

WIRTSCHAFTSKOMMISSION FÜR EUROPA

BINNENVERKEHRSAUSSCHUSS

Arbeitsgruppe für die Beförderung gefährlicher Güter

Gemeinsame Tagung der Fachleute für die dem Europäischen Übereinkommen über die Internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (ADN) anhängenden Vorschriften

Neunzehnte Sitzung

Genf, 22 - 25 August 2011

Tagesordnungspunkt 4

**Vorschläge für Änderungen der dem ADN beigefügten Verordnung**

Lüftungsanforderungen

**Eingereicht von der Europäischen Binnenschiffahrtsunion (EBU)**

Bericht

Studie über die Wirksamkeit der ADN-Bestimmungen bezüglich Messung und Lüftung von Containerschiffen mit gefährlichen Gütern



Auftrag SPB/EICB en Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Bericht

Studie über die Wirksamkeit der ADN-Bestimmungen bezüglich Messung und  
Lüftung von Containerschiffen mit gefährlichen Gütern

4 juli 2011

Transafe B.V

Langesteijn 116 | 3342 LG H.I. Ambacht-NL

Postbus 11 | 3340 AA H.I. Ambacht-NL

T. +31 (0)78 68 243 00 | F. +31 (0)78 68 143 29

[info@transafe.info](mailto:info@transafe.info)

[www.transafe.info](http://www.transafe.info)

Michael Zevenbergen

Sicherheitsberater

Marcel Kind

Managing Director

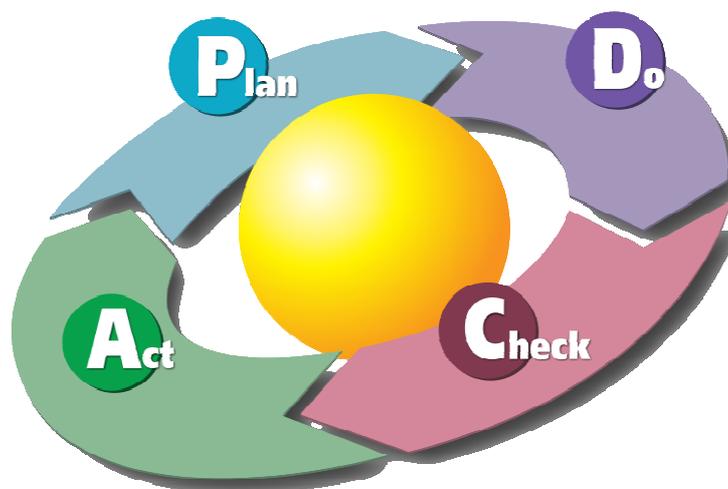
## 1. Einführung

Transafe wurde beauftragt, die derzeitigen Vorschriften, wie im ADN (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen) beschrieben, auf deren Realisierbarkeit zu prüfen.

Transafe ist ein Beratungsunternehmen, das sich täglich mit der Praxis der Binnenschifffahrt beschäftigt. Eine der wesentlichen Angebote von Transafe ist die Rolle des Sicherheitsberaters für Schiffe, die gefährliche Güter transportieren, und für den Uferbereich von Lagerunternehmen. Zudem führt Transafe Sicherheits- und Qualitätsprüfungen, Alkohol- und Drogentests durch, erstellt Risikoanalysen & -bewertungen, Safety Management Systeme, Fehlzeitenbetreuung (Arbo), erstellt Aufgabenrisikoanalysen, ist Ansprechpartner für Fragen zur Sicherheit und Gesetzgebung, Kurse (ADN, Sicherheit, usw.). Aufgrund der Rolle von Transafe als Sicherheitsberater ist es besonders heikel zu behaupten, dass man Vorschriften vereinfachen bzw. streichen sollte. Daher wurden in der Studie die unterschiedlichen Sicherheitsaspekte und die Auswirkungen der Gesetzesänderungen bei unterschiedlichen Szenarien sorgfältig und umfassend behandelt.

In den Schlussfolgerungen des Berichts wurden die Praxis und die direkte Sicherheit der beim Transport beteiligten Mitarbeiter an die erste Stelle gesetzt.

Transafe betrachtet diese Studie im Verbesserungsprozess gemäß „Demingkreis“ (Plan-Do-Check-Act) wie folgt:



„Demingkreis“ (Quelle: Wikipedia)

Der Demingkreis ist ein Hilfsmittel zwecks Qualitätssicherung/Sicherheitsmanagement. Der Kreis beschreibt 4 Schritte (Plan-Do-Check-Act; Planen-Tun-Überprüfen-Umsetzen), wobei ständig Aufmerksamkeit bezüglich Verbesserung der Qualität/Sicherheit besteht. Dieser kann auch verwendet werden, um die Gesetzgebung und Alternativen zu prüfen.

In der Vergangenheit waren die VE-Bestimmungen in das ADN (Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein) aufgenommen, zu sehen unter Schritt „Plan“. Als diese Änderungen eingeführt wurden, war es obligatorisch, mit diesen zu arbeiten; Schritt „Do“. Bei der Studie hat Transafe den Schritt „Check“ übernommen, also geprüft, ob die Vorschriften realisierbar sind. Um die Ergebnisse der Studie im Verbesserungsprozess an den folgenden Schritt „Act“ weiterzureichen, hat Transafe in den Empfehlungen von Kapitel 8.3 einen Vorschlag zur Anpassung des Textes der Vorschriften unterbreitet.

Mit den Ergebnissen dieser Studie hoffen wir, einen nützlichen Beitrag zu besser anwendbaren und effektiveren Vorschriften zu leisten, die der Sicherheit in der Praxis dienen.



*Ein gewöhnliches Containerschiff „Jordy-M“ mit folgenden Maßen: 110 m Länge x 11,45 m Breite, 208 TEU (4 Lagen).*

## **2. Inhaltsverzeichnis**

1. Einführung
2. Inhaltsverzeichnis
3. Zusammenfassung
4. Problemstellung
  - 4.1. Prozess
  - 4.2. Derzeitige VE-Bestimmungen
  - 4.3. Risiken
  - 4.4. Praxis
  - 4.5. Literaturhinweise
5. Beschreibung der Studie
  - 5.1. Lüftung
    - 5.1.1. Beschreibung der Lüftung in der Praxis
    - 5.1.2. Bestandsaufnahme der Lüftungseinrichtung an Bord von Schiffen
    - 5.1.3. CFD-Strömungsanalyse der Luft
    - 5.1.4. Praktische Probleme (u. a. in Bezug auf Beladungszustände)
    - 5.1.5. Zwischenfazit zur Lüftung
  - 5.2. Messung
    - 5.2.1. Verfügbare und anwendbare Messverfahren
    - 5.2.2. Vor- und Nachteile unterschiedlicher Messmittel
    - 5.2.3. Wissen der Besatzung in Bezug auf Messungen
    - 5.2.4. Praktische Engpässe beim Messen
    - 5.2.5. Effektivität des Messens
    - 5.2.6. Zwischenfazit zum Messen
  - 5.3. Prüfung der Einhaltung der Sorgfaltspflicht vonseiten des Verladeters
    - 5.3.1. Sorgfaltspflicht vonseiten des Verladeters
    - 5.3.2. Befragung der Containerumschlagterminals
    - 5.3.3. Praxis des Ladens und Löschens
  - 5.4. Zwischenfälle mit Containern
    - 5.4.1. Ergebnisse der Behörden und Instanzen
    - 5.4.2. Ergebnis der Befragung bei der Besatzung auf Containerschiffen
    - 5.4.3. Im Internet gefundene Daten

