atemschutzfluchtgerät

Atemschutzfluchtgeräte sind für den Notfluchtfall gedacht und sollten nicht als Hauptgerät beim Betreten von Räumen oder Abteilungen mit unsicherer Atmosphäre eingesetzt werden.

Dabei handelt es sich um ein Druckluftatemschutzgerät, das bei der Flucht aus einem Raum, in dem die Atmosphäre für die in dem Raum befindliche Person gefährlich geworden ist, eingesetzt werden kann. Für die Flucht vor einem Maschinen- oder Wohnungsbrand müssen Atemschutzfluchtgeräte vorgesehen werden. Während der Begehung eines geschlossenen Raums sollten zusätzliche Geräte für die Flucht bereitgestellt werden. Jedes Gerät ist für mindestens 10 Minuten ausgelegt.

Es kann zwischen zwei Gerätetypen gewählt werden:

Druckluftatemschutzgerät

Diese Geräte bestehen aus einer Druckluftflasche, einem Druckminderer, einem Luftschlauch, einer Atemmaske oder -haube und einer schwer entflammaren Tasche oder Hülle mit hoher Sichtbarkeit. Dabei handelt es sich in der Regel um Geräte mit einer konstanten Druckluftversorgung bei einer ungefähren Durchflussgeschwindigkeit von 40 Liter pro Minute, was je nach Flaschenvolumen für eine Einsatzzeit von 10 bis 15 Minuten reicht.

Druckluftatemschutzgeräte können normalerweise an Bord mit Hilfe eines konventionellen Kompressors für umluftunabhängige Atemschutzgeräte (SCBA) aufgefüllt werden. Vor dem Einsatz sollten Manometer, Luftventil und Haube geprüft werden.

Umluftunabhängiges Atemschutzfluchtgerät

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 gefährlichen Atmosphäre ermöglicht.

10.12.4 Wartung der Geräte

Alle Atemschutzgeräte sollten regelmäßig durch eine verantwortliche Person geprüft werden.

Mängel sollten sofort behoben und die Inspektionen und Reparaturarbeiten protokolliert werden. Druckluftflaschen sollten nach Gebrauch so schnell wie möglich wiederbefüllt werden.

Beschädigte oder rostige Druckluftflaschen sollten außer Betrieb genommen und entweder repariert oder ersetzt werden. Alle Flaschen sollten gemäß den Vorschriften der zuständigen Behörde einer hydrostatischen Prüfung unterzogen werden.

Masken und Helme sollten nach dem Einsatz gereinigt und desinfiziert werden. Alle Reparatur- oder Wartungsarbeiten sollten unter strenger Einhaltung der Herstelleranweisungen durchgeführt werden.

10.12.5 Lagerung

Atemschutzgeräte sollten komplett zusammengebaut an einem leicht zugänglichen Ort gelagert werden. Druckluftflaschen sollten voll aufgefüllt und die Stellgurte locker eingestellt sein. Geräte sollten für Notfälle in unterschiedlichen Bereichen des Schiffs verfügbar sein.

10.12.6 Schulung am Atemschutzgerät

Alle Besatzungsmitglieder sollten die Verwendung von Atemschutzgeräten praktisch demonstriert bekommen und darin geschult werden.

Eine formelle Ausbildung an Land kann die Ausbildung an Bord ergänzen und ist besonders für Personal von Vorteil, das als potenzielles Mitglied des Rettungsteams bestimmt wurde.

Nur geschultes Personal sollte umluftunabhängige Atemschutzgeräte und Atemschutzschläuche nutzen. Unsachgemäßer oder ineffizienter Gebrauch kann das Leben des Geräteträgers gefährden.

11 Schiffsbetrieb

Dieses Kapitel enthält Informationen zum gesamten Spektrum der betrieblichen Abläufe auf einem Schiff, wie z. B. Be- und Entladen der Ladung, Reinigen der Schläuche und Tanks, Gasfreimachen, Beladen mit Ballast, Transfer von Tankschiff zu Tankschiff und Festmachen.

Das Kapitel enthält auch Informationen über den sicheren Umschlag besonderer Ladungen, wie statische Akkumulatoröle, solche mit hohem Dampfdruck und solche, die Schwefelwasserstoff enthalten.

Andere Abläufe, die angesprochen werden, beziehen sich auf Gasrückföhranlagen und effektive Nachlenzverfahren.

11.1 Ladevorgänge

11.1.1 Allgemein

Alle Ladevorgänge sollten im Voraus sorgfältig geplant und dokumentiert werden. Einzelheiten der Planung sollten mit dem gesamten Tankschiffs- 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 dem Laden oder Löschen begonnen wird, werden die Ladeleitungen und Ventile von der verantwortlichen Person entsprechend dem Be- und Entladeplan eingestellt und unabhängig davon von einer anderen Person geprüft.

11.1.3 Ventilbetätigung

Zur Vermeidung von Druckstößen dürfen Ventile am Auslaufende eines Rohrleitungssystems nicht gegen den Flüssigkeitsstrom gesperrt werden, von Notfällen abgesehen. Darauf müssen alle Mitarbeiter, die für den Ladungsumschlag 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 sollten, bevor mit dem Pumpen begonnen werden kann, wobei allerdings das Druckventil der Kreiselpumpe geschlossen bleiben kann, bis die Pumpe ihre Drehzahl erreicht hat, und dann kann das Ventil 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, sollten 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 Druckstöße

Die unsachgemäße Bedienung von Pumpen und Ventilen kann zu Druckstößen im Rohrleitungssystem föhren.

Diese Stöße können stark genug sein, um Schäden an den Rohrleitungen, Schläuchen oder Metallhalterungen hervorzurufen. Zu den empfindlichsten Teilen des Systems gehören die Anschlüsse zwischen Tankschiff und Land. Druckstöße entstehen vor einem sich schließenden Ventil; schließt das Ventil zu schnell, können sie zu groß werden. Die Wahrscheinlichkeit von starken Druckstößen besteht eher bei langen Rohrleitungen mit hohen Durchflussschwindigkeiten.

Wenn das Risiko von Druckstößen besteht, sollten Tankschiff und Terminal sich gegenseitig informieren und schriftliche Vereinbarungen treffen, was die Regelung der Durchflussgeschwindigkeiten, Geschwindigkeit der Ventilschließung und Pumpengeschwindigkeit betrifft. Das sollte die Schließungszeiten für ferngesteuerte und automatisch betätigte Absperrventile einschließen. Diese Vereinbarung ist Bestandteil des Betriebsablaufplans (siehe Abschnitt 16.8).

11.1.5 Schmetterlings- und Rückschlagventile

Schmetterlings- und Rückschlagventile in Tankschiff- und Terminalumschlagsystemen sind bekannt dafür, dass sie zuschlagen, wenn die Ladung mit hoher Geschwindigkeit durch sie durchfließt, wobei sehr starke Druckschläge aufgebaut werden, die zu Schäden an den Leitungen, Schläuchen oder Metallhalterungen und sogar zu Bauschäden an den Piers führen können. Diese Schäden sind in der Regel darauf zurückzuführen, dass der Ventilteller bei geöffnetem Ventil nicht ganz parallel zur Strömungsrichtung oder ihr völlig entgegen steht. Das kann zu einer Schließkraft führen, die entweder auf die Ventilspindel (bei Schmetterlingsventilen) oder auf die Klappenachse (bei Rückschlagventilen) eine Scherwirkung haben kann. Es ist wichtig zu prüfen, dass all diese Ventile vollständig geöffnet sind, wenn sie Ladung durchleiten.

11.1.6 Ladevorgänge

11.1.6.1 Allgemein

Die Verantwortung für einen sicheren Ladungsumschlag liegt bei Tankschiff und Terminal gleichermaßen, d.h. Schiffsführer und Terminalbeauftragter haben eine gemeinsame Verantwortung. Wie die Verantwortung aufgeteilt wird, obliegt den beiden Seiten, und es muss gewährleistet sein, dass alle Aspekte des Umschlagbetriebs erfasst sind.

11.1.6.2 Gemeinsame Erklärung der Ladebereitschaft

Vor Beginn des Ladungsumschlags erklären die verantwortliche Person und der Terminalbeauftragte formell, dass Schiff und Terminal bereit sind, die Umschlagsvorgänge sicher abzuwickeln.

11.1.6.3 Notabschalteinrichtung

Tankschiff 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.

Potenzielle Gefahren durch Druckstöße in Verbindung mit Notabschaltvorgängen sollten entsprechend berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 16.8).

Tankschiffe können mit folgenden Notabschalteinrichtungen ausgestattet sein:

Während der Ladevorgänge

Ist eine Notabschalteinrichtung vorhanden, werden in jedem Ladetank Füllstandssensoren 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 des Ladens eingeleitet werden.

Das Signal muss an die Landanlage mittels eines wasserdichten, zweipoligen Gerätesteckers einer Kupplungssteckvorrichtung nach Norm EN 60309-2: 1999 für Gleichstrom von 40-50 V, Kennfarbe weiß, Lage der Hilfsnase 10 Uhr, übergeben werden können.

Es ist darauf zu achten, dass der Stecker in unmittelbarer Nähe der Sammelleitung fest am Schiff montiert ist.

Der Füllstandssensor sollte auch in der Lage sein, die Pumpen des Tankschiffs während des Löschvorgangs abzuschalten.

Es wird empfohlen, dass der Füllstandssensor unabhängig vom Niveaularmgeber funktioniert.

Während der Löschvorgänge

Während des Löschens mit einer Pumpe an Bord kann die Anlage an Land die Pumpen auf dem Tankschiff über die Notabschalteinrichtung 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 oder einer Kupplungssteckverbindung, z.B. nach der Norm EN 60309-2:-1999 für Gleichstrom von 40-50 V, Kennfarbe weiß, Lage der Hilfsnase 10 Uhr, zu übertragen.

Es ist darauf zu achten, dass die Steckdose in unmittelbarer Nähe der Landanschlüsse des Umschlagsystems fest am Schiff montiert ist.

11.1.6.4 Aufsicht

Folgende Sicherungsmaßnahmen des Ladevorgangs sollten beachtet werden:

- eine verantwortliche Person sollte die Aufsicht übernehmen und genügend Besatzungsmitglieder an Bord sein, die für den Betrieb und die Sicherheit des Tankschiffs sorgen; das Tankdeck sollte ständig unter Kontrolle sein,
- es ist darauf zu achten, dass die vereinbarten Kommunikationssysteme zwischen Tankschiff und Land funktionstüchtig sind,
- zu Beginn des Ladevorgangs und bei jedem Wach- oder Schichtwechsel bestätigen die verantwortliche Person 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 Notstoppsystem für Tankschiff und Terminal sollten von allen Beteiligten in vollem Umfang verstanden werden.

11.1.6.5 Inertgasverfahren

Vor Beginn des Ladevorgangs sollte der Inertgaserzeuger, sofern vorhanden und nötig, abgeschaltet werden. Der Inertgasdruck in den zu beladenden Tanks sollte auch gemindert werden.

11.1.6.6 Beladen

A. Geschlossener Ladebetrieb

Für einen effektiven geschlossenen Ladebetrieb müssen die Peil- und Sichtöffnungen sicher geschlossen sein.

Möglicherweise verbieten örtliche, nationale oder internationale gesetzliche Vorschriften bei den meisten flüchtigen Produkten das Abblasen von Ladungsgasen in die Atmosphäre. Ist dies der Fall, muss auf geschlossenen Ladebetrieb in Verbindung mit einem Gaspandeln mit dem Ladeterminal zurückgegriffen werden. In diesem Fall muss das Terminal sicherstellen, dass der maximale Dampfdruck im Ladetank des Tankschiffs zu keinem Zeitpunkt des Vorgangs den Einstellwert des Hochgeschwindigkeitsventils erreicht.

Wenn die von der einströmenden Ladung verdrängten Ladungsdämpfe aus Sicherheitsgründen nicht bis zum Terminal ausgeglichen werden können, muss es möglich sein, diese Dämpfe durch Hochgeschwindigkeitsventile in die Atmosphäre abzuführen, um zu gewährleisten, dass diese Gase abseits vom Ladedeck ausströmen. Vorrichtungen, die an den Abzugsrohren angebracht sind und den Flammendurchschlag verhindern sollen, sollten regelmäßig auf sauberen und einwandfreien Zustand sowie ordnungsgemäße Montage überprüft werden.

Für einen geschlossenen Ladebetrieb sollte das Schiff mit Füllstandmessgeräten ausgestattet sein, die ein Überwachen des Tankinhalts bei geschlossenen Tanköffnungen ermöglichen (siehe Abschnitt 11.8.1).

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, sollten diese voll funktionstüchtig sein und durch eine unabhängige Alarmvorrichtung bei Überfüllung des Tanks unterstützt werden. Das Alarmsystem sollte eine akustische und visuelle Anzeige haben und so eingestellt sein, dass der Ladevorgang vor Überfüllen des Tanks gestoppt werden kann. Bei Normalbetrieb sollte der Ladetank zu keiner Zeit 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.

Sollte sich nach Testen des Überfüllalarms herausstellen, dass dieser nicht richtig funktioniert, sollte nicht mit dem Laden begonnen werden.

Auf Schiffen ohne Inertgasanlage sollten die Ausrüstungen die in Abschnitt 11.8.2 genannten Vorsichtsmaßnahmen erfüllen.

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 einer Flammensperre ausgestattet sind, die gut angebracht, sauber und in ordnungsgemäßem Zustand ist. In allen Fällen müssen die Gase abseits vom Ladedeck abgeblasen werden.

Sobald der Verdacht besteht, dass sich entzündbare 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 Tankschiffsventile in dem Ladesystem geöffnet sind und das Tankschiff seine Bereitschaft erklärt hat, kann mit den Ladearbeiten begonnen werden. Es sollte mit einer niedrigen Durchflussgeschwindigkeit begonnen werden, wenn möglich durch Schwerkraft und in einen einzigen Tank. Landseitige Pumpen sollten erst eingeschaltet werden, wenn das System geprüft wurde und das Tankschiff mitgeteilt hat, dass die Ladung in den/die richtigen Tank(s) befördert wird. Nach Einschalten der Pumpen werden Tankschiff/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

Das erhöhte Leckagerisiko im Pumpenraum bedeutet, dass sich das Beladen über Leitungen des Pumpenraums nicht bewährt. Wenn möglich, sollte das Beladen über Stichleitungen im Bereich des Ladetanks erfolgen, wobei alle Ventile des Pumpenraums geschlossen sein müssen.

11.1.6.12 Ladungsprobenahme zu Ladebeginn

Falls die entsprechenden Vorrichtungen vorhanden sind, sollte eine Ladungsprobe so bald wie 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 sollte vor dem Öffnen weiterer Tanks zum Beladen erfolgen (siehe Anhang 7).

Wenn nicht inertisierte Tankschiffe 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 werden alle vollen und leeren Tanks vom Tankschiff aus überwacht und diese werden regelmäßig geprüft, um sicherzugehen, dass die Ladung nur in die dafür vorgesehenen Ladetanks befördert wird und keine Ladung in die Pumpenräume oder Kofferdämme entweicht.

Auf Schiffsseite wird mindestens stündlich der Füllstand geprüft und die Durchflussgeschwindigkeit berechnet. Die Umschlagdaten und Durchflussgeschwindigkeiten werden mit den Angaben an Land verglichen, um so eventuelle Abweichungen ermitteln zu können.

Auf Tankschiffen, für die Biegespannungen eine kritische Rolle spielen können, sollte Teil der stündlichen Prüfungen wenn möglich auch die Beobachtung und Aufzeichnung der Scherkräfte, Biegemomente, Zug- und Trimmkräfte sowie anderer für das Tankschiff spezifischer, relevanter Stabilitätsanforderungen sein. Diese Angaben sollten mit dem erforderlichen Ladeplan verglichen werden, um zu bestätigen, dass alle Sicherheitsgrenzwerte eingehalten wurden und der Ladeablauf fortgesetzt oder ggf. geändert werden kann. Abweichungen müssen der verantwortlichen Person sofort mitgeteilt werden.

Unerklärliche Druckabfälle oder gravierende Abweichungen zwischen den Mengenüberschlagswerten von Tankschiff und Terminal könnten auf Leckagen in der Leitung oder im Schlauch hinweisen, was zu einem sofortigen Stopp der Ladevorgänge führen sollte, bis die notwendigen Untersuchungen durchgeführt wurden.

Seitens des Tankschiffs sind das Ladedeck und der Pumpenraum regelmäßig auf Leckagen zu prüfen. Gleiches gilt für die Außenbordbereiche.

11.1.6.14 Schwankungen der Ladegeschwindigkeit

Die Ladegeschwindigkeit sollte ohne Absprache mit dem Tankschiff nicht wesentlich verändert werden.

11.1.6.15 Das Pumpen vom Terminal stoppt

Viele Terminals fordern für das Stoppen der Pumpen eine Bereitschaftszeit entsprechend Punkt 24 der Richtlinien zum Ausfüllen der Sicherheitschecklisten für Tankschiff/Land, bevor mit dem Laden begonnen wird (siehe Abschnitt 26.4).

11.1.6.16 Auffüllen an Bord des Tankschiffs

Das Tankschiff sollte dem Terminal mitteilen, wenn ein Auffüllen der Tanks erforderlich ist, und dem Terminal genügend Zeit geben, die Ladegeschwindigkeit zu reduzieren, um eine wirksame Durchflussregelung an Bord des Tankschiffs zu ermöglichen. Nach dem 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 sollten gelegentlich geprüft werden, um ein Überlaufen infolge von undichten Ventilen oder unsachgemäßer Bedienung zu vermeiden. Generell sollte das Tankschiff dem Terminal mitteilen, wenn der letzte Ladetank geladen wird.

Die Anzahl der Ventile, die während des Auffüllens geschlossen sein müssen, sollte auf ein Minimum reduziert werden.

Das Tankschiff sollte nicht alle Ventile gegen den Produktfluss schließen.

Nach Möglichkeit sollte zum Ende des Ladevorgangs eine Schwerkraftladung erfolgen. Wenn die Pumpen bis zum Ende genutzt werden müssen, sollte ihre Förderleistung während der Bereitschaftszeit so geregelt werden, dass die Regelventile an Land geschlossen werden können, sobald das Tankschiff dies anfordert. Die Regelventile an Land sollten vor den Ventilen auf dem Tankschiff geschlossen werden.

11.1.6.17 Prüfungen nach dem Laden

Nach Abschluss des Beladens sollte eine verantwortliche Person überprüfen, dass alle erforderlichen Ventile im Ladungssystem geschlossen, alle entsprechenden Tanköffnungen geschlossen und die Überdruck-/Unterdruckventile (P/V Valve) 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 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). 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 Ausschluss 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 eine Gefahr, die mit dem Umschlag von entzündbaren Produkten verbunden ist.

WERDEN DIE IN DIESEM ABSCHNITT GEGEBENEN HINWEISE NICHT BEACHTET, ENTSTEHEN GENAU DIE RISIKANTEN 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 entzündbaren 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 starke Quelle für statische Elektrizität. Es sollte daher besonders darauf geachtet werden, 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 den 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 sollte für den kleinsten Leitungsquerschnitt unter Berücksichtigung der Grenzwerte für Ventile und andere Rohre im letzten Abschnitt vor dem Tankeinlass berechnet werden.

Mindestleitungsdurchmesser* (mm)	ca. Durchflussgeschwindigkeit(m³/h)
80	17
100	29
150	67
200	116
250	183
305	262
360	320
410	424
460	542
510	676
610	987
710	1.354
810	1.782

* Die angegebenen Durchmesser sind Nenndurchmesser, die nicht unbedingt den tatsächlichen Innendurchmessern entsprechen müssen.

Tabelle 11.1: Durchflussgeschwindigkeiten von 1 m/s

Tabelle 11.1 zeigt ungefähre Volumenströme, die einer Lineargeschwindigkeit von 1 m/s in Rohrleitungen mit unterschiedlichen Durchmessern entsprechen.

Gründe für diese niedrige Lineargeschwindigkeit von 1 m/s sind:

1. Zu Beginn des Tankfüllvorgangs ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich Wasser mit dem Öl, das in den Tank gefüllt wird, vermischt, am größten. Öl- und Wassergemische sind eine äußerst starke Quelle für statische Elektrizität.
2. Eine niedrige Produktgeschwindigkeit am Tankeinlass minimiert die Verwirbelungen und das Spritzen, wenn das Öl in den Tank läuft. Dies trägt dazu bei, dass sich die Erzeugung statischer Elektrizität und die Dispersion des vorhandenen Wassers verringert, sodass es sich schnell am Tankboden absetzt, wo es bei einer späteren Erhöhung der Ladegeschwindigkeit relativ ungestört bleiben kann.
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 liegt daran, dass die Nebeltröpfchen durch die Luft, die wie ein Isolator wirkt, getrennt werden. Ein Nebel kann zu einer entzündbaren Atmosphäre führen, auch wenn die Flüssigkeit einen hohen Flammpunkt hat und normalerweise nicht zur Bildung einer entzündbaren Atmosphäre fähig ist.

Abbildung 11.1 enthält ein Ablaufschema, 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 starke Quelle für statische Elektrizität darstellen, sollte darauf geachtet werden, dass kein überschüssiges Wasser aus Aktivitäten wie Reinigen mit Wasser, Ballastierung 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. In den Tanks darf sich kein Wasser ansammeln. Leitungen sollten nicht mit Wasser in einen Tank mit statischen Akkumulatoren zurückverlegt werden.

Das nach dem ersten Befüllen im Rohrleitungssystem an Land oder auf dem Schiff verbliebene Wasser könnte bei maximaler Ladegeschwindigkeit in den Ladetank gespült werden (die Mindestgeschwindigkeit, mit der Wasser effektiv aus den Rohrleitungen gespült werden kann, beträgt 1 m/s). Das daraus resultierende Vermischen und Verrühren von Öl und Wasser im Tank erhöht die Erzeugung statischer Aufladung auf ein Niveau, das in einer entzündbaren Atmosphäre gefährlich ist. 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 des Tanks (Hinweise zum Verfahren siehe Abschnitt 11.1.7.3).

Unter normalen Umständen und unter der Voraussetzung, dass die oben genannten Vorkehrungen zur Vermeidung von überschüssigem Wasser getroffen wurden, reicht die nach der ersten Befüllung noch im System vorhandene Wassermenge nicht aus, um die statische Erzeugung zu erhöhen, wenn die Ladegeschwindigkeit erhöht wird. Besteht jedoch der Verdacht, dass sich in den Rohrleitungen an Land immer noch überschüssiges Wasser befindet, wird Folgendes empfohlen:

- Produktgeschwindigkeit in der Rohrleitung an Land während des gesamten Ladevorgangs unter 1 m/s halten, um zu verhindern, dass Wasser in den/die Tank/s des Schiffs gespült wird,
- Produktgeschwindigkeit an dem Tankeinlass/den Tankeinlässen während des gesamten Ladevorgangs unter 1 m/s halten, um Verwirbelungen im Tank/in den Tanks zu vermeiden.

Es sollte die Option gewählt werden, die eine höhere Ladegeschwindigkeit bei Gewährleistung der Sicherheit bietet.

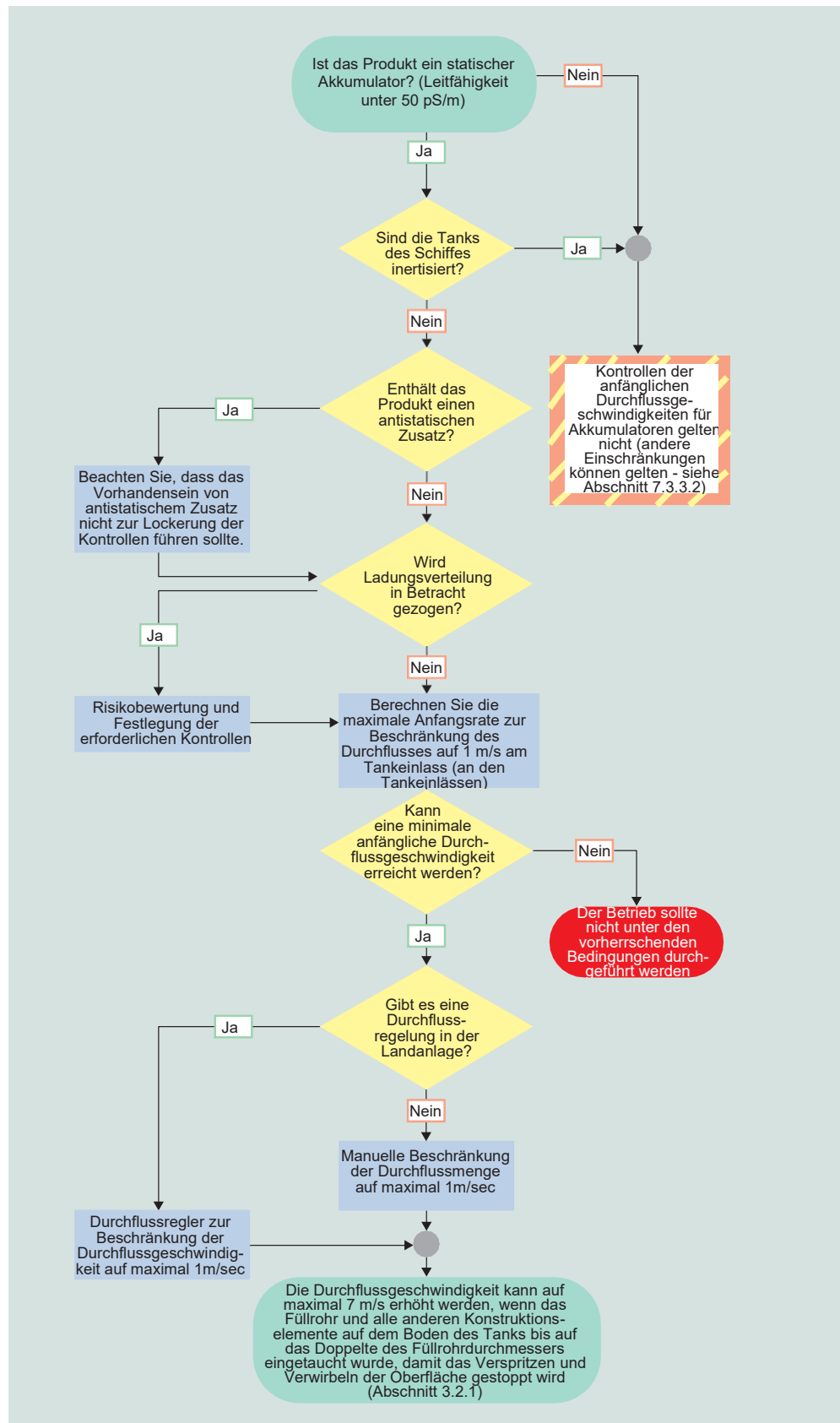


Abbildung 11.1: Kontrollrisiken in Verbindung mit der Erstbeladung mit statischen Akkumulatorflüssigkeiten

11.1.7.5 Beispiele der anfänglichen Ladegeschwindigkeiten

Abbildung 11.2 zeigt das Rohrleitungssystem eines Schiffs zum Laden einer statischen Akkumulatorflüssigkeit am Liegeplatz. Diese Tabelle enthält Angaben zu den Rohrgrößen und die Volumenströme bei einer Geschwindigkeit von 1 m/s. Für die Erstbeladung von zwei Ladetanks kann aufgrund der Einschränkung im angegebenen Beispiel eine Ladegeschwindigkeit von 366 m³/h gefordert werden (siehe auch Tabelle 3.2).

11.1.7.6 Praktische Erwägungen

In der Praxis sind nicht alle Terminals mit Durchflussreglern ausgestattet, die die Ladegeschwindigkeit regulieren, und 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 Gasrückführleitung 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 potenzieller 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 Lade- und Löschleitungen des Tankschiffs kann zu einem Rückstrom von Dämpfen (Gas oder Luft) aus anderen offenen Tanks, die gerade beladen werden, führen. Dies bewirkt die Bildung eines Zweiphasengemisches von Produkt und Dampf, das zu verstärkten Verwirbelungen und Nebelbildung innerhalb des Tanks 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.

Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen sollten ergriffen werden, um die Risiken zu beherrschen, die mit der Ladungsverteilung von statischen Akkumulatorflüssigkeiten verbunden sind:

- Die Gesamtladegeschwindigkeit sollte so gewählt werden, dass sie eine maximale Produktgeschwindigkeit von 1 m/s je Tank gewährleistet, wobei von einer gleichmäßigen Verteilung der Ladung auf die Tanks ausgegangen wird.
- Potenzielle Unterschiede in der Verteilung der Ladung auf die verschiedenen Tanks sollten in Erwägung gezogen und 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, 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 Risikobewertungsverfahrens. Bei der Risikobewertung ist Folgendes zu berücksichtigen:
 - Rohrleitungskonfiguration des Terminals, einschl. Durchflussregelmöglichkeiten,
 - Rohrleitungskonfiguration des Tankschiffs,
 - Zustand der Ladetanks auf dem Tankschiff, z. B. vorherige Ladung, Tankatmosphäre und physikalischer Zustand (z. B. Unversehrtheit der Heizschlangen),
 - Produkt, das geladen werden soll, und das Risiko der Bildung einer entzündbaren Atmosphäre.

Das Verfahren der Ladungsverteilung sollte nur eingesetzt werden, wenn Tankschiff und Terminal gleichermaßen davon überzeugt sind, dass die Risiken erkannt und geeignete Maßnahmen zur Risikominderung, -vermeidung oder -beseitigung getroffen wurden.

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, und dann gilt es zu gewährleisten, dass es zu keiner übermäßigen elektrostatischen Aufladung des flüssigen Massengutes kommt. Das erfolgt auch durch die Regelung des Durchflusses, allerdings ist die maximal zulässige Geschwindigkeit höher als in der anfänglichen Füllzeit, vorausgesetzt, dass das Produkt entsprechend Abschnitt 3.2.1 ‚sauber‘ ist.

Wenn der Tankboden bedeckt ist, es kein Spritzen und keine Verwirbelungen an der Oberfläche mehr gibt, kann die Durchflussgeschwindigkeit auf den unteren Wert der maximalen Durchflussgeschwindigkeiten des Tankschiffs oder der Rohrleitung an Land und des Pumpensystems erhöht werden, entsprechend einer ordnungsgemäßen Steuerung des Systems. Die Praxis und Erfahrungen haben gezeigt, dass keine Gefahr entsteht, wenn die Produktgeschwindigkeit weniger als 7 m/s beträgt. Einige nationale Praxisleitfäden schlagen 7 m/s als Höchstwert vor. Es gibt aber auch eine Reihe von Dokumenten aus dem Gewerbe, 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 Daten für sicheres Laden wurden aus Experimenten abgeleitet, die auf eine maximale Durchflussgeschwindigkeit von 7 m/s begrenzt waren.)

Nur wenn gut belegte Erfahrungen darauf hinweisen, dass höhere Geschwindigkeiten sicher eingesetzt werden können, kann der Grenzwert von 7 m/s durch einen entsprechend höheren Wert ersetzt werden.

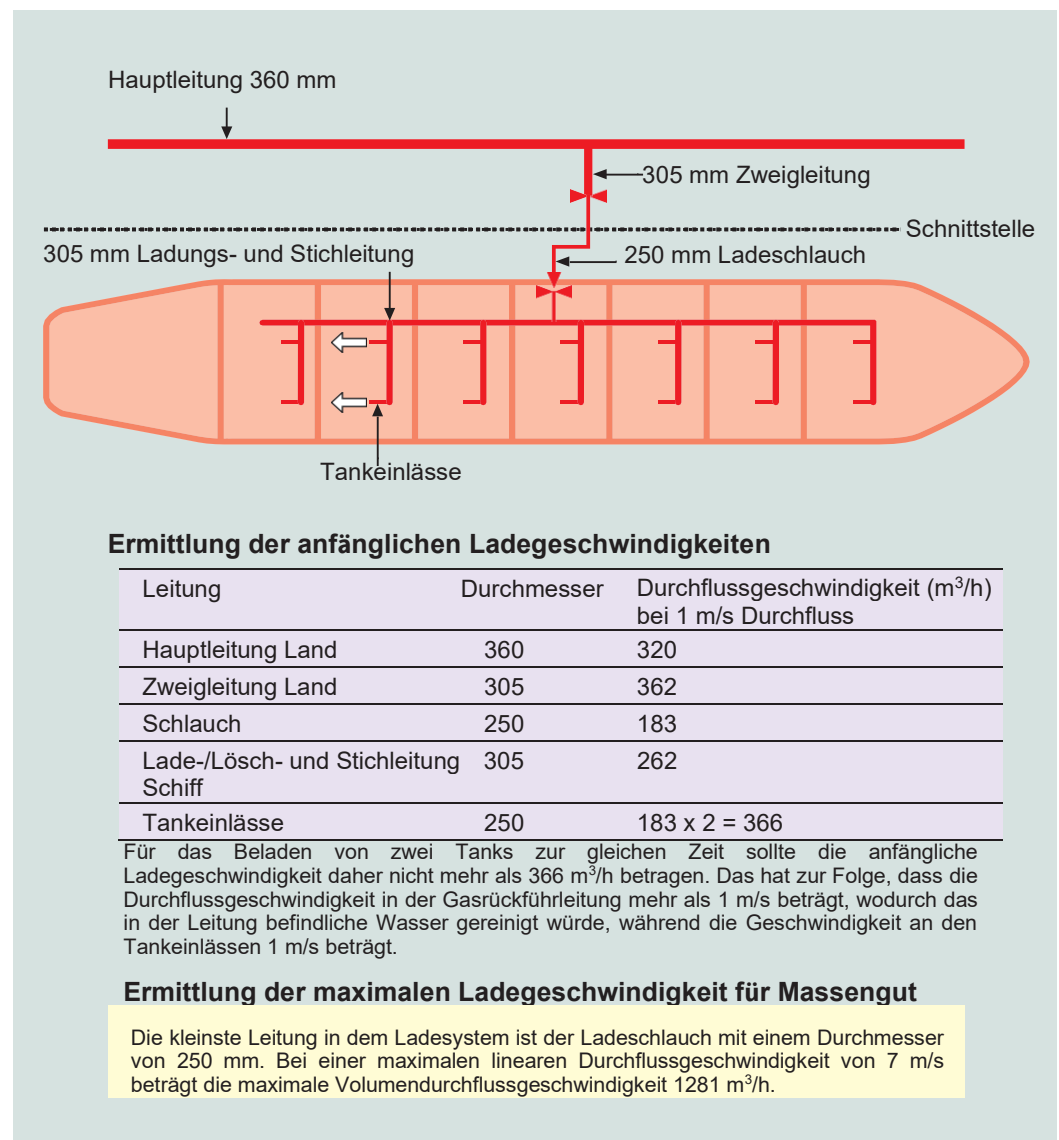


Abbildung 11.2: Ermittlung der Ladegeschwindigkeiten für statische Akkumulatorflüssigkeiten

Die Betreiber sollten 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 wenn auf einem Tankschiff eine Hauptlade- und Löschleitung 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 Ladeschlauch mit einem Durchmesser von 250 mm ist. Wenn für Tankschiff und Land eine Ladegeschwindigkeit von 7 m/s akzeptabel ist, sollte eine maximale Ladegeschwindigkeit von 1281 m³/h angefordert werden.³

11.1.7.9 Antistatische Zusätze

Enthält das Ölprodukt einen effektiven antistatischen Zusatz, ist es kein statischer Akkumulator mehr. Auch wenn 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 Zusätzen hängt von der Zeit ab, die seit Zugabe des Zusatzstoffs zum Produkt vergangen ist, von der ausreichenden Produktmischung, von anderen Schadstoffen und der Umgebungstemperatur. 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 enthielt. Die Rückstände der flüchtigen Flüssigkeit können eine entzündbare Atmosphäre erzeugen, auch wenn die Atmosphäre selbst, die durch die schwerflüchtige Flüssigkeit entsteht, nicht brennbar 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 und 11.1.7.8 begrenzt werden.

Produktspezifikationen und Qualitätsanforderungen bedeuten normalerweise, dass es auf Tankschiffen, die Fertigprodukte umschlagen, keinen Ladungswechsel gibt. Die Situation kann jedoch entstehen, wenn Slops 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 Ladungen mit sehr hohem Dampfdruck

Um ein Gassing-up (Ladetank mit Dämpfen der flüssigen Ladung auffüllen) der Ladepumpen zu vermeiden, sollte der zu erwartende echte Dampfdruck der Ladung am Auslaufstutzen geprüft werden.

11.1.9 Laden von schwefelwasserstoffhaltigen Ladungen

11.1.9.1 Allgemein

Immer mehr Ladungen enthalten erhebliche und zunehmende Mengen an Schwefelwasserstoff. Hinweise zur Toxizität von Schwefelwasserstoff 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 schwefelwasserstoffhaltigen Ladungen, allgemein als 'saure' Ladungen bezeichnet, verbundenen Risiken getroffen werden können.

³ Was die angeforderte maximale Ladegeschwindigkeit betrifft, so ist es auch sehr wichtig, die maximale Entlüftungsleistung des Tankschiffs zu prüfen. Diese maximale Entlüftungsleistung kann durch die Klassifikationsgesellschaft berechnet werden. Siehe auch 7.3.3.1.

11.1.9.2 Vorsichtsmaßnahmen beim Laden von schwefelwasserstoffhaltigen Ladungen

Vor dem Laden sollte die Besatzung des Tankschiffs (die verantwortliche Person oder der Schiffsführer des Tankschiffs) vom Terminal (mündlich oder schriftlich) informiert werden, wenn vermutet wird, dass die umzuschlagende Ladung Schwefelwasserstoff enthält.

Außerdem gilt es als bewährte Verfahrensweise, Produkte, die vermutlich Schwefelwasserstoff enthalten, unter vollständig geschlossenen Bedingungen, vorzugsweise in Verbindung mit dem Gaspandeln, zu laden.

Folgende Vorsichtsmaßnahmen sind bei der Vorbereitung des Ladens von sauren Produkten zu beachten:

- Vor Ankunft im Ladehafen ist sicherzustellen, dass das Ladungssystem 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 kleinsten Gasmengen zu verhindern.

Beim Laden von schwefelwasserstoffhaltigem Beförderungsgut:

- Für den Ladevorgang sollte ein Sicherheitsplan erstellt werden. Er sollte Richtlinien zur Entlüftung, Gasüberwachung, persönlichen Schutzausrüstung, zu den Entlüftungseinrichtungen für Wohnungen und den Maschinenraum sowie zu den Notfallmaßnahmen enthalten.
- Es sollten geschlossene Ladungsverfahren, wie in Abschnitt 11.1.6.6 beschrieben, eingesetzt werden.
- Das Belüften der Atmosphäre bei einem relativ niedrigen Tankdruck sollte vermieden werden, insbesondere bei ruhigen Windbedingungen.
- Wird ein Produkt geladen, ohne dass ein Gasabfuhranschluss zum 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 Sicherheit des Tankschiffs beiträgt und am Ladungsumschlag teilnimmt. Die regelmäßige Wartung an Deck sollte begrenzt oder auf einen Zeitpunkt nach Abschluss der Ladevorgänge verschoben werden. Besucher sollten zu und von den Wohnungen begleitet werden und über Frachtrisiken und Notfallmaßnahmen kurz unterrichtet werden.
- Schwefelwasserstoff ist äußerst korrosiv, und mechanische Messgeräte sind daher anfälliger für Ausfälle als üblich. Sie sollten regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft werden. Bei Ausfall eines Messgeräts sollten keine Reparaturen vorgenommen werden, sofern keine entsprechende Genehmigung vorliegt und alle notwendigen Vorsichtsmaßnahmen getroffen worden sind.
- Da Schwefelwasserstoff schwerer als Luft ist, sollte beim Transfer von Tankschiff zu Tankschiff besonders auf die unterschiedlichen Freiborde der Tankschiffe geachtet werden und darauf, dass sich die Dämpfe nicht frei ausbreiten können. 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 benzolhaltigen Ladungen

Hinweise zur Toxizität von Benzol sind in Abschnitt 2.3.5 enthalten. Benzolhaltige Ladungen sollten 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 eine Gasrückföhranlage an Land zur Verfügung steht, sollte diese 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. Dazu gehören Messungen zur Ermittlung des Risikos einer Exposition des Personals gegenüber Benzoldämpfen bei allen Betriebsabläufen wie Laden und Löschen, Probenahme, Handhabung von Schläuchen, Tankreinigung, Gasfreimachen und Messung von benzolhaltigen Ladungen. Diese Messungen sollten auch durchgeführt werden, um die Gaskonzentrationen, die während der Tankreinigung, Entlüftung oder Ballastierung von Tanks, deren vorherige Ladungen benzolhaltig waren, entstehen, bestimmen zu können.

Das Personal des Tankschiffs sollte stichprobenartig die Dampfkonzentration mit Hilfe von Prüfröhrchen und Pumpen, Toxizitätsanalysatoren oder einem elektronischen Prüfröhrchen kontrollieren, um festzustellen, ob die Schwellengrenzwerte des zeitgewichteten Durchschnitts (TLV-TWAs) überschritten werden und ob daher eine persönliche Schutzausrüstung getragen werden muss.

Die in Abschnitt 11.8.4 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen sollten ebenfalls ergriffen werden, um die Exposition während der Messungen und Probenahmen von benzolhaltigen Ladungen zu minimieren.

11.1.11 Laden von erwärmten Produkten

Sofern das Tankschiff nicht speziell für die Beförderung von sehr heißen Ladungen, wie z. B. Bitumenfrachter, ausgelegt ist, können Ladungen, die auf hohe Temperaturen erwärmt wurden, zu Schäden an der Konstruktion des Tankschiffs, den Ladetankbeschichtungen und an Vorrichtungen wie Ventilen, Pumpen und Dichtungen führen.

Einige Klassifikationsgesellschaften haben Vorschriften für die Höchsttemperatur, bei der Ladung geladen werden darf. Die Schiffsführer des Tankschiffs sollten sich mit dem Tankschiffsbetreiber absprechen, wenn die zu ladende Ladung eine Temperatur von über 60 °C aufweist.

Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen können helfen, die Auswirkungen von heißen Ladungen abzuschwächen:

- Ladung über das ganze Tankschiff so gleichmäßig wie möglich verteilen, 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 Nicht zutreffend

11.1.13 Ladebetrieb an Terminals, die mit Gasrückführanlagen ausgestattet sind

11.1.13.1 Allgemein

Das Grundkonzept einer Gasrückführanlage 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 Tankschiff 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.

Die Informationsbroschüre des Terminals sollte eine Zusammenfassung zu den Gasrückführanlagen des Terminals enthalten.

11.1.13.2 Fehlanschluss von Flüssigkeits- und Gasabfuhrleitungen

Um vor möglichen Fehlan schlüssen der Gassammelleitung des Tankschiffs 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 Ladevorgänge ein effektives Überwachen und Kontrollieren des Tankinnendrucks erforderlich machen, entstehen durch den Anschluss an eine Gasrückführanlage 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 Ladegeschwindigkeiten nicht die maximal zulässigen Werte überschreiten.

11.1.13.4 Überfüllen des Tanks

Das Risiko, den Ladetank zu überfüllen, wenn eine Gasrückföhranlage verwendet wird, 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 sollte eine akustische und visuelle Anzeige haben und so eingestellt sein, dass der Ladevorgang vor Überfüllen des Tanks gestoppt werden kann. Bei Normalbetrieb kann 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, mit der der Zustand der Alarmschaltkreise und des Sensors überwacht und der Sollwert des Instruments bestätigt wird.

11.1.13.5 Probenahme und Messungen

Ladetanks sollten niemals zum Zwecke der Probenahme und Messungen geöffnet werden, solange das Tankschiff mit der Gasrückföhranlage an Land 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 Dampfraum des Ladetanks zu mindern.

Auf nicht inertisierten Tankschiffen sind auch Vorsichtsmaßnahmen gegen Gefährdungen durch statische Elektrizität einzuhalten (siehe Abschnitt 11.8).

11.1.13.6 Feuer/Explosion/Detonation

Die Wechselwirkung von tanksschiffs- und landseitigen Gasströmen, die in dem Zündbereich liegen können oder auch nicht, stellen beträchtliche zusätzliche Risiken dar, die es normalerweise beim Beladen nicht gibt. Wenn keine geeigneten Schutzvorrichtungen installiert sind und die Betriebsabläufe nicht eingehalten werden, kann ein Feuer oder eine Explosion im Dampfraum eines Ladetanks an Bord schnell auf das Terminal übergreifen und umgekehrt.

In unmittelbarer Nähe zum Terminalgasanschluss am Kopf des Piers sollte eine Detonationssicherung angebracht werden, die einen Erstschutz gegen Flammenübertragung oder Flammendurchschlag vom Tankschiff zum Land oder vom Land zum Tankschiff bietet.

Die Ausführung des Gasrückföhrungssystems des Terminals ist entscheidend für einen sicheren Umgang mit entzündbaren Gasen. Wenn dies nicht möglich ist, sind Bestimmungen zur Inertisierung, Anreicherung oder Verdünnung des Gasstroms und zur ständigen Überwachung seiner Zusammensetzung vorgesehen.

11.1.13.7 Flüssigkondensat in der Gasleitung

Die Systeme des Tankschiffs sollten in der Lage sein, ein effektives Entleeren und Auffangen von Flüssigkondensaten, die sich in den Gasleitungen angesammelt haben können, zu ermöglichen. Jede Flüssigkeitsansammlung in der Gasleitung könnte den Durchlass von Dämpfen behindern und so den Druck in der Leitung erhöhen und außerdem erhebliche elektrostatische Aufladungen an der Oberfläche der Flüssigkeit erzeugen. Es ist wichtig, dass an den unteren Stellen des Gasleitungssystem des Tankschiffs 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 sein sollten, um elektrostatische Aufladungen in dem Gasabfuhrsystem zu verhindern. Die elektrischen Masseverbindungen sollten regelmäßig auf ihren Zustand geprüft werden. Die Gasanschlüsse des Terminals sollten vom Gasanschluss des Tankschiffs durch einen Isolierflansch oder ein einzelnes Stück des Isolierschlauchs elektrisch isoliert werden.

11.1.13.9 Schulung

Es ist wichtig, dass die verantwortliche Person eine Einweisung in die spezielle, auf dem Tankschiff installierte Gasrückführanlage erhalten hat.

11.1.13.10 Kommunikation

Die Einführung der Begrenzung der Dampfemissionen erhöht die Bedeutung einer guten Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Tankschiff und Terminal. In Gesprächen vor der Übergabe sollten sie die Betriebsparameter der anderen Seite kennen lernen. Details wie die maximale Verladerate, maximal zulässige Druckabfälle im Gasabfuhrsystem sowie Alarm- und Abschaltbedingungen und Verfahren müssen vor Beginn der Umschlagaktivitäten abgesprochen werden (siehe Abschnitt 26.3).

11.1.14 Löschverfahren

11.1.14.1 Gemeinsame Erklärung der Löschbereitschaft

Bevor mit dem Löschen der Ladung begonnen wird, müssen die verantwortliche Person und der Terminalbeauftragte formell erklären, dass sowohl Tankschiff als auch Terminal bereit sind, die Löscharbeiten sicher durchzuführen.

11.1.14.2 Pumpen- und Ventilbetrieb

Während des Pumpenbetriebs sollte die Durchflussgeschwindigkeit nicht abrupt geändert werden.

Hubkolben-Hauptladepumpen 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. Sollten sie dennoch verwendet werden, 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 sollte der Schwingungspegel genau beobachtet werden.

Kreiselpumpen sollten mit einer Drehzahl betrieben werden, die keine Kavitation verursacht, die die Pumpe und andere Geräte auf dem Tankschiff oder im Terminal beschädigen könnte.

11.1.14.3 Geschlossener Löschbetrieb

Auf Tankschiffen erfolgen Löschvorgänge, Messungen und Probenahmen normalerweise bei geschlossenen Peil- und Sichtöffnungen. Die Luftzufuhr in die Tanks sollte über die betreffende Belüftungsanlage oder über die Gasabfuhrleitung erfolgen.

Wenn die über die normale Belüftungsanlage zugeführte Luft aus irgendeinem Grund nicht ausreicht, kann die Luft über eine Sicht- oder Peilöffnungen zugeführt werden, die mit einer permanenten Flammensperre versehen ist. In diesem Fall spricht man nicht mehr von einem geschlossenen Löschsystem des Schiffs.

11.1.14.4 Nicht zutreffend

11.1.14.5 Nicht zutreffend

11.1.14.6 Nicht zutreffend

11.1.14.7 Beginn des Löschvorgangs

Die Landventile zu den Aufnahmebehältern müssen voll geöffnet sein, bevor die Ventile der Sammelleitung des Tankschiffs geöffnet werden. Da die Landtanks über dem Niveau des Tankschiffs liegen, ist es möglich, dass in der Gasrückführleitung Druck entsteht und in der Gasrückführleitung kein Rückschlagventil (Rückflussverhinderer) eingebaut ist.

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 die Ladung nur aus den vorgegebenen Ladetanks läuft und nicht in Pumpenräume (wenn vorhanden).

Für das Tankschiff sollte mindestens einmal in der Stunde der Füllstand der Tanks geprüft und die Löschgeschwindigkeit berechnet werden. Die Umschlagdaten und Durchflussgeschwindigkeiten sollten mit den Angaben an Land verglichen werden, um so eventuelle Abweichungen ermitteln zu können. Soweit möglich sollten diese Überprüfungen auch Beobachtungen und Aufzeichnungen von Scherkräften, Biegemomenten, Tiefgang und Trimm sowie andere relevante Stabilitätsanforderungen des Tankschiffs umfassen. Diese Angaben sollten mit dem erforderlichen Entladeplan verglichen werden, um sicherzustellen, dass alle Sicherheitsgrenzwerte eingehalten wurden und der Ladeablauf fortgesetzt werden kann oder ggf. geändert wird. Jegliche Abweichungen sind der verantwortlichen Person sofort mitzuteilen.

Jeder Druckabfall und jede gravierende Abweichung in den kalkulierten Mengen von Tankschiff und Terminal könnte auf Leckagen in den Leitungen oder Schläuchen hinweisen und einen Abbruch des Ladungsumschlags erforderlich machen, bis die notwendigen Untersuchungen durchgeführt worden sind.

Ladedeck und Pumpenraum (wenn vorhanden) des Tankschiffs sollten regelmäßig auf Leckagen überprüft werden. Das Gleiche gilt für die Außenbordbereiche. Bei Dunkelheit 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 Ballastierung muss planmäßig und programmiert im Rahmen der Umschlagaktivitäten erfolgen, um ein Überschreiten der vorgegebenen 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 Nicht zutreffend

11.1.14.14 Nachlenzen und Entleeren der Ladetanks

Generell sollten alle Ladetanks am Löschterminal vollständig entladen werden.

Ein Terminal sollte mit den entsprechenden Drainagevorrichtungen ausgestattet sein und in dieser Sache aktiv kooperieren.

Mögliche Vorkehrungen für das Entleeren der Schiffstanks sind:

- Absaugen mit einer Pumpe am Terminal,
- Entleeren mit einer Pumpe auf dem Tankschiff (Nachlenzpumpe),
- Spülen mit Inertgas oder Luft über eine Nachlenzleitung.⁴

Für diese Zwecke werden folgende Schnittstellensysteme auf dem Tankschiff empfohlen:

- EN 14 420-6 DN 50 (Steckeranschluss)
- EN 14 420-7 DN 50 (Steckeranschluss)

Es wird empfohlen, die Terminals mit entsprechenden Buchsenanschlüssen auszustatten.

Verfügt ein Terminal über selbstdichtende Verbindungsstücke, sollte es entsprechende Stecker für die 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.

⁴ 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 Ladevorgängen

11.1.15.1 Allgemein

Das Verfahren zum Reinigen der Rohrleitungen, Schläuche oder Schiffsverladearme zwischen Ventil an Land und Sammelleitung des Tankschiffs hängt von den verfügbaren Anlagen ab und ob diese einen Slop-tank oder anderen Aufnahmebehälter haben. Die relative Höhe der Tankschiffs- und Terminalsammelleitungen kann auch Einfluss auf die Verfahren haben.

Im Allgemeinen sollten Leitungen vorzugsweise mit inertem komprimiertem Gas gereinigt werden. Generell ist Druckluft kein bevorzugtes Medium, insbesondere, wenn entzündbare Produkte mit einem Flammpunkt unter 60 °C umgeschlagen werden. Wenn Druckluft zum Reinigen der Leitung zum Terminal verwendet wird, müssen die Vorsichtsmaßnahmen unter Abschnitt 11.1.15.4 ergriffen werden.

11.1.15.2 Nicht zutreffend

11.1.15.3 Entleeren der Leitungen

Nach Abschluss des Ladevorgangs werden die Leitungen am Ladedeck des Tankschiffs in die entsprechenden Ladetanks entleert, damit die Wärmeausdehnung des Leitungsinhalts keine Leckagen oder Verformungen verursachen kann. Die Schläuche und Schiffsverladearme und eventuell ein Teil des Rohrleitungssystems zwischen Ventil an Land und Sammelleitung des Tankschiffs werden i.d.R. auch in die Tanks des Tankschiffs entleert. In den letzten Tanks muss genügend Freiraum bleiben, um das aus den Schläuchen oder Schiffsverladearmen sowie aus Gasabfuhr- bzw. Gasrückführleitungen entleerte ungeschlagene Produkt aufnehmen zu können.

Nach Abschluss des Löschvorgangs werden die Leitungen am Ladedeck des Tankschiffs in den entsprechenden Tank entleert und dann an Land entsorgt.

Nach Abschluss des Entleerungsvorgangs und vor Abkuppeln der Schläuche oder Schiffsverladearme sollten die Ventile an der Sammelleitung des Tankschiffs und an Land geschlossen und die Ablasshähne an der Sammelleitung des Tankschiffs zum Entleeren in die fest installierten Entleerungsbehälter oder tragbaren Auffangwannen geöffnet werden. Ladungssammelleitungen und Schiffsverladearme oder Schläuche sollten nach dem Abkuppeln sicher mit einem Blindflansch versehen werden. Der Inhalt der tragbaren oder fest installierten Auffangwannen sollte in einem Slop-tank oder einem anderen sicheren Aufnahmebehälter an Land entsorgt werden.

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 Gefährdung durch elektrostatische Aufladung oder mechanische Schäden an Tanks und Anlagen zu verhindern:

- das Verfahren, das durchgeführt werden soll, muss zwischen Tankschiff 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 in den Aufnahmebehälter sollte sich deutlich über dem Wasser am Boden des Tanks befinden,
- 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 die verantwortliche Person (Tankschiff und Terminal) überwacht werden.

11.1.15.5 Reinigen von Schläuchen und Schiffsverladearmen zum Tankschiff

Nutzen Sie keine Druckluft zum Reinigen von Schläuchen und Schiffsverladearmen des Tankschiffs, da dies zu folgenden Risiken führen kann:

- elektrostatische Aufladung,
- schlechte Inertgasqualität (falls zutreffend),
- Überdruckbeaufschlagung von Tanks, Rohrleitungen, Filtergehäusen, Pumpendichtungen oder Leitungsarmaturen,
- Ölnebel, die aus den Tankentlüftungsöffnungen entweichen.

11.1.15.6 Reinigen von Ladeleitungen des Tankschiffs

Wenn zum Reinigen der Tankschiffsleitungen 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 Feinstaub, verschlimmert sich dieser Effekt, da Feinstaub und Wassertropfen durch die aufsteigenden Gasblasen gestört werden. Die sich absetzenden Schmutzstoffe erzeugen eine statische Aufladung in der Ladung. Nach Ausblasen der Leitungen in einen nicht inertisierten Tank oder einen Tank, der möglicherweise eine entzündbare Atmosphäre enthält, sollte eine Absetzzeit von 30 Minuten eingehalten werden.

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 Lade- und Löschleitungen 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 potenziellen Risiken bewusst sein, die mit Stickstoff und insbesondere mit dem Betreten von geschlossenen Räumen oder Bereichen von Entlüftungsöffnungen der Tanks 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, ersticken können. Stickstoff kann nicht durch den menschlichen Geruchssinn festgestellt werden, 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 zu ergreifen.

Wenn es erforderlich ist, von Land gelieferten Stickstoff zu verwenden, z. B. zum Ausblasen der Tanks, Pressen der Ladung oder Reinigen der Leitungen, sollte auf dem Tankschiff darauf geachtet werden, dass dieser Stickstoff einen hohen Druck (bis zu 10 Bar) und eine hohe Durchflussgeschwindigkeit haben könnte. Des könnte eine potenzielle Gefahr darstellen, weil das Risiko der Überdruckbeaufschlagung der Ladetanks, Rohrleitungen, Filtergehäuse, Pumpendichtungen oder Leitungsarmaturen besteht.

In diesem Fall sollte eine Risikobewertung durchgeführt und der Betrieb erst fortgesetzt werden, wenn entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen und umgesetzt wurden. Als Minimum müssen die in Abschnitt 7.2.2 ausführlich beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen befolgt werden.

Ein Verfahren zur Verringerung des Überdruckrisikos besteht darin, den Tank mit Entlüftungsöffnungen zu versehen, die eine höhere Durchflussgeschwindigkeit haben als die Einfüllstutzen, sodass kein Überdruck in dem Tank entstehen kann. Wenn die Vorschriften eine geschlossene Gasrückführanlage vorschreiben, muss der einströmende Stickstoff auf eine Durchsatzrate begrenzt werden, die nicht höher sein darf als die maximal mögliche Gasgeschwindigkeit durch die Gasrückführleitung. 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 Tankschiff kann den Druck mit Hilfe eines Messgeräts überwachen.

Es ist nicht ratsam, 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 Schnellsicherheitsperre in einem Notfall verwendet werden. Zu beachten ist, 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 eventuell 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 dem Spülvorgang entsteht in dem Tank durch das Beladen der Ladung in einem geschlossenen Zustand das gewünschte Polster. Das führt zu einer erheblichen Verringerung des Risikos durch Überdruck, wenn das Polster mit Hilfe von Terminalstickstoff als getrenntes Verfahren nach Beendigung des Ladevorgangs 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, in der Regel werden sie mit Wasser oder Druckluft durch die Leitung gepresst oder sie können zum Trennen von unterschiedlichen Produktchargen eingesetzt werden, wobei sie hierbei wahrscheinlich von der nachfolgenden Produktcharge geschoben werden.

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. Hier kann der Molch herausgenommen werden.

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 Molchvorgangs müssen die verantwortliche Person und der Terminalbeauftragte die Verfahren und damit verbundenen Sicherungsmaßnahmen abstimmen. Themen wie 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 füllungsfreie Raum sollten besprochen und abgestimmt werden.

Während des Molchens sollte das Terminal den Druck vor dem Molch überwachen, um sicherzugehen, dass dieser nicht in der Leitung hängenbleibt. 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 bzw. die direkt nach dem Molch in der Lade- und Löschleitung vom Land zum Tankschiff durchströmt, in den Boden des Ladetanks gelangt. Stickstoff bzw. Luft bilden Blasen, die sich im Tank ausdehnen. Das könnte zu einer unerwünschten Verwirbelung in der Flüssigkeit – dem ‚Blaseneffekt‘ – führen, der Probleme an dem ‚geschlossenen‘ Betriebssystem des Tankschiffs verursachen könnte, mit potenziellen 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 aufgenommen wurde. Die Öffnung des Ventils des entsprechenden Ladetanks und/oder der Sammelleitung sollte auf ein Minimum eingestellt werden.

Nach Beendigung des Molchvorgangs sollte das Terminal bestätigen, dass der Molch angekommen ist. Der Restdruck in der Gasrückführleitung wird dann abgelassen, bevor die Molchfalle geöffnet oder die Verladearme oder Schläuche abgekuppelt werden.

Das Personal an der ankommenden Seite sollte darauf achten, dass sich am Molchempfänger Ablagerungen befinden können, und es sollten Mittel bereitstehen, um diese zu entfernen, wie z. B. Lumpen, aufsaugende Materialien und Trommeln.

11.2 Überlegungen zu Stabilität, Belastung, Trimm und Schwappen

11.2.1 Allgemein

Einhüllentankschiffe mit Mittellängsschott haben normalerweise eine so hohe metazentrische Höhe in jeder Lage, dass sie formstabil bleiben. Solange das Schiffpersonal stets die Längsbiegemomente und vertikalen Scherkräfte während des Umschlags- und Ballastbetriebs berücksichtigte, war die tatsächliche Stabilität des Schiffs selten ein großes Problem. Das hat sich mit der Einführung von Doppelhüllen in der Tankschiffkonstruktion geändert.

11.2.2 Freie Oberflächeneffekte

Das Hauptproblem, mit dem wahrscheinlich zu rechnen ist, ist der Effekt auf die transversale metazentrische Höhe von flüssigkeitsfreien Oberflächen in Lade- und Doppelhüllen-Ballasttanks.

In Abhängigkeit von Tankkonstruktion, -typ und -anzahl könnte die transversale metazentrische Höhe durch den Effekt der freien Oberfläche und die spezifische Dichte der Ladung stark reduziert werden. Am gravierendsten ist dies bei einer Kombination aus breiten Ladetanks ohne Mittellängsschott und Ballasttanks, die ebenfalls kein Mittellängsschott haben („U“-Tanks).

Die kritischsten Betriebsphasen liegen vor, wenn die Doppelbodenballasttanks während des Löschens der Ladung gefüllt und wenn 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 transversale metazentrische Höhe so zu verringern, dass die Querstabilität des Tankschiffs gefährdet ist. Das könnte dazu führen, dass das Schiff plötzlich eine starke Schlagseite oder Schräglage bekommt. 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 einen Leckstabilitätsplan und Stabilitätsberechnungen. Aus diesen Plänen muss ersichtlich sein, welche Ladungs- und Ballastsituationen den Plänen entsprechen und welche nicht.

Es ist zwingend erforderlich, dass das Tankschiffs- und Terminalpersonal, das am Umschlag- und Ballastbetrieb beteiligt ist, dieses potenzielle Problem kennt, und dass alle Umschlag- und Ballastvorgänge unter strenger Einhaltung der Beladungsvorschriften des Tankschiffs, wenn vorhanden, ablaufen.

Wenn Verriegelungen angebracht sind, die verhindern sollen, dass zu viele Lade- und Ballasttanks gleichzeitig betrieben werden, was zu einem übermäßigen freien Oberflächeneffekt führen könnte, sollten diese immer in einem ordnungsgemäßen Betriebszustand sein und nie außer Kraft gesetzt werden.

11.2.3 Schwappbewegungen

Die Schiffsführer von Tankschiffen müssen sich unbedingt bewusst sein, dass eine Teilbeladung eines Ladetanks zu Problemen infolge von „Schwappbewegungen“ darstellen kann. 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 Lade- und Löschvorgänge

Die Ballastierung und Ballastentladung müssen um die Umschlagsvorgänge herum geplant und programmiert werden, um ein Überschreiten der spezifischen Tiefgang-, Trimm- oder Krängungsvorgaben 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. Potenzielle 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 eine entzündbare Atmosphäre und eine Zündquelle ein Feuer oder eine Explosion entstehen kann. Das Hauptaugenmerk sollte sich der Entfernung von einer oder mehreren Gefahrenquellen widmen, die zu diesem Risiko beitragen: die Seiten des Verbrennungsdreiecks - Luft/Sauerstoff, Zündquelle und Brennstoff (d.h. entzündbare Gase).

Inerte Tanks

Das Verfahren mit dem niedrigsten Risiko ist die Tankreinigung in einer inerten Atmosphäre. Der inerte Zustand ist eindeutig: Laut Definition 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 Tanks

Auf Tankschiffen, die keinen Zugriff auf Inertgas haben, weder durch Anlagen an Bord (z. B. Inertgasanlage) noch durch Belieferung vom Terminal, können nur der Brennstoff und die Zündquelle berücksichtigt werden (und nicht Luft/Sauerstoff). Bei einem nichtinerten Zustand gibt es keine physischen Barrieren, die die Beseitigung dieser beiden Gefahren einzeln gewährleisten können. Daher hängt die Sicherheit der Tankreinigung in nichtinertem Zustand von der Integrität der Anlagen und den strengen Verfahren zur effektiven Kontrolle dieser beiden Risiken ab.

Das Reinigen von nichtinerten Ladetanks sollte nur stattfinden, wenn zwei Seiten des Verbrennungsdreiecks durch eine Kombination der Maßnahmen zur Kontrolle der Entflammbarkeit der Tankatmosphäre UND der Zündquellen berücksichtigt werden.

Alle Tankschiffe, die in nichtinertem Zustand betrieben werden, sollten in Konstruktion und Ausrüstung die Möglichkeit bieten, die Ladetanks gleichzeitig mit der Tankreinigung mechanisch zu belüften, um die Tankatmosphären zu kontrollieren.

11.3.3 Überwachung und Vorbereitung

11.3.3.1 Aufsicht

Die verantwortliche Person muss alle Tankreinigungsvorgänge beaufsichtigen.

Alle an dem Vorgang beteiligten Besatzungsmitglieder sollten von der verantwortlichen Person umfassend über die Pläne für die Tankreinigung sowie über ihre Aufgaben und Zuständigkeiten unterrichtet werden, bevor sie mit der Arbeit beginnen.

Das sonstige Personal an Bord sollte darüber in Kenntnis gesetzt werden, wenn eine Tankreinigung bevorsteht. Dies gilt auch für diejenigen, die nicht direkt an der Tankreinigung beteiligt sind, deren eigene Aufgaben jedoch Auswirkungen auf die Sicherheit der Tankreinigung haben können.

11.3.3.2 Vorbereitung

Vor und während der Tankreinigung muss sich die verantwortliche Person davon überzeugen, dass alle entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen, die in Kapitel 4 beschrieben wurden, eingehalten werden.

Vor Beginn der Tankreinigung längsseits des Terminals sollten die folgenden zusätzlichen Maßnahmen getroffen werden:

- die in Kapitel 24 beschriebenen einschlägigen Vorsichtsmaßnahmen sollten eingehalten werden,
- das zuständige Personal an Land sollte konsultiert werden, um sich zu vergewissern, dass die Bedingungen am Pier keine Gefahr darstellen, und um das Einverständnis zu erhalten, dass die Arbeiten beginnen können,
- das Tankreinigungsverfahren an Bord eines Tankschiffs hängt davon ab, wie die Atmosphären in den Ladetanks gemanagt werden und mit welchen Geräten und Anlagen das Schiff ausgerüstet ist.

11.3.4 Tankatmosphären

Tankatmosphären können folgenden Zustand haben:

11.3.4.1 Inert

In diesem Zustand ist das Explosionsrisiko der Tankatmosphäre am geringsten. Dies liegt daran, dass die Atmosphäre durch die Zufuhr von Inertgas nicht brennbar ist, sodass die Verringerung des Gesamtsauerstoffgehalts in keinem Teil eines Ladetanks 8 Vol.-% übersteigt, solange ein Überdruck herrscht (siehe Abschnitt 7.1.5.1).

Die Aufrechterhaltung einer inerten Atmosphäre und die beim Reinigungsvorgang zu beachtenden Vorsichtsmaßnahmen sind in Abschnitt 7.1.6.9 beschrieben. Sie stellen die sicherste Stufe für die Kontrolle der Atmosphäre während der Tankreinigungsmaßnahmen dar.

Bei dieser Methode wird die Sauerstoffseite des Verbrennungsdreiecks physisch entfernt und kontrolliert.

11.3.4.2 Nichtinert

Im Sinne dieses Kapitels bedeutet nichtinerte Atmosphäre eine Atmosphäre, für die nicht bestätigt wurde, dass der Sauerstoffgehalt weniger als 8 Vol.-% beträgt.

Tankreinigungs- und Gasfreimachvorgänge in nichtinerten Atmosphären stellen ein erhöhtes Risiko dar, sodass zusätzliche Kontrollmaßnahmen erforderlich sind, um das Risiko der Vorgänge so weit wie vernünftigerweise praktikabel zu reduzieren. Diese Kontrollmaßnahmen müssen auf die Brennstoff- und die Zündquellseite des Verbrennungsdreiecks gerichtet sein.

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 brennbar 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 die Zündquelle und die Entflammbarkeit der Tankatmosphäre kontrolliert werden. Zu diesem Zweck müssen die folgenden Vorsichtsmaßnahmen zur Kontrolle der ‚Zündquellen‘ und des ‚Brennstoffs‘ getroffen werden:

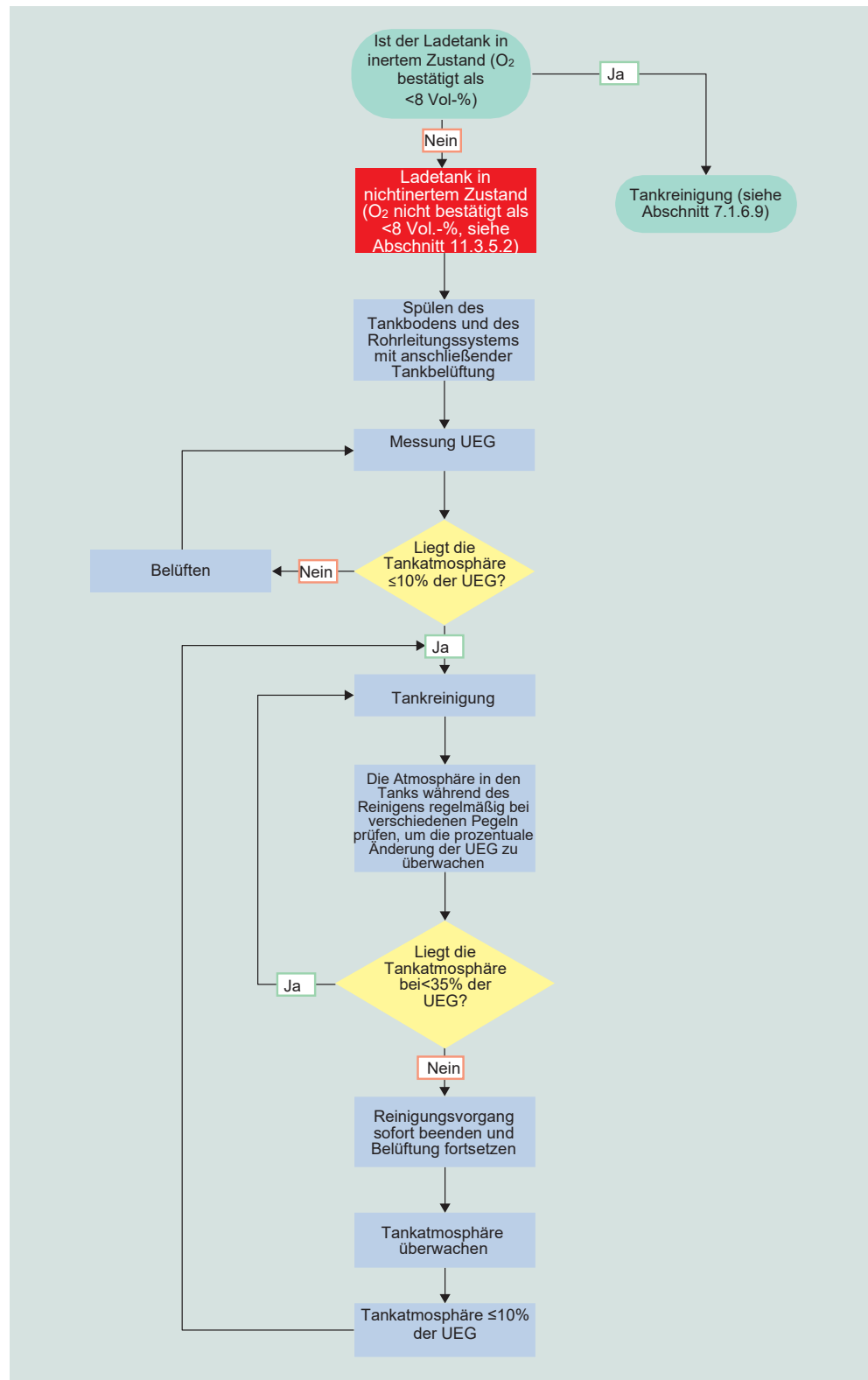


Abbildung 11.3: Maßnahmen zur Kontrolle des Brennstoffs (entzündbare Dämpfe) während der Tankreinigung in einer nichtinerten Tankatmosphäre - Ablaufschema

Kontrolle des „Brennstoffs“ in der Tankatmosphäre

(Siehe Abbildung 11.3.)

Vor der Tankreinigung:

- Es 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.
- Es darf nicht nur das letzte umgeschlagene Produkt betrachtet werden. Bewährt hat sich die Prüfung des Flammpunkts mindestens von den letzten drei Ladungen.

Wenn der zu reinigende Tank ein Produkt mit einem Flammpunkt von weniger als 60 °C enthalten hat:

- Prüfen Sie, ob sich der Tank in einem inerten Zustand befindet, d. h. weniger als 8 Vol.-% Sauerstoff enthält.
- Wenn der Ladetank nicht in einem inerten Zustand ist, befolgen Sie die Schritte unter Punkt 1 („Vor dem Reinigen“).
- Wenn der Tank in einem inerten Zustand ist, befolgen Sie die unter Punkt 2 angegebenen Schritte („Während des Reinigens mit erhitztem Wasser“).

Wenn der zu reinigende Tank ein Produkt mit einem Flammpunkt von 60 °C und höher enthalten hat:

- Befolgen Sie die Schritte unter Punkt 2 („Während des Reinigens mit erhitztem Wasser“).

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. Für diese Spülung sollte nicht die Tankreinigungsanlage genutzt werden.
- Das Rohrleitungssystem einschließlich der Ladepumpen, Schnittstellen und Löschleitungen sollte mit Wasser gespült werden. Das Spülwasser sollte in den dafür vorgesehenen Tank oder den Slop tank entleert werden.
- Der Tank wird entlüftet, um die Gaskonzentrationen der Atmosphäre auf 10 % der UEG oder weniger zu reduzieren; es kann aber eine Vorwäsche mit kaltem Wasser in Erwägung gezogen werden. Gasprüfungen müssen auf verschiedenen Ebenen durchgeführt und das mögliche Vorhandensein von Taschen mit entzündbarem Gas gebührend berücksichtigt werden, insbesondere in der Nähe potenzieller Zündquellen, wie mechanischer Geräte, die heiße Stellen erzeugen könnten, z. B. bewegliche Teile, wie die Impeller von (Tauch-) Ladepumpen in Tanks.
- Mit dem Reinigen von Tanks mit heißem Waschwasser darf erst begonnen werden, wenn die Tankatmosphäre 10 % der UEG oder weniger erreicht hat.

2. Während des Reinigens mit erhitztem Wasser:

- Die Atmosphäre in den Tanks sollte während der Reinigung regelmäßig bei verschiedenen Pegeln geprüft werden, um die prozentuale Änderung der UEG überwachen zu können.
- Die mögliche Auswirkung von Wasser auf die Effektivität der Gasspürgeräte und die Unterbrechung des Reinigens zum Ablesen der Messwerte sollte in Erwägung gezogen werden.
- Die mechanische Belüftung sollte, sofern möglich, während des Reinigens 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 einer beliebigen Messstelle innerhalb eines Tanks 35 % der UEG erreichen, MÜSSEN die Reinigungsvorgänge in diesem einzelnen 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 einer Belüftungsanlage ausgestattet ist, die 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

- Einzelne Tankreinigungsanlagen sollten einen Durchsatz von 60 m³/h nicht überschreiten.
- Der Gesamtwasserdurchsatz pro Ladetank sollte so gering wie möglich gehalten werden und darf 180 m³/h nicht überschreiten.
- Unterschiedliche Reinigungsverfahren sind mit unterschiedlichen Risiken verbunden, und folgende Aspekte sollten 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).
- Der Tank sollte während des Reinigens ständig geleert werden. Sobald sich Waschwasser angesammelt hat, sollte der Reinigungsvorgang unterbrochen werden.
- Beim Entleeren in einen Waschwasser-/Sloptank ist darauf zu achten, dass der Waschwasserpegel immer unterhalb des Flüssigkeitspegels in dem Tank ist.
- Wenn tragbare Reinigungsgeräte verwendet werden, sollten alle Schlauchverbindungen hergestellt und auf Stromdurchgang geprüft werden, bevor das Reinigungsgerät in den Tank eingeführt wird.
- Tragbare Reinigungsgeräte sollten erst dann in den Tank eingebracht werden, wenn die UEG 10 % oder weniger beträgt.
- Anschlüsse dürfen erst getrennt werden, wenn das Gerät aus dem Tank entfernt wurde. Zum Entleeren des Schlauches kann die Kupplung teilweise geöffnet (aber nicht getrennt) und dann wieder festgezogen werden, bevor das Gerät entfernt wird.
- Führen Sie Peilstäbe und andere Geräte in den Tank unter Verwendung eines Peilrohrs über die gesamte Tiefe ein. Ist kein Peilrohr über die ganze Tiefe angebracht, müssen metallische 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 des Reinigens 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 belüftet, kann dieser Zeitraum auf eine Stunde gekürzt werden. In diesem Zeitraum gilt:
 - Es kann eine Trennschichtsonde aus Metall verwendet werden, wenn diese mit dem Tankschiff durch eine Klemm- oder Schraubverbindung geerdet ist.
 - Es kann ein Metallstab am Ende des Metallstreifens verwendet werden, wenn dieser mit dem Tankschiff 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 Tankschiff verbunden ist, weil das Seil kein zuverlässiges Mittel für die Bildung eines Erdungspfades ist.
 - Es können allgemein Geräte, die komplett aus nichtmetallischen Materialien bestehen, ohne Erdung verwendet werden, wie z. B. ein Peilstab aus Holz, der an einem Naturfaserseil hängt.
 - Seile aus synthetischen Polymeren sollten NICHT zum Herablassen der Geräte in die Ladetanks verwendet werden.

- Es sollten Maßnahmen zum Schutz vor Zündung infolge mechanischer Mängel an den Anlagen, z. B. bei (Tauch-)Ladepumpen im Tank, Tankreinigungsanlagen, Tankmessgeräten usw., getroffen werden.
- Es sollten Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um das Risiko durch mechanische Funken von metallischen Gegenständen, wie z. B. Handwerkzeug, Peilstäbe, Probenahmegefäße usw., die in den Tank getaucht werden, zu vermeiden.
- Die Verwendung von nichteigensicheren Geräten, z. B. Handlampen und Stablampen, Mobiltelefonen, Funkgeräten, Handheld-Computern, Organismen usw. sollte NICHT zugelassen werden.

11.3.6 Vorsichtsmaßnahmen für die Tankreinigung

11.3.6.1 Tragbare Tankreinigungsgeräte und Schläuche

Das Außengehäuse von tragbaren Geräten sollte aus einem Material bestehen, dass bei Kontakt mit dem Innenelement des Ladetanks keinen zündfähigen Funken verursacht.

Die Kupplungsvorrichtungen für den Schlauch sollten so ausgelegt sein, dass eine effektive elektrische Masseverbindung zwischen Tankreinigungsanlage, Schläuchen und fest installierter Wasserleitung für die Tankreinigung hergestellt werden kann.

Es sollte eine elektrische Masseverbindung zwischen Reinigungsanlagen und Wasserschlauch mit Hilfe eines geeigneten Anschlusses oder eines externen Verbindungsdrahts hergestellt werden.

Wenn die Geräte in einem Ladetank aufgehängt sind, sollten sie mit einem Naturfaserseil, nicht mit dem Wasserschlauch, aufgehängt sein.

11.3.6.2 Tragbare Schläuche für fest eingebaute und tragbare Tankreinigungsanlagen und -geräte

Alle Schläuche der tragbaren Tankreinigungsgeräte sollten mit Verbindungsdrähten versehen sein, die den Stromdurchgang gewährleisten. Die Kupplungen sollten so an den Schlauch angeschlossen werden, dass eine effektive elektrische Masseverbindung zwischen ihnen besteht.

Die Schläuche sollten 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 und -geräte werden vor Benutzung in trockenem Zustand auf Stromdurchgang geprüft. Der Widerstand darf auf keinen Fall mehr als 6 Ohm pro Meter Länge betragen.

11.3.6.4 Tankreinigung parallel zum Ladungsumschlag

In der Regel sollte die Tankreinigung und das Gasfreimachen nicht zur gleichen Zeit wie der Ladungsumschlag stattfinden. Falls dies aus irgendeinem Grund notwendig ist, sollte es enge Absprachen und Vereinbarungen zwischen dem Terminalbeauftragten und der Hafenbehörde geben.

11.3.6.5 Freier Fall

Der freie Fall von Wasser oder Slops in den Tank ist unbedingt zu vermeiden. Der Flüssigkeitsspiegel sollte die Einlassöffnungen des Sloptanks immer bis zu einer Tiefe von mindestens einem Meter bedecken, um ein Spritzen zu vermeiden. Das ist jedoch nicht erforderlich, wenn die Slop- 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 abgepumpt 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 Tanks nur durch Dampf oder den Zusatz von Tankreinigungschemikalien oder Zusätzen zum Waschwasser angemessen gereinigt werden.

Dampfbehandlung der Tanks

Wegen der Gefahr statischer Elektrizität sollte Dampf nicht in Ladetanks genutzt werden, in denen die Gefahr einer entzündbaren Atmosphäre besteht. Beachten Sie, dass eine nicht brennbare Atmosphäre nicht in allen Fällen, in denen eine Dampfbehandlung als sinnvoll erachtet wird, gewährleistet werden kann.

Durch die Dampfbehandlung können Nebelwolken entstehen, die elektrostatisch aufgeladen sind. Die Effekte und die potenziellen Gefahren, die von diesen Wolken ausgehen, ähneln denen, die für Nebel, der durch das Reinigen mit Wasser entsteht, beschrieben wurden, wobei der Grad der Aufladung hier viel größer ist. Die Zeit, die benötigt wird, um den maximalen Ladezustand zu erreichen, ist auch wesentlich geringer. Auch wenn ein Tank zu Beginn der Dampfbehandlung nahezu frei von entzündbaren Gasen ist, werden durch Hitze und Störgrößen häufig Gase freigesetzt, und es können sich entzündbare Gasblasen bilden.

Die Dampfbehandlung ist nur in Tanks zulässig, die entweder inertisiert oder mit Wasser gereinigt und gasfrei gemacht wurden. Die Konzentration von entzündbaren Gasen sollte 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.

Verwendung von Chemikalien im Waschwasser für die Tankreinigung

Beschränkungen bezüglich der Verwendung von Chemikalien im 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 toxische oder entzündbare Gefahr darstellen können. Das Personal sollte die höchstzulässige Konzentration (TLV-Wert) 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 entzündbare Atmosphäre zu schaffen, sollten normalerweise nur verwendet werden, wenn der Tank inertisiert wurde.

Verwendung von Chemikalien für die lokale Reinigung der Tanks

Einige Produkte können für die lokale Reinigung von Tankschotten und blinden Flecken 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.

Es gelten ebenfalls die Bedienungsanleitungen der Gerätehersteller oder Empfehlungen für den Gebrauch dieser Produkte. Es ist auch möglich, dass die örtlichen Behörden zusätzliche Auflagen erheben, wenn diese Vorgänge im Hafen stattfinden.

Ein Sicherheitsdatenblatt zur Verwendung von Chemikalien für die Tankreinigung sollte an Bord des Tankschiffs verfügbar sein, bevor diese zum Einsatz kommen, und die Vorsichtsmaßnahmen sollten befolgt werden.

11.3.6.9 Nicht zutreffend

11.3.6.10 Entfernung von Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen

Vor der manuellen Entfernung von Schlamm, Kesselstein und Ablagerungen muss die Tankatmosphäre als sicher zum Betreten bestätigt werden, wobei Kontrollmaßnahmen zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit aller Personen, die den Raum betreten, zu ergreifen sind. Befolgen Sie die in Abschnitt 10.9 beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen für die Dauer der Arbeiten.

Die für weitere Tankreinigungsmaßnahmen, wie z. B. das Entfernen von festen Rückständen oder Produkten in gasfrei gemachten Tanks, erforderliche Ausrüstung muss so ausgelegt und konstruiert sein und die Baumaterialien so gewählt werden, dass keine Entzündungsgefahr besteht.

11.3.6.11 Reinigen von kontaminierten Ballasträumen

Bei Leckagen vom Ladetank in den Ballasttank ist es notwendig, den Tank entsprechend den lokalen Umweltschutzvorschriften zu reinigen und zu reparieren.

Dies ist eine schwierige Aufgabe, wenn es sich bei der Verunreinigung um Rohschmieröl handelt, und besonders schwierig, wenn sie in einem Doppelhüllen- oder Doppelbodenraum auftritt.

Soweit möglich, insbesondere in der Anfangsphase, sollte die Tankreinigung mit anderen Verfahren als dem manuellen Abspritzen erfolgen. Dazu gehören u.a. mobile Geräte, Reinigungsmittel oder die Reinigung des Tankbodens 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 einem Gerät oder Reinigungsmitteln muss der Tank vor dem Betreten zum endgültigen Abspritzen entsprechend den in Abschnitt 11.4.7 beschriebenen Verfahren belüftet werden, und zwar so lange, bis die Ablesewerte an jeder Probenahmestelle bestätigen, dass die Atmosphäre den in Abschnitt 10.5 festgesetzten Kriterien für ein ‚sicheres Betreten‘ entspricht. Es sollten entsprechende Kontrollmaßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit des Personals, das den Raum betritt, durchgeführt werden.

11.4 Gasfreimachen

11.4.1 Allgemein

Das Gasfreimachen ist einer der gefährlichsten Vorgänge auf Tankschiffen. Das trifft zu, unabhängig davon, ob das Gasfreimachen zum Zwecke des Betretens, für Heißenarbeiten oder zur Kontrolle der Ladungsqualität erfolgt. Die Ladungsgase, die während des Gasfreimachens freigesetzt werden, sind hochentzündbar und machen eine gute Planung und strenge Gesamtkontrollen unerlässlich. 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 wichtig, bei allen mit dem Gasfreimachen verbundenen Vorgängen größtmögliche Vorsicht walten zu lassen.

Es wird empfohlen, das Gasfreimachen weitestgehend zu vermeiden, um die Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit zu verringern.

11.4.2 Gasfreimachen 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 eine befähigte Person geprüft werden.

11.4.3 Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen

Die folgenden Empfehlungen gelten für das Gasfreimachen allgemein:

- Alle Gasfreimachvorgänge müssen durch eine verantwortliche Person beaufsichtigt werden.
- Das gesamte Personal an Bord sollte darüber in Kenntnis gesetzt werden, wenn ein Gasfreimachen bevorsteht.
- Entsprechende Vorschriften zum „Rauchverbot“ sollten durchgesetzt werden.
- Die Gasspürgeräte sollten vor Beginn der Vorgänge entsprechend der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers kalibriert und geprüft werden.
- Probenentnahmeleitungen 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 entzündbaren Gase sollte nach einem für das Tankschiff genehmigten Verfahren erfolgen. Wenn bei dem Gasfreimachen das Gas auf Decksebene oder durch Lukenöffnungen entweicht, sollten die Lüftungsintensität und die Anzahl der Öffnungen kontrolliert werden, damit die Austrittsgeschwindigkeit das Gas vom Deck wegführt.
- Die Einlassöffnungen von zentralen Klimaanlage oder mechanischen Lüftungsanlagen sollten, wenn möglich, so eingestellt werden, dass das Eindringen von Petroleumgas durch Umluft in den Räumen verhindert wird (siehe Abschnitt 4.1).
- Sobald der Verdacht besteht, dass Gas in die Wohnung geleitet wird, sollten die zentrale Klimaanlage und mechanische Lüftungsanlage abgeschaltet und die Einlassöffnungen abgedeckt oder geschlossen 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 10 % der UEG oder weniger gefallen ist, können die Öffnungen in geschlossenen oder teilweise geschlossenen Räumen geöffnet werden, um die Lüftung abzuschließen. Diese geschlossenen oder teilweise geschlossenen Räume sollten während der darauffolgenden Lüftung ebenfalls auf Gas geprüft werden.

Bei der Planung des Gasfreimachens im Hafen (sofern zulässig) ist Folgendes zu beachten:

- Grundsätzlich gilt, dass das Gasfreimachen nicht gleichzeitig mit dem Ladungsumschlag erfolgen sollte. Falls dies aus irgendeinem Grund notwendig ist, sollte es enge Absprachen und Vereinbarungen zwischen dem Terminalbeauftragten und der Hafenbehörde geben.
- Es sollte Rücksprache mit dem Terminalbeauftragten gehalten werden, um sicherzustellen, dass die Bedingungen am Pier keine Gefahr darstellen, und um die Zustimmung zur Aufnahme der Arbeiten einzuholen.

11.4.4 Gasprüfungen und Gasmessungen

Für die ordnungsgemäße Kontrolle der Tankatmosphäre und Prüfung der Effektivität des Gasfreimachens werden eine Reihe von Gasspürgeräten an Bord des Tankschiffs benötigt. Abschnitt 2.4 enthält ausführliche Informationen dazu und Abschnitt 8.2 enthält Informationen zu deren Nutzung.

Zur Überwachung des jeweiligen Stands sollte die Atmosphäre während des Gasfreimachens regelmäßig geprüft werden.

Prüfungen sollten auf mehreren Ebenen durchgeführt werden. In großen Abteilungen sollten die Prüfungen an weit auseinanderliegenden Stellen erfolgen.

Nach dem offensichtlichen Abschluss des Gasfreimachens der Abteilungen sollten Sie etwa 10 Minuten warten, bevor Sie die endgültigen Gasmessungen durchführen. Dadurch können sich relativ stabile Zustände in dem Raum entwickeln.

Sind die Gasmesswerte nicht zufriedenstellend, muss die Lüftung wieder aufgenommen werden.

Nach Beendigung des Gasfreimachens sollten alle Öffnungen, abgesehen von der Tankluke, geschlossen sein.

Nach Beendigung aller Gasfreimachvorgänge sollte das Entlüftungssystem sorgfältig geprüft werden, wobei besonders darauf zu achten ist, dass die Über-/Unterdruckventile und Hochgeschwindigkeitsventile 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 installierte Anlagen zum Gasfreimachen

Fest installierte Anlagen zum Gasfreimachen können für das Gasfreimachen von mehreren Tanks gleichzeitig eingesetzt werden, 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 gasfrei gemacht werden, sollten alle Anschlüsse zwischen Ladetankanlage und Lüftern mit einem Blindflansch verschlossen sein, außer wenn die Lüfter in Betrieb sind.

Bevor eine fest installierte Anlage zum Gasfreimachen in Betrieb genommen wird, muss das Ladeleitungssystem mit seinen Verbindungsstücken und Abflussleitungen gründlich geleert und die Tanks nachgelenzt 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. Da die Gefahr besteht, dass der Impeller das Innere des Gehäuses berührt, sollten die Lüfter aus Materialien hergestellt werden, die keine zündfähigen Funken verursachen.

Die Lüftungsauslässe sollten sich generell möglichst weit von den Ventilatoren entfernt befinden.

Tragbare Ventilatoren sollten so an das Schiff, die Rohrleitung oder das Deck angeschlossen werden, 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- und Doppelbodentanks lassen sich diese viel schwieriger gasfrei machen als konventionelle Ballasttanks. Es wird dringend empfohlen, dass der Betreiber Richtlinien und Verfahren für die Tankentlüftung festlegt. Eine effiziente Methode ist, die Tanks mit Ballastwasser zu füllen und dann zu entleeren. Dabei müssen die Spannungs- und Trimmkräfte sowie die Ladewasserlinie beachtet werden. Vergessen Sie aber nicht, dass jede Leckage vom Ladetank in den Tank bedeutet, dass der Ballast verschmutzt (verunreinigt) sein wird und entsprechend den geltenden gesetzlichen Vorschriften behandelt werden muss. Wenn davon ausgegangen wird, dass Ballast verunreinigt ist, muss darauf geachtet werden, dass der Ballast bei der Ballastierung des Tanks nicht überläuft.

Diese Richtlinien und Verfahren sollten, sofern möglich, zusammen mit dem Schiffsbauer des Tankschiffs erarbeitet werden.

11.4.8 Gasfreimachen in Vorbereitung auf Heißenarbeiten

Hier müssen die in Abschnitt 11.4.2 sowie in Kapitel 9 genannten Vorschriften 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 Durchfahrtshöhe für Schifffahrtzwecke gerecht zu werden.

11.6.2 Allgemein

Vor dem Be- und Entladen des Ballasts im Hafen sollte der Vorgang zwischen der verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten besprochen und schriftlich vereinbart werden.

Die Sondergenehmigung des Terminalbeauftragten muss eingeholt werden, bevor gleichzeitig Ladung und nicht getrennter Ballast umgeschlagen wird.

Der Ballast muss so geladen und entladen werden, dass der Schiffskörper des Tankschiffs während der Arbeiten keinen übermäßigen Spannungen ausgesetzt ist.

11.6.3 Nicht zutreffend

11.6.3.1 Nicht zutreffend

11.6.3.2 Nicht zutreffend

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. Zu berücksichtigen ist jedoch:

- Es sollte so viel Ballast geladen werden, wie nötig ist, um die Vorschriften für die Durchfahrtshöhe 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 könnte.
- Das Laden des Ballasts sollte keine extremen Scherkräfte oder Biegemomente am Tankschiff 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 Nicht zutreffend

11.6.6 Entladen 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 über Bord entladen wird, ist es ratsam, den Ballast einer Sichtprüfung zu unterziehen. Dadurch kann rechtzeitig vor Beginn des Ballastvorgangs 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 Management der Durchfahrtshöhe

Ballast, der in getrennten Tanks befördert wird, kann an Bord behalten werden, um den Freibord zu verringern. Das kann aufgrund der Wetterverhältnisse erforderlich sein oder um die Beschränkungen der Verladearme des Terminals einzuhalten. Beachten Sie aber, dass der maximale Tiefgang für den Liegeplatz nicht überschritten wird und die Ballastgewichte bei der Berechnung der Schiffskörperbelastungen berücksichtigt werden.

11.6.6.2 Nicht zutreffend

11.6.7 Nicht zutreffend

11.6.8 Nicht zutreffend

11.7 Ladungslecks in 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. Beachten Sie, dass die Atmosphäre in diesem Tank über der OEG, im Zündbereich oder unter der UEG liegen könnte. Ungeachtet der Anzahl der entnommenen Proben können einzelne oder all 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.

Beachten Sie, dass die mit dem Leck im Ladetank verbundenen Gefahren sich auch auf die Toxizität, Korrosivität und andere Eigenschaften der Ladung beziehen können und weitere Maßnahmen getroffen werden müssen, um sichere Bedingungen für das Betreten des Tanks zu bestätigen.

Wenn in einem Doppelhüllen- oder Doppelbodentank Ladungsgas festgestellt wird, können eine Reihe von Möglichkeiten in Erwägung gezogen werden, um einen sicheren Zustand der Tankatmosphäre zu bewahren:

- kontinuierliche Lüftung des Tanks,
- Inertisierung des Tanks,
- Befüllen oder teilweises Befüllen des Tanks mit Ballast,
- Sicherung mit Über- und Unterdruckventilen (P/V Valve),
- Sicherung des Tanks durch Flammensperren an den Entlüftungskappen.
- Kombination der oben genannten Maßnahmen.

Die gewählte Option hängt von verschiedenen Faktoren ab, insbesondere vom Grad des Vertrauens in den Ladungsinhalt der Atmosphäre, unter Berücksichtigung der potenziellen Probleme, die oben identifiziert wurden.

Wenn ein Leck festgestellt wurde, sollte der Schiffsführer des Tankschiffs sofort Rücksprache mit dem Betreiber 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 Klassifikationsgesellschaft des Tankschiffs 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. Beachten Sie ebenfalls, 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 Slop-tank zur weiteren Aufbereitung übergeben werden müssen. Das Zwischenstück, mit dem die Verbindung zwischen Ballastsystem und Ladungssystem 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 das Gasfreimachen zu erleichtern.

Es sollten 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 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 erforderlich sein, die Freisetzung von Gasen aus dem füllungs-freien Raum des Ladetanks während der Mess- und Probenahmevergänge 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 Risikobewertung sollte festgestellt werden, ob eine sichere offene Probenahme unter Berücksichtigung der Flüchtigkeit und Toxizität des Produkts durchgeführt werden kann. Maßnahmen zur 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 installierten Messanlage oder einem tragbaren Gerät, das durch eine Gassperre geschleust wird, durchgeführt werden. Mit diesen Geräten 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 Gassperrventilen, 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. Das Personal sollten 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 entzündbare 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 Maßnahmen zur Risikominderung gefordert.

Tabelle 11.2 enthält eine Auflistung der erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren in Verbindung mit Peil- und Probenahmevergängen in nicht inertisierten Ladetanks.

11.8.2.2 Einführen eines Geräts in den Tank

Maßnahmen zur Vermeidung der Einführung von Funkenkatalysatoren

Wenn Eintauch-, Peil- oder Probenahmegeräte in irgendeiner Form in einer potenziell entzündbaren 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 wird. Verbindungsdrähte und Erdungskabel sollten aus Metall sein.

Ladetank-aktivitäten, wenn Gefahren auftreten können	Herablassen von Geräten mit Seilen oder Bändern aus synthetischen Materialien	Laden von sauberen Ölen	Tankreinigung
Gefahren durch Elektrostatik (Kapitel 3)	Aneinanderreiben von synthetischen Polymeren (Abschnitt 11.8.2.2)	Durchfluss von statischen Akkumulatorflüssig- keiten (Abschnitte 11.1.7 und 11.8.2.3)	Wassernebeltröpf- chen (Abschnitte 3.3.4 und 11.8.2.5)
Vorsichtsmaßnahmen bei Eintauch-, Peil- und Probenahme- vorgängen mit: i. metallischen Geräte, die nicht geerdet oder verbunden sind ii. metallischen Geräten, die vor dem Einbringen und bis nach dem Entfernen geerdet und verbunden sind iii. nichtleitenden Geräten ohne Bauteile aus Metall	(Abschnitte 11.8.2.3 und 11.3.5.2 g) Nutzen Sie zu keiner Zeit Seile oder Bänder aus synthetischen Materialien zum Herablassen in Ladetanks " "	(Abschnitt 11.8.2.3) Niemals zulässig Nicht zulässig während des Ladevorgangs und 30 Minuten danach Wenn Entnahmesonde mehr als einen Liter Fassungsvermögen hat, während des Ladevorgangs und 30 Minuten danach nicht erlaubt	(Abschnitte 11.3.5.2 g und 11.8.2.5) Während des Reinigungsvorgangs und fünf Stunden danach nicht erlaubt Keine Beschränkungen Keine Beschränkungen
Ausnahmen sind zulässig, wenn:	"	Peilrohr verwendet wird	a. Peilrohr verwendet wird oder b. der Tank kontinuierlich mechanisch belüftet wird, wenn von fünf Stunden auf eine Stunde verkürzt werden kann

Tabelle 11.2: Auflistung der Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Gefahren in Verbindung mit Peilvorgängen und Probenahmen in nicht inertisierten Tanks.

Die Geräte sollten so ausgelegt sein, dass sie geerdet werden können. Zum Beispiel sollte ein Gestell, das das Rad eines Metallmessband hält, 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 halbleitenden 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 halbleitende Materialien können unter bestimmten Umständen akzeptabel sein; z. B. können Probeflaschenhalter aus Kunststoff an einem Naturfaserseil (halbleitend) 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 Halbleiterfähigkeit, wie z. B. Holz oder Naturfaser, hat in der Regel aufgrund der Wasserabsorption eine ausreichende Leitfähigkeit, um eine elektrostatische Ladungsspeicherung zu verhindern. Gleichzeitig ist die Leitfähigkeit dieser Materialien so niedrig, dass eine sofortige Entladung nicht möglich ist. Von diesen Materialien sollte es einen Leckpfad zur Erde geben, damit sie nicht total isoliert sind, aber dieser muss nicht den sehr niedrigen Widerstand haben, der normalerweise für die elektrische Masseverbindung und Erdung von Metallen gegeben ist. In der Praxis entsteht so ein Pfad normalerweise naturgemäß auf Tankschiffen, und zwar entweder durch den direkten Kontakt mit dem Tankschiff oder durch indirekten Kontakt über den Gerätebenutzer.

11.8.2.3 Statische Akkumulatoröle

Man sollte davon ausgehen, 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 aufgrund der Möglichkeit eines entzündbaren Gasgemisches keine metallischen Eintauch-, Peil- oder Probenahmegeräte verwendet werden, wenn ein statischer Akkumulator geladen wird.

Nach Beendigung des Ladevorgangs sollte eine Wartezeit von 30 Minuten (Beruhigungszeit) für die einzelnen Tanks eingehalten werden, bevor mit diesen Vorgängen begonnen wird. Dadurch können sich die Gasblasen beruhigen, das Wasser oder Schwebstoffe in der Flüssigkeit absetzen und die elektrischen Spannungen abgeführt werden.

In Abbildung 11.4 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. Nichtmetallische Eintauch-, Peil- und Probenahmegeräte können jederzeit an einem sauberen Naturfaserseil herabgelassen werden.

Siehe Abschnitt 3.2.1 für die Nutzung 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, dass 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 das Einführen aufgeladener Gegenstände erforderlich sind.

11.8.2.4 Statische Nichtakkumulatoröle

In einer nicht inertisierten oder nicht gasfreien Umgebung könnte eine entzündbare Atmosphäre bestehen, sodass die in Abschnitt 11.8.2 und Abbildung 11.4 zusammengefassten Vorsichtsmaßnahmen befolgt werden müssen.

11.8.2.5 Peilen und Eintauchen 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, solange der aufgeladene Nebel nicht verschwunden ist, d.h. während des Reinigungsvorgangs und bis zu 5 Stunden danach. Geerdete und elektrisch leitend miteinander verbundene metallische Geräte können jederzeit benutzt werden, da alle Entladungen in den Wassernebel in Form einer nicht funkenerzeugenden Corona-Entladung stattfinden. Die Geräte können nicht metallische Bauelemente enthalten oder komplett aus diesen bestehen. Halbleiter und Nichtleiter sind akzeptabel, obwohl die Benutzung bestimmter Materialien, z. B. Polypropylenseile, vermieden werden sollte (siehe Abschnitt 3.3.4).

Es ist jedoch absolut unerlässlich, dass alle metallischen Bauelemente sicher geerdet sind. Sobald Zweifel an der Erdung bestehen, sollte der Vorgang nicht zugelassen werden.

Peil- und Eintauchverfahren mit einem Peilrohr über die volle Tiefe sind in der Umgebung von Waschwassernebel stets sicher.

11.8.3 Messungen und Probenahmen in inertisierten Tanks

Tankschiffe, die mit Inertgasanlagen ausgestattet sind, haben geschlossene Messsysteme für Messungen während des Ladungsumschlags.

Die Benutzung von Schall- und Temperatursonden usw. erfolgt nach bewährten Sicherheitspraktiken und der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers. Die Anforderungen an tragbare elektrische Geräte gelten auch für diese Messgeräte (siehe Abschnitt 4.3).

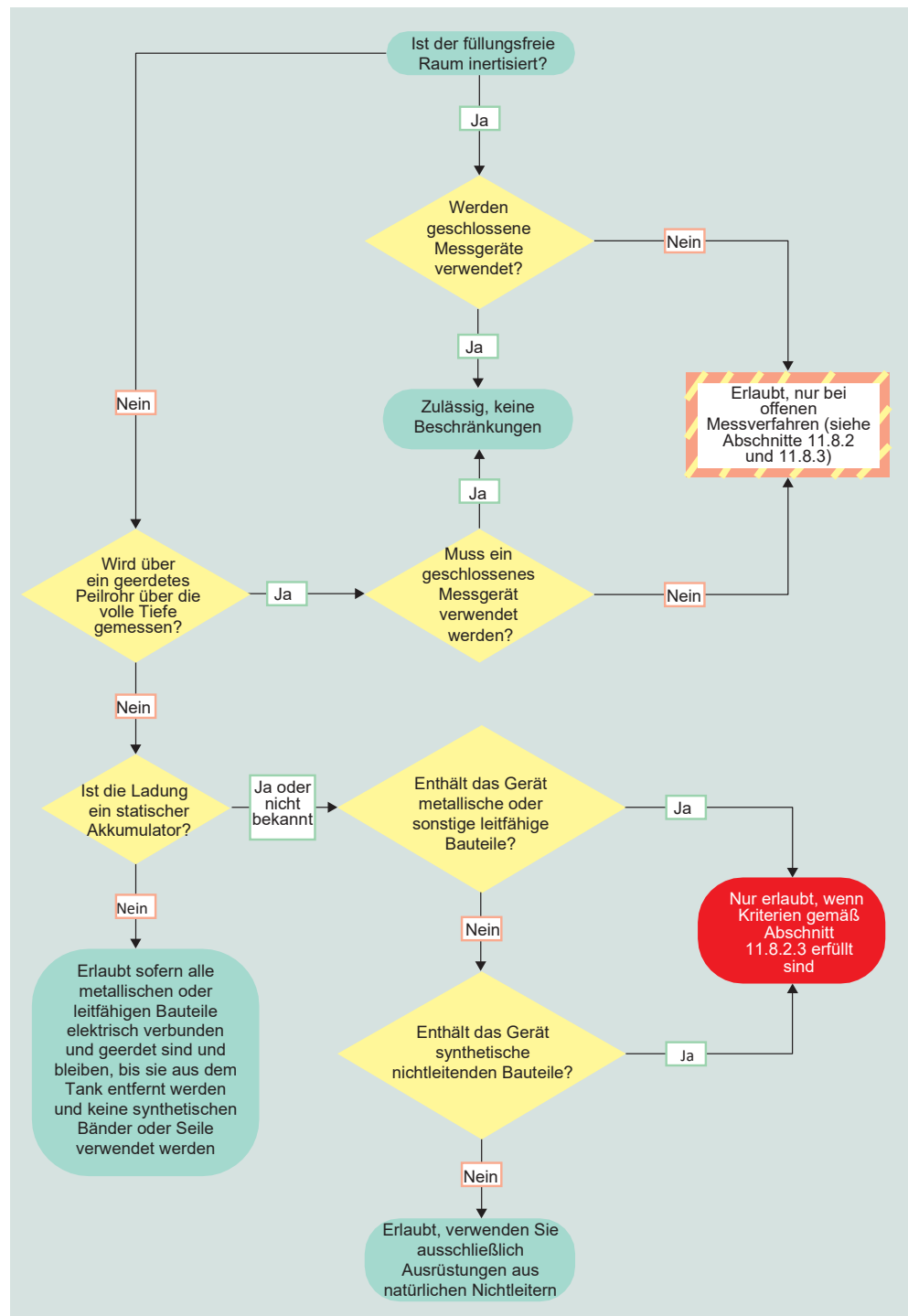


Abbildung 11.4: Erforderliche Vorsichtsmaßnahmen bei der Nutzung von tragbaren Mess- und Probenahmegegeräten

Tankschiffe, die nicht mit Gassperren ausgestattet sind, erfordern besondere Vorsichtsmaßnahmen für die offenen Messungen und Probenahmen der Ladung in inertisierten Tanks. Falls es notwendig ist, den Druck im Tank für 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 man sollte vermeiden, im Weg des entlüfteten Gases zu stehen (siehe Abschnitt 11.8.1). Wenn der Inertgasdruck reduziert wird, darf kein Lade- oder Ballastumschlag in den Laderäumen stattfinden.

- Es sollte immer nur eine Zugangsstelle gleichzeitig 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 Löschvorgänge sollten alle Öffnungen gesichert und die Ladetanks wieder mit Inertgasdruck beaufschlagt werden (siehe Abschnitt 7.1 zum Betrieb der Inertgasanlage des Tankschiffs während des Ladungs- und Ballastumschlags).
- Messungen und Probenahmen, die die Reduzierung des Inertgasdrucks und das Öffnen der Ladetankzugangsstellen erforderlich machen, sollten nicht während des Festmachens und Losmachens des Schiffs durchgeführt werden. Es sei darauf hingewiesen, dass, wenn die Zugangsstellen geöffnet sind, während das Tankschiff vor Anker oder auf offener Reede liegt, jede Schiffsbewegung zum Atmen der Tanks führen kann. Zur Minimierung dieses Risikos 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 Nicht zutreffend

11.8.4 Messungen und Probenahmen von Ladungen, die toxische Substanzen enthalten

Besondere Vorsichtsmaßnahmen sind erforderlich, wenn Tankschiffe Ladungen befördern, die toxische Substanzen in gefährlichen Konzentrationen enthalten.

Ladeterminals sind verpflichtet, den Schiffsführer über die Sicherheitsdatenblätter davon in Kenntnis zu setzen, wenn die zu ladende Ladung Konzentrationen von toxischen Substanzen enthält. Gleichmaßen ist der Schiffsführer verpflichtet, das entgegennehmende Terminal über die Sicherheitsdatenblätter darüber in Kenntnis zu setzen, dass die zu löschende Ladung toxische Substanzen enthält. Dieser Informationsaustausch ist in den Sicherheitschecklisten erfasst (siehe Abschnitt 26.3).

Der Schiffsführer ist auch verpflichtet, dem Terminal und dem sonstigen Personal, wie z. B. Inspektoren und Gutachtern, mitzuteilen, wenn die vorherige Ladung toxische Substanzen enthalten hat.

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 offenen Zugangsstellen einschätzen zu können. Dadurch wird sichergestellt, dass die Gaskonzentrationen den Kurzzeitgrenzwert für die Exposition 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 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, den Vorgang zu unterbrechen und alle Stellen für die Entlüftung zu schließen, bis die Gerätefehler behoben wurden oder die Wetterbedingungen sich geändert haben und eine bessere Gasverteilung möglich ist.

Siehe Abschnitt 2.3 für die Beschreibung der toxischen Gefahren durch flüssiges Massengut.

11.8.5 Geschlossene Messverfahren für eichpflichtigen Verkehr

Tankmessungen zum Zwecke des eichpflichtigen Verkehrs sollten mit Hilfe geschlossener Messsysteme oder Gassperren erfolgen. Damit das Peilsystem diesem Zweck entspricht, sollte das Messsystem in der Dokumentation zur Tankkalibrierung des Tankschiffs beschrieben werden. Korrekturen in Bezug auf Ausgangsebenen für Schlagseite und Gleichgewichtslage sollten von der Klassifikationsgesellschaft des Tankschiffs 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 kalibriert sein.

Proben sollten mit einem speziellen Probenahmegerät unter Verwendung der Gassperren entnommen werden.

11.9 Transfer zwischen den Schiffen

11.9.1 Transfer von Tankschiff zu Tankschiff

Beim Transfer von Tankschiff zu Tankschiff 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 Umschlagsvorgängen nicht begonnen werden. Wenn sie bereits laufen, müssen sie abgebrochen werden.

Der Transfer von Tankschiff zu Tankschiff, der im Hafen oder auf der Wasserstraße durchgeführt wird, muss ggf. vom Hafen oder von der örtlichen Wasser- und Schifffahrtsbehörde genehmigt werden, und mit dieser Genehmigung können bestimmte Auflagen in Bezug auf die Umschlagsvorgänge verbunden sein.

11.9.2 Transfer von Seeschiff auf Binnentankschiff und umgekehrt

Für den Transfer von flüssigem Massengut von einem Seeschiff auf ein Binnentankschiff oder umgekehrt sollten nur autorisierte und ordnungsgemäß ausgestattete Schiffe eingesetzt werden. Falls sich ein Schiff nicht an die Sicherheitsvorkehrungen hält, darf mit den Umschlagsvorgängen nicht begonnen werden. Wenn sie bereits laufen, müssen sie abgebrochen werden.

Schiffsführer der Tankschiffe müssen wissen, dass die Schiffsführer von Seeschiffen eventuell mit dem *Tanker-to-Tanker Transfer Guide (Petroleum)* (Leitfaden für den Transfer Schiff/Schiff von Mineralöl, Chemikalien und Flüssiggas) von ICS/SIGTTO/CDI/OCIMF arbeiten. Siehe auch Anhang 2 und 3 für die einschlägigen Sicherheitschecklisten.

Die Pumpenleistung von Seeschiffen zum Binnentankschiff wird in Abhängigkeit von der Größe und Beschaffenheit des übernehmenden Binnentankschiffs geregelt. Es müssen Kommunikationsverfahren festgelegt und eingehalten werden, insbesondere wenn der Freibord des Seeschiffs im Vergleich zu dem des Binnentankschiffs höher ist.

Besteht zwischen dem Seeschiff und dem Binnentankschiff ein großer Freibordunterschied, muss die Besatzung des Tankschiffs den Inhalt des Schlauchs nach Abschluss des Transfers 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 Seeschiff vor Anker liegt, kann es für das Binnentankschiff angebracht sein, in einem gewissen Abstand zum Seeschiff vor Anker zu gehen, wo es gesichert bleiben und auf Unterstützung warten kann.

Binnentankschiffe sollten sich von dem Seeschiff entfernen, sobald sie das Laden oder Löschen der flüchtigen Ladungen beendet haben.

11.9.3 Transfer von Tankschiff zu Tankschiff mit Hilfe des Gaspendelns

Es sollten spezielle operative Leitlinien ausgearbeitet werden, die die besonderen Gefahren ansprechen, die mit den Maßnahmen zur Begrenzung der Dampfemissionen während des Transfers von Tankschiff zu Tankschiff mit Hilfe des Gaspendelns verbunden sind.

11.9.4 Transfer von Tankschiff zu Tankschiff 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 Tankschiffe und das Terminal alle Vorschriften einhalten, die für den Transfer von Tankschiff zu 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 Tankschiff zu Tankschiff

Für die Transfervorgänge von Tankschiff zu Tankschiff gelten die gleichen Prinzipien der Kontrolle von Lichtbögen wie für die Vorgänge von Tankschiff zu Land.

Bei Tankschiffen, die für den Transfer von Tankschiff zu Tankschiff bestimmt sind, sollte in dem Schlauchstrang ein Isolierflansch oder 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 Tankschiff zum Land bestimmt sind, sollte darauf geachtet werden, dass es keinen isolierten Leiter zwischen Tankschiff und Land gibt, der z. B. durch zwei Isolierflansche in einer Leitung entsteht.

Fehlt ein positives Isoliermittel zwischen den Tankschiffen, sollte das elektrische Potential zwischen ihnen so weit wie möglich reduziert werden. Das wird am besten erreicht, indem, falls beide Schiffe mit korrekt funktionierenden Kathodenschutzsysteme mit Fremdstrom ausgestattet sind, beide Systeme eingeschaltet sind. Gleichermaßen gilt, wenn das eine Schiff ein Fremdstromsystem und das andere ein Opfersystem hat, sollte das erstgenannte in Betrieb bleiben.

12 Beförderung und Lagerung von Gefahrgut

Dieses Kapitel enthält Richtlinien für die Beförderung und Lagerung von Gefahrgut an Bord von Tankschiffen, bei denen es sich um Schiffsvorräte, Ladungsproben oder Materialien handelt, die an Deck verstaut werden.

Mit dem ISGINTT soll nicht versucht werden, Richtlinien für die vielen gefährlichen Chemikalien zu erstellen, die nur gelegentlich verschifft werden.

Allgemeine Hinweise zu den Eigenschaften dieser Materialien können den nationalen und internationalen Fachpublikationen entnommen werden, die eventuell auch Empfehlungen für die Beförderung und Lagerung dieser Materialien enthalten. Sicherheitsdatenblätter zu bestimmten Chemikalien sollten beim Verlader 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 entzündbaren 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 mit dem Gasraum innerhalb des Druckbehälters steht.
- Ventile sollten vor jeder Art von physischer Beschädigung geschützt werden, indem sie immer, wenn die Flasche nicht benutzt wird, mit einer Schutzkappe verschlossen werden.
- Flaschen, die unterhalb des Decks verstaut werden, sollten in Abteilungen oder Laderäumen lagern, die gelüftet werden können und die außerhalb der Wohnungen und Arbeitsbereiche sowie aller Wärmequellen liegen.
- Sauerstoffflaschen sollten getrennt von den Flaschen mit entzündbarem Gas aufbewahrt werden.
- Halten Sie die Temperatur niedrig. Lassen Sie die Temperatur im Laderaum nicht über 50 °C ansteigen. Kontrollieren Sie die Temperatur im Laderaum häufig. Wenn sie sich 50 °C nähert, ergreifen Sie folgende Maßnahmen:
 - Belüften Sie Lagerbereiche.
 - Besprühen Sie Flüssiggasbehälter mit Wasser, wenn sie in direktem Sonnenlicht be- oder entladen werden.
 - Sorgen Sie für eine Beschattung der Gasflaschen, indem Sie z. B. eine Abdeckung über dem Laderaum anbringen.
 - Befeuchten Sie das Deck über dem Laderaum, in dem sich Gasflaschen befinden, z. B. durch Besprühen mit Wasser.

12.2 Schiffsvorräte

12.2.1 Allgemein

Allen chemischen oder gefährlichen Materialien, die als Vorräte an Bord eines Tankschiffs gebracht werden, sollte ein Sicherheitsdatenblatt beigelegt werden. Falls es kein Sicherheitsdatenblatt 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 vorgesehen Lagerort gelagert werden. Es ist darauf zu achten, dass unverträgliche Chemikalien getrennt voneinander gelagert werden. Informationen zur Handhabung, Ersten Hilfe und zu den Feuerlöschmitteln für die einzelnen Chemikalien sollten im Sicherheitsdatenblatt des Produkts oder in den schriftlichen Gefahrgutanweisungen leicht zugänglich sein.

12.2.4 Reinigungsflüssigkeiten

Es sollten vorrangig Reinigungsflüssigkeiten verwendet werden, die nicht toxisch und nicht brennbar sind. Falls entzündbare 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.

Entzündbare Reinigungsflüssigkeiten sollten in geschlossenen, unzerbrechlichen und ordnungsgemäß beschrifteten Behältern aufbewahrt und in einer geeigneten Abteilung gelagert werden, wenn sie nicht in Gebrauch sind.

Reinigungsflüssigkeiten sollten wegen ihrer Flüchtigkeit nur an Orten verwendet werden, die über eine angemessene Lüftung verfügen. Alle diese Flüssigkeiten sollten entsprechend den Anweisungen des Herstellers gelagert und verwendet werden.

Direkter Hautkontakt mit den Reinigungsflüssigkeiten sollte vermieden werden, ebenso wie eine Verunreinigung der Kleidung.

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 Verzurrung gelöst und Schäden am Schiff und ein Verletzungsrisiko für das Personal zur Folge hatten. Bei der Lagerung eines Ersatzladegeschirrs:

- sollte ein sicherer Zugang zu und eine sichere Bedienung der Sicherheitsanlagen möglich sein,
- dürfen beim Festmachen und anderen Vorgängen keine Störungen entstehen,
- muss ordnungsgemäß gelascht werden, wobei voraussichtliche Wetterbedingungen zu berücksichtigen sind.

12.3 Ladungs- und Bunkerproben

Es dürfen nicht mehr als 30 Ladungsprobenflaschen mit einem maximalen Volumen von 500 ml an Bord sein, die im Bereich der Ladung gelagert werden. Bunkerboote können bis zu 500 Bunkerprobenflaschen mit einem maximalen Volumen von 500 ml im Bereich der Ladung lagern. Die Lagerung muss so erfolgen, dass die Flaschen unter normalen Umständen nicht beschädigt werden können.

12.4 Sonstige Materialien

12.4.1 Sägespäne, ölaufsaugende Granulate und Pads

Bevorzugt wird ein gebrauchsfertiges Leckage-Kit, das kleine Leckagen von etwa 200 l aufnehmen kann.

Die Verwendung von Sägespänen zum Reinigen kleiner Öllachen an Bord wird nicht empfohlen. Ölgetränkte Sägespäne und Sauggranulate sind so bald wie möglich an Land zu entsorgen. Unbenutzte Sägespäne müssen trocken und kühl gelagert werden; feuchte Sägespäne können sich leicht selbst entzünden (siehe Abschnitt 4.9).

Alle ölgetränkten Sauggranulate oder Pads sollten in eigens dafür bestimmten Behältern an Bord gelagert werden.

12.4.2 Abfall

Die Lagerorte für Abfall sollten sorgfältig ausgewählt werden, um sicherzustellen, dass er keine potenzielle 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 miteinander kompatibel sind, zusammen verstaut werden.

12.5 Stückgut

12.5.1 Mineralöl und andere entzündbare Flüssigkeiten

Verpackte Mineralölladungen werden in der Regel in Stahlfässern von ca. 200 l verschifft. Zu den Produkten, die auf diese Weise befördert werden, gehören Benzin, Kerosin, Gasöl und Schmieröl.

Neben den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen für den Umschlag von Mineralöl als Massengut sollten die folgenden Verfahren für das Verladen von verpackten Erdölprodukten eingehalten werden.

12.5.1.1 Laden und Löschen

Verpacktes Mineralöl und andere entzündbare Flüssigkeiten sollten nicht während des Ladens von flüchtigen Produkten als Massengut abgefertigt werden, sofern nicht die ausdrückliche Zustimmung der verantwortlichen Person und des Terminalbeauftragten vorliegt. Wenn Stahlfässer verladen werden, sollte der Massengutumschlag aufgrund des erhöhten Risikos von Funkenbildung unterbrochen werden.

12.5.1.2 Nicht zutreffend

12.5.2 Nicht zutreffend

12.5.3 Betreten von Laderäumen

Vor dem Betreten eines Laderaums, der verpacktes Mineralöl und/oder andere entzündbare Flüssigkeiten enthält oder enthalten hat, sollten alle Vorsichtsmaßnahmen, die für das Betreten von geschlossenen Räumen gelten, getroffen werden (siehe Kapitel 10).

12.5.4 Nicht zutreffend

12.5.5 Nicht zutreffend

12.5.6 Nicht zutreffend

12.5.7 Nicht zutreffend

12.5.8 Materialien, die an Deck verstaut werden

Wenn Fässer und sonstige Behälter an Deck befördert werden, sollten sie vor den Naturgewalten geschützt und normalerweise nur auf eine Ebene verladen werden.

12.5.9 Nicht zutreffend

13 Menschliche Faktoren

In diesem Kapitel wird erklärt, was menschliche Faktoren sind und wie sie die Interaktion von Menschen mit Geräten, Prozessen und anderen Menschen beeinflussen. Es bietet dem Schiffs- und Terminalpersonal spezielle Anleitungen für einen sicheren Betrieb, enthält aber auch Informationen für Unternehmen, Management und Schiffskonstrukteure.

13.1 Allgemein

Menschliche Faktoren sind Eigenschaften, die die Interaktion von Menschen mit Geräten, Prozessen und anderen Menschen beeinflussen. Dazu können physische, psychologische und soziale Faktoren gehören. Die Anleitungen in diesem Kapitel und in der gesamten Publikation zeigen, wie der menschliche Faktor genutzt wird, um die Sicherheit durch die Gestaltung von Aufgaben und Ausrüstung, Führung und das Sicherheitsmanagementsystem zu verbessern. Die meisten Zwischenfälle sind auf den Menschen zurückzuführen, und überall dort, wo Menschen an der Planung, dem Bau oder dem Betrieb von Geräten und Anlagen und Verfahren beteiligt sind, besteht die Möglichkeit menschlichen Versagens. Dies könnte den Eindruck erwecken, dass Menschen für Zwischenfälle verantwortlich sind, aber das ist nicht der Fall.

Menschliches Versagen, Handlungen und Entscheidungen sind oft das Ergebnis der Art und Weise, wie der Arbeitsplatz eingerichtet ist, d. h. wie die Arbeit, die Ausrüstung und die Sicherheitsvorkehrungen gestaltet sind und wie die Führungskräfte die Kultur in einer Organisation beeinflussen.

Zwischenfälle beginnen mit Fehlern oder Behelfslösungen, die folgende Ursachen haben:

- Probleme mit Aufgaben,
- unklare Verfahren,
- komplizierte Nutzung der Geräte,
- Ermüdung aufgrund der Arbeitsbelastung,
- fehlende Ressourcen,
- schlechte oder unzureichende Ausbildung,
- unzulängliche Kommunikation,
- unzureichendes Situationsbewusstsein.

Der richtige Umgang mit Rahmenbedingungen und schwer zu nutzenden Systemen, die menschliche Fehler, Handlungen und Entscheidungen beeinflussen, kann die Wahrscheinlichkeit von Zwischenfällen verringern. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Führungskräfte (siehe Abschnitt 13.6), darunter Schiffsbeauftragte, Aufsichtspersonen und das Terminalmanagement.

Der Einfluss des menschlichen Faktors lässt sich in den folgenden Grundsätzen zusammenfassen:

- Menschen machen Fehler.
- Menschen handeln selten böswillig, und in der Regel ergibt ihr Handeln zu dem jeweiligen Zeitpunkt einen Sinn.
- Fehler können auf Bedingungen und Systeme zurückzuführen sein, die die Arbeit erschweren.
- Die Bedingungen verstehen, unter denen Fehler passieren, hilft, sie zu vermeiden oder zu korrigieren.
- Die Menschen wissen am besten über ihre Arbeit Bescheid und spielen eine entscheidende Rolle beim Finden von Lösungen.
- Einrichtungen, Geräte und Anlagen und Tätigkeiten können so gestaltet werden, dass Fehler reduziert und Risiken besser bewältigt werden.
- Die Verantwortlichen für Tätigkeiten tragen dazu bei, die Bedingungen zu gestalten, die das Handeln anderer Menschen beeinflussen.
- Es kommt darauf an, wie die Verantwortlichen reagieren, wenn etwas schief läuft, und dass sie die Gelegenheit nutzen, daraus zu lernen.

13.2 Identifizierung und Analyse von sicherheitskritischen Aufgaben

Wenn Handlungen oder Entscheidungen eines Menschen der einzige Schutz vor einem schwerwiegenden Zwischenfall sind, ist es ggf. nur eine Frage der Zeit, bis es zu einem Fehler kommt.

Eine sicherheitskritische Aufgabe (Safety Critical Task, SCT) ist eine Aufgabe, die mit den Hauptgefahren des Schiffes zusammenhängt und bei der menschliches Versagen, Handeln oder Nichthandeln einen schweren Zwischenfall verursachen oder verhindern kann.

Schiffe und Terminals sollten:

- sicherheitskritische Aufgaben identifizieren,
- für jede Aufgabe Fehlermöglichkeiten und Bedingungen ermitteln, die menschliches Versagen wahrscheinlicher oder die Folgen schwerwiegender machen,
- Aufgaben so gestalten, dass Fehler und fehlerverursachende Bedingungen ausgeschlossen oder minimiert werden,
- Grenzen für die sicherheitskritischen Aufgaben bestimmen, um die Wahrscheinlichkeit oder die Folgen menschlichen Versagens zu verringern.

Die folgenden Arbeitsbereiche können Aufgaben enthalten, bei denen Fehler zu einem schweren Zwischenfall führen können:

- Anlegen und Festmachen,
- Ladungsumschlag,
- paarweise Befestigung,
- nicht-ladungsbezogene Tätigkeiten, einschließlich Tankreinigung, Bunkerung, Lagerung, Zugang zu Tankschiffen/Terminals, Wartung der Festmacheleinen, Heißarbeiten und Wartungstätigkeiten.

Nach der Identifizierung der sicherheitskritischen Aufgaben sollten Schiffe und Terminals einen SCTA-Ansatz (Safety Critical Task Analysis, SCTA) nutzen, um mögliche Fehler, die Faktoren, die Fehler wahrscheinlicher machen, und Möglichkeiten, Aufgaben fehlerresistenter zu machen, zu ermitteln.

Zugrundeliegende Bedingungen, die die Wahrscheinlichkeit menschlichen Versagens erhöhen:

- komplexe, schwer verständliche oder schwer ausführbare Aufgaben,
- unzureichende Ausbildung,
- Teile einer Aufgabe, die in der Realität ineffizient in der Umsetzung sind oder für die die verfügbare Zeit nicht ausreicht,
- Aufgaben oder Schritte, die langweilig, anspruchslos oder repetitiv, ungewöhnlich sind oder unbekannte Situationen betreffen,
- unzugängliche oder schwer zu nutzende Bedienelemente, Ventile, Plattformen, Stufen oder Notabschalter sowie Probleme bei Zugang, Betrieb und Wartung durch gefährliche oder bewegliche Geräte,
- schwierige System- oder Geräteschnittstellen, Beschriftungen, Bedienelemente oder Alarme,
- unklare Schilder, Signale, Anweisungen oder sonstige Informationen,
- Vertrauen auf eine fehlerfreie Kommunikation unter den jeweiligen Lärm- und Lichtverhältnissen,
- Arbeitsumfeld: Lärm, Hitze, Beleuchtung, Belüftung, leichter Zugang, Sichtbarkeit, Sichtlinie,
- übermäßiges Vertrauen in das Erkennen von aufkommenden Gefahren, Risiken oder Veränderungen in einer dynamischen Situation,
- Multitasking oder die Möglichkeit von Unterbrechungen oder Ablenkungen,
- Müdigkeit, Stress und Sorgen.

Schiffe und Terminals sollten nach Möglichkeiten suchen, eine Aufgabe zu streichen oder umzugestalten, um die Fehlerwahrscheinlichkeit zu verringern und die Wahrscheinlichkeit der Erkennung und Behebung des Fehlers zu erhöhen.

Bei der Wahl der Anpassungsmöglichkeiten einer Aufgabe zur Verringerung von Fehlern werden vorzugsweise die zuverlässigeren Kontrollmaßnahmen an der Spitze dieser Hierarchie der Kontrolle genutzt (siehe Abschnitt 9.2.3):

- Beseitigung (einer Gefahr oder Aufgabe),
- Ersatz (durch weniger gefährliche Materialien oder Verfahren),
- technische Schutzmaßnahmen (wie z. B. die Neukonfiguration einer komplexen Rohrsammelleitung),
- administrative Kontrollmaßnahmen (z. B. Kontrolle der Arbeitsverfahren, Schilder usw.),
- PSA.

Mit dieser Hierarchie der Kontrollen wird anerkannt, dass das völlige Streichen einer Aufgabe den besten Schutz gegen das von dieser Aufgabe ausgehende Risiko bieten kann, insbesondere im Vergleich zu den weniger wirksamen Kontrollen durch zusätzliche Verfahren oder Beschilderung.

13.3 Gestaltung

Sowohl Schiffe als auch Terminals können Risiken verringern, indem die Gestaltung überarbeitet oder die Möglichkeiten bei Änderungen berücksichtigt werden, doch dies geht weit über den Rahmen dieser Veröffentlichung hinaus.

Sich in die Lage der Menschen zu versetzen, die die Geräte und Steuerungen bedienen, kann dazu beitragen, diese intuitiv und fehlerresistenter zu gestalten. Eine benutzerorientierte Gestaltung gewährleistet, dass menschliche Faktoren in jeder Phase der Konstruktion und Umsetzung eines Geräts, einschließlich des Änderungsmanagements (MOC), berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 9.2.5). Aspekte der benutzerorientierten Gestaltung, die berücksichtigt werden können, sind unter anderem:

- die Nutzbarkeit von fest installierten Anlagen an der Schnittstelle Schiff/Terminal,
- Gestaltung und Ausrüstungsfragen, die sich aus der Kombination von Tankschiff und Terminalausrüstung ergeben (z. B. Landebereiche, Position des Landgangstegs, Zugang zu Sammelleitungen),
- Änderungen an beliebigen Ausrüstungsgegenständen,
- Einführung von Automatisierung oder Technologie.

Im Interesse der Benutzerfreundlichkeit müssen die richtigen Informationen für diejenigen verfügbar sein, die die Geräte bedienen und operative Entscheidungen treffen. Die Bedienelemente müssen intuitiv sein, damit die Gefahr von Verwechslungen oder Fehlern möglichst gering ist. Wenn Entwickler ein bestehendes Modell aktualisieren oder ändern, sollten sie die Nutzer zu Rate ziehen. Wenn Nutzer berichten, dass die vorhandene Ausrüstung zu Fehlern oder Schwierigkeiten führt, kann bei der Konzipierung darauf geachtet werden, dass Fehler reduziert, erkannt oder die Folgen minimiert werden.

Bei der Einführung von Automatisierung und Technologie sollten die Auswirkungen auf die Nutzer sorgfältig berücksichtigt werden.

Auch wenn die Automatisierung den Betreibern von Tankschiffen und Terminals beträchtliche Vorteile bringen kann, sollten auch die Nebenwirkungen der Einführung dieser Technologie berücksichtigt werden.

Der Mensch kann aus mehreren Gründen besser sein als eine Maschine:

- Menschen können auf der Grundlage weniger Daten oder ungewöhnlicher/unerwarteter Umstände Schlussfolgerungen ziehen und Entscheidungen treffen,
- Entwickler können nicht alle Situationen und Betriebsbedingungen vorhersehen, in denen ihre Geräte genutzt werden können, aber erfahrene Bediener können das Konzept ergänzen und es in der Praxis umsetzen.

Automatisierung und Technologie können unbeabsichtigte Folgen haben, zum Beispiel:

- Die Vereinfachung oder Streichung einer Aufgabe kann die Anzahl und Komplexität anderer Aufgaben erhöhen.

- Eine Verringerung der Arbeitsbelastung kann:
 - die Überwachung einer Situation oder eines Systems durch den Bediener reduzieren,
 - die manuellen Fähigkeiten der Besatzung oder ihre Fähigkeit, bei Problemen effektiv zu handeln, verringern,
 - zu Langeweile und mangelndem Engagement für die Aufgabe führen,
 - übermäßiges Vertrauen in die neue Technologie oder Automatisierung auslösen,
 - zu verpassten Chancen führen, die sich aus der Einbeziehung des Menschen ergeben, d. h. zu Vorschlägen zur Optimierung oder Verbesserung einer Aufgabe.

13.4 Risikobewertung

Risikobewertungen sind ein wichtiger Bestandteil des sicheren Betriebs und der sicheren Wartung. Bei Risikobewertungen für Schiffe und Terminals sollte die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass selbst sachkundige und erfahrene Personen Fehler machen, die:

- zu Gefahren oder Risikosituationen führen können,
- die Wirksamkeit einer Kontrolle/Sicherheitsmaßnahme, auf die sich die Risikobewertung stützt, verringern (Nutzung der Hierarchie der Kontrollen, siehe Abschnitt 9.2.3).

13.5 Verfahren

Verfahren an Bord von Schiffen und an Terminals sind Anweisungen, die geschultem und sachkundigem Personal bei der Durchführung von Aufgaben helfen. Um die Wirksamkeit der Verfahren zu verbessern, sollten Schiffe und Terminals Folgendes berücksichtigen:

- Einbindung der Personen, die die Verfahren nutzen werden, in die Erstellung und Aktualisierung der Verfahren. Dadurch werden Genauigkeit, Eigenverantwortung, Compliance und Konformität verbessert.
- Gut dargelegte Verfahren sind wirkungsvoller. Ein Verfahren soll den Nutzern helfen, ersetzt aber keine Ausbildung oder Erfahrung.
- Wesentliche Komponenten der Hardware und der Arbeitsschritte eines Vorgangs sollten abgedeckt werden, wobei die wichtigsten kritischen Punkte und Gefahren hervorgehoben werden.

In den Verfahren sollten die Schritte herausgestellt werden, bei denen ein Fehler:

- auftreten könnte,
- entdeckt werden könnte
- behoben werden könnte.

Wenn ein Schiff oder ein Terminal ein Problem mit dem Einhalten der Verfahren oder der Konformität hat, sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Sind wichtige sicherheitskritische Aufgaben in den Verfahren festgelegt?
- Sind die Verfahren verfügbar, zugänglich und nutzbar?
- Gibt es mehrere oder widersprüchliche Verfahren für eine Aufgabe?
- Sind die Verfahren klar und verständlich?
- Sind die Verfahren genau/korrekt/vollständig und praktikabel?
- Sind die Verfahren aktuell und gültig?
- Wurden die Verfahren an die Beschäftigten weitergegeben oder wurden sie darin geschult?
- Ist die Anforderung, Verfahren zu befolgen, klar?

13.6 Führung

Führungskräfte haben einen erheblichen Einfluss auf den sicheren Betrieb von Schiffen und Terminals. Es ist erwiesen, dass Zwischenfälle jeglicher Art zurückgehen, wenn die Führungskräfte daran arbeiten, Vertrauen und Respekt zwischen sich und der Belegschaft aufzubauen, indem sie:

- offene Kommunikation fördern,
- die Anliegen der jüngeren Teammitglieder respektieren und auf sie eingehen,

- jeden dazu ermutigen, Sicherheitsprobleme zu lösen,
- die kontinuierliche, proaktive Verbesserung fördern, unterstützen und kommunizieren,
- anstelle von Schuldzuweisungen dazu ermutigen, aus Fehlern zu lernen.

Personen mit Führungsaufgaben sollten darauf achten, dass sich jüngere Besatzungs- oder Teammitglieder gegebenenfalls nicht trauen, ihre Vorgesetzten zu hinterfragen, oder dass die Vorgesetzten die Anregungen der jüngeren Mitglieder möglicherweise ignorieren. Dies ist besonders wichtig aufgrund:

- der stark hierarchisch geprägten Tradition in der Schifffahrt und im Terminalbetrieb,
- der unterschiedlichen Kulturen der Beziehungen zwischen Tankschiff und Terminal,
- der multinationalen Zusammensetzung der Schiffsbesatzungen, mit unterschiedlicher Bereitschaft, sich zu äußern oder Dinge zu hinterfragen.

Jeder, der auf einem Schiff oder Terminal arbeitet, ist für seine eigene Gesundheit und die seiner Kollegen bei der Arbeit verantwortlich. Eine schlechte Gesundheit und ein schlechtes Wohlbefinden können zu Zwischenfällen und Unfällen führen. Gesunde und zufriedene Besatzungen und Teams sind eher in der Lage, Möglichkeiten zur Verbesserung der Betriebsabläufe zu erkennen, z. B. durch eine bessere Gestaltung der Geräte und Anlagen, verbesserte Kontrollen oder Sicherheitsmanagementverfahren.

Führungskräfte auf Schiffen und Terminals können diese Probleme angehen, indem sie:

- für die Belegschaft zur Verfügung stehen, z. B. bei Rundgängen und Diskussionen, bei denen Erwartungen und Standards festgelegt werden, aber auch zugehört und gelernt wird, was die Arbeit erschwert,
- mit denen zusammenarbeiten, die die Arbeit ausführen, um die Probleme anzugehen, auf die diese stoßen,
- der Versuchung der Schuldzuweisung widerstehen und stattdessen nach den Systemen und Bedingungen suchen, die die Voraussetzungen dafür sind, dass Menschen Fehler machen (siehe Abschnitt 13.12 über Untersuchung und Lernen).

13.7 Sich trauen, die Arbeit einzustellen oder sich zu äußern

Tankschiff- und Terminalbetreiber sollten ihr Personal darauf hinweisen, dass jeder die Arbeitsstopp-Berechtigung (Stop Work Authority, SWA) hat (siehe Kapitel 9).

Es gibt viele Gründe, warum Personen sich nicht äußern oder die Arbeit einstellen:

- Sie sehen, dass andere dies nicht tun und denken, es gäbe einen Grund dafür.
- Die erfahreneren Leute um sie herum machen gar nichts.
- Sie glauben, dass sie die Situation falsch eingeschätzt haben.
- Sie befürchten, einen Kollegen zu verärgern, wenn sie auf eine unsichere Situation aufmerksam machen.
- Sie denken, dass sie nicht befugt wären.
- Sie haben das Gefühl, wenn sie sich irren, könnten sie Schwierigkeiten bekommen.
- Sie glauben, sie könnten eine Situation verschlimmern.

Führungskräfte auf Schiffen und Terminals sollten das Selbstvertrauen der Menschen in ihr Handeln stärken, indem sie:

- selbst Maßnahmen ergreifen, einen Schritt zurücktreten, das Tempo drosseln, innehalten oder anhalten,
- Menschen ermutigen, um Hilfe zu bitten und in Teams an der Lösung von Problemen zu arbeiten,
- stets die Entscheidung unterstützen, einen Schritt zurückzutreten, das Tempo zu drosseln, innezuhalten oder anzuhalten.
- sich bedanken und Anerkennung zeigen, auch wenn es sich herausstellt, dass es gar kein Problem gibt.

13.8 Übermüdung (Fatigue)

Übermüdete Menschen machen aufgrund ihrer geistigen und körperlichen Beeinträchtigung häufiger Fehler. Übermüdung kann durch Schlafmangel, schlechte Schlafqualität oder zu langem Wachsein verursacht werden. Sie kann sich im Laufe der Zeit durch ungünstige Arbeitszeiten oder Schichtmodelle anhäufen. Übermüdung kann durch Personalmangel, unzureichende Einhaltung der Arbeits- und Ruhezeiten und längere Betriebszeiten (z. B. durch lange Flusspassagen/Hafenanlaufen/ lange Ladevorgänge/Terminalbetrieb zu ungünstigen Zeiten) verursacht werden.

Die Arbeitsbelastung kann durch ausgedehnte Einsätze im Hafen, schlecht geplante Arbeiten und/oder schwer zu nutzende Ausrüstung/Werkzeuge zunehmen. Extrem hohe oder niedrige Temperaturen, schlechte Beleuchtung, Lärm und schlechtes Wetter können ebenfalls zu einer Verschlechterung der Leistung beitragen. Außerdem kann eine übermüdete Person ihren persönlichen Grad der Müdigkeit oder Beeinträchtigung schlecht einschätzen.

Schiffe und Terminals sollten:

- den operativen Arbeitsaufwand und die erforderlichen Kompetenzen bestimmen und die Besatzungsstärke und die unterstützenden Ressourcen aufeinander abstimmen,
- Arbeitspensum, Arbeits- und Ruhezeiten regeln,
- Aufgaben, bei denen Übermüdung zu Fehlern führen kann, verstehen und absichern,
- sicherheitskritische Aufgaben oder Pflichten so planen, dass Zeiten vermieden werden, in denen die Mitarbeiter aufgrund von Übermüdung weniger aufmerksam sind,
- das Personal über Ursachen und Auswirkungen von Übermüdung schulen,
- bei der Arbeitsplanung darauf achten, dass ausreichend Gelegenheit zum Ausruhen besteht,
- für ein Umfeld sorgen, in dem auf sportliche Betätigung, gesunde Ernährung und Stress geachtet wird,
- Ermüdungserscheinungen beachten,
- müdigkeitsbedingte Ursachen von Unfällen und Zwischenfällen untersuchen,
- erwägen, komplexe oder längerer Vorgänge zu unterbrechen, um sicherzustellen, dass die Mitarbeiter, insbesondere die am stärksten Betroffenen, ausreichend Ruhe bekommen.

Das STCW-Übereinkommen über die Normen für die Ausbildung, die Erteilung von Befähigungszeugnissen und den Wachdienst von Seeleuten (1979) und das Seearbeitsübereinkommen (Maritime Labour Convention, MLC) schreiben vor, dass die Schiffsbesatzungen über ausreichende Ruhezeiten verfügen müssen, um dienstfähig zu sein und ihre Aufgaben sicher erfüllen zu können. Auf Schiffen müssen außerdem individuelle Aufzeichnungen über die Arbeits- und Ruhezeiten aller Personen an Bord geführt werden.

Ausführliche Hinweise zur Minderung und zum Umgang mit Müdigkeit sind in den *Richtlinien zu Fatigue (Übermüdung) der IMO* enthalten.

Für Terminals gibt es keine globalen Vorschriften über Arbeits- und Ruhezeiten, aber lokale Rechtsvorschriften sorgen oft dafür, dass das Personal ausgeruht und dienstfähig ist.

13.9 Besatzungsstärke

Zu wenig Personal an Bord oder am Terminal kann zu Unfällen oder Zwischenfällen führen. Schifffahrtsvorschriften legen fest, dass:

- Flaggenstaaten den Schiffen ein Dokument mit den gesetzlichen Mindestbesatzungsvorschriften ausstellen,
- Schiffe über eine geeignete Besatzung verfügen müssen, um alle Aspekte des sicheren Betriebs an Bord durchführen zu können.

Für Terminals gibt es keine globalen Besatzungsvorschriften, aber die lokale Gesetzgebung schreibt häufig vor, dass eine sichere Mindestbesatzung jederzeit gewährleistet sein muss (siehe OCIMF *Manning at Conventional Marine Terminals (Besatzung in konventionellen Seeterminals)*).

Für das Schiff und das Terminal ist die Anzahl der Personen zu berücksichtigen, die für den normalen Betrieb und für eventuelle Notfälle benötigt werden.

13.10 Individuelle Schulung, Erfahrung und Kompetenz

Bei Schiff/Terminal Vorgängen ist ggf. die Kompetenz der jeweils anderen Partei nicht bekannt. Für den Nachweis der Kompetenz sind vier Dinge erforderlich:

- Schulung und Einarbeitung, um Kenntnisse zu erlangen,
- Üben, um Fertigkeiten zu entwickeln,
- Erfahrungen sammeln,
- Nachweisen, dass diese im wirklichen Leben angewendet werden können.

Sowohl Schiff als auch Terminal müssen die möglichen Einschränkungen der jeweils anderen Partei während des Betriebs berücksichtigen. Auch sachkundige Menschen können Fehler machen. Die Annahme, dass möglicherweise die Fehler Anderer aufgedeckt und korrigiert werden müssen, ist ein wichtiger Aspekt von Sicherheit.

Für Schiffe gibt es internationale Übereinkommen, die Standards für die Ausbildung und Befähigung von Seeleuten festlegen. Kapitel V des *STCW-Übereinkommens* oder gleichwertige lokale Vorschriften enthalten besondere Vorschriften für das Personal auf Öltankern, Chemikaliertankschiffen und Gastankschiffen, in denen die erforderliche Ausbildung und Erfahrung von Schiffsbeauftragten, Mannschaften und mit dem Ladungsumschlag befasstem Personal festgelegt ist und die auch die Einweisung in Tankschiffe umfassen.

Für Terminals gibt es keine globalen Vorschriften für Ausbildung und Kompetenzen, aber die lokale Gesetzgebung schreibt oft ein Mindestmaß an Ausbildung und Kompetenzen vor.

Es wird empfohlen, dass Schiff- und Terminalbetreiber über ein Kompetenzmanagementsystem verfügen. Für Terminalbetreiber ist dies die *Marine Terminal Operator Competence and Training Guide (Richtlinie für Kompetenz und Ausbildung von Betreibern von Seeterminals) (MTOCT)* (siehe Kapitel 15). Für Schiffsbetreiber fällt dies unter das *STCW- Übereinkommen*. Diese Systeme würden Folgendes umfassen, um die Kompetenz zu entwickeln und zu gewährleisten:

- Grundlegende Kenntnisse über die Tätigkeit (z. B. Verständnis und Vertrautheit mit den Arbeitsabläufen).
- Aufgabenbezogene Fachkompetenzen, die funktionale Ausführung der Arbeit ermöglichen. Sie sind in der Regel arbeitsplatz- oder berufsspezifisch und zielen darauf ab, Mindestleistungsstandards zu erfüllen (z. B. schiffs- oder unternehmensspezifische Angaben zu den einzelnen Ausrüstungsgegenständen). Sicherheitskritische Aufgaben können hierunter fallen.
- Nicht-technische Kompetenzen, d. h. Fertigkeiten, die die Ausübung der Rolle ermöglichen. Dazu gehört z.B. die Fähigkeit, effektiv zu planen, gut mit anderen Teammitgliedern zusammenzuarbeiten, andere zu coachen oder zu motivieren und effektiv zu kommunizieren.

13.11 Teamfertigkeiten üben

In der Schifffahrt setzen Vorschriften und Anleitungen zwar wichtige Grenzen, aber Schiffsbesatzungen und Terminal-Teams haben es oft mit dynamischen Situationen zu tun, die durch Wetter, Seegang, Ausrüstungs- und Prozessänderungen beeinflusst werden.

Die Teams müssen Fertigkeiten erlernen und üben, die dazu beitragen, effektiv als Team zu arbeiten:

- Kommunikation,
- Verstehen und Entscheidungen treffen,
- Problemlösung im Team,
- Abwägen zwischen formaler Autorität und Durchsetzungsvermögen – sich trauen, seine Meinung zu vertreten und sich zu äußern.

Die Entwicklung dieser Fertigkeiten erfordert ein gemeinsames Üben von dynamischen, realistischen Szenarien im Team sowie das Erlernen und Üben von Instrumenten und Techniken, die die Teamleistung fördern. Die Mechanismen, mit denen dies erreicht werden kann, reichen von Schreibtischübungen über die Diskussion hypothetischer Szenarien bis hin zu Übungen oder hochpräzisen Simulationen.

Binnentankschiffe und Terminals sollten regelmäßig Übungen mit den Teams durchführen, um die oben beschriebenen Fertigkeiten zu trainieren.

13.12 Menschliche Faktoren bei Untersuchungen und Lernen

Menschliche Faktoren können der Grund für Zwischenfälle oder Unfälle sein, doch wird dies bei der Untersuchung möglicherweise übersehen, wenn der Schwerpunkt darauf liegt, was und wie etwas passiert ist.

Um den wahren Gründen auf den Grund zu gehen, muss bei einer Untersuchung geklärt werden, was im Umfeld der Beteiligten vor sich ging. Der Prüfer sollte den Kontext des Handelns der Personen verstehen. Für diese Ebene des Verständnisses ist beides erforderlich:

- gut ausgebildete Prüfer, die die menschlichen Faktoren verstehen,
- eine Kultur, in der die an dem Zwischenfall Beteiligten das Gefühl haben, dass sie bei einer Untersuchung uneingeschränkt kooperieren können.

Es ist wichtig, dass Untersuchungen nach dem Zwischenfall durchgeführt werden und tief genug gehen, um die menschlichen Faktoren zu verstehen, die zu dem unerwünschten Ereignis geführt haben. Aber:

- In den meisten Untersuchungsberichten wird das „Was“ beschrieben - was ist passiert, was ist kaputt gegangen, was war das Ergebnis?
- Einige Untersuchungen zeigen das „Wie“ auf - diese Regel wurde gebrochen, jenes Verfahren nicht befolgt, diese Person hat den falschen Knopf gedrückt (menschliches Versagen als Ursache).
- Nur in sehr wenigen Fällen wird das „Warum“ untersucht - warum hat der Schiffsführer den falschen Knopf auf der Konsole gedrückt, warum meinte die Besatzung, dem Verfahren nicht folgen zu können, warum kam es zu einem Fehler?

SCTA-Techniken können auch als eine Möglichkeit angesehen werden, Fehler und Behelfslösungen zu erkennen, die letztendlich zu Zwischenfällen führen und sind somit ein wirksames Mittel, um Zwischenfällen vorzubeugen.

Eine Anleitung zur Verbesserung der menschlichen Faktoren bei Untersuchungen findet sich im IOGP-Bericht 621 - *Demystifying Human Factors: Building Confidence in Human Factors Investigation* (Menschliche Faktoren entmystifiziert: Vertrauen in die Untersuchung menschlicher Faktoren aufbauen).

Weitere Hinweise zum Lernen aus Zwischenfällen finden sich im IOGP-Bericht 552 - *Components of Organizational Learning from Events* (Bestandteile des organisatorischen Lernens aus Vorfällen).

14 Besondere Schiffstypen

Nicht zutreffend

TEIL 3

TERMINALRELEVANTE INFORMATIONEN

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 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 Binnentankschiff und Liegeplatz.

Die Terminalbesetzung wird in Hinblick auf eine effektive Überwachung der Betriebsabläufe und betrieblichen Tätigkeiten an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiff und Land erörtert.

15.1 Informationssystem für Seeterminals

Die Terminals müssen sich an die geltenden internationalen, nationalen und örtlichen Vorschriften sowie an die eigenen Richtlinien und Verfahren des Terminals 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 OCIMF hat das MTIS entwickelt, um die Schnittstelle zwischen Tankschiff und Terminal zu standardisieren, die Lücken in den internationalen Normen für Seeterminals zu schließen und ein anerkanntes Format für die Sammlung und den Austausch von Informationen einzuführen. Das MTIS dient auch als Leitfaden für bewährte Verfahrensweisen, um den Terminals zu helfen, ihren Betrieb sicherer und effizienter zu gestalten. Die MTIS-Datenbank dient als konsolidiertes Sicherheitssystem, das den Betreibern von Terminals und Schiffen sowie den Befrachtern und den damit verbundenen Diensten eine einzige, zentrale Speicherung von Terminalspezifikationen in einem einheitlichen Format bietet. Mit Hilfe von MTIS werden eine Reihe von Dokumenten für das Terminalmanagement genutzt, die den Betreiber des Seeterminals bei der laufenden Überprüfung und Verbesserung unterstützt. Zu den Instrumenten gehören:

- *Marine Terminal Particulars Questionnaire (MTPQ)*, dies ist ein Online-Tool, das alle relevanten Terminalinformationen erfasst und es Schiffsprogrammierern, Disponenten und Terminalbetreibern erleichtert, Informationen auszutauschen und die Eignung der Schnittstelle Tankschiff/Terminal zu beurteilen
- *Marine Terminal Management and Self Assessment (MTMSA)*, dies ist ein Leitfaden für bewährte Verfahrensweisen, der Betreibern von Seeterminals helfen soll, ihre Sicherheit, Zuverlässigkeit, Effizienz und Umweltleistung zu bewerten und kontinuierlich zu verbessern.
- *Marine Terminal Operator Competence and Training (MTOCT)*, dies ist Leitfaden, der dem Management von Seeterminals helfen soll, Kompetenzen zu bewerten, Lücken zu ermitteln und Schulungen für Terminalbetreiber zu entwickeln.

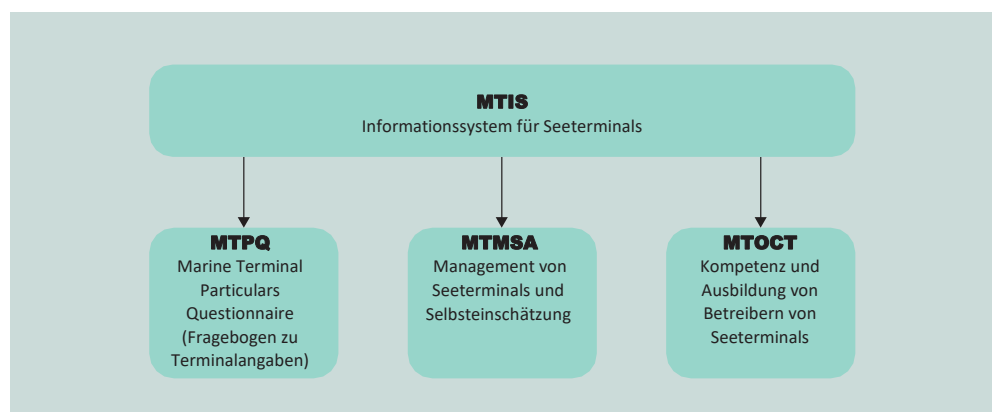


Abbildung 15.1: Schematische Darstellung der verfügbaren MTIS-Dokumentation

15.1.1 Marine Terminal Particulars Questionnaire (Fragebogen zu Terminalangaben)

Der MTPQ wird genutzt, um Terminalinformationen in einem gemeinsamen Format und in einheitlichen Maßeinheiten zu erfassen. Diese Sammlung umfassender Informationen über Seeterminals ist von wesentlicher Bedeutung, um:

- Zwischenfälle zu verhindern, die Mensch oder Umwelt Schaden zufügen könnten,
- die Kompatibilität von Tankschiffen und Terminals zu gewährleisten,
- die betriebliche Effizienz und Verlässlichkeit zu verbessern.

Die Informationen aus der MTPQ-Datenbank stehen den Terminalbetreibern in einem Format zur Verfügung, das die Weiterleitung erlaubt. Zur Unterstützung der Erfassung dieser Kompatibilitätsinformationen werden Schlüsselinformationen in die MTPQ-Datenbank eingegeben, die bei der Entscheidungsfindung zwischen Tankschiff und Terminal helfen wird. Kriterien für Liegeplätze umfassen mindestens:

- Name des Liegeplatzes
- Art des Liegeplatzes - z. B. Pier, Kaimauer, Insel oder Single Point Mooring (Anlegestelle an einem einzigen Punkt, SPM)
- Wassertiefe - kontrollierte Mindestwassertiefe entlang des Liegeplatzes bezogen auf die Kartennull
- Statische Unterkielfreiheit am Liegeplatz - die Unterkielfreiheit am Liegeplatz wird als Begrenzung entweder in Metern, in Prozent des Tiefgangs oder in Prozent der Breite angegeben
- Sonstige Kriterien der Unterkielfreiheit
- Mindest- oder Höchstlänge über alles
- Verdrängung längsseits - die Daten zur Verdrängung sollten angegeben werden, um die maximale Größe des am Liegeplatz zugelassenen Tankschiffs festzulegen.
- Der Wert der maximalen Verdrängung kann ebenfalls genannt werden für Anlegemanöver, wenn es Begrenzungen hinsichtlich der Aufprallenergie beim Anlegen oder der Belastungsgrenzen für die Fenderanlagen gibt
- Tragfähigkeit im Sommer - Hinweis: die Verwendung der Tragfähigkeit als Parameter für die Festlegung der Größenbegrenzungen von Tankschiffen 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
- Maximale Schiffsbreite: diese Größe ist erforderlich aufgrund der Begrenzungen, die durch eine Schleuse, ein Dock oder das Passieren eines Flusses auferlegt werden
- Abstand des Bugs zur mittleren Sammelleitung: diese Größe gewährleistet in der Regel die Ausrichtung zwischen den Sammelleitungsanschlüssen von Tankschiff und Land
- Höhe der Sammelleitung über dem Wasser - Höchst- und Mindesthöhe - Diese Höhe soll gewährleisten, dass das Tankschiff während des gesamten Lade- oder Löschvorgangs und bei jedem Tidenstand die Umschlagsysteme (Verladearme/Schläuche) angeschlossen lassen kann. An einigen Tidelagen kann es erforderlich sein, die Schiffsladearme (MLAs) bei Extremwerten der Tide abzukuppeln.
- Abstand des Hecks zur mittleren Sammelleitung
- Flansch der Sammelleitung in Richtung Schiffsseite
- Mindestlänge des parallelen Schiffskörpers (PBL) - Damit wird überprüft, ob das Tankschiff mit Ballast oder unter Beladung an den Fendern anliegt, wenn es sich in Position mit dem Ladeanschluss befindet
- Mindest-PBL vor der Sammelleitungs-Mittellinie
- Mindest-PBL hinter der Sammelleitungs-Mittellinie
- Sicherheitsverfahren

Bei der Dokumentation dieser Kriterien ist darauf zu achten, dass die Basisdaten, anhand derer die Kriterien abgeleitet werden, ermittelt werden und gewährleistet wird, dass sie korrekt abgeglichen werden. Darüber hinaus sollten Terminals die verwendeten Maßeinheiten deutlich kenntlich machen.

Andere Kriterien können je nach der Konstruktionskonfiguration und dem zu behandelnden Vorgang berücksichtigt werden.

Weitere Informationen über Liegeplätze mit SPM, All Buoy Mooring (ABM) oder Conventional Buoy Mooring (CBM) finden Sie im OCIMF *Single Point Mooring Maintenance and Operations Guide und Guidelines for the Design, Operation and Maintenance of Multi Buoy Moorings* (SPM Wartungs- und Betriebsleitfaden und Leitlinien für den Bau, den Betrieb und die Wartung von Multi-Buoy-Moorings).

15.1.2 Management von Seeterminals und Selbsteinschätzung

Terminals sollten über ein dokumentiertes Managementsystem verfügen, um die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften sowie der Richtlinien und Verfahren des Terminals nachzuweisen. Das Terminalmanagement ernannt eine Person, die dafür sorgt, dass die Bestimmungen und die Richtlinien und Anweisungen eingehalten werden.

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 wird auch auf die Hinweise des MTMSA-Leitfadens des OCIMF verwiesen. Das MTIS enthält einen Leitfaden zur MTMSA-Standortüberprüfung (Site Verification Guideline, SVG), das den Prüfern hilft, die selbst ausgefüllte MTMSA-Selbsteinschätzung mit dem Terminalstandort abzugleichen. Den Terminalbetreibern wird empfohlen, die ausgefüllte SVG als Nachweis für ihre Selbsteinschätzung aufzubewahren.

Die Selbsteinschätzung umfasst die wichtigsten Bereiche der Managementpraxis sowie zusätzliche Elemente, die sich mit Liegeplätzen mit Festmachertonnen und dem Betrieb in Eis oder bei strengen Minusgraden befassen:

- Element 1 Management, Führung und Verantwortlichkeit
- Element 2 Personalführung
- Element 3 Hafenbetrieb
- Element 4 Terminal-Anordnung
- Element 5 Schnittstelle Schiff/Land
- Element 6 Transfervorgänge
- Element 7 Wartungsmanagement
- Element 8 Änderungsmanagement
- Element 9 Untersuchung und Analyse von Zwischenfällen
- Element 10 Management von Sicherheit, Arbeits- und Gesundheitsschutz
- Element 11 Umweltschutz
- Element 12 Notfallvorsorge
- Element 13 Überprüfung des Managementsystems

Zusätzliche Elemente:

- Element 14 Vorgänge an Buoy Moorings (Festmachen an Tonnen)
- Element 15 Terminals, die von Eis oder strengen Minusgraden betroffen sind

15.1.3 Kompetenz und Ausbildung von Betreibern von Seeterminals

Das Terminalmanagement sollte sicherstellen, dass das mit dem Betrieb von Tankschiffen/Terminals betraute Personal geschult und für diese Aufgaben qualifiziert ist. Das Personal sollte die nationalen und lokalen Bestimmungen und die Vorschriften der Hafenbehörden kennen, die sich auf den Terminalbetrieb auswirken, und wissen, wie sie vor Ort umgesetzt werden.

Der Leitfaden *Marine Terminal Operator Competence and Training Guide (MTOCT)* des OCIMF hilft den Betreibern von Seeterminals sicherzustellen, dass das Personal, das die Schnittstelle zum Gewässer bildet, über alle erforderlichen Fertigkeiten und Erfahrungen verfügt. Das Terminalpersonal sollte mit den Abschnitten des Dokuments vertraut sein, die für seinen Arbeitsort und seine Aufgaben gelten.

Der *MTOCT-Leitfaden* hilft bei der Ermittlung der für die jeweiligen Aufgaben erforderlichen Kompetenzen und Kenntnisse sowie der Überprüfungsprozesse, sodass Terminalmanager die einzelnen Mitarbeiter anhand bewährter Verfahrensweisen bewerten, Lücken ermitteln und gezielte Schulungsprogramme für Bediener entwickeln können. Der *MTOCT-Leitfaden* umfasst eine Anleitung zu Schulungsaufzeichnungen und zur Überprüfung, dass das Schulungsprogramm die vorgegebenen Ziele erreicht.

15.2 Gefahrenerkennung und Risikomanagement

Terminals brauchen formelle Risikomanagementprozesse, die veranschaulichen, wie Risiken erkannt und quantifiziert und wie Begleitrisiken eingeschätzt und gemanagt werden. Einzelheiten zu den Verfahren der Risikobewertung sind in Abschnitt 9.2 Risikomanagement zu finden.

Zum Risikomanagement gehören formelle Risikobewertungen, die sich auf Änderungen in der Konstruktion, der Besatzung oder in den Betriebsabläufen beziehen oder sich aus der Risikobewertung zur Konstruktion für die Anlage ergeben. Risikobewertungen 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 Risikobewertung sollten Empfehlungen zur Prävention, Minimierung und Behebung enthalten. Risikobewertungen 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 Gefahren und die damit verbundenen Risiken zu ermitteln, woraus sich die Notwendigkeit zusätzlicher oder überarbeiteter Risikobewertungen ergeben kann. Es sollten auch Prüfungen durchgeführt werden, wenn es Änderungen an den Terminalanlagen oder in den Betriebsabläufen gibt, z. B. Änderungen bezüglich der Ausrüstung, Organisation, des Beförderungsguts oder des Typs des im Terminal einlaufenden Binnentankschiffs.

Zu den Betriebsabläufen am Terminal sollte es Unterlagen und Prozesse zur Gewährleistung eines effektiven Risikomanagements und einer effektiven Kontrolle der erkannten Risiken geben.

Die Effektivität des Risikomanagementsystems sollte in Übereinstimmung mit der Anleitung in Element 10 der *MTMSA* überprüft werden, wobei Aufzeichnungen über alle Überprüfungen und Einschätzungen aufbewahrt werden.

15.3 Betriebshandbuch

Terminals sollten über ein schriftliches, umfassendes und aktuelles Terminalbetriebshandbuch verfügen.

Das Terminalbetriebshandbuch ist ein Arbeitsdokument und sollte für das spezifische Terminal relevante Verfahren, Praktiken und Zeichnungen enthalten. Das Handbuch sollte dem betreffenden Personal in der anerkannten Arbeitssprache zur Verfügung gestellt werden.

Das Terminalbetriebshandbuch sollte die Aufgaben und Verantwortlichkeiten des Betriebspersonals am Liegeplatz und die Vorgehensweisen in Notfällen wie Feuer, Produktaustritten oder medizinische Notfälle festlegen. Es sollte ein separates Notfallhandbuch zur Verfügung gestellt werden, das Themen wie Notrufverfahren und die Zusammenarbeit mit lokalen Behörden, kommunalen Notfalleinrichtungen oder anderen externen Stellen und Organisationen abdeckt (für nähere Informationen über Notfallplanung und -maßnahmen siehe Kapitel 20).

Terminals sollten auch über einen dokumentierten Änderungsmanagementprozess für den Umgang mit vorübergehenden Abweichungen und für dauerhafte Änderungen an den Verfahren im Betriebshandbuch verfügen. Dieser Prozess sollte die Genehmigungsstufe für die genannten Abweichungen und Änderungen zu einem beschriebenen Verfahren definieren.

Die Effektivität des Änderungsmanagementprozesses sollte anhand der Anleitung gemäß Element 8 der *MTMSA* bewertet werden.

15.4 Terminalrelevante Informationen und Hafenverordnung

Terminals benötigen Verfahren, um den Informationsaustausch zwischen Binnentankschiff und Terminal vor Anlegen und/oder bei Ankunft des Tankschiffs 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 zwischen Tankschiff und Land sind in Kapitel 22 enthalten. Siehe auch Kapitel 6 für Informationen zu Sicherheit an der Schnittstelle zwischen Tankschiff und Land.

Das Format der Terminalinformationen sollte dem OCIMF *Marine Terminal Information Booklet: Guidelines and Recommendations (TIB)* (*Broschüre über Seeterminalinformationen: Richtlinien und Empfehlungen*) folgen. Diese Anleitung bietet Terminalbetreibern eine Vorlage für die Darstellung wichtiger Terminal- und Hafeninformationen in einer Broschüre, die von Schiffspersonal, Eignern, Betreibern, Charterern und anderen Personen mühelos und einheitlich genutzt werden kann.

Die TIB kann als Anhang zum MTPQ gespeichert werden, um den Beteiligten den Zugang zu erleichtern und sicherzustellen, dass immer die neueste Version der TIB verfügbar ist.

15.5 Aufsicht und Kontrolle

15.5.1 Besatzungsstärke

Das Personal sollte für alle Arbeiten, die es durchführt, geschult sein und über standortspezifische Kenntnisse aller Sicherheitsverfahren und Notfallmaßnahmen verfügen.

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, Typ und Größe der Binnentankschiffe, die im Terminal einlaufen,
- Grad der Mechanisierung,
- Grad der Automatisierung,
- Tanklager- und sonstige Aufgaben für das Personal,
- Brandbekämpfungsaufgaben,
- Kontakt zwischen Hafenbehörden und den Betreibern benachbarter Terminals,
- Personalbedarf für den Hafenbetrieb einschließlich Bedienung der Festmacheleinen 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, einschließlich gegenseitiger Hilfe,
- Sicherheit,
- Kontakt zwischen Hafenbehörden und Betreibern angrenzender oder benachbarter Seeterminals,
- Personalbedarf für den Hafenbetrieb einschließlich Lotsendienste, Festmacherschiffe, Bedienung der Leinen und der Schläuche.

Zum Zwecke einer effektiven Überwachung der Schnittstelle Tankschiff/Land sollte durch kontinuierliche Kontrolle verhindert werden, dass Gefahrensituationen entstehen.

Bei der Festlegung der Besatzungsstärke sollten die örtlichen oder nationalen gesetzlichen Bestimmungen entsprechend berücksichtigt werden. Überlegungen sollte auch der Vermeidung der Übermüdung gelten, die infolge verlängerter Arbeitszeiten oder ungenügender Ruhezeiten oder Pausen zwischen den Schichten auftreten können.

Weitere Informationen enthält die OCIMF-Broschüre *Manning at Conventional Marine Terminals* (Besatzung in konventionellen Seeterminals).

15.5.2 Reduzierung der Besatzungsstärke an den Liegeplätzen während des Ladungsumschlags

Die Terminalbetreiber können eine Reduzierung der Besatzung am Liegeplatz oder während des Ladungsumschlags wünschen. Das darf auf keinen Fall zu einer Einschränkung der Betriebssicherheit, Betriebsüberwachung oder Notfallbereitschaft führen. Das Binnentankschiff sollte immer vor Abzug von Personal am Liegeplatz informiert und die Art der Kontaktaufnahme bestätigt und abgestimmt werden.

Die Verbindungen zwischen Binnentankschiff und Land sollten ständig kontrolliert werden. Das ist mit Telekommunikationsmitteln, wie z. B. Videoüberwachungsanlagen, möglich, wobei immer genügend Personal zur Verfügung stehen sollte, um im Falle einer Gefahrensituation Abhilfe zu schaffen.

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 Binnentankschiff/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 Binnentankschiff 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 sollten dafür sorgen, dass die Arbeitskräfte, die an den Aktivitäten an der Schnittstelle zwischen Tankschiff/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.

Das Personal sollte die lokalen, nationalen und internationalen Bestimmungen und die Vorschriften der Hafenbehörden kennen, die sich auf den Terminalbetrieb auswirken, und wissen, wie sie vor Ort umgesetzt werden.

Der MTOCT hilft den Betreibern von Seeterminals sicherzustellen, dass das Personal über alle erforderlichen Fertigkeiten verfügt. Siehe 15.1.3.

15.6 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 Binnentankschiff/Land verbunden sind, enthalten.

Die Dokumentation sollte unter anderem folgende aktuelle Informationen enthalten:

- gesetzliche Vorschriften wie z. B. nationale und örtliche Betriebsvorschriften, Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften,
- Richtlinien des Gewerbes, 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, Arbeitsgenehmigungen und örtlichen Vorschriften,
- Zertifikate für Betriebsmittel und Verfahren.

Die vor Ort verfügbare Dokumentation sollte einen umfassenden Satz von Baubestandsplänen und Spezifikationen zum Liegeplatz und den damit verbundenen Terminalanlagen enthalten, einschließlich der Betriebsbereiche für Schiffsverladearme (MLAs) oder Schläuche und aller seit der ersten Inbetriebnahme vorgenommenen Änderungen. Diese Dokumentation sollte die Grundlage für alle Konstruktions-, Wassertiefen- oder sonstigen Untersuchungen bilden, die zur Prüfung der Substanz der Anlagen durchgeführt werden.

Es sollte ein aktuelles Verzeichnis der für den sicheren Betrieb des Terminals wichtigen Anlagen und Strukturen geführt werden. Dazu gehören Spezifikationen, Kaufaufträge und Prüf- und Wartungsdaten. Beispiele für wichtige Elemente sind:

- Dock- und Zufahrtsbockkonstruktionen,
- Fender- und Festmacher,
- sicherer Zugang, einschließlich Landgangstegen und Zugangstürmen, Leitern, Laufstegen und Handläufen,
- Lade- und Löschausrüstungen, MLA/Schläuche, Hydrauliksysteme, Gasrückführanlagen (VECS), Überwachungs- und Warnsysteme, Notabschalteinrichtungen (ESD), Großarmaturen, Pumpen und Messgeräte.

16 Terminalbetrieb

Dieses Kapitel enthält Informationen zu einer Reihe von Betriebsabläufen und Aktivitäten am Terminal, die Einfluss auf die sichere Aufnahme und Abfertigung von Binnentankschiffen haben. Dazu gehört auch die Einschätzung der umweltbedingten Grenzkriterien für sichere Betriebsabläufe und Probleme, die mit der Bereitstellung sicherer Zugangsmöglichkeiten zwischen Binnentankschiff und Land verbunden sind.

Es werden Betriebsabläufe beschrieben, die besondere Vorgehensweisen erforderlich machen, wie z. B. die paarweise Befestigung von Tankschiffen und das Laden und Löschen der Ladung unter Ausnutzung der Wassertiefe bzw. der Tidenwechsel.

Das Kapitel enthält auch eine kurze Erklärung zum Phänomen von Druckstößen in den Rohrleitungen und wie diese kontrolliert werden können.

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 lokalen Bestimmungen und Sicherheitsvorschriften des Terminals zu informieren.

Ausführliche Informationen zur Kommunikation an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiff und 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. 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 Festmacherausrüstung

Terminals stellen Poller, Festmachepoller oder Festmacherhaken bereit, die für die den Liegeplatz anfahrenden Schiffe in Position gebracht werden und entsprechend dimensioniert sind. Wenn der Zugang zu diesen Anlegeplätzen vom Binnentankschiff aus erforderlich ist, sollten sie den Anweisungen in den Abschnitten 16.4 und 22.3 entsprechen.

Die zulässige Tragfähigkeit der einzelnen Anlegestellen oder Festmacheleinen sollten den Bedienern des Terminals bekannt oder an jedem Festmacher vermerkt sein.

Werden die Festmacheleinen von der Landseite bereitgestellt, müssen die Terminals Prüfsertifikate für die Leinen haben und die Bediener am Liegeplatz müssen deren zulässige Tragfähigkeit kennen. (Siehe Kapitel 23 Informationen zur Festmacherausrüstung des Tankschiffs.)

16.3 Einschränkende Bedingungen

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 festlegen. Die zulässige Tragfähigkeit der Festmachervorrichtungen und gegebenenfalls der Einsatzgrenzen der Verladearme ist hierbei zu berücksichtigen.

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 Binnentankschiffs vom Liegeplatz,
- Manövrieren beim Ablegen und Auslaufen.

Informationen zu den umweltbedingten Einschränkungen sollten dem Schiff auf dem Treffen vor dem Ladungsumschlag mitgeteilt und, sofern möglich, formell in der Sicherheitscheckliste eingetragen werden (siehe Abschnitt 26.3). Das Binnentankschiff 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 Binnentankschiff.

Geräte zum Messen weiterer Umweltfaktoren sollten in Erwägung gezogen werden.

16.4 Zugang zwischen Binnentankschiff und Land

16.4.1 Allgemein

Die Mittel für den Zugang zwischen Binnentankschiff und Land werden in den nationalen und/oder örtlichen Bestimmungen angesprochen. Alle Zugangsmöglichkeiten müssen diesen Bestimmungen und Anforderungen entsprechen und vom Binnentankschiff bzw. Terminal ordnungsgemäß angebracht werden.

Das Personal ist angehalten, nur die ausgewiesenen Zugangsmöglichkeiten zwischen Binnentankschiff und Land zu benutzen.

16.4.2 Bereitstellung der Zugangseinrichtungen zwischen Binnentankschiff und Land

Binnentankschiff und Terminal sind gemeinsam für die Bereitstellung sicherer Zugangseinrichtungen verantwortlich.

An Standorten, an denen im Allgemeinen Binnentankschiffe abgefertigt werden, die aber aufgrund der physischen Einschränkungen des Liegeplatzes oder der Art des Verkehrs des Binnentankschiffs keinen Landgangsteg zur Verfügung stellen können, sollte das Terminal einen Landgangsteg oder alternative Vorkehrungen vorsehen, um einen sicheren Zugang zwischen Binnentankschiff und Land zu gewährleisten. In jedem Fall sollte der Zugang zwischen Binnentankschiff und Land vorzugsweise über einen vom Terminal bereitgestellten Landgangsteg erfolgen.

Wenn keine Zugangseinrichtungen des Terminals zur Verfügung stehen und ein Landgangsteg des Binnentankschiffs benutzt wird, muss der Liegeplatz über eine ausreichend große Plattformfläche verfügen, um einen Landgangsteg mit entsprechender Bewegungsfreiheit unterbringen und unabhängig von der Tide und der Freibordhöhe einen sicheren, bequemen Zugang zum Schiff gewähren zu können.

Unabhängig davon, ob er vom Terminal oder dem Binnentankschiff bereitgestellt wird, muss der Landgangsteg im Rahmen der Sicherheitschecks Binnentankschiff/Land während des Aufenthaltes des Schiffs am Liegeplatz regelmäßig überprüft werden (siehe Abschnitt 26.3).

Alle Landgangstege von Binnentankschiff und Land müssen folgende Kriterien erfüllen:

- freier Durchgang,
- durchgehender Handlauf an beiden Seiten,
- elektrische Isolierung, um Stromdurchgang zwischen Binnentankschiff und Land zu vermeiden,
- angemessene Beleuchtung,
- eine maximale sichere Schräge (für Landgangstege ohne selbstnivellierende Tritte oder Stufen),
- auf dem Binnentankschiff und an Land sollten Rettungsringe mit Beleuchtung und Leine zur Verfügung stehen.

Alle landseitigen Landgangstege 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,
- Bewegungsfreiheit bieten, nachdem der Anker in Position gebracht wurde,
- falls die Hauptstromversorgung ausfällt, als Reserve oder für den manuellen Betrieb bereitstehen,
- für bestimmte Betriebsbedingungen ausgelegt sein, die dem Betriebspersonal des Liegeplatzes bekannt sind.

16.4.3 Zugangseinrichtungen

16.4.3.1 Landgangsteg der Landseite

Landgangstege, die vom Terminal bereitgestellt werden, sollten den sicheren Zugang zwischen Land und Binnentankschiff gewährleisten. Das Gleiche gilt für Landgangstege, die vom Binnentankschiff bereitgestellt werden.

An einigen Liegeplätzen kann es erforderlich sein, einen Zugang zu kleineren Binnentankschiffen von einem innenliegenden Treppenaufgang unterhalb der Arbeitsebene des Liegeplatzes bereitzustellen.

16.4.3.2 Landgangsteg des Binnentankschiffs

Der Landgangsteg eines Binnentankschiffs besteht aus einem geraden, leichten Brückenaufbau mit Seitenstreben und Handläufen. Der Boden ist mit einer rutschfesten Deckschicht oder mit Querstreben versehen, damit der Fuß bei Schrägstellung Halt hat. Normalerweise wird der Steg senkrecht zur Seite des Binnentankschiffs hochgezogen und zwischen Reling des Binnentankschiffs und Arbeitsebene des Liegeplatzes gespannt.

16.4.3.3 Fallreepstreppe des Binnentankschiffs

Aufgrund ihrer begrenzten Größe sind die meisten Binnentankschiffe nicht mit Fallreepstreppen 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 Seite des Binnentankschiffs auf einer einklappbaren Plattform, die am Deck des Binnentankschiffs 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 Deck des Binnentankschiffs unterhalb der Arbeitsebene des Liegeplatzes befindet.

16.4.4 Ausrichten des Landgangstegs

Die Zugangsvorrichtungen sollten sich so nah wie praktisch möglich zum Wohnbereich der Besatzung und so weit wie praktisch möglich von den Sammelleitungen entfernt befinden.

Beachten Sie, dass die Zugangsmöglichkeiten auch eine Fluchtmöglichkeit bieten. Der Standort eines mobilen Landgangstegs sollte sorgfältig überlegt werden, um einen sicheren Zugang zu den Fluchtwegen vom Pier bieten zu können (siehe Kapitel 21).

Besondere Aufmerksamkeit ist dem sicheren Zugang zu widmen, wenn ein großer Höhenunterschied zwischen dem Deck des Binnentankschiffs und der Ebene des Piers besteht. Es sollten besondere Einrichtungen am Liegeplatz bereitstehen, wenn die Ebene des Decks des Binnentankschiffs deutlich unter der des Piers fallen kann.

16.4.5 Sicherheitsnetze

Sicherheitsnetze werden nicht benötigt, wenn der Landgangsteg an Land festgemacht und mit einem festen Geländer aus Bauelementen versehen ist. Für andere Arten von Landgangstegen und Stegen, die mit Seil- oder Kettenhandläufen oder abnehmbaren Pfosten versehen sind, werden ordnungsgemäß angebrachte Sicherheitsnetze empfohlen.

16.4.6 Routinemäßige Wartung

Alle Landgangstege und verbundenen Vorrichtungen müssen routinemäßig gewartet und geprüft werden. Diese Vorschrift sollte in das planmäßige Wartungsprogramm des Terminals aufgenommen werden. Mechanisch betätigte Landgangstege müssen auch einem Funktionstest unterzogen werden. Automatisch betätigte Landgangstege sollten mit Alarmvorrichtungen ausgestattet sein, die auch routinemäßig geprüft werden müssen.

16.4.7 Unbefugte Personen

Personen, die an Bord keiner berechtigten Tätigkeit nachgehen müssen bzw. über keine Erlaubnis des Schiffsführers des Binnentankschiffs verfügen, sollte der Zugang zum Schiff verweigert werden. Das Terminal sollte den Zugang zum Pier oder zum Liegeplatz in Abstimmung mit dem Schiffsführer des Binnentankschiffs kontrollieren.

Das Terminalsicherheitspersonal sollte eine Liste der Besatzung und eine Liste mit Besuchern mit Zutrittslaubnis erhalten (siehe auch Abschnitt 6.4).

16.4.8 Raucher oder Betrunkene

Das Personal, das am Liegeplatz oder an dem Pier Dienst hat oder Wache auf dem Binnentankschiff hält, muss dafür sorgen, dass in der Nähe des Liegeplatzes oder des Piers oder an Bord des Tankschiffs nicht geraucht wird. Personen, die offensichtlich betrunken sind, sollten den Terminalbereich nicht betreten dürfen und auch nicht an Bord des Tankschiffs gehen, sofern sie nicht ordnungsgemäß beaufsichtigt werden können.

16.5 Paarweise Befestigung

Von einer paarweisen Befestigung ist die Rede, wenn zwei oder mehrere Binnentankschiffe an demselben Pier anlegen, sodass die Anwesenheit oder die Operationen des einen Binnentankschiffs das andere physisch einschränken. Eine paarweise Befestigung wird manchmal genutzt, wenn mehrere Transfers zwischen der Landseite und mehr als einem Binnentankschiff gleichzeitig an demselben Pier stattfinden. Das außen liegende Tankschiff kann an dem innenliegenden Tankschiff oder an Land festgemacht und die Schlauchverbindungen können vom Land über das innenliegende Tankschiff zu dem außen liegenden Tankschiff gelegt werden. Die Regelung der Abläufe an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiff und Land werden dadurch wesentlich komplizierter.

Die paarweise Befestigung von Tankschiffen an einem Liegeplatz für Ladevorgänge sollte ohne vorherige technische Untersuchung und eine Risikobewertung 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, Notfallplanung, Brandschutz und Ablegen im Notfall.

16.6 Ladevorgänge 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 Tiefganggrenzen und starken Tideschwankungen sollten Verfahren ermöglichen, wenn Lösch- oder Ladeoperationen während des Tidenwechsels zugelassen werden sollen. Diese Verfahren sind vor Ankunft des Binnentankschiffs von allen beteiligten Parteien zu vereinbaren.

Es sollten Verfahren zur Kontrolle der Operationen während des Tidenwechsels auf der Grundlage einer Risikobewertung entwickelt werden, um zu gewährleisten, dass das Binnentankschiff sicher schwimmt, wobei die Anforderungen an die Kielfreiheit und Notfallmaßnahmen zu berücksichtigen sind.

Das Terminal sollte sich vergewissern, dass die Schiffsausrüstungen, die für den Vorgang 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 Binnentankschiff 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 Tankschiff 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 Maßnahmen zur Risikominderung vereinbaren, damit das Tankschiff rechtzeitig entladen werden kann, um schwimmfähig zu bleiben, oder vom Liegeplatz zu einer Stelle gebracht werden kann, wo es schwimmfähig bleibt.

16.6.2 Laden während des Tidenwechsels

Dieses Verfahren kann erfolgen, wenn das Binnentankschiff in den letzten Phasen des Beladens bei Niedrigwasser nicht sicher im schwimmfähigen Zustand bleiben kann. Das Laden des Tankschiffs sollte zu dem Zeitpunkt des Tiefgangs unterbrochen werden, bei dem es immer schwimmfähig bleiben kann, und erst bei steigender Tide sollte mit dem Beladen fortgefahren werden. Das Beladen sollte erst dann wieder erfolgen, wenn die für die Abfahrt des Schiffs vom Liegeplatz entscheidende Ausrüstung, wie z. B. der Hauptmotor, einsatzbereit ist. Die Ladegeschwindigkeit sollte es dem Schiff ermöglichen, den Ladevorgang abzuschließen und Zeit für Ladungsmessungen, Probenahmen, Ausfüllen der Dokumente, Zollformalitäten und Losmachen vom Liegeplatz lassen, während die erforderliche Unterkielfreiheit eingehalten wird.

16.7 Vorgänge, bei denen das Schiff nicht immer schwimmfähig ist

In einer begrenzten Anzahl von Häfen mit beträchtlichem Tidenhub können Binnentankschiffe umgeschlagen werden, auch wenn sie nicht die ganze Zeit in einem schwimmfähigen Zustand längsseits des Umschlagplatzes bleiben können. Diese Betriebsart wird als Ausnahme betrachtet und erfordert eine vorherige umfangreiche Risikobewertung und die Durchführung sämtlicher genannter Sicherungsmaßnahmen zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs.

Es gibt verschiedene Arten von Vorgängen, die durchgeführt werden können, je nachdem, ob das Tankschiff während seines Aufenthalts am Liegeplatz kurzzeitig den Grund berührt oder aber sich vollständig außerhalb des Wassers befindet. In beiden Fällen müssen die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- Es muss nachgewiesen werden, dass der Gewässergrund eben ist und keine Unebenheiten oder Erhöhungen aufweist, die zu örtlichen oder allgemeinen Spannungen am Schiffsrumpf führen können.
- Das Gefälle am Gewässergrund darf die Schiffskonstruktion nicht übermäßig nach oben drücken oder zum Stabilitätsverlust führen, wenn das Tankschiff auf Grund läuft.
- Die Stabilität des Schiffsrumpfes muss groß genug sein, wenn das Tankschiff auf Grund läuft, damit die Konstruktion nicht übermäßig belastet wird. Das kann eine stärkere Konstruktion und erhöhte Materialstärke des Tankschiffs erfordern, damit es sicher auf Grund laufen oder trocken liegen kann.
- Dieses Verfahren sollte nicht zum Verlust wichtiger Funktionen des Schiffs führen, wie z. B. Bereitstellung von Kühlwasser für die Maschinen oder das Brandbekämpfungsvermögen. Das kann bedeuten, dass spezielle Merkmale bei der Schiffskonstruktion hinzugefügt werden müssen.
- Da das Entfernen des Tankschiffs vom Liegeplatz bei Eintreten eines Notfalls nicht möglich sein wird, muss der Hafenbetrieb spezifische Notfallmaßnahmen und geeignete Brandbekämpfungsausrüstungen bereithalten.
- Notfallpläne werden erforderlich sein, um auf das potenzielle Versagen der Tankschiffskonstruktion und den besonderen Charakter und das Ausmaß der daraus resultierenden Umweltverschmutzung reagieren zu können.

16.8 Erzeugung von Druckstößen in Rohrleitungen

16.8.1 Einleitung

Ein Druckstoß in einem Rohrleitungssystem entsteht, wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit der Flüssigkeit in der Leitung abrupt ändert. Während der Ladevorgänge von Binnentankschiffen ist das aller Wahrscheinlichkeit nach auf folgende Ursachen zurückzuführen:

- ein automatisch betätigtes Absperrventil schließt,
- Zuschlagen eines landseitigen Rückschlagventils,
- Zuschlagen eines Schmetterlingsventils,
- ein elektrisch betätigtes Ventil, das schnell schließt.

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 Vorlagebehälter 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 Vorlagebehälter. In einem Tank mit offenem füllungs-freien Raum 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 des Fluids 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 Fluid und Rohrwand bleibt unberücksichtigt. In diesem Fall entstehen die höchsten Drücke im 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 gestoppte Flüssigkeitsstrom breitet sich mit Schallgeschwindigkeit in der Flüssigkeit die Rohrleitung hinauf aus, und bei jedem Teil der Flüssigkeit, der zur Ruhe kommt, erhöht sich der Druck um den Betrag P . Daher bewegt sich eine steile Druckfront bei einer Höhe P mit Schallgeschwindigkeit die Rohrleitung hinauf, und 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 Druckstoß, 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 Pumpenausgang (ungeachtet der atmosphärischen und hydrostatischen Komponenten), der sich aus dem Druckschlag P und dem Ausgangsdruck 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 Pumpenausgangsdruck 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 des Fluids 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 den Pumpenauslassdruck bei null Mengendurchsatz erreicht.

Unter praktischen Bedingungen schließt das Ventil nicht sofort, sondern es erfolgt erst eine Entlastung des Druckschlags, 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 ein Vielfaches höher ist als die Schwingungsdauer der Rohrleitung, 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, sodass es wahrscheinlich nicht sofort zu ernsthaften Folgen kommt, obwohl das anschließende Zerfallen der Gasblasen Stoßwellen hervorrufen kann, die denen vor dem Ventil ähneln.

16.9 Einschätzung der Druckstöße

16.9.1 Effektive Ventilschließzeit

Um feststellen zu können, ob es zu einem ernstzunehmenden 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 tatsächlich 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 Umschlagsystem für Mineralöflüssigkeiten zwischen Binnentankschiff/Land, bei dem der landseitige Tank mit der Atmosphäre in Verbindung steht, entspricht der maximale Druck, der während eines Druckschlags überall auf die Rohrwand wirkt, der Summe aus hydrostatischem Druck, Ausgangsdruck an der Pumpe bei null Mengendurchsatz und Druckschlag. Die ersten beiden dieser Drücke sind allgemein bekannt.

Wenn die effektive Ventilschließzeit geringer als oder gleich der Schwingungsdauer der Rohrleitung ist, sollte der Wert des Druckschlags, der zur Ermittlung des Gesamtdrucks während des Druckstoßes verwendet wurde, gleich P sein, 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 Druckschlag 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 parallelgeschaltet 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 Druckschlag durch korrekte Betätigung der in Reihe geschalteten Ventile in einer Leitung minimiert werden.

Kurzzeitige Drücke 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 sind bei der Konstruktion des Rohrleitungssystems die fluidbedingten Belastungen, die aus den Fluiddrücken und der Eigendynamik resultieren, zu berücksichtigen. 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 graden 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 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. Allgemein ausgedrückt soll die Gesamtschließzeit ungefähr 30 Sekunden oder nach Möglichkeit mehr betragen. Die Ventilschließgeschwindigkeiten sollten konstant und reproduzierbar sein, obwohl das schwierig werden kann, wenn federbelastete Rückschlagventile oder Aktoren 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.
- Nutzen Sie ein Druckentlastungssystem, Druckausgleichbehälter oder ähnliche 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 eines unbeabsichtigten schnellen Schließens ist die richtige Bedienung der Ventile und/oder die Begrenzung der linearen Durchflussgeschwindigkeit des Öls auf einen maximalen Wert bezogen auf den maximal akzeptablen Druckschlag.

16.11 Durchflussregelung für Rohrleitungen als statische Vorsichtsmaßnahme

16.11.1 Allgemein

Die Sicherheitsverfahren für den Umschlag von statischen Akkumulatoren erfordern die Regelung der linearen Durchflussgeschwindigkeiten der Ladung in den Ladeleitungen an Land und auf dem Schiff, 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 Tankeinlass zu Beginn des Ladevorgangs auf 1 m/s geregelt. Umschlagquoten in Höhe der Durchflussgeschwindigkeiten von 1 m/s für Rohrleitungen mit unterschiedlichen Durchmessern können anhand der Tabelle 11.1 ermittelt werden (siehe auch Abschnitt 11.1.7.3).

Sobald die Ladung den Tankeinlass bedeckt, kann die Umschlagquote erhöht werden, um die maximal zulässige lineare Durchflussgeschwindigkeit zu ermöglichen, die durch die Begrenzung des Rohrdurchmessers der Binnentankschiffs- 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 Binnentankschiffe 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 Tankschiffe am Liegeplatz effektiv regeln können.

In gleicher Weise kann es sein, dass, wenn Terminals Binnentankschiffe erwarten, die ihre Ladung in leere Landtanks löschen, Durchflussregler oder Durchflussmessgeräte benötigt werden, um sicherzustellen, dass die Durchflussgeschwindigkeiten in den Gasrückführleitungen und an den Tankeinlässen, insbesondere in der Anfangsphase der Tankbefüllung, nicht überschritten werden.

16.11.4 Löschen in landseitige Tanks

Beim Löschen von statischen Akkumulatorölen in landseitige Tanks sollte die anfängliche Durchflussgeschwindigkeit auf 1 m/s 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 60 cm 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 benötigen, um Verwirbelungen zu begrenzen. Bei Schwimmdachtanks sollte die untere anfängliche Durchflussgeschwindigkeit beibehalten werden, bis das Dach schwimmt. Ähnliche Anforderungen gelten für Festdachtanks mit Schwimmdecke.

17 Terminalanlagen und Betriebsmittel

Dieses Kapitel beschreibt die Betriebsmittel, die vom Terminal an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiff und Land bereitgestellt werden, wie z. B. Fender-, Hebe-, Beleuchtungs-, elektrische Verbindungs- und Erdungsvorrichtungen.

Besonderes Augenmerk gilt der Gewährleistung, dass Binnentankschiff 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 Nutzung von elektrischen Betriebsmitteln innerhalb eines Terminals ist in Abschnitt 4.4.2 beschrieben.

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.

Terminals sollten die Zonen identifizieren und die Art der Geräte und Anlagen festlegen, die in jeder Zone installiert werden sollen. Nationale Rechtsvorschriften, internationale Normen und unternehmensspezifische Richtlinien, sofern vorhanden, sind einzuhalten. Ein Wartungsplansystem sollte die Unversehrtheit der installierten Betriebsmittel gewährleisten und sicherstellen, dass sie den Anforderungen an die jeweiligen Zone entsprechen.

Das Personal, das die Wartungsarbeiten an den in den Gefahrenzonen liegenden Geräten und Anlagen durchführt, muss 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 elektrischen Geräten und Anlagen 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 Größen und Typen der Binnentankschiffe, die am Liegeplatz anlegen, ausgelegt sein und den zu erwartenden Belastungen standhalten, ohne Schäden am Binnentankschiff zu verursachen. Bei der Auslegung sollte berücksichtigt werden, wie der Liegeplatz betrieben wird. Metall auf Metall sollte vermieden werden. Wenn das Terminal keine Fender zur Verfügung stellt, sollte die Besatzung die Möglichkeit haben, ihre eigenen Fender anzubringen.

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 Binnentankschiff 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 Binnentankschiff 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 der Binnentankschiffe und dem Betriebspersonal des Liegeplatzes die maximal zulässige Anfahrtsgeschwindigkeit 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 Zugangsmöglichkeiten sollten regelmäßig, mindestens einmal im Jahr, untersucht und regelmäßig, mindestens alle fünf Jahre oder, wenn die örtlichen Bestimmungen oder Vorgaben des Unternehmens dies vorschreiben, auch in kürzeren Abständen Belastungsprüfungen unterzogen werden.

Zu den Vorrichtungen, die geprüft und untersucht werden müssen, gehören:

- Kräne für Umschlagsschläuche, Lademaste, Davits und Gerüste,
- Landgangstege und zugehörige Kräne und Davits,
- Kräne für die Verladearme,
- Lagerkräne und Davits,
- Anschlagseile, Anschlagketten, Deltaplatten, Deckösen und Schäkel,
- Kettenzüge, Handwinden und ähnliche mechanische Geräte,
- Personalaufzüge und Hebezeuge.

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 Reparaturarbeiten an einer zertifizierten Anlage durchgeführt, muss diese wiederholt geprüft und zertifiziert werden, bevor sie wieder für den Einsatz freigegeben wird.

Mangelhafte Anlagen sollten sofort außer Betrieb genommen und erst nach Reparatur, Prüfung und, falls erforderlich, Neuzertifizierung wieder in Betrieb genommen werden.

17.3.2 Schulung zur Bedienung von Hebevorrichtungen

Alle Arbeitskräfte, die Hebevorrichtungen bedienen, sollten diesbezüglich formell geschult werden. Weitere Informationen enthält OCIMFs *Marine Terminal Operator Competence and Training Guide (Richtlinie für Kompetenz und Ausbildung von Betreibern von Seeterminals) (MTOCT)*.

17.4 Beleuchtung

Die Terminals müssen für eine ausreichende Beleuchtung sorgen, um zu gewährleisten, dass alle Aktivitäten an der Schnittstelle Binnentankschiff/Land auch im Dunkeln sicher durchgeführt werden können.

Arbeitsbereiche, die für das Be- und Entladen von Gütern vorgesehen sind, sollten eine Mindestbeleuchtungsstärke von 50 Lux oder entsprechend den örtlichen oder nationalen Vorschriften aufweisen. Weitere Informationen finden Sie in der EU-Norm 12464-2 und dem *Code of Safe Working Practices for Merchant Seafarers (COSWOP)* (Code für sichere Arbeitsverfahren für Seeleute in der Handelsschifffahrt) der britischen *Maritime and Coastguard Agency (MCA)* (Verwaltung für Seeschifffahrt und Küstenwache).

In anderen Arbeitsbereichen des Terminals, außerhalb des Bereichs der Sammelleitungen, sollte ein angemessenes Beleuchtungsniveau herrschen, das mindestens den örtlichen und nationalen Vorschriften entspricht, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Besondere Aufmerksamkeit sollte der Beleuchtung von folgenden Bereichen gewidmet werden:

- Arbeitsbereiche am Liegeplatz oder am Pierende.
- Zugangswege.
- Zugang zu Tankschiffen/Terminals.
- Umkreis des Liegeplatzes oder des Piers.
- 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 Fahrzeuge sehen zu können.

Die Beleuchtung sollte in den Prüf- und Wartungsplan des Terminals aufgenommen werden.

17.5 Elektrische Isolierung Binnentankschiff/Land

17.5.1 Allgemein

Aufgrund möglicher Potentialdifferenzen zwischen Binnentankschiff und Liegeplatz besteht das Risiko, dass sich während des Anschließens oder LöSENS des landseitigen Schlauches oder Verladearms ein Lichtbogen an der Sammelleitung bildet. Als Schutz vor diesem Risiko sollte eine elektrische Isolierung an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiff und Land verwendet werden. Diese sollte vom Terminal bereitgestellt werden.

Beachten Sie, dass das Problem der elektrischen Ströme zwischen Tankschiff und Land getrennt von der statischen Elektrizität, die in Kapitel 3 näher erläutert wird, zu sehen ist.

17.5.2 Elektrische Ströme vom Binnentankschiff zum Land

In elektrisch leitenden Rohren und flexiblen Schlauchsystemen zwischen Binnentankschiff und Land können hohe Ströme fließen. Die Quellen dieser Ströme sind:

- Kathodenschutz des Piers oder des Tankschiffsumpfes durch eine Kathodenschutzanlage mit Fremdstromkathoden oder durch Opferanoden,
- Streuströme, die auf galvanische Potentialdifferenzen zwischen Tankschiff und Land oder Streuwirkungen von elektrischen Stromquellen zurückzuführen sind.

Bei einem Lade- und Löscharm, der komplett aus Metall besteht, hat der Anschluss zwischen Tankschiff und Land einen sehr niedrigen Widerstand, und es besteht eine echte Gefahr, dass sich ein zündfähiger Lichtbogen bildet, wenn der resultierende hohe Stromfluss durch Anschließen oder LöSEN des Arms an bzw. von der Schiffssammelleitung plötzlich unterbrochen wird.

Ähnliche Lichtbögen können sich bei flexiblen Schlauchverbindungen, die mit metallischen Flanschanschlüssen zwischen den einzelnen Schlauchstücken versehen sind, bilden.

Um einen Stromfluss zwischen Tankschiff und Land während des Anschließens oder Abkoppelns des landseitigen Schlauches oder Verladearms zu verhindern, sollte der Terminalbetreiber sicherstellen, dass die Ladungsschlauchverbindungen und Verladearme 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 Tankschiff oder mit dem Land geerdet.

Alle Metallteile auf der Wasserseite des Isolierabschnitts sollten mit dem Tankschiff elektrisch leitend verbunden sein; alle Metallteile auf der Landseite sollten mit dem Erdungssystem des Piers elektrisch leitend verbunden sein. Diese Anordnung gewährleistet eine Stromunterbrechung zwischen Schiff und Land. Sie verhindert auch Lichtbögen 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.

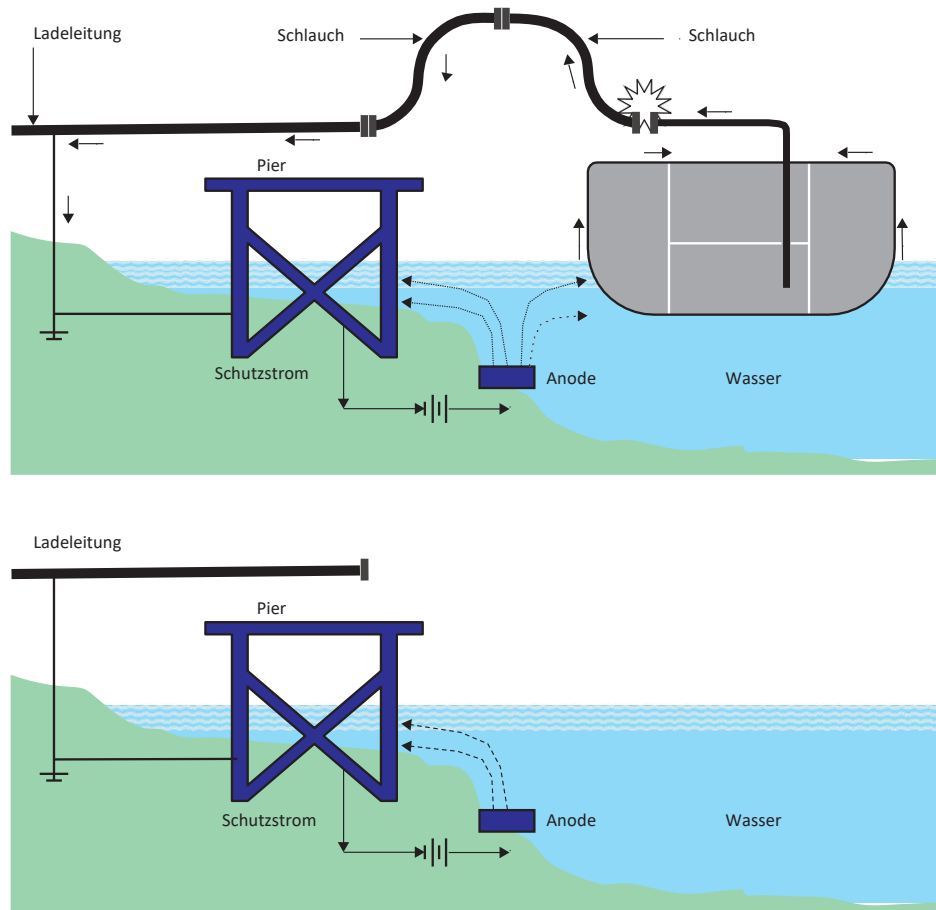


Abbildung 17.1: Streuströme durch Kathodenschutz

Beachten Sie, 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 Binnentankschiffs- und Landsysteme durch einen elektrisch leitenden Draht über einen explosionsgeschützten Schalter miteinander zu verbinden, bevor der Ladungsanschluss gemacht wurde. Dieser Draht wurde bis der Ladungsanschluss gelöst wurde in Position belassen. Die Verwendung dieses Drahts hat keine Bedeutung für die elektrostatische Aufladung. Es war ein Versuch, die Elektrolyt-/Kathodenschutzsysteme von Tankschiff/Land kurzzuschließen und die Tankschiff-/Land-Spannung so stark zu verringern, dass die Ströme in den Schläuchen oder Verladearmen unerheblich würden. Aufgrund der großen Stromstärke und der Schwierigkeit, einen ausreichend kleinen elektrischen Widerstand im Verbindungsdraht zwischen Tankschiff und Land herzustellen, wurde dieses Verfahren für den beabsichtigten Zweck jedoch als ineffektiv eingestuft und hat sich selbst als ein potenzielles Sicherheitsrisiko herausgestellt. Die Verwendung von Tankschiff/Land-Verbindungsdrähten wird nicht empfohlen (siehe Abschnitt 17.5.4.).