- 6. Schlussfolgerung der Studie zur derzeitigen Situation
- 7. Beschreibung und Vergleich von Alternativen
  - 7.1. Derzeitige Risikoanalyse und -auswertung
    - 7.1.1. Zu befördernde Stoffe
    - 7.1.2. Betriebsnotfallplan & Risiken in Bezug auf die zu befördernden Stoffe
  - 7.2. Beschreibung von Alternativen und Risikomatrix
  - 7.3. Zwischenfazit zum Vergleich von Alternativen
- 8. Schlussfolgerungen und Empfehlungen
  - 8.1. Erläuterung
  - 8.2. Schlussfolgerungen
  - 8.3. Empfehlungen
- 9. Genutzte Literatur, konsultierte Instanzen und Unternehmen sowie verwendete Abkürzungen
  - 9.1. Genutzte Literatur
  - 9.2. Konsultierte Instanzen und Unternehmen
  - 9.3. Verwendete Abkürzungen

Anlagen:

- 5.1.2. Bestandsaufnahme von Raumventilatoren bei Containerschiffen
- 5.1.3. CFD-Analyse Bunova
- 5.4.2. Ergebnisse der Erfahrungen mit Zwischenfällen mit Containern mit gefährlichen Stoffen

### 3. Zusammenfassung

Transafe wurde beauftragt, zu prüfen, ob die derzeitigen Vorschriften in Bezug auf Messung und Lüftung an Bord von Containerschiffen anwendbar sind. Dabei handelt es sich um die Vorschriften unter ADN Kap. 7.1.4.12.2 und Kap. 7.1.6.12.

7.1.4.12.2 enthält eine allgemeine Bestimmung: Bei Verdacht auf Beschädigung oder Leckage muss gemessen und gelüftet werden. Unter 7.1.6.12 werden die VE-Bestimmungen beschrieben. In Tabelle A von Kapitel 3.2 des ADN wird per Produkt angegeben, welche VE-Bestimmung Anwendung findet, wobei auf 7.1.6.12 verwiesen wird. Beide Vorschriften beschreiben Maßnahmen zur Messung von vorhandenen gefährlichen Gütern und, falls diese vorhanden sind, zur Lüftung der Räume.

Transafe hat die Verlässlichkeit der obligatorischen Messungen, die Wirksamkeit des Lüftens, die Einhaltung der Sorgfaltspflicht vonseiten der Verloader sowie Anzahl und Art der Zwischenfälle mit Containern mit gefährlichen Gütern untersucht.

Außer der Durchführung oben genannter Prüfung wurde darum gebeten, einige Alternativen mittels Risikoanalyse nebeneinander darzustellen.

Aus der Studie geht hervor, dass es mit dem derzeitigen Stand der Technik und Anweisungen nicht möglich ist, eine vollständig verlässliche und repräsentative Messung von der Schiffsbesatzung durchzuführen zu lassen. Das kommt daher, dass es kein einfaches effektives Messmittel gibt, mit dem alle zu befördernden Produkte gemessen werden können. Zudem bestehen bei den Messungen Abweichungen und besteht das Problem der Kreuzempfindlichkeiten. Im Rahmen der Studie zeigte sich, dass das Lüften unter den idealsten Praxisbedingungen keinen Effekt hat. Das ADN schreibt nicht vor, wie und wo zu messen ist. Darauf kann derzeit offensichtlich noch keine abschließende Antwort gegeben werden. In der Praxis wird aus obigen Gründen von der Besatzung häufig nicht gemessen.

Im Rahmen der Studie zeigte sich, dass Zwischenfälle mit Containern, bei denen gefährliche Güter austreten, relativ selten vorkommen. In den meisten Fällen war ein Container bereits undicht, bevor er an Bord des Binnenschiffes geladen wurde. Ein einziges Mal wird während der Beladung des Schiffs ein anderer Container durch Handlungen beschädigt, die vom Kranführer während des Ladens durchgeführt werden. In einem sehr seltenen Fall wird der Container während der Schifffahrt undicht.

Transafe hat die alternativen Situationen bezüglich derzeitiger Vorschriften anhand folgender Szenarien betrachtet:

- 1) Beibehaltung der derzeitigen Situation
- 2) Messen nur bei Verdacht
- 3) Niemals Messen
- 4) Messen nur bei Verdacht, mithilfe von Fachleuten, einem guten schiffsseitigen Notfallplan und einer gewährleisteteten Zusammenarbeit mit Terminals, Behörden und Fachleuten im Falle (des Verdachts) einer Leckage bei einem Container mit gefährlichen Gütern.

Transafe schlägt auf Grundlage von Szenario 4 eine Textänderung bezüglich der genannten Artikel in Kap. 7.1. des ADN vor. Dabei wird stärker die Bedeutung der Kontrolle von Containern betont, bevor sie an Bord des Schiffes geladen werden, sowie die Gewährleistung des sicheren Umgangs mit Situationen bei undichten Containern mit gefährlichen Gütern mittels Kontrollmaßnahmen. In diesem Rahmen wird die Situation weiter gefasst, als lediglich aus Sicht des Schiffes, da beim Transport immer mehrere Parteien beteiligt sind.



*Containerschiff mit 5 Lagen Containern.*

## 4. Problemstellung

### 4.1. Prozess

Mit Binnenschiffen werden Containern über Binnenwasserstraßen transportiert. In einigen Fällen können sich in diesen Containern gefährliche Güter befinden. Zudem gibt es Tankcontainer, wobei im Rahmen eines Containers ein Lagertank aufgehängt ist.

Die Schiffe werden mit einem Kran beladen und gelöscht. Die Besatzung muss (im Gegensatz zu einem Tanker) nichts mit der Ladung selbst tun; das Laden und Löschen erfolgt mittels Kran des Lade-/Löschterminals.

Viele beladene (befüllte) Container werden in Seehäfen von Seeschiffen antransportiert.

Die Seehafen-Containerterminals übernehmen die Container und diese werden auf dem Terminal gelagert. Zu einem späteren Zeitpunkt werden die Container von Binnenschiffen geladen und zu den Terminals am Zielort gebracht. Umgekehrt besteht derselbe Prozess mit leeren, jedoch auch mit beladenen Containern. Darüber hinaus gibt es Lade-/Löschterminals, die selbst Container befüllen oder löschen (beispielsweise BASF, Bayer).