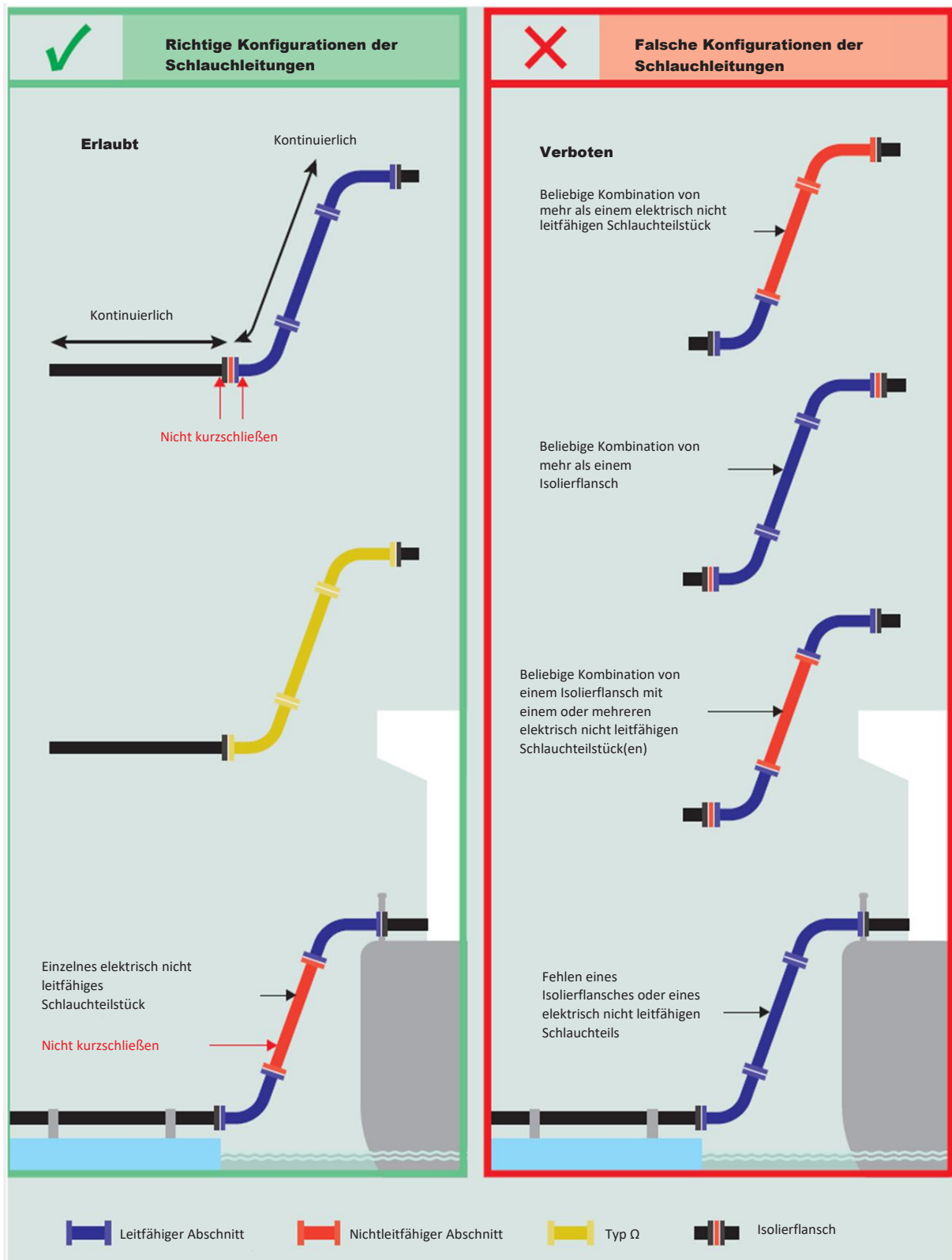


Abbildung 17.2: Schlauchleitungskonfigurationen für die elektrische Isolierung

Stromflüsse können auch über andere elektrisch leitende Pfade zwischen Tankschiff und Land auftreten, z. B. an Festmachdrähten oder Metalleitern oder Landgangstegen. Diese Verbindungen können isoliert werden, um ein Senken des Kathodenschutzsystems des Piers durch zusätzliche Potentiale des Schiffsrumpfes zu vermeiden. Es ist jedoch äußerst unwahrscheinlich, dass sich an diesen Stellen eine entzündbare Atmosphäre bildet, wenn der elektrische Kontakt hergestellt oder unterbrochen wird.

Das Abschalten von Kathodenschutzsystemen mit Fremdstrom (in einigen nationalen und örtlichen Bestimmungen vorgeschrieben) entweder an Land oder auf dem Tankschiff wird nicht als geeignetes Verfahren zur Minimierung der Ströme zwischen Tankschiff und Land bei fehlendem Isolierflansch oder -schlauch angesehen. Für ein Pier, das mehrere Binnentankschiffe hintereinander abfertigt, müsste dieser Kathodenschutz fast ständig ausgeschaltet bleiben, was einen Verlust der Korrosionsbeständigkeit bedeuten würde. Außerdem ist es wahrscheinlich, dass, wenn das System des Piers eingeschaltet bleibt, die Potentialdifferenz zwischen Tankschiff und Land geringer wäre, wenn das Tankschiff seinen Kathodenschutz eingeschaltet lassen würde. In jedem Fall dauert die Polarisation einer Fremdstromschutzanlage mehrere Stunden, bis sie zerfällt, nachdem die Anlage ausgeschaltet wurde, sodass das Tankschiff 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 Binnentankschiff und Land

Ein elektrisch leitendes Kabel zwischen Binnentankschiff und Land ist kein Ersatz für den geforderten Isolierflansch oder -schlauch, wie oben beschrieben. Die Verwendung einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen Tankschiff und Land kann gefährlich sein, daher sollte Folgendes berücksichtigt werden.

Obwohl die potenziellen Gefahren, die mit einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen Schiff und Land verbunden sind, weitgehend bekannt sind, können einige nationale und örtliche Bestimmungen immer noch eine solche Verbindung verlangen. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Seeschiffahrts-Organisation (IMO) in ihren überarbeiteten *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-Verbindungsdrähte mehr zu verwenden und stattdessen den Empfehlungen über Stromunterbrechungen zu folgen, die in Abschnitt 17.5.2 oben beschrieben sind.

Wenn ein Verbindungskabel verwendet werden muss, sollte es erst geprüft werden, um festzustellen, ob es mechanisch und elektrisch in Ordnung ist. Die Verbindungsstelle für das Kabel sollte weit genug vom Sammelleitungsbereich entfernt sein. An dem Pier sollte sich immer ein Schalter befinden, der mit dem Verbindungskabel in Reihe geschaltet und 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 Binnentankschiff hat. Das Kabel sollte angebracht werden, bevor die Umschlagschläuche angeschlossen werden, und erst entfernt werden, nachdem die Schläuche abgekuppelt wurden.

17.5.5 Isolierflansch

Isolierflansche dienen zur Vermeidung von Lichtbögen, 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 Tankschiff und Terminal aufgrund der Streuströme, des Kathodenschutzes und der galvanischen Zellen bestehen. Es gibt zwei Arten, die typischerweise bei Seeterminals verwendet werden: ein traditioneller Isolierflansch (siehe Abbildung 17.3) und ein Isolierflansch aus Gussnylon (siehe Abbildung 17.4), die beide nicht gegen Hochspannung, sondern gegen mögliche Schwachstromfunken schützen sollen.

Selbst wenn der Widerstand des Flansches unter die in Abschnitt 17.4.5.2 angegebenen 1.000 Ohm fällt, z. B. durch Eis, Salznebel oder Produktrückstände, bleibt der Stromfluss auf wenige Milliampere beschränkt, da die Potentialdifferenz am Flansch weitaus geringer ist als für das Zünden eines Lichtbogens beim Anschließen oder Trennen von Verladearmen oder Schläuchen erforderlich ist. 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 hohen Stromstärke verhindern effektiv, dass die Potentialdifferenz zwischen Tankschiff und Terminal auf Null fällt, und sie machen diesen Stromkreis als Mittel zum Ausschalten der Ströme zwischen Tankschiff/Terminal und in den Verladearmen oder Schläuchen unwirksam. Im Zusammenhang mit der elektrischen Isolierung wird der Begriff Isolierflansch in Anlehnung an andere Leitfäden des Schifffahrtsgewerbes verwendet. Im Englischen können die Begriffe „insulating flange“ und „isolating flange“ verwendet werden.

17.5.5.1 Vorsichtsmaßnahmen

Es wird empfohlen, den Isolierflansch nicht am Tankschiff, sondern am Terminal (Landseite) bereitzustellen und bei der Montage des Isolierflansches Folgendes zu beachten:

- Wenn die Verbindung zwischen Tankschiff und Terminal völlig flexibel ist, wie bei einem Schlauch, sollte der Isolierflansch idealerweise am Pierende angebracht werden, wo Beeinträchtigungen unwahrscheinlich sind. Flexible Schläuche sollten immer auf nichtleitenden Materialien aufgehängt oder gestützt werden, um zu gewährleisten, dass die Verbindungsflansche zwischen den Schläuchen nicht auf dem Pierdeck oder einer anderen Struktur aufliegen, die den Isolierflansch unwirksam macht.
- Anstelle eines herkömmlichen Isolierflansches kann eine Isolierflanschverbindung aus Gussnylon genutzt oder zwischen zwei elektrisch leitende Schlauchstücke und/oder Flansche geschraubt werden. Der Vorteil der Isolierflanschverbindung aus Gussnylon gegenüber einem Isolierflansch ist der große Abstand zwischen den Leitern, der sie weniger anfällig für Störungen durch Schmutz, Salzablagerungen oder Feuchtigkeitsansammlungen macht. Das nichtleitende Zwischenstück lässt sich auch leicht installieren oder ersetzen.
- Wenn die Verbindung teilweise flexibel ist und teilweise aus einem Verladearm besteht, sollte der Isolierflansch an den Verladearm angeschlossen werden.
- Bei allen Verladearmen sollte darauf geachtet werden, dass der Flansch nicht durch Spanndrähte kurzgeschlossen wird.
- Die Position des Isolierflansches sollte klar gekennzeichnet werden.

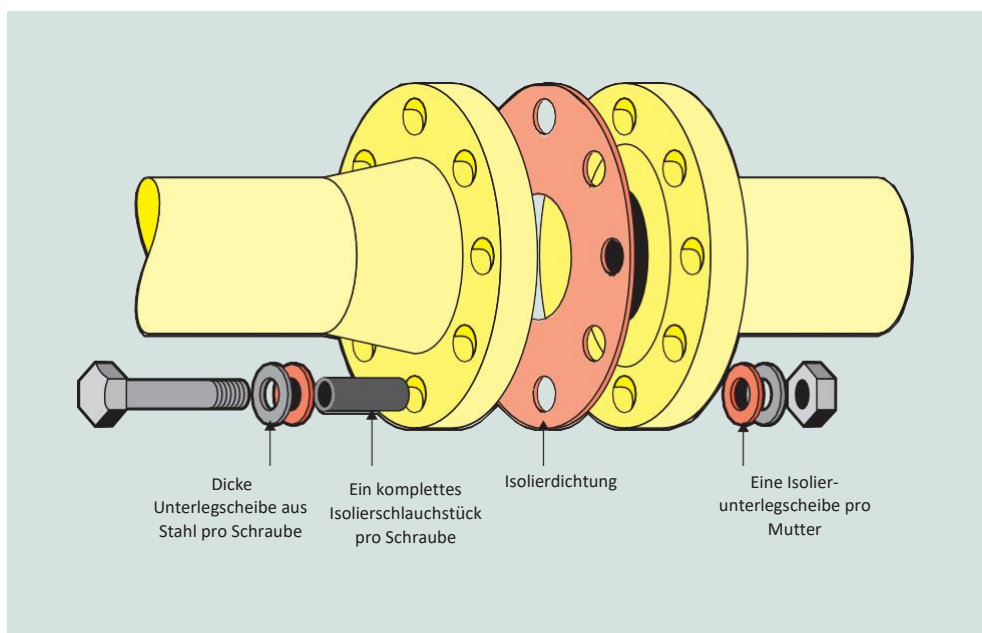


Abbildung 17.3: Typische Isolierflanschverbindung

Zwar sind beide Arten von Isolierflanschen effektiv und ihre Nutzung ist in der Industrie gängige Praxis für den sicheren Ladungstransfer vom Schiff zum Land, doch hat ein Isolierflansch aus Gussnylon einen Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Isolierflansch, da er zusätzlichen Raum zwischen den beiden Verbindungsflanschen bietet. Dies bietet einen Vorteil im Falle eines Fehlers, der typischerweise auftritt, wenn sich Schmutz/Feuchtigkeit zwischen den beiden leitenden Flanschen ansammelt und die dünnere traditionelle Isolierflanschverbindung umgeht.

Die Isolierflanschverbindung aus Gussnylon hat jedoch den Nachteil, dass sie schwerer ist als der herkömmliche Isolierflansch, was zu einem zusätzlichen Gewicht an der Verbindung und möglicherweise zu einem geringeren Biegeradius des Schlauchs an der Verbindungsstelle führt, da er an Flexibilität verliert. Dies führt nicht zwangsläufig zu einem schnelleren Versagen des Schlauchs, aber der Terminalbetreiber sollte dies beachten und in sein Inspektions- und Wartungsprogramm einplanen, wenn ein Schlauch mit dieser Verbindung verwendet wird.

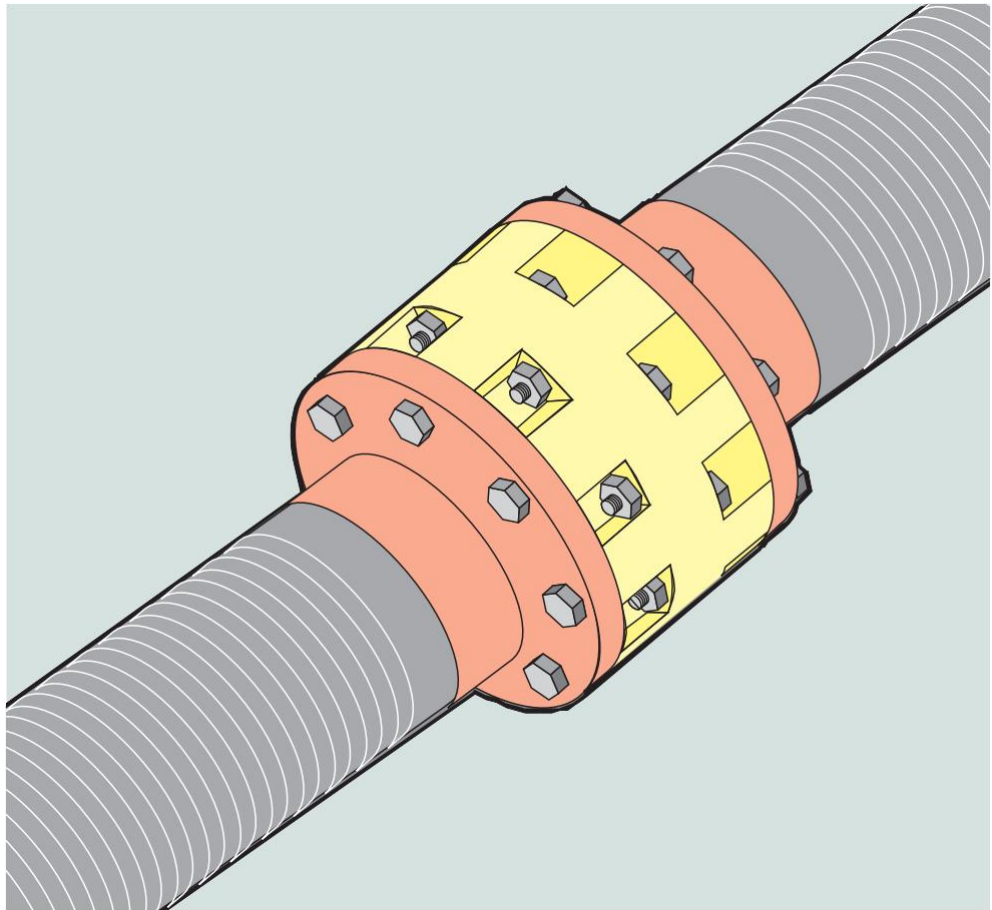


Abbildung 17.4: Isolierflanschverbindung aus Gussnylon

17.5.5.2 Prüfung der Isolierflansche

Ein Isolierflansch soll Lichtbögen verhindern, die durch die Spannung entstehen, die aufgrund von Streuströmen und anderen elektrischen Phänomenen zwischen Tankschiff und Terminal bestehen kann. Im Allgemeinen liegen diese Spannungen unter einem Volt, sie können aber bis zu fünf Volt betragen. Ohne einen Isolierflansch (oder eine andere strombegrenzende Komponente, wie z. B. eine nicht leitfähige Schlauchleitung) könnte diese Spannung zu einem erheblichen Stromfluss zwischen Tankschiff und Terminal führen. Dieser Stromfluss könnte zu Lichtbögen führen, die bei Vorhandensein von Kohlenwasserstoffen eine Explosionsgefahr darstellen.

Wenn der Widerstand des Flansches durch Eis, Salznebel oder Produktrückstände abnimmt, sollte der Strom dennoch auf einige Milliampere beschränkt werden, was als niedrig genug angesehen wird, um Lichtbögen beim Anschließen oder Trennen von Verladearmen oder Schläuchen zu verhindern:

- Isolierflansche sollten mindestens einmal jährlich inspiziert und geprüft werden, doch sollten auf der Grundlage der Ergebnisse einer Risikobewertung häufigere Prüfungen durchgeführt werden (siehe Kapitel 4). Faktoren, die bei der Ermittlung der Prüfhäufigkeit zu berücksichtigen sind, sind u.a. das Verschleißrisiko aufgrund der Umweltbedingungen, Einsatz und Beschädigungen durch den Gebrauch.
- Vor der Prüfung sollte die Atmosphäre durch Atmosphärentests als sicher bestätigt werden.
- Der Isolierflansch sollte sauber und unlackiert sein.
- Die Messungen sollten zwischen dem Metallrohrleitung auf der Landseite des Isolierflansches und dem Ende des Schlauchs oder Verladearms, wenn frei hängend, erfolgen. Der Messwert nach der Prüfung sollte mehr als 1.000 Ohm betragen. Ein niedrigerer Widerstand kann auf eine Beschädigung oder Verschleiß der Isolierung hinweisen.
- Das Terminal sollte Prüfprotokolle für alle Isolierflansche führen.

In der Vergangenheit wurde kein maximaler Widerstandswert festgelegt. Zur Vermeidung statischer Aufladung kann jedoch ein Höchstwert von 1.000.000 Ohm gemäß der Empfehlung 2003 des American Petroleum Institute (API) angemessen sein, wenn der Flansch mit einer Ladung mit geringer Leitfähigkeit (statischer Akkumulator) genutzt werden soll.

Typische Isolationsprüfgeräte werden mit einer durch den Nutzer wählbaren Prüfspannung, z.B. mit Gleichstrom von 1000/500/250 Volt ausgestattet. Die Prüfspannung wird normalerweise in Abhängigkeit von der Nennspannung des zu prüfenden Geräts gewählt. Da dieser Aspekt nicht auf Isolierflansche zutrifft und der zulässige Widerstand bis zu 1.000 Ohm betragen kann, sind solche Geräte für die Routineprüfung vor Ort am Terminal nicht geeignet. Sie können jedoch für Typprüfungen in einer sauberen Umgebung, z. B. in der Fertigungsstätte des Herstellers, genutzt werden, wenn der Flansch noch nicht kontaminiert ist und die Ablesewerte der Isolierung viel höher sein werden. Routineprüfungen sollten mit einer niedrigeren Spannung durchgeführt werden, die dem erwarteten Widerstandswert besser entspricht.

Wenn ein Verladearm oder ein Schlauch in Betrieb ist, wird die Nutzung eines Isolationsprüfgeräts mit einer Betriebsspannung von mehr als 50 Volt Gleichstrom (nominal) nicht empfohlen. Höhere Prüfspannungen können bei niedrigen Widerständen aufgrund von kapazitiven Streuverlusten zu irreführenden Ergebnissen führen. Um jedoch Genauigkeit und Wiederholbarkeit zu gewährleisten, werden für Routineprüfungen spezielle Isolationsprüfgeräte anstelle von tragbaren Mehrfachmessgeräten empfohlen. Isolationsprüfgeräte, die mit 50 Volt Gleichspannung arbeiten, sind im Handel erhältlich, sollten aber erst nach der Prüfung auf das Vorhandensein von Kohlenwasserstoffen genutzt werden. Wenn Kohlenwasserstoffe entweder extern oder innerhalb des Schlauchs nachgewiesen werden, sollte eine Risikobewertung durchgeführt werden, bevor mit dem Test fortgefahren wird.

Die Nutzung von tragbaren Mehrfachmessgeräten für die routinemäßige Prüfung des Isolierflanschwiderstands wird nicht empfohlen, da die bei der Widerstandsmessung angelegte Spannung derjenigen ähnelt, die typischerweise an der Schnittstelle zwischen Tankschiff und Endgerät auftritt. Dies kann nicht als echter Test des Isolationsgrades angesehen werden, und es besteht die Gefahr, dass Schäden und Verschleißerscheinungen nicht erkannt werden, da der gemessene Widerstand potenziell höher sein könnte als bei der Nutzung eines speziellen Isolationsprüfgerätes. In jedem Fall sollte die angelegte Prüfspannung nicht weniger als fünf Volt Gleichstrom (nominal) betragen.

17.5.5.3 Sicherheit

Für die Messungen sollten Geräte und Verfahren ausgewählt werden, die für den mit dem Standort des Flansches verbundenen gefährdeten Bereich geeignet sind. Wenn die Messung eines Isolierflansches in einem gefährdeten Bereich und/oder mit einem Messgerät erfolgt, das nicht für den Einsatz in einem solchen Bereich zertifiziert wurde, sollte die Messung im Rahmen eines Arbeitsgenehmigungsverfahrens durchgeführt werden (siehe Abschnitt 4).

17.6 Erdungs- und Verbindungsverfahren am Terminal

Durch Erden und Verbinden werden folgende Gefahren minimiert:

- Störungen zwischen stromführenden Leitern und nicht stromführenden Metallteilen,
- atmosphärische Entladung (Blitze),
- elektrostatische Aufladung.

Die Erdung erfolgt durch die Herstellung eines elektrisch leitenden Niedrigwiderstandspfades 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. Dies kann zwischen zwei oder mehreren Körpern ohne Erdung geschehen, aber die Erdung führt häufiger zu einer Masseverbindung, wenn die allgemeine Erdmasse wie eine elektrische Verbindung wirkt. Die Masseverbindung kann auch durch die Verschraubung von Metallkörpern erfolgen, wodurch ein Stromdurchgang hergestellt wird, oder durch einen zwischengeschalteten zusätzlichen Verbindungsleiter.

Die meisten Erdungs- und Verbindungsvorrichtungen, die vor elektrischen Störungen oder Blitzen schützen, sind fest in der Anlage, die sie schützen sollen, installiert, was bedeutet, dass ihre Parameter den nationalen Standards des jeweiligen Landes oder den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften, sofern zutreffend, entsprechen müssen.

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 und liegt in der Regel zwischen 5 und 25 Ohm.

17.7 Wachsamkeitskontrolle (Totmannschalter)

Ein Totmannschalter ist ein Schalter, der automatisch betätigt wird, wenn der Bediener handlungsunfähig wird. An einigen Terminals schützt dieser Schalter bei Lade- und Löschvorgängen. Normalerweise wird ein Alarm ausgelöst, wenn der Totmannschalter nicht in regelmäßigen Abständen zurückgestellt wird. Wird dieser Alarm nicht innerhalb einer bestimmten Zeit bestätigt, wird der Ladungsumschlag automatisch gestoppt.

Wenn ein Wachsamkeitskontrollsystem installiert ist, wird empfohlen, dass:

- der Schalter ferngesteuert werden sollte,
- wenn eine Fernsteuerung nicht möglich ist, der Fortsetzungsknopf zumindest in einem tragbaren Kasten auf dem Binnentankschiff positioniert, jederzeit zugänglich und von der Schnittstelle Schiff/Land entfernt ist,
- der Fortsetzungsknopf klar und deutlich gekennzeichnet ist, um eine Verwechslung mit anderen Knöpfen oder Schaltern zu vermeiden,
- der Wachsamkeitsalarm beim Entladen von Binnentankschiffen nicht zum automatischen Schließen des Terminalventils führen sollte, da dies einen Druckstoß verursachen könnte,
- bei Schiffen, die für die Überwachung vom Steuerhaus oder Kontrollraum aus zertifiziert sind, die Wachsamkeitskontrolle möglichst an dieser Stelle angebracht werden sollte.

18 Lade- und Löschausrüstungen

Dieses Kapitel beschreibt die starren Ausleger und flexiblen Schläuche, die die Verbindung zwischen Binnentankschiff und Land herstellen. Die Ausrüstung wird beschrieben und Empfehlungen zur Bedienung, Wartung, Inspektion und Prüfung gegeben. Bei nicht ordnungsgemäßer Auslegung und Wartung wird diese Ausrüstung zur Schwachstelle, die die Integrität des Ladungssystems gefährden kann.

18.1 Verladearme

18.1.1 Betriebsbereich

Alle Verladearme wurden für einen bestimmten Betriebsbereich ausgelegt, bei dem die folgenden Parameter berücksichtigt wurden:

- Wasserstandbereich am Liegeplatz,
- maximale und minimale Freibordhöhe der größten und kleinsten Binnentankschiffe für den Liegeplatz,
- 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 und/oder Alarmvorrichtungen haben, die ein Überschreiten des Arbeitsbereiches oder Abdriften anzeigen.

Die mit den Aktivitäten am Liegeplatz beauftragte Person muss sicherstellen, dass die Sammelleitungen des Tankschiffs 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 11.6).

18.1.2 Kräfte, die auf die Sammelleitungen wirken

Die meisten Verladearme haben ein Gegengewicht, sodass kein anderes Gewicht als der Flüssigkeitsinhalt des Verladearms auf der Sammelleitung lastet. 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 mit integrierten Hebeböcken ausgestattet, die genutzt werden, um zu verhindern, dass das Gewicht des Arms oder andere äußere Kräfte, wie z. B. der Wind, die Sammelleitung des Tankschiffs überlasten.

Die Terminals sollten ausführliche Informationen zu den Kräften, die auf die Sammelleitung des Tankschiffs durch die einzelnen Verladearme wirken, haben. Im Zweifelsfall müssen diese Informationen dem Betreiber des Liegeplatzes leicht zugänglich sein.

Zur Schulung des Liegeplatzbetreibers sollte ebenfalls die ordnungsgemäße Anbringung und Bedienung der Verladearme gehören. Die Betreiber sollten sich der Konsequenzen einer unsachgemäßen Bedienung, die dazu führen kann, dass übermäßige Kräfte auf die Sammelleitung des Tankschiffs wirken, bewusst sein.

Wenn Halterungen oder Hebeböcke verwendet werden, sollten diese so angebracht sein, dass sie direkt auf dem Deck oder auf einer anderen festen Auflage stehen. Sie sollten auf keinen Fall an fest eingebauten oder beweglichen Armaturen angebracht werden, die nicht geeignet oder in der Lage sind, die Last zu stützen.

Einige entlastete Arme sind leicht hecklastig, um Ölanhaftungen auszugleichen und die Rückstellung des Arms, wenn dieser von der Sammelleitung des Tankschiffs getrennt ist, ohne Kraftaufwand in die Ruheposition zu erleichtern. Außerdem kann der Arm in einigen Positionen auch eine aufwärtsgerichtete Kraft auf die Sammelleitung haben. Aus diesen beiden Gründen sollten die Sammelleitungen gegen aufwärtsgerichtete Kräfte gesichert werden.

18.1.3 Beschränkungen der Sammelleitung auf dem Binnentankschiff

Das Material, die Halterung und die freitragende Länge der Sammelleitung des Tankschiffs 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 Leitungen des Tankschiffs montiert. Wenn das der Fall ist, sollten Halterungen und Hebeböcke direkt an Deck oder auf einer anderen festen Auflage angebracht werden. Der direkte Anschluss an Ventile aus Gusseisen sollte 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 geprüft und bestätigt wurde, dass der Verladearm 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. Der Verladearm sollte stets vom Eis befreit werden, bevor die Arretierung gelöst wird.

18.1.6 Mechanische Kupplungen

Für die meisten mechanischen Kupplungen muss die Flanschfläche der Sammelleitung des Tankschiffs glatt und frei von Rost sein, damit sie dicht abschließt. Beim Anschluss einer mechanischen Kupplung sollte darauf geachtet werden, dass diese 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 Windbelastung von Verladearmen kann zu einer übermäßigen Beanspruchung der Arme und der Sammelleitungen des Binnentankschiffs führen. Das Terminal sollte angemessene 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 Aktivitäten 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 von den beweglichen Armen weit genug entfernt sind und sich nicht zwischen einem beweglichen Arm und der Schiffskonstruktion befinden. Beim Anschließen von manuell betätigten Armen sollte darauf geachtet werden, dass zwei Verbindungsleinen angebracht werden, um die Bewegung des Anschlussstutzens zu kontrollieren.

18.1.9 Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen der Verladearme

Beachten Sie die folgenden Vorsichtsmaßnahmen beim Anschließen der Verladearme:

- Das Festmachen sollte vom Tankschiffs- und Landpersonal regelmäßig überwacht und bei Bedarf korrigiert werden, sodass jede Bewegung des Tankschiffs auf den Betriebsbereich des Metallarms beschränkt bleibt.
- Wenn Alarmvorrichtungen wegen Abdriften oder Überschreiten des Grenzbereichs aktiviert werden, sollten alle Umschlagsaktivitäten gestoppt und 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 sollten vermieden werden.

18.1.10 Elektrisch gesteuerte Nottrennkupplungen

Eine elektrisch gesteuerte Nottrennkupplung (powered emergency release coupling, PERC) 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 Tankschiff wegbewegen lässt.

Das Notfalltrennsystem 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 Notfalltrennsystems oberhalb und unterhalb der Nottrennkupplung werden hydraulisch bzw. mechanisch verriegelt, um zu gewährleisten, dass sie vor Betätigung der Nottrennkupplung komplett schließen.

Sobald die Nottrennung aktiviert wurde, kommt es zu einem schnellen Schließen der an die elektrisch gesteuerten Nottrennkupplungen 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.

Besondere Aufmerksamkeit sollte den Transportbolzen oder anderen Mitteln zur Sicherung der elektrisch gesteuerten Nottrennkupplung während des Schwingens zum/vom Schiff gewidmet werden. Nur geschultes Terminalpersonal darf diese Geräte bedienen.

18.2 Ladeschläuche

18.2.1 Allgemein

Es gibt verschiedene Arten von Schläuchen zum Ladungsumschlag, z. B. aus Gummi, Verbundwerkstoffen und Metall, die in verschiedenen Bereichen (Dock, Schiff/Schiff (STS), schwimmend) und für den Umschlag von verschiedenen Erdölprodukten genutzt werden. Dieser Abschnitt enthält spezielle Hinweise für Ölladeschläuche, aber die Nutzer sollten immer die geltenden Schlauchkonstruktionsnormen und die Hinweise des Herstellers konsultieren.

Ölladeschläuche sollten den anerkannten Normanforderungen oder den Empfehlungen des OCIMF/etablierter Schlauchhersteller entsprechen. Schlauchmaterial und -typ sollten den Einsatz- und Betriebsbedingungen entsprechen, unter denen die Schläuche verwendet werden sollen.

Für Ladungen mit hohen und niedrigen Temperaturen werden Spezialschläuche benötigt. Die Empfehlungen der Hersteller finden sich in BS 13482: Gummischläuche und Schlauchleitungen für Asphalt und Bitumen und in BS 4089: Spezifikation für metallisches Schlauchzubehör für flüssiges Petroleumgas und verflüssigte Erdgase.

Die Informationen über Ladeschläuche in den folgenden Abschnitten sind eine Zusammenfassung der BS EN1765: Gummischlauchleitungen für das Ansaugen und Fördern von Öl und der BS EN13765: Thermoplastische mehrlagige (nicht vulkanisierte) Schläuche und Schlauchleitungen für die Förderung von Kohlenwasserstoffen, Lösungsmitteln und Chemikalien. Sie geben allgemeine Hinweise auf Schläuche, die für den normalen Ladungsumschlag eingesetzt werden können.

18.2.2 Arten und Anwendungsfälle

Für den normalen Einsatz gibt es vier Grundtypen von Gummi-, Gummimisch- oder Verbundschläuchen:

Raue Innenfläche (R)	Schwer und robust und mit einer Innenauskleidung versehen, die durch eine Stahldrahtwendel verstärkt ist. Sie werden beim Ladungsumschlag an Terminalpiers eingesetzt. Ähnliche Schläuche gibt es auch für Unterwasser- und schwimmende Anwendungen. Alle Schläuche vom Typ R sind elektrisch leitfähig.
Metallverstärkte raue Außenfläche (A)	Zusätzlich zur Innenwendel aus verzinktem Stahldraht sollte eine metallverstärkte Außenwendel aus einem ähnlichen Material vorhanden sein. Schläuche vom Typ A sind elektrisch leitfähig und können leichter und flexibler sein als Schläuche vom Typ R.
Glatte Innenfläche (S)	Nutzung im Dockbetrieb, wo Flexibilität und Leichtigkeit wichtig sind.
Leichte Schläuche (L)	Werden nur beim Entladen, dem Transfer Schiff-Schiff und Bunkern eingesetzt, wo es auf Flexibilität und ein geringes Gewicht ankommt.

Schläuche des Typs S und L können elektrisch leitend oder nichtleitend ausgelegt sein. Elektrisch leitfähige Schläuche des Typs S und L werden weiter in zwei Klassen unterteilt, Klasse M und Klasse Ω . Schläuche der Klasse M sind elektrisch leitfähig, mit einem maximalen Widerstand von 100 Ohm zwischen den Endverbindungen. Schläuche der Klasse Ω sind elektrisch leitfähig, und der Widerstand zwischen den Endverbindungen kann bis zu einer Million Ohm betragen. Schläuche der Klasse Ω werden manchmal als halbleitfähig bezeichnet, da sie absichtlich eine höhere Widerstandsfähigkeit aufweisen. Es ist jedoch zu beachten, dass die Norm BS EN1765:2016 keine Mindestanforderungen an die Widerstandsfähigkeit der Klasse Ω stellt.

Es gibt eine Reihe von Spezialschläuchen, die den gleichen Grundaufbau haben, aber für spezifische Zwecke oder Anwendungen modifiziert werden. Dazu gehören Unterwasserschläuche oder Schläuche zur Nutzung in schwimmenden Schlauchleitungen.

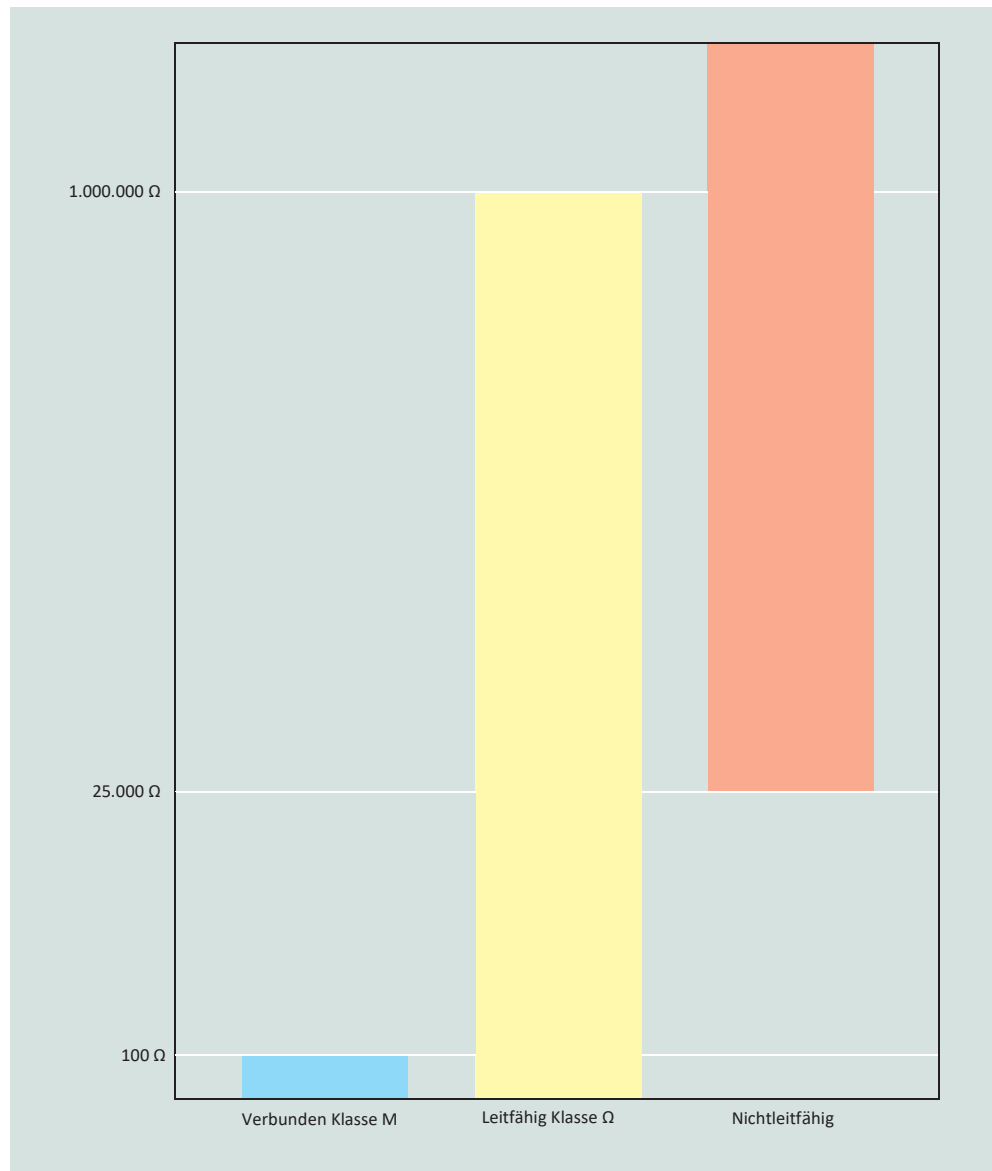


Abbildung 18.1: Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit zwischen Schläuchen der Klasse M, der Klasse Ω und nicht leitfähigen Schläuchen

Schläuche aus Verbundwerkstoffen

Bestimmte Arten von Verbundschläuchen werden im Allgemeinen nach den Eigenschaften der Ladung benannt, die sie befördern/umschlagen sollen. Die Nutzer sollten sich bei den Herstellern über die Kompatibilität von Schlauch und Ladung informieren.

Schläuche aus Verbundwerkstoffen können für die Beförderung bestimmter Erdölladungen genutzt werden, sind jedoch für Ladungen mit hoher Viskosität möglicherweise nicht geeignet. Sie sind in der Regel flexibler und leichter als Gummischläuche. Schläuche aus Verbundwerkstoffen werden aus verschiedenen Materialien hergestellt, darunter:

- verzinkte, beschichtete oder rostfreie Drahtwendeln,
- Auskleidungen aus Polypropylen (PP), Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Polyethylenterephthalat,
- UV- und chemikalienbeständige PVC-beschichtete Polyesterdecke,
- verzinkte oder rostfreie Außenwendeln.

Die Nutzer dieser Schläuche sollten sicherstellen, dass sie die Unterschiede kennen.

18.2.3 Leistung

Schläuche aus Gummi, Gummimischungen oder Verbundwerkstoffen werden in der Regel für Produkte mit einer Mindesttemperatur von -20 °C bis maximal +82 °C und einem Gehalt an aromatischen Kohlenwasserstoffen von höchstens 50 % ausgelegt. Diese Schläuche eignen sich normalerweise für Sonnen- und Umgebungstemperaturen von -29 °C bis +52 °C.

18.2.4 Kennzeichnung

18.2.4.1 Gummischläuche

Jedes Schlauchstück sollte vom Hersteller in Übereinstimmung mit BS EN1765 gekennzeichnet werden, und zwar mit:

- Name oder Marke des Herstellers, z. B. XXX,
- datierte Normherstellungsmaße, z.B. EN1765:2016,
- Typ und Typbezeichnung, z.B. A15,
- Nennbohrung, z.B. 75,
- maximaler Betriebsdruck, z.B. 15 bar,
- Symbol für elektrische Leitfähigkeit, z. B. M bzw. Ω (nur Typ S und L),
- Quartal und Jahr der Herstellung, z. B. 2Q-2015,
- Seriennummer des Herstellers z.B. 005.

Beispiel XXX/EN1765:2016/A15/75/15bar/ Ω /2Q2017/005

Elektrisch nichtleitende Baugruppen sollten auch den Vermerk ‚elektrisch nichtleitend‘ tragen. Die Kennzeichnung sollte dauerhaft und beständig sein.

Nach der Prüfung sollte der vorübergehende Dehnungswert an beiden Enden des Schlauchs an gegenüberliegenden Stellen gut lesbar aufgetragen werden.

18.2.4.2 Schläuche aus Verbundwerkstoffen

Jeder Schlauch sollte in einem Abstand von höchstens einem Meter dauerhaft mit einer Beschriftung von mindestens 10 mm Höhe und mindestens den folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers, z. B. XXX,
- Nummer und Jahr der Norm, z. B. EN 13765:2018,
- Schlauchkennzeichnung, z. B. Typ 2,
- Innendurchmesser, z.B. 40 mm,
- maximaler Betriebsdruck, z.B. 10 bar,
- Betriebstemperaturbereich, z. B. -30 °C bis 80 °C,
- Material der inneren Flüssigkeitssperrschicht, gemäß EN ISO 1043-1, z. B. PP (Polypropylen),
- Quartal und Jahr der Herstellung, z. B. 2Q-2015.

Beispiel XXX/EN13765:2016/Typ 2/40/10bar/-30 °C bis 80 °C/PP/4Q2017

Außerdem muss jeder Schlauch aus Verbundwerkstoffen an einem Ende auf der Muffe dauerhaft mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Name oder Erkennungszeichen des Unternehmens,
- Seriennummer der Schlauchleitung,
- maximal zulässiger Betriebsdruck (MAWP) der Leitung,
- Prüfdatum der Schlauchleitung,
- Quartal und Jahr der Herstellung der Schlauchleitung.

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.

Die zulässigen Durchflussgeschwindigkeiten für Gummischläuche liegen in der Regel bei 15-21 m/s. Die zulässige Durchflussgeschwindigkeit eines Hochgeschwindigkeitsschlauchs kann bis zu 25 m/s betragen.

Die empfohlenen Durchflussgeschwindigkeiten für Schläuche aus Verbundwerkstoffen sind niedriger, da sich in der Bohrung ein Wendeldraht befindet, der die Schlauchstruktur stützt, was zu wesentlich höheren Reibungsverlusten und Widerstand führt. Bei höheren Geschwindigkeiten besteht die Gefahr, dass sich der Innendraht bei dieser Schlauchausführung ablöst. Typische Geschwindigkeiten sind 7-9 m/s.

Die maximale Durchflussgeschwindigkeit wird häufig durch die Rohrleitungen im Tankschiff oder Terminal bestimmt und hängt von der Art des Produkts ab (siehe Abschnitte 11.1.7 und 7.3.3.2).

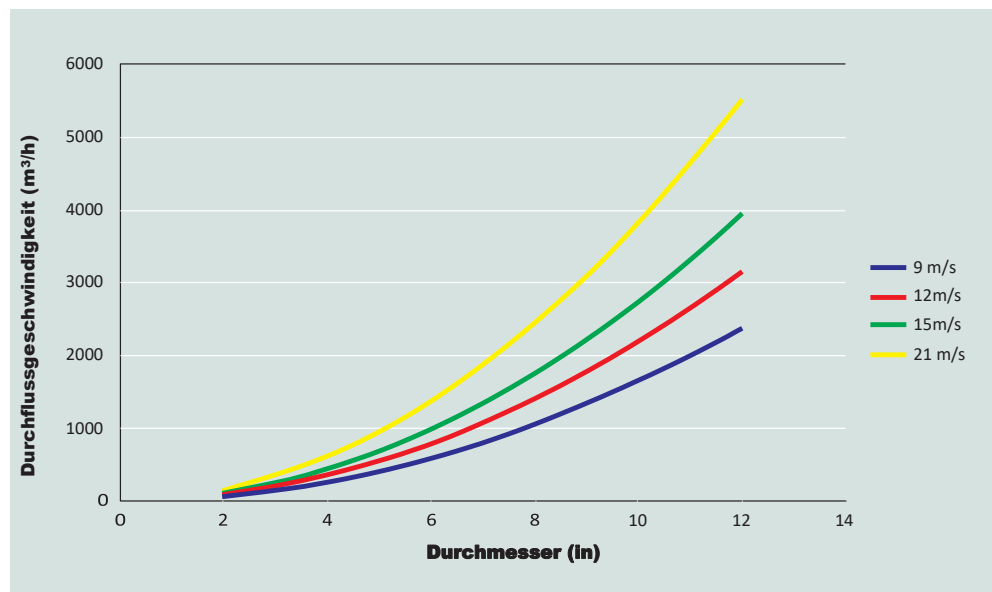


Abbildung 18.2: Maximale Durchflussgeschwindigkeit bei gegebener Fließgeschwindigkeit und Schlauchdurchmesser

18.2.6 Inspektions-, Prüfungs- und Wartungsanforderungen an Ladeschläuche

18.2.6.1 Allgemein

Ladeschläuche im Einsatz sollten nachweislich mindestens jährlich geprüft werden, um ihre weitere Einsatztauglichkeit zu bestätigen.

Die Schläuche sollten entsprechend festgelegter Kriterien aus dem Verkehr gezogen werden (siehe Abschnitt 18.2.6.5).

Alle Schläuche sollten zertifiziert, gebrauchstauglich und in gutem physischen Zustand sein und einer Druckprüfung unterzogen werden. Es sollte ein Verzeichnis aller Schlauchzertifikate geführt werden, das den zuständigen Stellen auf Anfrage zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellt wird.

18.2.6.2 Sichtprüfung

Vor jeder Nutzung sollte eine Sichtprüfung durchgeführt werden, bei der Folgendes untersucht wird:

- Schlauchleitung auf Unregelmäßigkeiten im Außendurchmesser, z.B. Abknicken,
- Schlauchdecke auf freigelegte Schlaucharmierung oder Dauerverformung,
- Schlauchverschraubungen auf Anzeichen für einen Schaden, Abweichung oder fehlerhafte Ausrichtung,
- Einlagematerial, falls zutreffend,
- Schlauchdecke, um festzustellen, ob Schnitte, Kerben oder Abschürfungen bis zu einer Flüssigkeitssperre vorgedrungen sind,
- Bei gequetschten oder geknickten Stellen, Längsrillen oder Ausbuchtungen.

Für Schläuche aus Verbundwerkstoffen zudem:

- Steigungswinkel und Abstand zwischen den Windungen im äußeren Wendeldraht, übermäßige Korrosion, Rost oder Abblätterungen an den Drahtwendeln.

Eine Schlauchleitung, die einen der oben genannten Mängel aufweist, sollte für eine genauere Inspektion außer Betrieb genommen werden, um die Eignung für die weitere Nutzung festzustellen. Wenn eine Schlauchleitung nach einer Sichtprüfung außer Betrieb genommen wird, sollten der Grund dafür und das Datum schriftlich festgehalten werden.

18.2.6.3 Prüfung des hydrostatischen Drucks

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. Bei Schläuchen für besonders aggressive Produkte, für Produkte mit erhöhten Temperaturen oder für ältere Schläuche sollten die Prüfintervalle verkürzt werden.

Wenn der Nenndruck eines Schlauchs überschritten wurde, muss er vor der weiteren Nutzung entfernt und erneut geprüft werden.

Für jede Schlauchleitung sollte ein Serviceheft geführt werden. Es wird folgendes Prüfverfahren empfohlen:

Gummischläuche

1. Legen Sie den Schlauch gerade auf ebenen Stützen aus, die eine freie Bewegung des Schlauchs ermöglichen, wenn der Prüfdruck angelegt wird. Stromdurchgangsprüfung durchführen.
2. 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 Frischwasser füllen, bis ein konstanter Wasserstrom durch die Öffnung fließt.
3. Die Prüfpumpe an einem Ende anschließen und einen Druck von 0,7 bar anlegen. Gesamtlänge der Schlauchleitung zwischen den Messpunkten messen und protokollieren.
4. Druck langsam bis zum maximalen Betriebsdruck erhöhen. Diesen Druck zehn Minuten lang halten.
5. Länge der Schlauchleitung auf der gleichen Fläche wie zuvor nochmals messen.
6. Vorübergehende Dehnung bestätigen und den höheren Wert als Prozentzahl der Originallänge notieren.
7. Den Druck auf null bar ablassen.
8. Lassen Sie die Schlauchleitung 15 Minuten lang locker und erhöhen Sie dann den Druck auf 0,7 bar.
9. Länge der Schlauchleitung auf der gleichen Fläche wie zuvor nochmals messen.
10. Druck langsam auf das 1,5-fache des maximalen Betriebsdrucks erhöhen und diesen Druck 5 Minuten lang halten.
11. Schlauchleitung untersuchen und auf undichte Stellen und Anzeichen für Verdrehung und Verkantung prüfen. Schlauch einer Stromdurchgangsprüfung bei Prüfdruck unterziehen.
12. Druck auf Null reduzieren und Schlauchleitung entleeren. Erneut auf Stromdurchgang prüfen.

Schläuche aus Verbundwerkstoffen

1. Legen Sie den Schlauch gerade auf ebenen Stützen aus, die eine freie Bewegung des Schlauchs ermöglichen, wenn der Prüfdruck angelegt wird. Stromdurchgangsprüfung durchführen.
2. 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 Frischwasser füllen, bis ein konstanter Wasserstrom durch die Öffnung fließt.

3. Die Prüfpumpe an einem Ende anschließen und einen Druck von 0,7 bar anlegen. Gesamtlänge der Schlauchleitung zwischen den Messpunkten messen und protokollieren.
4. Erhöhen Sie den Druck langsam bis zum 1,5-fachen des maximalen Betriebsdrucks. Diesen Druck zehn Minuten lang halten.
5. Länge der Schlauchleitung auf der gleichen Fläche wie zuvor nochmals messen.
6. Vorübergehende Dehnung bestätigen und den höheren Wert als Prozentzahl der Originallänge notieren.
7. Druck langsam auf 0,7 bar absenken und konstant halten.
8. Länge der Schlauchleitung auf der gleichen Fläche wie zuvor nochmals messen.
9. Druck auf Null reduzieren und Schlauchleitung entleeren. Erneut auf Stromdurchgang prüfen.

Wenn es keine Anzeichen für undichte Stellen oder eine Verschiebung der Verschraubungen gibt, während der Schlauch unter Prüfdruck steht, aber der Schlauch eine wesentliche Verdrehung oder übermäßige Dehnung aufweist, sollte der Schlauch ausgemustert und nicht wieder für den Einsatz zugelassen werden.

Bestehen Zweifel an der Unversehrtheit der Innenschicht von Gummischläuchen mit glatter Innengummierung, sollte der Schlauch zusätzlich einer Vakuumprüfung wie folgt unterzogen werden:

1. Entfernen Sie die für die Druckprüfung genutzten Blindflansche und bringen Sie geeignete Plexiglasplatten an den Schlauchenden an.
2. Erzeugen Sie ein Vakuum von mindestens 510 mb für einen Zeitraum von zehn Minuten.
3. Untersuchen Sie das Innere des Schlauchs auf Blasen, Beulen oder Ablösung der Innenschicht von der Karkasse. Bei Beschädigung der Innenschicht muss der Schlauch aus dem Verkehr gezogen werden.
4. Vakuum lösen.
5. Prüfen Sie erneut auf Stromdurchgang oder -unterbrechung.

Es ist zu beachten, dass leichte Schläuche, Schläuche aus Verbundwerkstoffen und Schläuche mit rauher Innenschicht nicht einem Vakuumtest unterzogen werden sollten.

18.2.6.4 Stromdurchgangs- und -unterbrechungsprüfung

Die elektrischen Eigenschaften eines Schlauchs werden während der Typprüfung der Schlauchkonstruktion bestimmt und danach durch Routineprüfungen gemäß ISO 8031, auf die in BS EN1765:2016 verwiesen wird, überprüft.

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 aufweisen, gemessen von Schlussflansch bis Schlussflansch.

Elektrisch leitende Schläuche (Typ R, Typ S Klasse M, oder Typ L Klasse M) sollten einen Widerstand von nicht mehr als 100 Ohm aufweisen, gemessen von Schlussflansch bis Schlussflansch.

Elektrisch leitende Schläuche (Typ S Klasse Ω , oder Typ L Klasse Ω) sollten einen Widerstand von nicht mehr als 1.000.000 Ohm aufweisen, gemessen von Schlussflansch bis Schlussflansch.

Elektrisch halbleitende Schläuche weisen einen Widerstand zwischen 1000 und 1.000.000 Ohm auf, gemessen zwischen den Stutzen (Schlussflansch bis Schlussflansch).

Elektrisch leitfähige Schläuche aus Verbundwerkstoffen sollten einen Widerstand von weniger als 100 Ohm aufweisen, gemessen von Flansch bis Flansch.

18.2.6.5 Außerbetriebsetzung

Die Lebensdauer sollte in Absprache mit dem Schlauchhersteller für jeden Schlauchtyp festgelegt werden, um zu wissen, wann der Schlauch außer Betrieb gesetzt werden sollte, und zwar unabhängig davon, ob er die Inspektions- und Prüfkriterien erfüllt.

Ein Verzeichnis der außer Betrieb genommenen Schläuche sollte geführt werden, einschließlich Datum und Grund für die Außerbetriebsetzung.

Dieses Verzeichnis sollte den zuständigen Stellen auf Verlangen zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellt werden.

Das Alter des Schlauchs sollte bei der Außerbetriebsetzung auf einer Risikobewertung beruhen, die mindestens folgende Aspekte berücksichtigt:

- Richtlinien des Herstellers,
- Art der Ladung,
- Lagerungsbedingungen,
- Einsatz des Schlauchs und Häufigkeit der Aktivitäten,
- Erfahrungen mit früheren Ausfällen,
- örtliche gesetzliche Vorschriften.

18.2.6.6 Erklärung der Druckgrößenbestimmung für Schläuche

In Abbildung 18.3 wird der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Druckdefinitionen, die allgemein üblich sind, veranschaulicht. Die einzelnen Begriffe sind im Folgenden kurz erklärt:

Maximaler Betriebsdruck

Unter maximalen Betriebsdruck wird die maximale Druckbelastbarkeit des Schlauchs verstanden. Diese Druckstufe soll den dynamischen Druckstößen Rechnung tragen und wird von den BS- und EN-Normen für die Auslegung von Schläuchen genutzt.

Nennbetriebsdruck

Der Nennbetriebsdruck berücksichtigt nicht die dynamischen Druckstöße und ist nicht mit dem maximalen Betriebsdruck zu verwechseln. Es handelt sich um den unter normalen Arbeitsbedingungen zu erwartenden Betriebsdruck.

Werksprüfdruck

Dieser Begriff wurde der Norm EN 1765 entnommen und entspricht dem maximalen Betriebsdruck.

Maximal zulässiger Betriebsdruck

Der maximal zulässige Betriebsdruck wird von der US-Küstenwache als Referenzwert und allgemein von Terminals verwendet, um die Anwendungsgrenzen ihrer Systeme und Ausrüstungen zu bestimmen.

Hydrostatischer Prüfdruck

Bei diesem Druck wird der Schlauch mindestens einmal jährlich geprüft.

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 Nennbetriebsdrucks beläuft.

Berstprüfdruck

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 Werksprüfdrucks, 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 Berstprüfdruck.

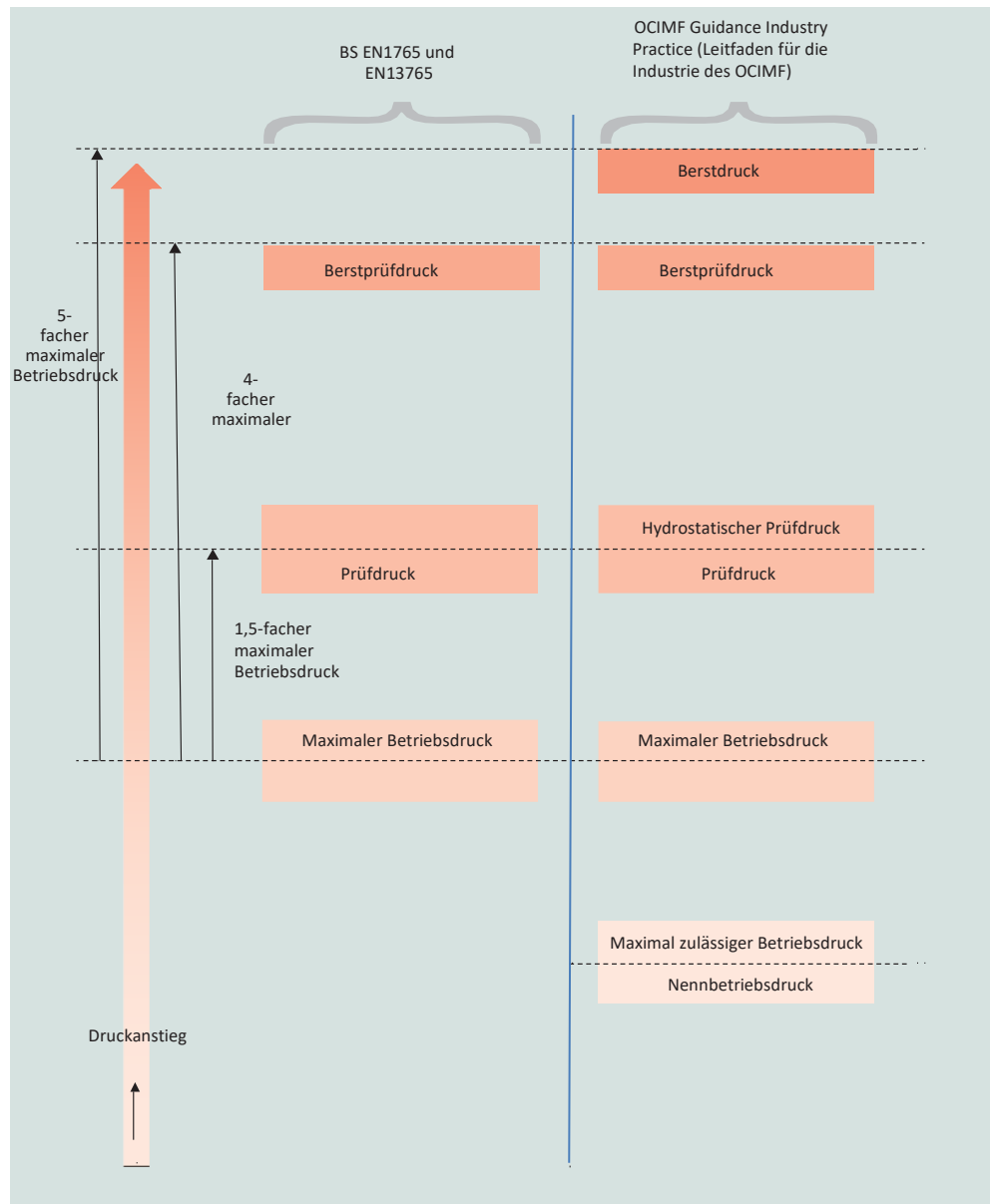


Abb. 18.3: – Terminologie zur Beschreibung von Schlauchdrücken

18.2.7 Anforderungen an Schlauchflansche

Die Flanschabmessungen und Flanschbohrungen sollten den örtlich üblichen Normen (z. B. DIN / ISO / EN / ASA / ANSI, vorzugsweise PN 10) für Flansche von Landleitungs- und Binnentankschiffs-Sammelleitungsanschlüssen entsprechen.

18.2.8 Betriebsbedingungen

Schläuche sollten entsprechend den Einsatz- und Betriebsbedingungen des Systems, in dem sie genutzt werden, ausgewählt werden. Wenn sich die Betriebsbedingungen ändern, z. B. Produktspezifikation oder Temperatur, Durchflussgeschwindigkeit oder Druck, sollte die Kompatibilität der zu verwendenden Schläuche überprüft werden.

18.2.9 Längere Lagerung

Neue Schläuche, die vor dem Gebrauch gelagert werden oder Schläuche, die zwei Monate oder länger nicht benutzt wurden, sollten möglichst in einem kühlen, dunklen und trockenen Lagerraum mit normaler Luftzirkulation aufbewahrt 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.

Nichttragende Schutzabdeckungen (Holz) mit Öffnungen sollten eingebaut werden, damit keine Tiere oder sonstige Fremdkörper in die Schläuche geraten.

Wird der Schlauch im Freien gelagert, ist darauf zu achten, dass er gut vor den UV-Strahlen der Sonne geschützt wird. Siehe BS 1435: *Gummischlauchleitungen für das Ansaugen und Fördern von Öl*.

18.2.10 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 sollten. Alle Stellen, an denen sich die Schläuche scheuern oder reiben könnten, sollten mit einem Schutz versehen werden.

Es sollten Hebebrücken und sattelartige Hebevorrichtungen bereitgestellt werden. Stahldraht sollte nicht in direktem Kontakt mit dem Schlauch verwendet werden. Es sollten zertifizierte Hebegurte verwendet werden. Sie sollten so positioniert werden, dass sich der Schlauch nicht um sich selbst knickt (scharfe Knicke im Schlauch sollten vermieden werden). Die genutzten Hebevorrichtungen sollten für das Gewicht des gefüllten Schlauchs ausgelegt sein.

Die Gurte sollten so platziert werden, dass der Flansch waagrecht ausgerichtet werden kann. Dadurch wird die Effizienz der Schlauchverbindung verbessert.

Übermäßiges Gewicht auf den Sammelleitungen des Schiffes sollte 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 Abstützung über einen einzigen Hebepunkt, wie z. B. einen Schlauchkran, erfolgt, sollte die Schlauchverbindung durch Hahnepoten oder Gurtbänder gestützt werden. Einige Schläuche sind speziell so ausgelegt, dass sie nicht gestützt werden müssen.

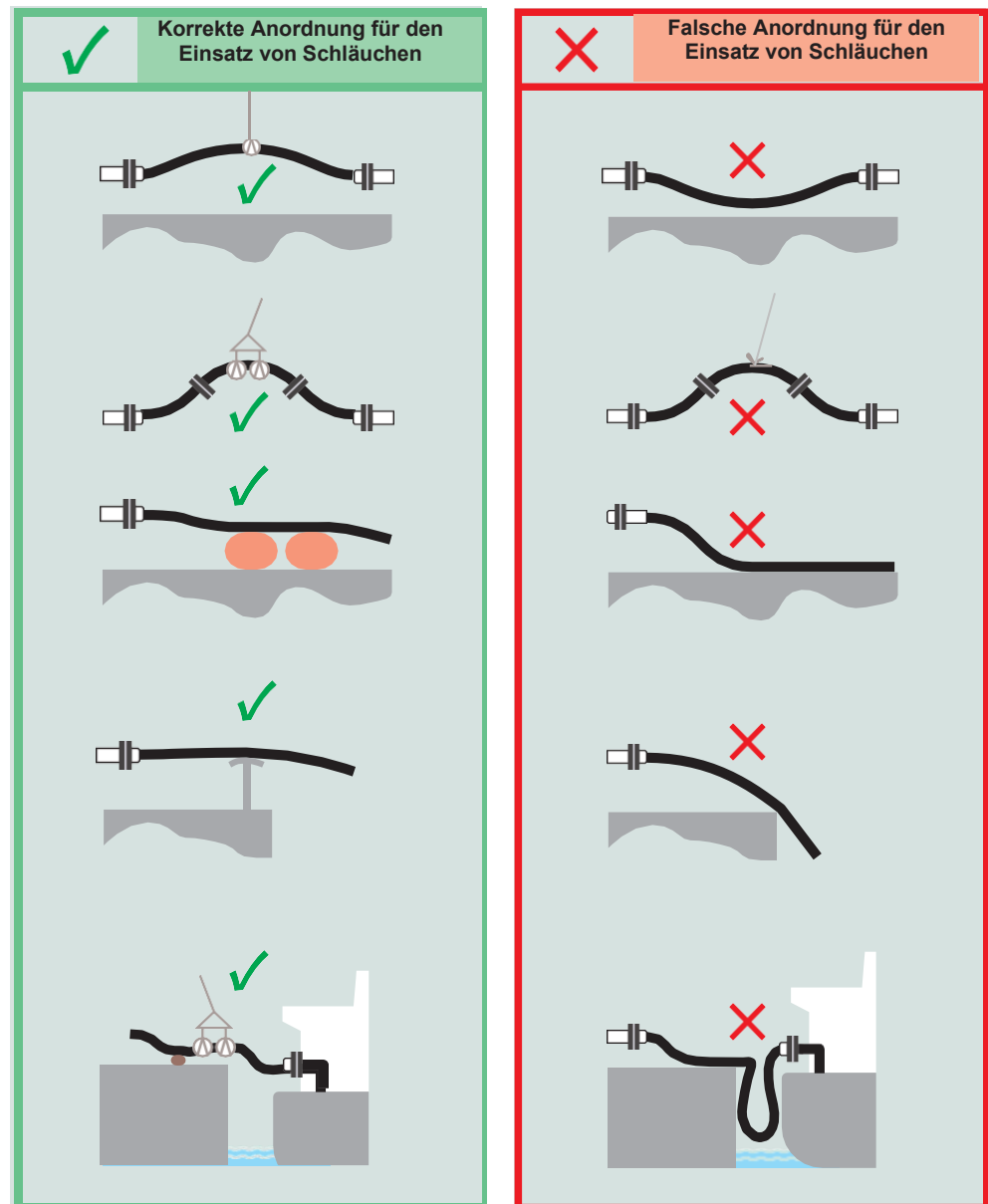


Abbildung 18.4: Anordnung für den Einsatz von Schläuchen

18.2.11 Anpassungen während des Umschlagbetriebs

Wenn sich das Tankschiff aufgrund von Gezeiten oder Ladungsumschlägen hebt oder senkt, sollten die Schlauchleitungen angepasst werden, um eine übermäßige Belastung der Schläuche, der Anschlüsse und der Schiffssammelleitung zu vermeiden und um sicherzustellen, dass der Biegeradius des Schlauchs innerhalb der vom Hersteller empfohlenen Grenzen bleibt. Die Mindestlänge des Schlauchs muss ausreichen, um alle Tidenstände, Freiborde und Bewegungen des Tankschiffs abzudecken.

18.2.12 Unterwasser- und schwimmende Schlauchverbindungen

Nicht zutreffend

18.2.13 Schläuche, die beim Transfer Schiff zu Schiff verwendet werden

Schläuche für den Transfer von Schiff zu Schiff können als vormontierte Stränge oder in einzelnen Abschnitten geliefert werden. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile. Binnentankschiffe, die regelmäßig Leichterungen von Schiffen vornehmen (einschließlich Transfer von Binnenschiff zu Binnenschiff), verfügen häufig über eigene Schlauchverbindungen, die manchmal auch von Drittanbietern gemietet werden. Diese Schläuche sollten inspiziert, getestet und gewartet werden.

Vorteile vormontierter Schlauchleitungen:

- Die Schläuche werden als durchgehende Schlauchleitung geprüft, was die Flüssigkeitsdichtigkeit an jeder Zwischenflanschverbindung gewährleistet. Diese Zusicherung gilt nur für den Zeitpunkt der Prüfung.
- Die Zeit, die für die Verbindung von Schläuchen zwischen zwei Schiffen erforderlich ist, kann reduziert werden.
- Bei der Nutzung von elektrisch leitenden und nichtleitenden Schlauchabschnitten wird so zusätzlich sichergestellt, dass die Schlauchleitungen korrekt montiert werden.

Nachteile vormontierter Schlauchleitungen:

- Die Schläuche werden eventuell beim Verladen an Bord des Schiffes gefaltet.
- Bei wiederholtem Einsatz der Schlauchleitungen und deren Nutzung für mehrere Arbeitsgänge können sich die Verschlüsse lockern.

Vorteile von einzeln gelieferten Schlauchabschnitten:

- Die Innenauskleidung jedes Schlauchs kann inspiziert werden, wenn die Enden geöffnet sind.
- Die Wahrscheinlichkeit, dass Schläuche beim Anheben an Bord über ihren Mindestbiegeradius (MBR) hinaus gebogen werden, ist geringer.
- Spreizstangen können genutzt werden, um Schläuche beim Anheben zu stützen.

Nachteile von einzeln gelieferten Schlauchabschnitten:

- Das Verbinden von Schlauchabschnitten an Bord erfordert Platz.
- Es kann schwierig sein, die Befestigungselemente unter dem Schlauch zu erreichen und festzuziehen, und die Unversehrtheit der Flanschverbindungen wird in der Regel nicht durch Tests überprüft.

Bei der Nutzung von Schläuchen aus Verbundwerkstoffen für den Transfer von Schiff zu Schiff werden diese Schläuche in der Regel in der erforderlichen Länge hergestellt, und es gibt keine Zwischenflansche. Dank verbesserter Mindestbiegeradien (MBR) können Schläuche aus Verbundwerkstoffen aufgerollt werden.

Der MBR für Lagerung und Betrieb ist mit dem Hersteller abzustimmen und beim Anheben oder Hantieren des Schlauchs zu befolgen. Einige Schläuche sind so konstruiert, dass sie vorübergehend gefaltet werden können, sollten aber so schnell wie möglich wieder in eine gerade Position gebracht werden. Schläuche aus Verbundwerkstoffen, die für den Transfer von Schiff zu Schiff verwendet werden, sollten gut abgestützt werden, um ein Überbiegen zu verhindern, insbesondere in der Nähe der Schlauchverschraubungen.

Jede Schlauchleitung sollte vor dem Anschluss an die Sammelleitung des Tankschiffs einer Sichtprüfung unterzogen werden, um festzustellen, ob durch die Handhabung auf dem Gewässer oder durch den Kontakt mit den Strukturen von Begleitfahrzeugen Schäden entstanden sind.

Beim Anschluss der Schlauchleitung an die Tankschiff-Sammelleitungen sollte sich die Schlauchleitung zwischen den beiden Sammelleitungen nicht verdrehen, da dies den Durchfluss der Ladung behindern kann. Einige Schlauchhersteller arbeiten einen Streifen in die äußere Schicht des Schlauchs ein, um die Ausrichtung zu erleichtern.

Die Schläuche sollten durch Gurte und Seile gut gestützt werden. Die Gurte sollten so platziert werden, dass der Flansch waagerecht ausgerichtet werden kann. Entlastungsseile für die Schläuche verhindern eine unnötige Belastung der Sammelleitung und gewährleisten, dass die Schläuche an den Stellen, an denen sie das Geländer kreuzen, den richtigen Biegeradius haben. Das Seil sollte mindestens so groß sein, dass es das Gewicht des Schlauchs aufnehmen kann, und so groß, dass die Anwender den Schlauch um ein Kreuzstück an der Sammelleitung drehen können.

18.2.14 Elektrische Isolierung

Aufgrund möglicher Potentialdifferenzen zwischen zwei Schiffen, die einen Ladungs- oder Bunkerumschlag über ein Umschlagsystem, z. B. Ladungsschläuche, vornehmen wollen, besteht die Gefahr eines elektrischen Lichtbogens an der Sammelleitung beim An- und Abkoppeln des Umschlagsystems.

Zum Schutz gegen dieses Risiko sollte die Verbindungsschnittstelle elektrisch unterbrochen werden, normalerweise durch einen Isolierflansch. Vorkehrungen für die Trennungsmethode sollten zwischen den beiden Schiffen vor dem Verbinden vereinbart werden (siehe Abschnitt 11.9.5).

18.3 Gasrückführanlagen

Einige Terminals verfügen über Gasrückführanlagen, um die von einem Binnentankschiff während des Ladevorgangs verdrängten Dämpfe aufzunehmen und zu verarbeiten. Das Terminalbetriebshandbuch sollte eine vollständige Beschreibung der Anlage und Anforderungen an eine sichere Betriebsweise enthalten. Die Informationsbroschüre des Terminals sollte auch nähere Angaben zum Gasrückführungssystem zur Information der ankommenden Tankschiffe enthalten.

Das gesamte Landpersonal, das für die Umschlagsoperationen verantwortlich ist, sollte ein strukturiertes Schulungsprogramm absolvieren, das sich mit der speziellen Gasrückführanlage des jeweiligen Terminals befasst. Diese Schulung sollte Einzelheiten zu den typischen Ausrüstungen, die an Bord der Binnentankschiffe installiert sind, und zu den damit verbundenen Betriebsverfahren enthalten.

Das Schiffs- und Landpersonal sollte in den Gesprächen vor den Umschlagsvorgängen alle Beschränkungen, die mit dem Betrieb der Gasrückführanlage verbunden sind, abstimmen. In der Sicherheitscheckliste (siehe Abschnitt 26.3) wird bestätigt, dass diese Informationen ausgetauscht und abgestimmt wurden.

Siehe auch Abschnitt 11.1.13 für Informationen zu den wichtigsten Sicherheitsfragen bezüglich der Ladungsumschlagaktivitäten mit Gasrückführung.

19 Sicherheit und Brandschutz

Dieses Kapitel enthält allgemeine Richtlinien zum Sicherheitsmanagement an den Terminals und spezifische Empfehlungen zur Auslegung und Bedienung von Brandmelde- und Brandschutzanlagen.

Die Hinweise zu der Brandbekämpfungsausrüstung 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 umgeschlagenen Ladung,
- Umschlagsmengen,
- Anlagen und Einrichtungen sowie Infrastruktur vor Ort,
- Umgebungsbedingungen und Beschränkungen vor Ort,
- Strömung und Tide,
- örtliche und internationale Bestimmungen (z. B. Fluchtwege, Notabschalter).

Die meisten Entscheidungen zur Gestaltung eines Terminals werden bereits in der ersten Planungs- und Entwurfsphase getroffen. Viele Terminals haben sich jedoch im Laufe der Zeit weiterentwickelt und können eine größere Produktvielfalt, größere Ladungsmengen und größere Binnentankschiffe umschlagen, als bei der ursprünglichen Planung des Terminals vorgesehen war. Es kann auch sein, dass Terminals sich mit geringeren Mengendurchsätzen oder veränderten Umweltbedingungen, neuen Anforderungen und/oder gesetzlichen Vorschriften auseinandersetzen müssen.

Alle Terminals sollten einer regelmäßigen Prüfung unterzogen werden, um zu gewährleisten, dass alle bereitgestellten Betriebsanlagen in Bezug auf die durchzuführenden Arbeiten und die geltenden Rechtsvorschriften zweckmäßig sind. Diese Prüfungen sollten die in den folgenden Abschnitten aufgeführten Punkte abdecken, damit das erforderliche Sicherheitsniveau des Terminals gehalten werden kann.

19.1.2 Sicherheitsmanagement

Jedes Terminal sollte über ein umfassendes Sicherheitsprogramm verfügen, das ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleistet. Das Sicherheitsprogramm sollte folgende Themen umfassen:

- Notfallmanagement.
- Unfallmaßnahmen und Evakuierung von Verletzten.
- Regelmäßige Brandschutz- und Ölbekämpfungsübungen. Diese Übungen sollten alle Aspekte und potenziellen Orte für Unfälle einbeziehen. Sie sollten auch Binnentankschiffe an einem Liegeplatz umfassen.
- Rückmeldung von Notfallübungen.
- Risikoerkennung und Risikobewertung.
- Arbeitsgenehmigungssysteme.
- Meldung eines Zwischenfalls, Untersuchungen und Folgemaßnahmen.
- Meldung eines Beinaheunfalls, Untersuchungen und Folgemaßnahmen.

- Sicherheitsprüfungen vor Ort.
- Sichere Arbeitsverfahren und Vorgaben für Sauberkeit und Ordnung.
- PSA. 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 Besatzung des Binnentankschiffs.
- Vor-Ort-Schulungen und Unterweisungen.

19.1.3 Arbeitsgenehmigungssysteme: allgemeine Erwägungen

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 werden in Abschnitt 9.3 ausführlich beschrieben).

Für Arbeiten in gefährdeten Bereichen müssen in der Regel Genehmigungen z. B. für folgende Arbeiten eingeholt werden:

- Heißenarbeiten,
- Arbeiten mit Funkenpotential,
- Arbeiten an Elektrogeräten,
- Tauchaktionen,
- 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 oder den Einsatzbereich, den Umfang der genehmigten Arbeiten, die einzuhaltenden Bedingungen und erforderliche Vorsichtsmaßnahmen, den Zeitpunkt und die Gültigkeitsdauer enthalten. Letztere 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 Heißenarbeiten 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 Binnentankschiffe, die während der geplanten Arbeiten längsseits liegen, entsprechend zu berücksichtigen sind.

Für bestimmte Arbeiten muss auch eine Genehmigung bei den Hafenbehörden beantragt werden.

19.2 Brandschutz am Terminal

19.2.1 Allgemein

Der Brandschutz an Terminals beinhaltet die folgenden sich überschneidenden Sicherheitskriterien:

- Brandverhütung und -eindämmung,
- 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 sollten Festmachen und andere Arbeiten nicht behindern.

Brandschutzmaßnahmen sind kein effektives Mittel, wenn es um die Begrenzung der Häufigkeit und des Umfangs von Leckagen oder die Minimierung von Zündquellen geht.

Durch automatischen Feueralarm und den darauffolgenden Einsatz von Brandschutzausrüstungen 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, eindämmen und bekämpfen und Zeit für den Fluchtweg ermöglichen.

Notausgänge sind erforderlich, um die sichere Evakuierung aller Mitarbeiter aus dem betroffenen Bereich zu gewährleisten.

19.2.2 Brandverhütung und -eindämmung

Die Sicherheit an den Terminals beginnt mit Brandschutzmaßnahmen, die in der Konstruktion der Gesamtanlage berücksichtigt sind. Die Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals ist in der Regel über den gesamten Standort verteilt und größtenteils den Witterungsbedingungen ausgesetzt. Zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit und Betriebssicherheit der Brandbekämpfungsausrüstung ist es wichtig, dass diese regelmäßig geprüft, gewartet und getestet wird. Die Terminals müssen gewährleisten, dass jede Brandbekämpfungsausrüstung im Rahmen eines planmäßigen Wartungsprogramms gewartet werden. Eine sorgfältige Terminalkonstruktion ist keine Garantie für den sicheren Betrieb. Schulung und Kompetenz des Personals sind von entscheidender Bedeutung. Regelmäßige Notfallübungen, sowohl angekündigt als auch unangekündigt, werden empfohlen, um die Funktionsfähigkeit der Ausrüstung, die Beherrschung der Nutzung der Ausrüstung und die Vertrautheit mit den Notfallmaßnahmen sicherzustellen.

19.2.3 Brandmelde- und Alarmanlagen

Die Auswahl der Brandmelde- und Alarmanlagen eines Terminals richtet sich nach dem Gefährdungspotenzial des umzuschlagenden Produkts, der Größe des Binnentankschiffs 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 Flammenmelder, Flammen festzustellen. Vor der Installation sollte der Rat von Herstellern und Sachverständigen für Brandschutz und Sicherheit eingeholt und die Einhaltung der örtlichen Vorschriften überprüft werden.

Der allgemeine Zweck von automatischen Melde- und Alarmsystemen besteht darin, das Personal zu warnen und Notfallmaßnahmen einzuleiten, um den Verlust von Leben und Eigentum durch Brände oder andere gefährliche Bedingungen zu verringern. Diese Anlagen können einen oder mehrere Stromkreise haben, mit denen automatische Brandmelder, Handfeuermelder, Wassermelder, Gasspüranlage und andere Alarmvorrichtungen verbunden sind. Alarmvorrichtungen können auch einen oder mehrere Stromkreise haben, an die Alarmsignalgeber wie z. B. Anzeige und Warnlampen der Kontrolltafel, 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. Nachfolgend werden Beispiele angeführt, aber beachten Sie, dass sich die Technologie schnell ändert:

- Wärmemelder unterteilen sich in zwei Kategorien, die Thermomaximalmelder und Anstiegsgeschwindigkeits-Wärmemelder. Einige Geräte 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 sind so konzipiert, dass sie durch Verbrennung entstehenden Rauch erkennen. Sie funktionieren nach verschiedenen Prinzipien, darunter Ionisierung von Rauchpartikeln, photoelektrische Lichttrübung oder Lichtstreuung, Änderung 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, nachdem 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 sollten Brandmelder nach der Art des Feuers, vor dem sie schützen sollen, ausgesucht werden. Dabei sollten Faktoren wie Art und Menge des Brennstoffs, potenzielle Zündquellen, Umgebungsbedingungen und der Wert des zu schützenden Objekts berücksichtigt werden.

Im Allgemeinen verursachen Wärmemelder die geringsten Kosten und die niedrigsten Fehlalarmquoten, 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, an denen mit Flammen zu rechnen ist. Um Fehlalarme 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 Schutz geschlossener Räume und sollten entweder entsprechend den vorherrschenden Luftströmungen oder an einem Gitter angebracht 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 Bränden.

Flammenmelder sind extrem reaktionsschnell, warnen allerdings vor jeder Strahlungsquelle in ihrem Empfindlichkeitsbereich. Eine unsachgemäße Benutzung dieser Melder kann zu hohen Fehlalarmquoten führen. Ihre Empfindlichkeit hängt von der Flammengröße und vom Abstand zum Melder ab. Sie sind in der Regel in explosionsgeschützten Gehäusen erhältlich und können daher zum Schutz von Bereichen genutzt werden, in denen explosive oder entzündbare Dämpfe auftreten können.

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 Ventilsammelleitungen, Verladearmen, Schuppen für die Bediener und anderen Ausrüstungen oder Bereichen angebracht werden, in denen Kohlenwasserstoffe austreten oder verschüttet werden können oder die Zündquellen enthalten.

Brandmelder müssen ordnungsgemäß positioniert werden, damit sie effektiv funktionieren. Ausführliche Vorgaben zu den Abständen sind in den betreffenden Brandschutzvorschriften 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 sollte für den spezifischen Bereich, der geschützt werden soll, ausgelegt sein, wobei die Lüftungseigenschaften entsprechend zu berücksichtigen sind.

Meldeanlagen zur Aktivierung der Feuerlöschanlagen 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 Brandmeldeanlage aktivieren, während die Aktivierung eines Brandmelders des angrenzenden Stromkreises die Feuerlöschanlage aktivieren soll.

19.2.7 Festinstallierte Gasspüranlagen für brennbare und giftige Gase

Diese Gasspüranlagen sind so konzipiert, dass sie das Vorhandensein von brennbaren oder giftigen Gasen erkennen und eine frühzeitige Warnung abgeben. Sie überwachen ständig gefährdete Bereiche zum Schutz vor Bränden oder Explosionen und dienen dem Schutz des Personals vor dem Austritt giftiger Gase.

Die Funktionsweise der Gasspüranlage für brennbare und giftige Gase ähnelt der von Rauchgasmeldern. Siehe auch Abschnitt 2.3 und 2.4.

Terminals, die Rohöl oder Produkte mit toxischen Stoffen umschlagen, sollten in Erwägung ziehen, in Bereichen, in denen das Personal exponiert sein kann, Gasspür- und Alarmanlagen zu installieren.

Es sollte auch darüber nachgedacht werden, Sensoren an Stellen zu positionieren, an denen Lecks oder Leckagen auftreten können, z. B. an Verladearmen, Ventilsammelleitungen und Umschlagpumpen, oder wo es wegen unzulänglicher Lüftung zur Gasansammlung kommen könnte. Gasspüranlagen für giftige Gase können auch an Luftzufuhreinlässen von druckbeaufschlagten Kontrollräumen und innerhalb von drucklosen Kontrollräumen installiert werden.

19.2.8 Positionierung von Gasspüranlagen für brennbare und giftige Gase

Bei der Positionierung von Gasspüranlagen für brennbare und giftige Gase 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 Messgeräte angeschlossen sind.

19.2.9 Fest installierte Analysegeräte für brennbare und giftige Gase

Kontinuierlich funktionierende Analysegeräte sind in der Regel fest installierte, elektrisch betriebene Anlagen, häufig mit mehreren Sensoren, mit denen Luftproben kontinuierlich auf brennbare und giftige Gase überwacht werden.

Die Analysegeräte können für die Ferndiagnose ausgelegt sein, bei denen einzelne Streulichtsensoren durch ein Elektrokabel mit dem Analysegerät verbunden sind. In diesem Fall kann die Hauptanlage entweder an nicht gefährlichen Standorten, wie z. B. in druckbeaufschlagten Kontrollräumen, oder, wenn mit explosionsgeschütztem Gehäuse versehen, in gefährdeten Bereichen installiert werden.

Analysegeräte für die Ferndiagnose mit ferngesteuerten Streulichtdetektoren zeichnen sich durch eine schnelle Reaktion und hohe Zuverlässigkeit aus und gehören damit zu den bevorzugten Typen.

Alternativ können kontinuierlich funktionierende Analysegeräte auch eine zentrale Detektionseinheit nutzen, die mit Hilfe einer Saugpumpe Proben aus gefährdeten Bereichen durch Schläuche zur zentralen Stelle zieht. Zentrale Streulichtdetektionseinheiten, die Probenleitungen nutzen, haben relativ langsame Reaktionszeiten. Partikeleinstreuungen müssen ebenfalls berücksichtigt und die Leitungen geheizt werden, um eine Kondensation zu verhindern. Folglich werden zentrale Detektionseinheiten nicht generell empfohlen.

Analysegeräte sollten kontinuierlich Daten aufzeichnen, über Ablese- und Alarmfunktionen verfügen und in der Regel mit folgenden Merkmalen ausgestattet sein:

- a. Kanäle für den Anschluss an die einzelnen Streulichtsensoren, sodass die Proben jeder einzelnen Probenleitung kontinuierlich überwacht werden können. Tritt nun ein Alarmzustand ein, peilt das Analysegerät den Sensor an und ein Alarm wird ausgelöst, der so lange aktiv bleibt, bis er von Hand zurückgesetzt wird.
- b. Analysegeräte werden auf Prozent der 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. Die Anlage sollte über zwei Alarmpunkte verfügen, um auf der Grundlage einer Risikobewertung, internationaler Normen und nationaler Vorschriften bei hohen und sehr hohen Werten Alarm zu geben. Der oberste und am häufigsten verwendete Wert liegt bei 10 % der UEG. Der zweite oder höhere Wert liegt üblicherweise bei 20 % der UEG. 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 Brandverhütungsanlage automatisch betrieben werden.
- c. Die Alarmstufen sollten einstellbar sein, und die Alarmsignale können durch Kontaktzähler, Grenzschnalter des Aufzeichnungsgeräts, Festkörper-Signalpegeldetektoren oder optische Messrelais ausgelöst werden. Mehrstufige Alarmer können mit Vorrichtungen zur Aktivierung von Belüftungsanlagen, zum Abschalten von Umschlagpumpen oder zur Auslösung von Feuerlöschanlagen ausgestattet 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. Analysegeräte für giftige Gase sollten so eingestellt sein, dass sie einen akustischen Alarm an dem überwachten Standort und in dem Kontrollraum auslösen, wenn das Gas den voreingestellten Wert erreicht hat, z. B. eine H₂S-Konzentration von 5 ppm. Die Alarmsignale sollten sowohl akustisch als auch optisch ausgelöst werden.
- g. Der Messkopf des Analysegerätes 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 der Feuerlöschanlage

Ist ein Detektionssystem Teil einer automatischen, fest installierten Feuerlöschanlage, ist eine vollständige Kompatibilität zwischen den Systemen unerlässlich. Meldegeräte und -anlagen, die sehr anfällig für Fehlalarme sind, sollten vermieden werden, insbesondere wenn sie an fest installierte Feuerlöschanlagen zur automatischen Auslösung 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 Arten von Alarmanlagen

Alarmanlagen werden eingesetzt, um Notfälle anzuzeigen oder Hilfe herbeizurufen.

Es gibt viele verschiedene Arten, angefangen bei 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 einer gründlichen Risikobewertung, unter Hinzuziehung von sachkundigem Personal auf dem Gebiet des Brandschutzes und unter angemessener Berücksichtigung der geltenden örtlichen Bestimmungen.

19.3.2 Signaltypen

Brandmeldeanlagen können verschiedene Signaltypen senden, akustische, optische oder beide. Dazu gehören relativ einfache Störsignale, wie z. B. Alarme für Stromunterbrechungen, Überwachungssignale, die ausgelöst werden, wenn sich kritische Geräte in einem anormalen Zustand befinden, und entweder codierte oder uncodierte Alarmsignale, die kontinuierlich oder in Form eines vorgegebenen Musters ertönen, wenn ein Feualarm ausgelöst wird.

19.3.3 Auslegung von Alarm- und Signalanlagen

Die oben beschriebenen Alarm- und Signaleinrichtungen können variiert und kombiniert werden, um den örtlichen Gegebenheiten Rechnung zu tragen.

In einer großen Terminalanlage oder wenn das Terminal Bestandteil einer Großanlage oder Verarbeitungsanlage ist, wird in der Regel ein codiertes Signalsystem bevorzugt. Die Anlage sollte in ein Gittersystem unterteilt werden, dessen Gitterbereiche durch einen Nummerncode identifiziert werden. Das codierte Signalsystem sollte aus einem codierten Alarmgeber bestehen, der Alarm an dem bestimmten Standort sowie Generalalarm auslöst.

Die Meldung des Notfalls kann auch mit Hilfe spezieller Telefonanlagen erfolgen. Es 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. Anschlüsse sollten auch an anderen Standorten vorhanden sein, die vorrangig für Notfälle gedacht sind.

Die Generalalarmanlage sollte aus 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, Lufthörner oder elektrische Hörner 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 bevorzugt, aber es kann auch eine Art uncodiertes Alarmsystem 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, sodass der Wächter den codierten Alarmgeber einschalten kann. Entweder sollte ein codiertes oder ein uncodiertes Mitteilungssystem über eine Hauptschalttafel für Feuersalarm gesteuert werden.

19.3.5 Schnittstelle zwischen Meldeanlagen und Alarm- oder Feuerlöschanlagen - Schaltungsaufbau

Betätigungsrelais, wenn benötigt und zwischen Meldern und Alarm- und Feuerlöschanlagen geschaltet, sollten aus geschlossenen Regelkreisen bestehen, die normalerweise stromlos sind und einen ausreichend starken Stromstoß benötigen, um die Alarm- oder Feuerlöschanlage zu aktivieren. Diese Anordnung verhindert eine Fehlaktivierung der Alarm- oder Feuerlöschanlage bei Stromausfall. Sie ermöglicht auch ein separates Fehlersignal bei Stromausfall.

19.3.6 Elektrische Stromquellen

Die elektrische Stromversorgung sollte aus zwei absolut zuverlässigen Quellen erfolgen. Die übliche Vorrichtung ist ein Wechselstrom-Primärnetzteil mit einem Erhaltungsladegerät, das ein Notakkumulatorsystem 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, liefert die Größe des Akkumulators im Allgemeinen mindestens 8 Stunden Strom und mindestens 12 Stunden, wenn die Stromversorgung nicht so zuverlässig ist.

Die Kapazität der Notstromversorgung variiert je nach Art des Alarmsystems und den Anforderungen der örtlichen Behörden. Für örtliche oder gesetzlich geschützte Alarmanlagen, deren Signale nur im Terminal oder in dem zentralen Kontrollraum oder Überwachungszentrum der Anlage registriert werden, sieht die Notstromversorgung in der Regel einen Primärstromausfall für einen Zeitraum von mindestens 24 Stunden unter Ruhelastbedingungen sowie eine Mindeststromversorgung von 15 Minuten unter Notfallbedingungen vor, wenn ein Alarm ausgelöst wird.

Wenn die Notstromversorgung durch ein Akkumulator-Backup-System gespeist wird, sollte eine zusätzliche Sicherheitsmarge von 20 % über die berechnete Amperestunden-Kapazität hinaus vorgesehen werden, um Alarme bei einer Evakuierung zu unterstützen.

Die Notstromverkabelung der Notstromversorgungsanlage darf nicht im gleichen Kabelkanal oder in der gleichen Verteilerstrecke wie die Primärversorgung verlegt werden, um im Brandfall eine Beschädigung der Primär- und Notstromverkabelung und damit einen Stromausfall für die kritischen Geräte zu vermeiden.

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 entzündbare Flüssigkeiten umschlagen, hängen von einer Reihe von Faktoren ab, wie z. B.:

- Waren oder Produkte, die umgeschlagen werden,
- Größe und Anzahl der Binnentankschiffe, 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 oder zu umweltsensiblen Bereichen,
- Installation von Notabsperrventilen,
- Anzahl und Art der fest installierten 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 muss in der Lage sein, akustischen und optischen Alarm vor Ort und nach Möglichkeit einen Generalalarm auszulösen, falls das Terminal besetzt ist, abhängig von den örtlichen Gegebenheiten. Sie sollte den Alarm in einer ständig besetzten Brandmeldezentrale und den Standort anzeigen, an dem die Melde- und Feuerlöschanlage aktiviert wurde. Wenn Gasspüranlagen eingebaut wurden oder die Gasspüranlage mehr als eine Gasmeldezone abdeckt, sollte in der Zentrale der Standort der aktivierten Gasspüranlage angezeigt werden.

Der Einsatz von Brandmeldern, die automatisch die fest installierte Brandbekämpfungsausrüstung aktivieren, kann ratsam sein, wenn ein Terminal sich so weit vom Ufer befindet, dass eine manuelle Brandbekämpfung schwierig, gefährlich oder unwirksam ist. Das gilt auch, wenn keine Feuerlöschboote zur Verfügung stehen oder die Zufahrt für Feuerlöschfahrzeuge schlecht ist oder an Standorten, an denen geschultes Feuerwehrpersonal begrenzt 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 einen Bediener, die Feuerwehr oder durch Personal, das den Alarm überwacht, aktiviert werden.

Zu den Anlagen und Terminalbereichen, die zeitweilig mit Hilfe automatischer Brandmelde- oder Gasspüranlagen überwacht werden, gehören Umschlagpumpen, Ventilsammelleitungen, Verladearmbereiche, Kontrollräume, Gehäuse von elektrischen Schaltanlagen, Schuppen für die Bediener, Unterdeckbereiche und andere Anlagen oder Bereiche, die anfällig sind für Kohlenwasserstofflecks und Leckagen oder Zündquellen enthalten.

19.4.2 Kontrollräume/Kontrollgebäude

Bei der Festlegung der notwendigen Melde- und Alarmanrichtungen für Kontrollräume sollten die ersten Überlegungen stets den örtlichen Bestimmungen gelten. Wenn diese erfüllt sind, hängen zusätzliche Gasspür- und Brandmeldegeräte 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. Jede Meldevorrichtung sollte in den normalerweise besetzten Bereichen des Kontrollraums einen lokalen Alarm auslösen und in einem ständig besetzten Bereich einen Alarm an der Hauptbrandmeldezentrale auslösen.
- Gasspüranlagen sollten an den Luftzufuhreinlässen von druckbeaufschlagten Kontrollräumen und innerhalb von drucklosen Kontrollräumen installiert werden. Jedes Gasspürgerät 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 fest installierte Feuerlöschanlage eingebaut werden, die bei Erkennen eines Gases oder Feuers automatisch aktiviert wird. Die Gasspür- oder Brandmeldeanlage sollte dann kreuzweise angeordnet werden (siehe Abschnitt 19.2.6).

19.5 Brandbekämpfungsausrüstung

Feuerlöschanlagen dienen zum Schutz vor potenziell gefährdeten Ausrüstungen 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.

Fest installierte Feuerlöschanlagen sollten innerhalb der ersten 5 Minuten nach Ausbruch eines Feuers durch das vor Ort verfügbare Personal voll einsatzbereit sein.

19.5.1 Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals

In Häfen mit vielen Terminals oder verkehrsreichen Industriestandorten kann die örtliche Behörde oder Hafenbehörde für die Bereitstellung der Hauptbrandbekämpfungsausrüstung sorgen. Die Art und Menge der Brandbekämpfungsausrüstung sollte sich nach der Terminalgröße und dem Standort, der Häufigkeit der Terminalnutzung und zusätzlichen Faktoren richten, 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 nicht möglich, spezielle Empfehlungen für Brandbekämpfungsausrüstungen zu geben. Jedes Terminal muss individuell betrachtet werden, wenn es um die Auswahl, den Standort und den Einsatz der Ausrüstung geht.

Neben den nationalen gesetzlichen Vorschriften sollte die Auswahl anhand der allgemeinen Hinweise in diesem Kapitel und der Ergebnisse einer formellen Risikobewertung getroffen werden. Bei der Risikobewertung sind für jeden Liegeplatz die folgenden Kriterien zu berücksichtigen:

- Größe der Binnentankschiffe, 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 Löschmonitore

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 innerhalb einer Entfernung von 15 Metern erreicht werden können. 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 Hebegriff des Feuerlöschers sollte grundsätzlich nicht höher als ein Meter angebracht sein.

Kohlendioxidlöscher eignen sich kaum für Liegeplätze oder Piers, abgesehen von den Stellen, an denen kleine Elektrobrände auftreten können. Geschlossene elektrische Schaltanlagen oder Schalträume, die sich innerhalb des Terminals befinden, sollten allerdings mit genügend Kohlendioxidlöschern oder einer fest installierten Kohlendioxidanlage 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-Wasserlösung haben.

An jedem Kai bzw. jedem 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 Fest installierte Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals

19.5.3.1 Löschwasserversorgung

Die Löschwasserversorgung an den Terminals erfolgt oft aus dem unbegrenzten Wasserangebot des Flusses, Kanals oder Hafenbeckens.

Wird das Löschwasser aus stationären Speichern, wie z. B. einem Tank oder Reservoir, entnommen, sollte die Wasserreserve für mindestens vier Stunden Dauerlöschaktion bei maximaler Bemessungskapazität der Feuerlöschanlage ausreichen. 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 berücksichtigt werden. Normalerweise wird eine Kombination von Pumpen mit Diesel- und Elektroantrieb bevorzugt.

Müssen die Feuerlöschpumpen an einem Kai oder einem 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.

Damit die Gefahr, dass ein Brand auf die Feuerlöschpumpen übergreift, verringert wird, sollten die Brennstofftanks weit vom Feuerlöschpumpenmotor entfernt aufgestellt werden. Brandmelde- und Feuerlöschanlagen sollten am Tank angebracht sein.

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 Fall sollte die Feuerlöschpumpe auf einem festen Deck installiert werden. Wenn Pumpen mit Elektroantrieb installiert werden, ist auf eine sorgfältige Verlegung und Brandschutz der Stromkabel zu achten.

Installation	Empfohlene Mindestanforderungen
Schiffsliegeplatz, Kai oder Pier, an denen Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von maximal 60°C umgeschlagen werden, einschließlich Materialien in Fässern und Produkte, die über ihren Flammpunkt hinaus erhitzt werden, ODER Tankschiff-Liegeplatz an einem Kai oder einem Pier, an dem Schiffe mit weniger als 20.000 Tragfähigkeit in Tonnen (DWT) und weniger als ein Schiff pro Woche abgefertigt werden.	Feuerlöschleitung mit Absperrventilen und Hydranten mit einer Druckwasserversorgung von mindestens 115 m ³ /h Zwei fest installierte oder tragbare Wasser-/Schaummonitore, einer auf jeder Seite der Sammelleitung an Land, die die Außenbordsammelleitung des Tankschiffs erreichen können Schaumtank oder -behälter für eine mindestens 15-minütige Schaumabdeckung durch zwei Monitore 2 tragbare Pulverlöscher je 9 kg 2 fahrbare Pulverlöscher je 50 kg 1 internationaler Feuerlösch-Landanschluss

Installation	Empfohlene Mindestanforderungen
Tankschiff-Liegeplatz an einem Kai oder einem Pier, an dem Schiffe mit weniger als 50.000 Tragfähigkeit in Tonnen (DWT) abgefertigt werden, ODER Tankschiff-Liegeplatz an einem Kai oder einem Pier, an dem Schiffe mit weniger als 20.000 Tragfähigkeit in Tonnen (DWT) und mehr als ein Schiff pro Woche abgefertigt werden	Feuerlöschleitung mit Absperrventilen und Hydranten mit einer Druckwasserversorgung von mindestens 350 m³/h Zwei fest installierte oder tragbare Wasser-/Schaummonitore, einer auf jeder Seite der Sammelleitung an Land, die die Außenbordsammelleitung des Tankschiffs erreichen können Am Liegeplatz sollte ein fester Schaumvorrat in Form eines Schaumtanks oder -behälters vorhanden sein, der eine Schaumabdeckung von mindestens 30 Minuten durch zwei Monitore gewährleistet 4 tragbare Pulverlöscher je 9 kg 4 fahrbare Pulverlöscher je 50 kg 1 internationaler Feuerlösch-Landanschluss
Tankschiff-Liegeplatz an einem Kai oder einem Pier, an dem Schiffe mit 50.000 Tragfähigkeit in Tonnen (DWT) oder mehr abgefertigt werden	Feuerlöschleitung mit Absperrventilen und Hydranten mit einer Druckwasserversorgung von mindestens 700 m³/h Zwei feste, erhöhte Wasser-/Schaummonitore, einer auf jeder Seite der Landsammelleitung Am Liegeplatz sollte ein fester Schaumvorrat in Form eines Schaumtanks oder -behälters vorhanden sein, der eine Schaumabdeckung von mindestens 30 Minuten durch zwei Monitore gewährleistet 6 tragbare Pulverlöscher je 9 kg, die für Brände entzündbarer Flüssigkeiten kompatibel sind 2 fahrbare Pulverlöscher je 50 kg, die für Brände entzündbarer Flüssigkeiten kompatibel sind 1 internationaler Feuerlösch-Landanschluss
Insel	Brandschutzeinrichtungen wie oben, je nach Nutzung und Größe der tragbaren Ausrüstung des Tankschiffs: 6 tragbare Pulverlöscher je 9 kg 2 fahrbare Pulverlöscher je 50 kg 1 internationaler Feuerlösch-Landanschluss

Tabelle 19.1: Empfohlene Mindestanforderungen oder gleichwertige Bestimmungen

19.5.3.3 Feuerlöschleitung

An den Terminals und Zufahrtswegen zu den Liegeplätzen sollten fest installierte Löschwasserleitungen und/oder Leitungen für Schaum-Wasser-Lösungen eingebaut 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 Löschschlauchanschluss 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 des Piers ein oder mehrere Absperrventil(e) 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 Schutz 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 möglich ist. 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.

Schlauchanschlüsse sollten mit denen 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 Feuerlösch-Landanschluss

Alle Tankschiffe und Terminals müssen in der Lage sein, die Feuerlöschleitungen an Bord und an Land miteinander zu verbinden, sodass eine externe Wasserversorgung an jeden Hydranten in der Feuerlöschleitung des Schiffes angeschlossen werden kann. Der internationale Feuerlösch-Landanschluss ist ein standardisierter Weg, um zwei Systeme zu verbinden, die möglicherweise individuelle Kupplungen oder Anschlüsse haben, die nicht zusammenpassen. Dieser Anschluss sollte zum sofortigen Einsatz bereit sein (siehe Abschnitt 19.4.3.1 und Kapitel 25).

Die Verbindungsflansche sollten die in Abbildung 19.1. 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 können.

Wenn der Anschluss auf einem Schiff angebracht wird, muss er von beiden Seiten des Schiffs zugänglich und der Standort deutlich gekennzeichnet sein.

Um zwei Feuerlöschleitungen miteinander zu verbinden, wird ein Feuerlöschschlauch mit Landanschluss an sein Gegenstück geführt, und die Flanschverbindungen werden miteinander verschraubt.

Der Anschluss sollte vor Naturgewalten geschützt werden und so angebracht sein, dass er sofort einsatzbereit ist. Alle betroffenen Mitarbeiter sollten den Standort und Zweck dieses Anschlusses kennen. Dies sollte beim gemeinsamen Ausfüllen der Sicherheitscheckliste Schiff/Land (SSSCL, Ship/Shore Safety Checklist) besprochen werden. Terminals sollten in ihren Schulungsplänen die Notflanschung von internationalen Feuerlösch-Landanschlüssen vorsehen.

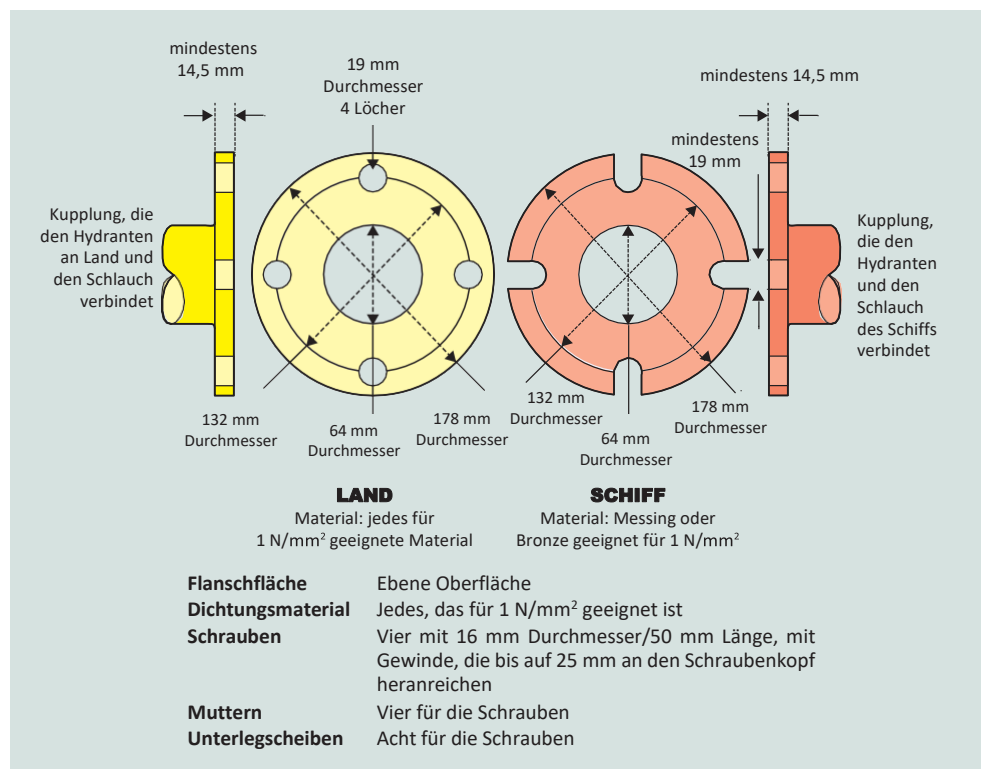


Abbildung 19.1: Beschreibung des Internationalen Feuerlösch-Landanschlusses

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 Pumpenanschlussstellen sollten mindestens 4 x 63-mm-Schlaucheinlässe oder einen gleichwertigen Anschluss haben. Die Schlaucheinlässe sollten mit Niederschraubventilen und/oder Rückschlagventilen (NRV) 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.

Fest installierte Rohrleitungen für Löschschaum werden nicht empfohlen, da der voll entwickelte Schaum aufgrund des Verlustes an kinetischer Energie und hoher Reibungsverluste nicht effektiv durch solche Systeme geschleudert 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.

Verschiedene Verfahren können gewählt werden, 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 danebenstehenden drucklosen Schaumvorratsbehälter, einem Tanklöschfahrzeug, mobilen Anhänger oder Behälter verbindet. Ein Vorratsbehälter kann für mehrere fest installierte Monitore eingesetzt werden. Diese Monitore werden in Bodennähe oder auf Deck angebracht.

Druckluftschaumanlage

Bei dieser Anlage wird das Schaummittel in einem großen Druckbehälter mit einem Fassungsvermögen von z.B. 4,5 m³ oder in zwei kleineren Druckbehältern von je 2,3 m³ komprimiert. Der Schaumzumischer befindet sich zwischen den Löschpumpen nach dem Schaumherstellungsgerät. 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, mit denen die tragbaren Schaumherstellungsgeräte einschließlich Monitore bedient werden können.

Schaummittleitungsanlage mit drucklosen Schaumbehältern

Diese Anlage besteht aus drei Hauptkomponenten:

1. Schaummittelvorrat in Tanks oder sonstigen 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 der Schauminjektionsschläuche, die mit den tragbaren oder fest installierten Geräten und Anlagen verbunden sind, bietet.

Das Schaummittelnetz zu den Entnahmestellen sollte über einen Zumischer verfügen, um die genaue Schaummittelmenge an der Entnahmestelle zuzumischen. Der Schaummitteldruck sollte an diesem Punkt höher sein als der Druck in der Feuerlöschleitung (in der Regel 1 bar über dem Druck in der Feuerlöschleitung).

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 115m³/h ausgelegt sein.

Das Schaummittel kann auch über eine Rohrleitung mit kleinerem Durchmesser zu den Behältern, die die Zumischer der fest installierten 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 Schaumbehälter.

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 die 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 tragbaren Untersatz. Für Tankschiff-Liegeplätze, an denen Schiffe mit einer Tragfähigkeit über 20.000 Tonnen DWT abgefertigt werden, sollte die Bereitstellung von fest installierten Monitoren erwogen werden. Der Umfang der Bereitstellung sollte sich an der Größe, Lage und Häufigkeit der Nutzung jedes einzelnen Liegeplatzes orientieren (siehe Tabelle 19.1).

Die Anzahl und Kapazität der erforderlichen Schaummonitore hängen von den örtlichen Gegebenheiten und Bedingungen ab, einschließlich der Kapazität des Löschwasserversorgungssystems. Bestehende Anlagen können mit einem einzigen erhöhten Schaummonitor ausgestattet sein, der für die Brandbekämpfung an Liegeplätzen und auf Tankschiffen eingesetzt wird. Die Leistung eines einzelnen Monitors sollte nicht weniger als 115 m³/h betragen und die in Tabelle 19.1 aufgeführten Leistungsanforderungen erfüllen.

Die Monitore sollten von der Feuerlöschleitung des Liegeplatzes gespeist werden und je nach Konstruktion entweder manuell an jedem Monitorsteigrohr oder über ein ferngesteuertes manuelles oder motorisiertes Absperrventil, das eine Gruppe von Monitoren steuert, aktiviert werden. Manuell betätigte Monitore sollten vor den Umschlagsaktivitäten positioniert werden.

Löschmonitore können am Liegeplatz oder in Höhe des Kaidecks an kleinen Terminals oder auf fest installierten Türmen montiert werden. Die effektive Höhe des Flüssigkeitsstroms, die von einem Monitor benötigt wird, hängt von der jeweiligen Nutzung ab. Fest installierte Monitore sollten auf Türmen oder auf der Oberseite von Zugangstürmen für Landgangstege positioniert werden, um sicherzustellen, dass die Schaumabgabe eine uneingeschränkte Abdeckung der Schiffsumschlaganlage und der Sammelleitung des Tankschiffs in allen Beladungs- und Ballastzuständen gewährleistet.

Löschmonitore können vom Turmfuß oder in einem bestimmten Abstand manuell oder ferngesteuert werden. Turmfußregler bedürfen wahrscheinlich eines besonderen Schutzes. Durch Rauch bedingte eingeschränkte Sichtverhältnisse können die Effektivität von manuell betriebenen fest installierten Türmen einschränken. Die Fernsteuerung kann über elektronische Vorrichtungen, hydraulische oder mechanische Verbindungen erfolgen. 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 m zum potenziellen Brandort haben.

Wassermonitore sollten in Höhe des Liegeplatzes oder Kaidecks montiert werden und mit unterschiedlichen Sprüh- oder Strahldüsen ausgestattet sein. Sie sollten sowohl die Liegeplatzanlage als auch den angrenzenden Rumpf des Tankschiffs 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 Fest installierte Unterdeck-Schutzanlagen

Fest installierte Unterdeck-Schutzanlagen werden verwendet, wenn das Terminal sich über das Wasser vom Land weg erstreckt, sodass 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 Brandes des Binnentankschiffs zu schaffen und ist auch besonders nützlich, wenn die Möglichkeit besteht, dass große Wasserflächen unterhalb des Liegeplatzes durch verschüttete Produkte brennen können.

Für einen lokalen Brand an der Wasseroberfläche kann, wenn Feuerlöschboote für einen schnellen Einsatz zur Verfügung stehen, eine fest installierte Wassersprühanlage unter Deck zum Kühlen von nicht feuerbeständigen, ungeschützten Stützkonstruktionen und gefährdeten Elementen eingebaut werden. Die Förderleistung für eine Anlage dieser Art sollte auf der Risikobewertung 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 feuerbeständigen, ungeschützten Materialien bestehen, durch eine fest installierte Schaum-/Wassersprinkleranlage unterhalb des Decks zu kühlen und zu schützen. Die Förderleistung für eine Anlage dieser Art sollte mindestens 10,2 Liter pro Minute pro Quadratmeter betragen.

Unter diesen Umständen könnte mit dieser Anlage das Feuer unter Deck schnell eingedämmt und gelöscht werden. Die Förderleistung für eine Anlage dieser Art sollte mindestens 6,5 Liter pro Minute pro Quadratmeter betragen.

Wenn Stützpfeiler und Balken aus einem feuerbeständigen Material, wie z. B. Beton, bestehen, kann eine fest installierte Schaum-/Wassersprinkleranlage mit verminderten Durchsatzraten nach erfolgter Risikobewertung akzeptabel sein.

19.6 Schwimmende Brandbekämpfungsausrüstung

Schwimmende Brandbekämpfungsausrüstungen, in der Regel in Form von Feuerlöschbooten oder Schleppern, können sehr effektiv sein, insbesondere wenn entgegen der Windrichtung des Feuers manövriert werden muss.

Wenn 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 Brandbekämpfungsausrüstung unter Berücksichtigung und im Verhältnis zu den schwimmenden Feuerlöschanlagen vor Ort bestimmt werden.

Die Feuerlöschkapazität auf dem Wasser wird am besten durch Schlepper oder Arbeitsboote bereitgestellt, die mit Brandbekämpfungsausrüstungen einschließlich Schaumanlagen ausgestattet sind und die in der Lage sein sollten, ein Feuer an Deck des größten Binnentankschiffs, das im Hafen einlaufen kann, zu bekämpfen.

Wenn die Feuerlöschkapazität 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 leicht zu lösenden Festmachern 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 über UHF/UKW-Funk mit getrennten Kanälen für das Abschleppen und die Brandbekämpfung verfügen; wenn es um die Brandbekämpfung geht, müssen sie direkten Kontakt zum Hauptverantwortlichen für Brandbekämpfung haben und unter dessen Aufsicht stehen.

Schlepper mit Brandbekämpfungsausrüstung sollten regelmäßig inspiziert werden, um zu gewährleisten, dass die Geräte und Schaummittelvorräte in ordnungsgemäßen Zustand sind. Feuerlöschpumpen und Monitore sollten wöchentlich geprüft werden. Die Schaumeinfüllstellen 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 benannten Feuerwehrleute gestützt werden.

19.7 **Schutzbekleidung**

Die Brandschutzkleidung schützt vor Strahlungswärme und Verbrennungen. Konventionelle, schwere Brandschutzjacken sind in dieser Hinsicht sehr gut.

In der modernen Praxis sollte 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, sogenannte 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. Sie sollte während des Einsatzes ordnungsgemäß angelegt 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 Konstruktion des Piers in Erwägung gezogen werden. Es sollten auch die Beschränkungen für die maximalen Achslasten von Fahrzeugen, die die Konstruktion des Liegeplatzes anfahren, beachtet werden.

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 Binnentankschiffe in einem Notfall an der Schnittstelle zwischen Binnentankschiff und Land 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. große Öllachen, Gaslecks mit resultierender uneingeschränkter Dampfwolke, Feuer, Explosion, Kranke oder Verletzte. Während bei wahrscheinlich jeder Notfallmaßnahme der Einsatz der Brandbekämpfungsausrüstung selbstverständlich ist, sollten auch Rettungsmittel wie Atemschutzgeräte, Reanimationsgeräte, Krankentragen sowie Fluchtwege und Notausgänge bedacht werden.

Das beteiligte Personal sollte mit den Notfallmaßnahmen vertraut und 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.

Informationen über die Gefahren, die von den am Terminal umgeschlagenen Produkten ausgehen, sollten sofort verfügbar sein. Empfohlen werden Sicherheitsdatenblätter, die dem Personal und den Rettungskräften Hinweise geben, wie sie mit den einzelnen Produkten zu verfahren haben. Die Sicherheitsdatenblätter 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 abdecken, 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,
- Dokumentieren der Schulungs- und Übungspläne.

Der Plan sollte regelmäßig überprüft und aktualisiert werden, um zu gewährleisten, dass er Änderungen innerhalb des Terminals, die derzeit optimale Vorgehensweise und die Haupteckenkenntnisse aus Notfallübungen/vorherigen Notfällen widerspiegelt.

20.2 Terminalnotfallplan - Planbestandteile und Vorgehensweisen

20.2.1 Vorbereitung

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 spezifischer 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 und deren Durchführung gehören. Der Notfallplan sollte, sobald er vorliegt, ordnungsgemäß in ein 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.

Binnentankschiffe längsseits des Terminals sollten von dem Notfallplan des Terminals in Kenntnis gesetzt werden, da er auch für das Tankschiff gilt, insbesondere was die Alarmsignale und Fluchtwege und die Vorgehensweise für das Tankschiff, in einem Notfall an Bord Hilfe zu rufen, betrifft.

Der Terminalnotfallplan sollte abgestimmt werden mit und gegebenenfalls Bestandteil werden von:

- anderen Teilen der Unternehmensorganisation und Anlagen,
- 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 des ihm zugewiesenen Personals enthalten. Das Kontrollzentrum sollte an einer gut erreichbaren zentralen Stelle außerhalb potenziell gefährdeter Bereiche oder möglicherweise im Terminalhauptbüro untergebracht sein.

Während des Notfalls sollte das Kontrollzentrum 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 Binnentankschiff betroffen ist oder die Wahrscheinlichkeit besteht, dass es betroffen ist, kann es auch wünschenswert sein, dass ein Verantwortlicher von der Schiffsbesatzung des Unglücksschiffs 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. Siehe Element 12 der *MTMSA* des OCIMF.

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. ein einfacher gemeinsamer Alarm 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 enthalten, die für den Fall einspringen können, dass die beauftragten Personen abwesend oder nicht verfügbar sind. 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.

Das System sollte drei Grundelemente abdecken können:

- Terminalnotfallalarm,
- Hilferuf,
- Koordinierung und Kontrolle aller Notfallmaßnahmen, einschließlich Bewegung der Binnentankschiffe.

Das Kommunikationssystem sollte so flexibel sein, dass es Operationen am Pier, auf einem Binnentankschiff, an angrenzenden Gewässern oder von jedem beliebigen Punkt des Terminals erfassen kann.

Kleine Terminals sollten zumindest in der Lage sein, ein akustisches Evakuierungssignal 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, sollten mit der Notfallkommunikationsanlage andere Anrufe über dieselbe Leitung unterdrückt werden können.

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

Der Notfallplan sollte eine Reihe von Kommunikationsdisziplinen enthalten, die auch Codewörter für verschiedene Arten von Notfällen umfassen können. Diese sollten auch die Nutzung von persönlichen Social-Media-Plattformen während der Notfallmaßnahmen beinhalten.

Medieneinsatzteams sollten so ausgerüstet sein, dass sie alle Medienplattformen, einschließlich digitaler und sozialer Medien, aktiv überwachen können, um sicherzustellen, dass alle Berichte während der Notfallmaßnahmen wirksam gehandhabt werden.

Alle Mitarbeiter sollten sich bewusst sein, dass die festgelegten Regeln für die Kommunikation während eines Notfalls strikt eingehalten werden müssen, und sie sollten in der Nutzung der Kommunikationsausrüstung und -verfahren geschult werden.

Nach der Mobilisierung sollten die an der Notfallbewältigung beteiligten Schlüsselpersonen ihre Kommunikation auf das für die Notfallmaßnahmen erforderliche Maß beschränken. Die Kommunikation mit Presse und Medien sollte von dem eigens dafür vorgesehenen Team für Medienangelegenheiten geführt werden.

Medienorganisationen spielen bei der Befriedigung des Informationsbedürfnisses der Öffentlichkeit eine wichtige Rolle. Die Erfüllung dieser Anforderungen stellt eine Herausforderung dar, da die Technologie und insbesondere die sozialen Medien eine sofortige Berichterstattung über Ereignisse ermöglichen. Der Umgang mit den Medien, insbesondere bei Großereignissen, bei denen sich das Interesse von lokalen bis hin zu nationalen und internationalen Medienorganisationen erstrecken kann, kann eine Ablenkung für das Notfallteam darstellen. Dies erfordert eine wirksame Beherrschung der Situation, damit die Notfallmaßnahmen nicht behindert werden.

In Notfällen besteht das Hauptziel der Kommunikation darin, der Öffentlichkeit genaue, klare und rechtzeitige Informationen bereitzustellen, um zu zeigen, dass der Zwischenfall unter Kontrolle ist.

Im Notfallplan sollte Personal benannt werden, das für den Umgang mit den Medien geschult ist. Die Kommunikation mit den Medien sollte festgelegten Medienreaktionsprotokollen folgen und unter der Kontrolle der zentralen Führungsorganisation stehen.

Digitale und soziale Medien werden häufig genutzt, um die Öffentlichkeit zu informieren. Es ist jedoch wichtig, den Unterschied zwischen offiziellen und inoffiziellen Quellen zu verstehen, wobei letztere oft weniger sachlich und spekulativer sind als offizielle Quellen. Dies muss bei der Entwicklung einer Medienkommunikationsstrategie berücksichtigt werden.

In der Leitstelle sollte ein Ereignisprotokoll geführt werden, und der Funk- und Telefonverkehr sollte schriftlich oder als Aufzeichnung festgehalten werden.

20.2.4 Lagepläne und Karten

Die Pläne mit den Brandbekämpfungsausrüstungen, Hauptanlagen und Zufahrtswegen sollten auf dem neuesten Stand sein und zur Nutzung im Notfall bereitliegen, und Kopien sollten im Kontrollzentrum aufbewahrt werden.

Die Standorte und genauen Angaben zu den Brandbekämpfungs- und anderen Notfallausrüstungen am Liegeplatz oder in dessen Nähe sollten ebenfalls am Liegeplatz angezeigt 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 zum Pierende, 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 Hilfe leisten. Bei der Zufahrt von Notfallfahrzeugen zu den Piers müssen die Beschränkungen hinsichtlich des Fahrzeuggewichts berücksichtigt werden.

20.2.7 Externe Hilfe

Der Terminalnotfallplan sollte die bestmögliche Inanspruchnahme externer Hilfen vorsehen. Der Erfolg der Notfallmaßnahmen kann vom Ausmaß der Mitwirkung Dritter abhängen, was wiederum oftmals davon abhängt, wie gut diese das Terminal und die Notfallmaßnahmen kennen. Es ist wichtig, dass die externen Hilfen 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 sinnvoll sein, einen Plan zur gegenseitigen Unterstützung zu erstellen.

20.2.7.1 Hafenbehörden, Schiffsverkehrszentrale, Polizei und Feuerwehr

Der Terminalnotfallplan sollte festlegen, dass eine Mitteilung über den Notfall mit den folgenden Angaben an die Hafenbehörde und gegebenenfalls an die Schiffsverkehrszentrale ergeht, wenn der Notfall das Terminal oder die Binnentankschiffe, die am Liegeplatz anliegen oder am Terminal festgemacht wurden, einschließlich folgender Aspekte:

- Art und Ausmaß des Notfalls,
- beteiligte Tankschiffe oder Binnentankschiffe, mit Angabe zum Standort und zur Ladung,
- erforderliche Hilfsmaßnahmen.

Diese Angaben ermöglichen der Hafenbehörde und der Schiffsverkehrszentrale zu entscheiden, ob der Schiffsverkehr innerhalb des Hafenbereiches 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 beschlossen, die Piers in einem Notfall teilweise oder vollständig zu räumen, kann die örtliche Lotsenorganisation kurzfristig aufgefordert werden, mehrere Lotsen zur Verfügung zu stellen, die sich um Schiffe kümmern, die nicht direkt in den Vorfall verwickelt sind. Der Notfallplan sollte die Vorgehensweise festlegen.

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 Tankschiff 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 installierte oder tragbare Suchscheinwerfer für Operationen im Dunkeln oder bei eingeschränkten Lichtverhältnissen,
- Wärmedecken, da Personen, die aus dem Wasser geborgen werden, wahrscheinlich unterkühlt sind und unter Schock stehen,
- Ausrüstung zur Unterstützung der Bergung von Personen aus dem Wasser in das Rettungsboot, da diese Personen nur über geringe oder gar keine Energiereserven verfügen und sich möglicherweise nicht selbst helfen können,
- Reanimationsgeräte oder Rettungsmittel,
- Verbandkästen,
- Rettungswesten.

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 oder unterkühlt sein könnten. Die Besatzung sollte auch eine Einweisung zur Bedienung von Atemhilfsgeräten, einschließlich künstlichen Beatmungsgeräten, erhalten. Sie sollte darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Überlebenszeit im Wasser sehr kurz ist und daher ein schnelles Eingreifen Leben retten kann.

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 die Vorgehensweise festlegen.

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,
- genaue 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,
- Verwendung von PSA,
- Medienresonanz und Öffentlichkeit,
- Abstimmung von Maßnahmen mit externen Stellen,
- Rettungsmaßnahmen, einschließlich Schulung für das betreffende Personal zur Rettung von Leben aus dem Wasser,
- Leckagewannen und Säuberung,
- Evakuierungsübungen,
- Sicherheitsbedrohungen und Terroranschläge.

Es sollten unangekündigte Übungen in verschiedenen Teilen des Terminals und anschließend Besprechungen durchgeführt werden, um festgestellte Schwachstellen aufzuzeigen. Evakuierungsübungen 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 auf den kompletten Terminalnotfallplan zurückzugreifen. Der gleiche Zwischenfall könnte an einem kleineren Terminal die Aktivierung des Notfallplans erforderlich machen.

Der folgende Leitfaden ist nicht als Vorschrift gedacht, sondern soll einen Rahmen oder Ausgangspunkt bieten, der an ein bestimmtes Terminal 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 darstellt.

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 einem Pier oder an Bord eines Binnentankschiffs 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 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 Eskalation

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 Risikobewertung

Bei der Einschätzung der verschiedenen Notfälle, mit denen ein Terminal konfrontiert werden kann, sollten 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 können, berücksichtigt werden.

Als Vorgehensweise wird vorgeschlagen, mit einer 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 Risikobewertung des Terminals erfasst sind, umfassen:

- Feuer oder Explosion am Terminal und auf oder in unmittelbarer Umgebung eines angelegten Binnentankschiffs,
- Austritt von großen Mengen an entzündbaren und/oder toxischen Dämpfen, Gasen, Öl oder Chemikalien,
- Zusammenstoß zwischen Schiff/Land oder Schiff/Schiff,
- Abdriften oder Ausbrechen eines Binnentankschiffs von dem Pier, Schiff treibt vor Anker oder läuft auf Grund,
- Großunfälle im Hafen, in die Binnentankschiffe, Schlepper, Festmacherboote, Fähren usw. verwickelt sind,
- Meteorologische Naturgefahren wie Überflutungen, Wirbelstürme, schwere Unwetter,
- Angriff, Sabotage und Bedrohungen gegen Binnentankschiffe 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.

Das Personal, das den Plan nutzt, sollte den Inhalt lesen und verstehen können. Werden mehrere Sprachfassungen des Plans genutzt, sollte eine Fassung, in der Regel in der Landessprache, als Original bezeichnet werden. Wenn eine andere Sprache erforderlich ist und der Notfall möglicherweise ein Tankschiff betrifft, sollte die empfohlene Standardsprache Englisch sein.

- Nutzen Sie Ablaufschemata und Entscheidungsdiagramme mit mehrfarbigen Drucksymbolen, um den geschriebenen Text zu minimieren.
- Digitale Pläne sollten:
 - dem gesamten Personal zur Verfügung stehen,
 - mit Passwörtern und Antivirenschutz gesichert sein.
 - sich auf einem Computer mit Notstromversorgung befinden.

Jedes Terminal sollte einen Notfallplan erstellen, der alle Aspekte der Maßnahmen auf einen Notfall abdeckt.

Der Plan sollte das Folgende beinhalten:

- wie Verfahren ausgelöst werden,
- erste Maßnahmen zur Kontrolle des Zwischenfalls,
- Mobilisierungs- und Demobilisierungsverfahren,

- Evakuierungsmaßnahmen,
- Sammelpunkte,
- Notfallorganisation, einschließlich Rollen und Verantwortlichkeiten,
- Kommunikationsmittel,
- Medienresonanz und Öffentlichkeit,
- Notfallkontrollzentren,
- Liste und Standort der Notfallausrüstung,
- Notfallpläne,
- Verfahren zur Rückkehr zum Normalbetrieb.

Jedes Terminal sollte ein Notfallteam haben, zu dessen Aufgaben die Planung, Umsetzung, Übung und Überprüfung der Notfallmaßnahmen sowie deren Durchführung gehören.

Die wichtigsten Elemente der Erstmaßnahmen bei einem Notfall, z. B. Meldung, Maßnahmen und Standort der Ausrüstung, sollten an wichtigen Stellen des Terminals angezeigt werden.

Längsseits befindliche Tankschiffe sollten über die Aspekte des Notfallplans des Terminals informiert werden, die sich auf ihren Betrieb beziehen, einschließlich Alarmsignale und Fluchtwege, und darüber, wie das Tankschiff in einem Notfall Hilfe anfordern kann.

Der Terminalnotfallplan sollte folgende Aspekte berücksichtigen:

- andere Teile der Unternehmensorganisation und Anlagen des Standorts,
- entsprechende externe Organisationen, einschließlich anderer Unternehmen und öffentliche Stellen.

Die externen Stellen, die bei einem Notfall herangezogen werden können, sollten alle einschlägigen Abschnitte des Terminalnotfallplans kennen und an den gemeinsamen Notfallübungen teilnehmen.

20.4.2 Vorbereitung

Bei der Erstellung eines Terminalnotfallplans ist es wichtig, dass die betreffenden Funktionen, wie Betriebsabläufe, Technik, Schifffahrt 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 veralten 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.

Liegt der Plan in Papierform vor, sollte er:

- lose Blätter enthalten, um das Hinzufügen von Seiten zu erleichtern,
- gebunden in einem andersfarbigen Ordner sein,
- über eine gute Papierqualität mit einer starken Textur verfügen,
- sicherstellen, dass jede Seite mit Datum versehen und fortlaufend nummeriert ist,
- so wenig wie möglich Querverweise auf andere Teile des Plans enthalten.

Alle Mitarbeiter mit einer bestimmten Funktion gemäß Notfallplan sollten eine eigene Kopie des Plans erhalten. Eine oder mehrere Kopien sollten 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 geprüftes oder vorhandenes Exemplar 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 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 potenziellen Notfälle abdecken.
- Er sollte keine Hinweise auf unwahrscheinliche Ereignisse, Produkte, die nicht umgeschlagen werden, nicht verfügbare Ressourcen, 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.
- Sie sollten wie folgt strukturiert sein: Oberste Priorität haben die „Ziele“ (z. B. Sicherheit von Menschenleben, Minimierung der Auswirkungen auf die Umwelt, regelmäßige und korrekte Zusammenarbeit mit den Beteiligten usw.). Sobald die leitenden Mitglieder des Notfallteams die Ziele der Maßnahme festgelegt haben, sollte(n) das/die Notfallteam(e) „Strategien“ entwickeln, die diese Ziele unterstützen, und dann „Taktiken“, die die Strategien unterstützen. Die Taktik müsste möglicherweise von kleineren Einsatzteams, Untergruppen oder Vertragspartnern entwickelt werden.
- 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. Eine Ausnahme können besser ‚vorhersehbare‘ Notfälle, wie z. B. Wirbelstürme und/oder Hochwasserwarnungen darstellen. 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. Zu diesem Zweck sollten genügend Mitarbeiter/Aufsichtspersonen und Ressourcen freigehalten 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 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. Legen Sie für jede Person eine kurze Checkliste mit wichtigen Maßnahmen und Mitteilungen an.
- 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. Für alle in dem Plan genannten Aufgaben, die spezielle Fähigkeiten oder Fertigkeiten erfordern, wie z. B. Bedienung eines Feuerlöschfahrzeuges, Aufgaben eines Matrosen und spezielle Funkprozesse, sollte ein Backup vorgesehen 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 in Bereitschaft oder kurzfristig einsetzbar,
- Wasserfahrzeuge zur Unterstützung oder Evakuierung von Personal, einschließlich bestimmter Landungsplätze, die besetzt werden müssen,
- Lotsen, die sich zur Unterstützung beim Entfernen der/des Binnentankschiffe(s) vom Liegeplatz bereithalten,
- Autos, Busse usw. zur Evakuierung der Sammelpunkte, einschließlich der Landungsplätze für Wasserfahrzeuge,
- Besatzung zum Losmachen und Verkehrsmittel in Bereitschaft,
- Verkehrsregelung im Notfall,
- Festlegung der ordnungsgemäß besetzten Empfangspunkte, um die Besatzung des Binnentankschiffs 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. Die Nutzer sollten sich darüber im Klaren sein, dass die besonderen Umstände eines Notfalls Abweichungen von dem Plan erfordern können.

Es ist wichtig, dass die Mitarbeiter auf allen Ebenen der Organisation mit dem Plan vertraut gemacht werden, und zwar je nach ihrer Verantwortlichkeit und Zuständigkeit.

20.5 Reaktion auf Leckagen

Alle Terminals müssen über einen genehmigten Plan zur Bekämpfung von Leckagen verfügen. Der Plan sollte das Folgende beinhalten:

- Name des Planinhabers,
- Abschnitt zur Dokumentenkontrolle, in dem die Planinhaber und die Aktualisierungen aufgeführt sind,
- Einzelheiten, einschließlich Tätigkeiten, Schadstoffe und eine Karte des Gebiets,
- Aufgaben und Verantwortlichkeiten,
- Angabe zur Organisation, welche zur Bekämpfung von Ölunfällen zuständig ist (OSRO),
- Abschnitt über die Risikobewertung von Leckagen mit allen denkbaren Szenarien,
- Definitionen von Leckagen der Stufen 1, 2 und 3 (Tier 1, 2 und 3); die Definitionen können eine Kombination aus Größe, Art des Schadstoffs, Auswirkungen und Folgen sein, um die Klassifizierung von Unfällen zu erleichtern,
- Beschreibung der Maßnahmenpläne für die Reaktion der Stufe 1 (Tier 1) mit Angabe der Schadstoffe,
- Checklisten für die Mitglieder der Teams zur Bekämpfung von Leckagen,
- Gesundheits- und Sicherheitsleitfaden, einschließlich Sicherheitsdatenblätter,
- Leitfaden zur Bewertung des Ausmaßes des Ölunfalls,
- vom Unternehmen und den Behörden vorgeschriebene Meldeverfahren,
- Medienresonanz und Öffentlichkeit,
- Management der Vertragspartner und Beschaffung,

- Abschnitt Benachrichtigung, einschließlich Kontaktdaten,
- Verzeichnis der Tier-1 Ressourcen für die Säuberung,
- Lage der Tier-2- und Tier-3-Ressourcen bei Leckagen,
- Verweise auf Standorte von Gewässerkarten und Empfindlichkeitskarten für den Plan.

Ein klares Verständnis der Erwartungen, die die nationale Regierung oder eine andere zuständige Behörde an das Terminal haben kann, um auf Leckagen außerhalb des Terminals (z. B. durch vorbeifahrenden Verkehr) zu reagieren, und wie weit die Zuständigkeit des Terminals reicht.

20.5.1 Tiered response (Abgestufte Reaktion)

Der Begriff „Tiered Response“ (abgestufte Reaktion) wird häufig im Zusammenhang mit Planungsszenarien für Ölunfälle, -zwischenfälle und Reaktionen verwendet, und zwar in Bezug auf das Ausmaß und die erforderlichen Reaktionsfähigkeiten, Fachkenntnisse und Ressourcen.

Tier 1

Ölunfälle, die ein begrenztes Gebiet betreffen, werden mit Hilfe von Reaktionskapazitäten, Fachwissen und Ressourcen bewältigt, die häufig in der Nähe des Terminals gelagert und von diesem verwaltet werden.

Tier 2

Ölunfälle mit einem breiteren Spektrum an Auswirkungen und Beteiligten. Reaktionsfähigkeit, Fachwissen und Ressourcen der Tier 2 sind regional verfügbar und werden in der Regel von Vertragspartnern oder durch gegenseitige Vereinbarungen zwischen Betreibern und/oder anderen Organisationen bereitgestellt.

Tier 3

Ölunfälle, die weitreichende Auswirkungen haben können, viele Menschen betreffen und die Kapazitäten der lokalen, regionalen und sogar nationalen Ressourcen übersteigen. Tier 3-Ölunfälle erfordern die Mobilisierung umfangreicher Reaktionskapazitäten (OSRO), Fachwissen und Ressourcen, möglicherweise über internationale Grenzen hinweg, und die Einbindung in eine koordinierte Intervention.

Der Internationale Verband der Erdölindustrie für Umweltschutz (IPIECA, International Petroleum Industry Environmental Conservation Association) stellt weitere Informationen zur Verfügung, darunter *Report Series Volume 14: Guide to Tiered Preparedness and Response (Berichtsreihe Band 14: Leitfaden für abgestufte Bereitschaft und Reaktion)*.

20.5.2 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. Für die zusätzlichen Ressourcen und Abfälle wird sofort ein Bereitstellungsraum benötigt, der im Voraus festgelegt werden sollte und schnell gesichert werden kann. 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, Rettungsleine, Rettungsringe, Leitern und Tragen,
- Notduschen und Augenspülstationen,
- Medizinische Ressourcen und tragbare Lebenserhaltungsgeräte,
- Lebensmittel und Getränke,
- Personelle Ressourcen - z. B. Fahrer, Elektriker, Mechaniker und allgemeine Arbeitskräfte, die 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.

20.6 Entfernen des Binnentankschiffs vom Liegeplatz in einem Notfall

Wenn der Notfall auf einem Binnentankschiff eintritt, versteht es sich, dass das Tankschiff 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 Tankschiffs und dem Branddirektor der örtlichen Behörde erfordern.

Falls ein Zwischenfall eskaliert, kann der Plan zusätzliche Überlegungen dahingehend enthalten, 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 Tankschiff, das Terminal, für andere Tank- oder Binnenschiffe, die in der Nähe angelegt haben, oder andere angrenzende Anlagen eher erhöhen als verringern könnten.

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, mit denen das Personal sicher evakuiert werden kann, von großer Bedeutung.

In diesem Kapitel werden die Elemente beschrieben, die in einem Terminalevakuierungsplan aufgenommen werden sollten, und es werden Hinweise zu den Optionen gegeben, mit denen sichergestellt werden kann, dass sichere und effektive Methoden zur Flucht im Notfall zur Verfügung stehen.

21.1 Allgemein

Zur Gewährleistung einer effizienten Evakuierung des Personals sollten alle Terminals entsprechende Evakuierungsmittel bereitstellen und über einen Notfallplan verfügen. Der Plan sollte ankommenden Tankschiffen bereitgestellt werden und in der Informationsbroschüre des Terminals (TIB, Terminal Information Booklet) enthalten sein.

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 sichere Fluchtwege vorsehen, die in einem Brandfall eher nicht gleichzeitig benutzt werden.

T-förmige Piers und fingerförmige Piers

Terminalanlagen mit Anbindung zum Land, wie z. B. T-förmige Piers 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 erforderlich sein, sofern kein zweiter Fluchtweg übers Land zur Verfügung steht.

Eine eventuelle Evakuierung des Personals des Binnentankschiffs sollte auch in Betracht gezogen werden. Aufgrund des Charakters der Öl- und Gasoperationen sind nicht viele Arbeitskräfte am Schiffsterminal 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 Evakuierung des Binnentankschiffs

Jeder Evakuierungsplan sollte stets eine wechselseitige Vereinbarung zwischen Binnentankschiff und Terminal enthalten, und es ist wichtig, dass die Schiffsführer aller Binnentankschiffe, die die Anlage nutzen, von den Vereinbarungen zur Notfallevakuierung Kenntnis haben. Diese Vereinbarungen sollten auf dem Sicherheitstreffen vor dem Umschlag besprochen und beim Ausfüllen der Sicherheitscheckliste Schiff/Land (SSSCL, Ship/Shore Safety Checklist) festgelegt werden. Es kann Umstände geben, unter denen der sicherste und effektivste Evakuierungsweg darin besteht, das Binnentankschiff vom Terminal zu entfernen, insbesondere wenn das Tankschiff nicht direkt von dem Notfall betroffen ist (siehe Abschnitt 20.5).

21.1.2 Nicht unbedingt benötigtes Personal

Wenn offensichtlich ist, dass sich eine Notsituation zu einem erheblichen Zwischenfall entwickeln kann, sollte das gesamte Personal, das nicht direkt an den Abhilfe- oder Brandbekämpfungsmaßnahmen teilnimmt, evakuiert werden.

Die Entscheidung, das gesamte, nicht unbedingt benötigte Personal, die Tankschiffsbesatzung eingeschlossen, zu evakuieren oder das Schiff vom Liegeplatz zu entfernen, sollte stets frühzeitig in einer Notsituation nach Absprache zwischen Tankschiff, Terminal, Hafenbehörde und Feuerwehr getroffen werden. Eine frühzeitige Evakuierung dient stets dem Zweck, weniger Gesamtverantwortung für die Sicherheit des Personals übernehmen zu müssen und der beauftragten Person somit die Möglichkeit zu geben, sich auf den Notfall und die Bedürfnisse des Personals, das in unmittelbarer Gefahr ist, zu konzentrieren.

Die wichtigsten und kritischsten Elemente eines jeden Notfallevakuierungsplans sind die Organisationskontrolle und Kommunikation und die dafür notwendigen Ressourcen. Hinweise zu diesen wichtigen Elementen sind in Kapitel 20 enthalten.

21.2 Evakuierungs- und Personalfuchtwege

21.2.1 Erste und zweite Fluchtwege

Die Terminalanlagen sollten mit mindestens zwei separaten Evakuierungswegen ausgestattet sein, die aus allen besetzten Bereichen oder Arbeitsbereichen und von den Binnentankschiffen am Liegeplatz wegführen. Die Fluchtwege sollten so angeordnet sein, dass im Brandfall mindestens 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 zweiten Fluchtwege 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.

Wenn Fluchtwege nicht sicher vor möglichen Brandherden sind, sollten sie, sofern durchführbar, durch Brandmauern/Feuerschutzwände oder Hitzeschilde 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 gestaltet und gehalten sein, damit das Personal nicht ins Wasser springen muss, um den Zufluchtsort zu erreichen.

Die Flucht von einem Liegeplatz oder einem 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 Liegeplätzen und Wasser benötigt.

21.2.2 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 Positionen der Ausschiffung an entsprechend geschützten Standorten. T-förmige Piers 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.

21.2.3 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, wenn möglich 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.

21.2.4 Rettungsmittel

Jedes Terminal muss mit Rettungsmitteln ausgestattet sein, die für die Evakuierung und Rettung eingesetzt werden, wie z. B. Rettungsringe, persönliche Auftriebsmittel für alle vor Ort befindlichen Personen und gegebenenfalls Rettungsflöße oder Rettungsboote. Persönliche Auftriebsmittel sollten an bekannten und zugänglichen Stellen deponiert werden.

Rettungsringe und Rettungsflöße 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

Schulungen sollten für die folgenden Notfallmaßnahmen durchgeführt werden:

- Brandbekämpfung mit Hilfe der Geräte, die am Terminal zur Verfügung stehen,
- Entfernen von Gefahrgut vom Brandort,
- Brandisolierung,
- Verwendung von PSA,
- Medienresonanz und Öffentlichkeit,
- Abstimmung von Maßnahmen mit externen Stellen,
- Rettungsmaßnahmen, einschließlich Schulung für das betreffende Personal zur Rettung von Leben aus dem Wasser,
- Leckagewannen und Säuberung,
- Evakuierungsübungen,
- Sicherheitsbedrohungen und Terroranschläge.

Die Effektivität von Evakuierungsplänen hängt von der Schulung und den Kenntnissen des Personals in Bezug auf die Nutzung dieser Pläne ab, vorzugsweise unter Einbeziehung der Schiffsbesatzung.

Evakuierungsübungen sollten häufig durchgeführt werden, mindestens einmal alle drei Monate wenn es keine gesetzliche Frist gibt, 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 ZWISCHEN BINNENTANKSCHIFF UND TERMINAL

22 Kommunikation

Dieses Kapitel befasst sich mit der Kommunikation, die zwischen Binnentankschiff und Land erforderlich ist und die die Kommunikation zwischen Binnentankschiff und örtlichen Behörden sowie Binnentankschiff und Terminal vor Ankunft des Schiffs einschließt. Es beschreibt den Kommunikationsaustausch zwischen Binnentankschiff und Terminal vor Anlegen des Schiffs und vor und während des Ladungs-, Ballast- oder Bunkerumschlags sowie die Kommunikationsverfahren für den Notfall.

22.1 Verfahren und Vorsichtsmaßnahmen

22.1.1 Kommunikationsausrüstung

Telefon- und tragbare UKW-/UHF- und Funktelefonanlagen sollten den einschlägigen Sicherheitsanforderungen entsprechen.

Die Bereitstellung entsprechender Kommunikationsmittel, einschließlich eines Ersatzsystems zwischen Binnentankschiff und Land, fällt in die Zuständigkeit des Terminals.

Die Kommunikation zwischen der verantwortlichen Person auf dem Tankschiff und dem Terminalbeauftragten sollte so effektiv wie möglich sein.

Wenn Telefone benutzt werden, sollten 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 der diensthabenden verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten oder den Personen, die sofort ihre Vorgesetzten verständigen können, bedient werden. Fest installierte 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 den Beauftragten für das Binnentankschiff und für das Terminal unterzeichnet werden.

22.1.2 Kommunikationsverfahren

Um eine sichere Kontrolle der Vorgänge zu jeder Zeit zu gewährleisten, sollten beide Seiten ein zuverlässiges Kommunikationssystem einrichten und verwalten und dies schriftlich vereinbaren.

Die Anlage sollte vor Beginn der Be- und Entladearbeiten geprüft werden. Es sollte auch eine Sekundäranlage als Reserve eingerichtet, geprüft und vereinbart werden. Dabei ist die Zeit zu berücksichtigen, die für die Reaktion auf Signale benötigt wird.

Die folgenden Signale sollten auf der Vorbesprechung zu den Umschlagaktivitäten und vor Beginn des Ladungsumschlags vereinbart werden:

- Notsignale, einschließlich Signal für Notstopp,
- Identifikation des Binnentankschiffs, Liegeplatzes und der Ladung,
- Stand-by,
- Startsignal für Be- oder Entladen,
- langsamer fahren,
- Stoppsignal für Be- oder Entladen.

Weitere notwendige Signale müssen vereinbart und verstanden werden.

Wenn unterschiedliche Produkte oder Qualitäten umgeschlagen werden, sollte deren Namen und Beschreibungen für das Tankschiffs- und Terminalpersonal, das während des Umschlagbetriebs Dienst hat, klar verständlich sein.

Die Nutzung eines UKW-/UHF-Kanal durch mehr als eine Tankschiff-Land-Verbindung sollte vermieden werden.

Wenn es Schwierigkeiten mit der mündlichen 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 Tankschiffs- als auch Terminalpersonal versteht, ausreichend beherrscht. Wenn eine andere Sprache erforderlich ist, sollte die empfohlene Standardsprache Englisch sein.

22.1.3 Einhaltung der Terminalvorschriften und örtlichen Bestimmungen

Terminals sollten Sicherheits-, Schutz- und Umweltschutzbestimmungen haben, die sowohl vom Personal des Binnentankschiffs als auch des Terminals befolgt werden müssen. Die Terminals sollten alle Tankschiffe auf die Vorschriften aufmerksam machen, indem sie rechtzeitig die Informationsbroschüre des Terminals sowie alle anderen Vorschriften zur Sicherheit der Schifffahrt, die von der zuständigen Hafenbehörde erlassen werden, übermitteln.

Die Datenbank „Marine Terminal Information System“ (MTIS) des OCIMF dient als konsolidiertes Sicherheitssystem, das den Betreibern von Terminals und Schiffen sowie den Befrachtern und den damit verbundenen Diensten eine einzige, zentrale Speicherung von Terminalspezifikationen in einem einheitlichen Format bietet (siehe Kapitel 15).

22.2 Informationsaustausch vor Ankunft

Bevor das Binnentankschiff am Terminal ankommt, sollte es einen Informationsaustausch zu den folgenden Fragen geben:

22.2.1 Austausch von Sicherheitsinformationen

Zwischen dem Binnentankschiff und dem Beauftragten für die Gefahrenabwehr des Hafens oder Terminals sollten gegebenenfalls 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 Binnentankschiff zur jeweils zuständigen Behörde

Das Binnentankschiff sollte Informationen entsprechend den internationalen, regionalen, nationalen und örtlichen Bestimmungen und Empfehlungen bereitstellen.

22.2.3 Vom Binnentankschiff zum Terminal

Vor Ankunft des Schiffs sollten nach Möglichkeit folgende Informationen übermittelt werden:

- Name und einheitliche europäische Schiffsnummer (ENI-Nummer) des Binnentankschiffs,
- Land, in dem das Schiff zugelassen ist,
- Gesamtlänge und Breite des Tankschiffs sowie Tiefgang bei Ankunft,
- Geschätzte Ankunftszeit am festgelegten Zielpunkt,
- im beladenen Zustand eine Liste aller bei der Ankunft an Bord befindlichen Güter (korrekte Versandbezeichnung und/oder UN-Nummer), einschließlich aller toxischen Eigenschaften,
- 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 Tanks inertisiert werden müssen, ist zu bestätigen, dass sie sich in einem inerten Zustand befinden und, falls sie mit einer Inertgasanlage ausgestattet sind, dass die Anlage voll funktionsfähig ist,
- bei Nutzung alternativer Kraftstoffe, z. B. verflüssigtem Erdgas (LNG), ist zu bestätigen, dass die Kontrollsysteme betriebsbereit sind,
- Vorgaben für die Tankreinigung und/oder das Gasfreimachen des Tanks,
- Angaben zur Sammelleitung des Tankschiffs, einschließlich Typ, Größe, Abstand zwischen den Anschlussstellen,
- Vorabinformationen zu den beabsichtigten Umschlagaktivitäten u.a. Qualitäten, Reihenfolge, Mengen und Durchsatzbeschränkungen,

- erforderlichenfalls Angaben zu Menge und Art der Slops sowie zur letzten Ladung (ordnungsgemäße Versandbezeichnung und/oder UN-Nummer) der leeren Tanks, wenn diese nicht gasfrei gemacht sind, Identifikation von toxischen Bestandteilen, wie z. B. Schwefelwasserstoff(H₂S) und Benzol.
- Mengen und Spezifikation der benötigten Bunker, sofern zutreffend.

22.2.4 Vom Terminal zum Binnentankschiff

Das Terminal sollte sicherstellen, dass das Schiff so schnell wie möglich die relevanten Hafeninformationen über die Informationsbroschüre des Terminals (TIB) erhält. Die Informationen, die in der TIB enthalten sein sollten, finden sich in der aktuellen Ausgabe des OCIMF *Marine Terminal Information Booklet: Guidelines and Recommendations* (Broschüre über Seeterminalinformationen: Richtlinien und Empfehlungen), das mindestens Folgendes enthalten sollte:

- Wassertiefe bezogen auf die Kartennull und voraussichtlicher Salzgehalt am Liegeplatz (Tiefgang nimmt von Salz- zu Frischwasser zu),
- maximal zulässiger Tiefgang und maximal zulässige Durchfahrtshöhe,
- Verfügbarkeit von Schlepp- und Festmacherbooten sowie Terminalvorgaben für deren Benutzung,
- Angaben zu sämtlichen Festmachvorrichtungen, die vom Land bereitgestellt werden sollen,
- Seite, an der längsseits vertäut werden sollte,
- Anzahl und Größe der Schlauchanschlüsse und Sammelleitungen,
- Sofern vorhanden, der Betriebsbereich für die verwendeten Schiffsverladearme,
- Gasrückführanlage vorhanden oder nicht,
- Vorschriften zu Inertgas,
- Vorschriften zum Messen der Ladung,
- Anforderungen für geschlossenen Ladebetrieb,
- bei Liegeplätzen am Pier, Anordnung des zweiten Zugangs/der Landgangstege oder Verfügbarkeit von Terminalzugangsvorrichtungen,
- Vorabinformationen zu den technischen Daten der geplanten Ladung, Umschlagsaktivitäten oder Änderungen der bestehenden Ladungsumschlagspläne; diese Informationen sollten die Angabe etwaiger toxischer Bestandteile, wie Schwefelwasserstoff und Benzol, enthalten,
- etwaige Einschränkungen für die Tankreinigung und das Gasfreimachen,
- Hinweise zu den Umweltauflagen und Belastungsgrenzen, die für den Liegeplatz gelten,
- Vorrichtungen zur Aufnahme von Slops und Abfall,
- Sicherheitsstufen, die im Hafen gelten.

22.3 Informationsaustausch vor dem Anlegen

22.3.1 Vom Binnentankschiff zum Terminal und/oder Lotsen

Bei Ankunft im Hafen nimmt der Schiffsführer direkt Verbindung zum Terminal und/oder zur Lotsenstation auf. Der Schiffsführer informiert das Terminal über unzulängliche oder inkompatible Anlagen und Geräte des Tankschiffs, die die Sicherheit der Festmacheinrichtung beeinträchtigen könnten.

22.3.2 Vom Terminal zum Binnentankschiff

Vor dem Anlegen sollte das Terminal dem Schiffsführer des Binnentankschiffs Einzelheiten zum Anlegeplan mitteilen. Das Verfahren zum Festmachen des Schiffs sollte beschrieben und vom Schiffsführer in Absprache mit dem Terminal 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,
- alle besonderen Bedingungen, z. B. Wetter, Wassertiefe, Gezeitenströmungen und Schiffsverkehr, die während der Fahrt erwartet werden können,
- Festmachen des Tankschiffs,
- sicherer Zugang.

Für alle Liegeplätze am Pier:

- Mindestanzahl von Festmachvorrichtungen für Binnentankschiffe,
- Anzahl und Position der Poller oder Schnellschlusshaken,
- Anzahl und Position der Sammelleitungsanschlüsse an der Anlegestelle oder Verladearme,
- Beforderungsgrenzen und maximale Wasserverdrängung, Annäherungsgeschwindigkeit und Annäherungswinkel, für die bzw. den der Liegeplatz und die Beforderung ausgelegt sind,
- Sondermerkmal des Liegeplatzes, das als wichtig angesehen wird und dem Schiffsführer vorher mitgeteilt werden sollte,
- Einschränkungen bei der Nutzung von Ankerpfählen.

Wetterbedingte Abweichungen von dem vereinbarten Anlegeplan sind dem Schiffsführer des Tankschiffs so schnell wie möglich mitzuteilen.

22.4 Informationsaustausch vor Ladungsumschlag

Die Durchführung eines sicheren und effizienten Ladungs-, Ballast- und Bunkerumschlags hängt von der effektiven Zusammenarbeit und Koordinierung zwischen allen Beteiligten ab. Dieser Abschnitt verweist auf Informationen, die vor Beginn der genannten Aktivitäten ausgetauscht werden sollten.

22.4.1 Vom Binnentankschiff zum Terminal

Vor Beginn des Ladungsumschlags sollte die verantwortliche Person 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 das Laden und Bunkern

- Angaben zur vorherigen Ladung, zum Tankreinigungsverfahren (sofern zutreffend) und Zustand der Ladetanks und Leitungen
- Wenn das Binnentankschiff bei Ankunft Teilladung an Bord hat, Güteklasse, Menge und Tankverteilung
- Maximal zulässige Lade- und Zuladegeschwindigkeiten
- Maximal zulässiger Druck am Ladeanschluss Tankschiff/Land während des Beladens
- Zulässige Lademengen laut 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)
- Vorgeschlagene Methode zur Begrenzung der Dampfemissionen
- Mengen und Spezifikation der benötigten Bunker
- Verteilung und Mengen des Ballasts sowie, sofern relevant, Zeit, die zum Entladen benötigt wird, und maximaler lichter Freibord
- Menge, Qualität und Verteilung der Slops
- Qualität des Inertgases (sofern zutreffend)
- Kommunikationssystem zur Kontrolle des Ladevorgangs, einschließlich Signal für Notstopp

22.4.1.2 Informationen zur Vorbereitung auf Löschen der Ladung

- Spezifikation der Ladung
- Ob die Ladung toxische Bestandteile enthält, z. B. H₂S, Benzol, Bleizusätze oder Mercaptane
- Andere Eigenschaften der Ladung, die besondere Aufmerksamkeit erfordern, z. B. echter Dampfdruck
- Vorgeschlagene Methode zur Begrenzung der Dampfemissionen
- 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 der Slops
- 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 Binnentankschiff

Die folgenden Informationen sollten der verantwortlichen Person zur Verfügung gestellt werden:

22.4.2.1 Informationen zur Vorbereitung auf das Laden und Bunkern

- Spezifikation der Ladung und bevorzugte Reihenfolge beim Beladen
- Ob die Ladung toxische Bestandteile enthält, z. B. H₂S, Benzol, Bleizusätze oder Mercaptane
- Vorgeschlagene Methode zur Begrenzung der Dampfemissionen
- Andere Eigenschaften der Ladung, die besondere Aufmerksamkeit erfordern, z. B. echter Dampfdruck
- Flammpunkte (sofern zutreffend) der Produkte und deren geschätzte Ladetemperaturen, wenn die Ladung nichtflüchtig ist
- Bunkerspezifikationen einschließlich Schwefelwasserstoffgehalt
- Empfohlene Bunkerfüllgeschwindigkeit
- Genannte Ladungsmengen, die umzuschlagen sind
- Maximale landseitige Ladegeschwindigkeiten
- Wartezeit für normale Pumpenabschaltung
- Maximaler Druck, der am Ladungsanschluss Tankschiff/Land anliegt
- Anzahl und Größe der verfügbaren Schläuche oder Verladearme sowie Sammelleitungsanschlüsse, die für die einzelnen Produkte und Produktgüten benötigt werden, und Gasrückführanlage, soweit erforderlich
- Bewegungseinschränkungen für Schläuche und Verladearme
- Kommunikationssystem zur Kontrolle des Ladevorgangs, einschließlich Signal für Notstopp
- Sicherheitsdatenblätter oder ähnliche Dokumente für die einzelnen umzuschlagenden Produkte
- Prüfung des Überfüllschutzes und der Notfallausrüstung.

22.4.2.2 Informationen zur Vorbereitung auf 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 Tankschiff/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
- Kommunikationssystem zur Kontrolle des Löschvorgangs, einschließlich Signal für Notstopp
- Prüfung des Überfüllschutzes und der Notfallausrüstung
- Angabe der Nachfolmaßnahme, die durch den Überfüllalarm ausgelöst werden
- (Effektives) Nachlenzen (Strippen) und Entleeren der letzten Ladungsreste

22.5 Vereinbarter Ladeplan

Anhand der ausgetauschten Informationen sollten eine Betriebsvereinbarung und eine Sicherheitscheckliste zwischen Binnentankschiff und Land schriftlich zwischen der verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten abgefasst werden, die gegebenenfalls folgende Angaben enthalten:

- Name des Tankschiffs, Liegeplatz, Datum und Uhrzeit,
- Name der Tankschiffs- und Terminalbeauftragten,
- Verteilung der Ladung bei Ankunft und Abfahrt,
- Zu jedem Produkt sollten folgende Angaben gemacht werden:
 - Menge,
 - Ladetank(s) des Tankschiffs, das bzw. die beladen werden sollen,
 - Terminaltank(s), der bzw. die entladen werden sollen,
 - Leitungen, die vom Tankschiff/Terminal genutzt werden sollen,
 - Ladungsumschlagsrate,
 - Betriebsdruck,
 - maximal zulässiger Druck,
 - Temperaturgrenzen,
 - Belüftungsanlage,
 - Stichprobenverfahren.
- Beschränkungen, die aus folgenden Gründen notwendig sind:
 - elektrostatische 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 Binnentankschiffs beladen werden, unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Entladen des Ballasts,
 - Tankwechsel Tankschiff/Land,
 - Vermeidung von Verunreinigungen der Ladung,
 - Reinigen der Rohrleitung zum Beladen (Leitungssystem),
 - sonstige Bewegungen oder Vorgänge, die die Durchflussgeschwindigkeiten beeinträchtigen können,
 - Trimm und Tiefgang des Schiffs,
 - Notwendigkeit der Gewährleistung, dass die zulässigen Spannungen nicht überschritten werden.

- Anfängliche und maximale Ladegeschwindigkeiten, Zuladegeschwindigkeiten und normale Stoppzeiten unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Art der Ladung und/oder Dichte der zu ladenden Dämpfe.
 - Anordnung und Durchsatzleistung der Lade- und Löschleitungen des Tankschiffs und des Gasentlüftungssystems,
 - maximal zulässiger Druck und Durchflussgeschwindigkeit der Schläuche oder Verladearme von Tankschiff/Land,
 - Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung,
 - sonstige Beschränkungen für die Durchflussregelung,
 - Füllungsgrad der Ladeleitung nach dem Laden.
- Methode zur Vermeidung oder Begrenzung von Dampfemissionen auf Deckshöhe unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - echter Dampfdruck der umzuschlagenden Ladung,
 - Ladegeschwindigkeiten,
 - Atmosphärische Bedingungen.
- Bunker- oder Lagerungsaktivitäten,
- Notstopverfahren.

Sobald der Ladeplan abgestimmt wurde, sollte er von der verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten unterzeichnet werden.

22.6 Vereinbarter Löschplan

Anhand der ausgetauschten Informationen sollten eine Betriebsvereinbarung und Sicherheitscheckliste zwischen Binnentankschiff und Land schriftlich zwischen der verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten abgefasst werden, die folgende Angaben enthalten:

- Name des Binnentankschiffs, Liegeplatz, Datum und Uhrzeit,
- Name der Tankschiffs- und Terminalbeauftragten,
- Verteilung der Ladung bei Ankunft und Abfahrt,
- Zu jedem Produkt sollten folgende Angaben gemacht werden:
 - Menge,
 - Tanks an Land, die befüllt werden sollen,
 - Ladetanks des Tankschiffs, die entladen werden sollen,
 - Leitungen, die vom Tankschiff/Terminal genutzt werden sollen,
 - Ladungsumschlagsrate,
 - Betriebsdruck,
 - maximal zulässiger Druck,
 - Temperaturgrenzen,
 - Belüftungsanlagen
 - Stichprobenverfahren,
 - (effektives) Nachlenzen (Strippen) und Entleeren der letzten Ladungsreste,
- 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 Binnentankschiffs gelöscht werden sollen, unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren:
 - Tankwechsel Tankschiff/Land,
 - Vermeidung von Verunreinigungen der Ladung,
 - Reinigen der Rohrleitung zum Löschen,

- Tankreinigung,
- sonstige Bewegungen oder Vorgänge, die die Durchflussgeschwindigkeiten beeinträchtigen können,
- Trimm und Freibord des Tankschiffs,
- Notwendigkeit der Gewährleistung, dass die zulässigen Spannungen nicht überschritten werden,
- Ballastumschlag,
- (effektives) Nachlenzen (Strippen) und Entleeren der letzten Ladungsreste.
- Anfängliche und maximale Löschraten unter Berücksichtigung folgender Faktoren:
 - Spezifikation der zu löschenden Ladung,
 - Anordnung und Durchsatzleistung der Ladeleitungen des Tankschiffs, der landseitigen Rohrleitungen und Tanks,
 - maximal zulässiger Druck und Durchflussgeschwindigkeit der Schläuche oder Verladearme von Tankschiff/Land,
 - Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung,
 - sonstige Beschränkungen.
- Bunker- oder Lagerungsaktivitäten,
- Notstopp- und Notabschaltverfahren.

Sobald der Löschplan abgestimmt wurde, sollte er von der verantwortlichen Person und dem Terminalbeauftragten unterzeichnet werden.

22.7 Vereinbarung zur Durchführung von Reparaturarbeiten

22.7.1 Reparaturarbeiten auf dem Binnentankschiff

Wenn Reparatur- oder Wartungsarbeiten an Bord eines Binnentankschiffs, das am Liegeplatz anliegt, durchzuführen sind, muss die verantwortliche Person den Terminalbeauftragten und, falls erforderlich, die zuständige Behörde darüber in Kenntnis setzen. Es sollte eine Vereinbarung zu den erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen unter entsprechender Berücksichtigung der Art der Arbeiten getroffen werden. Bei Verstößen gegen die Vereinbarung sollte der Terminalbeauftragte das Recht haben, die Genehmigung zurückzuziehen und die Arbeiten einzustellen, bis ein vereinbarter sicherer Betrieb wiederhergestellt ist.

22.7.1.1 Außerbetriebsetzung des Binnentankschiffs

Wenn ein Binnentankschiff am Terminal anlegt, sollten alle Anlagen und Geräte, 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.

Reparatur- und andere Arbeiten, die das Schiff außer Betrieb setzen können, sollten nicht am Liegeplatz durchgeführt werden, ohne vorher die schriftliche Zustimmung des Terminals und, falls erforderlich, der zuständigen Behörde einzuholen.

Ungeplante Bedingungen, die zum Verlust der Funktionsfähigkeit, insbesondere des Sicherheitssystems, führen, sollten dem Terminal sofort mitgeteilt werden.

22.7.1.2 Heißarbeiten auf dem Binnentankschiff

Heißarbeiten an Bord des Binnentankschiffs sind so lange zu untersagen, bis alle geltenden Vorschriften und Sicherheitsanforderungen erfüllt sind und eine Arbeitsgenehmigung erteilt worden ist (siehe Abschnitt 9.3). Das kann den Schiffsführer des Tankschiffs, das Unternehmen, den Chemiker, den Subunternehmer an Land, den Terminalbeauftragten und die zuständige Behörde, sofern zutreffend, betreffen.

Liegt das Schiff längsseits des Terminals, dürfen keine Heißarbeiten durchgeführt werden, bevor nicht mit dem Terminalbeauftragten und der zuständigen Behörde, sofern zutreffend, gesprochen und die Genehmigung erteilt wurde.

Eine Genehmigung für Heißarbeiten sollte nur erteilt werden, nachdem ein Gasfreiheitszertifikat von dem zugelassenen Chemiker ausgestellt wurde.

22.7.2 Reparaturarbeiten am Terminal

Am Liegeplatz eines Binnentankschiffs sollten ohne die Genehmigung des Terminalbeauftragten keine Bau-, Reparatur-, Wartungs-, Demontage- oder Änderungsarbeiten an den Anlagen durchgeführt werden. Liegt ein Tankschiff am Liegeplatz an, sollte der Terminalbeauftragte auch die Zustimmung des Schiffsführers einholen.

22.7.3 Benutzung von Werkzeugen, während sich das Binnentankschiff längsseits des Terminals befindet

Ohne Absprache zwischen dem Terminalbeauftragten und der verantwortlichen Person und ohne Erteilung einer Arbeitsgenehmigung sollte außerhalb des Maschinenraums oder der Wohnbereiche auf dem Schiff oder am Terminal, an dem das Schiff anliegt, weder gehämmert, gespannt oder gesandstrahlt, noch Elektrowerkzeuge benutzt werden.

In allen Fällen sollten sich der Terminalbeauftragte und die verantwortliche Person vergewissern, dass der Bereich während des Einsatzes der Werkzeuge gasfrei ist und bleibt. Die in Abschnitt 4.5 beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen sollten eingehalten werden.

23 Festmachen

Dieses Kapitel befasst sich mit den Vorbereitungen und Verfahren, die erforderlich sind, um während der Liegezeit des Binnentankschiffs an einem Pier wirksame Festmacheinrichtungen bereitzustellen und zu gewährleisten. Auf den Informationsaustausch zwischen Tankschiff und Terminal zu Festmacheinrichtungen wird in Kapitel 22 eingegangen.

Die Benutzung von Festmacherausrüstung wird ausführlich in den einschlägigen nationalen und internationalen Publikationen/Bestimmungen beschrieben. Den Betreibern von Tankschiff und Liegeplatz wird dringend empfohlen, den betreffenden Arbeitskräften zweckdienliche Angaben mitzuteilen, um ein sicheres Festmachen zu gewährleisten.

23.1 Sicherheit beim Festmachen

Das Festmachen und Ablegen und die Gewährleistung der Effektivität der Festmacheinrichtungen gehören zu den routinemäßigsten und kritischsten Tätigkeiten des Personals von Tankschiffen und Schiffsterminals. Sie gehören zu den risikoreichsten Tätigkeiten, die das Personal ausübt.

Während des Festmachens und Ablegens ist das Personal von Tankschiffen und Terminals einem erhöhten Risiko ausgesetzt. Zu den potenziellen Gefahren gehören unter Spannung stehende Leitungen, in Betrieb befindliche Winden, Schleppleinen und Leinen, die von Festmacherbooten und Schleppern bedient werden.

Wenn sich das Tankschiff längsseits befindet und Umschlagsaktivitäten durchführt, ist die Gefahr anders, aber das Risiko für das Personal bleibt bestehen. Gewährleisten, dass das Tankschiff sicher am Liegeplatz festgemacht bleibt, ist von kritischer Bedeutung. Diese Arbeiten sollten von sachkundigem Personal sorgfältig durchgeführt werden, um ihre Sicherheit zu gewährleisten. Die Sicherheit des Tankschiffs, der Umschlagsvorgänge und der Ausrüstung darf nicht beeinträchtigt werden.

Eine effektive Schnittstelle zwischen Tankschiff und Terminal ist unerlässlich, um zu gewährleisten, dass jedes Festmachen, egal wie häufig es durchgeführt wird, sicher bleibt. Dazu gehört eine effektive Kommunikation vor der Ankunft, eine gründliche Planung, gute Verfahren, gut gewartete Ausrüstung und geschultes und kompetentes Personal, das sich der Gefahren und Risiken voll bewusst ist. Fehler in diesem Bereich können sowohl das Personal des Tankschiffs und des Terminals gefährden als auch Schäden am Tankschiff, an der Terminalausrüstung und an der Umwelt verursachen.

23.1.1 Zurückschnellen

Es gibt mehrere Gefahrenquellen für das Personal, das in oder in der Nähe der Festmachvorrichtungen arbeitet. Eine unmittelbare Ursache für viele Verletzungen von Tankschiff- und Terminalpersonal ist der Bruch von Festmacheinen in Verbindung mit dem Phänomen des Zurückschnellens (Snap-Back).

Dieses Thema wird in den OCIMF-Richtlinien *Mooring Equipment Guidelines* und *Effective Mooring* (Richtlinien für Festmacherausrüstung und Effektivität beim Festmachen) ausführlicher behandelt. Es kann immer zum Bruch der Leinen kommen, und folgende Aspekte sind zu beachten.

Wenn eine Leine gespannt wird, dehnt sie sich und speichert Energie. Unter Zurückschnellen versteht man, dass beim Bruch einer gespannten Leine die Bruchenden schnell und heftig zurückschnellen, wenn diese Energie plötzlich freigesetzt wird.

Ein Zurückschnellen ist bei allen Arten von Leinen möglich, aber am stärksten tritt es bei einigen synthetischen Leinen auf, die mehr Eigenelastizität haben und weniger steif sind als andere. Auch bei Drähten und HMSF-Fasern (High Modulus Synthetic Fibre), die wenig dehnbar sind, kann es zu einem solchen Zurückschnellen kommen, das jedoch weniger stark ausgeprägt sein mag. Bei Drähten und HMSF ist es wahrscheinlicher, dass es zu einem größeren Zurückschnellen kommt, wenn sie mit synthetischen Reckern verbunden sind, die eine höhere Eigenelastizität und gespeicherte Energie haben.

Die Kraft des Zurückschnellens ist so groß wie die Energie, die in der Festmacheleine gespeichert ist, wenn sie bricht. Dies bedeutet ein erhebliches Risiko für alle Personen, die im Festmachbereich eines Tankschiffs, Schleppers oder Liegeplatzes arbeiten. Es sollten Maßnahmen festgelegt werden, um diese Risiken zu beseitigen oder das Personal vor diesen Risiken zu schützen. Dies kann durch schiffbauliche Maßnahmen und gute Betriebsverfahren und -praktiken erreicht werden.

Ausbildung, ordnungsgemäße Überwachung und gute Kommunikation sind das erste Mittel der Wahl. Zu den weiteren Maßnahmen gehören:

- sicherer Zugang zu Windensteuerungen,
- Positionierung von Aufsichtspersonal, Tankschiff- und Terminalpersonal mit freier Sicht auf den Vorgang,
- Bereitstellung von Betriebs- und Personalmanagementverfahren,
- eine angemessene Sichtlinie für den gesamten Arbeitsbereich des Anlegedecks,
- Nutzung von Leinen mit möglichst direkter Führung von der Winde zur Klüse des Tankschiffs,
- Minimierung von kreuzenden Leinen im Deckbereich,
- Minimierung der Nutzung von Verholrollen,
- Vermeiden von scharfkantigen Führungen,
- Personal einsetzen, das für das Festmachen geschult ist,
- Einweisung des Tankschiff- und Terminalpersonals in Hinblick auf das geplante Festmachen, einschließlich:
 - geplante Anordnung beim Festmachen,
 - zu verwendende Winden und Leinen,
 - zu verwendende Festmacherhaken und Poller an Land.

Aufgrund der räumlichen Enge des Anlegedecks, der Anzahl der Personen, die am Festmachen und Ablegen beteiligt sind, und der Nähe zu den unter Spannung stehenden Festmacheleinen wird ein Zurückschnellen in der Regel als höheres Risiko für das Personal von Tankschiffen angesehen. Aber auch das Personal an Land kann der Gefahr ausgesetzt sein, wenn Leinen brechen. Die oben genannten Maßnahmen sollten bei der Planung und dem Betrieb von Einrichtungen an Land berücksichtigt werden.

Einige Tankschiffe und Terminals kennzeichnen Gefahrenzonen, in denen ein Zurückschnellen eine Gefahr darstellen kann. Diese Praxis wird nicht empfohlen, da es nicht möglich ist, den gesamten Bereich der Zonen, in denen die Gefahr des Zurückschnellens besteht, genau zu bestimmen. Auch kann die Kennzeichnung von Gefahrenzonen ein falsches Gefühl der Sicherheit außerhalb dieser Bereiche vermitteln.

Das gesamte Anlegedeck und der Festmacherbereich an dem Pier sollten als Bereich mit erhöhtem Risiko betrachtet werden. Das Personal sollte durch Beschilderung darauf aufmerksam gemacht werden, dass es einen Risikobereich betritt.

23.2 Sicherheit des Festmachens

Übermäßige Bewegungen oder ein Abdriften des Binnentankschiffs vom Liegeplatz infolge eines unsachgemäßen Festmachens könnten zu Verletzungen der Arbeitskräfte und Schäden an den Anlagen des Piers und des Tankschiffs 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 Tankschiff sicher festgemacht ist.

23.3 Vorbereitungen für die Ankunft

23.3.1 Festmacherausrüstung des Tankschiffs

Vor Ankunft eines Tankschiffs im Hafen oder am Liegeplatz sollten alle notwendigen Festmacherausrüstungen einsatzbereit sein. Die Anker sollten einsatzbereit sein, sofern deren Benutzung nicht verboten ist. Für das Festmachen sollten immer genügend Besatzungsmitglieder zur Verfügung stehen.

23.3.2 Nicht zutreffend

23.3.3 Nicht zutreffend

23.4 Festmachen an Liegeplätzen am Pier

Für ein effektives Festmachen der Binnentankschiffe sind fundierte Kenntnisse der Festmachprinzipien, Informationen über die auf dem Tankschiff angebrachte Festmacherausrüstung, eine ordnungsgemäße Wartung dieser Ausrüstung und eine regelmäßige Wartung der Festmacheleinen erforderlich. Das Personal sollte die OCIMF-Richtlinien *Effective Mooring* (Effektivität beim Festmachen) für ein grundlegendes Verständnis der betrieblichen und sicherheitstechnischen Aspekte des Anlegens nutzen.

Den Betreibern von Binnentankschiffen und Schiffsführern wird außerdem empfohlen, die umfassenderen OCIMF *Mooring Equipment Guidelines* (*Richtlinien für Festmacherausrüstung*) zu Rate zu ziehen. Diese Richtlinien wurden für Hochseetankschiffe erstellt, sie enthalten jedoch wichtige detaillierte Informationen, die auf alle Schiffstypen anwendbar sind (z. B. Nutzung von HMSF-Leinen) und ein umfassendes Verständnis der technischen, betrieblichen und sicherheitsrelevanten Aspekte ermöglichen. *Effektivität beim Festmachen* ist ein ergänzender Leitfaden für die *Richtlinien für Festmacherausrüstung* und hilft bei der Erarbeitung von Anlegeplänen und Sicherheitsverfahren.

Für die Sicherheit des Tankschiffs, einschließlich des ordnungsgemäßen Festmachens, ist in erster Linie der Schiffsführer verantwortlich. Am Terminal sind jedoch die örtlichen Gegebenheiten des Betriebsumfelds und das Potential der Anlagen an Land bekannt. Daher sollten vom Terminal dem Schiffsführer des Tankschiffs Hinweise zur Beschaffenheit der Festmacheleinen und zu den Betriebsgrenzen gegeben werden.

23.4.1 Art und Qualität der Festmacheleinen

Festmacheleinen sollten vorzugsweise alle aus demselben Material bestehen und die gleiche Struktur aufweisen. Für alle Binnentankschiffe werden Seile mit niedrigen elastischen Dehnungseigenschaften empfohlen, da sie die Bewegung des Schiffs am Liegeplatz einschränken.

Nicht empfohlen werden Festmacher, die komplett aus hochelastischen Seilen bestehen, da sie sich bei starkem Wind, Strömungen oder durch die Einwirkung vorbeifahrender Tankschiffe übermäßig bewegen können. Innerhalb eines bestimmten 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 verschleißen schneller als Stahlseile oder Seile aus hochfesten Synthetikfasern. Alle Seile und Drahtseile müssen regelmäßig geprüft und bei Anzeichen von Beschädigung ausgetauscht werden.

23.4.2 Anleitung beim Festmachen am Liegeplatz

23.4.2.1 Wartung der Festmachvorrichtungen

Die Besatzung des Binnentankschiffs ist für die regelmäßige Überwachung und sorgfältige Pflege der Festmachervorrichtungen verantwortlich, während entsprechend qualifiziertes Landpersonal die Festmachervorrichtungen regelmäßig kontrollieren sollte, um sich von ihrer ordnungsgemäßen Pflege zu überzeugen.

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 Tankschiff vom Platz wegbewegen kann oder andere Leinen übermäßig belastet werden. Das Tankschiff sollte in Berührung mit den Fendern bleiben und das Festmachen sollte nicht schlaff werden, wenn sich das Schiff von den Fendern wegdreht.

Sobald die Festmacheleinen 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

Viele Binnentankschiffe sind heute mit selbstaufwickelnden Verholwinden ausgestattet, insbesondere wenn Draht- oder HMSF-Leinen verwendet werden. Bei selbstaufwickelnden Verholwinden gibt es zwei Kategorien: ungeteilt (eine einzelne Trommel bewahrt die Leine auf und hält sie) und eine geteilte (unterteilt in eine Spann- oder Arbeitstrommel und eine Aufbewahrungstrommel). Bestimmte Merkmale dieser Winden müssen von der Besatzung des Tankschiffs klar verstanden werden, damit vermieden wird, dass sich das Schiff aufgrund von gelösten Windenbremsen vom Liegeplatz losreißen kann.

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 in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal alle 12 Monate, geprüft werden. Die Protokolle über regelmäßige Wartungen, Inspektionen und Prüfungen sollten auf dem Schiff aufbewahrt werden. Ausführlichere Informationen über die Vorschriften für die Prüfung von Windenbremsen und Testkits finden Sie in den *Mooring Equipment Guidelines (Richtlinien für Festmacherausrüstung)* des OCIMF.

Bei signifikantem Verschleiß müssen die Beläge oder Klötze ausgewechselt werden.

Außerdem gibt es eine Reihe von Betriebsabläufen die, wenn sie nicht ordnungsgemäß beachtet werden, das Haltevermögen der Windenbremsen stark verringern können. Dazu gehören:

Anzahl der Seilschichten auf der Trommel

Die Auslegungshaltekraft der Windenbremse wird in der Regel in Bezug auf die erste Lage berechnet. Bei jeder weiteren Schicht verringert sich die Haltekraft. Diese Verringerung kann beträchtlich sein, wobei die zweite Schicht auf 89 % der Nennhaltekraft reduziert wird und mit jeder weiteren Schicht weiter abnimmt, bis hin zu 69 % bei der fünften Schicht.

Wickelrichtung auf der Windentrommel

Bei Winden mit einzelnen und geteilten Trommeln nimmt die Haltekraft der Bremse stark ab, wenn die Festmacheleine in falscher Richtung auf der Trommel aufgewickelt wird. Vor der Ankunft am Liegeplatz ist es wichtig, sich zu vergewissern, dass die Zugrichtung der Festmacheleine den Empfehlungen und Hinweisen des Herstellers entspricht.

In der Regel wird dies eher gegen das befestigte Ende des Bremsbandes als gegen das festgeklemmte Ende sein. Das Aufwickeln in die falsche Richtung kann zu einer starken Verringerung der Bremshaltekraft, in einigen Fällen sogar bis zu 50 %, führen. Die Trommel sollte dauerhaft mit der richtigen Aufwickelrichtung gekennzeichnet sein. Dieses Thema wird in den OCIMF-Richtlinien *Mooring Equipment Guidelines* oder *Effective Mooring (Richtlinien für Festmacherausrüstung und Effektivität beim Festmachen)* ausführlicher behandelt.

Winden mit Scheibenbremsen haben 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.

Betätigung der Bremse

Bremsen müssen entsprechend festgezogen werden, damit sie die erforderliche Haltekraft erreichen. 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 Binnentankschiff. 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

24 Vorsichtsmaßnahmen auf dem Binnentankschiff und an Terminals während des Ladungsumschlags

Dieses Kapitel enthält Hinweise zu Vorsichtsmaßnahmen, die auf Binnentankschiffen und an Land zu befolgen sind, wenn Umschlag-, Ballast-, Bunker-, Tankreinigungs-, Gasfreimach- und Spülvorgänge im Hafen geplant sind. Das Ausschalten von Brand- und Explosionsrisiken hat dabei oberste Priorität. Die Gefahren, die mit Rauchen, Küchen, Elektrogeräten und anderen potenziellen Zündquellen verbunden sind, werden in Kapitel 4 beschrieben.

Ausführliche Informationen über technische Ausrüstungen und Vorgänge, die sich prinzipiell entweder auf das Binnentankschiff oder auf das Terminal beziehen, sind in Teil 2 bzw. 3 dieses Leitfadens enthalten.

24.1 Außenöffnungen in Wohnungen und Maschinenräumen

Wohnungen und Maschinenräume eines Binnentankschiffs enthalten Geräte, die nicht für die Benutzung in entzündbaren Atmosphären geeignet sind. Es ist wichtig, dass keine flüchtigen Ladungsgase in diese Räume gelangen.

Während der Lade- und Lösch-, Gasfreimach-, Tankreinigungs- und Spülvorgänge sollten alle nach außen führenden Türen, Luken und ähnlichen Öffnungen im Schiff geschlossen sein.

Eine Eingangstür mit Fliegengitter ist kein sicherer Ersatz für eine Außentür. Unter bestimmten Umständen oder aufgrund baulicher Besonderheiten des Tankschiffs kann es sein, dass weitere Türen und Luken geschlossen bleiben müssen.

Wenn Außentüren zum Betreten geöffnet werden müssen, sollten sie so bald wie möglich wieder geschlossen werden. Sofern möglich sollte eine Einzeltür für den Arbeitszugang zum Hafen verwendet werden. Türen, die immer geschlossen bleiben müssen, sollten deutlich gekennzeichnet werden.

Normalerweise sollten Türen im 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 die Besatzung, die sich im Innenbereich aufhält, gibt. Auch wenn sich die Besatzung unbehaglich fühlt, wenn sie sich in einer Wohnung aufhält, die bei Wärme und hoher Luftfeuchtigkeit komplett geschlossen ist, sollte dies im Interesse der Sicherheit akzeptiert werden.

24.2 Klima- und Lüftungsanlagen

Auf Binnentankschiffen mit Klimaanlage ist es wichtig, dass in Wohnungen 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 in Wohnungen gesaugt. 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 Küche und in den Sanitärräumen der atmosphärische Druck in Wohnungen so stark reduziert wird, dass er unter den Umgebungsdruck der Außenluft fällt.

Es ist von Vorteil, wenn die Gasspür- 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 Klimaanlagen haben oder auf denen zusätzliche Anlagen installiert wurden. Die vorrangige Überlegung in allen Fällen geht dahin, dass auf keinen Fall Kohlenwasserstoffgase in die Wohnungen dringen dürfen.

Außen angebrachte Klimaanlagen sollten 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 entzündbaren Gase sicher ist.

Auf Tankschiffen mit natürlicher Belüftung sollten die Belüftungseinrichtungen so eingestellt werden, dass das Eindringen von Dämpfen verhindert wird. Wenn die Belüftungseinrichtungen so angebracht sind, dass Dämpfe ungeachtet der Richtung, in der sie eingestellt sind, eindringen können, sollten sie bedeckt, verstopft oder geschlossen werden.

24.3 Öffnungen in Ladetanks

24.3.1 Ladetankdeckel⁵

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.

24.3.2 Sicht- und Peilöffnungen⁵

Während des in Abschnitt 24.1 genannten Ladungs- und Ballastumschlags sollten die Sicht- und Peilöffnungen geschlossen bleiben, es sei denn, sie müssen für Mess- und Probenahmezwecke geöffnet werden, was zwischen dem Binnentankschiff und dem Terminal vereinbart wird.

Wenn aufgrund der Anlagenkonstruktion die Sicht- oder Peilöffnungen zu Lüftungszwecken geöffnet werden müssen, sollten die Öffnungen durch eine Flammensperre/eine Flammendurchschlagsicherung geschützt werden, die kurzzeitig zum Peilen, Sichten, Messen und Probenehmen entfernt bzw. geöffnet werden darf. Diese Flammensperren oder Flammendurchschlagsicherungen sollten gut sitzen und in einem sauberen und ordnungsgemäßen Zustand sein.

24.3.3 Entlüftungsöffnungen der Ladetanks⁵

Das Tankentlüftungssystem des Ladetanks sollte auf die jeweiligen Vorgänge eingestellt werden. Hochgeschwindigkeitsventile sollten auf die Position eingestellt werden, die eine hohe Austrittsgeschwindigkeit des entlüfteten Gases gewährleistet.

Wenn flüchtige Ladung in Tanks geladen wird, die an eine Belüftungsanlage angeschlossen sind, die auch Tanks versorgt, in denen nichtflüchtige Ladung geladen ist, muss verhindert werden, dass entzündbares Gas in die Tanks gelangt, die mit nichtflüchtiger Ladung befüllt werden. Besonderes Augenmerk sollte auf die Einstellung der Überdruck-/Unterdruckventile (P/V-Ventile) der zugehörigen Belüftungsanlage und der Absperrventile der Gasleitungen sowie der Inertgasanlage (sofern vorhanden) gelegt werden.

Wenn Tanks zur Vermeidung einer Kreuzkontamination isoliert werden, sollte die Wahrscheinlichkeit, dass Sauerstoff aufgrund der Druckschwankungen in den Tank strömt, berücksichtigt werden. Gegebenenfalls müssen Pläne erstellt werden, um den inerten Zustand vor dem Löschen wiederherzustellen.

⁵ Zu beachten sind die nationalen oder internationalen gesetzlichen Vorschriften zu gefährlichen Gütern und die spezifischen Anforderungen in diesem Zusammenhang.

24.3.4 Öffnungen für die Tankreinigung⁵

Während der Tankreinigungs- oder Gasfreimachvorgänge 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 sollten mit Gittern abgedeckt werden. Andere Tankreinigungsdeckel können vorbereitend gelöst werden, sollten aber voll geschlossen bleiben.

24.4 Prüfung der Ladetanks der Binnentankschiffe vor dem Beladen⁶

Im Allgemeinen sollte die Prüfung der Ladetanks vor dem Beladen erfolgen, ohne die Tanks zu betreten.

Es kann mitunter erforderlich sein, die Deckel der Tankreinigungsöffnungen zur Sichtung der Tankteile, die von den Peil- oder Sichtöffnungen nicht eingesehen werden können, zu entfernen. Die Deckel müssen nach der Prüfung sofort wieder geschlossen und gesichert werden. Die Person, die die Prüfung durchführt, sollte darauf achten, keine Gase oder Inertgas einzuatmen, wenn die zu prüfenden Tanks nicht gasfrei gemacht wurden.

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.

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.

Vor Betreten eines inertisierten Tanks muss dieser gasfrei gemacht werden. Sofern nicht alle Tanks gasfrei sind und die Inertgasanlage vollständig isoliert ist, muss jeder einzelne Tank, der zu Prüfzwecken betreten werden soll, von der Inertgasanlage isoliert werden (siehe Abschnitt 10.5).

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 des Ladungs- oder Ballastumschlags geschlossen bleiben, da Erdöl- oder chemische Gase angesaugt werden könnten.

Auf den Deckeln der Tanks für getrennten Ballast muss deutlich gekennzeichnet sein, für welchen Tank sie bestimmt sind.

24.6 Binnentankschiff-Land-Ladungsanschlüsse

24.6.1 Flanschverbindungen

Die Flansche für die Schiff-Land-Ladungsanschlüsse am Ende der Terminalleitungen und an der Sammelleitung des Tankschiffs sollten den nationalen oder internationalen gesetzlichen Vorschriften entsprechen.

Die Flanschflächen und Dichtungen sollten in einem sauberen und ordnungsgemäßen Zustand sein. Am Lagerort sollten die Flansche entsprechend vor Korrosion/Lochfraß geschützt werden.

⁶ Zu beachten sind die internationalen oder nationalen gesetzlichen Vorschriften zu gefährlichen Gütern und die spezifischen Anforderungen in diesem Zusammenhang.

Bei Schraubverbindungen ist darauf zu achten, dass kein Schraubenloch freibleiben sollte. 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.

24.6.2 Entfernen der Blindflansche

Alle Sammelleitungsflansche des Binnentankschiffs und Terminals sollten mit entfernbaren Blindflanschen aus Stahl oder einem anderen zugelassenen Material wie z. B. Phenolharz und vorzugsweise mit Griffen versehen sein.

Vor Entfernen der Blindflansche von den Tankschiffs- 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 Betriebsdruck der Leitung oder der Anlage, an die sie angeschlossen sind, standhalten. Die Stärke der Blindflansche sollte 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.

Tankschiff 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 Ladungsanschlüssen von Binnentankschiff zum 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 getrennt 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).

24.7 Unbeabsichtigte Schütt- und Leckverluste

24.7.1 Allgemein

Das Tankschiffs- und Landpersonal sollte genau beobachten, ob zu Beginn und während des Ladungsumschlags 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- oder Bunkertanks, die begefüllt wurden, sollten gelegentlich während der verbleibenden Ladevorgänge geprüft werden, um sicherzustellen, dass die Tanks nicht infolge undichter Ventile oder unsachgemäßer Vorgänge überlaufen.

Bei Doppelhüllen-Tankschiffen sollte auf die Stabilität während des Ballast- und Ladungsumschlags geachtet werden. Wichtig ist, dass die transversale metazentrische Höhe nicht so stark unterschritten wird, dass beim Entladen des Ballasts aus den Tanks mit Doppelböden 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 Verladearmen sollten die darüber laufenden Vorgänge 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, sollte der Ladungsumschlag sofort gestoppt werden und darf 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 passende vorbeugende Maßnahmen getroffen werden.

Es sollten Mittel für die prompte Entfernung von Leckagen an Deck bereitgestellt werden. Bei Ölunfällen müssen das Terminal und die zuständigen Behörden verständigt und die maßgeblichen Notfallpläne des Tankschiffs und der Landseite, die bei einer Ölverschmutzung zum Tragen kommen, aktiviert werden.

Die zuständigen Behörden 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 dem Ladungsumschlag begonnen wird, müssen alle Speigatte an Deck⁷ und, sofern zutreffend, offenen Abläufe am Pier effektiv verschlossen werden, um zu verhindern, dass verschüttete Produkte in das Wasser im Umkreis des Tankschiffs 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 Slop tank oder anderen geeigneten Aufnahmebehälter geleitet werden. Der Tankdruck sollte reduziert werden, um das Entleeren, sofern erforderlich, zu erleichtern.

24.7.4 Auffangen von austretenden Ladungen

Unter den Sammelleitungsanschlüssen des Binnentankschiffs und Terminals sollte ein Auffangbehälter mit den entsprechenden Entleerungsvorrichtungen fest angebracht werden. Wenn es keine fest angebrachten Auffangbehälter gibt, sollten tragbare Auffangbehälter unter jeden aktiven Anschluss gestellt werden, um austretende Flüssigkeiten aufzufangen. Die Verwendung von Kunststoff sollte vermieden werden, sofern es keine elektrische Masseverbindung gibt.

24.7.5 Nicht verwendete Binnentankschiffs- und landseitige Ladungs- und Bunkerrohrleitungen

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, die am Liegeplatz nicht benutzt werden, müssen mit einem Blindflansch gesichert werden.

Alle Ladungs- und Bunkerleitungen des Binnentankschiffs, die nicht genutzt werden, müssen an der Sammelleitung mit einem Blindflansch gesichert werden. Sofern vorhanden, sollten die Ladeleitungen zu den Heck- oder Bug-Sammelleitungen von der Ladung entleert und vom Hauptleitungssystem des Binnentankschiffs getrennt werden.

⁷ Zu beachten sind die internationalen, nationalen oder örtlichen gesetzlichen Vorschriften und die spezifischen Anforderungen in diesem Zusammenhang.

24.8 Brandbekämpfungsausrüstung

Liegt ein Binnentankschiff längsseits des Liegeplatzes, muss die Brandbekämpfungsausrüstung zum sofortigen Einsatz bereit sein.

An Bord des Tankschiffs wird das in der Regel durch die einsatzbereiten Feuerlöschschläuche/-monitore mit Sprüh-/Strahldüsen sichergestellt. Tragbare Feuerlöscher mit Löschpulver im Bereich der Ladung bieten zusätzlichen Schutz vor kleinen Stichflammen.

Die Brandbekämpfungsausrüstung am Pier sollte zum sofortigen Einsatz bereit sein. Auch wenn das vielleicht nicht das Aufstellen der Schläuche beinhaltet, sollten die Vorbereitungen auf einen Noteinsatz der Brandbekämpfungsausrüstung ersichtlich sein und dem Schiff mitgeteilt werden. Die Bereitstellung tragbarer Feuerlöscher für die Nutzung in der Nähe des Bereichs der Sammelleitungen am Pier sollte in Betracht gezogen werden.

24.9 Nähe zu anderen Schiffen

24.9.1 Binnentankschiff an angrenzenden Liegeplätzen

Entzündbare und/oder toxische Produktgaskonzentrationen können auftreten, wenn ein anderes Binnentankschiff an einem angrenzenden Liegeplatz Ladung oder Ballast umschlägt oder Spül-, Tankreinigungs- oder Gasfreimachvorgänge durchführt. Unter diesen Umständen sollten entsprechende Vorsichtsmaßnahmen, wie in Abschnitt 24.1 beschrieben, getroffen werden.

24.9.2 Normales Frachtschiff an angrenzenden Liegeplätzen

Es ist unwahrscheinlich, dass ein normales Frachtschiff in der Lage ist, die Sicherheitsanforderungen in Bezug auf potenzielle Zündquellen, wie z. B. Rauchen, offenes Feuer, Koch- und Elektrogeräte, so umfassend zu erfüllen wie ein Binnentankschiff.

Wenn sich ein normales Frachtschiff also an einem Liegeplatz in der Nähe eines Binnentankschiffs befindet, das flüchtiges Erdöl lädt oder löscht, nichtflüchtige Produkte in Tanks lädt, die Kohlenwasserstoffgase enthalten, oder nach dem Löschen der flüchtigen Produkte spült oder gasfrei macht, muss das Terminal die damit verbundenen Sicherheitsrisiken bewerten und zusätzliche Vorkehrungen zu den in diesem Kapitel beschriebenen treffen. Diese Vorsichtsmaßnahmen sollten auch die Inspektion auf dem betroffenen normalen Frachtschiff einschließen und klar festlegen, welche Vorsichtsmaßnahmen an Bord des Tankschiffs durchzuführen sind.

24.9.3 Umschlagaktivitäten von Binnentankschiffen an Liegeplätzen mit normaler Ladung

Wenn Umschlagaktivitäten von Binnentankschiffen 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 andere Geräte den Anforderungen genügen, die für die Auslegung und Installation von Elektrogeräten in gefährdeten Bereichen gelten.

Dementsprechend sollten am Terminal zusätzlich zu den in diesem Kapitel beschriebenen Maßnahmen weitere Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden. Dazu gehören Zufahrtsbeschränkungen für Fahrzeuge, entfernbare Schranken zur Regelung des Zugangs zum Liegeplatz, zusätzliche Brandbekämpfungsausrüstung und die Kontrolle von Zündquellen, Beschränkungen für die Bewegung von Waren und Geräten sowie das Heben von Lasten.

24.9.4 Schlepper und andere Boote längsseits

Die Anzahl der Fahrzeuge, die längsseits eines Binnentankschiffs kommen, und die Dauer ihres Aufenthaltes sollten auf ein Minimum beschränkt oder untersagt werden. Gemäß den Bestimmungen der Hafenbehörde sollten nur zugelassene Fahrzeuge, 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 Besatzung ein Rauchverbot erteilen und offenes Feuer auf dem Fahrzeug verbieten. Werden diese Bestimmungen nicht eingehalten, sollten die Arbeiten eingestellt werden.

Die Terminals sollten den Betreibern von zugelassenen Fahrzeugen entsprechende Anweisungen zur Nutzung von Motoren und anderen Geräten und Ausrüstungen erteilen, um Zündquellen zu vermeiden, wenn sie längsseits eines Tankschiffs oder eines Piers fahren. Falls erforderlich schließt dies auch die Bereitstellung von Funkenfängern für Motorabgase und Anleitungen für eine ordnungsgemäße Befederung ein. Die Terminals sollten auch um angemessene Hinweise bitten, die gut sichtbar an dem Fahrzeug angebracht werden und Besatzung und Fahrgäste über die einzuhaltenden Sicherheitsvorkehrungen informieren.

Wenn unbefugte Fahrzeuge längsseits kommen oder in einer Position festmachen, die die Arbeiten behindern können, sollte dies der zuständigen Behörde und/oder dem Terminalbeauftragten mitgeteilt werden. Die Arbeiten sollten, falls erforderlich, eingestellt werden.

24.10 Hinweise

24.10.1 Hinweise auf dem Binnentankschiff

Wenn sich ein Schiff längsseits des Terminals befindet, sollten Hinweise an Deck, die auf beiden Seiten zu sehen sind, oder an den Landgangstegen angebracht werden, so wie es die internationalen gesetzlichen Vorschriften (für gefährliche Güter) vorsehen:

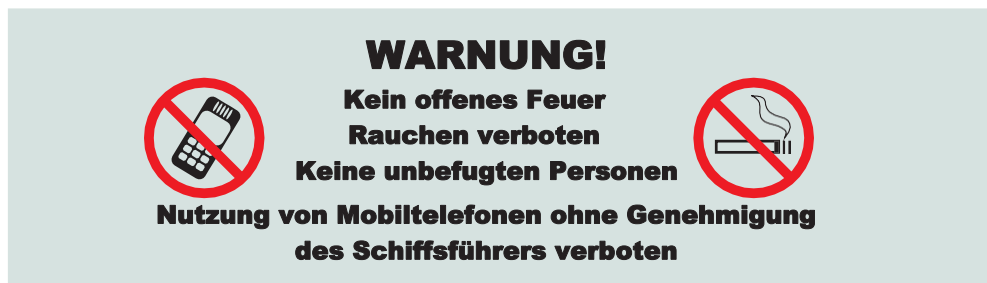


Abbildung 24.1: Hinweise auf dem Binnentankschiff

24.10.2 Hinweise am Terminal

Am 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 Pier 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 Liegeplatz des Binnentankschiffs zu den sicheren Bereichen an Land sollten klar gekennzeichnet sein.

24.11 Besatzungsvorschriften

Die Besatzungsstärke sollte gewährleisten, dass alle Vorgänge an der Schnittstelle Binnentankschiff/Terminal sicher durchgeführt werden. Sie sollte auch gewährleisten, dass Notfallsituationen bewältigt und die Sicherheit während des Aufenthalts des Binnentankschiffs am Terminal jederzeit gewahrt werden können.

Einzelheiten zur Besatzung des Binnentankschiffs und des Terminals sollten während der Vorbesprechung zu den Umschlagaktivitäten erörtert werden, um zu gewährleisten, dass alle an der Schnittstelle Binnentankschiff/Terminal Beteiligten vollständig über die Verfügbarkeit von Personal zur Bewältigung von Betriebs- und Notfallsituationen informiert sind. Dies ist besonders wichtig, wenn ein Liegeplatz nicht ständig besetzt ist.

Die Personen, die mit den Vorgängen 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, Küchen, Elektrogeräten und anderen potenziellen Zündquellen verbunden sind, werden in Kapitel 4 beschrieben.

24.13 Kontrolle von Fahrzeugen und anderer Ausrüstung

Die Nutzung von Fahrzeugen und Ausrüstungen sollte besonders in den Gefahrenzonen kontrolliert werden. Die Wege zu und von den Arbeitsplätzen und Parkflächen sollten deutlich gekennzeichnet sein. Sofern erforderlich sollten Absperrungen oder Zäune bereitgestellt werden, um unbefugten Zutritt zu verhindern.

24.14 Nicht zutreffend

25 Bunkerbetrieb

Überlauf- und Leckverluste während des Bunkerns sind eine Hauptursache der Ölverschmutzung. Die Erfahrung hat gezeigt, dass das Überfüllen von Bunkern und Leckagen in vielen Fällen auf menschliches Versagen zurückzuführen sind.

Die wachsende Besorgnis über die Folgen der Binnenschifffahrt für die Umwelt hat dazu geführt, dass sich die Branche alternativen Kraftstoffen zuwendet, darunter Wasserstoff, Methanol, Elektrizität und Flüssiggas als primäre oder hybride Energiequelle für den Antrieb.

In Erwartung weiterer bewährter Verfahrensweisen in diesem Kapitel über LNG und alternative Kraftstoffe wird auf die Society for Gas as a Marine Fuel (SGMF) verwiesen. Ein einführender Leitfaden kann unter <https://sgmf.info> heruntergeladen werden.

Dieses Kapitel enthält Anleitungen für die Planung und Durchführung des Bunkerbetriebs und ein Beispiel für eine Sicherheitscheckliste vor der Übergabe.

25.1 Allgemein

Der Bunkerbetrieb sollte sorgfältig geplant und durchgeführt werden und den geltenden Vorschriften entsprechen.

Die Besatzung, die mit dem Bunkerbetrieb an Bord befasst ist, sollte mit keinen anderen Aufgaben betraut sein und während des Zuladevorgangs am Arbeitsplatz bleiben. Im Allgemeinen gilt das Bunkern während des Ladungsumschlags nicht als bewährte Verfahrensweise, da Interessenkonflikte für das Betriebspersonal zu vermeiden sind. Es kommt oft zu Schüttverlusten, wenn die Besatzungsmitglieder durch andere Aufgaben abgelenkt sind.

Wenn die Bunkerlieferung durch Binnenschiffe erfolgt, sind die Hinweise in Abschnitt 11.9.2 zu beachten.