Im Rahmen der Studie zeigte sich, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Container an Bord eines Binnenschiffes undicht wird, minimal ist. Die größte Wahrscheinlichkeit besteht zum Zeitpunkt des Umschlags, wobei der Container aufgrund der inhärenten Stöße und Erschütterungen beim Laden und im Ausnahmefall aufgrund eines Fehlers des Kranführers beschädigt werden kann. Festgestellt wurde, dass es äußerst selten vorkommt, dass ein Container während der Schifffahrt undicht wird.

Zudem ist es möglich, dass ein beschädigter Container an Bord geladen wird, ohne dass der Verloader darüber informiert ist. Zur Kontrolle dieses Prozesses wurden im ADN in Kap. 1.4. „Sicherheitspflichten der Beteiligten“ Verpflichtungen für alle an der Beförderung Beteiligten (Absender, Verloader, Beförderer, Verpacker / Befüller, Empfänger) aufgenommen. Kurz gesagt haben alle Beteiligten die Pflicht, Maßnahmen zu ergreifen, um eine sichere Beförderung zu gewährleisten. Unter anderem muss kontrolliert werden, dass der Container keine Beschädigungen aufweist und die entsprechende Bezettelung angebracht ist.



Beispiel für Bezeichnung eines Containers.

#### 4.2. Derzeitige VE-Bestimmungen

Im ADN (bis zum 1.1.2011 „ADNR“) stehen in Kap. 7. („Vorschriften für das Laden, Befördern, Löschen und sonstige Handhaben der Ladung“) Vorschriften zur Messung und Lüftung:

##### 7.1.4.12 Lüftung

...

7.1.4.12.2 Auf Schiffen, welche nur gefährliche Güter in Containern in offenen Laderäumen befördern, brauchen die Ventilatoren nicht eingebaut zu sein, sie müssen aber an Bord mitgeführt werden. **Bei Verdacht auf Beschädigung der Container oder bei Verdacht, dass der Inhalt sich innerhalb der Container freigesetzt hat, müssen die Laderäume so gelüftet werden, dass bei aus der Ladung herrührenden entzündbaren Gasen die Gaskonzentration unter 10 % der unteren Explosionsgrenze liegt oder bei aus der Ladung herrührenden giftigen Gasen oder Dämpfen die Laderäume frei von jeder bedeutsamen Konzentration sind.**

##### 7.1.6 Zusätzliche Anforderungen

###### 7.1.6.12 Lüftung

Die folgenden zusätzlichen Anforderungen müssen erfüllt werden, wenn sie in 3.2 Tabelle A Spalte 10 erwähnt werden:

VE01: **Laderäume, die diese Stoffe enthalten, müssen mit der vollen Leistung der Ventilatoren gelüftet werden, wenn nach Messung festgestellt wird, dass die Gaskonzentration von aus der Ladung herrührenden Gasen 10 % der unteren Explosionsgrenze übersteigt. Diese Messung ist sofort nach dem Beladen durchzuführen.** Eine Wiederholungsmessung muss nach einer Stunde durchgeführt werden. Diese Messergebnisse müssen schriftlich festgehalten werden.

**VE02: Laderäume, die diese Stoffe enthalten, müssen mit der vollen Leistung der Ventilatoren gelüftet werden, wenn nach Messung festgestellt wird, dass die Laderäume nicht frei von aus der Ladung herrührenden Gasen sind. Diese Messung ist sofort nach dem Beladen durchzuführen.** Eine Wiederholungsmessung muss nach einer Stunde durchgeführt werden. Diese Messergebnisse müssen schriftlich festgehalten werden.

VE03: Räume, wie Laderäume, Wohnungen und Maschinenräume, die an einem Laderaum angrenzen, der diese Stoffe enthält, müssen gelüftet werden. Die Laderäume, die diese Stoffe enthalten haben, müssen nach dem Löschen zwangsbelüftet werden. Nach dem Belüften muss die Gaskonzentration in diesen Laderäumen gemessen werden. Diese Messergebnisse müssen schriftlich festgehalten werden.

VE04: Werden Druckgaspackungen gemäß 3.3 Sondervorschrift 327 für Wiederaufarbeitungs- oder Entsorgungszwecke befördert, sind die Sondervorschriften VE01 und VE02 anwendbar.

Hinsichtlich des Themas der Studie „Prüfung der derzeitigen VE-Bestimmungen“ entdeckten wir in den Vorschriften von 7.1.4.12 „Lüftung“ bereits das erste Problem. Im Rahmen der Studie hinsichtlich Lüftung (siehe Kapitel 5.1) zeigt sich, dass die Wirkung der Lüftung mittels mechanischer Absaugung der Räume gering ist und nur unter den idealsten theoretischen Bedingungen lediglich eine minimale Wirkung besitzt.

Bezüglich der Bestimmungen VE01/02/04 wird unterschieden: Stoffe, für die in ADN Kap. 3.2. Tabelle A Spalte 10 („Lüftung“) Bestimmung VE01 vorgeschrieben wird, sind im Allgemeinen entzündbar und können entzündbare Dämpfe abgeben.

Stoffe, für die Bestimmung VE02 vorgeschrieben wird, sind im Allgemeinen giftige Stoffe, die giftige Dämpfe abgeben können.

Es gibt auch Stoffe, für die sowohl Bestimmung VE01, als auch VE02 vorgeschrieben wird. Dies sind im Allgemeinen entzündbare, giftige Stoffe, die sowohl entzündbare als auch giftige Dämpfe abgeben können.

Unter 7.1.4.12.2 steht, dass bei Verdacht auf Beschädigung der Container oder bei Verdacht, dass sich der Inhalt freigesetzt hat, so gelüftet werden muss, dass die Gaskonzentration in den Räumen nach der Messung unter 10 % der unteren Explosionsgrenze („10 % UEG“) liegt und frei von jeder bedeutsamen Konzentration sein muss. Um dies erreichen zu können, muss Folgendes an Bord ordnungsgemäß funktionieren:

- 1) Die Lüftung muss funktionieren.
- 2) Die Besatzung muss eine Messung durchführen können, die für die Konzentration im Raum repräsentativ ist. Dabei muss die Gaskonzentration (10 % UEG) und „jede[r] bedeutsame[n]“ Konzentration gemessen werden.

In den VE-Bestimmungen 7.1.6.12. steht Folgendes:

-VE01: Nach dem Beladen ist eine Messung durchzuführen; wenn festgestellt wird, dass die Gaskonzentration 10 % der Explosionsgrenze übersteigt, muss gelüftet werden. In diesem Fall muss nach einer Stunde eine Wiederholungsmessung durchgeführt werden.

-VE02: Nach dem Beladen ist eine Messung durchzuführen; wenn festgestellt wird, dass die Laderäume nicht frei von aus der Ladung herrührenden Gasen sind, muss gelüftet werden. In diesem Fall muss nach einer Stunde eine Wiederholungsmessung durchgeführt werden.