25.2 Bunkerverfahren

Schiffsbetreiber sollten verlangen, dass der Bunkerbetrieb 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. Der Betreiber sollte unter anderem folgende Punkte bei der Festlegung der Verfahren 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 das Zuladen bestimmen,
- besondere Vorsichtsmaßnahmen beim Beladen von Doppelbodentanks,
- Vorrichtungen für die Bunkertankbelüftung,
- Überlaufvorrichtungen,
- Messsystem auf Funktionstüchtigkeit und Genauigkeit prüfen,
- Alarmeinstellungen an den Überfüllalarmvorrichtungen,
- Bunkerüberfüllsicherung (in der Regel ist die Bunkerüberfüllsicherung nur eine Notstoppvorrichtung und sollte nicht als Standardvorrichtung zum Stoppen des Bunkervorgangs genutzt werden),
- vor Beginn des Bunkerns muss die Kommunikation zwischen Lieferant und Empfänger hergestellt werden, einschließlich der Kommunikationsverfahren für den Bunkervorgang und den Notstopp,

331- Internationaler Sicherheitsleitfaden für die Binnentankschifffahrt und Binnentankterminals

- Besatzungsvorschriften zur Gewährleistung sicherer Arbeiten (z.B. Deckswache),
- Bunkerbetrieb überwachen und prüfen, ob er dem vereinbarten Verfahren entspricht,
- Tankwechsel während des Bunkerns,
- Bereitstellen von Auffangvorrichtungen und Reinigungsgeräten,
- wetterbedingte Einschränkungen des Betriebs festlegen.

Sobald das Verfahren festgelegt ist, sollte es mit Hilfe einer Checkliste umgesetzt werden, wie z. B. in Anhang 5 angegeben ist.

25.3 Bunkerbetrieb

Tragen Sie die korrekte PSA entsprechend den Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems des Schiffes und des Produkt-Sicherheitsdatenblatts.

Vor Beginn der Arbeiten sollten alle Checks vor dem Beladen durchgeführt und die Funktionstüchtigkeit der Kommunikationssysteme überprüft werden.

Die Ladegeschwindigkeit sollte regelmäßig geprüft werden.

Beim Wechseln der Tanks sollte darauf geachtet werden, dass kein übermäßiger Gegendruck im Schlauch oder in den Ladeleitungen entsteht.

Beim Zuladen von Tanks sollte die Ladegeschwindigkeit gedrosselt werden, um zu vermeiden, dass sich Luftschleusen in dem Tank bilden, die den Nebel durch die Entlüftungsöffnungen transportieren, und um das Risiko zu mindern, dass der Lieferant den Vorgang nicht schnell genug stoppt.

Nach Beendigung des Bunkerns und vor dem Abkoppeln sollten alle Schläuche und Leitungen in den Tank oder, sofern zutreffend, zurück zum Bunker des Lieferanten entleert werden. Beim Ausblasen der Leitungen mit Luft in die Bunkertanks besteht ein hohes Risiko des Überlaufens, es sei denn, der Tank ist nur teilweise gefüllt und hat nach Abschluss des Ladevorgangs ausreichend Freiraum.

25.4 Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe

25.4.1 Allgemein

Die Zuständigkeit und Verantwortlichkeit für die sichere Durchführung der Bunkerung liegen beim Empfänger und beim Lieferanten. Vor Beginn des Bunkervorgangs sollte das zuständige Personal:

- schriftlich das Umschlagverfahren vereinbaren, einschließlich der maximalen Umschlagraten,
- schriftlich das Notfallverfahren während der Umschlagsaktivitäten vereinbaren,
- die Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe ausfüllen und unterzeichnen.

Ein Beispiel für die Checkliste findet sich in Anhang 5. Die Checkliste ist in erster Linie für das Beladen der Bunker von einem Binnenschiff oder einem Pier oder für das Beladen von Tankschiffen mit Schmieröl oder Gasöl als Massengut gedacht.

25.4.2 Benutzungsrichtlinien

Die folgenden Richtlinien sollen dem Personal des Empfängers und des Lieferanten bei der gemeinsamen Benutzung der Sicherheitscheckliste Bunkerung helfen.

Die Checkliste enthält Angaben zu den Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten. Durch Ankreuzen oder Paraphieren des entsprechenden Kästchens und abschließende Unterzeichnung der Erklärung wird die Annahme der Verpflichtungen bestätigt. Nach Unterzeichnung stellt diese Erklärung die Mindestgrundlage für einen sicheren Ablauf dar, der nach gegenseitigem Austausch von wichtigen Informationen vereinbart wurde.

Das für das Ausfüllen der Checkliste verantwortliche Personal sollten diejenigen sein, die den Bunkerbetrieb durchführen.

Das verantwortliche Personal des Empfängers prüft alle Aspekte innerhalb der Zuständigkeit des Empfängers. Analog prüft das verantwortliche Personal des Lieferanten alle Aspekte innerhalb der Zuständigkeit des Lieferanten. Das verantwortliche Personal sollte sich bei der Erfüllung seiner Pflichten vergewissern, dass die Sicherheitsstandards auf beiden Seiten uneingeschränkt akzeptabel sind. Dafür stehen z. B. folgende Mittel zur Verfügung:

- Bestätigung, dass eine befähigte Person die Checkliste zufriedenstellend ausgefüllt hat,
- Sichtung entsprechender Unterlagen,
- gemeinsame Prüfung, sofern als zweckdienlich angesehen.

Zur beiderseitigen Sicherheit sollten beide Parteien vor Beginn der Aktivitäten und im weiteren Verlauf gelegentlich verifizieren, dass sie ihre Pflichten, die sie mit der Checkliste angenommen haben, ordnungsgemäß erfüllen.

Die Sicherheitscheckliste Bunkerung enthält folgende Punkte:

1. Bunker für die Übergabe
 - Gemeinsame Vereinbarung zur Menge und Beschaffenheit der Bunker für die Übergabe sowie vereinbarte Umschlagrate.
2. Zu beladende Bunkertanks
 - Kennzeichnung der zu beladenden Tanks, um sicherzustellen, dass genügend Platz vorhanden ist, um die umzuladenden Bunker sicher unterzubringen. Es ist Platz zur Erfassung der maximalen Füllmenge jedes Tanks und des verfügbaren Volumens vorgesehen.
3. Sicherheitschecks durch beide Parteien vor dem Bunkern
 - Die Sicherheit der Aktivitäten erfordert, dass alle einschlägigen Angaben berücksichtigt und die damit verbundenen Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Beachtung dieser Angaben akzeptiert werden.
 - Die gemeinsame Erklärung sollte erst unterzeichnet werden, 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.

26 Sicherheitsmanagement

Dieses Kapitel enthält eine Zusammenfassung an Informationen, die dem Binnentankschiff und dem Terminal eine Hilfe bei der gemeinsamen Organisation der persönlichen und betrieblichen Sicherheit bietet. Es wird auf das Verhalten bei geänderten Wetterbedingungen während des Ladungsumschlags eingegangen. Ein weiteres Thema ist die richtige Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung durch das Binnentankschiffs- und Landpersonal.

Das gemeinsame sorgfältige und gewissenhafte Ausfüllen der jeweiligen Sicherheitschecklisten ist die Grundlage für einen sicheren Umschlag. 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 Binnentankschiff 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 der Umschlagsvorgänge festzulegen. Die Parameter können durch die Umgebungsbedingungen wie z. B. Windgeschwindigkeit, Eisverhältnisse, Gezeitenströmungen und Dünung oder durch physikalische Grenzen des Liegeplatzes wie z. B. Fenderlasten oder Stabilität des Festmachers bestimmt werden. Alle Grenzen sollten vor Beginn der Aktivitäten mit den Verantwortlichen für das Schiff besprochen und in den Sicherheitschecklisten eingetragen werden.

Die Betreiber von Binnentankschiffen und Terminals sollten über klare Leitlinien verfügen, nach denen sie bewerten und bestimmen, welche Tätigkeiten sofort einzustellen sind, wenn die Wetterbedingungen, einschließlich Gewitter, die Grenzwerte überschreiten.

Folgende Aspekte sind für Binnentankschiffe und Terminals u.a. zu berücksichtigen:

- Exposition des Personals bei der jeweiligen Tätigkeit und in der jeweiligen Umgebung,
- Anfälligkeit der Menschen und Anlagen,
- Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Schutzanlagen,
- mit der Unterbrechung der Aktivität oder Tätigkeit verbundenes Risiko.

Der Terminalbeauftragte sollte das Tankschiff vor schlechten Wettervorhersagen warnen, die ein Stoppen der Aktivitäten oder ein Verringern der Lade- oder Löschgeschwindigkeiten erfordern können. In einigen Fällen können die erforderlichen Informationen durch Dritte in unmittelbarer Nähe oder durch das Tankschiff 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 der Wohnungen oder der Decksaufbauten des Binnentankschiffs bilden, die das entlüftete Gas in Richtung der Aufbauten mitführen. Diese Effekte können lokal zu hohen Produktgaskonzentrationen führen und somit verstärkte Vorsichtsmaßnahmen gemäß Abschnitt 24.1 oder eine Unterbrechung sämtlicher Vorgänge wie Beladen, Ballastieren von nicht gasfreien Tanks, Spülen, Tankreinigen oder Gasfreimachen erforderlich machen, solange 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 (Blitze)

Wenn ein Gewitter in der Nähe des Binnentankschiffs oder des Terminals zu erwarten ist, müssen die folgenden Tätigkeiten eingestellt werden, unabhängig davon, ob die Ladetanks des Tankschiffs inertisiert sind oder nicht:

- Verladen von flüchtigen Produkten,
- Verladen von nichtflüchtigen Produkten in Tanks, die entzündbare Dämpfe enthalten,
- Ballastvorgänge an Tanks, die entzündbare Dämpfe enthalten,
- Spülen, Reinigen und Gasfreimachen von Tanks nach dem Löschen von flüchtigen Produkten.

Alle Tanköffnungen und Entlüftungsventile müssen geschlossen sein; das gilt auch für die Bypassventile, die an dem Tankentlüftungssystem angebracht sind.

26.2 Sicherheit des Personals

26.2.1 Persönliche Schutzausrüstung

Das an den Operationen an Bord und an Land beteiligte Personal sollte Schutzkleidung und Schutzausrüstung tragen. Empfohlen werden ein Overall (oder ein ähnliches Kleidungsstück, das vollen Schutz bietet, antistatisch und schwer entflammbar ist), Sicherheitsstiefel/-schuhe, Sicherheitsbrille und Schutzhelm, soweit erforderlich. Das Personal sollte auch Rettungswesten oder ähnliche Schwimmhilfen tragen, wenn das Risiko besteht, ins Wasser zu fallen.

Die Lagerungsorte für persönliche Schutzausrüstungen, einschließlich Atemschutzgeräte, sollten vor Witterungseinflüssen geschützt und deutlich gekennzeichnet werden. Das Personal sollte die Ausrüstung und Kleidung tragen, wann immer es die Situation erfordert.

Personal, das möglicherweise Atemschutzgeräte benutzen muss, sollte entsprechend geschult werden, damit es diese sicher bedienen kann.

Für Binnentankschiffe sollten Vorschriften für Besucher zum Tragen von persönlicher Schutzausrüstung festgelegt werden, die u.a. entsprechende Kleidung, sicheres Schuhwerk, Schutzbrillen, 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 Binnenschiffen 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 Laufstegen 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,
- Eintauch- 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 Leckagen hält. Landpersonal und Besucher sollten ebenfalls die vorgeschriebenen Bereiche benutzen.

Das Risiko zu stolpern und auszurutschen ist wesentlich höher, wenn Steigleitern, Leitern an den Bunkerauslegern und Niedergänge benutzt werden. Der Landgangsteg des Schiffs sollte für das Einsteigen bevorzugt werden.

Ein gute Konstruktion und Ausführung helfen, Unfälle dieser Art zu vermeiden. Stolperfallen, wie z. B. hohe Kanten am oberen Ende von Leitern und ungleichmäßige Abstände zwischen den Stufen, sollten vermieden werden. Wenn die Konstruktion nicht verändert werden kann, sollten 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

Da Kunststoffe dazu neigen, zu schmelzen und sich aufzulösen, wenn sie hohen Temperaturen ausgesetzt werden, entsteht eine konzentrierte Wärmequelle, die das Körpergewebe schwer schädigen kann. Daher eignet sich Kleidung aus synthetischen Materialien nicht für Personen, die während ihrer Arbeit Flammen oder heißen Flächen ausgesetzt sein können.

Mitarbeiter, die durch ihr Schuhwerk oder die Fläche, auf der sie stehen, gegen Erde isoliert sind, können elektrostatisch aufgeladen werden, was zu Funken führen kann. Kleidung kann durch Reibung eine stärkere statische Aufladung erzeugen und die Wahrscheinlichkeit der Funkenbildung erhöhen. Das Personal sollte das An- und Ausziehen von Kleidung in gefährdeten Bereichen vermeiden.

Für die Nutzung an Bord von Binnentankschiffen und in Terminals gibt es zahlreiche Artikel aus synthetischen Materialien wie Arbeitsoveralls und Handschuhe (zusätzlich zu Seilen, Flaschen, tragbaren Auffangwannen, Schläuchen usw.).

Zur Vermeidung elektrostatischer Gefahren in Bereichen, in denen entzündbare Atmosphären vorhanden sein können, sollte die Eignung solcher Ausrüstungen für die beabsichtigte Nutzung vor der Verwendung bestätigt werden.

Auch bei der Bestellung, dem Kauf und der Entgegennahme solcher Ausrüstungen an Bord sollte auf die Eignung geachtet werden.

26.3 Sicherheitschecklisten

26.3.1 Allgemein

Die Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten für die sichere Durchführung der Tätigkeiten, während sich das Binnentankschiff am Terminal aufhält, übernehmen der Schiffsführer (bei Schiff/Schiff-Operationen liegt sie bei beiden Schiffsführern) und der Terminalbeauftragte gemeinsam. Bevor mit dem Lade- oder Ballastumschlag begonnen wird, sollten der Schiffsführer (die Schiffsführer) oder dessen Vertreter und/oder der Terminalbeauftragte:

- die Umschlagverfahren einschließlich der maximalen Be- oder Entladegeschwindigkeiten schriftlich vereinbaren,
- Maßnahmen, die bei Eintreten eines Notfalls während der Umschlags- oder Ballastaktivitäten erforderlich sind, schriftlich vereinbaren,
- die jeweilige(n) Sicherheitscheckliste(n) ausfüllen und unterzeichnen.

Terminals können den Schiffsführern der ankommenden Tankschiffe ein erläuterndes Schreiben zukommen lassen, in dem sie über die Erwartungen des Terminals in Bezug auf die gemeinsame Verantwortung für die sichere Durchführung des Betriebs informieren und um die Mitarbeit und das Verständnis der Besatzung des Tankschiffs bitten. Ein Beispiel 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 am Liegeplatz eine Tankreinigung für das Tankschiff geplant ist.

26.3.1.1 Übersicht über die angehängten Checklisten

Im Folgenden wird eine Zusammenfassung der Checklisten gegeben, die als Anhänge beigefügt sind:

Sicherheitschecklisten Binnentankschiff-Land	Ladungsumschlag	Siehe Anhang 1 des ISGINTT
Sicherheitscheckliste See-Binnentankschiff / Binnentankschiff	Ladungsumschlag	Siehe Anhang 2 des ISGINTT
Checkliste für die Entsorgung gefährlicher Stoffe	Entsorgung gefährlicher Stoffe	Siehe Anhang 3 des ISGINTT
Checkliste für die Entsorgung ungefährlicher Stoffe	Entsorgung ungefährlicher Stoffe	Siehe Anhang 4 des ISGINTT
Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Binnenschiffe*	Bunkerung	Siehe Anhang 5 des ISGINTT
Sicherheitschecklisten Bunkerung für die Bunkerlieferung an Seeschiffe*	Bunkerung	Siehe Anhang 6 des ISGINTT

* Die Bunkerchecklisten in dieser Ausgabe des ISGINTT umfassen derzeit keine Lieferungen von alternativen Kraftstoffen, z. B. LNG. Einige Terminalbetreiber oder Hafenbehörden können für diese Bunker-Lieferungen spezifischere Checklisten verlangen. Dazu könnten zum Beispiel die der 6. Edition des ISGOTT gehören.

26.3.2 Benutzungsrichtlinien

Hinweise für das Ausfüllen der Checklisten und zur Unterstützung der Aussagen zu den einzelnen Positionen sind in Anhang 7 enthalten. Sie wurden erstellt, um den Betreibern von Liegeplätzen und den Schiffsführern von Binnentankschiffen bei der gemeinsamen Nutzung der Sicherheitschecklisten zu helfen.

Die Schiffsführer und alle Personen unter ihrem Kommando sollten sich, solange sich das Tankschiff längsseits befindet, streng an diese Vorschriften 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 für die Aussagen in den Sicherheitschecklisten werden mit diesen Unterlagen zugewiesen. Durch Ankreuzen oder Paraphieren des entsprechenden Kästchens und abschließende Unterzeichnung der Erklärung wird die Annahme der Verpflichtungen bestätigt. Nach ihrer Unterzeichnung bilden die Checklisten die Mindestgrundlage für den sicheren Ablauf, der durch den gegenseitigen Austausch kritischer Informationen vereinbart wurde.

Einige Aussagen in den Checklisten zielen auf Umstände ab, für die entweder das Tankschiff oder das Terminal die alleinige Verantwortlichkeit und Nachweispflicht 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 paraphiert werden können. Die verantwortliche Person jeder Partei muss die leeren Kästchen neben den entsprechenden Bestimmungen in der jeweiligen Spalte ankreuzen oder ausfüllen.

Die Zuweisung der Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten bedeutet nicht, dass die andere Partei von der Durchführung der Checks zur Bestätigung der Konformität ausgenommen ist. Es ist beabsichtigt, die Verantwortlichkeit der Partei für die Konformität zu Beginn und im weiteren Verlauf des Aufenthaltes des Tankschiffs am Terminal oder längsseits des anderen Schiffs deutlich herauszustellen.

Die verantwortliche Person/das Besatzungsmitglied sollte persönlich alle Umstände prüfen, die in der Verantwortlichkeit des Tankschiffs liegen. Gleichmaßen sollte der Terminalbeauftragte persönlich alle Umstände prüfen, die in der Verantwortlichkeit des Terminals liegen. Beim Ausfüllen dieser Verantwortlichkeiten sollten die Vertreter sich vergewissern, dass die Sicherheitsvorschriften für beide Seiten des Betriebs in vollem Umfang akzeptabel sind. Dies kann folgendermaßen nachgewiesen werden:

- Bestätigung, dass eine befähigte Person die Checklisten zufriedenstellend ausgefüllt hat,
- Sichtung entsprechender Unterlagen,
- gegebenenfalls gemeinsame Prüfung.

Für die beiderseitige Sicherheit sollte ein Terminalbeauftragter und gegebenenfalls eine verantwortliche Person vor Beginn der Aktivitäten und von Zeit zu Zeit das Tankschiff überprüfen, um sicherzustellen, dass den Pflichten gemäß den Sicherheitschecklisten effektiv nachgekommen wird. Ähnliche Überprüfungen sollten an Land erfolgen. Wird festgestellt, dass die grundlegenden Sicherheitsanforderungen unzureichend sind, kann jede Partei verlangen, dass der Ladungs- und Ballastbetrieb eingestellt wird, bis Abhilfemaßnahmen in zufriedenstellender Weise durchgeführt worden sind.

26.3.2.1 Zusammensetzung der Checklisten

Die in Anhang 1 und 2 enthaltenen Sicherheitschecklisten bestehen aus vier Teilen, von denen die ersten beiden sich auf den Umschlag von flüssigem Massengut beziehen. Diese gelten für alle Aktivitäten. 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 den Umschlag von Chemikalien als flüssiges Massengut und Teil D in Bezug auf Flüssiggase als Massengut.

Die Sicherheit der Aktivitäten erfordert, dass alle einschlägigen Aussagen und die zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Rechenschaftspflichten, gemeinsam oder einzeln, bestätigt wurden. Wenn eine Partei nicht bereit ist, die zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Rechenschaftspflichten zu akzeptieren, muss ein entsprechender Eintrag in der Spalte ‚Bemerkungen‘ gemacht werden und eingehend geprüft werden, ob die Aktivitäten fortgesetzt werden können.

Wird eine bestimmte Position als nicht zutreffend für das Binnentankschiff, das Terminal oder die geplante Aktivität 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. (Vereinbarung). Hier wird auf eine Vereinbarung oder ein Verfahren verwiesen, die/das in der Spalte ‚Bemerkungen‘ der Checkliste angegeben oder auf eine andere beiderseitig annehmbare Form mitgeteilt werden sollte.
- P. (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). Darin sind Positionen angegeben, die in angemessenen, zwischen beiden Parteien vereinbarten Abständen zu den in der Erklärung angegebenen Zeitpunkten erneut zu überprüfen sind.

Die gemeinsame Erklärung sollte erst dann unterzeichnet werden, wenn beide Parteien die ihnen zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Rechenschaftspflichten 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 dem ADN (dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen) bezüglich des Umschlags 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 Vorschriften beziehen.

26.3.3 Musterschreiben Sicherheitserklärung

	Unternehmen
	Terminal
	Datum.....
	Schiffsführer.....
	Hafen
 Sehr geehrter Herr,	
Als Schiffsführer des Binnentankschiffs sind Sie zusammen mit dem Terminalbeauftragten für die sichere Durchführung der Aktivitäten während des Aufenthaltes Ihres Binnentankschiffs am Terminal verantwortlich. Wir möchten Sie daher vor Beginn des Betriebs um Ihre volle Mitarbeit und Ihr Verständnis für die Sicherheitsanforderungen bitten, die in den Sicherheitschecklisten Binnentankschiff/Land aufgeführt sind, die auf sicheren Praktiken beruhen, die in der Öl- und Binnentankschiffsindustrie weithin anerkannt sind.	
Wir erwarten, dass Sie und alle unter Ihrem Kommando stehenden Personen diese Anforderungen während des gesamten Aufenthalts Ihres Binnentankschiffs an diesem Terminal strikt einhalten, und wir werden unsererseits sicherstellen, dass unser Personal diese ebenfalls einhält und im beiderseitigen Interesse eines sicheren und effizienten Betriebs umfassend mit Ihnen zusammenarbeitet.	
Vor Beginn der Arbeiten und von Zeit zu Zeit danach wird ein Mitglied des Terminalpersonals, gegebenenfalls zusammen mit einem verantwortlichen Besatzungsmitglied, zu unserer beiderseitigen Sicherheit eine routinemäßige Überprüfung Ihres Binnentankschiffs vornehmen, um sicherzustellen, dass die in den Sicherheitschecklisten Binnentankschiff/Land angesprochenen Elemente in akzeptabler Weise gehandhabt werden. Wenn Abhilfemaßnahmen erforderlich sind, werden wir dem Beginn der Aktivitäten 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 Aktivitäten fordern.	
Was die Sicherheit betrifft, so kann es keine Kompromisse geben.	
Bitte bestätigen Sie den Erhalt dieses Schreibens durch Gegenzeichnen der beigegefügt Kopie und senden Sie diese an uns zurück.	
	Unterzeichnet:
	Terminalbeauftragter
	Terminalbeauftragter im Dienst:
	
	Position bzw. Titel:
	Kontaktdaten:
	Unterzeichnet:
	Schiffsführer
	Name des Binnentankschiffs:
	
	Datum/Uhrzeit:

26.4 Hinweise zum Ausfüllen der Sicherheitschecklisten Binnentankschiff-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). In vielen Fällen, in denen der Notfall auf einem Binnentankschiff eintritt, ist es am sichersten, wenn das Binnentankschiff längsseits bleibt, damit landseitiges Personal mit seiner Ausrüstung die Notfallmaßnahmen an Bord unterstützen kann. Besondere Beachtung sollte dabei den Faktoren gelten, die zu berücksichtigen sind, wenn es um die Entscheidung geht, ein Binnentankschiff bei Eintreten eines Notfalls vom Liegeplatz zu entfernen (siehe auch Abschnitt 20.5).

26.5.1 Feuer oder Explosion an einem Liegeplatz

Maßnahmen der Binnentankschiffe

Im Falle eines Feuers oder einer Explosion am Liegeplatz, ist es Aufgabe des Binnentankschiffs/der Tankschiffe am Liegeplatz, den Vorfall sofort dem Terminalkontrollraum auf schnellstmöglichem Wege (UKW/UHF, Telefon, Auslösen der Schiffssirenen usw.) zu melden. Alle Lade-, Bunker-, Ballastentladungs- und Tankreinigungsvorgänge sollten eingestellt werden, und alle Ladearme oder Schläuche sollten entleert werden, um sie abkoppeln zu können.

Die Feuerlöschleitung des Schiffs muss mit Druck beaufschlagt und Wassernebel an strategischen Orten eingesetzt werden. Die Motoren, die Ruderanlage und Ablegevorrichtungen müssen für den sofortigen Einsatz gerüstet werden. Eine Lotsenleiter oder ein gleichwertiges Mittel sollte auf der ablandigen Seite bereitgestellt werden. Je nach den örtlichen Gegebenheiten können die zuständigen Behörden Anforderungen an die Verfügbarkeit von Evakuierungsmitteln vorschreiben (siehe auch Abschnitt 16.4).

Maßnahmen der Binnentankschiffe an anderen Liegeplätzen

Bei Ertönen des Feueralarmsignals oder anderweitiger Feuermeldungen am Terminal sollten Binnentankschiffe am Liegeplatz, die nicht direkt von dem Feuer betroffen sind, alle Lade-, Bunker- und Ballastvorgänge einstellen. Die Feuerlöschanlagen sollten einsatzbereit sein. Motoren, Ruderanlagen und Anlegevorrichtungen sollten für den sofortigen Einsatz gerüstet werden.

26.5.2 Feuer auf einem Binnentankschiff an einem Terminal oder auf einem anderen Binnentankschiff

Maßnahmen des Personals des Binnentankschiffs

Wenn auf einem Binnentankschiff, das am Terminal oder längsseits eines anderen Tankschiffs liegt, ein Feuer ausbricht, muss es sofort Alarm durch ein zugelassenes Alarmsignal auslösen, das aus einer Folge von langen Tönen der Schiffssirene besteht. Jeder Ton sollte mindestens zehn Sekunden dauern, es sei denn, das Terminal oder das andere Tankschiff hat das Tankschiff mit dem Feuer durch ein anderes örtlich zugelassenes Alarmsignal verständigt. Jeder Ladungs-, Bunker- und Ballastumschlag muss abgebrochen und die Hauptmotoren und Ruderanlagen in den Stand-by-Betrieb geschaltet werden.

Maßnahmen im Brandfall - Schiff	
Feuer an Bord des eigenen Schiffs • Alarm auslösen • Brandbekämpfung mit dem Ziel, eine Ausbreitung zu verhindern • Terminal informieren • alle Ladungs-/Ballastvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Bereithalten, um Schläuche oder Verladearme abzukoppeln • Motoren auf Stand-by setzen	Feuer auf einem anderen Schiff oder an Land • Alarm auslösen Stand-by, und auf Anweisung: • alle Ladungs-/Ballastvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Schläuche oder Verladearme abkoppeln • Motoren und Besatzung in Stand-by versetzen, bereit zum Ablegen
Maßnahmen im Brandfall - landseitig	
Feuer an Bord • Alarm auslösen • Verbindung zum Schiff aufnehmen • alle Ladungs-/Ballastvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Bereithalten, um Schläuche oder Verladearme abzukoppeln • Bereithalten, um Brandbekämpfung zu unterstützen • Meldung an alle Schiffe • Terminalnotfallplan umsetzen	Feuer an Land • Alarm auslösen • alle Ladungs-/Ballastvorgänge abbrechen und alle Ventile schließen • Brandbekämpfung mit dem Ziel, eine Ausbreitung zu verhindern • falls erforderlich, Bereithalten, um Schläuche oder Verladearme abzukoppeln • Meldung an alle Schiffe • Terminalnotfallplan umsetzen
Im Brandfall unverzüglich den Alarm auslösen	
Feueralarm am Terminal An diesem Terminal ist das Feueralarmsignal:	
Im Brandfall: 1. Ein oder mehrere Töne der Schiffssirene mit einer Dauer von mindestens zehn Sekunden, ergänzt durch einen Dauerton der Generalalarmanlage. 2. Meldung an das Terminal.	
Telefon	UHF/UKW-Kanal
Im Brandfall leitet das Personal den Fahrzeugverkehr an Land	

Abbildung 26.1: Beispiel für ein Hinweisschild mit Anweisungen für das Verhalten im Brandfall

Sobald Alarm ausgelöst wurde, ist der Schiffsführer oder eine andere verantwortliche Person mit Unterstützung der Besatzung des Tankschiffs für die Brandbekämpfung an Bord des Binnentankschiffs zuständig. Es sollte dieselbe Notfallorganisation genutzt werden wie wenn das Tankschiff vor Anker oder auf Fahrt ist (siehe Abschnitt 9.9.2.2), mit einer zusätzlichen Gruppe unter dem Kommando der verantwortlichen Person, die, wenn möglich, das Abkoppeln von Schiffsarmen oder Schläuchen von der Sammelleitung vorbereitet.

Nach der Mobilisierung des Terminals und gegebenenfalls der zivilen Feuerlöschkräfte und Brandbekämpfungsausrüstung muss der Schiffsführer oder die verantwortliche Person zusammen mit den Berufsfeuerwehreuten mit vereinten Kräften versuchen, das Feuer unter Kontrolle zu bringen.

Maßnahmen des Terminalpersonals:

Bei Ertönen des Feueralarms eines Binnentankschiffs sollte der Verantwortliche am Liegeplatz sofort den Verantwortlichen für die Terminalumschlagsvorgänge verständigen. Diese Person sollte den Feueralarm am Terminal auslösen, die Hafenbehörde informieren und mit den Abschaltmaßnahmen für die gerade laufenden Lade-, Lösch-, Bunker- oder Ballastvorgänge beginnen.

Der Notfallplan des Terminals für den Brandfall sollte aktiviert werden. Dies kann das Abschalten der Umschlags-, Bunker- und Ballastvorgänge auf den Tankschiffen der angrenzenden oder benachbarten Liegeplätze zur Folge haben. Alle anderen Tankschiffe 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 Feuerlöschschlepper vorhanden sind, sollte der Verantwortliche für die Terminalumschlagsvorgänge diese auffordern, bei der Brandbekämpfung mitzuhelfen, bis die Person, die die Gesamtkontrolle hat, entscheidet, ob diese bei der Evakuierung nicht betroffener Schiffe eingesetzt werden sollen (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.

Diese Notfallmaßnahmen können in einem Hinweisschild mit Anleitungen für das Verhalten im Brandfall entsprechend dem Beispiel in Abbildung 26.1 zur Information für die anlegenden Schiffe zusammengefasst werden.

Maßnahmen durch andere Binnentankschiffe

Im Falle eines Feuers oder einer Explosion auf einem Binnentankschiff, das sich längsseits eines anderen Tankschiffs befindet, sollten die folgenden Maßnahmen durchgeführt werden:

- Umschlag stoppen,
- Notsignal auslösen,
- Besatzungen beider Tankschiffe über die Art des Notfalls informieren,
- Notstationen besetzen,
- Notfallmaßnahmen durchführen,
- Ladeschläuche 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,
- die Schiffsführer sollten gemeinsam entscheiden, insbesondere im Brandfall, ob es für sie beide von Vorteil ist, wenn die Tankschiffe längsseits zueinander bleiben.

Diese grundlegenden Maßnahmen sollten in die einzelnen Schiff-Schiff-Notfallpläne aufgenommen werden und mit dem Sicherheitsmanagementsystem des Schiffes übereinstimmen.

26.5.3 Internationaler Feuerlösch-Landanschluss (falls erforderlich)

Wie in Abschnitt 19.5.3.5 beschrieben sollten alle Terminals, die internationale Binnentankschiffe abfertigen, mit Vorrichtungen ausgestattet sein, die ein Ankoppeln der Feuerlöschleitungen an Bord und an Land ermöglichen. Der internationale Feuerlösch-Anschluss bietet eine standardisierte Möglichkeit, zwei Systeme zu verbinden, die ansonsten möglicherweise nicht zueinander passende Kupplungen oder Anschlüsse haben.

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 Tankschiff angebracht wird, sollte er von beiden Seiten des Tankschiffs zugänglich sein, und der Standort sollte deutlich gekennzeichnet sein.

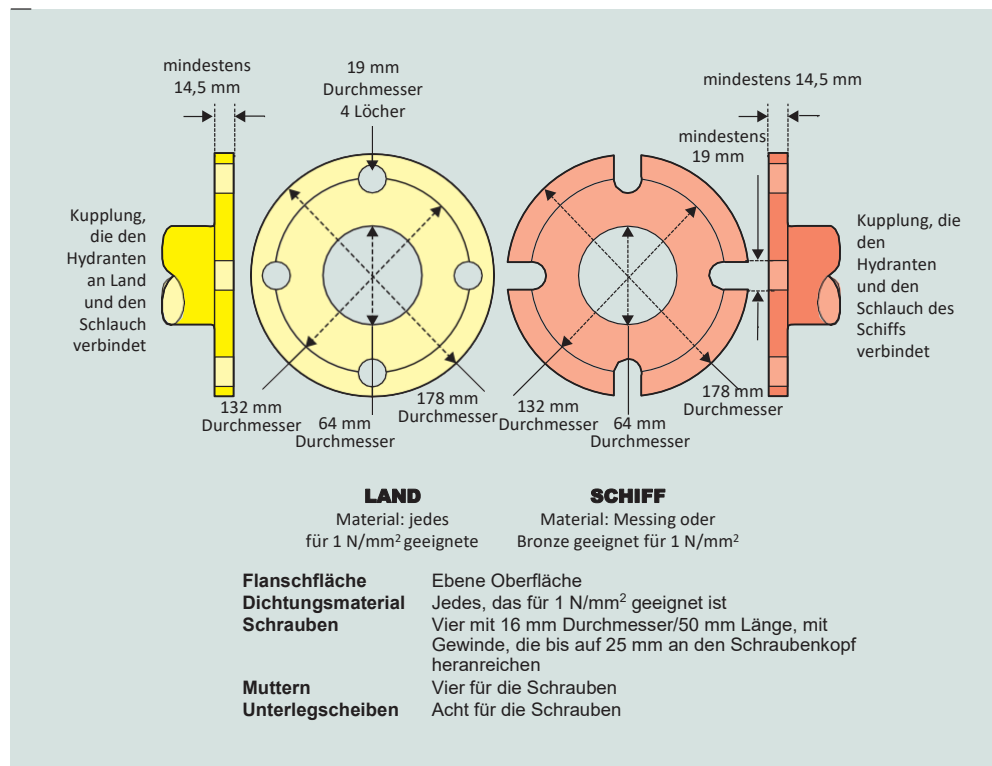


Abbildung 26.2: Angaben zum internationalen Feuerlösch-Landanschluss

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 Binnentankschiff im Hafen liegt.

26.5.4 Notentriegelungsverfahren

Es sollten Vorrichtungen bereitgestellt werden, die ein schnelles und sicheres Ablegen des Binnentankschiffs 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 gesetzlich vorgeschrieben, wird für Binnenschiffe kein Notschleppgeschirr empfohlen.

TEIL 5: GAS

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 und deren Anwendung an Bord von Tankschiffen beschrieben. Einige Abschnitte gehen auf bestimmte Probleme wie z. B. die Hydratbildung, Polymerisation und Spannungsrissskorrosion ein. Viele dieser Themen werden in anderen Publikationen ausführlicher behandelt, auf die zwecks weiterer Informationen verwiesen werden soll.

27.1 Flüssiggase

Ein Flüssiggas ist die verflüssigte Form eines Stoffes, der bei Umgebungstemperatur und atmosphärischem Druck ein Gas wäre.

Die meisten Flüssiggase sind Kohlenwasserstoffe. Die Haupteigenschaft, die Kohlenwasserstoffe zur weltweit wichtigsten Energiequelle macht - ihre Brennbarkeit - macht sie auch von Natur aus gefährlich. Da diese Gase in großen Mengen umgeschlagen werden, müssen unbedingt alle möglichen Maßnahmen ergriffen werden, um Leckagen zu verhindern und alle Zündquellen zu beseitigen.

Die wichtigste Eigenschaft eines Flüssiggases in Bezug auf das Pumpen und die Lagerung ist sein 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 andere Möglichkeit, ein Flüssiggas zu beschreiben, ist die Angabe der Temperatur, bei der der Sättigungsdampfdruck gleich dem atmosphärischen Druck - mit anderen Worten gleich dem atmosphärischen Siedepunkt der Flüssigkeit - ist.

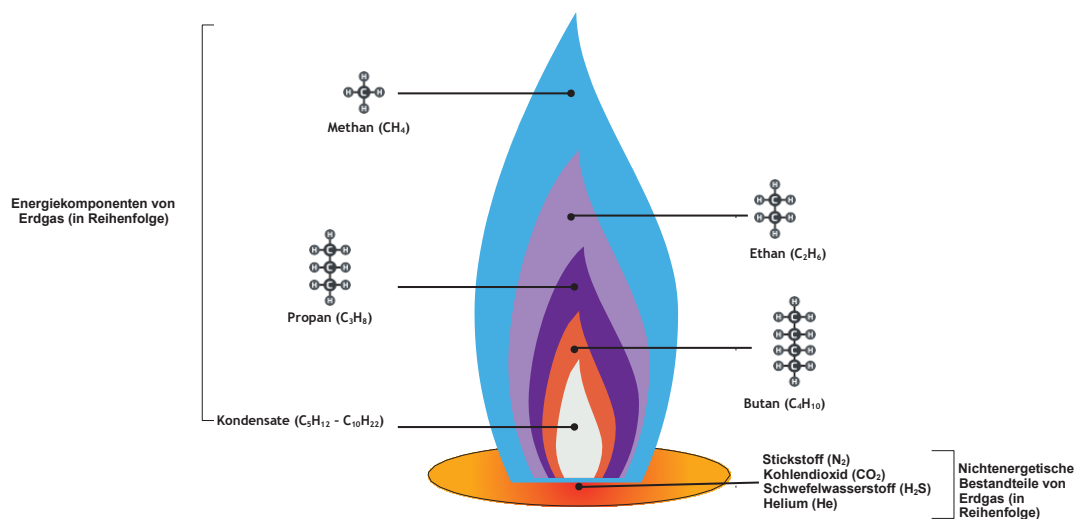


Abbildung 27.1: Bestandteile von Erdgas

27.2 Herstellung von Flüssiggas

In diesem Abschnitt wird die Herstellung von Flüssiggasen erörtert und die wichtigsten Ladungen von Gastankschiffen, die per Schiff befördert werden. Zunächst ist es notwendig, zwischen einigen Rohstoffen und deren Bestandteilen zu differenzieren. Die Beziehung zwischen Erdgas, Natural Gas Liquids (NGLs) und Flüssiggas (Liquefied Petroleum Gases, LPGs) ist in Abbildung 27.1 dargestellt.

27.2.1 Herstellung von verflüssigtem Erdgas (LNG)

Erdgas kann vorkommen in:

- Unterirdischen Brunnen, die hauptsächlich Gas enthalten (nicht-verbundenes Gas),
- Kondensatbehältern (Pentane und schwerere Kohlenwasserstoffe).
- Großen Ölfeldern (Erdölgas).

Im Falle von Ölbrunnen kann das Erdgas entweder in einer Lösung mit Rohöl oder als Gaskappe darüber auftreten.

Erdgas enthält kleinere Mengen an schwereren Kohlenwasserstoffen (unter dem Sammelbegriff NGLs bekannt). Diese sind neben unterschiedlichen Wassermengen, Kohlendioxid, Stickstoff und anderen Nichtkohlenwasserstoffen enthalten. Der Zusammenhang zwischen diesen Stoffen wird in Abbildung 27.1 dargestellt.

Unabhängig von der Herkunft muss Erdgas behandelt werden, um die schwereren Kohlenwasserstoffe und Nichtkohlenwasserstoffbestandteile zu entfernen. Dadurch wird sichergestellt, dass das Produkt in einem für die Verflüssigung oder die Nutzung als gasförmiger Brennstoff akzeptablen Zustand ist.

Abbildung 27.2 ist ein typisches Ablaufdiagramm für eine Verflüssigungsanlage, mit der verflüssigtes Erdgas (LNG) hergestellt wird. Das zugeführte Rohgas wird zunächst von Kondensaten befreit. Danach werden die sauren Gase entfernt. Für die Beseitigung der sauren Gase wird der Gasstrom mit Wasserdampf gesättigt, der dann in der Entwässerungsanlage entfernt wird.

Dann gelangt das Gas zu einer Fraktionieranlage, in der NGLs entfernt und dann in Propan und Butan aufgespalten werden. Zuletzt wird der Hauptgasstrom, mittlerweile hauptsächlich Methan, verflüssigt, und es entsteht das Endprodukt, nämlich verflüssigtes Erdgas (LNG).

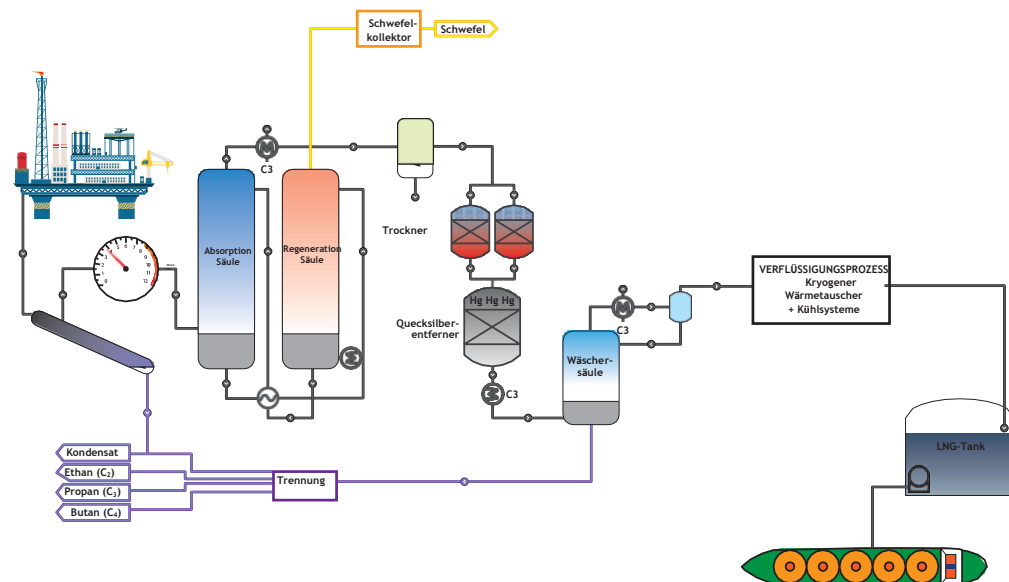


Abbildung 27.2: Typisches Ablaufdiagramm für die Verflüssigung von verflüssigtem Erdgas (LNG)

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:

- Kaskadenverfahren für reine Kältemittel,
- Kältemittelgemische,
- vorgekühltes Kältemittelgemisch.

27.2.2 Herstellung von Flüssiggas

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.

LPG wird hauptsächlich in den erdölfördernden Ländern hergestellt. An diesen Standorten wird LPG aus Erdgas- oder Erdölströmen gewonnen, die aus unterirdischen Speicherbecken stammen. Bei diesem Verfahren ist es jedoch normal, wie in Abbildung 27.2 dargestellt, dass NGLs hergestellt werden und LPG aus diesen als Nebenprodukt gewonnen werden kann.

Abbildung 27.3 zeigt ein Ablaufdiagramm, das die Herstellung von Propan und Butan aus Öl- und Gasspeichern veranschaulicht. Nach dem Fraktionieren und Abkühlen wird LPG in die Terminalspeicherbehälter gepumpt, bevor sie für den Export verschifft werden.

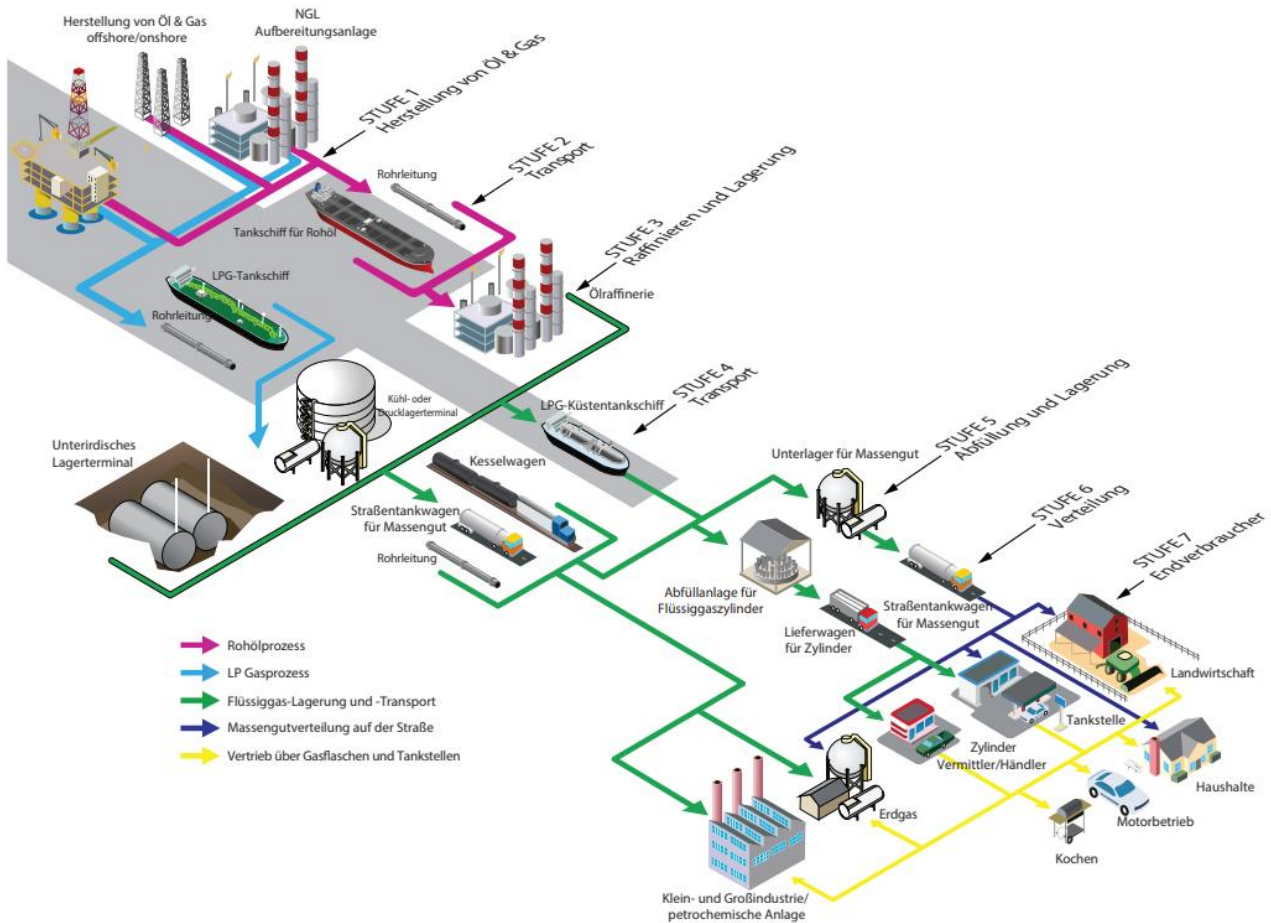


Abbildung 27.3: Herstellung, Beförderung und Nutzung von LPG

27.2.3 Herstellung von chemischen Gasen

Abbildung 27.4 ist ein vereinfachtes Diagramm für die Herstellung der chemischen Gase Vinylchloridmonomer (VCM), Ethylen und Ammoniak. Diese drei chemischen Gase können indirekt aus Propan hergestellt werden.

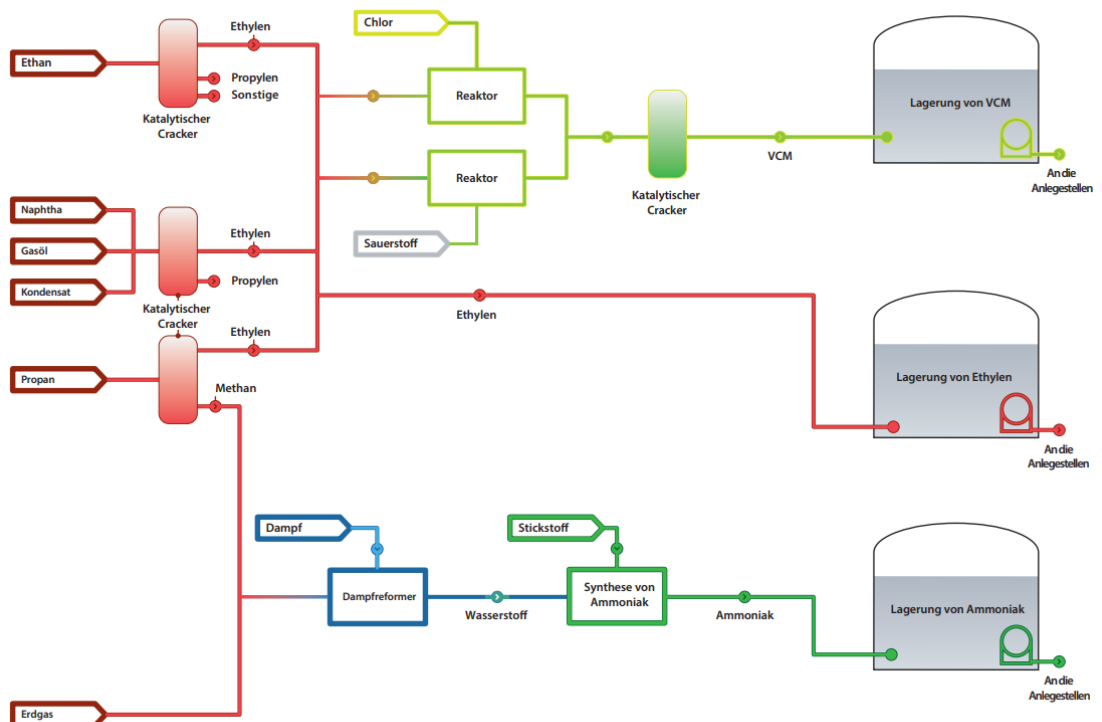


Abbildung 27.4: Typische Herstellung von chemischen Gasen (vereinfacht)

27.2.4 Hauptprodukte

Während Kohlenwasserstoffgase wie Methan, Ethan, Propan und Butan hauptsächlich als Brennstoffe eingestuft werden können, spielen Flüssiggase (LPG) auch als Einsatzprodukt bei der Herstellung von chemischen Gasen eine wichtige Rolle.

Verflüssigtes Erdgas (LNG)

Erdgas wird entweder als Gas durch eine Pipeline oder per Schiff in seiner verflüssigten Form als verflüssigtes Erdgas transportiert.

Erdgas wird aus unterirdischen Lagerstätten 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.

Natural Gas Liquids (NGL)

Erdölgas, das zusammen mit Rohöl gefunden wird, besteht hauptsächlich aus Methan und NGL. Wie in Abbildung 27.1 dargestellt, besteht NGL aus Ethan, LPG und Benzin. Eine kleine Zahl von Terminals, darunter verschiedene Anlagen in Europa, können Methan aus dem Gasstrom abtrennen und Kühldrucktanker mit unverarbeiteten NGLs beladen. Diese NGLs werden bei -80 °C und atmosphärischem Druck oder bei -45 °C und einem Dampfdruck von 5 bar befördert.

Flüssiggas (LPG)

Flüssiggase sind Propan, Butan und Gemische von beiden. Butan wird in Flaschen gespeichert und ist auch als Flaschengas bekannt, findet breite Anwendung als Brennstoff zu Heiz- und Kochzwecken an abgelegenen Standorten. 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. Außerdem ist es ein wichtiger Oktanverbesserer für Benzin und ein wichtiger petrochemischer Rohstoff.

Ammoniak

Mit dem zunehmenden Druck auf die weltweiten Nahrungsmittelressourcen stieg die Nachfrage nach stickstoffhaltigen Düngemitteln auf Ammoniakbasis in den 1970er und 1980er Jahren stark an. 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 zahlreichen Industriechemikalien, wie z. B. Harnstoff, verwendet.

Ethylen

Ethylen ist eine der wichtigsten petrochemischen Basiskomponenten. Es wird zur Herstellung von Polyethylenkunststoffen, Ethylalkohol, Polyvinylchlorid (PVC), Frostschutzmitteln, 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 nicht nur einen relativ hohen Siedepunkt (-14 °C), sondern auch eine relative Dichte von 0,90, was viel dichter ist 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. Mengen über 5.000 ppm gelten als sehr ungesund und über etwa 50.000 ppm (gleich 5 Vol.-%) als für das Leben von Tieren gefährlich.

Festes Kohlendioxid ist normalerweise als ‚Trockeneis‘ bekannt. Trockeneis wird überwiegend als Kühlmittel verwendet und ist relativ preiswert. Eine für diesen Zweck praktische Eigenschaft ist, dass festes Kohlendioxid direkt in die Gasphase sublimiert und keine Flüssigkeit zurückbleibt. Es wird oft in Lebensmittelläden und Labors verwendet, aber auch in der Speditionsbranche.

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. Die komplexeren Verbindungen haben im Vergleich zu den einfachen Verbindungen oft mehr Synonyme.

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 Kohlenwasserstoffe mit bis zu vier Atomen unter Umgebungsbedingungen gasförmig.

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 Atomen anderer Elemente verbinden können. Ein Wasserstoffatom hat dagegen nur eine Bindung und kann sich nur mit einem anderen Atom verbinden.

Gesättigte Kohlenwasserstoffe

Wenn die relative Zahl der Kohlenstoff- und Wasserstoffatome in einem Kohlenwasserstoffmolekül dazu führt, dass die Atome sich nur mit anderen Atomen verbinden, heißt das, dass das Molekül gesättigt ist. Abbildung 27.5 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.

Diese gesättigten Kohlenwasserstoffe Methan, Ethan, Propan und Butan sind farb- und geruchlose Flüssigkeiten. Diese Gase sind alle entzündbar und brennen in Verbindung mit Luft oder Sauerstoff und bilden dabei Kohlendioxid und Wasserdampf. Sie führen nicht zu chemischen Kompatibilitätsproblemen, wenn sie mit Baumaterialien in Kontakt kommen, die für den Gastransport verwendet werden. Bei Vorhandensein von Wasser können die gesättigten Kohlenwasserstoffe jedoch hydratisieren (siehe Abschnitt 27.9).

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe

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 Doppel- oder Dreifachbindungen zwischen den Kohlenstoffatomen sind schwächer als Einfachbindungen, was dazu führt, dass ihre Verbindungen chemisch stärker reaktiv sind als Verbindungen mit Einfachbindung.

Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe Ethylen, Propylen, Butylen, Butadien und Isopren sind farblose Flüssigkeiten mit einem schwachen, süßlichen Geruch. Wie die gesättigten Kohlenwasserstoffe sind sie alle in Luft oder Sauerstoff entzündbar und erzeugen bei der Verbrennung Kohlendioxid und Wasserdampf. Sie sind chemisch betrachtet reaktionsfreudiger als gesättigte Kohlenwasserstoffe und können gefährliche Reaktionen mit Chlor zeigen.

Ethylen, Propylen und Butylen verursachen keine chemischen Kompatibilitätsprobleme mit Baumaterialien. Butadien und Isopren, die jeweils zwei Doppelbindungen haben, sind bei weitem am reaktionsfreudigsten innerhalb dieser Gruppe. 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 Monel. Während der gesamten Produktion enthalten Butadienströme oft Spuren von Acetylen, das mit Messing und Kupfer reagieren und explosive Acetylide bilden kann.

Wasser ist in Butadien löslich, insbesondere bei hohen Temperaturen. Die Löslichkeit von Wasser nimmt ab, wenn die Temperatur sinkt. Bei weiterem Kühlen auf unter null würde die Wasserschicht noch tiefer werden und gefrieren. Heutzutage wird Butadien immer wasserfrei transportiert, d. h. mit einem Wassergehalt von wenigen ppm.

Gebräuchlicher Name	Einfache Formel	Synonyme
Methan	CH ₄	Grubengas; Sumpfgas; Erdgas; LNG
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	Propen
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	b.d.; 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; EO; 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 enthält handelsübliches Butan einen gewissen Anteil an Propan. 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.

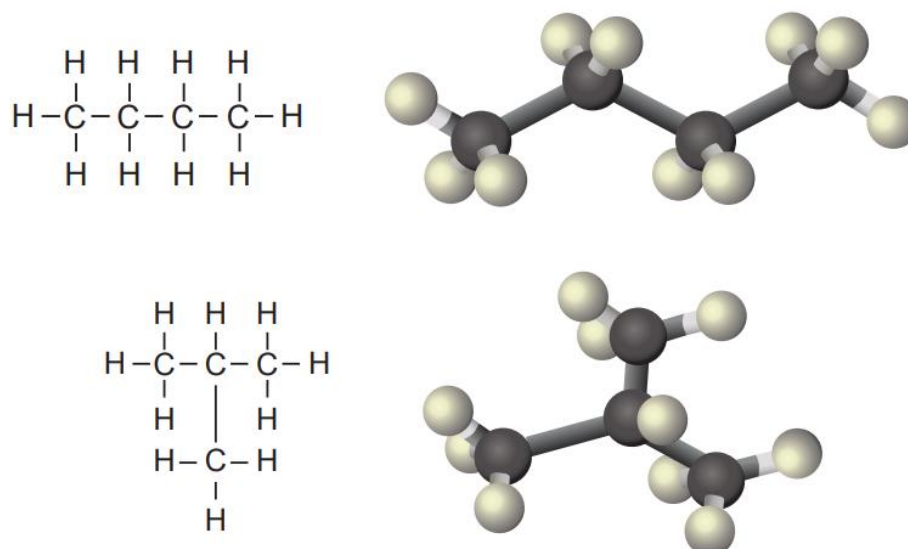


Abbildung 27.5: Molekularstruktur von einigen gesättigten Kohlenwasserstoffen (Einfachbindungen)

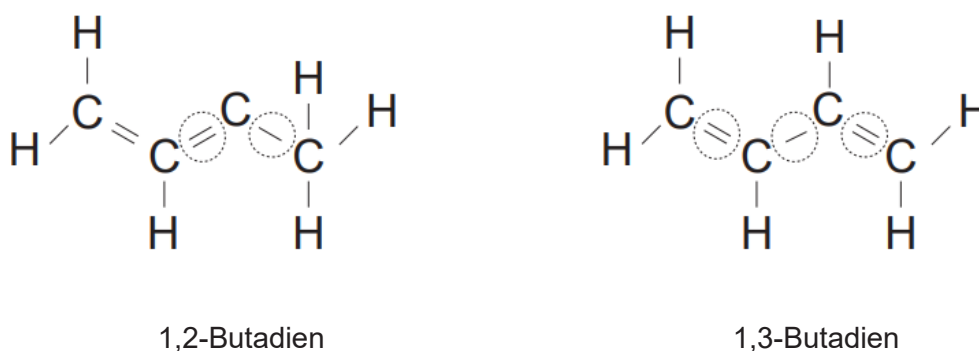


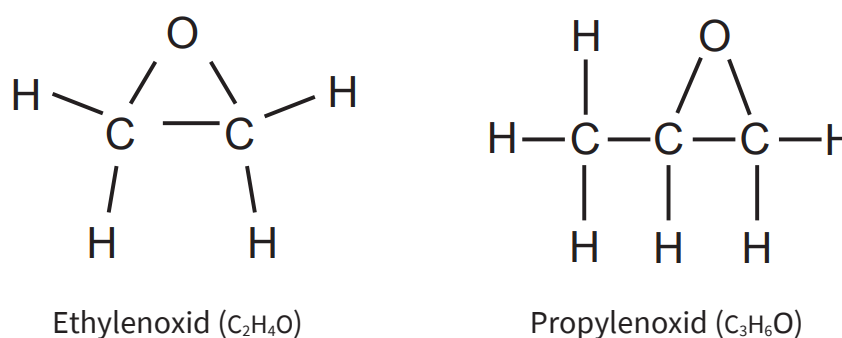
Abbildung 27.6: Molekularstruktur von einigen ungesättigten Kohlenwasserstoffen (Doppelbindungen)

Abbildung 27.6 zeigt die Molekularstruktur von zwei ungesättigten Kohlenwasserstoffen, 1,2-Butadien (Doppelbindungen nebeneinander) und 1,3-Butadien (Doppelbindungen getrennt). Propylen (C_3H_6) und Ethylen (C_2H_4) sind weitere Beispiele für ungesättigte Kohlenwasserstoffe.

Keine Kohlenwasserstoffe (chemische Gase)

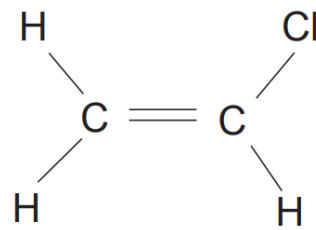
Die dritte Flüssiggasgruppe sind die chemischen Gase. Diese bestehen neben Kohlenstoff und Wasserstoff noch aus anderen Atomen. Abbildung 27.7 zeigt die Molekularstruktur von drei dieser Verbindungen, nämlich Ethylenoxid (C_2H_4O), Propylenoxid (C_3H_6O) und Vinylchlorid (C_2H_3Cl). Die meisten Verbindungen dieser Gruppe sind chemisch reaktiv.

Zu den chemischen Gasen, die im Allgemeinen in Flüssiggastankern 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. Auf See wird Propylenoxid mit Chemikaliertankschiffen befördert. Es gehört zu den flüssigen Stoffen der Klasse 3, wird aber wegen des hohen Dampfdrucks im Binnenverkehr (in Europa) in Gastankern befördert.



Ethylenoxid (C_2H_4O)

Propylenoxid (C_3H_6O)

Vinylchlorid (C_2H_3Cl)**Abbildung 27.7:** Molekularstruktur von einigen chemischen Gasen

Ammoniak ist eine farblose alkalische Flüssigkeit mit einem beißenden Geruch. Die Ammoniakdämpfe sind entzündbar, brennen mit gelber Flamme und bilden dabei Wasserdampf und Stickstoff. Ammoniakdampf in Luft benötigt jedoch eine hohe Konzentration (14-28 %), um entzündbar zu sein, hat einen hohen Zündenergiebedarf (das 600-fache von Propan) und brennt mit niedriger Verbrennungsenergie. Dennoch muss Ammoniak immer als entzündbare 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). Wenn Wasser zu Reinigungszwecken in einen Ladetank mit Ammoniakdampf eingeleitet wird, sollte der Tank zunächst mit Stickstoff unter Druck gesetzt werden.

Da 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 tritt eher bei höheren Temperaturen auf. Die Spannungsrisskorrosion bezeichnet die Rissbildung in einem Umschließungsmittel, in dem (üblicherweise) feine Risse in vielen Richtungen entstehen können. Risse, die durch Spannungsrisskorrosion verursacht werden, sind normalerweise fein und spröde.

Das Risiko der Spannungsrisskorrosion kann durch folgende Maßnahmen gemindert werden:

- Kühl Lagerung bei einer Temperatur von weniger als $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- Verwendung von Stählen mit einer niedrigen Streckgrenze in der Bauphase,
- in der Bauphase spannungsfreie Tankschweißnähte mit Hilfe von Thermoverfahren herstellen,
- Zugabe von 0,2 % Wasser zum Ammoniak.

Da Ammoniak von Natur aus hochreaktiv ist, eignen sich Kupfer- und Aluminiumlegierungen, verzinkte Oberflächen, Phenolharze, Polyvinylchlorid, Polyester und Viton-Kautschuk nicht für Ammoniak. Baustahl, Edelstahl, Neoprenkautschuk und Polyethylen sind jedoch geeignet.

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 entzündbar. Aluminiumlegierungen, Kupfer, Silber, Quecksilber und Magnesium eignen sich nicht für Vinylchlorid. Stähle sind chemisch verträglich.

Ethylenoxid und Propylenoxid sind farblose Flüssigkeiten mit etherähnlichem Geruch. Sie sind entzündbar, 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 Edelstähle eignen sich nicht für den Umgang mit Ethylenoxid. Baustahl und bestimmte Edelstähle eignen sich als Baumaterial für Tankwände für sowohl Ethylen- als auch Propylenoxide.

Hinweis: Propylenoxid gehört rechtlich gesehen zu den flüssigen Stoffen der Klasse 3, wird aber aufgrund des hohen Dampfdrucks üblicherweise in Gastankern befördert.

Chlor gehört zu den viel seltener transportierten Ladungen und ist auf spezielle Tankschiffe beschränkt. Es ist eine gelbe Flüssigkeit, die einen grünen Dampf entwickelt. Es hat einen beißenden, unangenehmen Geruch und ist hochgiftig. Es ist nicht brennbar, kann aber, genau wie Sauerstoff, die Verbrennung von anderen entzündbaren Stoffen 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. Trockenes Chlor verträgt sich mit Baustahl, Edelstahl, Monel und Kupfer. Chlor ist leicht löslich in Natronlauge, die zum Absorbieren des Chlordampfes eingesetzt werden kann.

27.4 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
Entzündbar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Toxisch								X		X	X	X	X	X
Polymerisierbar								X	X		X	X		

REAGIERT 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
Baustahl (kohlenstoffarm)	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

Anmerkungen: Weitere Einzelheiten zur chemischen Reaktivität können den Datenblättern im IGC-Code entnommen werden.

1. Edelstahl mit einem Nickelgehalt von 9 % ist das übliche Umschließungsmaterial für Ethylen.

2. Siehe IGC-Code - Abschnitt 17.16.3.

3. Nicht geeignet für flüssiges Methan wegen Sprödbruchs.

* PTFE: Polytetrafluorethylen (Dichtungsmaterial)

[†]PVC: Polyvinylchlorid (Isolierung von elektrischen Kabeln)

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 Luft	Kohlendioxid

Tabelle 27.3(a): Chemische Verträglichkeit von Flüssiggasen X = unverträglich

Tabelle Tankreinigung											
Nächste Ladung											
	Butan	Butadien	Butylen	C4-Raff*	Ethylen	Propan	Propylen	Propylen-oxid	Propan-Propylen-Gemisch	Vinylchlorid	C4-Crude*
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	Bei der Verladung von Ladungen nach Ammoniak gelten häufig besondere Terminalvorschriften										
Butan		N ₂ <5 %	N ₂ I <5 %	ET	VN ₂	S	VN ₂	VN ₂	ET	VN ₂	ET
Butadien	ET		N ₂ I <25 %	N ₂ I <25 %	VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	ET
Butylen	ET	N ₂ <5 %		ET	VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	ET
C4-Raff*	ET	N ₂ <5 %	N ₂ I <25 %		VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	ET
Ethylen	S Wärme	N ₂ <5 %	N ₂ I <5 %	S		S	N ₂ <3000 ppm	VN ₂	ET Wärme	N ₂ <1000 ppm	S Wärme
Propan	ET	N ₂ <5 %	N ₂ I <5 %	ET	N ₂ <1000 ppm		N ₂ <5 %	VN ₂	ET	N ₂ <1000 ppm	S
Propylen	ET	N ₂ <5 %	N ₂ I <9 %	ET	N ₂ <1000 ppm	ET		VN ₂	ET	N ₂ <1000 ppm	S
Propylen-oxid	WVN ₂ I	WVN ₂	WVN ₂ I	WVN ₂ I	WVN ₂	WVN ₂ I	WVN ₂		WVN ₂	WVN ₂	WVN ₂
Propan-Propylen-Gemisch	ET	N ₂ <5 %	N ₂ I <9 %	ET	VN ₂	S	N ₂ <25 %	VN ₂		N ₂ <1000 ppm	S
Vinyl-chlorid	VN ₂ I	VN ₂	VN ₂ I	VN ₂ I	VN ₂	VN ₂ I	VN ₂	VN ₂	VN ₂		VN ₂
Butan & Propan, nass	S	N ₂ <5 %	N ₂ I <9 %	ET	VN ₂	ET	VN ₂	VN ₂	S	VN ₂	
C3/C4*	ET	N ₂	N ₂ I	ET	VN ₂	S	VN ₂	VN ₂	VN ₂	VN ₂	

*Bei diesen Ladungen handelt es sich um Gemische verschiedener Flüssiggase, die nicht im IGC-Code aufgeführt sind.

Dies ist ein allgemeines Verfahren. Der endgültige Reinigungszustand der Ladetanks muss jedoch mit dem betreffenden Empfänger vereinbart werden.

Tabelle 27.3(b): Verträglichkeit von vorherigen Ladungen mit Flüssiggasen

Code	Beschreibung
W	Reinigung mit Wasser
V	Sichtprüfung
N ₂	Inertisieren nur mit Stickstoff
N ₂ I	Inertisieren mit Stickstoff oder Inertgas
ET	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 sollte erst dann zur Inspektion geöffnet werden, wenn die Temperatur des Tanks annähernd den Umgebungsbedingungen entspricht.

27.5 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 entzündbare Gemische bilden. Die Inertisierung von Ladetanks ist eine notwendige Vorstufe zum Belüften für die Inspektion oder das Trockendock, kann aber zeitaufwendig sein. Die Inertisierung ist auch vor dem Wechsel vom gasfreien in den beladenen Zustand erforderlich.

Was den Grad der Inertisierung betrifft, sollte vor einem weiteren Gassing-up (Ladetank mit Dämpfen der flüssigen Ladung auffüllen) 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. Die im Gas enthaltene Feuchtigkeit kann bei den auftretenden kalten Ladungstemperaturen kondensieren und freies Wasser bilden. 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 beim Verlassen des Generators gründlich getrocknet.

Alle Inertgasarten (Verbrennen von Brennstoff, Stickstoffproduktion an Bord oder reiner Stickstoff vom Land) haben ihre eigene spezielle Verwendung. Beachten Sie, dass der Inertgasgenerator aus Qualitätsgründen nur selten für chemische Gase genutzt 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 %	–
Stickoxide	Spuren	–
Taupunkt	-45° C	-65° C
Asche und Ruß	vorhanden	–
Dichte (Luft=1,00)	1,035	0,9672

Tabelle 27.4: Inertgas

Nur hochreiner Sauerstoff ist im chemischen Sinne voll verträglich mit allen Flüssiggasen. Viele Komponenten des durch Verbrennung erzeugten Inertgases können dazu führen, dass chemische Flüssiggase nicht der Spezifikation entsprechen. Insbesondere was die persönliche Sicherheit und chemische Reaktivität betrifft, sollten die folgenden Punkte bezüglich der Inertgasbestandteile beachtet werden:

Kohlenstoff Partikel in Form von Asche und Ruß können die Qualität vieler chemischer Gase beeinflussen.

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 (Urethan). Die Bildung von festen Kohlendioxiden und Carbamaten führen zu Verunreinigungen der Ladung und zu operativen Schwierigkeiten, z. B. Verstopfen 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. (Beachten Sie, dass der TLV-TWA-Wert von Kohlenmonoxid 50 ppm beträgt.)

Feuchtigkeit im Inertgas kann kondensieren und dabei Hydrate in der Ladung bilden, was zu starker Korrosion in inertisierten Räumen führen kann. Wenn ein kaltes Produkt geladen wird, ist es wichtig, dass der Taupunkt des Inertgases in den Ladetanks 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 erzeugtem Inertgas festgestellt wurden, unverträglich mit Butadien, Isopren, Vinylchlorid und Ethylenoxid. Bei Kontakt mit Sauerstoff können sich diese Produkte verbinden und Peroxide und Polymere bilden.

Aus diesen Gründen kann nur reiner, an Land entnommener Stickstoff im chemischen Sinne als völlig inert für alle Flüssiggase angesehen werden. 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.

27.6 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, auch VCM genannt, in Abbildung 27.8 dargestellt. Dieser Prozess kann sehr schnell ablaufen und ist mit einer großen Wärmeentwicklung verbunden. 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 ein festes, nicht pumppbares 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 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 im Dampfraum eine erhöhte Wahrscheinlichkeit der Polymerisation besteht.

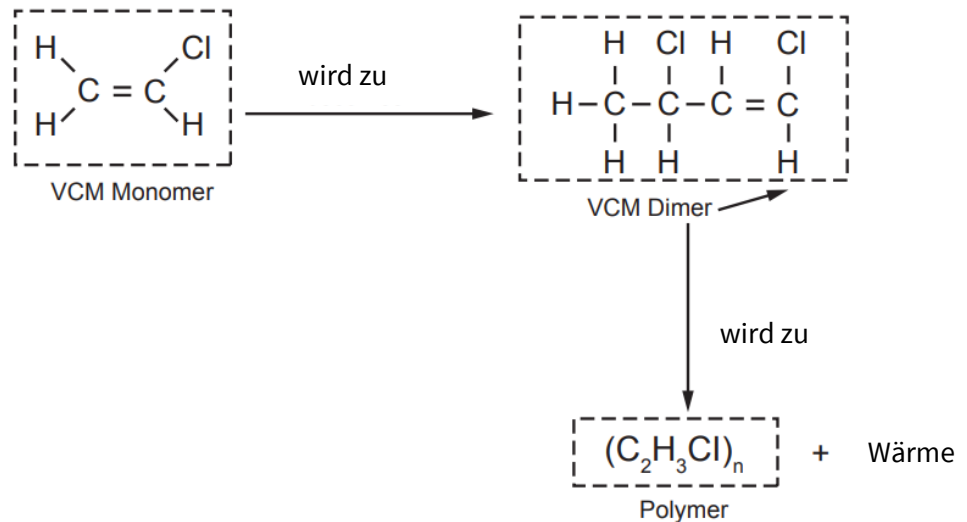


Abbildung 27.8: Polymerisation von Vinylchlorid/VCM

Inhibitoren können giftig sein. Die gebräuchlichsten sind Hydroquinon und tert-Butyl-Catechol. Gesundheits- und Sicherheitsdaten für diese Produkte sind in Abschnitt 28.1 enthalten. Wie bereits erwähnt, ist beim Umgang mit Inhibitoren und Ladungen mit Inhibitorzusatz Vorsicht geboten.

Die Besatzung von Tankschiffen sollte sich vergewissern, dass sie vor dem Verlassen des Liegeplatzes ein Inhibitoratenblatt vom Verloader erhalten hat. Dieses Zertifikat sollte die in der Abbildung unten aufgeführten Daten enthalten:

Flüssiggas – Inhibitoratenblatt
Vor dem Laden der inhibierten Ladung auszufüllen

Schiff
Datum

Hafen & Liegeplatz
Uhrzeit

1. Richtiger technischer Name der Ladung
2. Richtiger technischer Name des Inhibitors
3. Menge des zugesetzten Inhibitors
4. Datum der Zugabe
5. Voraussichtliche Lebensdauer des Inhibitors
6. Temperaturbegrenzungen, die den Inhibitor beeinflussen
7. Erforderliche Maßnahmen, falls die Dauer der Fahrt die Wirkdauer des Inhibitors überschreitet

Wenn die vorstehenden Angaben fehlen, sollte die Ladung abgewiesen werden (IGC-Code, Abschnitt 18.4.3)

Für das Schiff
 (Unterschrift)

Für die Landseite
 (Unterschrift)

Abbildung 27.9: *Inhibitoratenblatt*

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 gestoppt 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.

27.7 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 Schotten 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. Sie können auch zu Schäden an den Ladepumpen führen.

Hydrat-Inhibitoren wie z. B. Methanol oder Ethanol können an geeigneten Stellen in der Anlage zugegeben werden, aber ohne die Genehmigung des Verladers und Schiffbetreibers sollte keine Zugabe erfolgen. Es sei darauf hingewiesen, dass in einigen Ländern die Verwendung von Methanol verboten ist. Einige chemische Gase können durch die Zugabe von Methanol nicht der Spezifikation entsprechen. 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, sollte auf einen sicheren Umgang geachtet werden.

27.8 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 Armaturen 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 ungefähr die Hälfte des Wertes von Wasser). Unter diesen Umständen verdampft die Flüssigkeit, wenn ihr Dampfdruck den Produktdruck an dem Lager überschreitet. Der Dampf verdrängt die Flüssigkeit aus dem Lager und führt aufgrund der Überhitzung zu einem Lagerschaden.

Es sollte auch darauf hingewiesen werden, dass das im Kompressor verwendete Schmieröl mit der Güte der beförderten Ladung kompatibel sein muss (siehe Abschnitt 32.6.1).

27.9 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 n-Butan und Isobutan, 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 ablesen.

Die wichtigste physikalische Eigenschaft eines Flüssiggases besteht in dem Zusammenhang zwischen Sättigungsdampfdruck und Temperatur. Diese Eigenschaft, auf die später ausführlicher eingegangen wird, ist entscheidend für die Konstruktion des Tankumschließungssystems, das sich für die jeweilige Ladung am besten eignet und hat einen starken Einfluss auf wirtschaftliche Überlegungen.

27.10 Aggregatzustände

27.10.1 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.

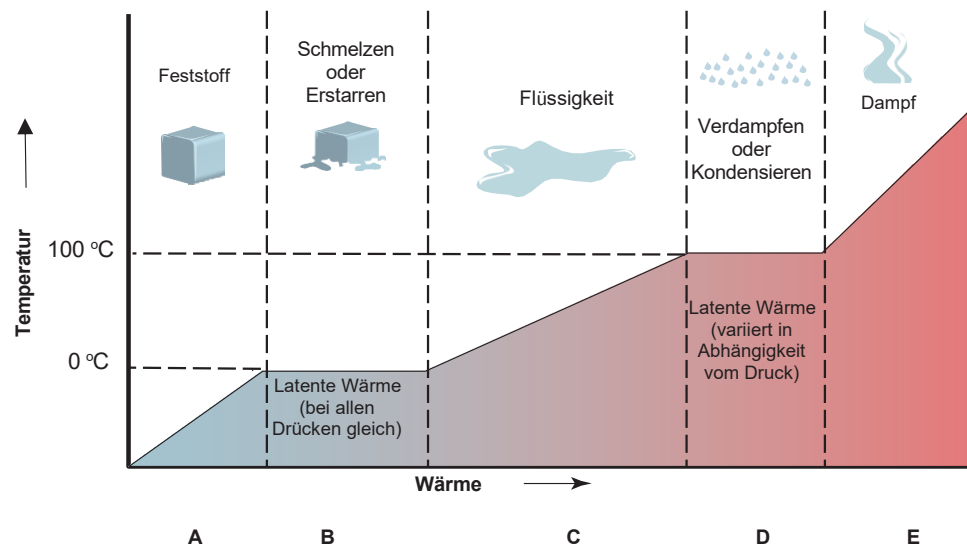


Abbildung 27.10: Temperatur-/Wärmediagramm für wechselnde Aggregatzustände

Jeder Stoff schmilzt oder erstarrt bei einer bestimmten Temperatur, und diese Temperatur ist praktisch vom Druck unabhängig. 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 oder abgekühlt wird, anhand seiner drei Aggregatzustände: hier werden die Schmelz- bzw. Erstarrungstemperaturen und die Verdampfungs- bzw. Kondensationstemperaturen gezeigt.

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.

Gas	Atmosphärischer Siedepunkt (°C)	Kritische Temperatur (°C)	Kritischer Druck (in bar, absolut)	Kondensationsverhältnis dm ³ Flüssigkeit 1m ³ 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

27.10.2 Leckage von Flüssiggas

Vor dem Hintergrund der vorhergehenden Absätze ist es zweckmäßig, darauf einzugehen, was passiert, wenn es zu einer Leckage von Flüssiggas kommt. Zunächst wird eine voll gekühlte Flüssigkeit betrachtet, die aus ihrem Umschließungsmittel 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. Die 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 Leckagen 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 entsteht eine weiße Dampfwolke.

Anfängliche Leckagen von Flüssiggas aus einem Druckbehälter verhalten sich zunächst anders als oben beschrieben. In diesem Fall ist die Temperatur der Flüssigkeit beim Austreten fast gleich der Umgebungstemperatur. Der hohe Druck beim Austreten fällt jedoch schnell auf Umgebungsdruck, und das wiederum führt zu einer extrem schnellen Verdampfung, wobei die dafür erforderliche Wärme hauptsächlich aus der Flüssigkeit selbst stammt. 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 sichtbare, weiße Wolke. Die flüssigen Tröpfchen verdampfen schnell zu Gas, was zu einer weiteren Abkühlung führt, sodass die weiße Wolkenbildung länger erhalten bleibt. Danach erreichen alle restlichen Flüssigkeitslachen eine Gleichgewichtstemperatur und verdampfen vollständig, wie im vorhergehenden Absatz beschrieben.

Die Verdampfungsgeschwindigkeit, die Temperatur und die Dichte der entstehenden Dampf Wolke variieren in Abhängigkeit von der verschütteten Flüssigkeit, der verschütteten Menge und davon, ob die Verschüttung an Land oder auf dem Wasser erfolgt. Es ist nahezu sicher, dass die Wolke tiefliegend sein wird (nur Methan bei einer Temperatur von über $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, Ethylen und Ammoniak sind leichter als Luft - siehe Tabelle 27.5).

Die Gefahr, die durch das Austreten von Dampf in die Atmosphäre entsteht, besteht darin, dass mit Luft vermischter Dampf entzündbar wird. Die weiße Dampf Wolke kann eine Warnung vor dem Vorhandensein einer gefährlichen Situation sein, allerdings muss der entzündbare Bereich der Gaswolke nicht unbedingt mit der sichtbaren Wolke übereinstimmen. Anfangs wird die Wolke kalt sein und 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.

Abgesehen von den Gefährdungen durch Dampf-in-Luft-Gemischen kann die kalte Flüssigkeit Erfrierungen am menschlichen Gewebe verursachen und Metalle spröde werden lassen. Außerdem ist es wahrscheinlich, dass ein Flüssiggas an der Luft auf eine Temperatur unter seinem atmosphärischen Siedepunkt unterkühlt wird.

Flüssiggas, das auf Decks von Tankschiffen verschüttet wird, die nicht für Niedrigtemperaturen ausgelegt sind, kann den Stahl auf Temperaturen abkühlen lassen, bei denen er spröde wird. Spannungen, die bereits im Stahl vorhanden sind, 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. Verschüttungen können ernste Folgen haben, und Tankschiffe wurden aus diesem Grund für lange Zeit aus dem Verkehr gezogen. Bei Tankschiffen, die besonders kalte Flüssigkeiten wie Ethylen befördern, ist Vorsicht geboten, und es sollten geeignete Auffangwannen zum Schutz vor solchen Verschüttungen vorgesehen werden.

27.11 Prinzipien der Kühlung

Die Prinzipien der Wärmeübertragung, Verdampfung und Kondensation gelten auch für die Kühlung. Das kalte flüssige Kältemittel wird in einem Verdampfer verdampft, der, da er kälter ist als seine Umgebung, Wärme aufnimmt, um latente Verdampfungswärme zu liefern. Der kühle Dampf wird von einem Kompressor aufgenommen, der den Druck und die Temperatur des Dampfes erhöht und den Dampf zum Kondensator weiterleitet. Hier wird der Dampf zu einer Hochdruckflüssigkeit kondensiert und die spürbare Wärme aus der Enthitzung zusammen mit der latenten Kondensationswärme über das Kühlmittel des Kondensators abgeführt, das dabei erwärmt wird. Die Hochdruckflüssigkeit gelangt dann über ein Expansionsventil auf die Niederdruckseite der Kälteanlage und verdampft dabei zu einem zweiphasigen Gemisch aus kalter Flüssigkeit und Dampf. Dieses Gemisch wird dann zum Verdampfer (Ladetank) geleitet, und der Kreislauf ist geschlossen.

Abbildung 27.11 zeigt einen vereinfachten Kaskaden-Kühlkreislauf für LNG. Er besteht aus drei Stufen, die jeweils ein anderes reines Kältemittel nutzen. Der Einfachheit halber wird für jeden Kältemittelkreislauf nur eine Stufe dargestellt, doch können zur Steigerung der Gesamteffizienz zusätzliche Stufen verwendet werden.

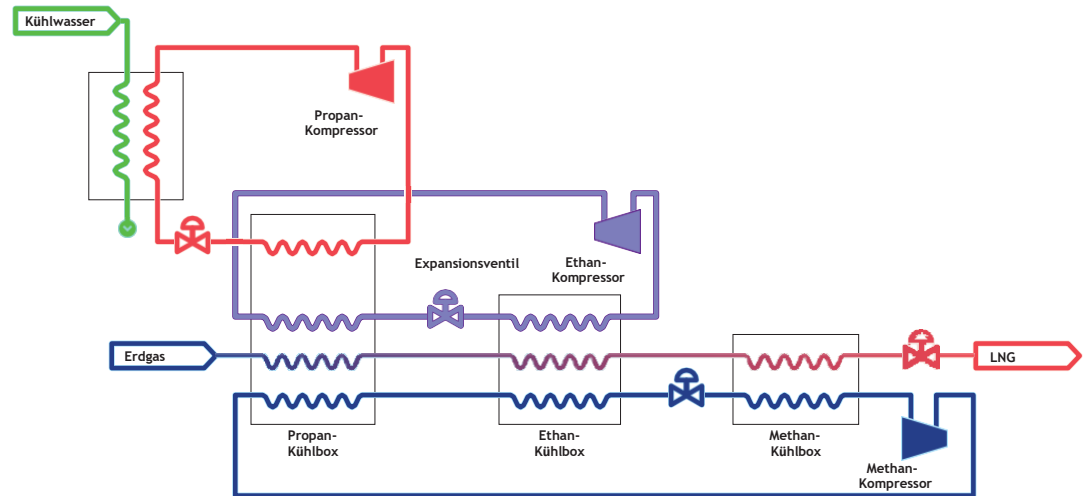


Abbildung 27.11: Vereinfachter Kaskaden-Kältekreislauf für LNG

27.12 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.

27.13 Zusammenhang zwischen Flüssigkeits- und Dampfvolumen

Als 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 Flüssigkeitsmenge (in dm^3) bei ihrem atmosphärischen Siedepunkt an, die aus einem Kubikmeter ihres Dampfes unter Normalbedingungen von 1 bar Absolutdruck und 0°C kondensiert. Liegt die Temperatur des Gases bei 0°C über seiner kritischen Temperatur (z. B. bei Methan), wird das Verhältnis für den Dampf beim atmosphärischen Siedepunkt der Flüssigkeit angegeben. Die Kondensationsverhältnisse sind in Tabelle 27.5 angegeben.

27.14 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 (siehe Abschnitt 27.13) um, dann ist der Teil des Kreislaufs am wichtigsten, in dem der Dampf verdichtet wird.

Bei einem idealen Gas werden die Gasgesetze befolgt, da der Abstand zwischen seinen Molekülen so groß ist, dass sie untereinander keine Kraft ausüben. In Wirklichkeit gibt es keine idealen Gase, aber bei Raumtemperatur und niedrigen Drücken kommen viele ungesättigte Gase dieser Vorstellung nah. 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 bei konstanter Temperatur das Volumen einer festen Gasmasse umgekehrt proportional zum absoluten Druck verläuft. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 27.12(a) dargestellt und kann wie folgt beschrieben werden:

$$PV = \text{konstant},$$

$$\text{oder } P_1 V_1 = P_2 V_2$$

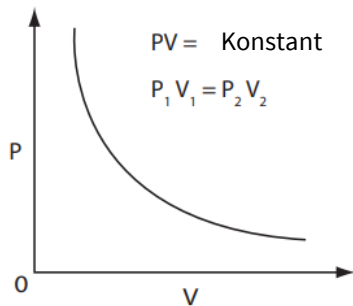


Abbildung 27.12(a):
Gasgesetz von Boyle (konstante
Temperatur)

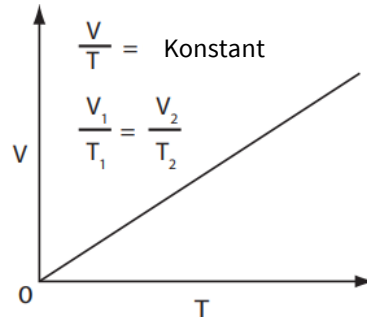


Abbildung 27.12(b):
Gasgesetz von Charles
(konstanter Druck)

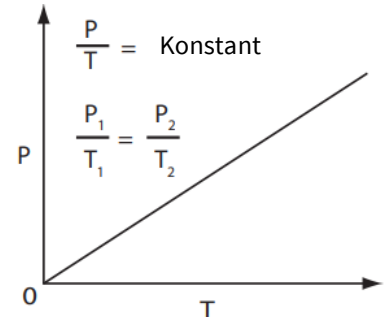


Abbildung 27.12(c):
Druckgesetz für Gase
(konstantes Volumen)

Das Gesetz von Charles besagt, dass bei konstantem Druck das Volumen eines Gases bei konstanter Stoffmenge um das 1/273-fache seines Volumens bei 0°C mit jedem Grad Celsius Temperaturanstieg zunimmt. Eine alternative Definition besagt, 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:

$$\frac{V}{T} = \text{konstant}, \text{ oder}$$

$$\frac{V^1}{T^1} = \frac{V^2}{T^2}$$

Das Druckgesetz besagt, dass der Druck des Gases bei einer konstanten Stoffmenge und einem konstanten 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 konstanten Volumen direkt proportional zu seiner absoluten Temperatur ändert. Das Druckgesetz kann wie folgt beschrieben werden:

$$\frac{P}{T} = \text{konstant}, \text{ oder}$$

$$\frac{P^1}{T^1} = \frac{P^2}{T^2}$$

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:

$$\frac{PV}{T} = \frac{M}{m} = R$$

Wobei alle Mengen in gleichen Einheiten angegeben werden, z. B.:

- P gleich absoluter Druck in Pascal (N/m²)
- V in Kubikmetern
- T in Kelvin
- M gleich Stoffmenge Gas 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 (isotherm); Änderungen bei konstantem Druck (isobarisch); und Änderungen bei konstantem Volumen (isovolumetrisch).

Es gibt jedoch noch einen vierten Vorgang für ideale Gase, der für die Kühlung auch wichtig ist. Hierbei handelt es sich um die adiabatische Kompression, die reversibel oder irreversibel sein kann. Bei einem reversiblen Vorgang spielt die konstante Entropie eine Rolle. Druckänderungen bei konstanter Entropie (isentrop) sind in dem Diagramm von Mollier in Abbildung 27.17. dargestellt.

Bei einer reversiblen adiabatischen (oder isentropen) Expansion ist der Wärmestrom zu oder von einer externen Quelle gleich Null. Im Kompressor einer Kälteanlage 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 isotherme Kompression, wie anhand der A/C-Kurve dargestellt, sehr langsam durchgeführt werden, da sonst die Temperaturänderungen deutlich werden.

Daraus folgt, 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 isothermen liegt. Das könnte eine Annäherung an die A/D-Kurve, die in Abbildung 27.13 dargestellt ist, sein.

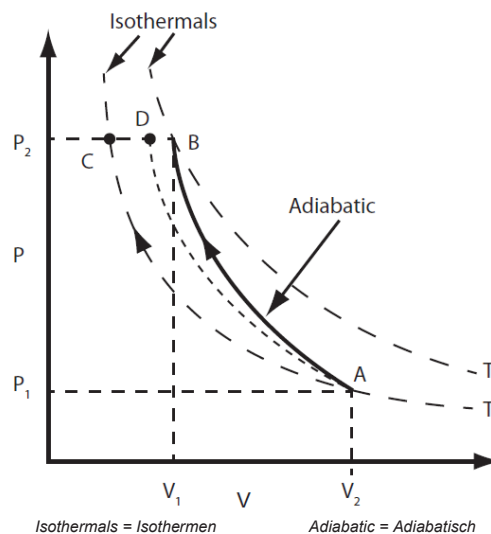


Abbildung 27.13: Zusammenhang zwischen adiabatischer und isothermer Kompression

Abbildung 27.13 wird mit ähnlichen Achsen wie Abbildung 27.12(a) dargestellt. Abbildung 27.13 enthält jedoch zwei isotherme 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 isothermen Kurve liegen, wird in diesen Fällen normalerweise von einer adiabatischen Zustandsänderung ausgegangen.

Wie zu Beginn dieses Abschnitts in Bezug auf das Gesetz von Boyle erwähnt, lautet die Gleichung für eine isotherme Kompression:

$$PV = \text{konstant}$$

Es ist vielleicht interessant, dass die Gleichung für die adiabatische Kompression lautet:

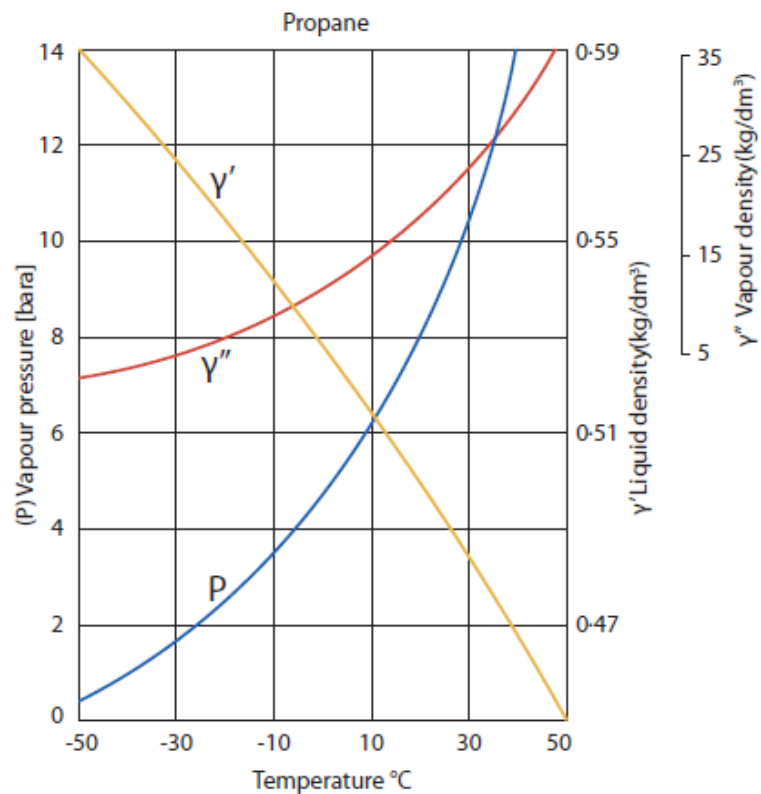
$$PV_k = \text{konstant}$$

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.

27.15 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 Dampfraum 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 Dampfraum keinen weiteren Dampf aus der Flüssigkeit aufnehmen, ohne dass ein ständiger Molekülaustausch zwischen Dampf und Flüssigkeit stattfindet.



Propane = Propan

γ'' Vapour density (kg/dm^3) = γ'' Dampfdichte (kg/dm^3)

(P) Vapour pressure [bara] = (P) Dampfdruck [bara]

γ' Liquid density (kg/dm^3) = γ' Flüssigkeitsdichte (kg/dm^3)

Temperature °C = Temperatur °C

Abbildung 27.14: Eigenschaften von Propan

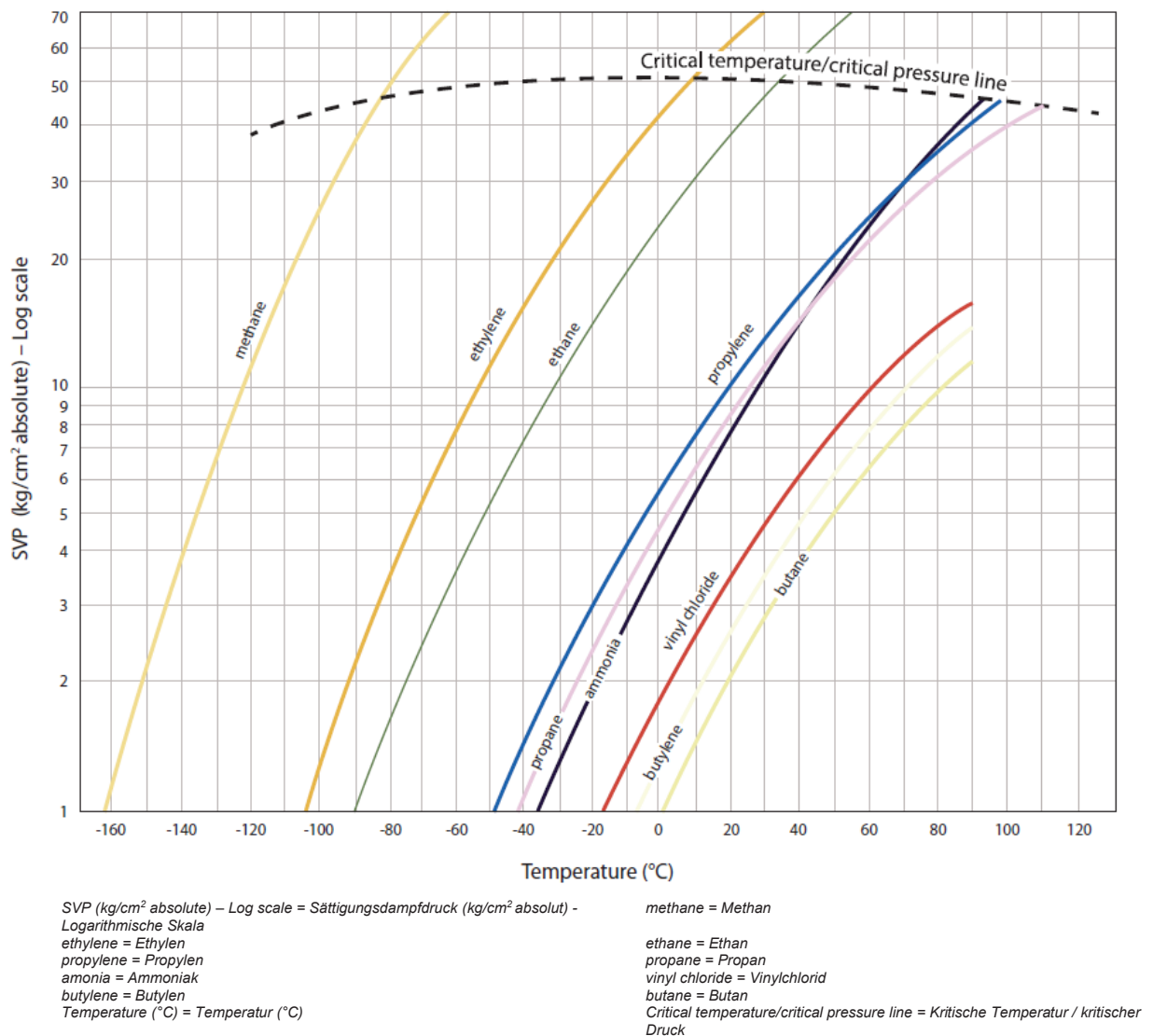


Abbildung 27.15: Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur bei Flüssiggasen

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 ist zu beachten, dass eine Erhöhung der Temperatur der flüssigen Phase zu einem nichtlinearen Anstieg des Sättigungsdampfdrucks führt. Der nichtlineare Kurvenverlauf zeigt auch, dass das gesättigte Gas sich 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 ersichtlich. Die vertikale Achse 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). Die Grafik zeigt, dass die kleineren Moleküle größere Dampfdrücke ausüben als die größeren Moleküle. Generell üben die 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 diese Ladungen in voll gekühlten oder voll isolierten Umschließungssystemen 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/cm² (Kilogramm Kraft pro Quadratzentimeter), Atmosphären oder Millimeter 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 (Quecksil bersäule)	Inch (Quecksil bersäule)	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.f/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 Druckeinheiten

Alle Manometer zum Messen des Drucks messen die Druckdifferenz. Der Manometerdruck ist also die Druckdifferenz zwischen dem Druck, an den das Manometer angeschlossen ist, und dem Umgebungsdruck des Manometers (atmosphärischer Druck). Den absoluten Druck erhält man, indem man den Außendruck (z. B. den atmosphärischen Druck) zum Manometerdruck addiert.

Dampfdrücke gehören, obwohl sie durch Manometer ermittelt werden können, zu den Grundeigenschaften eines Produkts. Im Wesentlichen handelt es sich somit um absolute Drücke. Die Tankbemessungsdrücke und Einstellungen der Überdruckventile wie z. B. der Manometeranzeigenbereich werden auf die physikalische Differenz zwischen internen und externen Drücken abgestimmt und sind damit Manometerdrücke. Aus Gründen der Einheitlichkeit werden in diesem Leitfaden die meisten Drücke in bar angegeben, aber um Missverständnisse zu vermeiden, wird die Einheit, wenn sie sich auf einen Manometerdruck (bar über atmosphärischen Druck) bezieht, in barg (bar gauge) 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.

27.16 Flüssigkeits- und Dampfdichten

27.16.1 Flüssigkeitsdichte

Unter der Dichte einer Flüssigkeit versteht man das Verhältnis ihrer Masse zur Volumeneinheit, und sie wird meist in Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m^3) angegeben. 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, beruhen auf den relativ hohen Volumenausdehnungskoeffizienten von Flüssiggasen. 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 Kohlendioxid, 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

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 Boil-off-Raten entstehen, die das 10-fache des Normalwerts betragen und dazu führen können, dass ein Überdruck erzeugt wird, die Überdruckventile geöffnet und erhebliche Dampfmengen oder sogar Zweiphasengemische in die Atmosphäre abgegeben werden.

Wenn Flüssigkeiten mit unterschiedlicher Dichte in denselben Tank gefüllt werden — ohne diese zu mischen — kann es zur Schichtenbildung kommen. Das kann darauf zurückzuführen sein, dass sich die Ladung nicht mischt (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 LNG- 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. 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 bei den Tanks an Land,
- keine längeren Unterbrechungen während der Beladung von Tankschiffen,
- Kontrolle der Ladungsbedingungen und Boil-off-Raten auf ungewöhnliche Werte,
- Ladungsumschlag an andere Tanks oder Umpumpen innerhalb des betroffenen Tanks an Land.

27.16.2 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.

27.17 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

V_i = prozentualer Volumenanteil der Komponente

Prozentualer Masseanteil

Prozentualer Masseanteil der Komponente = $M_i V_i / M_{\text{mix}}$ 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 Komponente (M_i)	$M_i V_i / 100$	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	$M_{\text{mix}} = 19,76$	19,76	100,00

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 Komponenten.

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 Stoffmengenanteil 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 Stoffmengenanteil 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 Stoffmengenanteil des Gasgemisches wie folgt angegeben:

$$\frac{M_i V_i}{M_{\text{mix}} \times 100}$$

Beispiel für ein LPG mit der folgenden Zusammensetzung bei -40 °C:

Komponente (n)	Stoffmengenanteil des Gemisches (F_n)	Sättigungsdampfdruck der Komponente bei -40°C (P_{nt}) (bar)	Teildruck der Komponente bei -40°C ($P_{nt} \times F_n$)	Zusammensetzung des Dampfes (Teildruck/Sättigungsdampfdruck des Gemisches x 100) (5 bezogen auf Volumen)
Ethan Propan n-Butan i-Butan	0,002	7,748	0,0155	1,4
	0,956	1,13	1,0803	97,8
	0,030	0,17	0,0051	0,5
	0,012	0,284	0,0034	0,3
	1,000		1,1043	100,0
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.

27.18 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 zu sieden beginnt.

Der Taupunkt eines Dampfes bei einem bestimmten Druck ist die Temperatur, bei der der Dampf mit sinkender Temperatur beginnt zu kondensieren. Bei einem Gemisch, dessen flüssige und gasförmige Phasen im Gleichgewicht sind, liegen der Blasenbildungspunkt und der Taupunkt bei unterschiedlichen Temperaturen.

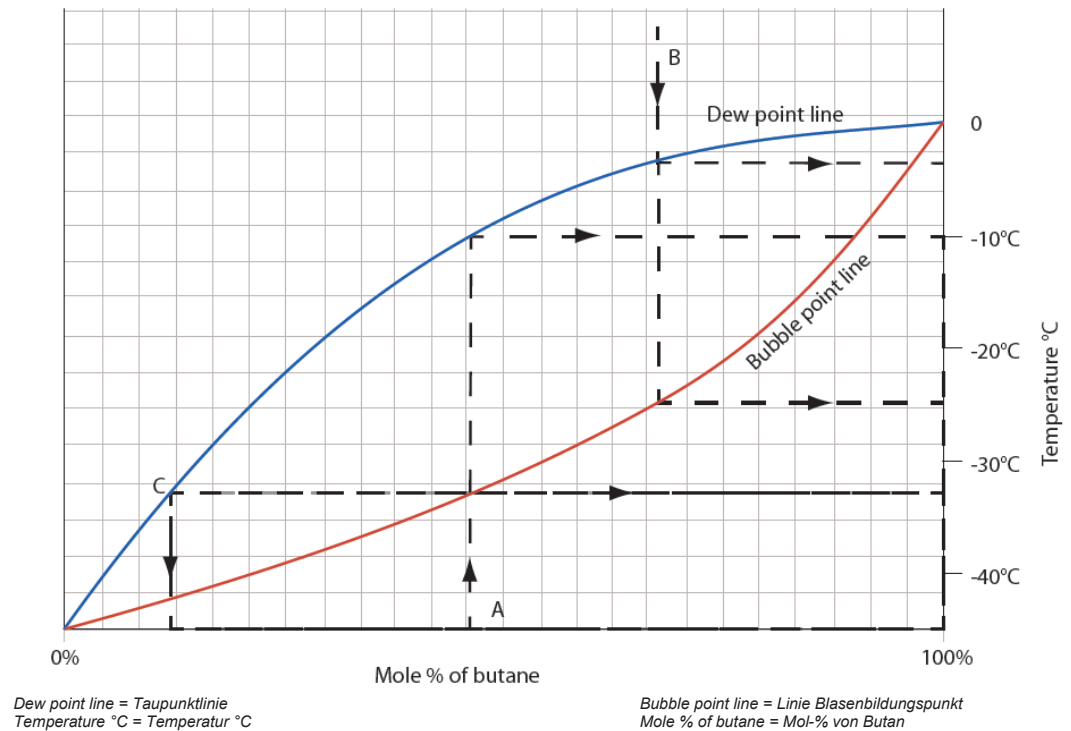


Abbildung 27.16: Gleichgewichtsdiagramm für Propan-/Butangemische

Dieses Verhalten lässt sich anhand eines Gleichgewichtsdiagramms darstellen. Abbildung 27.16 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 27.16 stellen die Blasenbildungspunkte und Taupunkte des Gemisches für den Bereich von reinem Propan (0 % 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. Die Auswertung des Diagramms zeigt, dass ein Flüssigkeitsgemisch mit der Zusammensetzung (A) bei seinem Blasenbildungspunkt von $-32,5\text{ °C}$ zu siedeln 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 und im Gleichgewicht mit seinem Dampfgemisch geschätzt werden. Nehmen wir wieder eine Flüssigkeit der Zusammensetzung (A) und gehen davon aus, dass sie auf einem Tiefkühltankschiff bei ihrem anfänglichen Blasenbildungspunkt von $-32,5\text{ °C}$ befördert wird, so ergibt sich bei dieser Temperatur die Dampfzusammensetzung, die sich im Gleichgewicht mit der Flüssigkeit befindet, aus (C).

27.19 Rückverflüssigung und Enthalpie

27.19.1 Enthalpie

Die Enthalpie der Masse eines Stoffes ist das Maß für den thermodynamischen Wärmeinhalt (oder Energie) des Stoffes, unabhängig davon, ob dieser flüssig oder gasförmig oder eine Kombination von beiden ist. Nach dem SI-System wird sie 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 = kg m/s²; Joules = kg m²/sec²]

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, z. B. bei Prozessen, die bei der Rückverflüssigung von Siededämpfen ablaufen. In diesen Prozessen können die Änderungen der kinetischen und potenziellen Energie vernachlässigt und somit die Enthalpieänderungen anhand bekannter thermodynamischer Daten berechnet werden. Es gibt tabellarische Darstellungen von Enthalpieänderungen für einige Flüssiggase, aber in vielen Anwendungen 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 eingenommen.

27.19.2 Kühlung

In Abbildung 27.17 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-/Dampfgemischbereichs. 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 Trockenheitsfaktor eingezeichnet.

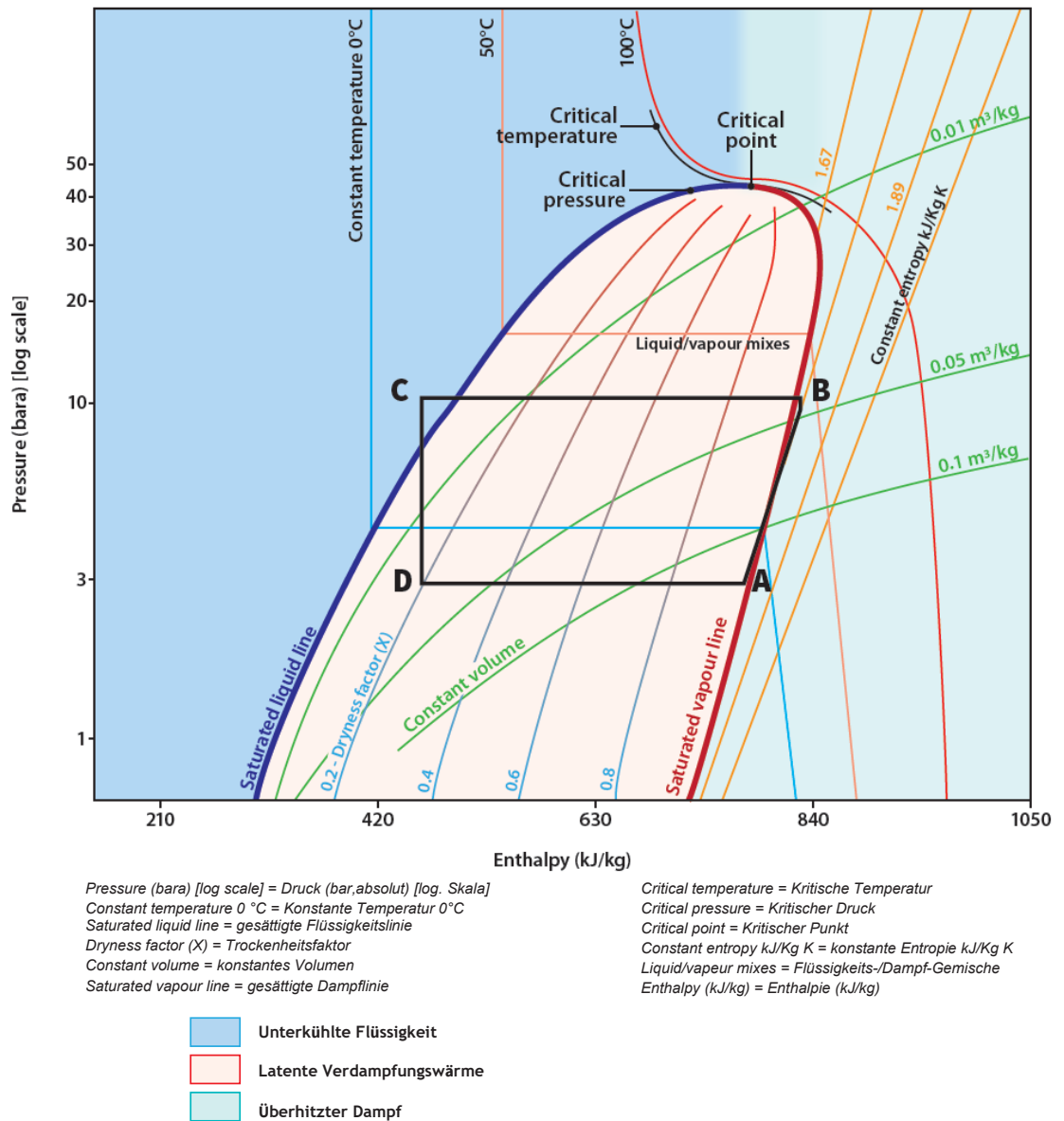


Abbildung 27.17: Mollier-Diagramm für Propan

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 Boil-off von einer mit Kühl-Druck beaufschlagten Propanladung, die bei 3 bar und -14 °C befördert wird (siehe zu diesem Beispiel auch Abschnitt 27.13 und Abbildung 27.11). Bei A in dem Diagramm wird der Boil-off-Dampf aus dem Ladetank abgezogen und bei B auf 10 bar verdichtet. Es wird generell davon ausgegangen, dass die Kompression adiabatisch ist, d.h. 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 kJ/kg) stellt die geleistete Verdichtungsarbeit des Kompressors 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 kJ/kg) stellt die durch den Kondensator entzogene Wärme dar.

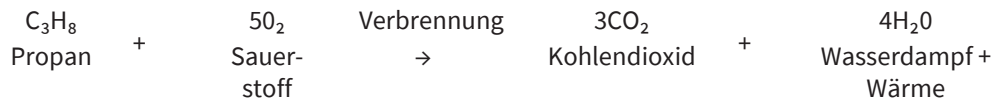
Das Flüssigkondensat wird dann durch ein Regelventil (Expansionsventil) expandiert und bei einem Druck von 3 bar in den Schiffstank zurückgeführt. Bei diesem Verfahren gibt das Kondensat weder Wärme ab noch nimmt es welche auf, und somit gibt es keine Enthalpieänderung. Bei dem Expansionsprozess stimmt 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 $790 - 470 = 320 \text{ kJ/kg}$).

27.20 Entflammbarkeit

Verbrennung

Die Verbrennung ist eine chemische Reaktion, die durch eine Zündquelle eingeleitet wird und bei der sich ein entzündbarer 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 die Sauerstoffzufuhr zum Brennstoff eingeschränkt ist, können auch Kohlenmonoxid oder Kohlenstoff erzeugt werden.

Die drei Voraussetzungen für eine Verbrennung sind Brennstoff, Sauerstoff und Zündung. Außerdem müssen die Anteile von Dampf im Vergleich zu Sauerstoff (oder Luft) innerhalb der Zündgrenzen des Produkts liegen.

Die durch Verbrennung gebildeten Gase werden durch die Reaktion erwärmt. In offenen Räumen ist die Gasausdehnung unbegrenzt und die Verbrennung kann ohne Bildung von übermäßigen Überdrücken fortgesetzt werden. Wenn die Ausdehnung von heißen Gasen in irgendeiner Weise begrenzt wird, führt das zu einem Ansteigen der Drücke und der Flammenausbreitungsgeschwindigkeit. Das hängt von der Art 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 expandierenden Gase 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 (Boiling-Liquid/Expanding-Vapour Explosion; Gasexplosion einer expandierenden siedenden Flüssigkeit)

Die BLEVE-Explosion (Gasexplosion einer expandierenden siedenden Flüssigkeit) 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, Korrosion, 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 Flammenaufrall 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 konkave Teile wie z. B. Abschlusskappen, wenn sie mit Flüssigkeit gefüllt sind, wie Raketen zünden. 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 Dampfmengen, die zusammen mit den Flüssigkeitströpfchen nach oben geblasen werden.

Wenn das Gas-/Luftgemisch innerhalb seiner Zündgrenzen 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 einschlägigen Rechtsvorschriften sind die Überdruckventile 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 Ladetanks auf einem Binnenschiff 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.

Zündbereich

Der Begriff Zündbereich bezieht sich auf ein Maß, das den Anteil des für die Verbrennung benötigten, entzündbaren Dampfes in der Luft beschreibt. Der Zündbereich ist der Bereich zwischen der minimalen und der maximalen Dampfkonzentration (in Vol.-%) in Luft, die ein entzündbares Gemisch bilden. Der untere und der obere Grenzwert werden in der Regel als untere bzw. obere Explosionsgrenze bezeichnet, abgekürzt UEG bzw. OEG. Dieses Konzept ist in Abbildung 27.18 für Butan, Ethylen und Methan dargestellt.

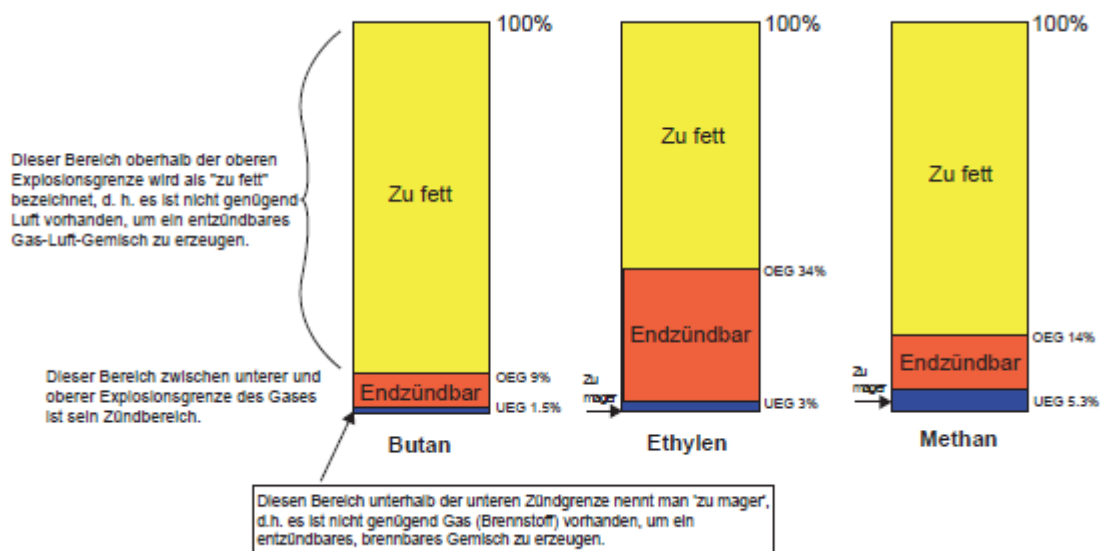


Abbildung 27.18: Zündbereich für Butan, Ethylen und Methan (Prozent in der Luft)

Alle Flüssiggase, mit Ausnahme von Chlor und CO₂, sind entzündbar, aber die Grenzen des Zündbereichs variieren in Abhängigkeit von dem jeweiligen Dampf. Diese sind in Tabelle 27.8 zusammengefasst. Der Zündbereich von Dampf wird durch einen höheren Sauerstoffanteil als normalerweise in Luft enthalten ist, erweitert. In diesen Fällen ändert sich die UEG geringfügig, während die OEG stark angehoben wird. In Tabelle 27.9 werden die Zündbereiche in Luft und Sauerstoff für Propan, n-Butan und Vinylchlorid angegeben. Alle entzündbaren Dämpfe haben diese Eigenschaft, und folglich sollte der Atmosphäre normalerweise kein Sauerstoff zugeführt werden, wenn diese entzündbare Dämpfe enthält.

Flüssiggas	Flammpunkt (°C)	Zündbereich (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-Butylene	-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 brennbar		
Kohlendioxid (CO ₂)	Nicht brennbar		

Tabelle 27.8: Zündeigenschaften von Flüssiggasen

	Zündbereich (in 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: Zündbereich einiger Flüssiggase in Luft und Sauerstoff

Flammpunkt

Der Flammpunkt einer Flüssigkeit ist die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit genügend Dampf entwickeln kann, um ein entzündbares Gemisch 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 brennbar, da sie komplett mit Ladungsdampf gefüllt sind und somit sicher über der OEG 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 anderen heißen Oberflächen geht. Eine entsprechende Aufstellung ist in Tabelle 27.8 enthalten.

Zündenergie

Zufällige Zündquellen für entzündbare Dämpfe können Flammen, Reibungsfunken (durch Schlagen von Metall auf Metall) und Lichtbögen oder elektrische Funken sein (Kurzschlüsse oder statische Entladungen). Die minimale Zündenergie, die erforderlich ist, um Kohlenwasserstoffgase in Brand zu setzen, ist sehr niedrig, insbesondere wenn die Dampfkonzentration in der Mitte des Zündbereichs liegt. Die minimale Zündenergie für entzündbare 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 überschritten, 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 weiter herabgesetzt.

Nur entzündbare 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 von Dampfwolken

Sollte ein Flüssiggas in einen offenen Raum austreten, wird die Flüssigkeit schnell verdampfen und eine Dampf Wolke bilden (siehe auch Abschnitt 27.12.2), die sich allmählich in Windrichtung verflüchtigt. Die Dampf Wolke oder Dampf fahne ist nur über einen Teil ihres Bereichs entzündbar. Diese Situation wird in Tabelle 27.19 dargestellt.

Der Bereich (B), der unmittelbar an die Fläche (A) mit der Verschüttung angrenzt, ist nicht brennbar, da es sich hier um ein zu fettes Gemisch handelt. Der Sauerstoffanteil ist zu gering, um entzündbar zu sein. Der Bereich (D) ist auch nicht brennbar, da das Gemisch zu mager ist; d. h. es enthält zu wenig Dampf, um entzündbar zu sein. Die entzündbare Zone liegt zwischen diesen beiden Bereichen und wird mit (C) bezeichnet.

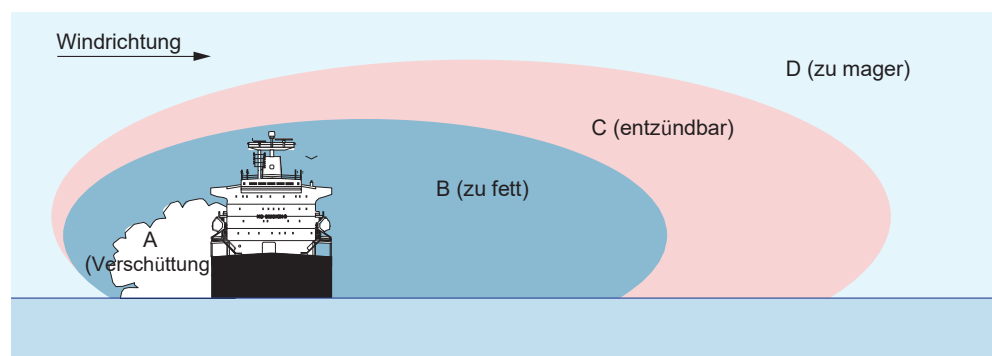


Abbildung 27.19: Bereiche mit entzündbaren Dämpfen — ausgelaufenes Flüssiggas

27.21 Unterdrückung der Entflammbarkeit durch Inertgas

Während eine höhere Sauerstoffkonzentration in einem entzündbaren Gemisch bedeutet, dass der Zündbereich größer und weniger Zündenergie benötigt wird, bedeutet weniger Sauerstoff, dass der Zündbereich kleiner und die minimale Zündenergie erhöht wird. Wenn der Sauerstoffanteil ausreichend reduziert wird, wird das Gemisch nicht brennbar, unabhängig von dem brennbaren Dampf. In Abbildung 27.20 wird dieses Konzept 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 Zündbereichs mit Verringerung des Sauerstoffgehalts wird durch die Form des als entzündbar gekennzeichneten Bereichs deutlich. Es wird auch klar, dass ein Sauerstoffgehalt, der unterhalb des Zündbereichs am linken äußeren Ende liegt, bedeutet, dass das Gemisch nicht brennbar ist. Dieser Wert beträgt für die meisten Kohlenwasserstoffgase ca. 10 bis 12 Vol.-%. Damit jedoch auf einem Gastankschiff eine entsprechend nicht brennbare Atmosphäre herrscht, sind weniger als 5 Vol.-% (manchmal 2 Vol.-%) Sauerstoff erforderlich.

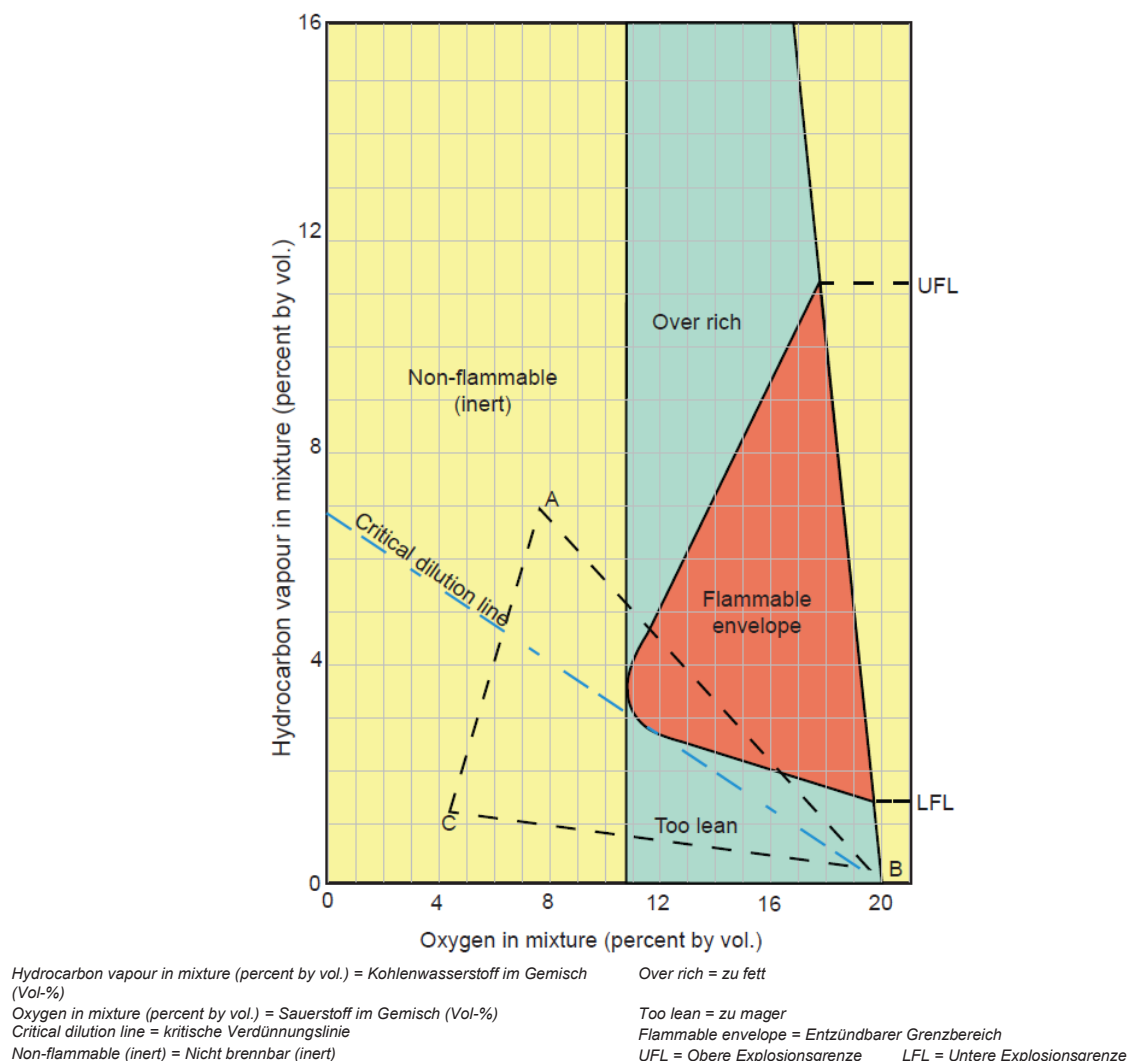


Abbildung 27.20: Explosionsgrenzen von Luft- und Stickstoff-Gasgemischen

Das Diagramm dient auch zur Veranschaulichung von adäquaten Verfahren für die Inertisierung und das Gasfreimachen. Nehmen wir zum Beispiel an, dass eine Tankatmosphäre in Punkt A bestimmt wird. Wenn der Tank dann direkt mit Luft gasfrei gemacht 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 entzündbaren 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 entzündbaren Grenzbereich passieren muss. Dieses Ergebnis kann nur sicher erzielt werden, wenn regelmäßig Messungen mit Hilfe von entsprechend geeichten Messgeräten 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 entzündbaren Grenzbereichs für Gemische schlecht definiert ist und alle nichthomogenen Zustände der Tankatmosphäre berücksichtigt werden müssen. Auch die unterschiedlichen Bereiche der Explosionsgrenzen der verschiedenen Gase müssen in Betracht gezogen werden (siehe Tabelle 27.8).

27.22 Zündquellen

Siehe Abschnitt 4.2, in dem Informationen über die Kontrolle von potenziellen Zündquellen enthalten sind.

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 Kohlenwasserstoffgasen in Berührung kommt, wird auch auf die Frage des Sauerstoffmangels eingegangen. Es werden Verfahren zur Prüfung der Atmosphäre beschrieben.

28.1 Gefahren durch die Ladung

Alle Gastankschiffe sind so ausgelegt, dass das Personal im Normalbetrieb den Gefährdungen, die die beförderten Ladungen darstellen, nicht ausgesetzt ist. Das setzt voraus, dass das Tankschiff und dessen Ausrüstungen ordnungsgemäß gewartet und die entsprechenden Verfahren befolgt werden.

Bei versehentlichen Leckverlusten, Sonderprüfungen oder Wartungsaufgaben kann es sein, dass das Personal mit flüssigen oder gasförmigen Produkten in Berührung kommt. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Gesundheits- und Sicherheitsrisiken, die mit diesen Umständen verbunden sind, und zeigt Möglichkeiten auf, wie diese Gefährdungen vermieden werden können.

Der allgemeine Ansatz zur Vermeidung von Risiken für das Personal sollte immer in der angegebenen Reihenfolge erfolgen:

- Gefahrenbeseitigung,
- Gefahrenkontrolle,
- persönlicher Schutz.

In dieser Aufzählung wird also empfohlen, erst dann auf persönlichen Schutz zurückzugreifen, wenn 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 können die Gefährdungen durch Flüssiggase oder deren Dämpfe fünf Bereiche umfassen. Auf diese Gefährdungen wird in diesem Kapitel später näher eingegangen. Die wesentlichen Komponenten sind:

- Entflammbarkeit - siehe Abschnitt 28.2.
- Toxizität (Giftigkeit) - siehe Abschnitt 28.3.1.
- Asphyxie (Ersticken) - siehe Abschnitt 28.3.2.
- Niedrigtemperatur (Erfrierungen) - 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 oder Sicherheitsdatenblätter 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 Entflammbarkeit und Toxizität. Sofern zutreffend, werden Gefährdungen durch Asphyxie ebenfalls in der Spalte mit der Überschrift 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	Entzündbar	Toxisch	Typischer TLV-TWA-Wert (ppm)	Ätzend/reizend	Wirkungen auf das Nervensystem
Methan	Ja	–	A	Nein	–
Propan	Ja	–	A	Nein	Ja
Butan	Ja	–	600	Nein	Ja
Propylen	Ja	–	500	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	3	Stark	Ja
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	Entzündbar	Toxisch	Typischer TLV-TWA-Wert (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 27.6 gegeben.

Stoff	Erfrierungen	Chemische Verbrennung
Methan	Ja	–
Propan	Ja	–
Butan	Ja	–
Propylen	Ja	–
Butylen	Ja	–
Isopren	Ja	–
Butadien	Ja	–
Ammoniak	Ja	Ja
Vinylchlorid	Ja	–
Ethylenoxid	Ja	Ja
Propylenoxid	Ja	Ja

Tabelle 28.2: Zusätzliche Gesundheitsdaten– Inhibitoren für Flüssiglادungen (Auswirkungen auf den menschlichen Organismus) ladungsspezifische Inhibitoren

Diese Informationen werden in Abschnitt 28.4 und 28.5 näher erläutert.

28.2 Entflammbarkeit

28.2.1 Betriebliche Aspekte

Der gefährlichste Aspekt bei Flüssiggasen ist die Entflammbarkeit ihrer Dämpfe. Bei der Schiffs konstruktion werden große Anstrengungen unternommen, um wirksame Umschließungsbehälter 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 Tankschiff und Terminal Betriebsverfahren gelten, die andere potenzielle Zündquellen, wie die in Abschnitt 27.22 beschriebenen, auf Bereiche außerhalb der festgelegten Sicherheitsabstände beschränken (siehe auch Abschnitt 28.2.2).

Alle Flüssiggase, die als Massengut auf den Binnenwasserstraßen transportiert werden, mit Ausnahme von Kohlendioxid, sind entzündbar. Die Dämpfe der anderen Flüssiggase sind leicht entzündbar. Eine Ausnahme bildet Ammoniak, das viel mehr Zündenergie benötigt als die anderen entzündbaren 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.

28.2.2 Aspekte eines Notfalls

Da verschüttete Flüssiggase schnell verdampfen, ist die Ausbreitung entzündbarer Dämpfe weitaus größer als bei einem vergleichbaren Ölaustritt. Die Zündgefahr bei ausgetretenem Flüssiggas ist daher viel größer. Aus diesem Grund richten viele Terminals zündfreie Zonen um die Piers 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 Wolke muss zuerst die größte anzunehmende Menge der Verschüttung 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 Piers 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 und treffen auch allgemein auf Brände von Flüssiggasen zu. Es gibt einige Unterschiede, auf die hingewiesen werden soll (siehe Abschnitte 27.20, 27.21 und 27.22). Aufgrund der Schnelligkeit der Dampfbildung kann die Strahlung durch Flüssiggasbrände 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, kann es zu Erkrankungen oder im Extremfall zum Tod kommen (im Allgemeinen können die Begriffe „toxisch“ und „giftig“ als Synonyme betrachtet werden).

Einige Flüssiggase haben eine toxische Wirkung, insbesondere wenn die Dämpfe eingeatmet werden. Ammoniak, 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 Kohlenwasserstoffgasen 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.

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 bestimmungsgemäßem 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.

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 als 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 ggf. die Gefahren um sich herum nicht wahrnehmen. Die Narkose beeinträchtigt das Nervensystem. 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.

Schwellengrenzwerte

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,
- Toxizität des Produkts.

Als Richtlinie für die zulässigen Dampfkonzentrationen in der Luft, wie sie z. B. beim Terminalbetrieb auftreten können, haben verschiedene staatliche Behörden Systeme für Schwellengrenzwerte (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.

Die Auflistung der Schwellengrenzwerte der zeitgewichteten mittleren Konzentration (TLV-TWA-Werte) finden sich in Tabelle 28.1. Diese dienen zur Veranschaulichung und sind eine Hilfe bei der Ermittlung der relativen Toxizität von Dämpfen. Die Anwendung eines spezifischen TLV-Wertes am Arbeitsplatz ist jedoch eine Frage für Fachleute. Es muss nicht nur der sichere Wert bekannt sein, sondern auch die daraus resultierende Wirkung auf den Körper.

Das meistzitierte 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-Werte. Das ist die Konzentration des Dampfes in der Luft, der eine Person 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 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 der unter (1) oben genannte Wert, 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 sollte. 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 dargelegt wurde, 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 Rechtsvorschriften in einigen Ländern abweichen, was nicht ignoriert werden sollte.

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. Menschen reagieren unterschiedlich empfindlich auf einen verminderten Sauerstoffgehalt, aber bei einem Wert von unter 19 % kommt es schnell zu Bewegungseinschränkungen und geistiger Verwirrung. Diese geistige 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 der 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,
- wenn die Tankinnenflächen Rost angesetzt haben.

Aus den vorgenannten Gründen ist es lebenswichtig, das Betreten von allen Räumen zu verbieten, bis ein Sauerstoffgehalt von 20,9 % erreicht ist. Das kann mit Hilfe eines Sauerstoffmessgeräts 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 (Kohlenwasserstoff-)Gas und Kohlenmonoxid zu prüfen (siehe Abschnitt 10.3).

Einige Gase in Tabelle 28.1 sind als Erstickungsgase bekannt. Dies liegt daran, dass sie nur begrenzte toxische Nebenwirkungen haben, aber gefährlich sein können, wenn sie in Mengen vorhanden sind, die Sauerstoff ausschließen. Daher besteht die Gefahr, dass jemand, der mit diesen Produkten in Berührung gekommen ist, erstickt. 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, muss das Personal, das den Raum betritt, durch Atemschutzgeräte geschützt und die Hinweise von Abschnitt 10.7. sollten befolgt werden.

28.3.3 Medizinische Versorgung

In diesem Abschnitt werden die Symptome und die medizinische Versorgung von Erstickungsopfern 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. Diese Veröffentlichung enthält eine Reihe von damit verbundenen chemischen Tabellen, die die wichtigsten Flüssiggase in Gruppen unterteilen, wie in Tabelle 28.3 dargestellt wird.

MFAG- Tabelle	310 Kohlenwasser- stoffe	340 Chlorkohlen- wasserstoffe	365 Aliphatische Oxide	620 Flüssiggase	725 Ammoniak
Produkt	Butadien	Vinylchlorid	Ethylenoxid	Methan	Ammoniak
	Butan		Propylenoxid		
	Butylen				
	Ethan				
	Ethylen				
	Propan				
	Propylen				

Tabelle 28.3: Gruppe der Flüssiggase - für medizinische Erste 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 ist, muss zunächst in den MFAG-Tabellen nachgesehen werden. Was die medizinische Versorgung angeht, gibt der MFAG-Leitfaden Empfehlungen für folgende Situationen:

- Inhalation,
- Hautkontakt,
- Augenkontakt,
- 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 Erstickern und Einatmen von toxischen Dämpfen

Betroffene sofort von der gefährlichen Atmosphäre wegbringen. 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 überstrecken, bis die Atemwege frei sind, und Atmung kontrollieren, indem die Rettungskraft ihr Ohr über Mund und Nase des Patienten legt.

Der Patient atmet nicht:

- sofort künstlich beatmen,
- bei fehlendem Puls, Herzdruckmassage anwenden.

Patient atmet, ist aber bewusstlos:

- den Patienten in die stabile Seitenlage bringen,
- kontrollieren, dass nichts im Mund steckt,
- Zahnprothesen entfernen,
- Atemwegshilfen anlegen; nicht entfernen, bevor der Patient das Bewusstsein wiedererlangt hat,
- Sauerstoff zuführen (siehe folgenden Unterabschnitt),
- Patienten warm halten,
- keine Nahrung oder Getränke zuführen,
- keinen Alkohol, kein Morphin und keine Stimulanzien verabreichen.

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 giftigen Gasen 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 Atemweg 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. Einige Tankschiffe verfügen über einen weiteren 15-Meter-Verlängerungsschlauch. Beim Betreten einer kontaminierten Atmosphäre darf nicht vergessen werden, das Gerät, sofern regelbar, so einzustellen, dass nur reiner Sauerstoff zugeführt wird. Bei Einsatz in einer entzündbaren 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 sollten.

Warnhinweis: Rauchen, offenes Feuer 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 ein *Atemweg* vorhanden ist,
2. Maske über Mund und Nase anlegen und 35 % Sauerstoff zugeben,
3. Maske an einen Durchflussmesser anschließen und diesen auf 4 Liter pro Minute einstellen.

Patient bei Bewusstsein

1. Patienten fragen, ob er 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 befestigen.
3. Patient in aufrechte Sitzposition bringen.
4. Sauerstoffdurchflussmesser auf 4 Liter 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.

Zusätzliche Maßnahmen, die nach Exposition von giftigen Dämpfen erforderlich sind:

- Entfernen der betroffenen Kleidung,
- Auswaschen der Augen,
- Waschen der Haut.

28.4 Erfrierungen

Die extrem niedrigen Temperaturen von einigen Flüssiggasen stellen eine beträchtliche Gefährdung dar. Wenn die Haut extremer Kälte ausgesetzt ist, gefriert das Gewebe. Diese Gefahr ist an Gasterminals und auf Schiffen, die vollständig tiefgekühlte Ladungen umschlagen, immer gegenwärtig. Für Hochdruckgase gilt, solange die Umschließungssysteme 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 schweren Schock.

Anfangssymptome

- Die Haut rötet sich anfangs, färbt sich dann aber weiß.
- Die betroffene Stelle ist normalerweise schmerzfrei.
- Die betroffene Stelle fühlt sich hart an.
- 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. *
- Der Patient muss sich in einem warmen Raum aufhalten.
- Die betroffene Stelle nicht massieren.
- Beim Tauen können starke Schmerzen auftreten: wenn sie zu stark sind, kann ein Schmerzmittel oder Morphinum gegeben werden.
- Blasen sollten niemals aufgestochen, festklebende Kleidung 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, während sie sich erwärmt.

28.5 Chemische Verbrennungen

Wie in Tabelle 28.2 dargestellt, können chemische Verbrennungen durch Ammoniak, Ethylenoxid und Propylenoxid verursacht werden. Die Symptome sind ähnlich wie bei Verbrennungen durch Feuer, allerdings kann das Produkt über die Haut aufgenommen werden und somit toxische Nebenwirkungen verursachen. 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 bereitgestellt. Ihre Standorte sollten deutlich gekennzeichnet sein.

28.6 Gefährliche Atmosphären

28.6.1 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 des Gasfreimachens, des Inertisierung und des Gassing-ups (Ladetank mit Dämpfen der flüssigen Ladung auffüllen),
- als Qualitätskontrolle vor dem Ladungswechsel,
- zur Schaffung eines gasfreien Zustands vor dem Trockendock 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. Innenelemente können auch lokale Gaseinschlüsse aufweisen. Deswegen sollten nach Möglichkeit Proben an verschiedenen Stellen innerhalb des Tanks entnommen werden.

Hinweis: beginnen Sie immer mit solchen Tests vom Deck aus. Bei kleineren Tanks, wie z. B. bei Binnenschiffen, kann es ausreichend sein, nur vom Deck aus zu testen.

Atmosphären, die inert oder sauerstoffarm sind, können nicht mit Hilfe eines Gasspürgeräts auf entzündbare Dämpfe geprüft werden. Deshalb sollte zuerst auf Sauerstoffkonzentrationen, dann auf entzündbare und dann erst auf toxische Stoffe geprüft werden. Alle elektrischen Messgeräte müssen eigensicher und als solche zugelassen sein.

28.6.2 Sauerstoffmessgeräte

Es gibt verschiedener Arten von Sauerstoffmessgeräten. Die gebräuchlichsten werden in Abschnitt 2.4.9 und 2.4.10 beschrieben.

28.6.3 Gasspürgerät

Die verschiedenen Arten von Gasspürgeräten sind in Abschnitt 2.4 beschrieben.

28.6.4 Messgeräte für die Toxizität

Eine Beschreibung von Gasspüranlagen für giftige Gase findet sich in Abschnitt 2.4.7.

29 Statische Elektrizität

In diesem Kapitel werden die Gefahren der statischen Elektrizität beschrieben.

Risiken durch elektrostatische Entladungen treten ein, wenn die Wahrscheinlichkeit einer entzündbaren Atmosphäre besteht.

29.1 Elektrostatik

Wie bei vielen anderen Kohlenwasserstoffflüssigkeiten, kann es innerhalb eines Flüssiggases, während es gepumpt wird, zu einer elektrostatischen Aufladung kommen. Es wurde festgestellt, dass die Aufladung mit zunehmender Pumpgeschwindigkeit größer wird, d. h. wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit durch die Ladeleitung erhöht.

Dieses Phänomen entsteht durch einen (elektrostatischen) Ladungsunterschied zwischen den Schichten innerhalb des Fluids. Die Ladung wird dann für eine bestimmte Zeit in der Flüssigkeitsmasse aufgrund ihrer nichtleitenden Eigenschaft gehalten.

Die Gefahr solcher Ladungen besteht darin, dass sie zündfähige Funken erzeugen können. Insbesondere in Ladetanks könnte ein Lichtbogen erzeugt werden. Daher muss unbedingt darauf geachtet werden, dass der Umschlag von Flüssiggasladungen nur in Ladetanks mit Atmosphären außerhalb des Zündbereichs erfolgt.

Probleme mit der statischen Elektrizität können auch innerhalb der Dampfströme 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 Dämpfen, 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. Siehe Ausführungen in Kapitel 3.

30 Brandbekämpfung

In diesem Kapitel werden Vorfälle diskutiert, die durch Verschüttungen von Ladung 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

Von Gastankschiffen beförderte Produkte sind entweder entzündbar oder toxisch oder beides.

Gase werden in verflüssigtem Zustand transportiert. Sie werden daher bei Temperaturen unter null oder unter Druck gelagert und umgeschlagen. Wenn Gase freigesetzt werden, sind die Hauptgefahren Dämpfe, Entzündbarkeit, Toxizität und die Auswirkungen von Minustemperaturen auf Personen und Aufbauten.

30.1.1 Entflammbarkeit

Wie bereits in Abschnitt 27.20 beschrieben, brennt ein Gas, wenn es in die Atmosphäre freigesetzt wird, sofern es sich innerhalb seines Zündbereichs befindet und einer Zündquelle ausgesetzt ist. In Abhängigkeit von den Bedingungen, unter denen die Verbrennung stattfindet, bildet sich aufgrund der schnellen Ausdehnung des erhitzten Gases ein gewisser Überdruck.

Ausgelaufene Flüssigkeiten oder Dampf Wolken, die über offenem Wasser brennen, entwickeln aufgrund der Unbegrenztheit der Umgebung nur einen geringen Überdruck. Es kann zu einem leichten Druckstoß und einer erheblichen Wärmestrahlung kommen. Im anderen Extremfall entsteht bei der Entzündung von Dampf in einem geschlossenen Raum schnell ein Überdruck, der ausreicht, um die Grenzen zu sprengen oder zu verformen. Dies kann zu erheblichen Schäden führen.

Ausgelaufene Flüssigkeiten oder ausgetretene Dämpfe aus Rohrleitungen brennen unter Druck, 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. Diese ist in Abschnitt 27.20 beschrieben. Bisher sind keine Fälle einer BLEVE-Explosion auf einem Schiff bekannt.

30.2 Flüssiggasbrände

30.2.1 Allgemein

In diesem Leitfaden wird nicht auf Brände eingegangen, die in Terminalgebäuden, Lagerräumen, in Wohnungen oder in Maschinenräumen auf Tankschiffen vorkommen können. Merkmale und Methoden zur Bekämpfung solcher Brände werden an anderer Stelle behandelt. Solange die Umschließungsbehälter der Ladung keine Risse aufweisen und geeignete Feuerlöschsysteme vorhanden sind, kommt es nur selten vor, dass solche Brände auf die Ladung übergreifen.

Ladungsspezifische Brände lassen sich grob wie folgt einteilen:

- Stichflammen an Lecks von Pumpen oder Rohrleitungen,
- Brände von begrenzten Flüssigkeitslachen,
- Brände durch nicht begrenzte Verschüttungen,
- Brände in geschlossenen Räumen, wie z. B. Kompressorräume,
- Brände an Sammelleitungen.

30.2.2 Stichflammen

Bei kleinen Lecks 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 in Richtung einer Zündquelle ausbreitet. Alle Öffnungen von Räumen, die dem Laderaum oder dem gefährdeten Bereich zugewandt sind, sollten stets geschlossen sein. Falls erforderlich, können sie für kurze Zeit geöffnet werden, müssen dann aber sofort wieder geschlossen werden. 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 Notstopppventile 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, den Brand ausbrennen zu lassen. Alternativ dazu birgt das Löschen des Brandes eine hohe Gefahr, dass sich weiterer Dampf bildet und dieser sich durch den Flammenrückschlag neu entzündet. Lässt man den Brand ausbrennen, sollte die Umgebung mit Kühlwasser geschützt werden.

Nur Berufsfeuerwehreuten gelingt es normalerweise, Kohlenwasserstoffbrände mit Wasser zu löschen. Die Aktivierung einer Sprüh- oder Sprinkleranlage ist aufgrund des Kühleffekts von großer Bedeutung, um einen Brand unter Kontrolle zu halten.

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 Decks mit seiner Deckskrümmung und seinen offenen Speigatten ermöglicht, dass die ausgelaufene Flüssigkeit schnell von selbst über die Seite abläuft. Bei Ladungslecks sind offene Speigatte auf Gastankschiffen ein wichtiges Merkmal, damit kalte Flüssigkeiten schnell entweichen können und so die Gefahr der Metallversprödung und die Möglichkeit kleinerer Lachenbrände auf dem Deck des Tankschiffs verringert wird. Wenn verschüttete Flüssigkeit über Bord fließt, kann sie sich auf der Wasseroberfläche ausbreiten und entzündet werden. Auf diese Weise kann das Feuer auch auf Wohnungen, benachbarte Schiffe oder den Liegeplatz übergreifen. Wenn Flüssigkeit über Bord geht, ist besondere Wachsamkeit geboten.

Die frühzeitige Einleitung von Notabschalteinrichtung und Feuerlöschanlagen beschränkt die Folgen von ausgelaufener Ladung zusätzlich erheblich.

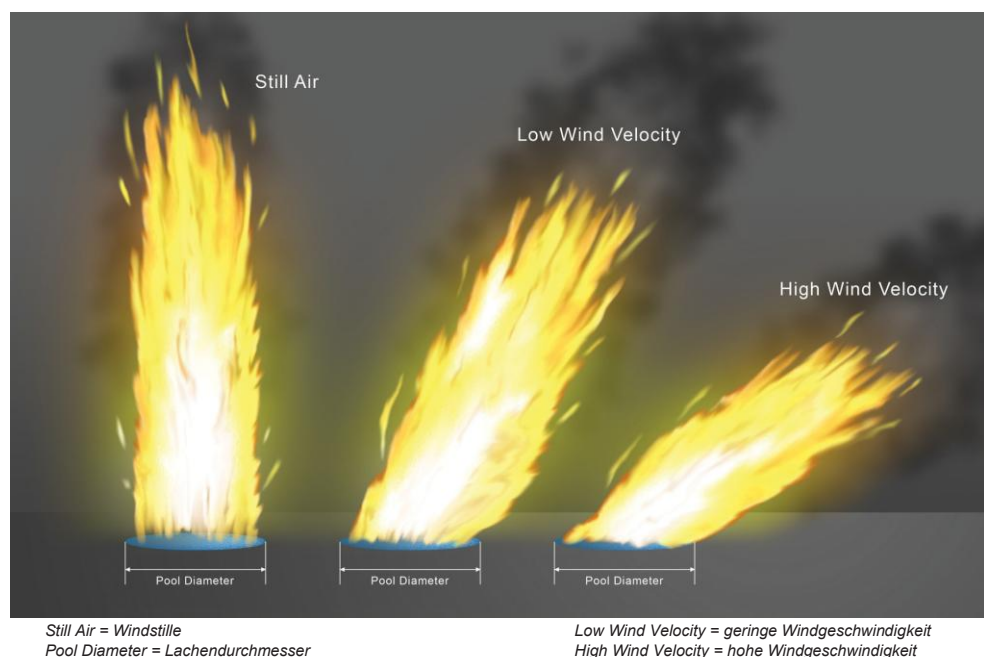


Abbildung 30.1: Konfiguration eines Lachenbrandes

Flüssigkeitslachen an Land, von einem Tank oder durch Leitungsrisse können große Mengen umfassen, die jedoch in umschlossenen Bereichen oder Dükern aufgefangen werden sollten. In einem Terminalbereich befinden sich die Rohrleitungssysteme zumeist neben den Straßen. 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. Diese zeigt auch, wie bei Wind die Flammenachse verlagert und die Flammenlänge verkürzt wird. Die Strahlungsleistung der Flammenoberfläche nimmt mit Lachendurchmesser zu. Die Wärmestrahlung von Flüssiggas-Lachenbränden erfordert, dass ungeschütztes Personal so schnell wie möglich die unmittelbare Umgebung verlassen muss.

Die Wärmestrahlung eines Feuers nimmt ungefähr mit dem Quadrat des Abstands zwischen dem Objekt und der Flamme ab. Der menschliche Körper empfindet auf nackter Haut bereits nach zehn Sekunden Einfallstrahlung von 6 kW/m^2 extreme Schmerzen und erleidet nach zehn Sekunden Exposition bei 10 kW/m^2 schwere Blasenbildung. Eine Einfallstrahlung höher als 10 kW/m^2 führt zum schnellen Verdampfen der PVC-Kabel und starken Beschädigung der Glasfaserrettungsboote. Die Abschätzung der Sicherheitsabstände zu einem Lachenbrand beruht auf komplexen Faktoren, aber bei einem großen Lachenbrand dürften die Sicherheitsabstände einige zehn Meter betragen.

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, Düker und Rohrleitungssysteme, in denen Lachenbrände auftreten können, werden oft mit fernbetätigten Pulverlöschanlagen ausgerüstet. Alternativ können sie auch mit einer Leichtschaumanlage ausgerüstet sein, die schnell eine dicke Schaumschicht aufbaut und erhält und somit die Brandgeschwindigkeit kontrolliert.

30.2.4 Brände in Kompressorräumen

Geschlossene Räume, in denen sich Anlagen für den Ladungsumschlag wie Kompressoren, Wärmetauscher oder Pumpen befinden, sind in der Regel mit einer fest eingebauten und fernbetätigten Feuerlöschanlage, z. B. einer Löschgasanlage mit Kohlendioxid, novoc1230 oder Fm200, ausgestattet. Diese Systeme sollten im Brandfall sofort einsatzbereit sein.

30.2.5 Brände an Sammelleitungen

Brände an Sammelleitungen können in Form einer Stichflamme (siehe 30.2.2) infolge ein Lecks an den Sammelleitungsflanschen auftreten oder in Form eines Lachenbrandes, wenn Auffangwannen betroffen sind (siehe 30.2.3), wenn auch die Flüssigkeitsmenge in einer Auffangwanne verhältnismäßig gering ist. Ein schnelles Einleiten des Notabschaltverfahrens begrenzt die Verfügbarkeit an Flüssigladung weiter und verhindert so die Ausdehnung des Zwischenfalls.

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. Wenn niemand weiß, wie man den Austritt stoppt, gelingt es oft nur Berufsfeuerwehrlenten, einen Gasbrand zu löschen.

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 ein 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 sind. Es kann auch in Sprühform als Strahlenschutz zum Schutz der Feuerwehrleute dienen. Unter bestimmten Bedingungen kann Wasser zum Löschen von Stichflammen brennenden Gases 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 Piers. Diese Anlagen sind so konzipiert, dass sie eine Wasserschicht über die exponierten 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 eingebauten Monitoren oder Handschlauchdüsen kann 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 spezielle Anwendung von Sprühwasser aus Schläuchen besteht darin, eine nicht gezündete Dampf Wolke von Zündquellen wegzulenken.

Pulverlöschmittel

Pulverlöschmittel wie z. B. Natriumbikarbonat, Kaliumbikarbonat und Harnstoff-Kaliumbikarbonat können beim Löschen von kleinen LPG-Bränden sehr effektiv sein.

Entsprechende mobile bzw. fest eingebaute Pulverlöschgeräte bzw. -anlagen 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.

Löschpulver greifen die Flamme durch Absorption der freien Radikale beim Verbrennungsprozess an, haben aber keine nennenswerte Kühlwirkung. Zur Vermeidung einer Wiederezündung durch die angrenzenden heißen Flächen sollten diese vor Einsatz des Löschpulvers mit Wasser gekühlt werden.

Schaum

Leichtschaummittel, die in geeigneter Weise auf die Oberfläche einer (brennenden) Flüssigkeitslache aufgebracht werden, unterdrücken die Strahlenwirkung der Flamme auf die darunter befindliche Flüssigkeit und verringern die Verdampfungsgeschwindigkeit. Folglich wird die Intensität des Lachenbrandes eingeschränkt. Eine kontinuierliche Anwendung ist erforderlich, um eine dicke Schaumschicht aufrechtzuerhalten. 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 ist Schaum nur für die Nutzung in umschlossenen Bereichen geeignet, weshalb er nur an Terminals und nicht auf Gastankschiffen zu finden ist.

Löschgas (z.B. Inertgas, Novec1230, Fm200 und Kohlendioxid)

Inertgas oder Stickstoff werden in der Regel auf Gastankschiffen in der Seefahrt und an Terminals für das dauerhafte Inertisieren von Räumen zwischen den Barrieren oder ladungsspezifischen Räumen eingesetzt. Zu diesen Räumen können auch Laderäume auf Tankschiffen oder geschlossene Anlagenräume an Land gehören, die normalerweise mit Luft gefüllt sind, in denen aber entzündbares Gas festgestellt werden kann.

Für europäische Gastankschiffe in der Binnenschifffahrt ist es gesetzlich nicht vorgeschrieben, die Laderäume zu inertisieren.

In Maschinenräumen wird das Löschgas (Kohlendioxid aus Hochdruckflaschen, novac1230 oder Fm200) durch Mehrfachdüsen eingespritzt. Vor dem Auslösen der Feuerlöschanlage müssen die mechanische Lüftungsanlage und die Lüftungsöffnungen zum Raum geschlossen werden. Bevor die Anlage aktiviert wird, muss ein optisches und akustisches Signal gegeben werden, und das Personal sollte den Bereich sofort verlassen.

Kohlendioxidinjektionsanlagen sind zwar in geschlossenen Räumen effektiv, sie haben jedoch zwei Nachteile. Ihre Feuerlöschfunktion wird durch die Verdrängung von Sauerstoff in dem zu schützenden Raum erreicht, hat aber keine kühlende Wirkung. Zweitens entsteht durch die Injektion von Kohlendioxid eine elektrostatische Aufladung, die eine Zündgefahr darstellen kann, wenn das Kohlendioxid irrtümlich oder als Vorsichtsmaßnahme in eine entzündbare Atmosphäre eingeblasen wird.

Nach Injektion von Kohlendioxid oder einem anderen Löschgas 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 zu keiner Wiederzündung bei Sauerstoffzufuhr kommt.

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 Personals und der Besatzung erworben werden. Die Schulung des Schiffs- und Landpersonals, das ggf. eine Brandbekämpfungs-Einsatzgruppe leiten muss, sollte in Schulungszentren für Brandschutz an Land erfolgen, in denen die Brandbekämpfungstechniken demonstriert und geübt werden sollten. Die Schulung sollte durch häufige Übungen an Bord und an den Terminals untermauert werden. Die Übungen sollten realistisch sein.

Auch eine ordnungsgemäße Wartung der Brandbekämpfungsausrüstung ist wichtig. Prüfung und Wartung der Geräte sollten Bestandteil des Schulungsprogramms an Bord und vor Ort sein und dem Personal helfen, sich mit den Geräten vertraut zu machen und ein besseres Verständnis für deren Funktionsweise zu entwickeln. Darüber hinaus müssen viele Feuerlöschmittel jährlich oder halbjährlich überprüft werden. Offizielle Untersuchungsberichte müssen für die Nachverfolgung am Terminal oder an Bord verfügbar sein.

30.3.3 Sofortmaßnahmen

Zu einem Flüssiggasbrand kann es erst nach dem Austritt von Flüssiggas kommen. Daher ist die Vermeidung eines solchen Austritts Priorität. Darüber hinaus ist die Sicherung von elektrischen Geräten und anderen Zündquellen von großer Bedeutung, auch wenn diese explosionsgeschützt ausgeführt sind.

Es ist sehr wichtig, an Bord und an Land Alarm auszulösen. Dann kann professionelle Hilfe eingeleitet werden. Es ist nicht ratsam, einen Brand ausschließlich mit Wassersprühgeräten oder sonstigen Mitteln zu bekämpfen. Außer bei kleinen Bränden, die mit Pulver gelöscht werden können, ist es normalerweise erfolglos, ein Feuer damit allein zu löschen.

Zu Sofortmaßnahmen gehören:

- Notstopp auslösen,
- Besatzung alarmieren,
- Terminal und Behörden alarmieren.

Die Reihenfolge hängt davon ab, wo sich das diensthabende Besatzungsmitglied zum Zeitpunkt des Eintretens der Notfallsituation befindet. Wenn der Alarm nicht sofort ausgelöst wird, geht wertvolle Zeit verloren.

Die Alarmierung des Terminals oder der Revierzentrale muss so schnell wie möglich erfolgen, weil dann zusätzliche Hilfe bereitgestellt werden kann.

31 Bordsysteme

Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten Systeme eines Tankschiffs, die während des Umschlags- und Ballastbetriebs im Hafen verwendet werden.

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 an Bord von Gastankschiffen eingegangen. Die Inertgasanlage wird ebenfalls behandelt.

31.1 Ladeleitungen und Ventile

31.1.1 Ladeleitungen

Gastankschiffe sind mit Flüssigkeits- und Gassammelleitungen ausgerüstet. Diese sind an Flüssigkeits- oder Gasrohrleitungen (siehe Abbildung 31.1) 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 einem Gastankschiff dürfen die Ladeleitungen nicht unterhalb des Decks verlaufen. Alle Rohrverbindungen zu den Tanks müssen 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 auf Hochseetankschiffen in sicherer Höhe und in sicheren Abständen angebracht. Auf Binnentankschiffen sind sie aufgrund der Brückendurchfahrtshöhen auf einer viel geringeren Höhe über dem Deck angebracht. Dies entspricht den einschlägigen Gesetzen.

Bei der Auslegung und Montage von Ladeleitungen müssen die thermische Ausdehnung und Kontraktion berücksichtigt werden. Das wird am besten durch das Anbringen von Dehnungsbögen oder durch die Nutzung der natürlichen Geometrie der Rohrleitungen erreicht. In einigen wenigen Fällen können Kompensatoren angebracht werden, z.B. bei Abblaseleitungen der Sicherheitsventile. In normalen Rohrleitungssystemen sind Kompensatoren wegen ihrer Anfälligkeit nicht zu empfehlen. Wenn die Gasleitungen mit Kompensatoren versehen sind, sollte sichergestellt werden, dass ihre Druckstufe mindestens den Auslegungskriterien für Flüssigkeitsleitungen entspricht. Die Verwendung von Kompensatoren in Flüssigkeitsleitungen wird nicht empfohlen. Kompensatoren sind oft während des Betriebs eines Tankschiffs starken Verschleiß ausgesetzt— insbesondere muss die Korrosion durch Meereswasser sorgfältig vermieden werden, da es sonst zu kleinsten Lecks kommen kann.

Es ist wichtig, die angrenzenden Rohrleitungshalterungen nicht zu ändern oder zu justieren, sobald das Schiff in Betrieb ist, da sie integraler Bestandteil der Dehnungsvorkehrungen sind.

Beachten Sie, dass Teile von Rohrleitungssystemen mit starken Verankerungen versehen sind, um Verschiebungen durch Druckstöße aufgrund von Wärmeausdehnung zu verhindern. Ebenso ist darauf zu achten, wenn Teile 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 betrieblichen Zwecken, wie z. B. Einsatz eines Inertgaserzeugers oder Trennung von unverträglichen Ladungen, miteinander zu verbinden. Diese Zwischenstücke sollten nach Gebrauch nicht einfach in ihrer Position verbleiben, sondern entfernt und ordnungsgemäß verstaut werden, da sie wahrscheinlich wieder verwendet werden. Offene Flansche müssen immer mit einem Blindflansch verschlossen werden.

31.1.2 Ladungsventile

Die Absperrventile für Ladetanks müssen den einschlägigen Gas Codes entsprechen. Die Flüssigkeits- und Dampfanschlüsse an der Tankkuppel von Binnentankschiffen sollten mit einer Doppelventilvorrichtung versehen sein. Diese besteht aus einem manuell betätigten Ventil und einem fernbetätigten Absperrventil, die in Reihe geschaltet sind. Es gibt einige mögliche Ausnahmen: z. B. ein Handsteuerventil und ein Überlaufventil oder zwei Handsteuerventile (Überlaufventile werden heutzutage nicht oft verwendet). 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. Für die Probenahme ist es besser, zwei kleine Ventile in Reihe zu schalten. Bei der Probenahme wird das Ventil, das dem Tank am nächsten liegt, vollständig geöffnet. Das äußere Ventil wird zur Steuerung der Probenahme genutzt. Wenn das äußere Ventil eingefroren ist und nicht betätigt werden kann, sollte das andere Ventil sofort geschlossen werden.

Auf allen Gastankschiffen werden die Flüssigkeits- und Gassammelleitungen mit fern betätigten Notabschaltventilen ausgerüstet. Diese sind mit der Notabschalteinrichtung verbunden.

Abbildung 31.1 zeigt ein Rohrleitungssystem an einer Ladetankkuppel mit Ventilvorrichtung. Diese spezielle Zeichnung ist typisch für einen Kühldrucktanker in der Seeschifffahrt (5-7 bar maximaler Tankdruck) und für Tiefkühldrucktanker ohne Isolierung in der Binnenschifffahrt (15-17 bar maximaler Tankdruck).

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.

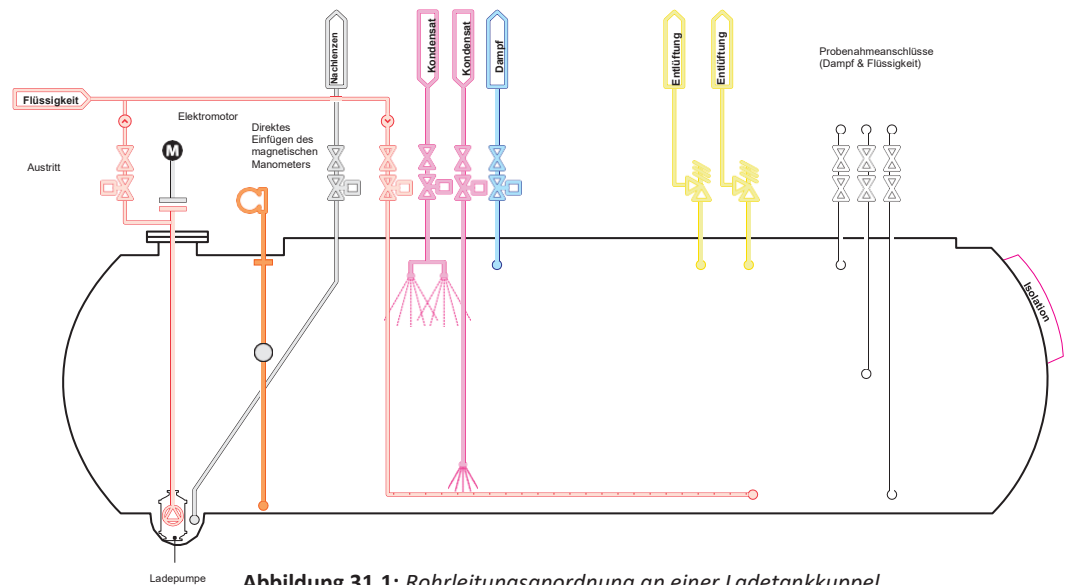


Abbildung 31.1: Rohrleitungsanordnung an einer Ladetankkuppel

31.1.3 Notabschalteinrichtungen

Eine Reihe von Standorten um das Schiff herum (Brückenfront, Landgangsteg, Kompressorraum) sind mit elektrischen Schaltknöpfen versehen, die die Notabschalteinrichtung auslösen. Dabei handelt es sich in der Regel um elektrische Druckknöpfe, die deutlich gekennzeichnet sein sollten. Durch Betätigen dieser Bedienungselemente werden die fernbetätigten Ventile geschlossen und die Ladepumpen und Kompressoren (sofern zutreffend) abgeschaltet. Eine solche Notabschaltung muss auch automatisch erfolgen, wenn die elektrische Steuerung oder der Ventilstellantrieb ausfällt. Einzelne Tankfüllventile müssen automatisch schließen, wenn ein Überfüllsensor in dem Tank, an den sie angeschlossen sind, aktiviert wird. Notstopppventile können pneumatisch oder hydraulisch betätigt werden, müssen aber in jedem Fall störungssicher sein. Das heißt, sie müssen automatisch schließen wenn die (elektrische oder pneumatische) Möglichkeit der Betätigung ausfällt.

Eine entscheidende Überlegung geht dahin, dass insbesondere beim Beladen Druckstöße erzeugt werden können, wenn die Notabschalteinrichtung des Tankschiffs aktiviert ist. Die Situation ist von Terminal zu Terminal unterschiedlich 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. Vorsichtsmaßnahmen sind notwendig, um Schäden zu vermeiden, und manchmal werden Ladepiers mit Druckausgleichbehältern ausgerüstet (siehe Abschnitt 16.10). Die Terminals sollten die Schließzeiten der Notabschaltventile eines Tankschiffs bestätigen und die Ladegeschwindigkeiten entsprechend anpassen oder eine Vorrichtung an Bord vorsehen, die es dem Tankschiff ermöglicht, die Notabschalteinrichtung des Terminals zu aktivieren und den Ladungsfluss zu stoppen, bevor die Notabschaltventile des Tankschiffs zu schließen beginnen (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 und 22.5). Diese Parameter werden in einer Sicherheitscheckliste Schiff-Land erfasst.

31.1.4 Sicherheitsventile für Ladetanks und Rohrleitungen

Am besten hat sich in der Praxis bewährt, mindestens zwei Überdruckventile mit der gleichen Leistung an jedem Ladetank anzubringen. Dazu gehört eine Vorrichtung (z.B. ein Dreibegeventil), die verhindert, dass beide Ventile zur gleichen Zeit schließen. Es ist nicht zulässig, Ventile an die Sicherheitsventile anzuschließen (weder auf der Tankseite noch auf der Entlastungsseite). Beide Ventile müssen während des Betriebs offen sein. Normalerweise werden federbelastete Ventile verwendet. Wenn ein Sicherheitsventil undicht ist, muss das Dreibegeventil so betätigt werden, dass das undichte Sicherheitsventil geschlossen wird und das andere Sicherheitsventil funktionsfähig bleibt. Binnentankschiffe verfügen in der Regel über einen festen Satz an Sicherheitsventilen. **Wenn eines der Sicherheitsventile undicht ist, kann der Betrieb mit einem Sicherheitsventil fortgesetzt werden, während das undichte Ventil repariert und wieder eingebaut wird.**

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.

Überdruckventile an Tanks müssen regelmäßig gewartet werden. Nähere Informationen zu diesem Thema sind der Literatur des Herstellers zu entnehmen.

Die bewährte Verfahrensweise gemäß den einschlägigen Vorschriften sieht vor, dass alle Rohrleitungen, die im gefüllten Zustand abgesperrt werden können, mit Sicherheitsventilen ausgestattet sein müssen, um der Wärmeausdehnung der Flüssigkeit Rechnung zu tragen. Diese Ventile lassen normalerweise zurück in die Ladetanks ab (die sicherste Option).

31.2 Ladepumpen

Bei den Ladepumpen an Bord von Gastankschiffen in der Binnenschifffahrt handelt es sich normalerweise um Kreiselumpen, wie z.B. Tiefbrunnenpumpen.

Verdrängerpumpen sind nicht zulässig. Einige Tankschiffe können auch eine Boosterpumpe nutzen, um eine akzeptable Entladegeschwindigkeit bei hohem Gegendruck zu erreichen.

Förderleistungskurven

Um die Arbeit der Ladepumpen einschätzen zu können, muss man die Förderleistung kennen.

Abbildung 31.2 zeigt ein typisches Leistungskennlinienfeld für eine mehrstufige Tiefbrunnenpumpe (siehe auch Abbildung 31.5).

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 31.2, wo die Pumpe $100 \text{ m}^3/\text{h}$ bei einem Höhenunterschied von 115 mlc zwischen den Tanks auf dem Schiff und an Land fördert. 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 Butan mit einer relativen Dichte von 0,6 zum Beispiel der folgenden Gleichung entsprechen:

$$105 \times 0,60 = 63 \text{ mwc (Wasser)} = 63/10,2 = 6,2 \text{ barg.}$$

(Es ist zu beachten, dass der Faktor 10,2 in der vorstehenden Gleichung die Höhe der Wassersäule in Metern bezeichnet, die allein durch den atmosphärischen Druck aufrechterhalten wird — siehe Tabelle 27.6.)

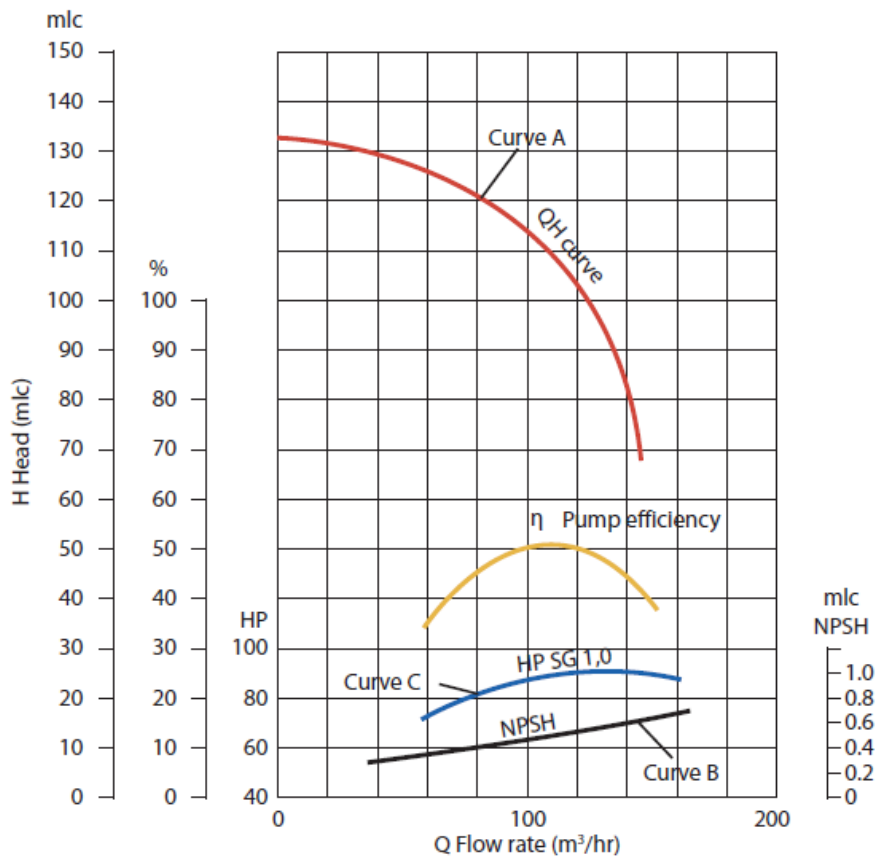
Haltedruckhöhe (Kurve B)

Kurve B stellt die für die Pumpe erforderliche Haltedruckhöhe in Abhängigkeit von der Durchflussgeschwindigkeit dar. Diese Anforderung ist bei jeder Durchflussgeschwindigkeit des Fluids der Ansaugüberdruck, der am Saugstutzen oberhalb des Ladungsdampfdrucks erforderlich ist, um Kavitation am Pumpenflügelrad (Impeller) 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 0,035 bar in dem Ladetank entspricht 0,5 Metern in der Druckhöhe, wenn Butan gefördert wird.

Die Aspekte der Haltedruckhöhe sind besonders bei der Förderung von Flüssiggasen von Bedeutung, da dieses Fluid immer Siedepunkttemperatur hat. Denken Sie daran, dass durch Kavitationsbildung innerhalb der Pumpe nicht nur Schäden am Pumpenflügelrad (Impeller) 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 der Pumpe aufgenommen wird. Diese Kurve gilt normalerweise nur für die relative Dichte einer Flüssigkeit und kann auf jede Flüssigkeit umgerechnet werden, indem der Wert mit dem Koeffizienten der relativen Dichte multipliziert wird. Von den normalerweise in Gastankern beförderten Ladungen 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. Die Elektromotoren sind in der Regel vor Überlastung geschützt und schalten sich in einem solchen Fall automatisch ab.



QH Curve = QH Kurve

Q Flow rate (m³/hr) = Q Durchflussgeschwindigkeit (m³/h)

η Pump efficiency = η Pumpenwirkungsgrad

H Head (mlc) = mlc Haltedruckhöhe

Curve A, B, C = Kurve A, B, C

NPSH = Haltedruckhöhe (NPSH - Net Positive Suction Head)

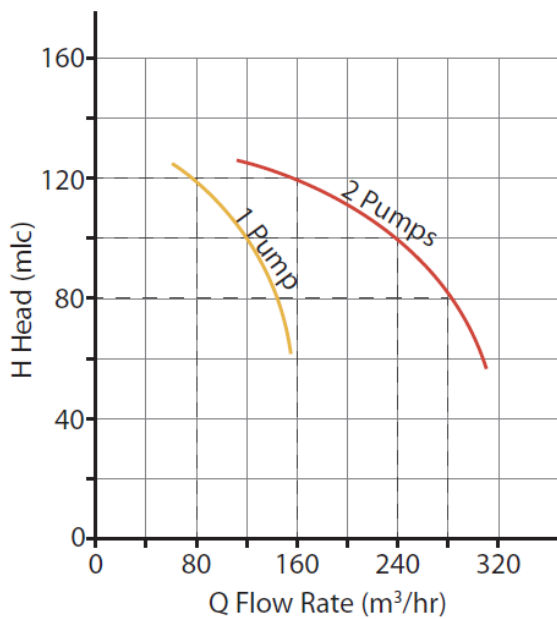
Abbildung 31.2: Leistungskurven - Tiefbrunnenpumpe

Parallel- und Reihenschaltung von Pumpen

Während des Löschbetriebs eines Gastankschiffs sind die Ladepumpen in der Regel parallelgeschaltet, wenn aber ein Tiefkühltanker Druckbehälter belädt, werden die Ladetankpumpen in Reihe mit einer Boosterpumpe geschaltet, wie in Abschnitt 32.7.3. erläutert ist.

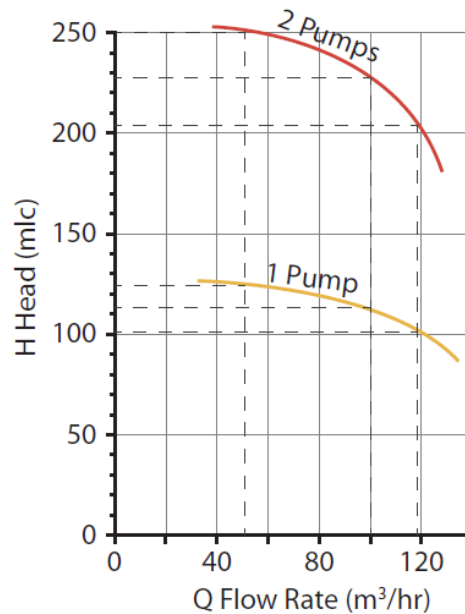
Bei Parallelschaltung der Pumpen können die Pumpenkennlinien kombiniert werden, wodurch sich z. B. eine Durchfluss-/Druckhöhenkurve für zwei, drei oder vier Pumpen, wenn diese gleichzeitig laufen, ergibt. Legt man die Pumpenkennlinien aus Abbildung 31.2 zugrunde, lässt sich die Durchfluss-/Druckhöhenkurve für die Parallelschaltung von zwei Pumpen leicht darstellen, indem die Durchflussgeschwindigkeit bei entsprechender Druckhöhe verdoppelt wird. Das wird in Abbildung 31.3 dargestellt. Wenn drei Pumpen parallel betrieben werden, kann die Durchflussgeschwindigkeit bei der entsprechenden Druckhöhe durch Verdreifung der Durchflussgeschwindigkeit der einzelnen Pumpe bei derselben Druckhöhe ermittelt werden. So kann aus der Pumpenkennlinie einer einzelnen Pumpe eine Kurvenschar erstellt werden.

Wenn Pumpen in Reihe geschaltet sind, können auch hier die einzelnen Pumpenkennlinienkurven kombiniert werden, um die entsprechende Kurve für die Reihenschaltung zu erhalten. Abbildung 31.4 verdeutlicht, wie das erreicht werden kann, wenn zwei ähnliche Pumpen in Reihe geschaltet sind (siehe Abbildung 31.2). Hier wird für jeden Wert der Durchflussgeschwindigkeit die jeweilige Druckhöhe einer einzelnen Pumpe verdoppelt, um die daraus resultierende Druckhöhe zu erhalten.



Q Flow Rate (m^3/hr) = Q Durchflussgeschwindigkeit (m^3/h)
 H Head (mlc) = mlc Haltedruckhöhe

Figure 31.3: parallel geschaltete Kreiselpumpen - Kennlinienkombination



Pump = Pumpe

Figure 31.4: in Reihe geschaltete Kreiselpumpen - Kennlinienkombination

Die Argumente beziehen sich nur auf die Förderleistung der Pumpe. Um die Löschleistung eines Tankschiffs voll einschätzen zu können, sollte die Wirkung der Druckhöhendifferenz zwischen Ladetank und Sammelleitung und des Rohrleitungswiderstands zwischen Ladepumpe und Sammelleitung von der Förderleistung der Pumpe abgezogen werden.

Die Durchflussgeschwindigkeiten von Flüssigkeiten, die in einer Pumpe oder Pumpengruppe erreicht werden, hängen 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.

Denken Sie daran, dass die Länge und der Durchmesser der Rohrleitungen am Terminal einen gewissen Gegendruck erzeugen. Dies hat einen erheblichen Einfluss auf die effektive Entladegeschwindigkeit.

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 angemerkt werden, dass der Systemwiderstand steil genug sein kann, um den in Abbildung 31.3 und 31.4 dargestellten Durchfluss zu drosseln.

Es sollte die minimal notwendige Pumpleistung 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). Eine rotierende Pumpe gibt immer Energie an die Ladung ab, wodurch sich die Temperatur erhöht. Das kann zu Problemen bei Kühlladungen führen. Bei unter Druck gesetzten Ladungen ist dies weniger wichtig.

Tiefbrunnenpumpen

Tiefbrunnenpumpen sind der gebräuchlichste Typ unter den Ladepumpen für Gastankschiffe. Abbildung 31.5 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. Die Lager werden durch den Ladungsstrom geschmiert und gekühlt.

Der Impeller 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 gespült wird. Dadurch wird das Auslaufen von Ladung in die Atmosphäre verhindert. Es ist wichtig, dass Motorkupplung, Axiallager und mechanische Öldichtung richtig sitzen.

Auch die Länge der Antriebswelle kann problematisch werden, und je länger sie ist, desto mehr muss sie gestützt werden. Daher sind die großen Tankschiffe oftmals mit Tauchpumpen ausgerüstet.

Tauchmotorpumpen

Spezielle Tauchpumpen werden nur auf großen Gastankschiffen genutzt. Sie sind elektrisch angetrieben und werden auch am Boden von Ladetanks installiert und ermöglichen, sehr niedrige Abpumpstufen zu erreichen. In der Binnenschifffahrt werden Tauchpumpen derzeit nicht für die europäische Gasindustrie genutzt.

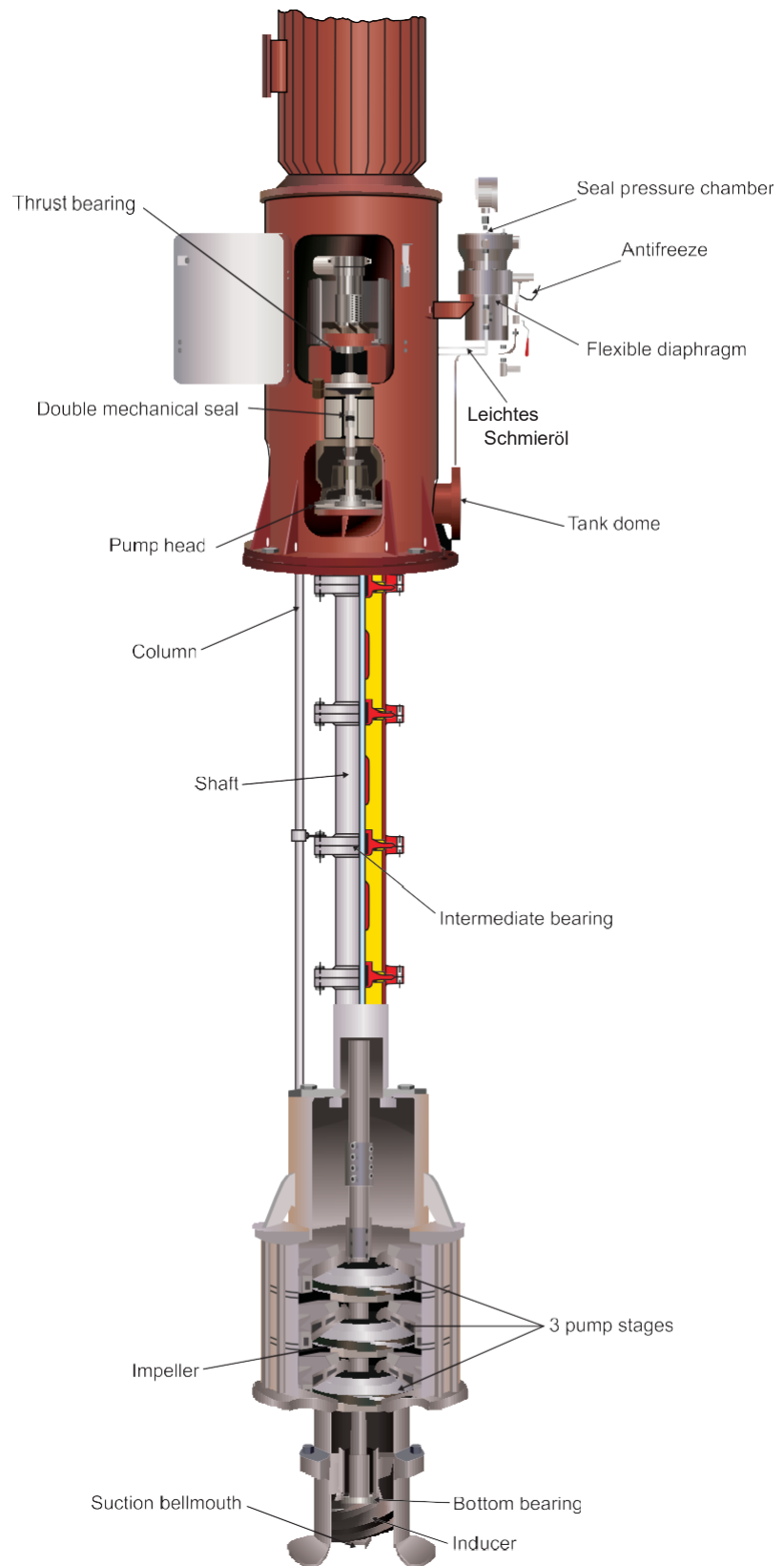
Die Pumpe und der Elektromotor sind vollständig auf der gleichen Welle montiert und machen somit die Notwendigkeit einer mechanischen Dichtung oder Kupplung überflüssig. Die Stromspeisung für den Motor erfolgt über besonders ummantelte Kabel. Die Elektroverkabelung erfolgt über einen explosionsgeschützten Anschlusskasten in der Tankkuppel und dann über flexible Kabel zur Motoranschlussklemme. Die älteren mineralisierten Kupfermantelkabel, die in Ladetanks verwendet wurden, sind in modernen Tankschiffen durch flexible, edelstahlarmierte und isolierte Stromkabel ersetzt worden.

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, z. B. durch Unterstromrelais, Förderdruckschalter oder Tankfüllstandsschalter.

Tauchpumpen müssen für die besonderen Ladungsgütern ausgelegt sein, die auf der Liste der zu befördernden Stoffe des Schiffs aufgeführt sind. Zum Beispiel ist Ammoniak im Gegensatz zu Kohlenwasserstoffgasen ein elektrischer Leiter und kann auch 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. Das Dichtungsspülssystem sollte gut gewartet werden, um eine andauernde Funktionssicherheit zu gewährleisten. Boosterpumpen kommen auf Gastankschiffen für die Binnenschifffahrt selten vor.



Thrust bearing = Axiallager

Double mechanical seal = mechanische Doppeldichtung

Pump head = Pumpenkopf

Column = Säule

Shaft = Welle

Impeller = Impeller

Suction bellmouth = Ansaugmuffe

Seal pressure chamber = Abdichtung Druckkammer

Antifreeze = Frostschutzmittel

Flexible diaphragm = flexible Membran

Light lube oil (sealing) = leichtes Schmieröl (Abdichtung)

Tank dome = Tankkuppel

Intermediate bearing = mittleres Lager

3 pump stages = 3 Stufen der Pumpe

Bottom bearing = unteres Lager

Inducer = Vorlauftrad

Abbildung 31.5: Typische Tiefbrunnenpumpe

Frostschutz an Ladepumpen

Auf Tankschiffen, die gekühltes bzw. mit Teildruck beaufschlagtes LPG transportieren, kann es zur Eis- oder Hydratbildung kommen (siehe Abschnitt 27.7). 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 Impeller und zu Lagerfraß kommen. Zur Vermeidung von Schäden dieser Art ist es allgemein üblich, kleine Mengen Frostschutzmittel in die Ladepumpen zu geben, um ein Einfrieren zu verhindern.

Allgemein werden Methanol, Ethanol oder Propanol verwendet. Sie sind normalerweise nur bei Ladungen erforderlich, die unter den Erstarrungspunkt von Wasser abgekühlt werden.

Aufgrund der Gefahr der Kontamination für bestimmte LPG-Ladungen, sollte die Zugabe dieser Produkte in der Regel nicht ohne die Genehmigung des Ladungsempfängers erfolgen.

Um ein Einfrieren beim Laden von gekühlten Flüssiggasen zu verhindern, wird empfohlen, die Welle der Pumpe manuell zu drehen. Dies ist besonders wichtig, wenn es sich bei der vorherigen Ladung um eine nicht gekühlte Ladung handelte oder wenn die Tanks für Untersuchungen geöffnet waren. Während der manuellen Drehung sollten die Aktivierungsschalter der Pumpen gegen Betätigung gesichert werden.

31.3 Ladungsheizung

Beim Laden von gekühlter Ladung aus Lagern 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 strömt, während die Ladung die Rohre außen umfließt.

Die Heizung ist normalerweise so ausgelegt, dass sie die Temperatur des tiefgeköhlten Propanes von - 42 °C auf - 5 °C und dann auf 0 °C anhebt. Es sei jedoch erwähnt, dass die Ladungsdurchflussgeschwindigkeit, bei der ein solcher Temperaturanstieg möglich ist, in den Kaltwasserbereichen wesentlich geringer sein kann. Fällt die Wassertemperatur im Winter auf unter 5 °C fällt, sind unter Umständen nur sehr langsame Ladegeschwindigkeiten möglich.

Die Anforderungen an Temperaturregler und Alarmgeber als Schutz vor Frostgefahr sind zu beachten. Dies ist ein sehr reales Risiko, gegen das man sich immer absichern muss, wenn Ladungen mit einer Temperatur unter dem Gefrierpunkt von Wasser mit dieser Art von Ladungsheizungen umgeschlagen werden.

31.4 Ladungsverdampfer

Auf Gastankschiffen wird oft eine Vorrichtung zur Umwandlung der Flüssigkeit in Ladungsdampf verlangt. Zum Beispiel kann Dampf benötigt werden, um die Ladetanks des flüssigen Ladeguts aufzufüllen (Gassing-up) oder den Ladetankdruck während des Löschvorgangs aufrechtzuerhalten. Letzteres ist vor allem von Bedeutung, wenn es keine landseitige Gasrückfuhrleitungen gibt. Daher wird zu diesen Zwecken in der Regel ein Verdampfer an Bord installiert. Als Heizmedium können entweder Dampf, Hafenwasser oder elektrische Elemente verwendet werden.

31.5 Ladungskompressoren und dazugehörige Einrichtungen

Der Kompressor ist das Herz der Rückverflüssigungsanlage. Was LPG-Tankschiffe angeht, so gibt es zwei Haupttypen von Kompressoren: Kolbenkompressoren und Schraubenkompressoren.

31.5.1 Kolbenkompressoren

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.

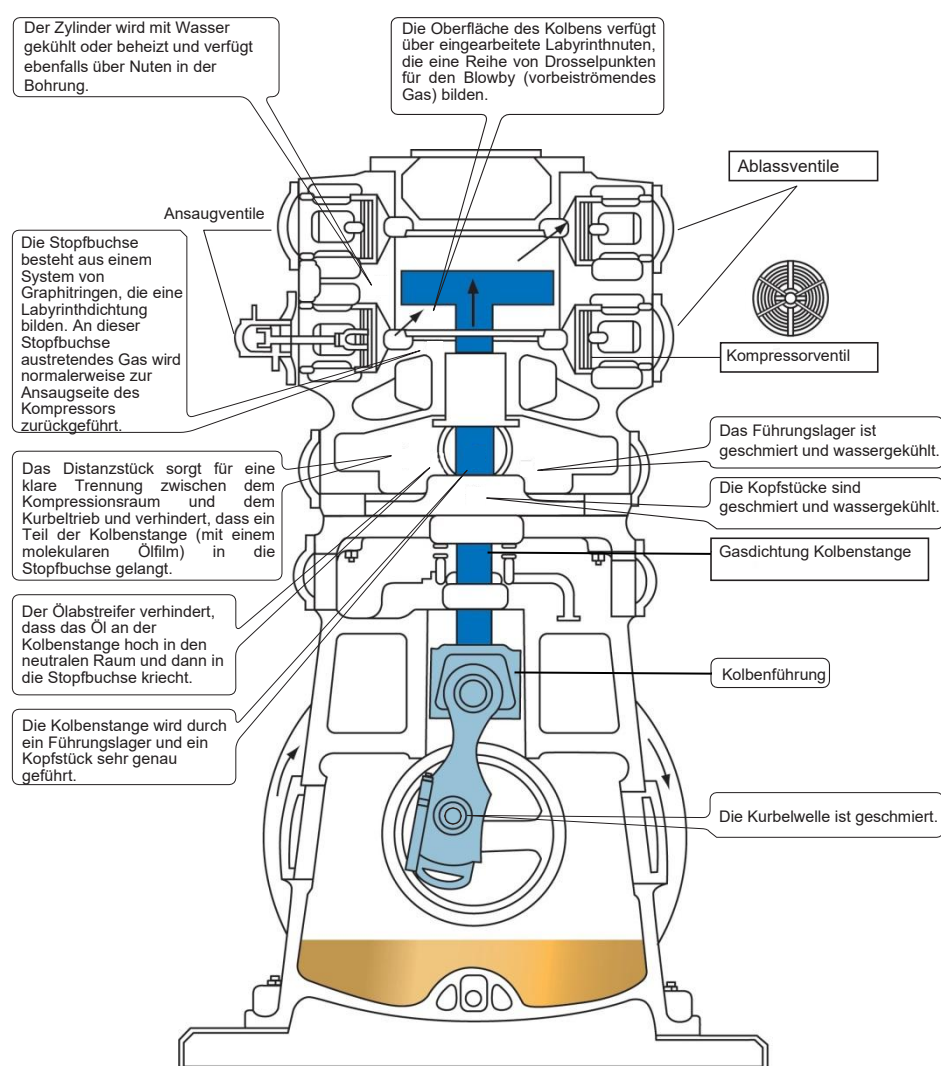


Abbildung 31.6: Ölfreier Kompressor

In dem in Abbildung 31.6, dargestellten ölfreien Kompressor besteht die Dichtung zwischen Kolben und Zylinderwand sowie zwischen Kolbenstange und Stopfbuchse aus eingearbeiteten Labyrinthringen. 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 Ölabstreifringe, 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.

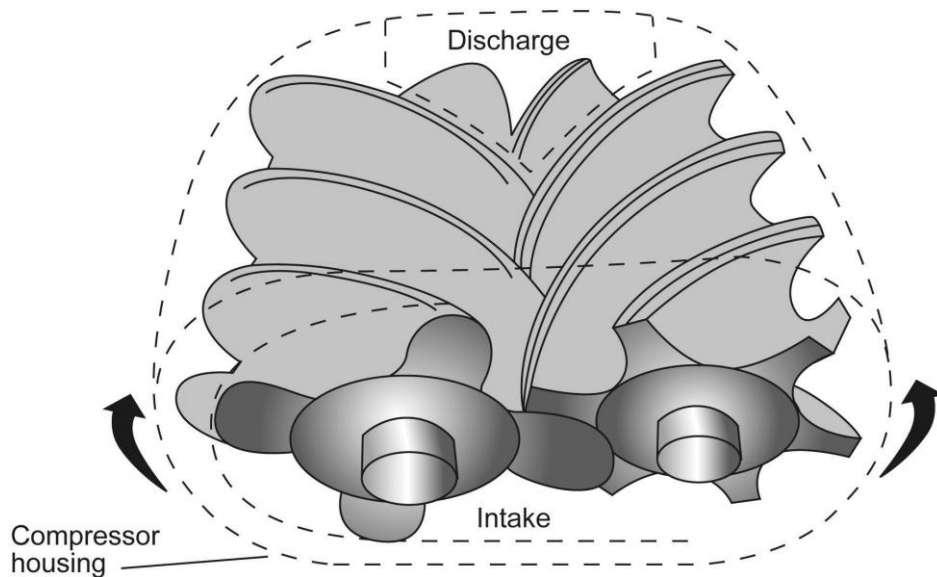
Obwohl der Kompressor im Verdichtungsraum ölfrei ist, ist es üblich, das Schmieröl nach jedem Ladungswechsel auszuwechseln. Das beantwortet die Frage der Verträglichkeit der Schmierölgüte mit der nächsten Ladung (siehe Abschnitt 32.6.1).

Die Kompressorleistung wird durch Heben der Ansaugventile während des Verdichtungshubs gesteuert. Der Ventilteller wird normalerweise hydraulisch durch den Fluidruck, der durch die Schmierölpumpe erzeugt wird, gehoben. Wenn der Kompressor abgeschaltet wird, kann der Ladungsdampf in dem Kurbelgehäuse kondensieren, was Schmierprobleme verursacht. 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 Kopfstücke 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).

31.5.2 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 U/min). Abbildung 31.7 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 verdichtet, die sich bei der Drehung der Rotoren verkleinern. Am Kompressorgehäuse befinden sich Saug- und Auslaufstutzen.

Die ölgeflutete Maschine arbeitet mit Öleinspritzung in die Rotoren, wodurch die Notwendigkeit von Steuerrädern entfällt. 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, sodass ölgeflutete Anlagen mit niedrigeren Drehzahlen (3.000 U/min) laufen können. Ein Ölabscheider auf der Abgabeseite der Anlage entfernt das Öl des verdichteten Gases.



Discharge = Abgabe

Compressor housing = Kompressorgehäuse

Intake = Einlass

Abbildung 31.7: 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.

31.5.3 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 Füllstandssensoren ausgerüstet, die im Falle der Überfüllung Alarm auslösen und den Kompressor abschalten.

31.6 Inertgas- und Stickstoffanlagen

Wie bereits in Abschnitt 27.5 erläutert, verwenden Gastankschiffe verschiedene Formen von Inertgas:

- Stickstoff aus Produktionsanlagen an Bord,
- landseitig gelieferten reinen Stickstoff (über eine Pipeline oder per Tanklaster).

31.6.1 Stickstoffherstellung auf Tankschiffen

Das gängigste System zur Erzeugung von Stickstoff auf Hochseetankschiffen ist ein Luftzerlegungsverfahren. Bei diesem Verfahren wird Luft in ihre Gaskomponenten zerlegt, indem Druckluft über Hohlfasermembrane strömt. Die Membrane teilen die Luft in zwei Ströme - einer ist im Wesentlichen Stickstoff und der andere enthält Sauerstoff, Kohlendioxid sowie einige Spurengase. 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 31.8 ist eine solche Anlage dargestellt.

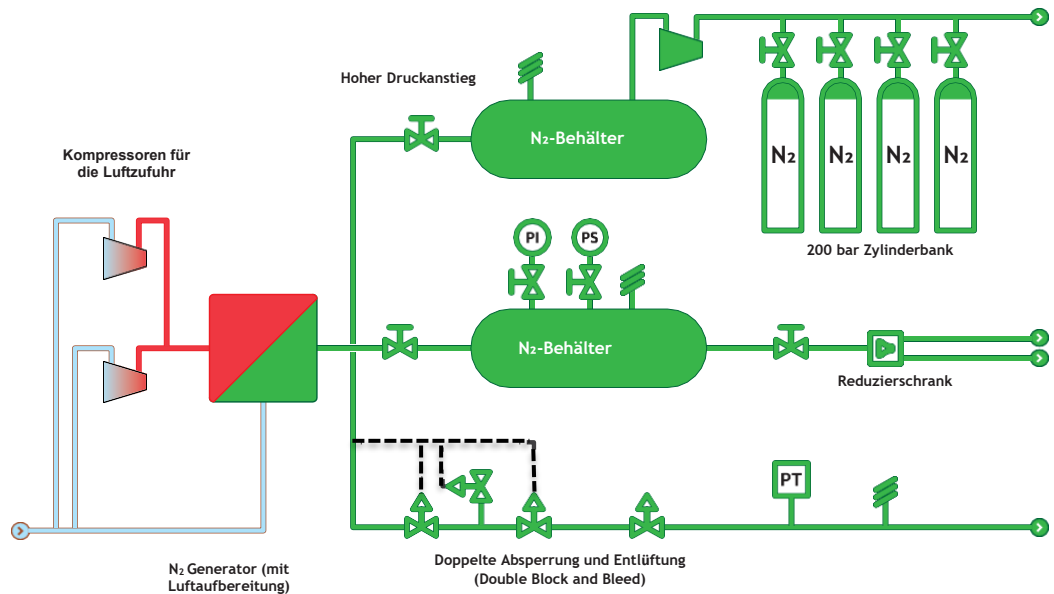


Abbildung 31.8: Membrananlage zur Stickstoffherstellung

31.6.2 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 gasfrei gemacht wurden (was häufig bei wechselnder Ladungsgüte notwendig ist). Unter diesen Umständen ist es üblich, dass Schiffsführer die Ladetanks vor dem Beladen mit landseitig gelieferttem, reinem Stickstoff inertisieren. Der Stickstoff wird in der Regel über eine Pipeline, mit Tanklastern oder per Schiff geliefert.

Der über das Rohrleitungssystem und den Verladearm oder -schlauch von Land zugeführte Stickstoff ist stets gasförmig. Wird er im Tanklastern oder per Binnenschiff geliefert, ist er flüssig. Der Tanklastern und das Binnenschiff sind mit einem Verdampfer ausgestattet, sodass der flüssige Stickstoff auf über 0 °C erhitzt werden kann, bevor er in die Ladetanks geleitet wird.

Wenn Ladetanks für Sichtkontrollen auf einer Werft oder zu anderen Gelegenheiten zur Atmosphäre hin geöffnet wurden, kann sich in den einzelnen Räumen Feuchtigkeit aus der Luft ansammeln. Dieser Wasserdampf muss durch Spülen mit ‚trockenem‘ Stickstoff aus dem Ladetank abgelassen werden. Wichtig ist, dass die Temperatur des zugeführten Stickstoffs immer deutlich über 0 °C liegen sollte. Ist die Temperatur niedriger als die des Wassers, kondensiert der Dampf oder gefriert an den Wänden des Ladetanks. Dies kann dazu führen, dass die nächste geladene Ladung aufgrund des Wassergehalts außerhalb der Spezifikation liegt (off spec).

Wenn die Spülung bis zu einem bestimmten Taupunkt erfolgen muss, entstehen höhere Kosten für den genutzten Stickstoff.

31.7 Elektrische Geräte und Anlagen in gasgefährdeten Räumen

Allgemeine Definitionen von Sicherheitsbereichen für elektrische Geräte und Anlagen sind:

- **Zone 0:** entzündbares Gemisch ständig vorhanden,
- **Zone 1:** entzündbare Gemische während der normalen Betriebsabläufe sind wahrscheinlich,
- **Zone 2:** entzündbare Gemische während der normalen Betriebsabläufe sind unwahrscheinlich.

Elektrische Geräte und Anlagen auf Gastankschiffen müssen die Anforderungen der Klassifikationsgesellschaft und der Gas Codes und die einschlägigen Rechtsvorschriften erfüllen. Zonen und Räume auf Tankschiffen werden in Abhängigkeit von dem Risiko, das der vorhandene Ladungsdampf darstellt, entweder in gassicher oder gasgefährdet eingeteilt. Zum Beispiel sind Wohnungen und Maschinenräume gassicher, während Kompressorräume, Ladetankbereiche und Laderäume als gasgefährdet eingestuft werden. In gasgefährdeten Räumen dürfen nur zugelassene elektrische Geräte und Anlagen verwendet werden. Dies gilt für fest eingebaute Anlagen und mobile Geräte. Es gibt verschiedene Typen von elektrischen Geräten und Anlagen, die für die Benutzung auf Gastankschiffen als sicher zertifiziert wurden und die in den nächsten Abschnitten beschrieben werden.

Eigensichere Geräte

Eigensichere Geräte können als elektrische Stromkreise definiert werden, 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 begrenzt werden. Diese Sperre muss in einem sicheren Bereich positioniert werden. Zenerbarrieren werden zu diesem Zweck häufig verwendet. Die Spannung wird durch Zenerdioden begrenzt, d.h. der maximale Stromfluss zum gefährdeten Bereich wird durch die Widerstände begrenzt. 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, wie z.B. für die Aktivierung der Ladepumpen usw.

Explosionsgeschützte Geräte

Ein explosionsgeschütztes Gehäuse kann den Druck aushalten, der sich während der internen Zündung eines entzündbaren Gemisches entwickelt. Sie sind so konstruiert, dass Flammen, die innerhalb des Gehäuses entstehen, auf Temperaturen unterhalb der Zündtemperatur abkühlt werden, bevor diese in die Umgebungsatmosphäre gelangen.