Im Rahmen der Studie wird zudem deutlich, dass auch die Messung von Räumen (siehe Kapitel 5.2.) Probleme bereitet, weshalb es in vielen Fällen nicht möglich ist, ein verlässliches, repräsentatives Messergebnis zu erhalten.

Die Vorschriften unter 7.1.4.12. sowie die VE-Bestimmungen unter 7.1.6.12 tragen dadurch nicht zur Erhöhung der Sicherheit bei. In Kap. 7 werden wir einige Alternativen auf Grundlage der Risikoanalyse darstellen.

#### 4.3. Risiken

Ziel der Vorschriften 7.1.4.12 und 7.1.6.12 ist: Durch Messung feststellen, ob eine explosive bzw. toxische Atmosphäre in den Laderäumen vorliegt und diese lüften, falls diese besteht, sodass diese Atmosphäre kontrolliert wird und sich unter die genannten Werte verbessert. Durch Messung der Atmosphäre im Raum gemäß 7.1.6.12 müssten präventiv Leckagen eines Containers festgestellt werden.

Mit der Durchführung dieser Vorschriften sind diverse Risiken verbunden, bezüglich Messung:

- Scheinsicherheit: Falls die Messungen nicht korrekt durchgeführt werden, interpretiert werden oder nicht an der richtigen Stelle durchgeführt werden, kann dies zu einem Gefühl der Sicherheit führen, obwohl diese nicht besteht. Man könnte annehmen, dass der Raum eine sichere Umgebung ist, obwohl dieser nicht sicher ist.
- Sturzgefahr (Diskrepanz mit Arboret [ndl. Arbeitsschutzgesetz]): Um eine repräsentative Messung durchzuführen, müssen einige Punkte im Raum gemessen werden. Um das Mittel des Raumes

messen zu können, muss die Besatzung auf die Container steigen, wodurch die Sturzgefahr entsteht. Dies ist unerwünscht.

- Gefahr, über Bord zu fallen: Um die Messung durchzuführen, benötigt man 2 Hände. Da die Container nicht bestiegen werden dürfen, muss folglich von einer Stelle um den Raum gemessen werden. Dies bedeutet, dass nur vom Gangbord aus, (80 m lang, 80 cm breit) und vom Deck zwischen Wohnung(en) und Raum aus (und eventuell vom Mittelherft aus) Messungen durchgeführt werden können. Auf dem Gangbord kann man die Reling nicht festhalten, da man die Messung mit zwei Händen durchführen muss und es besteht die Möglichkeit, über Bord zu fallen.

Mit der Durchführung dieser Vorschriften sind diverse Risiken verbunden, bezüglich Lüftung:

- Übermäßige Belastung der Besatzung bezüglich Hebens: Die Ventilatoren wiegen häufig mehr als 35 kg.

- Sturzgefahr (Diskrepanz mit Arboret [ndl. Arbeitsschutzgesetz]): Um Ventilatoren und Saugschlauch an der richtigen Stelle im Raum anzubringen, muss in einigen Fällen auf die Container geklettert werden, wodurch Sturzgefahr entsteht. Dies ist unerwünscht.

- In Bezug auf die mobilen Ventilatoren müsste der Explosionsschutz genauer untersucht werden. Die Ventilatoren selbst müssen EX-te sein; es zeigt sich jedoch, dass die meisten lediglich ein Kabel mit maximal 3 Meter Länge besitzen, weshalb Stromkabel-/Steckverbindungen über die Container und über das Deck verlegt werden müssen. Der Auslass des Ventilators wird beim Absaugen explosiver Dämpfe diese auch an Deck ausstoßen.

- Aussetzung der Besatzung mit explosiven und/oder giftigen Dämpfen am Auslass des Ventilators. Die Besatzung ist nicht geschult oder ausgebildet, wie damit umzugehen ist. Indem diese Absaugung selbstständig vom Raum aus geführt wird, besteht für die Besatzung ein erhöhtes Risiko der Exposition. Zudem besteht ein erhöhtes Risiko, dass die Dämpfe durch mechanische Lüftung der Wohnung(en) und des Steuerhauses dort eindringt.

#### 4.4. Praxis

Aus den regulären Inspektionen, die Transafe auf Containerschiffen durchführt, und aus der expliziten Befragung der Besatzung von 33 Schiffen (siehe Kapitel 5.4.2) zeigt sich hinsichtlich der Praxis Folgendes:

- Wie, was, wo zu messen ist, wird von der Besatzung als großes Problem betrachtet. Das Wissen der Besatzung ist häufig nicht ausreichend, um eine verlässliche, genaue Messung durchzuführen. Zudem sind in einigen Fällen überhaupt keine Messverfahren verfügbar. Darauf wird in Kapitel 5.2. genauer

- eingegangen. - Auf dem Erfassungsbogen werden die Messergebnisse des Raums festgehalten. In 9 von 10 Fällen wird der Erfassungsbogen ausgefüllt, ohne zu messen. Dies wird getan, um eine Buße oder „Theater mit der Wasserschutzpolizei“ zu vermeiden. In der Praxis wird meist nicht gemessen.
- In der Praxis sind Zwischenfälle mit undichten Containern sehr selten. (Siehe Kapitel 5.4.).
  - Wenn ein Container undicht ist, ist es für die Besatzung sehr schwierig zu ermitteln, welcher Container betroffen ist. Häufig ist der Container nicht gut sichtbar, da andere Container darauf oder nahe daneben stehen.
  - In der Praxis wird nur in einem Notfall gelüftet.
  - Die Ventilatoren können in der Praxis nicht an allen Stellen im Raum angebracht werden. In Kapitel 5.1. wird dies genauer beschrieben.

Schiffsname:

Datum Fahrtbeginn:

Erfassungsbogen Gasmessung gemäß ADN 7.1.6.12													
<b>Nach dem Laden, vor Abfahrt</b>													
	% tot UEG	Zeit	Datum	Von	% tot UEG								
Feld 1 bis 5													
Feld 6 bis 11													
<b>Nach 1 Stunde lüften (nur wenn bei Abfahrt Gas gemessen wurde&gt;10)</b>													
	% tot UEG	Zeit	Datum	Von	% tot UEG	Zeit	Datum	Von	% tot UEG	Zeit	Datum	Von	
Feld 1 bis 5													
Feld 6 bis 11													
<b>Nach dem Löschen von Stoffen Code VE 03</b>													
	% tot UEG	Zeit	Datum	Von	% tot UEG	Zeit	Datum	Von	% tot UEG	Zeit	Datum	Von	
Feld 1 bis 5													
Feld 6 bis 11													
Maschinenraum vorn													
Maschinenraum hinten													
Wohnung vorn													
Steuerhaus													

*Beispiel eines Erfassungsbogens/Aufmaßes.*

#### 4.5. Literaturhinweise

Die Studie von Transafe wurde erstellt, wobei Kapitel 2 des Berichtes „Onderzoek inhoudelijke nalevingkosten“ (Studie zu inhaltlichen Einhaltungskosten) von Berenschot vom 17.03.2010 berücksichtigt wurde. Obwohl die Betonung des Berichts von Berenschot nach dem Hinweis auf die Engpässe hauptsächlich auf den Kosten liegt, teilt Transafe größtenteils die Schlussfolgerung des Berichts. Der Akzent der Studie von Transafe liegt jedoch auf den Sicherheitsaspekten für die Besatzung und Dritte. Transafe ist ebenfalls der Auffassung, dass die Gesetzgebung bei der Beschreibung der Pflichten der Beteiligten nicht stark genug ist, wie unter Kap. 1.4. des ADN erwähnt.