Der Spalt, durch den Heißgas strömen darf, ist entscheidend, und bei der Installation und Wartung von explosionsgeschützten 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. Hierzu kann Luft oder Inertgas verwendet werden.

Geräte mit erhöhter Sicherheit

Der Einsatz von Geräten mit erhöhter Sicherheit 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 Lichtbögen an den Schaltschützen minimieren und die Temperatur der Komponenten begrenzen. Motoren mit erhöhter Sicherheit und explosionsgeschütztem 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. Siehe auch Temperaturklassen des ADN, Kapitel 3.2 Tabelle C Spalte 15 (Temperaturklasse T1 bis T6) und Abschnitt 3.2.4.3 Teil G: Bestimmung der Temperaturklassen.

31.8 Messgeräte

Messgeräte sind ein wichtiger Teil der Ausrüstung von Gastankschiffen und sind erforderlich für:

- das Messen des Ladefüllstands (zusammen mit dem Ladungsrechner),
- Druck,
- Temperatur,
- Aktivierung der Notabschalteneinrichtungen,
- Gasspürausrüstung.

Die Messgeräte müssen sorgfältig ausgewählt werden und von der Klassifikationsgesellschaft genehmigt sein. Sie sollten entsprechend der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers gewartet werden.

31.8.1 Messgeräte zum Messen des Flüssigkeitspegels

Die einschlägigen Rechtsvorschriften und Regeln der Klassifikationsgesellschaften schreiben normalerweise vor, dass jeder Ladetank mit mindestens einem Füllstandsmesser ausgerüstet sein muss. Bestimmte Ladungen erfordern spezifische Typen von Messsystemen.

Messsysteme werden wie folgt klassifiziert:

- indirekte Systeme: entweder sind dies Wiegeverfahren oder Durchflussmesser,
- geschlossene Geräte, die nicht in den Ladetank eingeführt werden - hier können Ultraschallgeräte oder Radioisotopenquellen verwendet werden,
- geschlossene Geräte, die in den Ladetank eingeführt werden - z.B. Schwimmermesser und Radargeräte.

Schwimmermesser

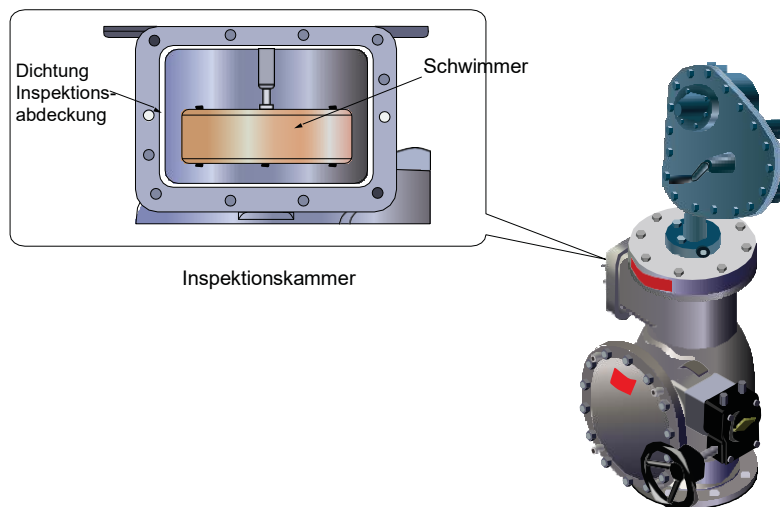


Abbildung 31.9: Schwimmerfüllstandsmesser

Schwimmerfüllstandsmesser wurden vormals oft auf Gastankschiffen verwendet, aber werden jetzt durch neuere Geräte ersetzt. Sie bestehen aus einem Schwimmer, der mit einem Messband angebracht ist, das den Füllstand anzeigt und vor Ort oder aus der Ferne abgelesen werden kann. Abbildung 31.9 zeigt ein typisches Schwimmermessgerät, das in einem Rohrbrennen installiert ist. Alternativ können auch Führungsdrähte angebracht werden. Schwimmermessgeräte sind zwecks Absperrung mit Schieberventilen ausgestattet, sodass 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. Bei Binnentankschiffen schwimmt der Schwimmer normalerweise auf der Flüssigkeit.

Radarmessgeräte

Ein anderes Tankmessgerät basiert auf dem Radarprinzip. Dieses Gerät arbeitet bei sehr hohen Frequenzen - ungefähr 11 GHz (11 x 10⁹). Speziell für Flüssiggase auf Gastankschiffen wurden jetzt Radar-Füllstandmessgeräte entwickelt. Diese Geräte liefern Messungen, die den Anforderungen der Industrie genügen.

Diese 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.

31.8.2 Füllstandsalarm und automatische Abschaltssysteme

Jeder Ladetank sollte mit einem unabhängigen Füllstandssensor 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 Füllstandsalarm - 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 (siehe Abschnitte 31.1.3 und 16.10 für weitere Informationen zu Druckstößen).

31.8.3 Druck- und Temperaturüberwachung

Die einschlägigen geltenden Vorschriften sollten eine Drucküberwachung für das gesamte Ladungssystem vorschreiben. Zu den entsprechenden Stellen gehören Ladetanks, Saug- und Druckleitungen von Pumpe und Kompressor, Verbindungsstücke für Flüssigkeiten und Dämpfe. Dies gilt, sofern zutreffend, auch für die Hauptlade- und löschleitungen. Druckschalter werden auch in verschiedenen Systemen eingesetzt, um Personal und Geräte zu schützen, indem sie im Notfall Alarme und Abschaltssysteme auslösen.

Es wird empfohlen, mehr als ein Thermometer an den Ladetanks anzubringen, um übermäßige thermische Spannungen mit Hilfe der Überwachungstechnik zu vermeiden. Die Besatzung des Tankschiffs 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.

32 Schiffsbetrieb

Dieses Kapitel führt durch den kompletten Zyklus von Be- und Entladevorgängen des Tankschiffs, angefangen bei dem Gasfreimachen bis hin zur Planung eines Ladungswechsels.

Wenn ein Gastankschiff an einem Liegeplatz anlegt, um den Ladungsumschlag 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 diesen Fragen sollten Ladungsumschlagspläne aufgestellt und gemeinsam abgestimmt werden. Außerdem sollten Verfahren zur Regelung der schiffs- und landseitigen Ladungsdurchflussgeschwindigkeiten und Maßnahmen zur Bewältigung von allgemeinen Notfällen schriftlich festgelegt werden. Mit Hilfe dieser Pläne können sichere Betriebsabläufe gewährleistet werden.

32.1 Arbeitsablauf

Bei einem Gastankschiff, das direkt von der Schiffswerft kommt, gilt für den Ladungsumschlag generell folgender Arbeitsablauf:

1. Tankinspektion,
2. Trocknen,
3. Inertisieren,
4. Gassing-up (Ladetank mit Dämpfen des flüssigen Ladeguts auffüllen),
5. Beladen,
6. Fahrt mit Ladung,
7. Entladen,
8. Fahrt mit Ballast,
9. Ladung wechseln,
10. Vorbereitung auf Tankinspektion oder Trockendock.

Hinweis: Schritt 4 (Gassing-up) wird für bestimmte Produkte mit niedrigem Druck, z.B. C4, oft weggelassen.

32.2 Tankinspektion, Trocknen und Inertisieren

32.2.1 Tankinspektion

Bevor mit dem Ladungsumschlag begonnen wird, müssen die Ladetanks gründlich auf sauberen Zustand inspiziert werden; alle losen Gegenstände müssen entfernt werden, und alle Armaturen müssen ordnungsgemäß gesichert sein. Freies Wasser muss ebenfalls entfernt werden. Sobald die Inspektion abgeschlossen ist, sollte der Ladetank sicher verschlossen werden und die Lufttrocknung kann beginnen.

32.2.2 Trocknen

Wenn verschiedene Produkte wie Butadien und Propylen unter Druck und bei einer Temperatur über 0 °C transportiert werden, gelten zusätzliche Anforderungen an den Feuchtigkeitsgehalt.

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 können oftmals die Folge von nicht richtig getrockneten Ladetanks und Rohrleitungssystemen sein. Für das Trocknen der Tankatmosphäre gibt es verschiedene Möglichkeiten. Diese werden nachstehend beschrieben.

Trocknen mit Hilfe eines von Land gelieferten Inertgases

Die Trocknung kann als Teil des Inertisierungsverfahrens durchgeführt werden, wenn Inertgas (Stickstoff) landseitig geliefert wird (siehe Abschnitt 31.6). Im Vorfeld sollte sichergestellt werden, dass das gesamte freie Wasser aus den Ladetanks und Rohrleitungssystemen abgelassen wurde. Wenn die Tankwände nass sind, ist es ratsam, mit trockener Luft vorzuspülen und eine neue Tankinspektion durchzuführen.

Das Inertisieren erfüllt zwei Zwecke. Verringerung des:

1. Feuchtigkeitsgehalts in der Tankatmosphäre bis zum gewünschten Taupunkt,
2. Sauerstoffgehalts.

Ist ein niedriger Taupunkt erforderlich, kann die Zeit bis zum Erreichen des Taupunkts länger dauern als die Zeit für den erforderlichen Sauerstoffgehalt.

Für verschiedene Gase, insbesondere chemische Gase, ist ein wesentlich geringerer Sauerstoffgehalt erforderlich als für LPG. In diesem Fall kann die Spülung für den Taupunkt ungefähr gleich ablaufen wie die Spülung für Sauerstoff.

Bei allen Drucktanks muss eine Dichtigkeitsprüfung mit einem bestimmten Überdruck durchgeführt werden, bevor mit dem eigentlichen Laden begonnen werden kann.

Trocknen mit Inertgas von einer Schiffsanlage

Das Trocknen und Inertisieren kann, sofern vorhanden, auch mit dem Stickstoffgenerator an Bord des Tankschiffs erfolgen. Ein zufriedenstellendes Trocknen hängt von der Spezifikation der Anlage und ihrer Installation ab. Der Generator muss eine entsprechende Kapazität und der Stickstoff eine geeignete Qualität aufweisen.

32.3.3 Inertisierung - vor dem Beladen

Das Inertisieren (Entzug von Sauerstoff) von Ladetanks und Rohrleitungen dient in erster Linie dazu, einen nicht brennbaren Zustand während des darauffolgenden Gassing-ups (Ladetank mit Dämpfen der flüssigen Ladung auffüllen) mit der Ladung zu gewährleisten. Zu diesem Zweck muss die Sauerstoffkonzentration von 20,9 Vol.-% auf maximal 5 Vol.-% reduziert werden, obwohl oft niedrigere Werte (unter 0,5 %) bevorzugt werden - siehe Tabelle 27.3(b).

Ein weiterer Grund für das Inertisieren besteht darin, dass für einige der reaktionsfreudigeren chemischen Gase, z. B. Vinylchlorid oder Butadien, ein Sauerstoffgehalt von nur 0,1 % erforderlich sein kann, um eine chemische Reaktion mit dem verfügbaren Sauerstoff in der Tankatmosphäre zu vermeiden, was zu einer nicht spezifikationsgerechten Ladung führen kann. Derart niedrige Sauerstoffgehalte können in der Regel nur durch das Inertisieren von landseitig gelieferttem Stickstoff erreicht werden (siehe Abschnitt 27.7 und 31.7.2).

Es gibt zwei Arten des Inertisierens von Ladetanks: Verdrängung oder Verdünnung. Beide Verfahren werden nachstehend erörtert.

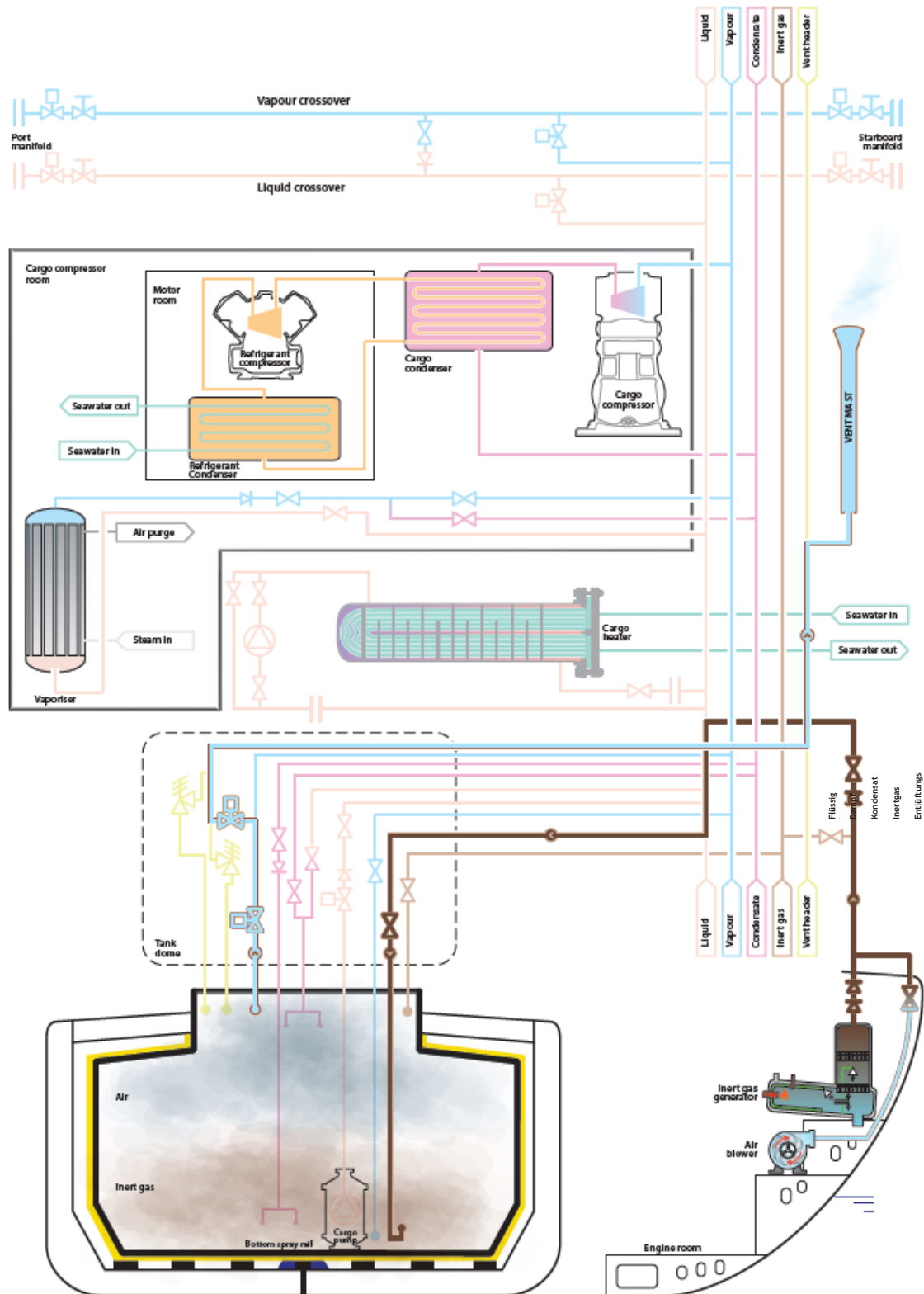


Abbildung 32.1: Inertisieren von Ladetanks nach dem Verdrängungsverfahren

Port manifold = Sammelleitung Hafen
 Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf
 Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit
 Liquid = Flüssigkeit
 Vapour = Dampf
 Condensate = Kondensat
 Inert Gas = Inertgas
 Vent header = Entlüftungssammler
 Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord
 Cargo compressor room = Ladungskompressorraum
 Motor room = Motorraum
 Seawater out = Seewasser, ausströmend
 Seawater in = Seewasser, einströmend
 Air purge = Entleeren mit Luft
 Steam in = Dampf, einströmend

Vaporiser = Verdampfer
 Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor
 Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator
 Cargo condenser = Ladungskondensator
 Cargo compressor = Ladungskompressor
 Cargo heater = Ladungsheizung
 Vent Mast = Tankventil
 Tank dome = Tankkuppel
 Air = Luft
 Inert gas = Inertgas
 Bottom spray rail = Sprühschiene, unten
 Cargo pump = Ladepumpe
 Inert gas generator = Inertgasgenerator
 Air blower = Gebläse
 Engine room = Maschinenraum

Inertisieren durch Verdrängung

Das Inertisieren durch Verdrängung 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 Rohrleitungskonfigurationen abhängig ist. Die relative Dichte von Luft und Inertgas unterscheidet sich nur geringfügig (siehe Tabelle 27.4), da Stickstoff etwas leichter als Luft ist. Diese kleinen Dichteunterschiede machen das Inertisieren durch Verdrängung schwierig, und im Allgemeinen kommt es bei diesem Prozess nur zu einer teilweisen Verdrängung und teilweisen Verdünnung (wie weiter unten erörtert). Je nach den zu entfernenden Gasen kann die Entleerung auch ‚von oben‘ und ‚von unten‘ erfolgen - z. B. bei der Entleerung der Ladetanks von LPG-Dämpfen an die Luft.

Bei der Inertisierung durch Verdrängung wird die geringste Menge an Inertgas genutzt und die geringste Zeit benötigt. 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 eine Verdrängung eignen, werden die Ergebnisse durch das Inertisieren von mehr als einem Tank gesteigert. Dabei sollten die Tanks parallel ausgerichtet sein. Die Aufteilung der Leistung des Inertgasgenerators auf mehrere Tanks reduziert die Gaseinlassgeschwindigkeit und schränkt so die Vermischung des Dampfes an der Schnittstelle ein. Gleichzeitig erhöht sich der Gesamtinertgasstrom aufgrund des niedrigeren Gesamtströmungswiderstands. Tanks, die auf diese Weise inertisiert werden, sollten überwacht werden, um eine gleichmäßige Verteilung des Inertgasstroms zu gewährleisten. Bei dieser Methode muss der Inertgasstrom gering sein, um eine Vermischung mit der Tankatmosphäre zu verhindern.

Inertisieren durch Verdünnung

Beim Inertisieren eines Tanks nach dem Verdünnungsverfahren vermischt sich das einströmende Inertgas durch die Verwirbelungen mit dem Gas, das sich bereits in dem Tank befindet. Die am häufigsten genutzte Methode ist die Druckbeaufschlagung und die Entspannung.

Verdünnung durch Druckbeaufschlagung und Entspannung

Bei Drucktanks kann das Inertisieren durch Verdünnung in einem Prozess der wiederholten Druckbeaufschlagung und Entspannung 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. Bei der Spülung mit reinem Stickstoff ist dies weitgehend der Fall. Bei der Spülung mit einem bordseitigen Inertgas- oder Stickstoffgenerator kann dies ein Problem darstellen.

Die Praxis hat gezeigt, dass schnellere Resultate mit mehr Wiederholungen bei jeweils niedriger Druckbeaufschlagung (1-2 bar) als mit weniger Wiederholungen bei höherer Druckbeaufschlagung erzielt werden.

Die optimale Konfiguration für das Inertisieren durch Verdünnung von Tankschiff zu Tankschiff ist unterschiedlich und wahrscheinlich eine Sache der Erfahrung.

Inertgas - allgemeine Erwägungen

Inertgas kann auf verschiedene Weise genutzt werden, um Ladetanks zu inertisieren, wobei keine Methode die beste ist, da die Wahl von der Konstruktion des Tankschiffs und der unterschiedlichen Gasdichte abhängt. Generell gilt, dass jedes einzelne Tankschiff anhand von Erfahrungswerten und seinem Rohrleitungssystem sein eigenes favorisiertes Verfahren wählen sollte. Wie bereits erwähnt, ist das Inertisieren nach dem Verdrängungsverfahren am besten geeignet, jedoch hängt seine Effizienz von einer guten Schichtenbildung zwischen Inertgas und der abzuleitenden Luft- oder Dampfschicht ab. Gibt es keine Vorkehrungen für den Eintritt des Inertgases und keine unterschiedlichen Gasdichten, kann es besser sein, eine Verdünnungsmethode zu wählen (deren Effizienz allerdings von einer schnellen Verwirbelung des einströmenden Inertgases abhängt).

Unabhängig davon, welches Verfahren zur Anwendung kommt, ist es wichtig, die Sauerstoffkonzentration in jedem Tank von Zeit zu Zeit und an geeigneten Stellen über die Dampfprobenahmeanschlüsse zu überwachen. Um sicher zu sein, dass an den Probenahmeanschlüssen der tatsächliche Druck des Tanks gemessen wird, sollten die Probenahmeanschlüsse vor der Durchführung eines Tests ordnungsgemäß durchgeblasen werden. Beim Spülen zum Ausblasen von Luft können die Probenahmeanschlüsse langsam und kontinuierlich durchgeblasen werden. So kann der Fortschritt des Inertisierens beurteilt und schließlich sichergestellt werden, dass die Ladetanks und das Ladungssystem ausreichend inertisiert sind.

Stickstoff kann erforderlich sein, wenn die Tanks auf die Beförderung von chemischen Gasen wie Vinylchlorid, Ethylen oder Butadien vorbereitet werden. Aufgrund der hohen Stickstoffkosten sollte das Inertisierungsverfahren mit einem minimalen Stickstoffverbrauch vereinbar sein.

Inertisieren vor dem Laden von Ammoniak

Die moderne Praxis verlangt, dass die Schiffstanks vor dem Beladen mit Ammoniak mit Stickstoff inertisiert werden, obwohl Ammoniakdampf nicht leicht entzündbar ist.

Inertgas, das aus einem Verbrennungsgenerator stammt, darf auf keinen Fall für Tanks verwendet werden, die Ammoniak befördern sollen, da Ammoniak mit dem Kohlendioxid im Inertgas reagiert und Carbamate bildet. Der Stickstoff muss von Land geliefert werden, da die bordseitigen Generatoren zu klein sind, um die Tanks innerhalb eines angemessenen Zeitrahmens zu inertisieren.

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 Spannungsrisskorrosion beschleunigen können - siehe Abschnitt 27.5).

32.3 Gassing-up (Ladetank mit Dämpfen der flüssigen Ladung auffüllen)

Das Gassing-up erfolgt mit landseitig gelieferten Ladungsdämpfen.

Daher muss der Schiffsführer folgende Fragen abchecken, weit bevor das Tankschiff mit inertisierten Tanks im Hafen einläuft:

- Darf am Liegeplatz das Gassing-up durchgeführt werden? Wenn ja, was ist zulässig?
- Gibt es eine Gasrückfuhr zur Fackel?
- Wird für das Gassing-up vom Terminal Flüssigkeit oder Dampf bereitgestellt?
- Wird anfangs nur ein Tank von der Landseite mit dem Gassing-up behandelt und abgekühlt?
- Wie viel Flüssigkeit wird zum Gassing-up und Abkühlen der restlichen Tanks an Bord benötigt?
- Wo kann das komplette Gassing-up durchgeführt werden?

Bevor mit dem Gassing-up begonnen wird, nimmt das Terminal in der Regel eine Probe der Tankatmosphäre, um zu prüfen, ob der Sauerstoffgehalt unter 5 % für LPG-Ladungen (einige Terminals verlangen weniger als 0,5 %) oder den viel niedrigeren Konzentrationen liegt, die für chemische Gase wie Vinylchlorid erforderlich sind - siehe Tabelle 27.3(b).

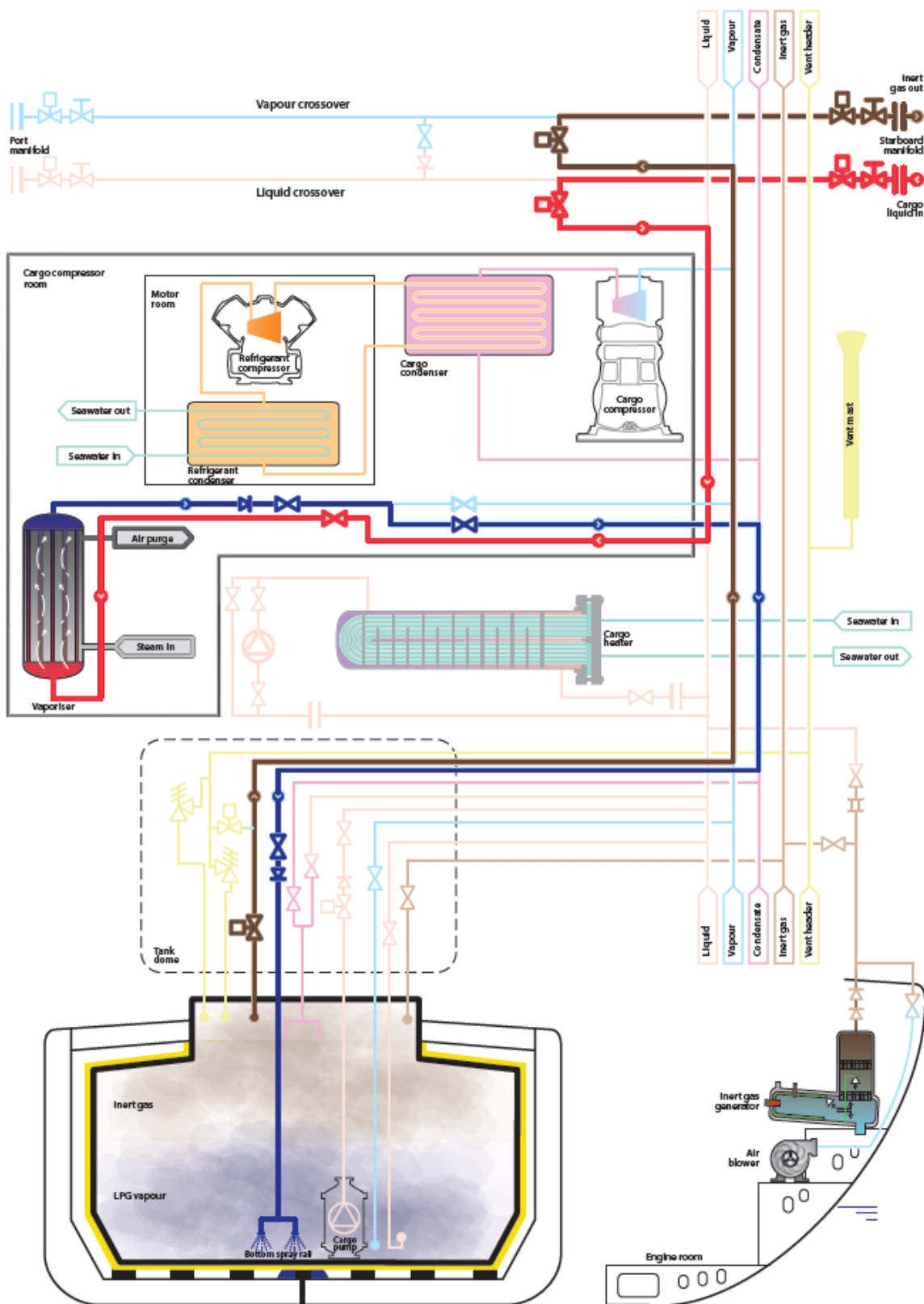


Abbildung 32.2: Gassing-up von Ladetanks mit landseitig gelieferter Flüssigkeit

Port manifold = Sammelleitung Hafen
 Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf
 Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit
 Liquid = Flüssigkeit
 Vapour = Dampf
 Condensate = Kondensat
 Inert Gas = Inertgas
 Vent header = Entlüftungssammler
 Inert gas out = Inertgas, nach außen abgeführt
 Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord
 Cargo liquid in = Ladungsflüssigkeit, Einlass
 Cargo compressor room = Ladungskompressorraum
 Motor room = Motorraum
 Seawater out = Seewasser, ausströmend
 Seawater in = Seewasser, einströmend
 Air purge = Entleeren mit Luft

Steam in = Dampf, einströmend
 Vaporiser = Verdampfer
 Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor
 Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator
 Cargo condenser = Ladungskondensator
 Cargo compressor = Ladungskompressor
 Cargo heater = Ladungsheizung
 Vent Mast = Tankventil
 Tank dome = Tankkuppel
 Inert gas = Inertgas
 LPG vapour = LPG-Dampf
 Bottom spray rail = Sprühschiene, unten
 Cargo pump = Ladepumpe
 Inert gas generator = Inertgasgenerator
 Air blower = Gebläse
 Engine room = Maschinenraum

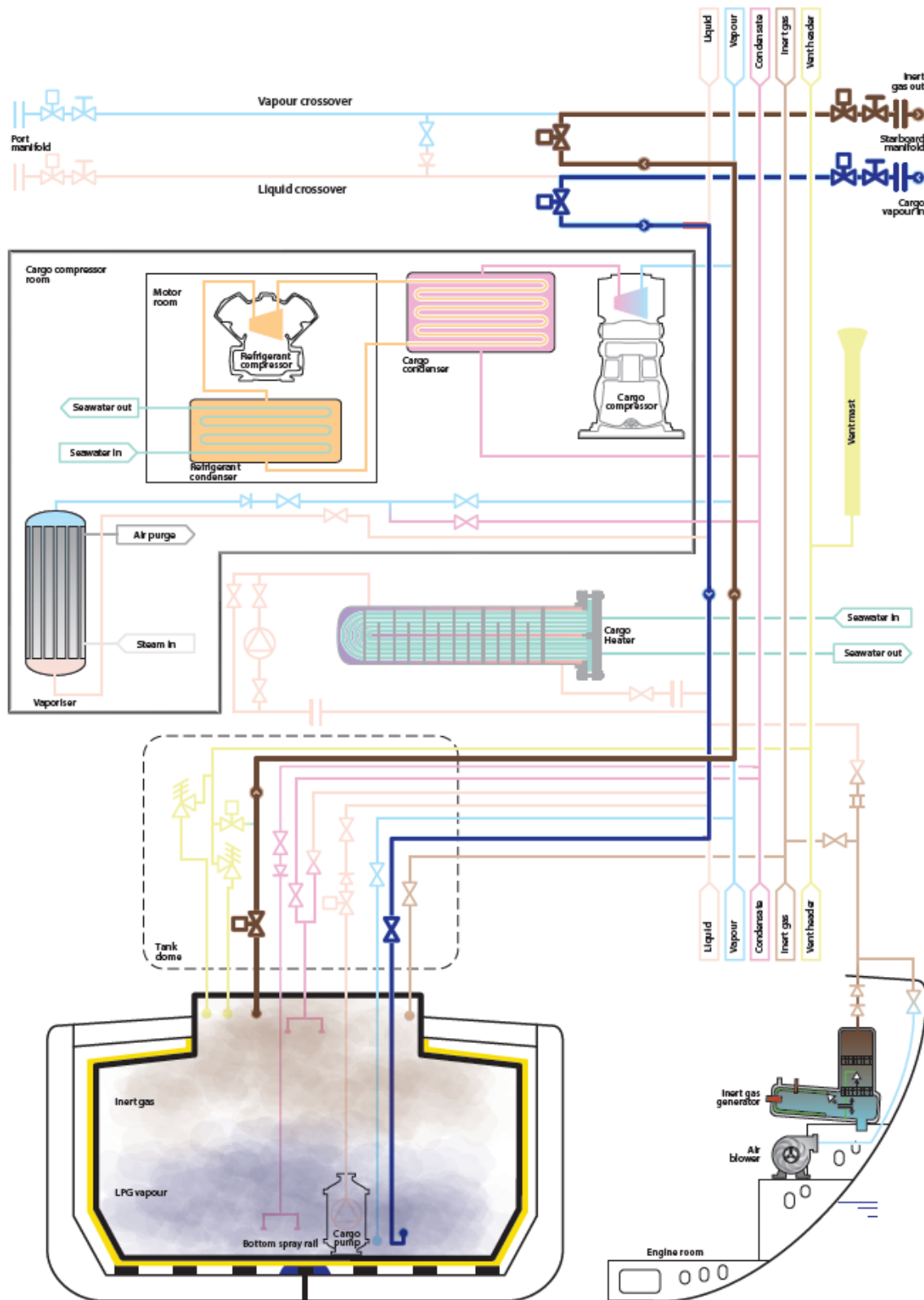


Abbildung 32.3: Gassing-up von Ladetanks mit landseitig geliefertem Dampf

Port manifold = Sammelleitung Hafen
 Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf
 Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit
 Liquid = Flüssigkeit
 Vapour = Dampf
 Condensate = Kondensat
 Inert Gas = Inertgas
 Vent header = Entlüftungssammler
 Inert gas out = Inertgas, nach außen abgeführt
 Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord
 Cargo liquid in = Ladungsflüssigkeit, Einlass
 Cargo compressor room = Ladungskompressorraum
 Motor room = Motorraum
 Seawater out = Seewasser, ausströmend
 Seawater in = Seewasser, einströmend
 Air purge = Entleeren mit Luft

Steam in = Dampf, einströmend
 Vaporiser = Verdampfer
 Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor
 Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator
 Cargo condenser = Ladungskondensator
 Cargo compressor = Ladungskompressor
 Cargo heater = Ladungsheizung
 Vent Mast = Tankventile
 Tank dome = Tankkuppel
 Inert gas = Inertgas
 LPG vapour = LPG-Dampf
 Bottom spray rail = Sprühschiene, unten
 Cargo pump = Ladepumpe
 Inert gas generator = Inertgasgenerator
 Air blower = Gebläse
 Engine room = Maschinenraum

Es muss eine Gasrückführungsvorrichtung bereitstehen, z.B. eine Fackel, und während des gesamten Gassing-ups verwendet werden. Unter Umständen kann es erforderlich sein, die Ladungskompressoren des Tankschiffs zu nutzen, um das Ladungssystem und die Tanks in sicherem Zustand zu halten. Terminals und Hafenvorschriften verbieten das Abblasen von Ladungsdämpfen in die Atmosphäre. Das Abblasen von Stickstoff in die Atmosphäre ist normalerweise erlaubt.

Wenn ein Terminal eine Flüssigkeit zum Gassing-up liefert, sollte die Ladegeschwindigkeit sorgfältig geregelt werden. Die Flüssigkeit kann auch in den Schiffstanks verdampft werden. Je nach Siedepunkt des Produkts kann das direkte Pumpen von Flüssigkeit in einen Ladetank, der unter Stickstoff steht, schnell zu sehr niedrigen Temperaturen führen. Dies kann plötzlich zu lokalen Schrumpfspannungen im Ladetank führen. Es kann auch zu einem sogenannten Unterkühlungseffekt kommen.

Die richtige Methode besteht darin, die Ladetanks mit Ladungsdämpfen von Land oder aus einem Verdampfer an Bord aufzufüllen. Wird Dampf geliefert, kann dieser je nach Dampfdichte von oben oder unten in die Tanks eingelassen werden (siehe Tabelle 27.5). In Abbildung 32.2 und 32.3 ist ein typisches Gassing-up mit landseitig gelieferter Flüssigkeit und landseitig gelieferttem Dampf dargestellt.

Ist keine Gasrückführung von Land aus möglich, steht eine Methode zum Gassing-up mit Propan (C3) oder Ammoniak (NH₃) zur Verfügung. Dabei wird ein Tank ausgewählt und über die Einspritzleitung beladen. Dies sorgt für einen Druckaufbau im Tank. Wenn der Betriebsdruck des Tanks erreicht ist, sollte er sofort über die normale Hauptflüssigkeitsleitung mit maximaler Kapazität beladen werden. Die Flüssigkeit wird bis zum Erreichen ihres Partialdampfdrucks verdampfen, da ständig relativ warmes Produkt in den Tank geleitet wird, bleibt die Temperatur innerhalb akzeptabler Werte. Nach diesem Vorgang kann der Dampfdruck im Tank auf die anderen Ladetanks übertragen werden, bis auch diese Tanks einen für das Laden von Flüssigkeit akzeptablen Dampfdruck aufweisen.

Die Gefahr besteht hier in der niedrigen Temperatur. Es muss eine klare Vereinbarung mit dem Land getroffen werden, dass die Ladevorgänge auf keinen Fall unterbrochen werden.

Diese Arbeitsweise kann von Schiff zu Schiff unterschiedlich sein. Die Verantwortung für die korrekten Anfahrprozeduren und Aktivitäten liegt beim Unternehmen und dem Schiffsführer.

Wenn ein Tankschiff am Liegeplatz einläuft und seine Tanks Ladungsdampf enthalten, der gegen eine andere Dampfgüte ausgetauscht werden muss, stellt das Terminal in der Regel eine Gasrückfuhrleitung zur Verfügung. Die Dämpfe im Ladetank werden verdünnt, bis die gewünschte Dampfqualität in den Tanks erreicht ist.

Beim Gassing-up und der Beladung mit der Gasrückführung ist es sehr wichtig, dass alle Inertgase so weit wie möglich in Richtung Land abgeleitet werden. Stickstoff kann sich in der Ladung lösen, insbesondere wenn der Wechsel von der Beladung über den Boden zur Beladung über die Einspritzleitung zu schnell erfolgt - dies kann zu einer nicht spezifikationsgerechten Ladung führen. Je niedriger die Temperatur, desto besser kann sich Stickstoff auflösen.

32.4 Nicht zutreffend

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,
- Kompressoren und Rückverflüssigungsanlage,
- Gasspüranlagen,
- Alarm- und Regelgeräte,
- maximale Ladegeschwindigkeiten.

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 27.6) zur Verfügung stellen. Weitere Sondervorsichtsmaßnahmen für spezifische Ladungen sollten dem Personal des Tankschiffs mitgeteilt werden. Das können niedrigere Verdichtungsendtemperaturen sein, die für einige chemische Gasladungen erforderlich sind (siehe Abschnitt 32.6). Sofern montiert, sollten Überdruckventile mit variabler Druckeinstellung, Hochdruckalarmgeber der Tanks und Probenahmeventile der Gasspürgeräte richtig eingestellt werden.

Das Ballastsystem für Gastankschiffe ist völlig unabhängig vom Ladungssystem, d.h. das Entladen des Ballasts kann gleichzeitig mit dem Beladen erfolgen, wenn die örtlichen Bestimmungen das zulassen. Die Stabilität und Beanspruchung des Tankschiffs sind für den Ladevorgang von entscheidender Bedeutung. Die dafür vorgesehenen Verfahren entsprechen den üblichen Praktiken für Tankschiffe. Das Be- und Entladen von Ballast längsseits ist an einigen Terminals aus Gründen der Stabilität verboten.

Sicherheit des Tankschiffs

Trimm, Stabilität und Beanspruchung

Der Frachtplan sollte eine Verteilung auf dem Schiff ermöglichen, die eine akzeptable bauliche Beanspruchung und die erforderliche Trimm 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 insofern nicht exakt, weil bei diesen Berechnungen davon ausgegangen wird, dass der Ladungsdampf flüssig ist und die gleiche Masse hat wie der Dampf, und somit der Luftauftrieb der Ladungsdampfpräume nicht berücksichtigt wurde. Für den praktischen Zweck der Stabilitätsberechnung eines Tankschiffs kann dies jedoch außer Acht gelassen werden.

Gastankschiffe erhalten oftmals im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften Stabilitätsdaten einschließlich Berechnungsbeispiele für Ladungen, die in verschiedenster Weise geladen werden können. In Bezug auf Ausrüstung und Verbrauchsgüter wie Frischwasser, Ersatzteile und Bunker an Bord sind diese Richtlinien zu Stabilitätsdaten (häufig in Form eines Computerprogramms) der Besatzung des Tankschiffs zur Verfügung zu stellen, sodass die Sicherheit und Stabilität des Schiffs erhalten wird. Darüber hinaus müssen die Stabilitätsbedingungen als Teil der Anforderungen zur Erlangung eines Zulassungszeugnisses, eines Schiffsattests bzw. Schiffszeugnisses und eines Klassenzeugnisses in Übereinstimmung mit den einschlägigen Vorschriften so beschaffen sein, dass das Tankschiff in spezifischen Leckfällen bestimmte Anforderungen zum Überleben erfüllt. Es ist daher unerlässlich, dass alle einschlägigen Richtlinien in Bezug auf das Befüllen von Ladetanks befolgt werden.

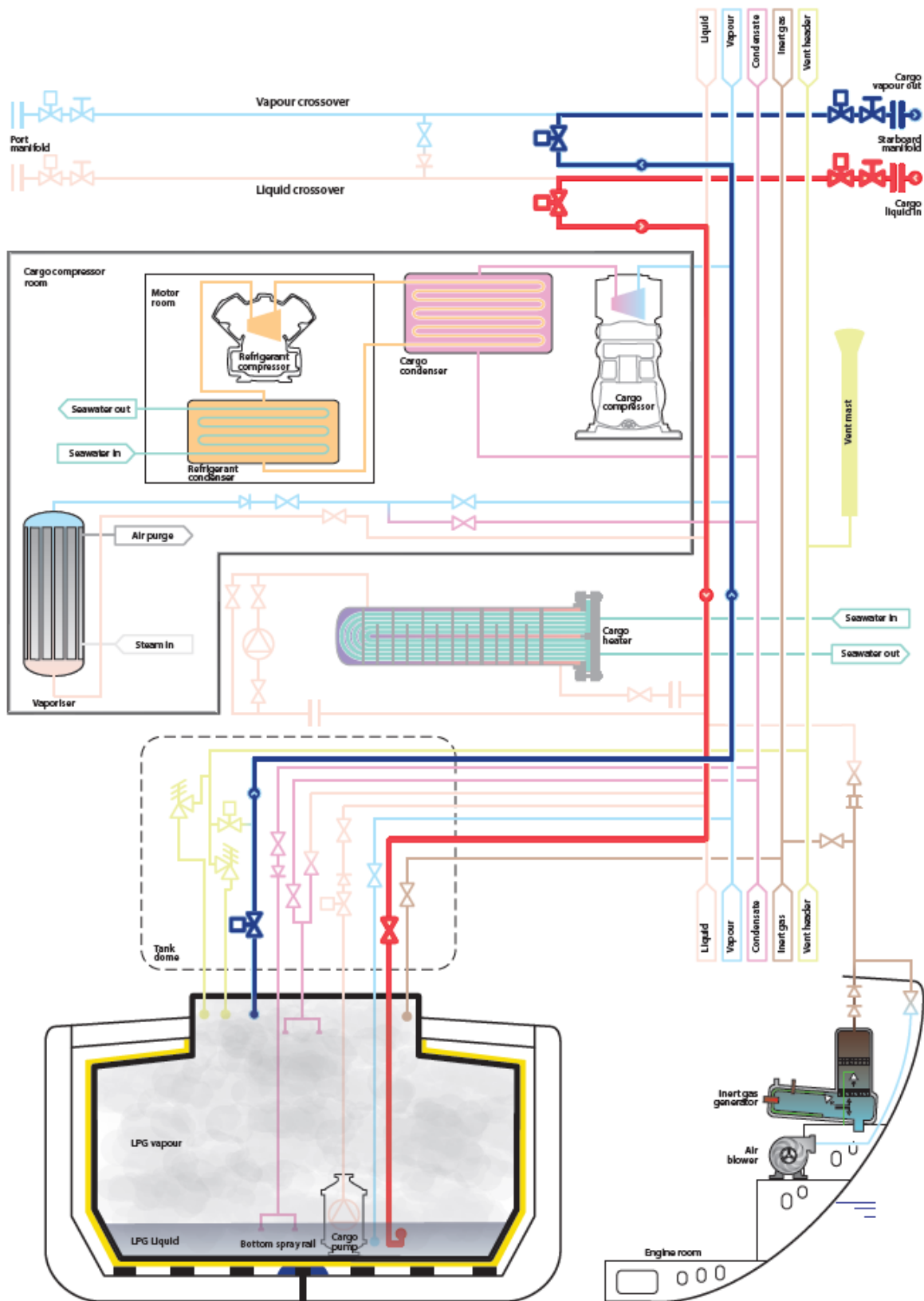


Abbildung 32.4: Beladen mit Gasrückfuhr

Port manifold = Sammelleitung Hafen
 Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf
 Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit
 Liquid = Flüssigkeit
 Vapour = Dampf
 Condensate = Kondensat
 Inert Gas = Inertgas
 Vent header = Entlüftungssammler
 Cargo vapour out = Ladungsdampf, ausströmend
 Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord
 Cargo liquid in = Ladungsflüssigkeit, Einlass
 Cargo compressor room = Ladungskompressorraum
 Motor room = Motorraum
 Seawater out = Seewasser, ausströmend
 Seawater in = Seewasser, einströmend
 Air purge = Entleeren mit Luft

Steam in = Dampf, einströmend
 Vaporiser = Verdampfer
 Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor
 Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator
 Cargo condenser = Ladungskondensator
 Cargo compressor = Ladungskompressor
 Cargo heater = Ladungsheizung
 Vent Mast = Tankventil
 Tank dome = Tankkuppel
 LPG Liquid = LPG Flüssigkeit
 LPG vapour = LPG-Dampf
 Bottom spray rail = Sprühschiene, unten
 Cargo pump = Ladepumpe
 Inert gas generator = Inertgasgenerator
 Air blower = Gebläse
 Engine room = Maschinenraum

32.5.2 Dampfkontrolle während des Beladens

Ladungsdämpfe können während des Beladens durch die Gasabfuhrleitungen zum Land kontrolliert werden.

Bei Nutzung einer Gasabfuhrleitung während der Beladung ist die Ladegeschwindigkeit unabhängig von der maximalen Ladekapazität.

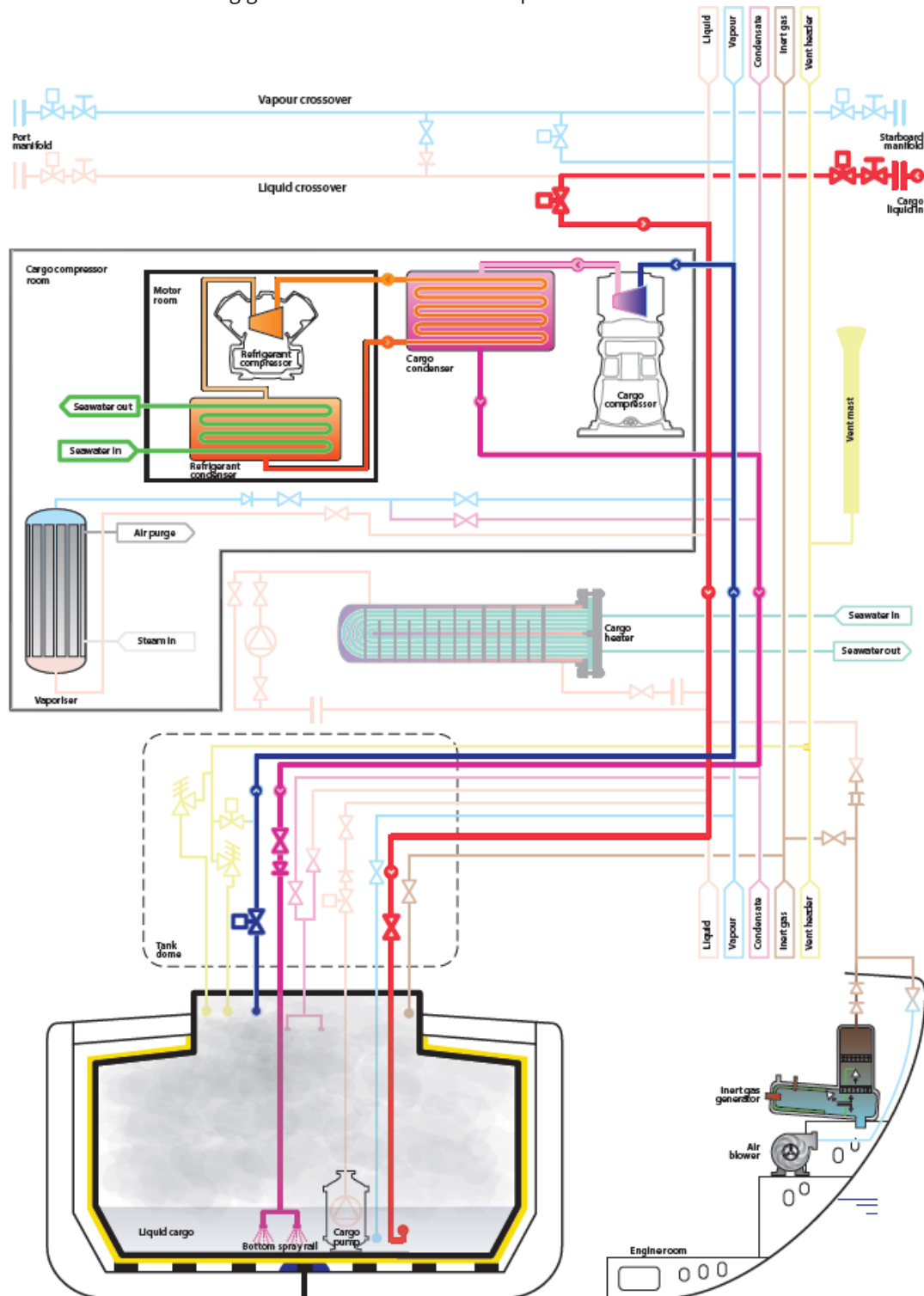


Abbildung 32.5: Beladen mit Gasabfuhr

Port manifold = Sammelleitung Hafen
 Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf
 Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit
 Liquid = Flüssigkeit
 Vapour = Dampf
 Condensate = Kondensat
 Inert Gas = Inertgas
 Vent header = Entlüftungssammler
 Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord
 Cargo liquid in = Ladungsflüssigkeit, Einlass
 Cargo compressor room = Ladungskompressorraum
 Motor room = Motorraum
 Seawater out = Seewasser, ausströmend
 Seawater in = Seewasser, einströmend
 Air purge = Entleeren mit Luft

Steam in = Dampf, einströmend
 Vaporiser = Verdampfer
 Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor
 Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator
 Cargo condenser = Ladungskondensator
 Cargo compressor = Ladungskompressor
 Cargo heater = Ladungsheizung
 Vent Mast = Tankventil
 Tank dome = Tankkuppel
 Liquid cargo = Ladungsflüssigkeit
 Bottom spray rail = Sprühchiene, unten
 Cargo pump = Ladepumpe
 Inert gas generator = Inertgasgenerator
 Air blower = Gebläse
 Engine room = Maschinenraum

Bei Druckbehältern ist eine Gasabfuhrleitung normalerweise nicht erforderlich, es sei denn, die Tanks stehen vor dem Ladevorgang unter Stickstoff. Das Beladen erfolgt in der Regel durch Landpumpen, die genügend Druck erzeugen, um den Dampf (Druck) kontinuierlich in der Flüssigkeit zu kondensieren. Aus Sicherheitsgründen werden die Gasabfuhrleitungen bei druckbeaufschlagten Behältern jedoch häufig an das Landsystem angeschlossen.

Bei der Verwendung von Gasabfuhrleitungen im LPG-Geschäft sind Terminals ggf. besorgt hinsichtlich der Qualität des zum Land zurückgeleiteten Dampfes, vor allem zu Beginn des Ladevorgangs. Das Terminalpersonal kann skeptisch wegen des restlichen Stickstoffs sein, der sich während der Rückverflüssigung nicht kondensieren lässt. Sie können auch wegen Kontaminationen mit Dämpfen aus früheren Ladungen skeptisch sein. Es ist schwer, dem Dampf, der zum Land abgeführt wird, Rechnung zu tragen, insbesondere wenn dieser abgefackelt wurde. Das kann zu einer Überschätzung der auf dem Schiffsfrachtbrief angegebenen Menge führen, sofern der abgeführte Dampf nicht berücksichtigt wurde. Aus diesen Gründen ist es unüblich, dass LPG-Terminals abgeführtes Gas annehmen, außer aus Sicherheitsgründen und dann nur zum Abfackeln.

32.5.3 Beladen - Erste Stufen

Beladen von Kühldrucktankschiffen

Kühldrucktanker kommen normalerweise mit ihren Ladetanks unter dem entsprechenden Dampfdruck der vorherigen Ladung am Terminal an, oder niedriger, wenn während des letzten Löschvorgangs die Kompressoren genutzt werden, um die Dämpfe in Richtung Land abzuführen.

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 die Bodenleitung, um lokale Niedrigtemperaturen zu vermeiden.

In diesem Fall kann es, da die Flüssigkeit durchgeleitet wird, zur Entspannungskühlung kommen, es muss also gewährleistet werden, dass die Temperaturen im Tank oder in der Leitung zu keiner Zeit auf Werte unterhalb der Bemessungsgrenzen fallen.

Beladen von Kühltankschiffen aus Kühlagertanks

Die Ladetanks auf Tiefkühldrucktankern bestehen aus Kohlenstoffstahl, der sich nur für Mindesttemperaturen zwischen 0 °C und –10 °C eignet. Angenommen, die Tiefkühldrucktanker haben keine Ladungsheizungen an Bord, dann muss die gesamte Wärme durch Pumpen der Ladung über an Land installierte Heizungen eingebracht werden.

Auf einem Kühldrucktanker, der eine Ladung bei annähernd 0°C geladen hat, kann sich die Ladung während der Fahrt durch Wärmeabstrahlung von außen entsprechend den Umgebungsbedingungen weiter erwärmen. Nach den einschlägigen Rechtsvorschriften darf die Ladung nur bis zu einer Tankfüllgrenze von 91 % bei der höchsten auf der Reise erreichten Temperatur geladen werden. Das bedeutet, dass in den Absprachen vor dem Beladen Tankfüllgrenzen festgelegt werden müssen, die genügend Platz für die Ausdehnung der Flüssigkeit in den Dampfraum während der Fahrt lassen.

Rohrleitungssystem und Betrieb des Terminals

Wenn ein Terminal davon ausgehen kann, dass Tiefkühldrucktanker beladen werden sollen, die nicht über eigene Heizungen verfügen, wird eine Vorrichtung benötigt, die in Reihe an das Terminalrohrleitungssystem montiert wird. Diese besteht in der Regel aus:

- Landtank,
- Ladepumpe,
- Boosterpumpe,
- Ladungsheizung.

Wenn ein gekühltes Terminal einen Tiefkühldrucktanker belädt und die Ladetemperaturen auf diesen Tankschiffen auf ca. -10 °C begrenzt sind, können die Ladungen in der Regel durch die Kühlleitungen mit einem Druck von 19 bar gepumpt werden.

Der Betrieb des Systems läuft folgendermaßen ab: Zunächst wird bis zum Aufbau des Gegendrucks des Tankschiffs nur durch die Ladungsheizung gepumpt, und wenn der Gegendruck steigt, kommt die Boosterpumpe zum Einsatz.

Zu Beginn des Ladevorgangs sollte der Druck im Schiffstank mindestens 2 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, und die Eisbildung auf den Rohrleitungen ist eine Warnung, dass die Temperaturen an Bord des Tankschiffs die Sicherheitsgrenzen unterschritten haben. In solchen Fällen muss die Ladegeschwindigkeit reduziert und die Temperatur am Ende der Ladungsheizung erhöht werden.

Probleme von kleinen Tankschiffen an großen Liegeplätzen

Ein Hauptproblem beim Beladen von kleinen Tankschiffen besteht darin, dass die Kühlagerung meist für große Schiffs-/Land-Operationen konzipiert ist. Für den Pier bedeutet das, dass die Anlegepläne entsprechend angepasst werden müssen, um den verschiedenen Festmachsystemen von kleinen Tankschiffen gerecht zu werden, wobei die Größe der Verladearme oder Schläuche dem Betrieb entsprechen muss.

Große Verladearme können für kleine Tankschiffe auch problematisch werden. Befindet sich der Liegeplatz in einem freiliegenden Bereich, kann ein kleines Tankschiff, je nach den Bedingungen am Liegeplatz, rollen und stampfen. Der Verladearm muss mit diesen schnellen Bewegungen Schritt halten. Solche dynamischen Kräfte auf den Verladearm werden nicht immer in Betracht gezogen. Die Hersteller überlassen dies den Betriebsabläufen des Terminals. Diese Bewegungen sind oft wesentlich schneller als die langsamen Bewegungen (z. B. durch die Gezeiten), wo normale Auslegungskriterien zugrunde gelegt werden können. In diesem Fall ist die Trägheit des Verladearms zu berücksichtigen.

32.5.4 Laden von Massengut

Je nach Effizienz des zuvor durchgeführten Gassing-ups können sich in den Tankatmosphären beträchtliche Mengen an nicht kondensierbaren Gasen befinden. Wird der Tankdruck zu hoch, müssen diese nicht kondensierbaren Gase über die Gasabfuhr zum Land abgelassen werden.

Während des Beladens sollten die Tankdrücke, Temperaturen, Flüssigkeitsstände und die Räume zwischen den Barrieren genau überwacht werden.

Gegen Ende des Beladevorgangs sollten die Übergabegeschwindigkeiten gemäß den zuvor getroffenen Absprachen mit dem Personal an Land reduziert werden, um ein genaues Zuladen der Tanks zu erreichen. Mit Abschluss des Beladevorgangs sollten die Leitungen des Tankschiffs zurück in die Ladetanks entleert werden. Verbleibende Flüssigkeitsreste können durch Ausblasen der Leitung mit Ladungsdampf oder Stickstoff vom Land aus beseitigt werden. Die beste Verfahrensweise ist die Nutzung von Stickstoff, sodass die Anschlüsse der Sammelleitungen beim Trennen gasfrei und sicher sind.

32.5.5 Maximale Tankfüllgrenzen

Füllgrenzen haben folgendes Ziel:

- Tankkapazität wirtschaftlich und sicher nutzen,
- Überfüllen der Tanks vermeiden (in Europa werden mehr als 91 % als Überfüllung angesehen, wobei dies je nach Region oder Gesetzgebung unterschiedlich sein kann),
- Tankausfälle bei Bränden vermeiden.

Tanks sollten mit Doppelsicherheitsventilen versehen werden, unter denen sich jeweils ein handbetätigtes Ventil befindet. Beide Sicherheitsventile sollten unter Normalbedingungen geöffnet sein. Es sollte verhindert werden, dass sich beide Ventile gleichzeitig schließen (z. B. durch ein Dreiwegeventil).

Kurzbeschreibung der Bestimmung des IGC-Codes:

Der hohe thermische Ausdehnungskoeffizient von Flüssiggas erfordert maximal zulässige Füllgrenzen, um ein Überfüllen der Ladetanks zu vermeiden.

Die Füllstandsgrenzen sind unterschiedlich und hängen vom Produkt, den Transportbedingungen und Regionen ab. Es ist möglich, dass für bestimmte Regionen Füllstandsbedingungen vorgeschrieben sind, die eingehalten werden müssen.

Die jüngsten Entwicklungen bei der Bestimmung der Füllstandsgrenzen sind in der letzten Fassung von Kapitel 15 des IGC-Codes 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, um zu verhindern, dass das Flüssigkeitsvolumen die zulässige Füllgrenze unter Einsatzbedingungen überschreitet.

Es ist möglich, dass die staatliche Regelung unter Berücksichtigung der Tankform, der Konfiguration der Überdruckventile, 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-Codes 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 jeden Tank und für jedes Produkt, das darin befördert werden kann, für jede mögliche Ladetemperatur und für die anwendbare maximale Bezugstemperatur sollte die maximale Ladegrenze (LL) für die einzelnen Tanks in einer von der Verwaltung vorgelegten Liste angegeben werden.

Der Druck, auf den die Überdruckventile eingestellt sind, sollte auch in dieser Liste eingetragen werden. Der Schiffsführer sollte stets eine Kopie der Liste an Bord haben.

Für europäische Gastankschiffe in der Binnenschifffahrt erlaubt das ADN eine maximale Füllgrenze von 91 %.

Die Verwendung der oben genannten Gleichung erfordert eine spezielle Anordnung des Gasrückfuhrsystems, das in Kapitel 8 des IGC-Codes erläutert wird.

Es gibt triftige Sicherheitsgründe zur Minimierung des Ladungsausschlusses. Das Konzept ist einfach: Je voller der Tank, desto länger kann die Konstruktion dem Feuer standhalten. Ist der Tankinhalt einem Brand ausgesetzt, siedet er bei konstanter Temperatur, bis der Großteil der Flüssigkeit durch das Sicherheitsventilsystem zum Tankventil (Vent Mast) 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 inakzeptablen Außentemperaturen standhalten.

Allgemein

Örtliche Vorschriften können unterschiedliche Ansätze für die Festlegung von maximalen Füllgrenzen haben, aber in jedem Fall sollten die Temperatureinflüsse auf Flüssiggase nicht außer Acht gelassen werden.

Beispiel

Fall 1 (Bestimmung des IGC-Codes in der zuletzt geänderten Fassung)

Ein Tiefkühlschiff 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

$$LL = 98 \cdot \frac{500}{522} = 93,9\%$$

Der Tank kann bis zu 93,9 % seines Volumens befüllt werden.

Fall 2 (Bestimmung des IGC-Codes in der zuletzt geänderten Fassung)

Ein Tiefkühldrucktanker 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 Flüssigpropan bei -10 °C = 542 kg/m³

$$LL = 98 \cdot \frac{500}{542} = 91,9\%$$

Der Tank kann bis zu 91,9 % seines Volumens befüllt werden.

32.6 Fahrt mit Ladung

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, wo die Verdichtungsendtemperaturen auf 90 °C begrenzt werden sollten, um eine Polymerisation zu vermeiden (siehe auch Abschnitt 27.6).

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 gefährliche Atmosphären in angrenzenden Räumen müssen gebührend berücksichtigt werden.

32.7 Löschen

Wenn ein Schiff am Löschterminal einläuft, sollten die Drücke und Temperaturen der Ladetanks den Terminalanforderungen entsprechen. Dies trägt dazu bei, dass maximale Entladegeschwindigkeiten erreicht werden.

Bevor mit dem Entladen begonnen wird, sollten die vorbereitenden schiffs- und landseitigen Verfahren (Sicherheitscheckliste) durchgeführt werden, die denen der zuvor beschriebenen Ladevorgänge entsprechen.

Das Entladeverfahren des Schiffs hängt vom Typ des Tankschiffs, der Ladungsspezifikation und der Terminallagerung ab. Es gibt zwei Hauptverfahren, die angewendet werden können:

- Entladen durch Druckbeaufschlagung des Dampfraums,
- Entladen mit der schiffseigenen Ladepumpe (die übliche Methode).

32.7.1 Entladen durch Druckbeaufschlagung des Dampfraums

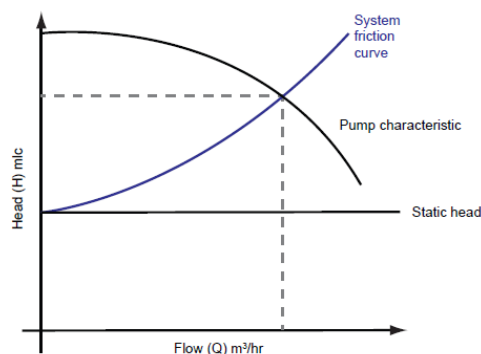
Das Entladen der Ladung durch Druckbeaufschlagung mit Hilfe einer landseitigen Gasrückföhrleitung oder eines Verdampfers oder Kompressors an Bord ist nur möglich, wenn das Schiff über Drucktanks verfügt. Hierbei handelt es sich um ein ineffektives und langsames Entladeverfahren, das nur für kleine Tankschiffe geeignet ist. Mit diesem System wird der Druck oberhalb der Flüssigkeit erhöht und die Flüssigkeit zum Terminal befördert.

32.7.2 Entladen mit Pumpen

Starten der Schiffsladepumpen

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, bis die Pumpenbelastung im Bereich der sicheren Bemessungsgrößen liegt.

Flüssigkeitspegel, Druck und Temperatur in den Ladetanks sollten während des gesamten Betriebs überwacht werden. Lös- und Ballastvorgänge sollten unter Berücksichtigung der Stabilität des Tankschiffs und der Schiffskörperbelastung sorgfältig kontrolliert werden.



System friction curve = Reibungskennlinie des Systems
Static head = Statische Druckhöhe
Head (H) mlc = Druckhöhe (H) mlc

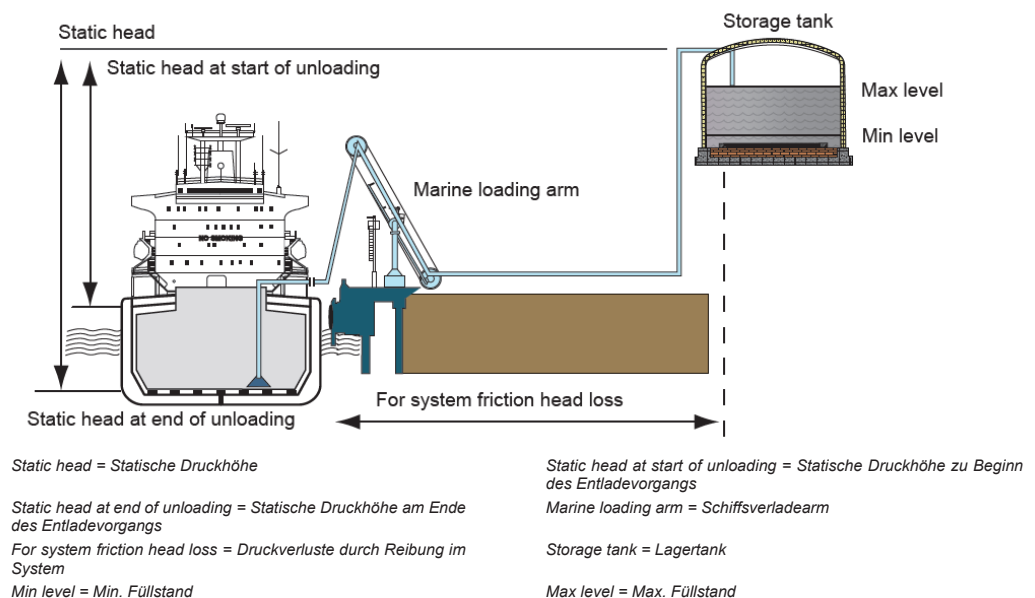
Pump characteristic = Pumpeneigenschaften
Flow (Q) m³/hr = Durchfluss (Q) m³/h

Abbildung 32.6: kombinierte Ladepumpenkennlinien von Tankschiff und Land - Einzelpumpe

Das Löschen der Ladung mit Kreiselpumpen, einzeln oder in Reihe geschaltet mit Boosterpumpen, ist das Verfahren, das die meisten Tankschiffe einsetzen, und ein effektives Löschen der Ladung setzt Kenntnisse über die Kreiselpumpenkennlinie (wie in Abschnitt 31.2 beschrieben) voraus. Abbildung 32.6 zeigt eine Ladepumpen-Q/H-Kennlinie (Strömung in Abhängigkeit von der Förderhöhe), die eine Rohrleitungswiderstandskurve (oder Systemkennlinie) überlagert. Die Grafik zeigt die Förderhöhe bzw. den Gegendruck in Meter Flüssigkeitssäule (mlc, metres liquid column) in dem Terminalrohrleitungsnetz in Abhängigkeit von der Durchflussgeschwindigkeit, gemessen in Kubikmeter pro Stunde (m³/h).

Durch Erhöhung der Durchflussgeschwindigkeit wird der Gegendruck erhöht. Das variiert ungefähr wie das Quadrat der Durchflussgeschwindigkeit, was der Systemkennlinie, wie dargestellt, die Form verleiht. Der Schnittpunkt der beiden Kennlinien stellt die Durchflussgeschwindigkeit und die Förderhöhe dar, bei der die Pumpe arbeitet.

Einige der vorgenannten Punkte werden weiter in Abbildung 32.7. dargestellt. Dieses Diagramm zeigt ein Gastankschiff, das längsseits eines Piers Ladung in einen Lagertank an Land entlädt, der eine etwas höhere Position als das Schiff hat. Durch die höhere Lage des Tanks wird das Konzept der statischen 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 sich die statische Druckhöhe 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 des Rohrleitungssystems abhängen.



Für das Entladen des Schiffs, bei angenommenen konstanten Drücken in den Schiffstanks und Lagertanks an Land, gilt:

- die statische Förderhöhe wird sich nicht signifikant ändern,
- die statische Saughöhe nimmt mit Entladen der Ladung ab (mehr Druckhöhe erforderlich, damit der Durchfluss abnimmt)
- die Reibungsverlusthöhe nimmt mit zunehmender Kapazität zu.

Abbildung 32.7: Darstellung der statischen Druckhöhe und der Reibungsverlusthöhe

Nun wird die Konstellation mit parallel geschalteten Pumpen betrachtet, was der Normalfall bei Entladevorgängen bei Gastankschiffen wäre. Abbildung 32.8 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 Systemkennlinien, die mit A, B und C bezeichnet sind, überlagert. Die Systemkennlinie 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 Systemkennlinie, 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 Systemkennlinie mit der Größe der gewählten Rohrleitung und mit Änderung der Rohrlängen von dem Pier bei Verwendung alternativer Terminaltanks variieren kann. Auf jeden Fall sollten Fragen wie diese während des Informationsaustauschs vor Ladungsumschlag (siehe Abschnitt 22.4) besprochen und es sollte die optimale Umschlagsrate vereinbart werden.

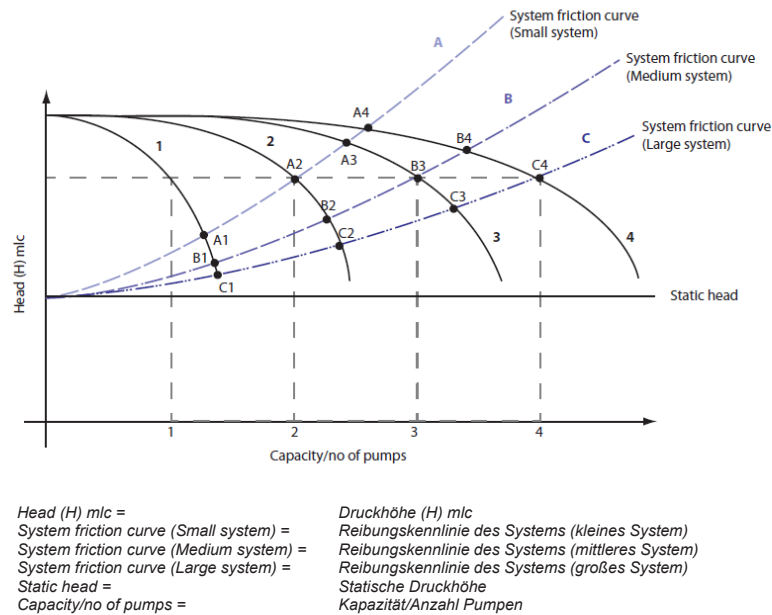


Abbildung 32.8: Kombinierte Ladepumpenkennlinien von Tankschiff und Land - parallel geschaltete Pumpen

Zur Klärung einiger dieser Punkte werden zwei der Systemkennlinien, die in Abbildung 32.8, dargestellt sind, im Folgenden etwas näher beleuchtet.

Wenn ein Tankschiff mit den in Abbildung 32.8 dargestellten Pumpenkennlinien (Nummern 1, 2, 3 und 4) an einem Terminal entlädt, an dem nur geringfügige Durchflussbeschränkungen bestehen, kann die Systemkennlinie an Land 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 an Land ist es daher wahrscheinlich, dass alle vier Pumpen (und vielleicht mehr) laufen können und einen guten Effekt erzielen.

Im Fall von Systemkennlinie A, bei der die Durchflussbeschränkungen hoch sind, ist zu erkennen, wie gering 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, wodurch sich die Entladegeschwindigkeit verringert. Wenn die Kompressoren an Land das zusätzliche Verdampfungsgas nicht komprimieren können, muss die Durchflussgeschwindigkeit am Terminal reduziert werden, um zu verhindern, dass sich die Sicherheitsventile an Land öffnen. Der Betrieb von unnötig vielen Pumpen kann 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 oder sechs Pumpen laufen zu lassen. Die Entladegeschwindigkeit sollte nicht durch Drosselventile an der Ladungssammelleitung des Tankschiffs reduziert werden, wenn an Land diese Entladegeschwindigkeit nicht akzeptiert werden 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.

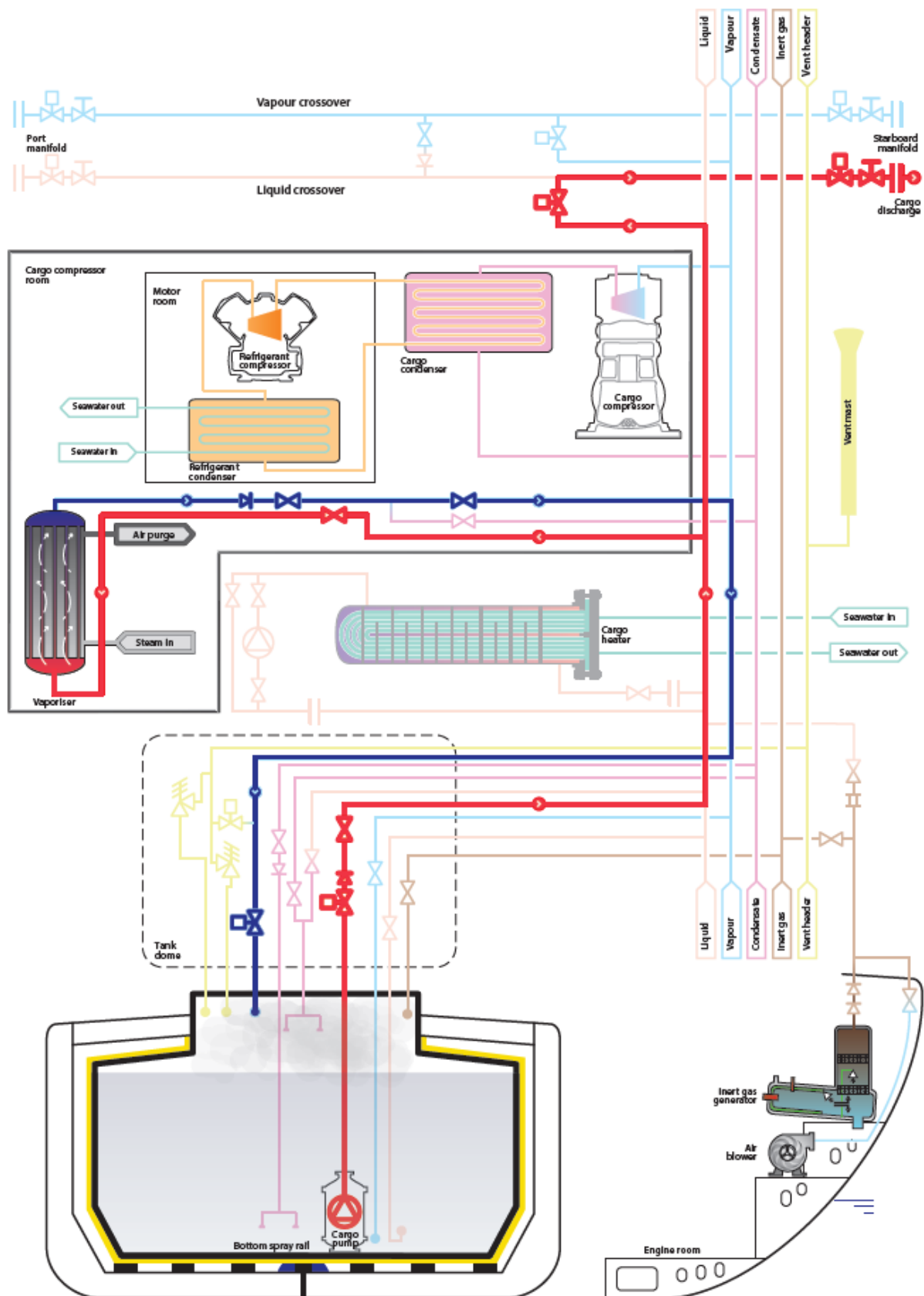


Abbildung 32.9: Entladen ohne Gasabfuhr

Port manifold = Sammelleitung Hafen
 Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf
 Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit
 Liquid = Flüssigkeit
 Vapour = Dampf
 Condensate = Kondensat
 Inert Gas = Inertgas
 Vent header = Entlüftungssammler
 Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord
 Cargo discharge = Löschen der Ladung
 Cargo compressor room = Ladungskompressorraum
 Motor room = Motorraum
 Seawater out = Seewasser, ausströmend
 Seawater in = Seewasser, einströmend
 Air purge = Entleeren mit Luft

Steam in = Dampf, einströmend
 Vaporiser = Verdampfer
 Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor
 Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator
 Cargo condenser = Ladungskondensator
 Cargo compressor = Ladungskompressor
 Cargo heater = Ladungsheizung
 Vent Mast = Tankventil
 Tank dome = Tankkuppel
 Bottom spray rail = Sprühschiene, unten
 Cargo pump = Ladepumpe
 Inert gas generator = Inertgasgenerator
 Air blower = Gebläse
 Engine room = Maschinenraum

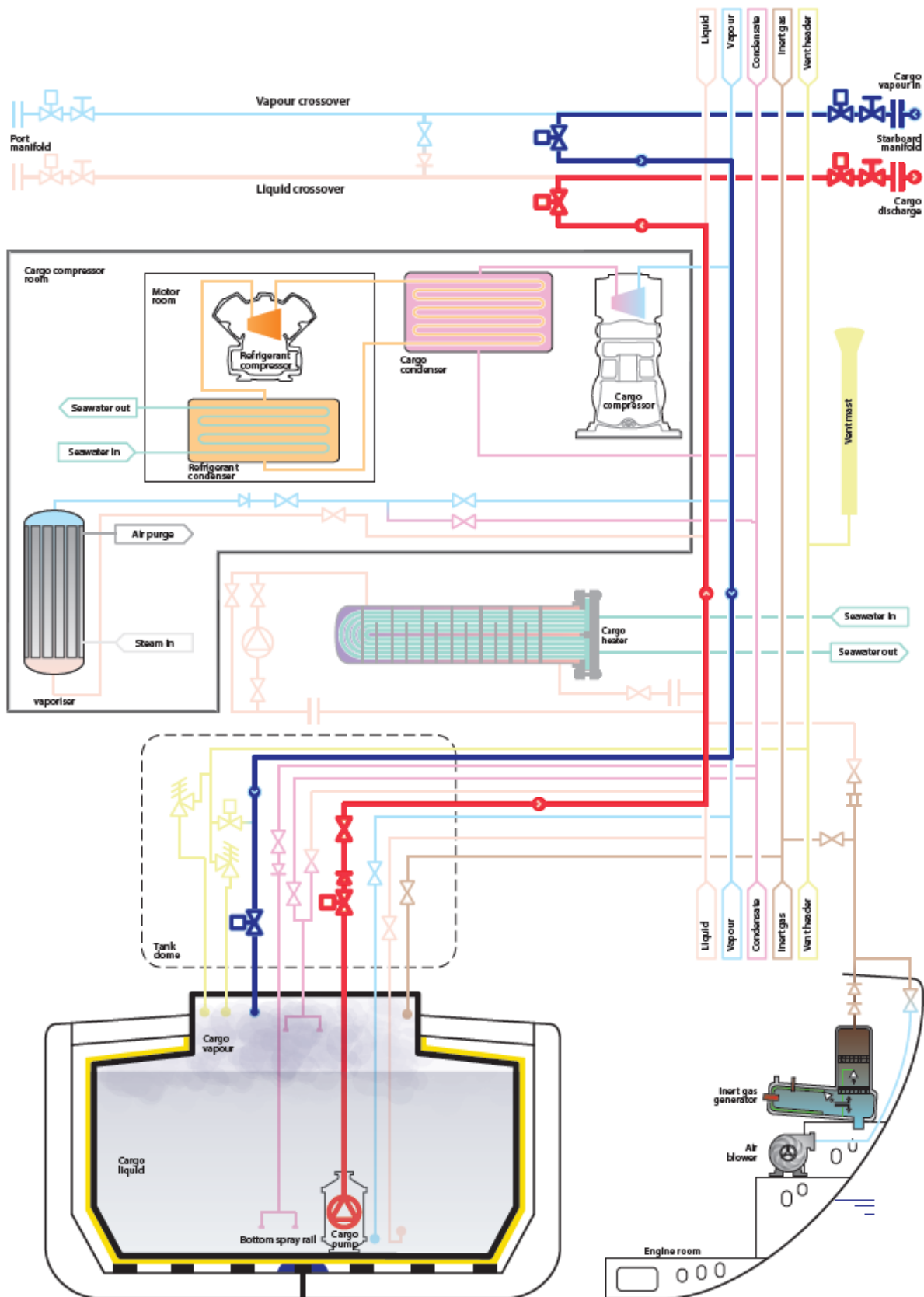


Abbildung 32.10: Entladen mit Gasabfuhr

Port manifold = Sammelleitung Hafen
 Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf
 Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit
 Liquid = Flüssigkeit
 Vapour = Dampf
 Condensate = Kondensat
 Inert Gas = Inertgas
 Vent header = Entlüftungssammler
 Cargo vapour in = Ladungsdampf, Einlass
 Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord
 Cargo discharge = Löschen der Ladung
 Cargo compressor room = Ladungskompressorraum
 Motor room = Motorraum
 Seawater out = Seewasser, ausströmend
 Seawater in = Seewasser, einströmend
 Air purge = Entleeren mit Luft

Steam in = Dampf, einströmend
 Vaporiser = Verdampfer
 Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor
 Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator
 Cargo condenser = Ladungskondensator
 Cargo compressor = Ladungskompressor
 Cargo heater = Ladungsheizung
 Vent Mast = Tankventil
 Tank dome = Tankkuppel
 Cargo vapour = Ladungsdampf
 Cargo liquid = Ladungsflüssigkeit
 Bottom spray rail = Sprühschiene, unten
 Cargo pump = Ladepumpe
 Inert gas generator = Inertgasgenerator
 Air blower = Gebläse
 Engine room = Maschinenraum

Wenn Flüssigkeit vom Tankschiff gepumpt wird, zeigen Tankdrücke eine fallende Tendenz. Infolge des durch die Tankisolierung verlaufenden Wärmestroms bildet sich kontinuierlich ein Boil-off, was zu Dämpfen im Tank führt. Das Boil-off ist meist nicht ausreichend, um Ladetankdrücke in angemessener Höhe aufrechtzuerhalten, aber letztendlich hängt das von der Entladegeschwindigkeit und von der Ladungs- und Umgebungstemperatur ab. Wenn die intern gebildeten Dämpfe nicht ausreichen, um die Flüssigkeitsablassgeschwindigkeit auszugleichen, muss dem Tank Dampf zugeführt werden, wenn der Entladungsvorgang bei konstanter Geschwindigkeit fortgesetzt werden soll.

32.7.3 Trockenlegen von Tanks und Rohrleitungen

Wie bereits in Abschnitt 31.2 erwähnt und in Abbildung 31.2 dargestellt, muss zur Vermeidung der Kavitation der Kreislumpumpe der Druck der Flüssigkeit am Pumpenansaugstutzen um einen Wert, der als Mindesthaltedruckhöhe bezeichnet wird, über dem Sättigungsdampfdruck liegen. Die erforderliche Mindesthaltedruckhöhe, die als gleichwertige Flüssigkeitssäule über dem Pumpenansaugstutzen ausgedrückt wird, kann von einem Meter (bei maximaler Förderleistung der Pumpe) 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 Tiefkühldrucktankern, das auch vorsichtig bei tiefgekühlten Ladungen angewandt werden kann, insbesondere wenn zur Vorbereitung auf das Gasfreimachen 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 sei daran erinnert, 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 Verladearmen abgelassen werden. Das kann mit Hilfe eines Kompressors vom Tankschiff zum Land erfolgen. Alternativ kann das auch vom Land zum Tankschiff erfolgen, indem die Flüssigkeit in der Regel mit Hilfe von Stickstoff, der von unten oder oben in den starren Ausleger 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

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,
- Güte der nächsten Ladung.

Wenn das Tankschiff 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 das Trockendock)

Von allen Vorgängen auf einem Gastankschiff nimmt die Vorbereitung eines Ladungswechsels die meiste Zeit in Anspruch. Wenn die nächste Ladung sich mit der vorherigen Ladung nicht verträgt, ist oftmals ein Gasfreimachen 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, Butadien und Propylenoxid geladen werden.

Wenn ein Tankschiff Beförderungsaufträge erhält, muss die Verträglichkeit mit der Folgeladung geprüft werden. (Ebenso ist es notwendig, die Verträglichkeit und die natürliche Fähigkeit des Tankschiffs zur Trennung zu prüfen, wenn mehr als eine Ladungsgüte befördert werden soll. In diesen Fällen gilt besondere Aufmerksamkeit der Rückverflüssigungsanlage des Tankschiffs.) Bei einem Wechsel der Ladungen kann es sich auch als notwendig erweisen, dass das Schmieröl in den Kompressoren für bestimmte Ladungen ausgewechselt werden muss - nähere Angaben hierzu sind in Abschnitt 32.6.1 und 31.6.1 enthalten.

Die Tabellen 27.2, 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.

Der gesamte Prozess, um einen gasfreien Zustand zu erreichen, wird im Folgenden dargestellt. Es hängt jedoch von der nächsten Ladungsgüte ab, ob alle aufgeführten Schritte notwendig sind:

1. die Flüssigkeit aus dem Tank ablassen,
2. den Tank mit heißen Ladungsdämpfen erwärmen (falls erforderlich),
3. den Tank inertisieren,
4. mit Luft belüften (nur wenn die Tanktemperatur und die Temperatur der Tankwände über der Umgebungstemperatur liegt).

Diese Verfahren werden vor Betreten des Tanks zu Inspektionszwecken durchgeführt oder wenn das Tankschiff für das Trockendock gasfrei gemacht wird.

32.9.1 Entfernen der Restflüssigkeit

In Abhängigkeit von der Konstruktion des Ladetanks kann die Restflüssigkeit durch Druckbeaufschlagung oder normales Nachlenzen entleert werden.

Als erstes muss die gesamte restliche Ladungsflüssigkeit aus den Tanks oder den anderen Teilen des Umschlagsystems entfernt werden. Die verstärkte Verdampfung in einer ungesättigten Atmosphäre bedeutet, dass die restliche Flüssigkeit zu stark gekühlt wird und eine Temperatur erreicht, die zu einem Spröbruch des Tanks führen könnte. Dies ist bei C4-Ladungen weniger der Fall, kann aber bei C3-Ladungen eine Rolle spielen.

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 Anlage des Tankschiffs oder von Land eingesetzt wird. Alternativ kann auch ein Gassing-up mit Dampf von der nächsten Ladung durchgeführt werden - aber von diesem Verfahren wird immer weniger Gebrauch gemacht (siehe Abschnitt 32.2.3 und 32.3 für nähere Einzelheiten zu diesem Verfahren).

Abscheiden von Flüssigkeit in Drucktanks

Tankschiffe mit Drucktanks sind oft mit einer Nachlenzleitung ausgerüstet (siehe Abbildung 31.1).

Durch Druckbeaufschlagung in den Ladetanks dieser Tankschiffe (mit Hilfe des Ladungskompressors oder von Stickstoff) 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 Probenentnahmeleitung am Boden geprüft wird (dies ist nur möglich, wenn noch genügend Druck in den Ladetanks vorhanden ist). Der Kompressordruck, der für die Entfernung der Restflüssigkeit benötigt wird, hängt von der relativen Dichte der Ladung und der Tanktiefe ab (siehe Abbildung 32.11).

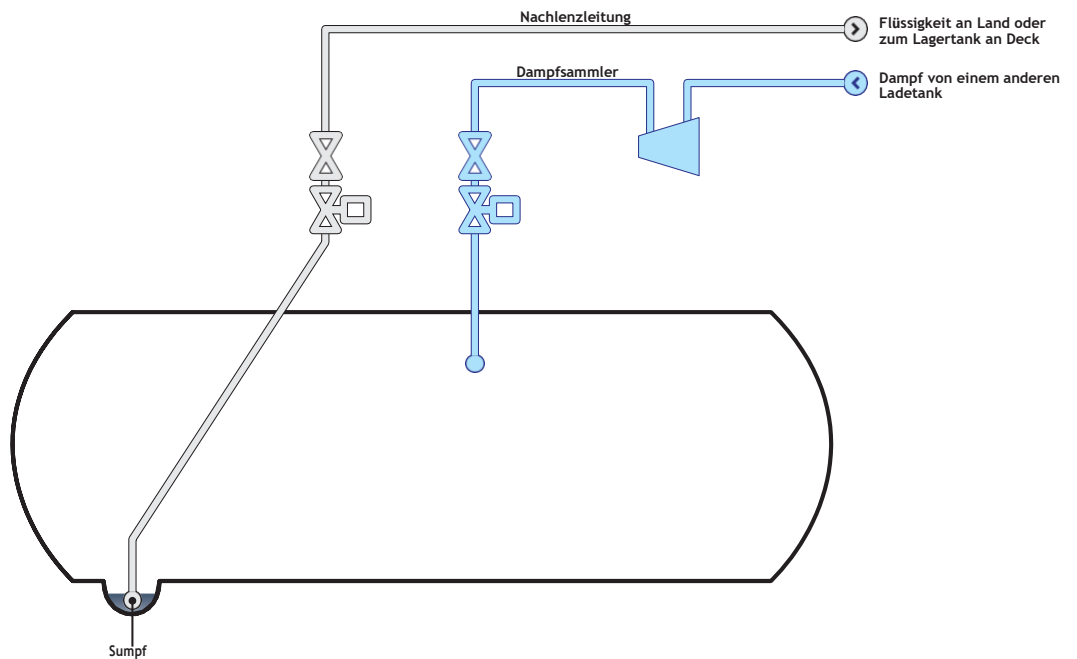


Abbildung 32.11: Entfernen der restlichen Ladungsflüssigkeit durch Druckbeaufschlagung

32.9.2 Inertisierung - nach dem Entladen

Das Entfernen von Ladungsdämpfen mit Inertgas (Stickstoff) dient der Reduzierung der Gaskonzentrationen auf ein Niveau, bei dem eine Belüftung stattfinden kann, ohne dass die Tankatmosphäre in den entzündbaren Grenzbereich kommt (siehe Abbildung 27.20). Das Niveau, auf das das Kohlenwasserstoffgas reduziert werden muss, variiert in Abhängigkeit von dem Produkt. Wenn auf diese Weise inertisiert wird, muss im Allgemeinen der Kohlenwasserstoffgehalt in der inerten Atmosphäre auf ca. 2 Vol.-% reduziert werden, bevor Luft eingeblasen werden darf.

In der Vergangenheit gehörte in einigen Fällen zum Wechseln der Ladungsgüte der Austausch der vorhandenen Dämpfe im Tank gegen die Dämpfe der nächsten umzuschlagenden Ladung. Das wird jedoch inzwischen nur noch selten gemacht. Wie in Tabelle 27.3(b) dargestellt, eignet sich dieses Verfahren nur, wenn die neue Güte sich mit der alten verträgt und wenn keine Luft in den Tank eingelassen werden soll.

Sobald die Flüssigkeit zufriedenstellend aus dem Umschlagsystem entfernt und dieses erwärmt wurde, kann die Inertisierung beginnen. Dazu gehört der Austausch der Dampfatmosphäre gegen Inertgas oder Stickstoff. Die Notwendigkeit des Inertisierens hängt von folgenden Faktoren ab:

- Betreten des Tanks zu Inspektionszwecken,
- letzte Ladung,
- nächste Ladung,
- Bedingungen des Chartervertrags,
- Anforderungen des Ladeterminals,
- Anforderungen des aufnehmenden Terminals,
- zulässige Ladungsbeimischung.

Wenn Tanks für die Inspektion des Tankinnern geöffnet werden müssen, ist immer eine Inertisierung erforderlich. Diese dient dazu, den Gehalt an entzündbaren 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 27.20) befindet, wie in der grafischen Darstellung für das jeweilige Produkt angegeben. Das Verfahren zum Inertisieren nach dem Löschen der Ladung ähnelt dem, das in Abschnitt 32.2.3 beschrieben wurde.

32.9.3 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 im Inertgaserzeuger. Die Belüftung erfolgt so lange, bis der Sauerstoffgehalt im ganzen Tank 20,9 % und der Kohlenwasserstoffgehalt 0 % der UEG beträgt. Um eine gleichmäßige Verteilung in der Tankatmosphäre zu gewährleisten, sollten vor Betreten des Tanks Kontrollen in verschiedenen Höhen und Positionen vorgenommen werden. Abbildung 32.12 zeigt einen Rohrleitungsaufbau zum Belüften von Tanks.

Es sei darauf hingewiesen, 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 ein langwieriger und kostspieliger Vorgang sein.

Die Belüftung einer Atmosphäre mit Kohlenwasserstoffgasen von weniger als 2 % kann als sicher angesehen werden. Aber man sollte sich immer an die örtliche Gesetzgebung halten. Die Be- und Entlüftung von Ladungsdämpfen wird durch immer mehr gesetzliche Bestimmungen begrenzt.

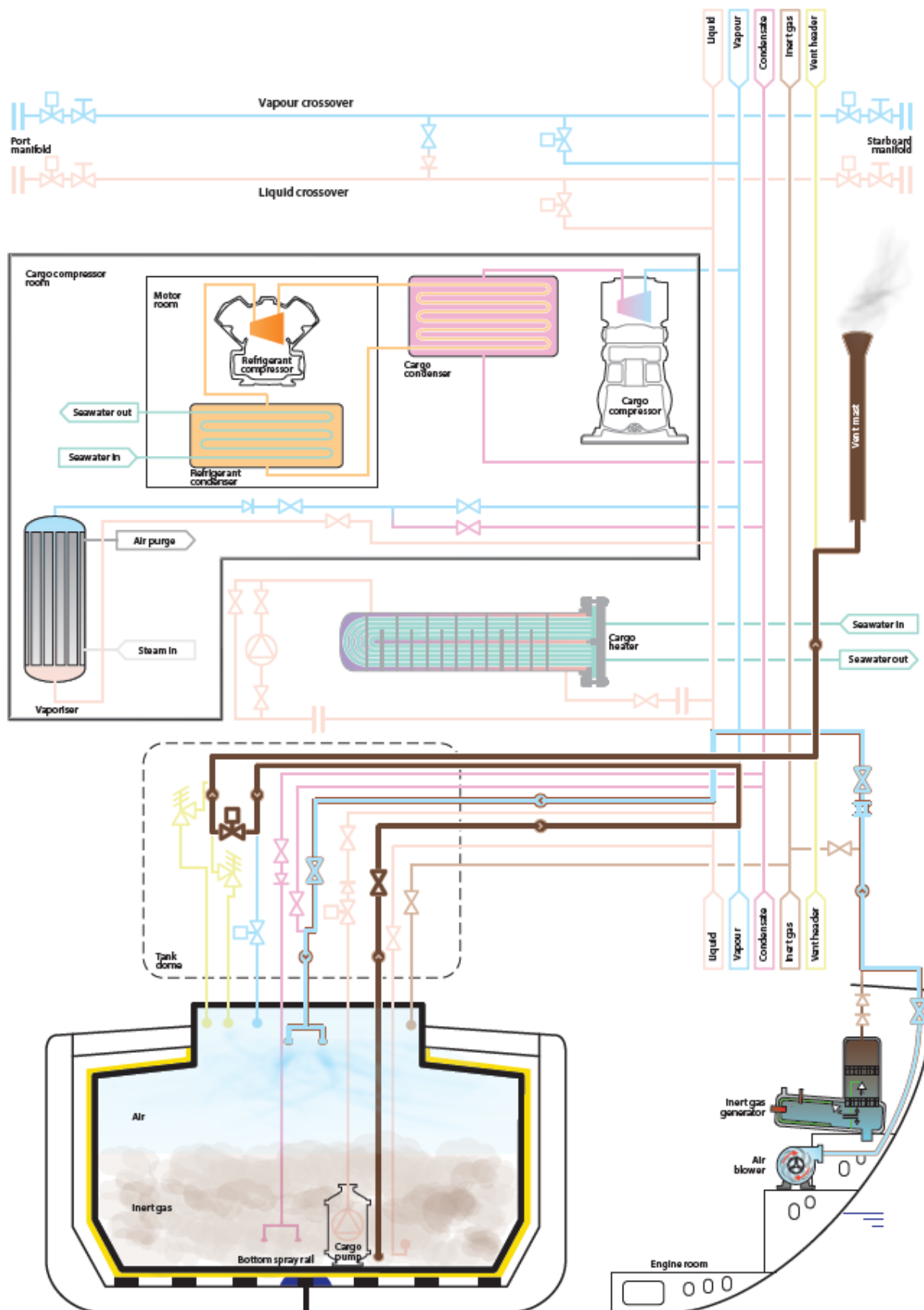


Abbildung 32.12: Belüftung von Ladetanks

Port manifold = Sammelleitung Hafen

Vapour crossover = Verbindungsstück Dampf

Liquid crossover = Verbindungsstück Flüssigkeit

Liquid = Flüssigkeit

Vapour = Dampf

Condensate = Kondensat

Inert Gas = Inertgas

Vent header = Entlüftungssammler

Starboard manifold = Sammelleitung, steuerbord

Cargo compressor room = Ladungskompressorraum

Motor room = Motorraum

Seawater out = Seewasser, ausströmend

Seawater in = Seewasser, einströmend

Air purge = Entleeren mit Luft

Steam in = Dampf, einströmend

Vaporiser = Verdampfer

Refrigerant compressor = Kältemittelkompressor

Refrigerant condenser = Kältemittel-Kondensator

Cargo condenser = Ladungskondensator

Cargo compressor = Ladungskompressor

Cargo heater = Ladungsheizung

Vent Mast = Tankventil

Tank dome = Tankkuppel

Air = Luft

Inert gas = Inertgas

Bottom spray rail = Sprühschiene, unten

Cargo pump = Ladepumpe

Inert gas generator = Inertgasgenerator

Air blower = Gebläse

Engine room = Maschinenraum

32.9.4 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 entfernt 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. Dies ist ein zeitaufwendiges Verfahren und wird im Folgenden näher beschrieben.

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. Wenn die Flüssigkeit nicht restlos entfernt wird, könnten gefährlich niedrige Temperaturen entstehen und Tankrisse 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 der Inertgaserzeuger nicht für Ammoniak eingesetzt werden.) Die fortgesetzte Nutzung von warmer, trockener Luft sollte die Kondensation von Wasserdampf verhindern und so das Eindringen von Ammoniak in poröse Tankoberflächen begrenzen. Die Belüftung der Tanks und des Ladungssystems bei höchstmöglichen Temperaturen ist von Vorteil, da dies die Freisetzung von Ammoniak aus rostigen Oberflächen fördert (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 sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Der Vorteil des Reinigens mit Wasser ist auf bestimmte Tanktypen beschränkt (z.B. ist dieses Verfahren auf großen Tiefkühltankern mit prismenförmigen Tanks nicht immer praktikabel).
- Wenn von Ammoniak auf LPG gewechselt wird, kann Wasser Ammoniak in Lösung enthalten und somit die nächsten Ladungen verunreinigen. Demzufolge werden Reinigungsvorgänge mit Wasser nur für Ladetanks empfohlen, die absolut sauber und rostfrei sind und ein Minimum an Innenelementen aufweisen, sodass eine vollständige und effektive Entleerung möglich ist.
- Alle Wasserspuren müssen am Ende des Reinigungsvorgangs 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 Reinigungsvorgangs mit Wasser genügend Luft oder Stickstoff zugeführt wird.

Nach dem Reinigen mit Wasser müssen alle Wasserreste entfernt werden, was mit Hilfe fest eingebauter oder tragbarer Pumpen erfolgen kann. Danach müssen die Tanks und Rohrleitungen gründlich getrocknet werden, bevor die weiteren Vorbereitungsarbeiten für den nächsten Ladevorgang 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 Transfer Schiff zu Schiff

In den letzten Jahren ist der Umschlag von Flüssiggasladungen von Tankschiff zu Tankschiff in vielen Regionen zur gängigen Praxis geworden. Ausführliche Empfehlungen für die sichere Durchführung derartiger Vorgänge sind in den (lokalen) Richtlinien für den Ladungsumschlag von Schiff zu Schiff (Flüssiggase) gegeben. Bevor Vorgänge dieser Art organisiert werden, wird empfohlen, diese Publikation zu studieren und die darin beschriebenen Verfahren anzunehmen. Viele Hafenbehörden verlangen eine Sondergenehmigung für den Transfer Schiff zu Schiff.

Es ist zu beachten, da beim Transfer Schiff zu Schiff im Fall von Seeschiffen die Ladung an Bord tiefgekühlt sein kann. Ein Schiff wird dann die Ladung über einen Wärmetauscher auf ca. 0°C erwärmen. Dafür bedarf es an Bord einer guten Temperaturkontrolle.

32.11 Fazit

Damit ist der Zyklus für Gastankschiffe 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 immer auch ein effizienter Betrieb. Wenn es Zweifel bezüglich der Sicherheit eines Vorgangs gibt, wird dem Schiffs- und Terminalpersonal empfohlen, sich weiteren Rat einzuholen.

33 Typen von Gastankschiffen

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die verschiedenen Typen von Gastankschiffen und Ladetanks. Es ist zu beachten, 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

Allgemein

Ein Merkmal, das fast einzigartig ist für Gastankschiffe, ist, dass die Ladung unter Überdruck gehalten wird. Alle Verbindungen und Anhänge müssen hermetisch verschlossen sein. Das bedeutet, dass der Ladetank nur Ladungsflüssigkeit und Ladungsdampf enthält und sich keine entzündbare Atmosphäre in dem Tank bilden kann. Alle Gastankschiffe nutzen ebenfalls geschlossene Umschlagsysteme beim Be- und Entladen, die kein Ablassen des Dampfes in die Atmosphäre zulassen.

Gastankschiffe müssen den einschlägigen Rechtsvorschriften oder nationalen Regularien sowie allen Sicherheits- und Umweltschutzanforderungen, die auch für andere Tankschiffe gelten, genügen. Die Sicherheitselemente, die durch die Anforderungen an die Schiffskonstruktion vorgegeben sind, haben wesentlich zur Sicherheit dieser Tankschiffe beigetragen.

Zu den technischen Voraussetzungen auf Gastankschiffen gehören Temperatur- und Drucküberwachungsgeräte, Gasspürgeräte 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 und sichersten Tankschiffe unserer Zeit machen.

Gastankschiffe für die Binnenschifffahrt

In Europa wird derzeit in der Binnenschifffahrt nur druckbeaufschlagtes verflüssigtes Gas befördert. Der häufigste maximale Betriebsdruck beträgt 15,8 bar. Die Drucktanks an Bord haben ein Fassungsvermögen von 380 bis 550 m³. Die Gastankschiffe befördern Propan, Butan und chemische Gase bei Umgebungstemperatur und sind daher mit einer Reihe von horizontalen Zylinderdrucktanks ausgestattet.