## 5. Beschreibung der Studie

### 5.1. Lüftung

#### 5.1.1. Beschreibung der Lüftung in der Praxis

Die meisten Containerschiffe besitzen 2 oder mehrere mobile Ventilatoren. Die Ventilatoren werden elektrisch betrieben und sind explosionsgeschützt (EX). Bei den meisten Schiffen gehört zum Ventilator ein Schlauch, der am Ventilator befestigt werden muss und deren Saugöffnung in den Raum gelegt wird. Da der Ventilator saugt, zieht er Luft aus dem Raum und bläst sie durch die Öffnung an der Ventilatorrückseite ins Freie. Dort sind weiter keine Vorrichtungen angebracht, etwa ein Schlauch, um die Luft abzuführen, Flammensperre, usw. Es gibt auch Schiffe, die keine Schläuche nutzen, sondern feste Schächte besitzen.



*Installierter mobiler Ventilator und Saugschlauch an Deck über dem „Achterherft“.*



*Gleiche Situation, anderes Ende des Saugschlauches. Er liegt auf dem Dummy im Laderaum. Dieser Schlauch ist sowieso zu kurz, um unten in den Laderaum zu kommen. Der Auslass des Ventilators bläst Richtung Wohnung.*



*EX-Kennzeichnung des Ventilators gemäß ATEX-Richtlinie.*

Auf einigen Schiffen ist im vorderen und hinteren Laderaumverschlag ein Schacht eingebaut, der eine Öffnung unten im Laderaum und eine an Deck besitzt, der mittels Luke verschlossen wird. Durch Öffnen der Luke wird die Oberseite des Schachts sichtbar und dort kann zudem ein mobiler Ventilator aufgestellt werden, sodass durch den Schacht Luft aus dem Laderaum gesaugt werden kann.



*Beispiel eines fest installierten Lüftungsschachtes vom Achterherft (Deck) aus, mündet im Laderaum.  
Die meisten Schiffe besitzen keine fest installierten Schächte, sondern lose, mobile Einheiten.*

An Bord von Schiffen, die einen mobilen Ventilator mit Saugschlauch verwenden, und an Bord von Schiffen, die Lüftungsschächte besitzen, müssen die Ventilatoren von der Besatzung an die richtige Stelle gebracht werden. Während der Studie zeigte sich, dass die Ventilatoren >35 kg wiegen und daher nicht einfach transportiert werden können. Wie im niederländischen Arbowet beschrieben, dürfen Lasten von mehr als 25 kg nicht von einer Person gehoben werden. Das Umsetzen der Ventilatoren muss folglich durch mindestens 2 Personen erfolgen.

In de praktijk is het zeer onwenselijk om met deze grote, zware last door het smalle gangboord te lopen, met een verhoogd risico om overboord te vallen. In der Praxis ist es sehr unerwünscht, sich mit dieser großen, schweren Last durch das schmale Gangbord zu bewegen, bei erhöhtem Risiko, über Bord zu fallen.

Während der regulären Inspektionen von Transafe an Bord von Containerschiffen, sowie während der Befragungen der Besatzung zeigte sich, dass die Ventilatoren in einem Maschinenraum gut verstaut sind, gelegentlich so gut, dass die Besatzung nicht mehr weiß, wo.

### 5.1.2. Bestandsaufnahme der Lüftungseinrichtung an Bord von Schiffen

Zur Erfassung der diversen Lüftungseinrichtung und der entsprechenden Lüftungsleistung legte Transafe seinen Kunden mit Containerschiffen einen Fragebogen schriftlich vor. Die Besatzungen der befragten Schiffe haben den Fragebogen beantwortet. Folgendes Format wurde für die Bestandsaufnahme verwendet:

#### **Fragebogen: Daten zu Containerschiffen zwecks Studie über Lüftung/Messung**

<b>Schiffsname:</b>	
Volumen des Laderaums	
Besitzt der Laderaum Trennwände?	
Zahl der Laderaumventilatoren pro Schiff	
Leistung des/der Ventilator(en) m <sup>3</sup> /h	
Durchmesser des/der Saugschläuch(e)	
Welche Messgeräte haben Sie an Bord?	
Falls Sie ein Toximeter besitzen, welche Prüfröhrchen haben Sie an Bord?	
Welchen Atemschutz haben Sie an Bord?	
Eventuelle Anmerkungen:	



Langesteijn 116  
 3342 LG H.I. Ambacht  
 Postbus 11  
 3340 AA H.I. Ambacht  
 T. +31 (0)78 68 243 00  
 F. +31 (0)78 68 143 29  
 E. info@transafe.info  
 I. www.transafe.info

Im Anhang 5.1.2. befindet sich eine vollständige Darstellung der Bestandsaufnahme, bei der die Ergebnisse vollständig ausgeschrieben sind. Die Ergebnisse von 31 Schiffen wurden berücksichtigt (darunter Containerwannen, die im Verbund von Motorschiffen mitgeführt werden). Die Schiffsnamen werden nicht angegeben.

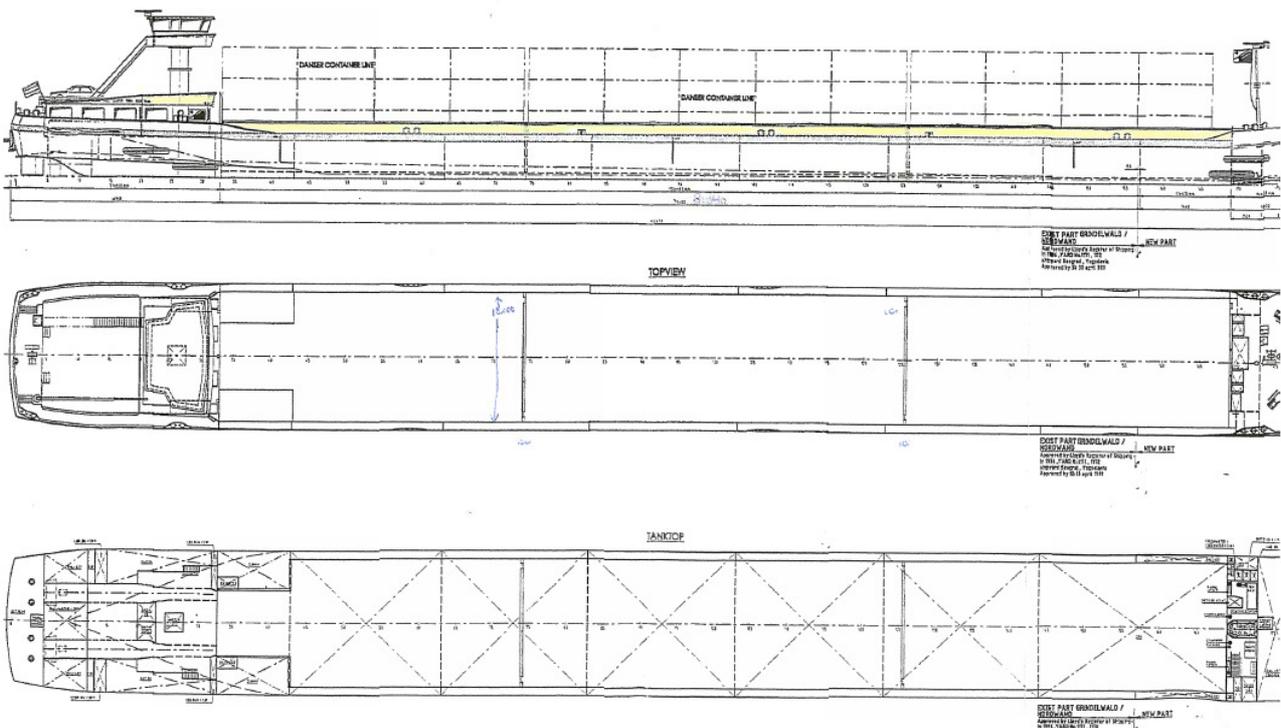
Nach der Bestandsaufnahme erweisen sich folgende Werte für die Verwendung in der weiteren Untersuchung als relevant:

Befragte:	31 Schiffe
Durchschnittliche Anzahl der Schiffe mit losen Ventilatoren/Schläuchen:	86,66 % (26/31)
Durchschnittliche Anzahl der Schiffe mit festen Lüftungsschächten:	12,90 % (4/31)
Durchschnittliche Anzahl der Schiffe ohne Lüftung:	3,22 % (1/31)
Durchschnittliche Leistung der Ventilatoren:	8459,76 m <sup>3</sup> /h
Häufigste Leistung der Ventilatoren:	8500 m <sup>3</sup> /h
Durchschnittlicher Durchmesser des Saugschlauchs:	47,76 cm
Häufigster Durchmesser des Saugschlauchs:	50 cm

### 5.1.3. CFD-Strömungsanalyse der Luft

Ausgehend von dem „durchschnittlichen“ Containerschiff mit 110 m Länge x 11,40 m Breite betragen die Maße des Schiffsraums ca. 80 m x 10 m. Ausgehend von der durchschnittlichen Ventilatorleistung von 8500 m<sup>3</sup> / h (ohne Widerstand, der sich in Krümmungen des Schlauchs ergibt) haben wir genauer untersucht, wie wirksam die Lüftung ist. Es wurde von einem durchschnittlichen Spiel von 4,8 cm zwischen den Containern ausgegangen.

Transafe beauftragte Fa. Bunova Development B.V. (abgekürzt: „Bunova“), die Wirksamkeit der Lüftung zu berechnen. Bunova ist ein Ingenieurbüro im Bereich Werkzeugbau und Prozesstechnologie, spezialisiert in die Nachbildung chemischer und physikalischer Prozesse. Mittels einer CFD-Simulation (numerische Strömungsmechanik) führte Bunova eine Strömungsanalyse der Luft durch, um die Wirkung der Lüftung zu ermitteln.



Zeichnung (Übersicht) eines beispielhaften „Standard“-Containerschiffs. Maße des Laderaums 81,84 m x 10,00 mx 4,00 m. Quelle: Danser Containerline.

Der Auftrag an Bunova wurde in 2 Varianten untergliedert:

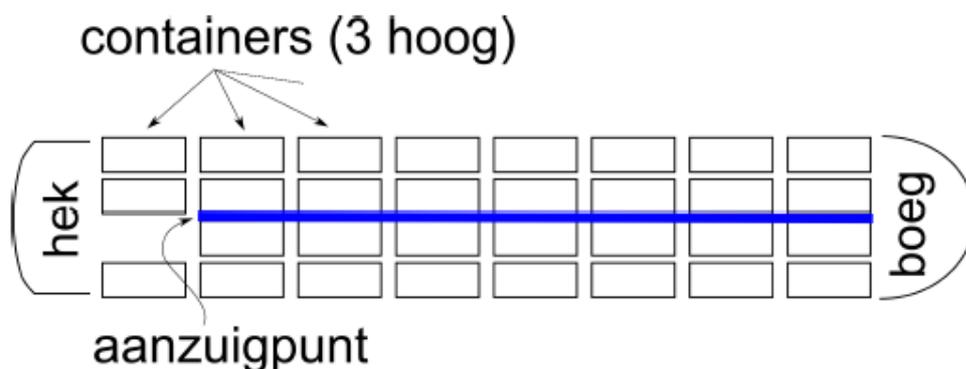
- Variante 1: Lüftungsaufstellung unter idealsten (bei Weitem nicht realistischen) Umständen.

Da der Ventilator-Saugschlauch nicht in einen vollständig gefüllten Laderaum passt -da dieser ja mit Containern gefüllt ist- wurde beim Aufbau ein Stapel (eine Spalte) Container weggelassen, in der hintersten Reihe.

An dieser Stelle wird zwischen 2 Containerreihen längs zum Schiff nach vorn abgesaugt.

Um das optimale Ergebnis zu erzielen, wurde der Saugschlauch theoretisch mit einem abgeklebten Gabelrohr, 1 Container hoch, zwischen Spalt der Container verbunden, sodass sämtliche Luft aus dem Spalt abgesaugt wird. Die Spalte zwischen den nächsten Containern weiter vorn sind theoretisch dicht. Bei der Berechnung wurde von glatten Wänden ausgegangen, um die Lüftungsleistung unter optimalen Umständen zu ermitteln. In der Praxis ist diese Situation unmöglich.

- Variante 2: Lüftungsaufstellung in der am ehesten realisierbaren praktischen Situation. Da der Ventilator-Saugschlauch nicht in einen vollständig gefüllten Laderaum passt -da dieser ja mit Containern gefüllt ist- wurde beim Aufbau eine Reihe Container weggelassen, in der hintersten Reihe. An dieser Stelle wird zwischen 2 Containerreihen längs zum Schiff nach vorn abgesaugt. Der Schlauch wurde in die idealste Position gebracht, im idealsten Winkel und vor dem Spalt zwischen den Containern platziert, auf dem Boden des Laderaums. In Anlage 05-02 befindet sich der vollständige Bericht von Bunova.