Der Transport von Flüssiggasen auf Wasserstraßen ist eine High-Tech Industrie mit einer großen Flotte von Tankschiffen, einem Netzwerk von Export- und Importterminals und viel Erfahrung der verschiedenen Menschen, die an den Prozessen beteiligt sind.

Hochsee-Gastankschiffe (zur Information)

Es gibt sehr unterschiedliche Hochsee-Gastankschiffe. Zu den Tanks gehören:

- Drucktanks mit ähnlichem Druck wie in der Binnenschifffahrt.
- Kühldrucktanks mit einem maximalen Druck von 5 bis 7 bar. Diese Schiffe sind in der Regel mit Tankmaterial ausgestattet, das bis -50°C geeignet ist. Sie verfügen über Kompressoren mit Kühlaggregaten, die Ladung, z.B. Propan oder Propylen, kühlen können. Durch die Kühlung des Produkts sinkt der Dampfdruck, und die Ladetanks können dadurch leichter werden. Diese Tankschiffe sind mit Zylinder-, Kugel- oder Doppeltanks ausgestattet, die Ladungen bei Temperaturen von bis zu -50°C befördern können. Kühltankschiffe können ihre Produkte an Terminals laden und löschen, die über Kühl- oder Drucktanks verfügen.
- Tanks für Tiefkühltankschiffe. Diese Tanks können einen Überdruck von bis zu 0,40 bis 0,5 bar aufweisen. Die Tanks sind fast quadratisch und können daher wenig Druck aushalten. Das hat den Vorteil, dass ein großes Volumen geladen werden kann. Diese Schiffe haben ein Tankvolumen von etwa 30.000 bis 100.000 m³.

Tiefkühltanker dienen zum Transport von Flüssiggasen bei niedrigen Temperaturen und atmosphärischem Druck zwischen den Terminals, die mit tiefgekühlten Lagertanks ausgestattet sind. 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.

Tankschiffe für verflüssigtes Erdgas

Verflüssigtes Erdgas wird mit seinem Siedepunkt von -162°C befördert. Die Behältersysteme für verflüssigtes Erdgas haben sich deutlich weiterentwickelt. Tankschiffe für verflüssigtes Erdgas sind mit unabhängigen Ladetanks oder mit Membrantanks ausgestattet.

Das Konzept des Membrantanksystems basiert auf einer sehr dünnen primären Barriere (0,7 bis 1,5 mm dick), die durch die Isolierung getragen wird. Das Membrantanksystem muss immer mit einer zweiten Barriere ausgestattet sein, um die Integrität des Gesamtsystems bei Leckage der primären Barriere zu gewährleisten. Die Besonderheit dieser Tankschiffe besteht darin, dass sie die Ladung und die Ladungsdämpfe (Boil-off) für ihren eigenen Antrieb nutzen.

33.2 Ladungsumschließungssysteme

Ein Ladungsumschließungssystem ist die Gesamtvorrichtung zur Lagerung der Ladung und schließt folgende Elemente, sofern vorhanden, ein:

- primäre Barriere (Ladetank),
- sekundäre Barriere (sofern vorhanden),
- dazugehörige Wärmeisolierung,
- Zwischenräume,
- angrenzende Strukturen, sofern erforderlich, zum Stützen dieser Elemente.

33.2.1 Unabhängige Tanks

Gastanks sind unabhängige Konstruktionen und vollständig selbsttragend. Sie sind nicht Teil des Schiffskörpers des Tankschiffs und tragen daher nicht zur Robustheit der Hülle eines Tankschiffs bei.

33.2.2 Membrantanks

Das Konzept des Membrantanks basiert auf einer dünneren primären Barriere, die durch die primäre Isolierung getragen wird. Diese Tanks sind nicht selbsttragend. Membrantanks dürfen nur mit einer zweiten Barriere verwendet werden. Diese zweite Barriere gewährleistet die Integrität des Gesamtsystems bei Leckage der primären Barriere.

33.2.3 Halbmembrantanks

Halbmembrantanks sind eine Variante des Membrantanksystems. Die primäre Barriere ist viel dicker als die des Membransystems und hat ebene Seiten und Ecken mit großen Radien. Der Tank ist selbsttragend, wenn er leer ist, allerdings nicht im gefüllten Zustand. Das System wurde jedoch für die Nutzung auf LPG-Tankschiffen angenommen, und es gibt einige von Japanern gebaute LPG-Tiefkühltankschiffe, die dieser Konstruktion entsprechen.

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. Dies 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 - 50 °C angegeben. Nähere Angaben zu den verschiedenen Stahlgüten können auch den Gas Codes und den Regularien der Klassifikationsgesellschaften entnommen werden.

Laut Gas Codes können Tankschiffe, die tiefgekühlte LPG-Ladungen befördern, mit Tanks ausgerüstet sein, die Temperaturen bis zu -50 °C aushalten. In der Regel legt der Schiffseigner die Endtemperatur in Abhängigkeit von den voraussichtlich zu befördernden Ladungen fest. Diese wird oft vom Siedepunkt von flüssigem Propylen bei atmosphärischem Druck bestimmt, sodass die Ladetanktemperaturgrenzen oft bei ca. -50 °C eingestellt werden. 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 bei -162 °C) konstruiert wird, müssen nickellegierte Stähle, Edelstähle (wie Invar) oder Aluminium für den Bau der Tanks verwendet werden.

33.3.2 Tankisolierung

Kühl-ladetanks müssen mit einer Wärmeisolierung versehen werden, um:

- den Wärmestrom in die Ladetanks zu minimieren und damit den Boil-off zu reduzieren,
- das Tankschiff in seiner Struktur um die Ladetanks herum vor den Auswirkungen der Tieftemperatur zu schützen.

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 oder -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. Das bedeutet, dass die Luftfeuchtigkeit in Laderäumen so niedrig wie möglich gehalten werden muss. Eine Methode zum Schutz der Isolierung ist die Verwendung einer Folienschicht, die wie eine Gassperre um das System herum wirkt.

Anhang 1: Sicherheitscheckliste Tankschiff/Land

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#	Teil A. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen				
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Tank-schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
	1	Es besteht ein sicherer Zugang zwischen Tankschiff und Land.			R	
L	1L	Die Befenderung wird als zufriedenstellend beurteilt. Die Fenderausrüstungen sind in Ordnung.				
B 3	2	Das Tankschiff ist unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen sicher festgemacht.			R	
B 11	3	Das vereinbarte Kommunikationssystem zwischen Schiff und Land ist betriebsbereit.			A R	
L	4	Das Notschleppgeschirr ist ordnungsgemäß ausgelegt und positioniert, sofern vom Terminal gefordert.			R	
B 14	5	Die Feuerlöschschläuche und Brandbekämpfungsausrüstung des Tankschiffs sind in Position gebracht und bereit zum sofortigen Einsatz.			R	
	6	Die Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals ist in Position und zum sofortigen Einsatz bereit.			R	
B 6.1	7	Die Ladeschläuche des Tankschiffs und/oder die Verladearme des Terminals bzw. Schläuche, Rohrleitungen und Sammelleitungen 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 Lade- und Löschleitungen 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 Flanschschrauben sind ordnungsgemäß angezogen.				
B 6.4	7.4	Die Verladearme sind frei in alle Richtungen beweglich und/oder die Schläuche haben ausreichend Spiel für problemloses Bewegen.				
B 14	7.5	Alle Ventile sind überprüft und in der richtigen Stellung.				
B 5	7.6	Der Umschlagsbereich der Ladung und die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend beleuchtet.				
	8	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.				
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 Auffangwannen sind in Position gebracht und leer.			R	
L	11	Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht.			R	
	12	Landseitig wird ständig sichergestellt, dass ausgetretenes Produkt aufgefangen wird und Sammelbehälter vorhanden sind.			R	
B 7	13	Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gasabfuhranschlüsse des Schiffs sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.				

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#	Teil A. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen				
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Tank- schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
	14	Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gasrückfuhranschlüsse des Terminals sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.				
B 18	15	Alle Sicht-, Peil- und Probenahmeöffnungen der Ladungs-, Ballast- und Bunkertanks wurden verschlossen oder, wenn erforderlich, mit Flammenrückschlagsicherungen in guten Zustand gesichert.				
B 9	16	Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind geschlossen und sichtbar gesichert, wenn nicht genutzt. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Lade- und Löschleitungen sind entfernt.				
B 14	17.1	Alle Außentüren, Öffnungen und Fenster von Wohnungen, Lagerräumen sowie Maschinenräumen sind geschlossen. Maschinenraumventilöffnungen können offen sein.			R	
B 14	17.2	Die Flüssiggasanlage ist am Hauptabsperrrventil abgesperrt.				
L	18	Die Notfall- und Brandschutzpläne des Tankschiffs sind vorhanden.				Standort:

		Ist das Tankschiff mit einer Inertgasanlage ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Punkte physisch überprüft werden:				
		Inertgasanlage				
L	19	Die Messausrüstungen für Druck und Sauerstoffgehalt der Inertgasanlage sind in gutem Betriebszustand.			R	
L	20	Alle Ladetankatmosphären stehen unter Überdruck mit einem Sauerstoffgehalt von 8 Vol.-% oder weniger.			P R	
L	20L	Alle inertisierten Tanks sind mit einem Warnhinweis markiert bzw. gekennzeichnet.				

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#	Teil BA. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung				
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Tank- schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
L	21	Das Tankschiff ist bereit, sich aus eigener Kraft zu bewegen. Ein Binnentankschiff ohne eigenen Antrieb sollte in der Lage sein, sich kurzfristig mit Hilfe eines bestimmten Schleppboots bewegen zu lassen.			P R	
B 10	22	Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf dem Tankschiff und an Land.			R	
L	22L	Auf dem Tankschiff und an Land wurde eine befähigte Person für den geplanten Ladungsumschlag bestimmt.				
L	23	An Bord und an Land 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 vereinbart worden.			A R	
B 15.2	24.2	Der auslasseitige Druck der Ladepumpe des Tankschiffs wird geregelt, um dem zulässigen Betriebsdruck der Ausrüstungen des Terminals Rechnung zu tragen.			A R	
	24.3	Der auslasseitige Druck der Ladepumpe an Land wird geregelt, um dem zulässigen Betriebsdruck der Ausrüstungen auf dem Tankschiff Rechnung zu tragen.			A R	
B 13	25	Die von Tankschiff und Landseite zu benutzenden Notsignal- und Notabschaltverfahren sind erklärt und verstanden worden.			A	
B 2	26	Sicherheitsdatenblätter (SDS) oder gleichwertige Unterlagen für den Ladungsumschlag sind, falls angefordert, ausgetauscht worden.			P R	
B1	26L	Das Tankschiff 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.				Schwefelwasserstoffgehalt: Benzolgehalt:
	28	Es wurde ein internationaler Feuerlösch-Landanschluss bereitgestellt, sofern dies gesetzlich gefordert ist.				
L	29	Das vereinbarte Tankentlüftungssystem wird benutzt.			A R	Methode:
	30.1	Die Anforderungen für geschlossenen Betrieb sind vereinbart worden.			R	
B 12.1	30.2	Der Gasabfuhranschluss des Tankschiffs ist, falls erforderlich, über eine Gasabfuhrleitung über den Gasrückfuhranschluss an Land verbunden.			R	
B 12.3	30.3	Wenn ein Explosionsschutz gefordert ist, ist die Gasabfuhrleitung mit einer Flammenrückschlagsicherung und/oder mit einer Detonationssicherung ausgerüstet.			R	
B 12.2	31	Der Betrieb der Überdruck- und Unterdruckventile wurde geprüft. Das liefernde Tankschiff bzw. die Landseite garantiert, dass die Pumpleistung nicht den maximal vereinbarten Betriebsdruck überschreitet. Vereinbarte max. Pumpleistung: m³/h Vereinbarter max. Druck: (kPa)			R	

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#	Teil BA. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung				
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Tank- schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
L	32	Wenn eine Gasabfuhrleitung angeschlossen ist, wurden die Betriebsparameter vereinbart.			A R	
B16+17	33	Unabhängige Füllstandsalarme und/oder Notabschalter, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet.			A R	
L	34	Ausreichende elektrische Isolierung ist an den Tankschiff-/Land-Ladungs- und gegebenenfalls den Anschlüssen der Gasabfuhrleitungen vorhanden. Die Isolierungen sind entweder an Bord oder an Land installiert:(bitte angeben, wo).			A R	
	35	Gasrückführleitungen sind mit einem Rückschlagventil ausgestattet oder es wurden Verfahren besprochen, um einen Rückfluss zu vermeiden.			P R	
B 14	36	Vorschriften für das Rauchen wurden vereinbart und werden eingehalten.			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	Handlampen (tragbare Leuchten) sind von einem genehmigten Typ.				
L	40	Fest eingebaute UKW-/UHF-Sende- /Empfangsgeräte und AIS Geräte 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 des Tankschiffs sind geerdet, und die Radargeräte sind abgeschaltet.				
B 14	43	Elektrokabel zu tragbaren elektrischen Geräten innerhalb des gefährdeten Bereichs sind vom Netz getrennt.				
L	44	Fenster-Klimaanlagen sind vom Netz getrennt, wenn zutreffend.				
L	45	In den Wohnungen 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 im Notfall.				
L	48	Wetterbedingungen, maximale Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind vereinbart worden. Stoppen des Ladungsumschlags bei: Abkoppeln bei: Verlassen des Liegeplatzes bei:			A	
L	49	Sicherheitsprotokolle wurden zwischen dem Sicherheitsbeauftragten des Schiffs und dem Sicherheitsbeauftragten der Hafenanlage vereinbart, falls zutreffend.			A	

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#	Teil BA. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung				
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Tank-schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
L	50	Falls zutreffend wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff von Land entweder für das Inertisieren oder Spülen von Ladetanks oder für die Leitungsreinigung zum Tankschiff vereinbart.			A P	

		Ist das Tankschiff mit einer Inertgasanlage ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Aussagen überprüft werden:				
		Inertgasanlage				
L	51	Inertgasanlage ist voll funktionstüchtig und in gutem Betriebszustand.			P	
L	52	Decksverschlüsse oder Ähnliches befinden sich in gutem Betriebszustand			R	
L	53	Die Flüssigkeitsstände in den Druck- /Vakuumunterbrechern sind korrekt, falls zutreffend.			R	
L	54	Die fest eingebauten und die tragbaren Sauerstoffmessgeräte 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 die Ladevorgänge zuständigen Mitarbeiter sind sich bewusst, dass bei Ausfall des Inertgaserzeugers der Löschbetrieb einzustellen und das Terminal zu benachrichtigen ist.				

		Wenn das Tankschiff mit einem Rohölspülsystem ausgerüstet ist und beabsichtigt wird, eine Rohölspülung vorzunehmen, sind folgende Aussagen abzuklären:				
		Rohölspülsystem				
L	57	Nicht zutreffend				
L	58	Nicht zutreffend				

		Wenn beabsichtigt ist, eine Tankreinigung des Tankschiffs am Liegeplatz vorzunehmen, sind folgende Aussagen abzuklären:				
		Tankreinigung				
L	59	Während des Aufenthaltes des Tankschiffs am Liegeplatz sind Tankreinigungsaktivitäten geplant.	Ja/Nein*	Ja/Nein*		
L	60	Im Falle von ‚ja‘ sind die Verfahren und Genehmigungen für die Tankreinigung vereinbart worden.				
L	61	Es wurde die Genehmigung für ein Gasfreimachen von der zuständigen Behörde erteilt.	Ja/Nein*	Ja/Nein*		

* Gegebenenfalls löschen

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#	Teil C. Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung				
		Flüssige Chemikalien als Massengut	Tank- schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
L	1	Sicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen sind vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.				
L	2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben.			P	
L	3	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (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 Ladungsumschlagsrate ist kompatibel mit der automatischen Abschaltvorrichtung, falls eine benutzt wird.			A	
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 und Dichtungen bestehen aus einem geeigneten Material und sind resistent gegenüber der Einwirkung der umgeschlagenen Produkte.				
L	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 Inertisieren oder Spülen von Ladetanks oder für die Leitungsreinigung zum Tankschiff vereinbart.			A P	
L	12	Falls erforderlich steht ein Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks zur sofortigen Benutzung bereit.				

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#	Teil D. Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung				
		Flüssiggas als Massengut	Tank- schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
L	1	Es sind Sicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.				
L	2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben.			P	
L	3	Das Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks steht zur sofortigen Benutzung bereit.				
L	4	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für die umgeschlagenen Produkte geeignet sind.				
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 Ladepumpen und Kompressoren sind in gutem Zustand, und die maximalen Betriebsdrücke wurden zwischen Tankschiff und Land vereinbart.			A	
L	8	Die Rückverflüssigungs- oder Verdampfungskontrolltechnik (Boil-off) 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 Notabschaltvorrichtungen wurden getestet und funktionieren ordnungsgemäß.				
L	12	Tankschiff und Land haben sich gegenseitig über die Schließgeschwindigkeit der Notabschaltventile, Automatikventile bzw. ähnlicher Vorrichtungen informiert.			A	Schiff Land:
L	13	Zwischen Tankschiff und Land 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 ist ordnungsgemäß belüftet, der Elektromotorenraum steht ordnungsgemäß unter Druck und das Alarmsystem funktioniert.				
L	16	Die Sicherheitsventile der Ladetanks sind korrekt eingestellt, und die tatsächlichen Einstellwerte der Sicherheitsventile werden deutlich und sichtbar angezeigt (Einstellungen unten eintragen).				
L	17	Die Betriebsparameter (Öffnungsdruck) der Druckventile (maximal zulässiger Einstelldruck der Sicherheitsventile) des Tankschiffs wurden berücksichtigt und vereinbart.				

Regionale europäische Rechtsvorschriften	Frage#+	Teil D. Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung				
		Flüssiggas als Massengut	Tank-schiff	Terminal	Code	Bemerkungen
B 19	18	Bei der Beförderung von tiefgekühlten Flüssiggasen ist die Haltedauer ermittelt worden und bekannt und wird dokumentiert.			A	Nur wenn das Schiff beladen werden soll.
L	19	Die (Hafen-)Behörden wurden, falls erforderlich, vor dem Ladungsumschlag informiert.			P	

	Bemerkungen
	Einstellungen der Sicherheitsventile der Ladetanks:

Betriebliche Absprachen

Binnentankschiff: Land:

Datum Uhrzeit: Standort:

Die folgenden Ladungs- bzw. Ballastvorgänge werden am vorstehend genannten Ort ausgeführt:

Produkt	Menge (m ³)	Ist-Temperatur (°C)	Startzeit	Fertigstellungszeit	Stopp durch:		Binnentankschiff						Land				
					Binnentankschiff 1	Land Tankschiff 2	Tank	Tankkapazität	Sammelleitungs-anschluss	Maximale Lade-/Entladegeschwindigkeit	Maximaler Druck	Laden*/Entladen*	Tank	Tankkapazität	Leitung	Maximale Geschwindigkeit	Maximaler Druck

* Nichtzutreffendes streichen

Schiffsbeauftragter Binnentankschiff:

Verantwortlicher Terminalbetreiber:

.....

.....

Sollte sich nach unserer Kenntnis der Status einer Position ändern, werden wir die andere Partei unverzüglich informieren.

Für das Binnentankschiff	Für die Landseite
Name:	Name:
Rang:	Position bzw. Titel:
Unterschrift:	Unterschrift:
Datum:	Datum:
Uhrzeit:	Uhrzeit:

Datum:								
Uhrzeit:								
Kürzel für Tankschiff:								
Kürzel für Landseite:								

Anhang 2: Sicherheitscheckliste See*-Binnentankschiff* / Binnentankschiff

Name des See*- /Binnen* - Tankschiffs 1:

Ankunftsdatum: Ankunftszeit:

Name des Binnentankschiffs 2:

Ankunftsdatum: Ankunftszeit:

Ort:

Hafen:

* Nichtzutreffendes streichen

Regionale Rechtsvor- schriften		Teil A. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen					
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code	Bemerkungen
	1	Es besteht ein sicherer Zugang zwischen dem (See-) Tankschiff und dem Binnentankschiff.				R	
L	1L	Die Befenderung wird als zufriedenstellend beurteilt. Die Fenderausrüstungen sind in Ordnung.				R	
B 3	2	Das Tankschiff 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 Tankschiffs sind in Position gebracht und bereit zum sofortigen Einsatz.				R	
B 6.1	7	Die Ladeschläuche des Tankschiffs, Rohrleitungen und Sammelleitungen 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 Ladeleitungen 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 Flanschschrauben sind ordnungsgemäß angezogen.					
B 6.4	7.4	Die Schläuche haben ausreichend Spiel für problemloses Bewegen.					
B 14	7.5	Alle Ventile sind überprüft und in der richtigen Stellung.					
B 5	7.6	Der Umschlagsbereich der Ladung und die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend beleuchtet.					
	8	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					
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 Auffangwannen 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- und Gasabfuhranschlüsse des Tankschiffs sind ordnungsgemäß gesichert.					
	14	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					

Regionale Rechtsvor- schriften		Teil A. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen					
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code	Bemerkungen
B 18	15	Falls erforderlich wurden alle Sicht-, Peil- und Probenahmeöffnungen der Ladungs-, Ballast- und Bunkertanks verschlossen oder mit Flammenrückschlagsicherungen in gutem Zustand gesichert.					
B 9	16	Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind geschlossen und sichtbar gesichert, wenn nicht genutzt. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Ladeleitungen sind entfernt.					
B 14	17.1	Alle Außentüren, Öffnungen und Fenster von Wohnungen, Lagerräumen sowie Maschinenräumen sind geschlossen. Maschinenraumentlüftungsöffnungen können offen sein.				R	
B 14	17.2	Die Flüssiggasanlage ist am Hauptabsperrventil abgesperrt.					
L	18	Die Notfall- und Brandschutzpläne des Schiffs sind vorhanden.					Standorte:

		Ist das Tankschiff mit einer Inertgasanlage ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Punkte physisch überprüft werden:					
		Inertgasanlage					
L	19	Die Aufzeichnungsgeräte der Messausrüstungen für Druck und Sauerstoffgehalt der Inertgasanlage sind in gutem Betriebszustand.				R	
L	20	Alle Ladetankatmosphären stehen unter Überdruck mit einem Sauerstoffgehalt von 8 Vol.-% oder weniger.				P R	
L	20L	Alle inertisierten Tanks sind mit einem Warnhinweis markiert bzw. gekennzeichnet.					

Regionale Rechtsvor- schriften		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung					
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code	Bemerkungen
L	21	Die Tankschiffe sind bereit, sich aus eigener Kraft zu bewegen. Ein Binnentankschiff ohne eigenen Antrieb sollte in der Lage sein, sich kurzfristig mit Hilfe eines bestimmten Schleppboots bewegen zu lassen.				P R	
B 10	22	Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf beiden Tankschiffen.				R	
L	22L	Auf jedem Tankschiff wurde eine befähigte Person für den geplanten Ladungsumschlag bestimmt.					
L	23	An Bord beider Tankschiffe 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 vereinbart worden.				A R	
B 15.2	24.2	Der auslassseitige Druck der Ladepumpe des anderen Tankschiffs wird geregelt, um dem zulässigen Betriebsdruck der Ausrüstungen an Bord des Tankschiffs Rechnung zu tragen.				A R	
B 13	25	Die von beiden Tankschiffen zu benutzenden Notsignal- und Notabschaltverfahren sind erklärt und verstanden worden.				A	
B 2	26	Materialsicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen für die Ladungsübergabe sind, falls angefordert, ausgetauscht worden.				P + R	
B1	26L	Das Tankschiff 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 wurde ein internationaler Feuerlösch-Landanschluss bereitgestellt.					
L	29	Das vereinbarte Tankentlüftungssystem wird benutzt.				A R	Methode:
	30.1	Die Anforderungen für geschlossenen Betrieb sind vereinbart worden.				R	
B 12.1	30.2	Der Gasabfuhranschluss des Tankschiffs ist, falls erforderlich, über eine Gasabfuhrleitung mit dem Gasabfuhranschluss des anderen Tankschiffs verbunden.				R	
B 12.3	30.3	Wenn ein Explosionsschutz gefordert ist, ist die Gasabfuhrleitung mit einer Flammenrückschlagsicherung und/oder mit einer Detonationssicherung ausgerüstet.				R	
B 12.2	31	Der Betrieb der Überdruck-/ Unterdruckventile wurde geprüft. Das liefernde Tankschiff bzw. die Landseite garantiert, dass die Pumpleistung nicht den maximal vereinbarten Betriebsdruck überschreitet.				R	Vereinbarte max. Pumpleistung: (m ³ /h) Vereinbarter max. Druck: (kPa)
L	32	Wenn eine Gasabfuhrleitung angeschlossen ist, wurden die Betriebsparameter vereinbart.				A R	

Regionale Rechtsvor- schriften		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung					
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code	Bemerkungen
B 16+17	33	Unabhängige Füllstandsalarme und/oder Notabschalter, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet.				A R	
L	34	Ausreichende elektrische Isolierung ist an den Tankschiff/Tankschiff Ladungsanschlüssen und (gegebenenfalls) den Anschlüssen der Gasabfuhrleitungen vorhanden. Die Isolierung ist nur an Bord der (Name des Tankschiffs) installiert.				A R	
	35	Diese Zeile wurde absichtlich freigelassen.					
B 14	36	Vorschriften für das Rauchen wurden vereinbart und werden eingehalten.				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	Handlampen (tragbare Leuchten) sind von einem genehmigten Typ.					
L	40	Fest eingebaute UKW-/UHF-Sende- /Empfangsgeräte und AIS Geräte 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 des Tankschiffs 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 Wohnungen 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.					
L	48	Wetterbedingungen, maximale Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind vereinbart worden. Stoppen des Ladungsumschlags bei: Abkoppeln bei: Verlassen des Liegeplatzes bei:				A	
L	49	Sicherheitsprotokolle wurden zwischen den Sicherheitsbeauftragten bzw. -offizieren der Tankschiffe vereinbart, falls zutreffend.				A	

Regionale Rechtsvor- schriften		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung				
		Flüssiges Massengut - Allgemein	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code
L	49L	Sicherheitsprotokolle wurden für die Besatzung des einen Tankschiffs für das Betreten des anderen Tankschiffs vereinbart. Das Sicherheitsprotokoll für das Betreten des Tankschiffs befindet sich:.....				
L	50	Falls zutreffend, wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff, entweder für das Inertisieren oder Spülen von Ladetanks oder für die Leitungsreinigung des Tankschiffs vereinbart.				A P

		Ist das Schiff mit einer Inertgasanlage ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Aussagen überprüft werden:				
		Inertgasanlage				
L	51	Die Inertgasanlage ist, sofern zutreffend, voll funktionstüchtig und in gutem Betriebszustand.				P
L	52	Decksverschlüsse oder gleichwertige Verschlüsse befinden sich in gutem Betriebszustand, sofern zutreffend.				R
L	53	Die Flüssigkeitsstände in den Druck- /Vakuumunterbrechern sind korrekt, falls zutreffend.				R
L	54	Die fest eingebauten und die tragbaren Sauerstoffmessgeräte sind geeicht worden und funktionieren ordnungsgemäß.				R
L	55	Alle einzelnen Ventile der Inertgasanlage der Tanks (falls montiert) sind ordnungsgemäß eingestellt und verschlossen.				R
L	56	Alle für die Ladevorgänge zuständigen Mitarbeiter sind sich bewusst, dass bei Ausfall des Inertgaserzeugers der Löschbetrieb einzustellen und das Terminal zu benachrichtigen ist.				

		Wenn das Schiff mit einem Rohölspülsystem ausgerüstet ist und beabsichtigt ist, eine Rohölspülung vorzunehmen, sind folgende Aussagen abzuklären:				
		Rohölspülsystem				
L	57	Nicht zutreffend				
L	58	Nicht zutreffend				

		Wenn beabsichtigt ist, eine Tankreinigung des Tankschiffs am Liegeplatz vorzunehmen, sind folgende Aussagen abzuklären:				
		Tankreinigung				
L	59	Während des Aufenthaltes des Tankschiffs längsseits des anderen Tankschiffs sind Tankreinigungsaktivitäten geplant.	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 ein Gasfreimachen von der zuständigen Behörde erteilt.	Ja/Nein*	Ja/Nein*	Ja/Nein*	

*Nichtzutreffendes streichen.

Regionale Rechtsvor- schriften	Teil C. Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung						
		Flüssige Chemikalien als Massengut	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code	Bemerkungen
L	1	Es sind Material Sicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.					
L	2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben.				P	
L	3	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für das umgeschlagene Produkt geeignet sind, falls zutreffend.					
L	4	Es wurden Gegenmaßnahmen gegen versehentlichen persönlichen Kontakt mit der Ladung vereinbart.					
L	5	Die Ladungsumschlagsrate ist kompatibel mit der automatischen Abschaltvorrichtung, falls eine benutzt wird.				A	
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 und Dichtungen bestehen aus einem geeigneten Material und sind 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 erforderlich steht ein Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks zur sofortigen Benutzung bereit.					

Regionale Rechtsvor- schriften		Teil D. Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung					
		Flüssiggas als Massengut	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code	Bemerkungen
L	1	Es sind Material Sicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern.					
L	2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben.				P	
L	3	Das Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks steht zur sofortigen Benutzung bereit.					
L	4	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für die umgeschlagenen Produkte geeignet sind, falls zutreffend.					
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 Ladepumpen und Kompressoren sind in gutem Zustand, und die maximalen Betriebsdrücke wurden zwischen beiden Tankschiffen vereinbart.				A	
L	8	Die Rückverflüssigungs- oder Verdampfungskontrolltechnik (Boil-off) ist in gutem Zustand, falls zutreffend.					
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 Notabschaltvorrichtungen wurden getestet und funktionieren ordnungsgemäß.					
L	12	Beide Tankschiffe haben sich gegenseitig über die Schließgeschwindigkeit der Notabschaltventile, Automatikventile bzw. ähnlicher Vorrichtungen informiert.				A	Tankschiff 1: Tankschiff 2:
L	13	Zwischen den Tankschiffen 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 ist ordnungsgemäß belüftet, der Elektromotorenraum steht ordnungsgemäß unter Druck und das Alarmsystem funktioniert, falls zutreffend.					
L	16	Die Sicherheitsventile der Ladetanks sind korrekt eingestellt, und die tatsächlichen Einstellwerte der Sicherheitsventile werden deutlich und sichtbar angezeigt (Einstellungen unten eintragen).					

Regionale Rechtsvor- schriften		Teil D. Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung					
		Flüssiggas als Massengut	Seetank- schiffe	Binnen- tankschiff 1	Binnen- tankschiff 2	Code	Bemerkungen
L	17	Die Betriebsparameter (Öffnungsdruck) der Druckventile (maximal zulässiger Einstelldruck der Sicherheitsventile) beider Tankschiffe wurden berücksichtigt und vereinbart.					
B 19	20a	Bei der Beförderung von tiefgekühlten Flüssiggasen ist die Haltedauer ermittelt worden und bekannt und wird dokumentiert.				A	Nur für das zu beladende Schiff.
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 beiden Tankschiffen an Bord.				P	Name des externen Koordinators: Unternehmen

	Bemerkungen
	Einstellungen Überdruckventile:

Betriebliche Absprachen

See* - /Binnen* - Tankschiff 1: Binnentankschiff 2:

Datum Uhrzeit: Ort:

Die folgenden Ladungs- bzw. Ballastoperationen werden am vorstehend genannten Ort ausgeführt:

Produkt	Menge (m³)	Ist-Temperatur (°C)	Uhrzeit Beginn	Uhrzeit Abschluss	Stopp durch:		See* - /Binnen* - Tankschiff 1						Binnentankschiff 2				
					See* - /Binnen* - Tankschiff 1	Binnentankschiff 2	Tank	Tankkapazität	Sammelleitungsanschluss	Maximale Lade- /Entladegeschwindigkeit	Maximaler Druck	Laden*/Entladen*	Tank	Tankkapazität	Leitung	Maximale Geschwindigkeit	Maximaler Druck

* Nichtzutreffendes streichen

Schiffsbeauftragter See* - /Binnen* - Tankschiffs 1:

.....

Schiffsbeauftragter Binnentankschiff 2:

.....

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.

Für das See*- /Binnen* - Tankschiff 1	Für das Binnentankschiff 2
Name:	Name:
Rang:	Rang:
Unterschrift:	Unterschrift:
Datum:	Datum:
Uhrzeit:	Uhrzeit:

Nachweis der wiederholten Überprüfungen:

Datum:								
Uhrzeit:								
Kürzel für das See*- /Binnen* - Tankschiff 1:								
Kürzel für das Binnentankschiff 2:								

* Nichtzutreffendes streichen

Anhang 3: 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-Nummer	Gefährliche Komponenten	Klasse	Gesetzlicher Abfall-code	Bemerkungen
Bilgenwasser						
Altöl Maschinenraum						
Waschwasser/Slops						
Verschmutzter Ballast						
Sonstigem						

	Betriebliche Absprachen					
Flüssigabfälle:	Tank Nr. Tankschiff	Tank Nr. Terminal	Verfügbare Tankkapazität (m ³)	Max. Pump-leistung in m ³ /h	Max. Druck (kPa)	Bemerkungen
Bilgenwasser						
Altöl Maschinenraum						
Waschwasser/Slops						
Verschmutzter Ballast						
Sonstiges						

In Verbindung mit entweder Anhang 1 Sicherheitscheckliste Schiff/Land oder Anhang 2 Sicherheitscheckliste See-Binnentankschiff / Binnentankschiff zu verwenden

Anhang 4: Checkliste für die Entsorgung ungefährlicher Stoffe

Name des Seeschiffs:

Name des Tankschiffs:

Name des Empfängerterminals:

Hafen: Liegeplatz:

Datum der Entsorgung: Ankunftszeit des Tankschiffs:

Entsorgung:	Menge (m ³)	Spezifikation	Gesetzlicher Code	Bemerkungen
Bilgenwasser				
Altöl Maschinenraum				
Waschwasser/Slops				
Verschmutzter Ballast				
Sonstiges				

	Betriebliche Absprachen					
Flüssigabfälle:	Tank Nr. Tank-schiff	Tank Nr. Terminal	Verfügbare Tankkapazität (m ³)	Max. Pump-leistung in m ³ /h	Max. Druck (kPa)	Bemerkungen
Bilgenwasser						
Altöl Maschinenraum						
Waschwasser/Slops						
Verschmutzter Ballast						
Sonstiges						

ISGINTT Nr.		Tankschiff	Empfangendes Tankschiff	Terminal	Code	Bemerkungen
1	Es besteht ein sicherer Zugang zwischen beiden Tankschiffen / Land.				R	
1L	Die Befederung wird als zufriedenstellend beurteilt. Die Fenderausrüstungen sind in Ordnung.				R	
2	Das Tankschiff ist unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen sicher festgemacht.				R	
3	Das vereinbarte Kommunikationssystem zwischen den Schiffen und der Landseite 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 Auffangwannen sind in Position gebracht und leer.				R	
11	Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht.				R	
13	Die nicht genutzten Lade- und Bunkeranschlüsse des Tankschiffs sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.					
14	Die nicht genutzten Lade- und Bunker-/ Gasrückfuhranschlüsse des Terminals sind ordnungsgemäß gesichert.					
16	Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind geschlossen und sichtbar gesichert, wenn nicht genutzt. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Ladeleitungen sind entfernt.					
22	Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf dem Tankschiff und an Land.				R	
23	An Bord und an Land ist genug Personal vorhanden, um mit einer Notsituation fertig zu werden.				R	
25	Die von den Tankschiffen und/oder der Landseite zu benutzenden Notsignal- und Notabschaltverfahren sind erklärt und verstanden worden.				A	
26L	Das Tankschiff ist für den zu befördernden flüssigen Abfall zugelassen.					
33	Unabhängige Füllstandsalarme und/oder Notstopps, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet.				A + R	
36	Vorschriften für das Rauchen wurden vereinbart und werden eingehalten. An Bord der Tankschiffe ist Rauchen nicht gestattet.				A + R	
48	Wetterbedingungen, maximale Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind vereinbart worden. Stoppen des Ladungsumschlags bei: Abkoppeln bei: Verlassen des Liegeplatzes bei:				A	

ISGINTT Nr.		Tankschiff	Empfangendes Tankschiff	Terminal	Code	Bemerkungen
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 sind aus einem geeigneten Material und resistent gegenüber dem umzuschlagenden flüssigen Abfall und sind ordnungsgemäß befestigt.					
Rechtliches	<i>Die Verfahren für die Entsorgung wurden vereinbart und entsprechen der örtlichen Gesetzgebung.</i>					

**Geprüft, ausgefüllt und
unterzeichnet für das
Seetankschiff/Tankschiff**

Name:

Rang:

Unterschrift:

Datum:

Uhrzeit:

**Geprüft, ausgefüllt und
unterzeichnet für das
Tankschiff/Terminal**

Name:

Rang:

Unterschrift:

Datum:

Uhrzeit:

Anhang 5: 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 Bunkermeng	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ
Pumpleistung bei Start: ℓ/min m³/h t/h (*)					
Max. Pumpleistung in: ℓ/min m³/h t/h (*)					
Name der verantwortlichen Person bei Übernahmeoperationen					
Name der verantwortlichen Person bei Übergabeoperationen					
Bunkertankinhalte werden während der Operationen in folgenden Intervallen überprüft:				Alle Minuten	

				< Achterschiff Vorschiff >		

			Ja	Nein
1	(*)	Ist das Empfängerschiff sicher festgemacht und ist eine ausreichende Befenderung vorhanden?		
2	(*)	Ist das übergebende Schiff sicher festgemacht und ist eine ausreichende Befenderung vorhanden?		
3	(*)	Wurde eine sichere 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 Feuer befolgt?		
9		Wurde ein Notstopverfahren vereinbart?		
10	(**)	Wird ein System zum Schutz vor Überfüllung der Bunker verwendet?		
11	(*)	Wurde die Füllleitung 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 Füllleitung 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? (Auffangwanne, Speigattverschlüsse, Spillrand usw.)		
15		Stehen Reinigungsgeräte zur Verfügung?		
Durch Ankreuzen oder Paraphieren des entsprechenden Kästchens und Unterzeichnung dieser Checkliste wird die Annahme der Verpflichtungen bestätigt.				
Empfänger- schiff	Übergebendes Bunkerpier/ übergebende Bunkerstation/ 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.

Anhang 6: Sicherheitscheckliste Bunkerung für die Bunkerlieferung an Seeschiffe

(Kapitel 25.4.3 ISGOTT)

Hafen: Datum:
 Schiff: Binnenschiff:
 Schiffsführer: 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 bei .. %	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 Empfängerschiffs zu gehen.				
2	Die Fender wurden kontrolliert, sind in gutem Zustand und ein Metall-Metall-Kontakt ist ausgeschlossen.			R	
3	Ausreichende elektrische Isolierung ist an dem Binnenschiff-Schiff-Anschluss vorhanden. (34)				
4	Alle Bunkerschläuche sind in gutem Zustand und für den beabsichtigten Einsatz geeignet. (7)				

4. Kontrollen vor Übergabe

	Bunkerung	Schiff	Binnenschiff	Code	Bemerkungen
5	Das Binnenschiff ist sicher festgemacht. (2)				
6	Es gibt sichere Zugangsmöglichkeiten zwischen Schiff und Binnenschiff. (1)				
7	Zwischen den Schiffsbeauftragten wurde eine effektive Kommunikation eingerichtet. (3)			A R	(UKW/UHF Kanal) Primärsystem: Reservesystem: Signal für Notstopp:
8	An Bord des Binnenschiffs und des bebunkerten Schiffs gibt es eine wirksame Wache. (22)				
9	Die Feuerlöschschläuche und Brandbekämpfungsausrüstung an Bord des Binnenschiffs und des Schiffs sind bereit zum sofortigen Einsatz. (5)				
10	Alle Speigatte sind wirksam verschlossen. Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht. Auffangwannen sind auf den Decks um Anschlüsse und Entlüftungsöffnungen der Bunkertanks 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 Schiffs und des Binnenschiffs gesichert. (7)				
13	Die an das Ladungssystem 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 überwacht.			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)				
19	Raucherbereiche sind ausgewiesen, und Rauchverbote werden eingehalten. (36)			A R	Ausgewiesene Raucherbereiche Tankschiff: Binnenschiff:
20	Die Vorschriften für den Umgang mit offenem Licht werden eingehalten. (37)			R	
21	Alle Außentüren, Öffnungen in den Wohnungen sind geschlossen. (17)			R	
22	Sicherheitsdatenblätter für den Bunkerumschlag 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	Schwefelwasserstoff- gehalt... Benzolgehalt...
24	Notstopp für Bunkerbetrieb ist betriebsbereit.				

Datum:								
Uhrzeit:								
Kürzel für Schiff:								
Kürzel für Binnenschiff:								

Anhang 7: 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/das in der Spalte ‚Bemerkungen‘ der Checkliste angegeben oder auf eine andere beiderseitig annehmbare Form mitgeteilt werden sollte.
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).	Positionen, die in entsprechenden zeitlichen Abständen gemäß der Vereinbarung zwischen beiden Parteien in den in der Erklärung angegebenen Zeiträumen erneut zu überprüfen sind.

Die gemeinsame Erklärung sollte erst dann unterzeichnet werden, wenn beide Parteien die ihnen zugewiesenen Verantwortlichkeiten und Nachweispflichten 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.	Die B-Nummer verweist darauf, dass die betreffende Bestimmung auf dem ADN (beigefügte Verordnung des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen) bezüglich des Ladungsumschlags von Schiff auf Land beruht. Die B-Nummer verweist auf die entsprechende Position in der ADN-Checkliste.
L (Legislation - Gesetzgebung).	Dass sich die betreffenden Bestimmungen auf die regionale Gesetzgebung und/oder Vorschriften beziehen.

Checklisten

- 1 Sicherheitscheckliste Tankschiff/Land (Anhang 1)
- 2 Sicherheitscheckliste See-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. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen	1	2	3	4
	1	Es besteht ein sicherer Zugang zwischen dem/den Tankschiff(en) und/oder der Landseite. Der Zugang sollte sich so weit wie praktisch möglich von den Sammelleitungen entfernt befinden. Die Zugangsmöglichkeiten zum Tankschiff sollten sicher sein und können aus einem geeigneten Landgangsteg oder einer Fallreepstreppe mit daran angebrachten, ordnungsgemäß gesicherten Sicherheitsnetzen, sofern praktisch möglich, bestehen. Besondere Aufmerksamkeit ist dem sicheren Zugang zu widmen, wo ein großer Höhenunterschied zwischen dem Zugangspunkt auf dem Tankschiff und dem Pier und/oder dem Kai besteht oder sich ergeben könnte. Stehen keine Zugangseinrichtungen des Terminals zur Verfügung und wird ein Landgangsteg des Tankschiffs verwendet, sollte am Liegeplatz eine ausreichende Plattformfläche vorhanden sein, um eine ausreichend große freie Lauffläche für den Landgangsteg zu gewährleisten und bei allen Gezeitenständen und Änderungen am Freibord des Tankschiffs einen sicheren und bequemen Zugang zum Schiff aufrechtzuerhalten. In der Nähe des Zugangs an Land sollte das Terminal geeignete Rettungsmittel bereitstellen. An Bord des Tankschiffs und vorzugsweise in der Nähe des Landgangstegs oder der Fallreepstreppe sollte ein Rettungsring bereitgehalten werden. Bei Dunkelheit sollte der Zugang sicher und ordnungsgemäß beleuchtet sein. 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 zum Pier oder zum Liegeplatz in Abstimmung mit dem Tankschiff kontrollieren.	x	x	x	x
	1L	Die Befenderung wird als zufriedenstellend beurteilt.	x	x	x	x
	2	Das Tankschiff ist unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen sicher festgemacht. Tankschiffe sollten an ihren Liegeplätzen hinreichend gesichert bleiben. An Piers oder Kais sollten Schiffsbewegungen verhindert werden, indem alle Festmacheleinen straffgehalten werden. Die Bewegung des Tankschiffs durch Wind, Strömungen, Gezeiten oder vorbeifahrende Tankschiffe sowie der laufende Schiffsbetrieb sind zu beachten. Wegen der Unterschiede bei ihren elastischen Eigenschaften sollten Drahtseile und Faserseile nicht zusammen in derselben Richtung (z. B. Querfesten, Springleinen, Vorleinen oder Achterleinen) verwendet werden. Werden Kunststofftrossen genutzt, sollten mindestens zwei Stahlseile in entgegengesetzter Richtung verwendet werden, um ein Abdriften des Binnenschiffs zu verhindern. Sobald sie festgemacht sind, sollten Tankschiffe mit automatischen Konstantzugwinden diese Winden nicht mehr im Automatikbetrieb einsetzen. Es sollten Mittel zum schnellen und sicheren Losmachen des Schiffs im Notfall bereitgestellt werden. In Häfen, wo die Verwendung von Ankern verlangt wird, sollte dieser Punkt besonders berücksichtigt werden. Ungeachtet der genutzten Festmachmethode sollte unter Berücksichtigung der möglicherweise bestehenden Risiken ein Verfahren zum Losmachen im Notfall vereinbart werden. Elektrische Leitungen und Schlauchleitungen sollten nicht gequetscht oder geknickt werden und keinen Zugbeanspruchungen ausgesetzt sein. Nicht genutzte Anker sollten ordnungsgemäß gesichert werden.	x	x	x	x
	3	Das vereinbarte Kommunikationssystem zwischen Schiffen bzw. Tankschiffen und Landseite ist betriebsbereit Die Kommunikation zwischen der/den diensthabenden verantwortlichen Person(en) auf dem Tankschiff und/oder dem Terminalbeauftragten sollte so effektiv wie möglich sein. Wenn Telefone verwendet werden, sollten diese sowohl an Bord als auch an Land ständig von einer Person besetzt sein, die ihren jeweiligen Vorgesetzten sofort kontaktieren kann. Der Vorgesetzte sollte die Möglichkeit haben, sich auf alle Gespräche aufzuschalten. Wenn Funksysteme verwendet werden, sollten die Geräte möglichst tragbar sein und von dem Vorgesetzten oder einer Person, die den Vorgesetzten sofort kontaktieren kann, mitgeführt werden. Werden fest installierte Systeme verwendet, gelten die Richtlinien für Telefone. Die gewählten Haupt- und Ersatzkommunikationssysteme sollten in der Checkliste festgehalten werden und die Informationen zu den Telefonnummern und/oder Kanälen, die zu verwenden sind, sollten ausgetauscht und festgehalten werden. Das Telefon- und tragbare Funksystem sollte den jeweiligen Sicherheitsanforderungen entsprechen.	x	x	x	x

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitschecklisten			Anhang			
		Teil A. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen	1	2	3	4
	4	Das Notschleppgeschirr ist ordnungsgemäß ausgelegt und positioniert. Sofern keine anderweitigen Anweisungen ergehen, kann das Notschleppgeschirr (Schleppdraht) sowohl seeseitig am Bug als auch am Heck des Schiffs angebracht werden. Es gibt derzeit verschiedene Methoden zur Befestigung des Notschleppgeschirrs. Bei einigen Terminals wird eine spezielle Methode gefordert, und das Tankschiff sollte entsprechende Anweisungen erhalten.	x	x	x	
	5	Die Feuerlöschschläuche und Einrichtungen zur Brandbekämpfungsausrüstung des Tankschiffs sind in Position gebracht und bereit zum sofortigen Einsatz. Siehe Frage 6 unten.	x	x	x	
	6	Die Brandbekämpfungsausrüstung des Terminals ist in Position und zum sofortigen Einsatz bereit. Die Brandbekämpfungsausrüstung an Bord und am Pier sollte korrekt in Position gebracht und zum sofortigen Einsatz bereit sein. Geeignete fest installierte oder tragbare Ausrüstungsteile sollten vorgesehen sein, um unter Berücksichtigung des Tankschiffs wie auch der nahegelegenen Landtanks den Bereich des Ladedecks des Tankschiffs und des Pierbereichs abzudecken. Die Hauptfeuerlöschsysteme von Land und Tankschiff sollten unter Druck stehen oder kurzfristig mit Druck beaufschlagt werden können. Das Tankschiff und die Landseite sollten gewährleisten, dass sich ihre Feuerlöschanlage schnell und einfach und falls nötig unter Verwendung des internationalen Feuerlösch-Landanschlusses aneinander anschließen lassen (siehe Frage 28).	x		x	
	7	Die Ladeschläuche des Tankschiffs und/oder die Verladearme des Terminals bzw. Schläuche, Rohrleitungen und Sammelleitungen sind in gutem Zustand, ordnungsgemäß angebracht und für den beabsichtigten Einsatz angemessen und geeignet.	x	x	x	
	7.1	Alle Reduzierstücke sind zugelassen und mit den Ladeleitungen und der Art der Ladung kompatibel.	x	x	x	
	7.2	Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen.	x	x	x	
	7.3	Alle Flanschschrauben sind ordnungsgemäß angezogen.	x	x	x	
	7.4	Die Verladearme sind frei in alle Richtungen beweglich und/oder die Schläuche haben ausreichend Spiel für problemloses Bewegen.	x	x	x	
	7.5	Alle Ventile sind überprüft und in der richtigen Stellung.	x	x	x	
	7.6	Der Umschlagsbereich der Ladung und die Flucht- und Rettungswege sind ausreichend beleuchtet. Die Schläuche sollten sich in einem guten Zustand befinden und ordnungsgemäß montiert und befestigt sein, um eine Beanspruchung und Belastung über die konstruktiven Grenzen hinaus zu verhindern. Alle Flanschverbindungen und Reduzierstücke sollten vollständig verschraubt und mit ordnungsgemäßen Dichtungen versehen werden. Alle anderen Arten von Anschlüssen sollten ordnungsgemäß gesichert werden. Schläuche, Rohrleitungen und Metallausleger sollten aus einem Material bestehen, das für den umzuschlagenden Stoff unter Berücksichtigung seiner Temperatur und des maximalen Betriebsdrucks geeignet ist. 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.	x	x	x	
	8	Nicht zutreffend – Frage ist in Frage 7 enthalten.				
	9	Das Ladungsumschlagsystem ist ausreichend isoliert, entleert und drucklos, um das sichere Entfernen der Blindflansche vor dem Anschließen zu ermöglichen. Ein eindeutiges Mittel zur Bestätigung, dass sowohl das Ladungssystem des Tankschiffs und/oder das Ladungssystem an Land isoliert, entleert und drucklos ist, 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 Ladungssystem und vor Verletzungen des Personals aufgrund des Drucks im System bieten, der plötzlich auf unkontrollierte Weise freigesetzt wird.	x	x	x	x

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitschecklisten			Anhang			
		Teil A. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen	1	2	3	4
	10	Speigatte und Stofffänger an Bord sind wirksam verschlossen, und Auffangwannen sind in Position gebracht und leer. Wo zutreffend sollten alle Speigatte an Bord während des Betriebs ordnungsgemäß verschlossen sein. Wasseransammlungen sollten mittels Sichtprüfung auf Ölschimmer untersucht und regelmäßig durch saugfähige Materialien abgeleitet werden. Die Wirksamkeit von Speigattverschlüssen muss gewährleistet sein, und sie sollten sofort wieder verschlossen werden, nachdem das Wasser abgelassen ist. Die Sammelleitungen des Tankschiffs sollten idealerweise mit fest eingebauten Auffangwannen gemäß den Empfehlungen des OCIMF ausgeführt sein, sofern dies zutrifft. Sind keine fest eingebauten Umschließungsvorrichtungen vorhanden, sollten tragbare Auffangwannen verwendet werden. Alle Auffangwannen sollten in angemessener Weise je nach Erfordernis, aber immer nach Abschluss des entsprechenden Arbeitsvorgangs entleert werden. Werden nur ätzende Flüssigkeiten oder Flüssiggase umgeschlagen, können die Speigatte offengelassen werden, unter der Voraussetzung, dass immer eine ausreichende Wasserversorgung bzw., wenn dies nicht zulässig ist, andere Mittel gemäß dem entsprechenden Sicherheitsdatenblatt in der Nähe der Sammelleitungen vorhanden sind.	x	x	x	x
	11	Zeitweilig entfernte Speigattverschlüsse werden ständig überwacht. 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.	x	x	x	x
	12	Landseitig werden Umschließungsvorrichtungen und Ölwannen korrekt gehandhabt. Umschließungsvorrichtungen an Land wie Eindämmungswälle, Auffangwannen und Sammelbehälter sollten ordnungsgemäß gewartet und größenmäßig für ein entsprechendes Umschließungsvolumen gemäß einer realistischen Risikobewertung ausgelegt sein. Sammelleitungen am Pier sollten idealerweise mit fest eingebauten Auffangwannen versehen sein. Sind diese nicht vorhanden, sollten tragbare Auffangbehälter verwendet werden. Übergabeeinrichtungen für verschüttetes Produkt oder Slops sollten gut gewartet und, wenn es sich nicht um ein automatisches System handelt, schnellstmöglich verfügbar sein, um das verschüttete Produkt oder Regenwasser zu entfernen.	x			
	13	Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gasabfuhranschlüsse des Tankschiffs sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen. Nicht genutzte Lade-, Bunker- und Gasabfuhranschlüsse sollten verschlossen und blindgesetzt werden. Blindflansche sollten vollständig verschraubt und andere eventuell verwendete Armaturen ordnungsgemäß gesichert sein.	x	x	x	x
	14	Die nicht genutzten Lade-, Bunker- und Gasrückfuhranschlüsse des Terminals sind ordnungsgemäß gesichert. Alle Verbindungsflansche sind mit den entsprechenden Dichtungen versehen. Nicht genutzte Lade- und Bunkeranschlüsse sollten verschlossen und blindgesetzt werden. Blindflansche sollten vollständig verschraubt und andere eventuell verwendete Armaturen ordnungsgemäß gesichert sein.	x		x	x
	15	Falls erforderlich wurden alle Sicht-, Peil- und Probenahmeöffnungen der Ladungs-, Ballast- und Bunkertanks verschlossen oder mit Flammenrückschlagsicherungen in gutem Zustand gesichert. Außer den für die Tankentlüftung verwendeten Öffnungen (siehe Frage 29) sollten alle Öffnungen zu Ladungs-, Ballast- und Bunkertanks verschlossen und gasdicht sein. Bei Tankschiffen, die nicht für geschlossenes Laden ausgerüstet sind, können Entlüftung, Peilen und Probenahmen vorbehaltlich der vereinbarten Kontrollen bei offenem Tankdeckel vorgenommen werden. Außer auf Gastankern dürfen Peil- und Probenahmestellen für die kurze Zeit geöffnet sein, die zum Peilen und für die Probenahme nötig ist. Diese Aktivitäten sollten unter Berücksichtigung der erforderlichen Kontrollen zur Vermeidung einer elektrostatischen Entladung durchgeführt werden (siehe auch Abschnitt 3.2). Geschlossene Peil- und Probenahmesysteme sollten verwendet werden, wenn dies von internationalen, nationalen oder örtlichen Vorschriften und Vereinbarungen gefordert ist.	x	x	x	
	16	Seeventile und Außenbord-Auslassventile sind, wenn nicht genutzt, geschlossen und sichtbar gesichert. Die entfernbaren Teile zwischen Ballast- und Außenbord-Auslassleitungen sowie Ladeleitungen sind entfernt. Erfahrungen zeigen, wie wichtig dieser Punkt ist, um eine Verschmutzung auf Tankschiffen zu verhindern, wo die Lade- und Löschleitungen und Ballastsysteme miteinander verbunden sind. Fernbetätigungseinrichtungen für diese Ventile sollten gekennzeichnet sein, um ein versehentliches Öffnen zu verhindern. Gegebenenfalls sollte die Sicherheit der betreffenden Ventile einer Sichtprüfung unterzogen werden.	x	x	x	x

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitschecklisten			Anhang			
		Teil A. Flüssiges Massengut Allgemein - Physische Überprüfungen	1	2	3	4
	17.1	Alle Außentüren, Öffnungen und Fenster von Wohnungen, Lagerräumen sowie Maschinenräumen sind geschlossen. Maschinenraumentlüftungsöffnungen können offen sein. Außentüren, Fenster und Bullaugen in Wohnungen sollten während des Ladebetriebs geschlossen sein. Es sollte deutlich gekennzeichnet sein, dass diese Türen während dieser Arbeiten geschlossen sein müssen, sie dürfen jedoch zu keiner Zeit verriegelt sein. Diese Forderung bedeutet nicht, dass ein angemessener Zugang zu diesen Räumen während der Arbeiten verhindert wird, jedoch sollten keine Türen unbeaufsichtigt offengelassen werden. Maschinenraumentlüftungsöffnungen können offengelassen werden. Jedoch sollte erwogen werden, sie zu schließen, wenn dies den sicheren und effizienten Betrieb der durch sie versorgten Maschinenräume nicht beeinträchtigen würde.	x	x	x	
	17.2	Die Flüssiggasanlage ist am Hauptabsperrventil abgesperrt.	x	x	x	
	18	Die Notfall- und Brandschutzpläne des Schiffs sind vorhanden. Ein Satz Brandschutzpläne sollte an einem deutlich gekennzeichneten Ort zur Unterstützung des Feuerlöschpersonals vom Land bereitliegen. Eine Liste der Besatzung sollte ebenfalls enthalten sein.	x	x	x	

		Ist das Tankschiff mit einer Inertgasanlage ausgerüstet bzw. muss es damit ausgerüstet sein, sollten die folgenden Punkte physisch überprüft werden:				
		Inertgasanlage (siehe Abschnitt 7.1)				
	19	Die Messausrüstungen für Druck und Sauerstoffgehalt der Inertgasanlage sind in gutem Betriebszustand. Wenn erforderlich müssen fest installierte oder tragbare Aufzeichnungs-/Messgeräte für Druck und Sauerstoffgehalt der Inertgasanlage eingeschaltet sein, gemäß der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers geprüft sein und ordnungsgemäß funktionieren.	x	x	x	
	20	Alle Ladetankatmosphären stehen unter Überdruck mit einem Sauerstoffgehalt von 8 Vol.-% oder weniger. Vor Beginn des Ladungsumschlags sollte geprüft werden, dass der Sauerstoffgehalt jeder Ladetankatmosphäre 8 Vol.-% oder weniger beträgt. Ladetanks im Inertzustand sollten stets unter Überdruck gehalten werden.	x	x	x	
	20L	Alle inertisierten Tanks sind mit einem Warnhinweis markiert bzw. gekennzeichnet. Zum Beispiel:   	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	21	Das Tankschiff ist bereit, sich aus eigener Kraft zu bewegen. Ein Binnentankschiff ohne eigenen Antrieb sollte in der Lage sein, sich kurzfristig mit Hilfe eines bestimmten Schleppboots bewegen zu lassen. Das Tankschiff sollte in der Lage sein, sich auf Abruf aus eigener Kraft fortzubewegen, es sei denn, die Hafenbehörde und der Terminalbeauftragte haben die Genehmigung erteilt, das Tankschiff stillzulegen. Die Erteilung der Genehmigung kann an bestimmte Bedingungen geknüpft sein.	x	x	x	
	22	Es gibt eine effektive Deckswache an Bord und angemessene Aufsicht über den Betrieb auf dem Tankschiff und/oder an Land. Der Betrieb sollte auf dem Tankschiff und/oder im Terminal ständig kontrolliert und überwacht werden. 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. Das Kontrollpersonal auf den Tankschiffen und/oder im Terminal sollte effektiv mit den entsprechenden Vorgesetzten kommunizieren können. Alle mit dem Betrieb verbundenen Personen sollten mit den Gefahren der umgeschlagenen Stoffe vertraut sein und angemessene Schutzkleidung und Schutzausrüstungen tragen.	x	x	x	x
	22L	Auf dem Tankschiff (den Tankschiffen) und/oder an Land wurde eine befähigte Person für den geplanten Ladungsumschlag bestimmt.	x	x	x	
	23	An Bord und an Land ist genug Personal vorhanden, um mit einer Notsituation fertig zu werden. Während des Aufenthalts des Tankschiffs am Terminal oder längsseits des anderen Tankschiffs sollte immer eine ausreichende Anzahl von Personal an Bord der Tankschiffe und/oder in der Landanlage anwesend sein, um mit Notsituationen fertig zu werden.	x	x	x	x
	24.1	Die Verfahren für Ladungs-, Bunker- und Ballastumschlag sind vereinbart worden.	x	x	x	
	24.2	Der auslasseitige Druck der Ladepumpe des anderen Tankschiffs wird geregelt, um dem zulässigen Betriebsdruck der Ausrüstungen an Bord des Tankschiffs Rechnung zu tragen. Die Verfahren für den beabsichtigten Betrieb sollten im Voraus geplant werden. Sie sollten vor Beginn des Betriebs von den verantwortlichen Personen und/oder dem Terminalbeauftragten diskutiert und vereinbart werden. Vereinbarte Vorkehrungen sollten formell aufgezeichnet und sowohl durch die verantwortlichen Personen als auch durch den Terminalbeauftragten 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. Die Eigenschaften der umgeschlagenen Stoffe, die Ausrüstungen des Tankschiffs und/oder der Landanlagen sowie die Fähigkeit der Besatzung des Tankschiffs und des Landpersonals, die erforderlichen Arbeiten auszuführen und hinreichend zu kontrollieren, sind Faktoren, die bei der Prüfung der Möglichkeit des gleichzeitigen Umschlags mehrerer Stoffe berücksichtigt werden sollten. Die anfänglichen und maximalen Ladegeschwindigkeiten, Zuladegeschwindigkeiten und die normalen Stoppzeiten sollten in Bezug auf folgende Punkte vereinbart werden: • Art der umzuschlagenden Ladung, • Anordnung und Kapazität der Lade- und Löschleitungen und Gasrückfuhrsysteme des Tankschiffs, • maximal zulässiger Druck und Durchfluss in den Tankschiff-/Land-Schläuchen und Verladearmen, • Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung, • sonstige Beschränkungen für die Durchflussregelung. Dazu sollte, wie vorstehend beschreiben, ein offizielles Protokoll angefertigt werden.	x	x	x	
	24.3	Der auslasseitige Druck der Ladepumpe an Land oder des anderen Tankschiffs wird geregelt, um dem zulässigen Betriebsdruck der Ausrüstungen an Bord des Tankschiffs Rechnung zu tragen. Siehe 24.2	x		x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	25	Das von Tankschiff und Landseite zu benutzende Notsignal- und Notabschaltverfahren sind erklärt und verstanden worden. Das Land- und/oder Tankschiffspersonal sollte das vereinbarte, in einem Notfall an Land oder an Bord zu benutzende Signal klar verstanden haben. Zwischen den Tankschiffen und/oder dem Land sollte ein Notabschaltverfahren vereinbart, formell schriftlich festgehalten und von sowohl dem Schiffsbeauftragten als auch dem Terminalbeauftragten unterschrieben werden. In der Vereinbarung sollten die Umstände aufgeführt werden, unter denen die Arbeiten sofort eingestellt werden müssen. Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit dem Verfahren zur Notabschaltung sollten in gebührender Weise berücksichtigt werden.	x	x	x	x
	26	Sicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen für den Ladungsumschlag sind, falls angefordert, ausgetauscht worden. Ein Sicherheitsdatenblatt sollte auf Anfrage für den Empfänger vom Terminal oder den Tankschiffen, von wo aus die Lieferung des Produkts erfolgt, zur Verfügung gestellt werden. Diese Informationsblätter sollten zumindest die Bestandteile des Produkts mit ihrer chemischen Bezeichnung, der gebräuchlichen Bezeichnung, der UN-Nummer (falls zutreffend) und der Höchstkonzentration aller toxischen Bestandteile, ausgedrückt in Vol.-% oder in ppm, enthalten.	x	x	x	
	26L	Das Tankschiff ist für das zu ladende Produkt zugelassen. Die Schiffsstoffliste, die von der Klassifikationsgesellschaft erstellt wurde, die das Binnenschiff klassifiziert hat (siehe ADN 1.16.1.2.5), muss von einem Vertreter des Befüllers und dem Schiffsführer (oder einer beauftragten Person) überprüft werden. Die Stoffliste muss anhand der vom Absender gemachten Informationen überprüft werden (ADN 1.4.2.1).	x	x	x	x
	27	Die Gefahren im Zusammenhang mit giftigen Substanzen in der umzuschlagenden Ladung sind identifiziert und verstanden worden. 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 des Ladungsumschlags Informationen über die Ladungsbestandteile zur Verfügung stehen, sodass die richtigen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden können. Zudem fordern manche Hafenstaaten, dass solche Informationen während des Ladungsumschlags und im Fall einer versehentlichen Verschüttung sofort zur Verfügung stehen müssen. Das gilt insbesondere für Ladungen, die H2S, Benzol, Blei oder andere Zusätze enthalten könnten.	x	x	x	
	28	Es wurde ein internationaler Feuerlösch-Landanschluss bereitgestellt. 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.	x	x	x	
	29	Das vereinbarte Tankentlüftungssystem wird benutzt. Es sollte eine Übereinkunft über die für den Betrieb zu verwendende Entlüftungsanlage erzielt und schriftlich festgehalten werden, wobei die Art der Ladung sowie die internationalen, nationalen oder lokalen Bestimmungen und Vereinbarungen hinlänglich zu berücksichtigen sind. Für die Tankentlüftung gibt es vier grundlegende Systeme: 1. Offen zur Atmosphäre über offene Peilöffnungen mit Schutz durch geeignete Flammensperren, 2. Fest eingebaute Entlüftungsanlagen, einschließlich Inertgasanlage. 3. Zum Land über ein Gasrückfuhrsystem (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	Die Anforderungen für geschlossenen Betrieb sind vereinbart worden. Viele Terminals verlangen, dass in dem Fall, wenn das Tankschiff Ballast in Ladetanks aufnimmt, lädt oder löscht, der Betrieb ohne Öffnen von Peil- und Sichtöffnungen erfolgt. In diesen Fällen benötigen Tankschiffe Mittel, die eine geschlossene Überwachung der Tankinhalte, entweder durch ein fest eingebautes Messsystem oder durch den Einsatz von tragbaren Ausrüstungen ermöglichen, die durch eine Gassperre geführt und vorzugsweise durch ein unabhängiges Überfüll-Alarmsystem unterstützt werden.	x	x	x	
	30.2	Der Gasabfuhranschluss des Tankschiffs ist, falls erforderlich, über eine Gasabfuhrleitung mit dem Gasrückfuhranschluss an Land oder mit dem Gasabfuhranschluss des anderen Tankschiffs verbunden.	x	x	x	
	30.3	Wenn ein Explosionsschutz gefordert ist, ist die Gasabfuhrleitung mit einer Flammenrückschlagsicherung und/oder mit einer Detonationssicherung ausgerüstet.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	31	Der Betrieb der Überdruck-/Unterdruckventile wurde geprüft. Das liefernde Tankschiff bzw. die Landseite garantiert, dass die Pumpleistung nicht den maximal vereinbarten Betriebsdruck überschreitet. 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 hat eine festsitzende oder schwergängige Lüftungsklappe dazu geführt, dass der Antriebsstifts des Sperrhebels abgesichert wurde und die Besatzung des Tankschiffs mit verheerenden Folgen davon ausging, dass die Lüftungsklappe funktionsfähig sei.	x	x	x	
	32	Wenn eine Gasabfuhrleitung angeschlossen ist, wurden die Betriebsparameter vereinbart. Bei entsprechendem Erfordernis wird eine Gasabfuhrleitung verwendet, um gefährliche Dämpfe aus dem Ladetank zurück an Land oder in einen Tank zu leiten. Im Fall von entzündbaren Dämpfen sollte die Gasabfuhrleitung mit einer Flammendurchschlagsicherung ausgerüstet sein, die eine Detonation/Deflagration aushalten kann. Der maximale und Mindestbetriebsdruck sowie andere Einschränkungen in Verbindung mit dem Betrieb des Gasabfuhrsystems sollten zwischen dem Personal des Tankschiffs und/oder dem Personal an Land abgesprochen und vereinbart werden.	x	x	x	
	33	Unabhängige Füllstandsalarme und/oder Notabschalter, wenn montiert, sind funktionstüchtig und wurden getestet. Da sich zunehmend auf Messsysteme für geschlossene Ladevorgänge verlassen wird, ist es wichtig, dass diese Systeme voll funktionstüchtig sind und durch eine unabhängige Alarmvorrichtung bei Überfüllung des Tanks unterstützt werden. Der Alarm sollte akustisch und optisch erfolgen und so eingestellt sein, dass der Ladevorgang vor Überfüllen des Tanks gestoppt wird. Bei Normalbetrieb sollte der Ladetank nicht höher als bis zu dem Pegel befüllt werden, auf den der Überfüllalarm eingestellt ist. Die einzelnen Überfüllalarmgeber sollten 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.	x	x	x	x
	34	Eine ausreichende elektrische Isolierung ist an dem Tankschiff/Land Ladungs- und Gasabfuhrleistungsanschluss (gegebenenfalls) oder zwischen den Tankschiffen vorhanden. Sofern keine Maßnahmen getroffen werden, um den durchgängigen elektrischen Pfad zwischen den Rohrleitungen zwischen Tankschiffen und/oder der Landseite zu unterbrechen, den die Schläuche oder Metallausleger zwischen Tankschiffen und/oder Land bilden, können Streuströme, hauptsächlich von Korrosionsschutzsystemen, elektrische Funken an den Arbeitsleisten der Flansche verursachen, wenn Schläuche an- oder abgekoppelt werden. Der Durchfluss dieser Ströme wird gewöhnlich durch das Einsetzen von Isolierflanschen an jedem Auslass der Sammelleitung auf dem 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. Es sollte sichergestellt werden, dass die Vorrichtung zur elektrischen Unterbrechung sich in einem guten Zustand befindet und nicht durch einen Kontakt mit einem elektrisch leitfähigen Material überbrückt wird.	x	x	x	
	35	Gasrückführleitungen sind mit einem Rückschlagventil ausgestattet oder es wurden Verfahren besprochen, um einen Rückfluss zu vermeiden. Um ein Zurücklaufen der Ladung zu verhindern, wenn der Löschvorgang eines Tankschiffs aufgrund betrieblicher Erfordernisse oder eines übermäßigen Gegendrucks gestoppt wird, sollte das Terminal bestätigen, dass es über ein geeignetes System verfügt, das einen unbeabsichtigten Fluss von der Landanlage auf das Tankschiff verhindert. Alternativ dazu sollte ein Verfahren für den Schutz des Tankschiffs vereinbart werden.	x		x	
	36	Vorschriften für das Rauchen werden eingehalten und wurden vereinbart. An Bord der Tankschiffe ist Rauchen nicht gestattet. Auf dem Pier und in den angrenzenden Bereichen ist Rauchen nicht gestattet, sofern es sich nicht um Gebäude und Orte handelt, die vom Terminalbeauftragten in Absprache mit dem Schiffsführer festgelegt wurden. Gebäude, Orte und Räumlichkeiten, die als Raucherzonen ausgewiesen sind, sollten eindeutig als solche Zonen gekennzeichnet sein.	x	x	x	x

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	37	Die Vorschriften für den Umgang mit offenem Licht werden eingehalten. 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. Die Nutzung von offenem Licht oder offenem Feuer an Bord des Tankschiffs sollte verboten werden, es sei denn, alle geltenden Vorschriften wurden eingehalten und die Hafenbehörde, der Terminalbeauftragte und der Schiffsführer haben sich geeinigt.	x	x	x	
	38	Anforderungen an tragbare elektronische Geräte (z. B. Kommunikationsgeräte) werden eingehalten. Telefone zwischen Tankschiff und Land sollten den Anforderungen an eine explosionsgeschützte Ausführung entsprechen, sofern sie sich nicht in einem sicheren Raum in Wohnungen befinden und dort genutzt werden. Mobiltelefone und Pager sollten nicht in gefährdeten Bereichen verwendet werden, sofern nicht ihr Einsatz dort von einer zuständigen Behörde genehmigt wurde.	x	x	x	
	39	Handlampen sind von einem genehmigten Typ. Batteriebetriebene Handlampen (tragbare Leuchten) sollten von einem sicheren Gerätetyp und von einer zuständigen Behörde genehmigt worden sein. Beschädigte Geräte, auch wenn sie möglicherweise betriebsfähig sind, sollten nicht verwendet werden.	x	x	x	
	40	Fest installierte UKW-/UHF-Sende-/Empfangsgeräte und AIS Geräte befinden sich im korrekten Strommodus oder sind abgeschaltet. Fest installierte UKW-/UHF- und AIS Geräte sollten ausgeschaltet oder auf geringe Leistung (1 Watt oder weniger) heruntergeschaltet werden, sofern der Schiffsführer nicht in Rücksprache mit dem Terminalbeauftragten die Bedingungen festgelegt hat, unter denen der Einsatz der Anlage sicher möglich ist.	x	x	x	
	41	Tragbare UKW-/UHF-Sende-/Empfangsgeräte sind von einem genehmigten Typ. Tragbare UKW-/UHF-Sende-/Empfangsgeräte sollten von einem sicheren Gerätetyp und von einer zuständigen Behörde genehmigt worden sein.	x	x	x	
	42	Die Haupt-Funksendeantennen des Tankschiffs sind geerdet, und die Radargeräte sind abgeschaltet. Die Hauptfunkanlage des Schiffs sollte während der Liegezeit des Schiffs im Hafen außer für Empfangszwecke nicht genutzt werden. Die Hauptsendeantennen sollten getrennt und geerdet sein. Satellitenkommunikationsausrüstung kann normal verwendet werden, sofern nicht anders angegeben. Die Radaranlage des Schiffs sollte nicht genutzt werden.	x	x	x	
	43	Elektrokabel zu tragbaren elektrischen Geräten innerhalb des gefährdeten Bereichs sind vom Netz getrennt. Die Nutzung tragbarer elektrischer Geräte an freien Anschlussleitungen sollte in Gefahrenzonen während des Ladungsumschlags verboten sein, und die Geräte sollten vorzugsweise aus der Gefahrenzone entfernt werden. Telefonkabel, die im Kommunikationssystem zwischen Tankschiff/Land genutzt werden, sollten vorzugsweise außerhalb der Gefahrenzone verlegt werden. Sollte dies nicht möglich sein, sollte das Kabel so positioniert und geschützt werden, dass durch seine Verwendung keine Gefahr entsteht.	x	x	x	
	44	Fenster-Klimaanlagen sind vom Netz getrennt. Fenster-Klimaanlagen sollten von der Stromversorgung getrennt sein.	x	x	x	
	45	In den Wohnungen und/oder im Steuerhaus wird ein Überdruck aufrechterhalten. Nach Möglichkeit sollte ein Überdruck im Inneren der Wohnungen/des Steuerhauses aufrechterhalten werden, und es sollten Verfahren und Systeme vorhanden sein, um das Eindringen von entzündbaren oder giftigen Dämpfen in Wohnbereiche zu verhindern. Das lässt sich durch Klimaanlagen oder ähnliche Systeme erreichen, die saubere Luft an nicht gefährdeten Stellen ansaugen, die durch Alarmsysteme für eindringendes Gas und Druckabfall geschützt sind.	x	x	x	
	46	Es wurden Maßnahmen ergriffen, um eine ausreichende mechanische Belüftung im Pumpenraum sicherzustellen. Pumpenräume sollten mechanisch belüftet werden. Die Belüftungsanlage, die eine sichere Atmosphäre im gesamten Pumpenraum aufrechterhält, sollte während des gesamten Ladungsumschlags laufen gelassen werden. Eine eventuell installierte Gasspüranlage sollte ordnungsgemäß funktionieren.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	47	Es gibt Vorkehrungen für eine Flucht bzw. sind die Vorrichtungen für die Aufnahme von Personen im Notfall einsatzbereit. Es muss jederzeit möglich sein, an Bord zu gehen oder das Schiff zu verlassen. Zusätzlich zu den Zugangsmöglichkeiten, auf die in Frage 1 Bezug genommen wird, sollte an Bord und an Land ein sicherer und schneller Fluchtweg für den Notfall vorhanden sein. Idealerweise sollten am Pier zusätzliche Mittel zur Flucht vom Tankschiff für den Fall bereitgehalten werden, dass der normale Zugang bei einem Notfall nicht genutzt werden kann. Ist ein Landgangsteg am Pier als zusätzlicher Fluchtweg nicht möglich, sollten andere Mittel in Betracht gezogen werden, wie z. B.: • Vorbereitung des (Freifall-) Rettungsboots des Schiffs zum sofortigen Zu-Wasser-Lassen, • Befestigung der Fallreepstreppe des Schiffs auf der dem Pier abgewandten Seite. Die nationale und/oder internationale Gesetzgebung kann andere oder strengere Vorschriften vorsehen.	x	x	x	
	48	Wetterbedingungen, maximale Wind- und Dünungskriterien für den Betrieb sind vereinbart worden. Bei der Entscheidung, ob der Ladungs- oder Ballastumschlag eingestellt werden sollte, spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle. Es sollten zwischen Terminal und/oder Tankschiff Gespräche geführt werden, um diese Faktoren festzustellen, zu denen Folgendes gehören kann: • Windgeschwindigkeit und -richtung sowie deren Auswirkung auf starre Ausleger, • Windgeschwindigkeit/-richtung und Auswirkung auf die Unversehrtheit der Festmacheinrichtungen, • Windgeschwindigkeit/-richtung und Auswirkung auf die Landgangstege, • Auswirkungen der Dünung auf die Sicherheit des Festmachens und Landgangstege bei ungeschützten Terminals. Beide Parteien müssen sich über diese Kriterien im Klaren sein. Die Kriterien für den Abbruch des Ladevorgangs, das Abkoppeln der Schläuche oder Ausleger und das Verlassen des Liegeplatzes sollten in der Spalte ‚Bemerkungen‘ der Checkliste eingetragen werden.	x	x	x	x
	49	Es wurden zwischen dem Sicherheitsbeauftragten/-offizier des Tankschiffs (bzw. der Tankschiffe) und/oder dem Sicherheitsbeauftragten des Hafens bei entsprechendem Erfordernis Sicherheitsprotokolle vereinbart. In Unterzeichnerstaaten von SOLAS verlangt der ISPS-Code, dass der Sicherheitsbeauftragte/-offizier des Tankschiffs (bzw. der Tankschiffe) und/oder der Sicherheitsbeauftragte des Hafens die Umsetzung ihrer entsprechenden Sicherheitspläne miteinander koordinieren.	x	x	x	
	49L	Sicherheitsprotokolle wurden für die Besatzung des einen Tankschiffs für das Betreten des anderen Tankschiffs vereinbart. Das Sicherheitsprotokoll für das Betreten des Tankschiffs befindet sich:		x	x	
	50	Falls zutreffend, wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff von Land entweder für das Inertisieren oder Spülen von Tanks des Tankschiffs oder für das Spülen der Leitung zum Tankschiff vereinbart. Tankschiff und Land sollten schriftlich die Inertgasversorgung vereinbaren und dabei das geforderte Volumen und die Durchflussgeschwindigkeit in Kubikmetern pro Minute angeben. Die Reihenfolge der Ventilöffnung vor Beginn und nach Abschluss des Vorgangs sollte vereinbart werden, damit das Tankschiff 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. Der Tankdruck sollte während der gesamten Tätigkeiten genau überwacht werden. Die Zustimmung des Tankschiffs sollte eingeholt werden, wenn beabsichtigt ist, am Terminal komprimierten Stickstoff (oder Druckluft) als Antriebsmittel entweder für das Molchen zum Reinigen von Gasrückführleitungen in das Schiff oder zum Herauspressen von Ladung aus Umschließungsbehältern an Land zu verwenden. Das Tankschiff sollte über den dabei verwendeten Druck und die Möglichkeit von eindringendem Gas in den Ladetank informiert werden.	x	x	x	
		Inertgasanlage (siehe Abschnitt 7.1)				
	51	Die Inertgasanlage ist voll funktionstüchtig und in gutem Betriebszustand. Die Inertgasanlage sollte sich unter besonderer Berücksichtigung aller ineinandergreifender Auslösevorrichtungen und damit verbundener Alarme, Decksverschlüsse, Rückschlagventile, des Kontrollsystems der Druckregelung, des Druckanzeigers der Inertgasleitung auf dem Hauptdeck, der Inertgasventile einzelner Tanks (sofern montiert) und des Druck-/Vakuumentbrechers an Deck in einem sicheren Betriebszustand befinden. Inertgasventile einzelner Tanks (sofern montiert) sollten leicht zu identifizierende und voll funktionsfähige Anzeigen für die Positionen offen/geschlossen haben.	x	x	x	
	52	Decksverschlüsse oder Ähnliches befinden sich in gutem Betriebszustand 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.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil B. Flüssiges Massengut Allgemein - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	53	Die Flüssigkeitsstände in den Druck-/Vakuumentbrechern sind korrekt, sofern zutreffend. Es sind Überprüfungen durchzuführen, um zu gewährleisten, dass der Flüssigkeitsstand im Druck-/Vakuumentbrecher den Empfehlungen des Herstellers entspricht.	x	x	x	
	54	Die fest eingebauten und die tragbaren Sauerstoffmessgeräte sind geeicht worden und funktionieren ordnungsgemäß. Alle fest installierten und tragbaren Sauerstoffmessgeräte sollten gemäß den Anforderungen des Betreibers und/oder der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers getestet und überprüft werden und ordnungsgemäß funktionieren. Ein in die Leitung integriertes Sauerstoffmess-/Aufzeichnungsgerät und eine ausreichende Anzahl von tragbaren Sauerstoffmessgeräten sollten ordnungsgemäß funktionieren. Das Kalibrierungszertifikat sollte eine Gültigkeit ausweisen, die den Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems des Tankschiffs entspricht.	x	x	x	
	55	Alle einzelnen Inertgasventile der Tanks (falls montiert) sind ordnungsgemäß eingestellt und verschlossen. Sowohl für Lade- als auch für Löschvorgänge ist es normal und sicher, alle einzelnen Inertgas-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 Hauptinertgasdruck an Deck, und somit funktioniert der Druck-/Vakuumentbrecher als Sicherheitsventil für den Fall eines übermäßigen Über- oder Unterdrucks. Sind einzelne Inertgas-Versorgungsventile von Tanks aufgrund einer möglichen Dampfverunreinigung oder einer Druckentlastung zu Messzwecken usw. geschlossen, sollte der Ventilstatus für alle am Ladungsumschlag beteiligten Personen deutlich angezeigt werden. Jedes einzelne Inertgasventil in einem Tank sollte mit einer Verriegelung versehen sein, die durch einen Schiffsbeauftragten kontrolliert wird.	x	x	x	
	56	Alle für die Ladevorgänge zuständigen Mitarbeiter sind sich bewusst, dass bei Ausfall des Inertgaserzeugers der Löschbetrieb einzustellen und das Terminal und/oder das andere Tankschiff benachrichtigt werden sollte. Bei Ausfall eines Inertgaserzeugers sollten der Entladebetrieb, die Ballastentladung und die Tankreinigung eingestellt und das Terminal benachrichtigt werden. Das Personal des Tankschiffs sollte unter keinen Umständen zulassen, dass die Atmosphäre in einem Tank unter den atmosphärischen Druck fällt.	x	x	x	
		Rohölspülsystem				
	57	Nicht zutreffend				
	58	Nicht zutreffend				
		Tankreinigung				
	59	Während des Aufenthaltes des Tankschiffs längsseits des anderen Tankschiffs / am Liegeplatz sind Tankreinigungsaktivitäten geplant. In einem Gespräch vor dem Umschlag zwischen der verantwortlichen Person/dem Schiffsbeauftragten und/oder dem Terminalbeauftragten sollte festgestellt werden, ob Tankreinigungsaktivitäten während des Aufenthalts des Tankschiffs längsseits geplant sind, und die Checkliste sollte einen entsprechenden Vermerk enthalten.	x	x	x	x
	60	Falls ,ja' sind die Verfahren und Genehmigungen für die Tankreinigung vereinbart worden. Es sollte bestätigt werden, dass alle erforderlichen Genehmigungen, die für eine vorgesehene Längsseitstankreinigung erforderlich sein könnten, in Übereinstimmung mit den örtlichen Gesetzen und Vorschriften von den zuständigen Behörden eingeholt worden sind. Die beabsichtigte Methode zur Tankreinigung sowie der Umfang der Tätigkeiten sollten vereinbart werden.	x	x	x	x
	61	Es wurde die Genehmigung für ein Gasfreimachen von der zuständigen Behörde erteilt. Es sollte bestätigt werden, dass alle erforderlichen Genehmigungen, die für ein vorgesehene Längsseits-Gasfreimachen erforderlich sein könnten, in Übereinstimmung mit den örtlichen Gesetzen und Vorschriften von den zuständigen Behörden erteilt wurden.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil C. Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	1	Es sind Sicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern. An Bord des Tankschiffs und an Land sollten Informationen zum umzuschlagenden Produkt vorhanden sein und Folgendes ausweisen: - eine vollständige Beschreibung der physikalischen und chemischen Eigenschaften, einschließlich Reaktivitäten, die für die sichere Lagerung in Behältern und den Ladungsumschlag notwendig sind, - Maßnahmen, die im Fall von Verschüttungen oder Leckagen zu ergreifen sind, - Gegenmaßnahmen bei versehentlichem Kontakt einer Person mit dem Produkt, - Brandbekämpfungsverfahren und Feuerlöschmittel	x	x	x	
	2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben. Wird für den Umschlag von Ladungen eine Stabilisierung oder ein Inhibitor gefordert, müssen Schiffe über eine entsprechende Bescheinigung vom Hersteller verfügen, die folgende Angaben enthält: - 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. Das Dokument sollte vor dem Auslaufen an Bord sein.	x	x	x	
	3	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für das umgeschlagene Produkt geeignet sind. 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.	x	x	x	
	4	Es wurden Gegenmaßnahmen gegen versehentlichen persönlichen Kontakt mit der Ladung vereinbart. 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. Das Sicherheitsdatenblatt sollte Informationen enthalten, wie im Fall eines solchen Kontakts zu verfahren ist. Es sollte auf die besonderen Eigenschaften der Ladung hinweisen, und das Personal sollte die einzuhaltenden Verfahren kennen. Eine geeignete Sicherheitsdusche und Augenspülausrüstung sollten in unmittelbarer Nähe der Stellen an Bord bzw. an Land eingerichtet werden und zum sofortigen Einsatz bereit sein, wo regelmäßig Umschlagsarbeiten erfolgen.	x	x	x	
	5	Die Ladungsumschlagsrate ist kompatibel mit der automatischen Abschalteinrichtung, falls eine benutzt wird. Automatische Absperrventile können auf dem Tankschiff (bzw. den Tankschiffen) und/oder an Land vorgesehen werden. Sie werden automatisch betätigt, z. B. durch einen bestimmten Pegel, der in einem zu füllenden Tank eines Tankschiffs (bzw. von Tankschiffen) oder an Land erreicht wird. Werden solche Systeme eingesetzt, sollte die Umschlagsquote so festgelegt werden, dass Druckstöße durch das automatische Schließen von Ventilen keinen Schaden an den Gasabfuhr- bzw. Gasrückführleitungssystemen verursachen. Alternative Mittel, wie z. B. Rückführungssysteme und Puffertanks können eingebaut werden, um den entstandenen Druckstoß zu entlasten. Zwischen der verantwortlichen Person/dem Schiffsbeauftragten und/oder dem Terminalbeauftragten sollte eine schriftliche Vereinbarung darüber getroffen werden, ob die Ladungsumschlagsrate angepasst oder alternative Systeme eingesetzt werden sollten.	x	x	x	
	6	Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung. Die Tankschiffe und die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems an Land sollten regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie sich in einem funktionstüchtigen Zustand befinden. In Fällen, in denen es möglich ist, für verschiedene Füllstände einen Alarm einzustellen, sollte der Alarm für den erforderlichen Füllstand eingestellt werden.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil C. Flüssige Chemikalien als Massengut - Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	7	Tragbare Gasspürgeräte stehen ohne weiteres für die umgeschlagenen Produkte bereit. Die bereitgestellten Geräte sollten bei Erfordernis in der Lage sein, entzündbare und/oder toxische Werte zu messen. Geeignete Ausrüstungen sollten für die Betriebsprüfungen der Geräte zur Verfügung stehen, mit denen die Entflammbarkeit gemessen werden kann. Funktionsprüfungen sollten vor Verwendung der Ausrüstungen durchgeführt werden. Die Kalibrierung sollte gemäß dem Sicherheitsmanagementsystem erfolgen.	x	x	x	
	8	Es wurden Informationen zu Brandbekämpfungsausrüstungen und -verfahren ausgetauscht. Es sollten Informationen über die Verfügbarkeit von Brandbekämpfungsausrüstungen und die im Fall eines Feuers an Bord oder an Land zu befolgenden Verfahren ausgetauscht werden. Besondere Aufmerksamkeit ist allen umgeschlagenen Produkten zu widmen, die mit Wasser reagieren können oder spezielle Brandbekämpfungsverfahren erfordern.	x	x	x	
	9	Die Übergabeschläuche und Dichtungen bestehen aus einem geeigneten Material und sind resistent gegenüber der Einwirkung der umgeschlagenen Produkte. 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.	x	x	x	x
	10	Der Ladungsumschlag erfolgt mit dem fest installierten Rohrleitungssystem. Alle Ladungsübergaben sollten über fest installierte Rohrleitungssysteme an Bord und an Land erfolgen. Sollte es aus speziellen betrieblichen Gründen notwendig sein, tragbare Lade- und Löschleitungen 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. Die Verwendung von nicht fest installierten Lade- und Löschausrüstungen im Tankinneren ist im Allgemeinen nicht gestattet, sofern nicht spezielle Genehmigungen eingeholt wurden. Wenn Ladungsschläuche zur Herstellung von Anschlüssen innerhalb des fest installierten Rohrleitungssystems des Tankschiffs (bzw. der Tankschiffe) oder an Land verwendet werden, sollten diese Anschlüsse ordentlich gesichert werden, so kurz wie möglich und elektrisch durchgängig zum Tankschiff (bzw. zu den Tankschiffen) und/oder zur Landrohrleitung sein. Alle verwendeten Schläuche müssen für den Einsatzzweck geeignet und ordnungsgemäß geprüft, gekennzeichnet und zertifiziert sein.	x	x	x	
	11	Falls zutreffend wurden Verfahren für die Entgegennahme von Stickstoff von Land entweder für das Inertisieren oder Spülen von Tanks des Tankschiffs oder für das Spülen der Leitung zum Tankschiff vereinbart. Tankschiff(e) und/oder Land sollten schriftlich die Stickstoffversorgung vereinbaren und dabei das geforderte Volumen und die Durchflusssgeschwindigkeit in Kubikmetern pro Minute angeben. Die Reihenfolge der Ventilöffnung vor Beginn und nach Abschluss des Vorgangs sollte vereinbart werden, damit das Tankschiff (bzw. die Tankschiffe) 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. Der Tankdruck sollte während der gesamten Tätigkeiten genau überwacht werden. Die Zustimmung des Tankschiffs ist einzuholen, wenn das Terminal/das entladende Tankschiff komprimierten Stickstoff (oder Druckluft) zur Reinigung der Rohrleitungen verwenden will. Das (die Ladung übernehmende) Tankschiff sollte über den dabei verwendeten Druck und die Möglichkeit von eindringendem Gas in den Ladetank informiert werden.	x		x	
	12	Falls erforderlich steht ein Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks zur sofortigen Benutzung bereit. Es kann ein gut funktionierendes Wassersprühsystem zum Einsatz kommen, um einen Anstieg der Ladedecktemperatur durch Einstrahlung zu vermeiden.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil D. Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	1	Es sind Sicherheitsdatenblätter oder gleichwertige Unterlagen vorhanden, die die notwendigen Angaben für den sicheren Umschlag der Ladung liefern. Vor und während des Umschlags müssen Informationen zu jedem umgeschlagenen Produkt an Bord des Schiffs (bzw. der Schiffe) und/oder an Land vorhanden sein. Informationen zur Ladung in schriftlicher Form enthalten: • 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 Feuerlöschmittel, • Sonderausrüstungen, die für den sicheren Umgang mit den speziellen Ladungen erforderlich sind, • zulässige Mindesttemperaturen des Stahls im Inneren des Schiffskörpers, • Notfallverfahren.	x	x	x	
	2	Falls zutreffend wurde eine Inhibitionsbescheinigung des Herstellers übergeben. Wird für den Umschlag von Ladungen eine Stabilisierung oder ein Inhibitor gefordert, müssen Schiffe über eine entsprechende Bescheinigung vom Hersteller verfügen, die folgende Angaben enthält: • 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. Das Dokument sollte vor dem Auslaufen an Bord sein.	x	x	x	
	3	Das Wassersprühsystem (Berieselungsanlage) im Bereich des Ladedecks steht zur sofortigen Benutzung bereit. In den Fällen, wo entflammbare oder toxische Produkte umgeschlagen werden, sollten Wassersprühsysteme regelmäßig geprüft werden. Angaben zu den letzten Prüfungen sollten ausgetauscht werden. Im Betrieb sollten die Systeme sofort einsatzbereit sein.	x	x	x	
	4	Es stehen ausreichend Schutzkleidung und Schutzausrüstung (einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte) zur sofortigen Benutzung bereit, die für die umgeschlagenen Produkte geeignet sind. Es sollten geeignete Schutzausrüstungen, einschließlich umluftunabhängige Atemschutzgeräte, Augenschutzrichtungen und Schutzkleidung für die speziellen Gefahren in Verbindung mit dem umgeschlagenen Produkt für den sofortigen Einsatz und in ausreichender Zahl für das Betriebspersonal an Bord und an Land zur Verfügung stehen. Die Aufbewahrungsorte für diese Ausrüstungen sollten wettergeschützt und eindeutig gekennzeichnet sein. Das gesamte, direkt am Umschlag beteiligte Personal sollte diese Ausrüstungen und Bekleidung verwenden, wann immer es die Situation verlangt. Personal, das bei Umschlagsarbeiten Atemschutzgeräte tragen muss, sollte in deren sicherer Benutzung geschult sein. Ungeschultes Personal und Personal mit Gesichtsbehaarung sollte nicht für Tätigkeiten vorgesehen werden, bei denen Atemschutzgeräte getragen werden müssen.	x	x	x	
	5	Laderäume und Räume zwischen Barrieren sind, wie erforderlich, inertisiert oder mit trockener Luft gefüllt. Die Räume, für die die Gas Carrier Codes der IMO gelten, sollten vor dem Einlaufen von der Besatzung des Tankschiffs kontrolliert werden.	x	x	x	
	6	Alle ferngesteuerten Ventile sind funktionstüchtig. Alle ferngesteuerten Ventile des Ladungssystems von Tankschiff(en) und/oder Land und deren System zur Stellungsanzeige sollten regelmäßig überprüft werden. Angaben zu den letzten Prüfungen sollten ausgetauscht werden.	x	x	x	
	7	Die erforderlichen Ladepumpen und Kompressoren sind in gutem Zustand und die maximalen Betriebsdrücke wurden zwischen (beiden) Tankschiff(en) und/oder Land vereinbart. Es sollte eine schriftliche Übereinkunft zum maximal zulässigen Betriebsdruck im Lade- und Löschleitungssystem während der Arbeiten erzielt werden.	x	x	x	
	8	Die Rückverflüssigungs- oder Verdampfungskontrolltechnik (Boil-off) ist in gutem Zustand. Es sollte überprüft werden, dass die Rückverflüssigungs- und Verdampfungskontrolltechnik, sofern erforderlich, vor dem Beginn der Arbeiten einwandfrei funktionstüchtig sind.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil D. Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	9	Die Gaspürausrüstung ist ordnungsgemäß für die Ladung eingestellt, kalibriert, geprüft und inspiziert worden und ist in gutem Zustand. Zur Funktionsprüfung der Gaspürausrüstung sollte ein geeignetes Gas zur Verfügung stehen. Gaspüranlagen sollten vor Beginn der Umschlagsarbeiten für das umzuschlagende Produkt geprüft werden. Die Alarmfunktion sollte getestet und die Angaben zur letzten Überprüfung sollten ausgetauscht sein. Tragbare Gaspürgeräte, die sich für die umgeschlagenen Produkte eignen und in der Lage sind, entzündbare bzw. toxische Werte zu messen, sollten zur Verfügung stehen. Tragbare Geräte, die im Zündbereich messen können, sollten vor Beginn der Umschlagarbeiten einer Funktionsprüfung für die umzuschlagenden Produkte unterzogen werden. Die Kalibrierung sollte gemäß dem Sicherheitsmanagementsystem erfolgen.	x	x	x	
	10	Die Messinstrumente und Alarmvorrichtungen des Ladungssystems sind korrekt eingestellt und in Ordnung. Die Schiffs- und/oder Landmessgeräte und Alarmeinrichtungen des Ladungssystems sollten regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie sich in einem funktionstüchtigen Zustand befinden. In Fällen, in denen es möglich ist, für verschiedene Füllstände einen Alarm einzustellen, sollte der Alarm für den erforderlichen Füllstand eingestellt werden.	x	x	x	
	11	Die Notabschaltvorrichtungen wurden getestet und funktionieren ordnungsgemäß. Nach Möglichkeit sollten die Notabschaltvorrichtungen von Tankschiff(en) und/oder Land vor Beginn der Ladungsübergabe getestet werden.	x	x	x	
	12	Tankschiff(e) und/oder Land haben sich gegenseitig über die Schließgeschwindigkeit der Notabschaltventile, Automatikventile oder ähnlicher Vorrichtungen informiert. Automatische Absperrventile können in den Systemen auf dem Tankschiff (den Tankschiffen) 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. Die Schließgeschwindigkeit aller Automatikventile sollte bekannt sein, und diesbezügliche Informationen sollten ausgetauscht werden. Werden Automatikventile installiert und eingesetzt, sollte die Umschlaggeschwindigkeit so angepasst werden, dass ein Druckstoß durch das automatische Schließen eines solchen Ventils den sicheren Betriebsdruck des Rohrleitungssystems weder auf dem Tankschiff (den Tankschiffen) noch an Land überschreitet. Alternativ dazu können Mittel, wie z. B. Rückführungssysteme und Puffertanks, eingebaut werden, um den entstandenen Druckstoß zu entlasten. Zwischen dem (den) verantwortlichen Personen/Schiffsbeauftragten und/oder dem Terminalbeauftragten sollte eine schriftliche Vereinbarung darüber getroffen werden, ob die Ladungsumschlagsrate angepasst oder alternative Systeme eingesetzt werden sollten. Die sichere Ladungsumschlagsrate sollte in der Vereinbarung vermerkt werden.	x	x	x	
	13	Zwischen den Tankschiffen wurden Informationen über die maximalen/minimalen Temperaturen/Drücke der umzuschlagenden Ladung ausgetauscht. Vor Beginn der Umschlagsarbeiten sollten zwischen der (den) verantwortlichen Person(en) / dem (den) Schiffsbeauftragten und den Terminalbeauftragten Informationen zu den Temperatur-/Druckanforderungen für die Ladung ausgetauscht werden. Diese Information sollte schriftlich erfolgen.	x	x	x	
	14	Die Ladetanks sind während der Ladevorgänge jederzeit vor versehentlichem Überfüllen geschützt. Automatische Abschaltsysteme 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 sollte in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden. Werden Abschaltsysteme von Tankschiff(en) und/oder Land miteinander verbunden, muss ihre Funktionstüchtigkeit vor Beginn der Ladungsübergabe überprüft werden.	x	x	x	
	15	Der Kompressorraum ist ordnungsgemäß belüftet, der Elektromotorenraum steht ordnungsgemäß unter Druck und das Alarmsystem funktioniert. Vor Beginn des Ladungsumschlags sollten Lüfter mindestens 10 Minuten lang und danach durchgehend für die Dauer des Umschlags laufen. Akustische und optische Alarmer, die sich an Luftschleusen zu Kompressor- /Motorräumen befinden, sollten regelmäßig überprüft werden.	x	x	x	

Hinweise für das Ausfüllen der Sicherheitscheckliste			Anhang			
		Teil D. Flüssiggas als Massengut – Verbale Überprüfung	1	2	3	4
	16	Die Sicherheitsventile der Ladetanks sind korrekt eingestellt, und die tatsächlichen Einstellwerte der Sicherheitsventile werden deutlich und sichtbar angezeigt. In Fällen, wo Ladetanks mehr als eine Sicherheitsventileinstellung haben dürfen, sollte überprüft werden, dass das Sicherheitsventil so eingestellt ist, wie es für die umzuschlagende Ladung erforderlich ist, und dass die aktuelle Einstellung des Sicherheitsventils klar und deutlich an Bord des Schiffs (der Schiffe) erkennbar ist. Einstellungen von Sicherheitsventilen sollten in die Checkliste eingetragen werden.	x	x	x	
	17	Der Betriebsparameter (Öffnungsdruck) des Druckventils (MARV) des Tankschiffs wurde berücksichtigt und vereinbart. Bei der englischen Abkürzung MARV handelt es sich um den maximal zulässigen Einstelldruck der Sicherheitsventile (Maximum Allowable Relief Valve setting) am Ladetank eines Tankschiffs gemäß Angabe im Zulassungszeugnis (Certificate of Fitness / Approval) des Tankschiffs.	x	x	x	
	18	Bei der Beförderung von tiefgekühlten Flüssiggasen ist die Haltedauer ermittelt worden und bekannt und wird dokumentiert. Wird Flüssiggas umgeschlagen, so muss dieser Posten vor dem Ladungsumschlag ausgefüllt werden. Soweit die Temperatur der Ladung nicht kontrolliert wird, die die Nutzung des maximalen Boil-offs in jedem Betriebszustand sicherstellt, muss die Haltezeit vor dem Laden vom Schiffsführer oder in dessen Namen berechnet und während des Ladens vom Schiffsführer oder in dessen Namen bestätigt sowie an Bord dokumentiert werden.				
	19	Die (Hafen-)Behörden wurden, falls erforderlich, vor dem Ladungsumschlag informiert.	x	x	x	
	20	Sofern von den (Hafen-)Behörden gefordert, wurde ein externer Koordinator benannt und befindet sich als verantwortlicher Koordinator für den geplanten Ladungsumschlag zwischen den beiden Tankschiffen an Bord.		x	x	