Skizze des Aufbaus des Ventilator-Saugschlauchs auf dem Boden des Laderaums. Der Spalt zwischen den Containern wird in Längsrichtung abgesaugt (blaue Linie). Quelle: Bericht Bunova „Afzuiging in laadruim containerschip“ (Absaugung im Laderaum eines Containerschiffs), 16.05.2011.

Aus der CFD-Analyse geht hervor, dass bei „Variante 1“ bis 2 Container nach vorn Luft angesaugt wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit dort lediglich noch 1 % der Ventilatorleistung beträgt. Diese ideale Situation ist in der Praxis aus unterschiedlichen Gründen nicht möglich.

Aus der CFD-Analyse geht hervor, dass bei „Variante 2“ sowieso kaum Luft aus dem Spalt gesaugt wird (1,5 %). Die meiste Luft wird von oben und hinter der Öffnung des Saugschlauchs angesaugt.

#### 5.1.4. Praktische Probleme

Bezüglich der Lüftung wurden während der Studie diverse praktische Probleme festgestellt, die die Machbarkeit, wirksam zu lüften, beeinträchtigen:

- Die Dämpfe der meisten gefährlichen Stoffe sind schwerer als Luft. Es muss also so niedrig wie möglich abgesaugt werden. Ein Containerschiff ist in den meisten Fällen vollständig beladen; also auch die unterste Lage steht voller Container, die gegeneinander stehen. Dadurch ist kein Platz, einen Saugschlauch in den Laderaum zu legen, und müsste erst eine Spalte Container (über die gesamte Höhe) freigelegt werden.
- Die Ventilatoren sind schwer (>35 kg). Sie müssen von 2 Personen getragen über das Gangbord getragen werden, was Sturzgefahr (über Bord) mit sich bringt.
- Die Schläuche sind zu kurz, um an allen Stellen absaugen zu können. Gemäß Arbowet dürfen die Container nicht bestiegen werden. Folglich kann der Ventilator nur um den Laderaum platziert werden; auf den Gangborden oder vor und hinter den Laderäumen an Deck. Der Schlauch muss vom Gangbord aus zunächst 1 Meter nach oben (über den Dennebaum), dann 4 Meter nach unten und im schlechtesten Fall, wenn es sich um einen undichten Container handelt, der sich in der Mitte befindet, noch einmal mindestens 5 Meter zur Seite, um zwischen die mittleren Reihen, in Längsrichtung des Schiffes positioniert zu werden. Dabei wurde zudem von einer Situation in der untersten Lage ausgegangen. Müsste der Schlauch zunächst noch nach oben geführt werden, um über die 3., 4. oder eventuell 5. Lage der Container zu verlaufen, müsste der Schlauch noch viel länger sein. In diesen Fällen ist es daher aufgrund der Höhe überhaupt nicht möglich, den Schlauch zu verlegen.
- Da der Laderaum nicht einfach so betreten werden darf (ADN 7.1.3) und bei einer Situation mit einer Leckage auf keinen Fall und man nicht über die Container gehen darf (Arbo), ist es der Besatzung in vielen Fällen unmöglich, die Saugöffnung des Schlauches an der entsprechenden Stelle zu positionieren.
- Bei Schiffen mit fest eingebauten Lüftungsschächten: Hier kann mit vollem Laderaum gelüftet werden, da kein Schlauch in den Laderaum geführt werden muss. Der Schacht bietet jedoch keine Möglichkeit, an die entsprechende Stelle zu gelangen.
- An den Ventilatoren befindet sich ein loses Kabel mit Stecker für die Stromversorgung. Um den Ventilator an allen Orten mit Strom zu versorgen, muss mit losen Kabeln, Kabeltrommeln usw. auf Deck gearbeitet werden. Dies ist unerwünscht, insbesondere in Verbindung mit möglicherweise

explosiven Dämpfen.



*Beispiel eines beladenen Containerschiffs, Maße 135 m x 17,42 m. Schiffe mit diesen Maßen sind mit 6 Reihen breit beladen. Dadurch ist es praktisch unmöglich, einen Saugschlauch vom Gangbord aus auf den Boden des Laderaums zu führen.*

#### 5.1.5. Zwischenfazit zur Lüftung

Im Rahmen der Studie zeigt sich, dass eine wirksame Lüftung in der Praxis, wie im ADN beschrieben, praktisch unmöglich ist. Neben den praktischen Beschränkungen, die Ventilatoren am entsprechenden Ort aufzustellen, geht aus der CFD-Analyse hervor, dass die Wirkung unter idealsten Umständen gleich null ist. Zusammengefasst ist die Lüftung gemäß derzeitiger Vorschriften und in der derzeitigen Situation sinnlos.



*Dasselbe beladene Containerschiff, anhand dessen deutlich zu sehen ist, dass der Saugschlauch der Ventilatoren nicht überall ohne Besteigen der Container von der Besatzung platziert werden kann.*

## 5.2. Messung

### 5.2.1. Verfügbare, anwendbare Messverfahren

Containerschiffe, die gefährliche Güter transportieren, besitzen meist einen Sauerstoff-/Explosimeter und ein Toximeter oder ein PID-Messgerät.

In Tabelle A, Kapitel 3.2. des ADN ist je zu transportierendem Produkt in Spalte 9 („Ausrüstung erforderlich“), Bezug nehmend auf Kapitel 8.1.5. („Besondere Ausrüstung“), angegeben, welche erforderliche Ausrüstung obligatorisch an Bord sein muss, um dieses Produkt transportieren zu dürfen. Bei den meisten entzündbaren Produkten, bei denen die Bestimmung VE01 in Spalte 10 „Lüftung“ vorgeschrieben ist, ist das Explosimeter obligatorisch. Bei den meisten giftigen Produkten, bei denen die Bestimmung VE02 in Spalte 10 vorgeschrieben ist, ist zudem das Toximeter obligatorisch. Bei Stoffen, die sowohl giftig als auch entzündbar sind, und bei denen die Bestimmungen VE01 und VE02 vorgeschrieben sind, müssen beide Messgeräte an Bord sein.

Um den Laderaum bei Gütern der Klasse 2, 3, 5.2, 6.1 und 8 betreten zu dürfen (ADN Kapitel 7.1.3.1.6.), muss zudem der Sauerstoff gemessen werden. In der Praxis wird der Laderaum selten betreten und nur, wenn das Schiff leer ist.

Zur Einhaltung der Gesetzgebung besitzen die meisten Containerschiffe die vorgeschriebenen Messmittel.

#### Sauerstoff-/Explosimeter:

Die Messung der Explosionsgefahr wird mittels eines meist kombinierten Sauerstoff-/Explosimeters durchgeführt. Es handelt sich um ein elektronisches Gerät. Die Durchführung einer solchen Messung ist in den meisten Fällen relativ einfach. Die meisten Sauerstoff-/Explosimeter besitzen eine selbstansaugende Pumpe. Um den Laderaum messen zu können, muss der Schlauch mit einer Hand geführt werden, bis dieser in der entsprechenden Höhe im Laderaum positioniert ist. Mit der anderen Hand muss man sich an der Reling auf dem Gangbord festhalten und darüber hinaus das Messgerät so festhalten, dass es abzulesen ist. Obwohl die meisten Messgeräte eine Umhängekordel besitzen, führt diese in der Praxis aufgrund der durchzuführenden Handlungen zu einem erhöhten Risiko, über Bord zu fallen. Das Messergebnis ist sofort ablesbar. Dabei kann wenig schiefgehen.

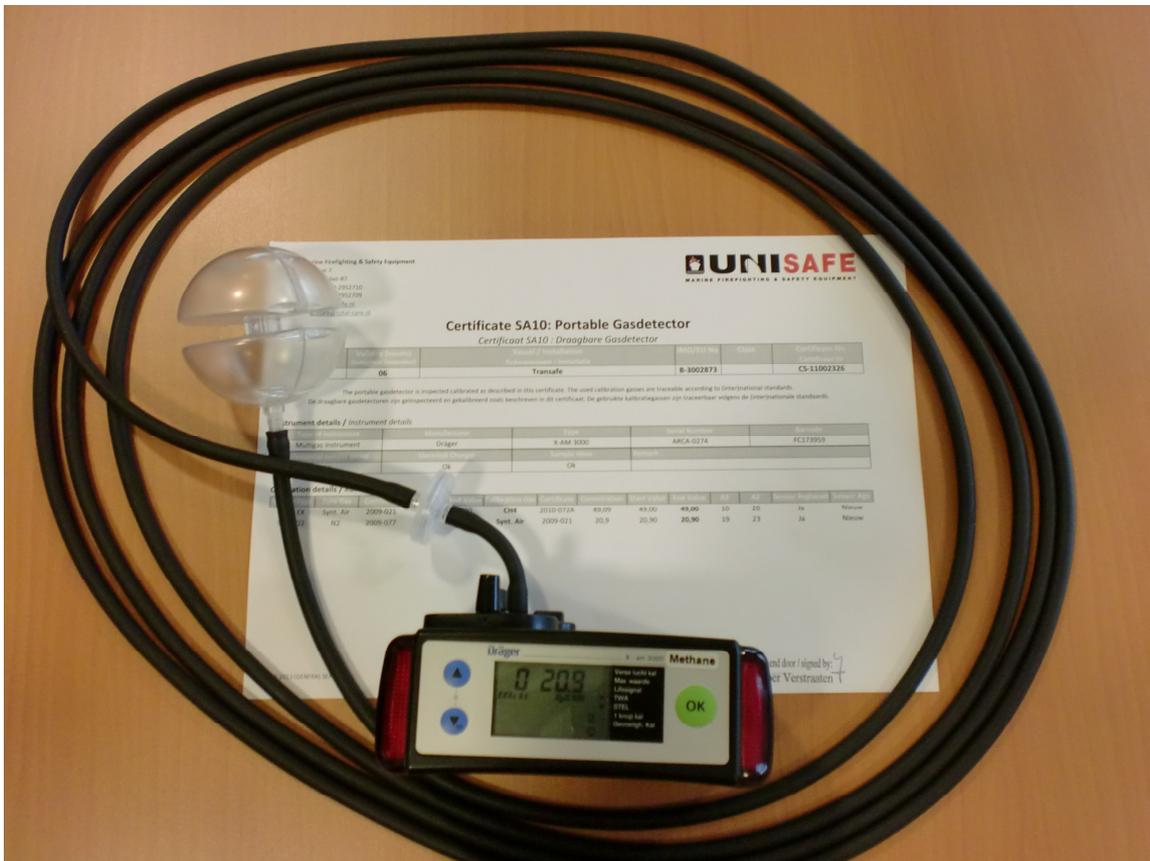


Foto eines kombinierten Sauerstoff-/Explosimeters mit Zertifikat.

Toximeter: Die Messung toxischer Stoffe erfolgt hauptsächlich mit einem Toximeter: einer tragbaren Gasspürpumpe mit Schlauch und Prüfröhrchen. Für die meisten Produkte ist ein separates Prüfröhrchen erhältlich. Zudem gibt es Prüfröhrchen für Mehrfachtests, mit denen eine breite Palette an Produkten erkannt werden kann. Die Möglichkeit von Kreuzempfindlichkeiten der Prüfröhrchen sind zu berücksichtigen (sie reagieren gelegentlich auf mehr als einen Stoff). Indem manuell die vorgeschriebene Anzahl Pumpbewegungen vorgenommen wird, wird die erforderliche Luftmenge durch das Prüfröhrchen geführt, woraufhin dieses reagiert. Im Prüfröhrchen findet eine chemische Reaktion statt. Das Prüfröhrchen kann nur einmal verwendet werden.

Um eine Giftmessung durchzuführen, wird in der Praxis auf dem Gangbord die Packung mit den Prüfröhrchen geöffnet und die Spitze des gläsernen Prüfröhrchens abgebrochen. Das Prüfröhrchen muss in die Hülse unten am Schlauch angebracht werden und der Schlauch muss an der entsprechenden Stelle in den Laderaum gehängt werden.

Für all diese Handlungen sind 2 Hände gleichzeitig erforderlich, weshalb man nicht ständig die Relling festhalten kann und für das durchführende Besatzungsmitglied ein erhöhtes Risiko besteht, über Bord zu fallen. Am Prüfröhrchen ist nach Durchführung der Pumpbewegungen anhand einer Verfärbung das Ergebnis abzulesen. Diese Messung weist eine große Ungenauigkeit auf, u. a. je nach Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Ein zusätzliches praktisches Problem ist, dass man nicht weiß, welcher Stoff zu messen ist.

Wenn das Schiff eine Ladung transportieren würde, etwa UN 1114, Benzol, ist es einfach festzustellen, ob Dämpfe dieses Produkts vorhanden sind. In einem Containerraum, in dem bis zu 150 unterschiedliche Produkte gleichzeitig gelagert sein können, ist es unmöglich zu kontrollieren, welche Dämpfe dort vorhanden sein könnten, und herauszufinden, ob bei den erforderlichen Prüfröhrchen keine Kreuzempfindlichkeiten bestehen. Trotz der Tatsache, dass mehr als 250 unterschiedliche Prüfröhrchen und Programme erhältlich sind, um herauszufinden, für welches Produkt man welches Prüfröhrchen benötigt, gibt es zudem Stoffe, die nicht gemessen werden können.

Darüber hinaus ist das Messergebnis des Toximeters schwierig im Dunkeln abzulesen, da dieses keine Beleuchtung besitzt - im Gegensatz zu den meisten Sauerstoff-/Explosimetern und PID-Messgerät. Der Prüfröhrchentyp „Polytest“, der auf mehrere Produkte reagiert, kann verwendet werden. Der Nachteil dabei ist, dass selbst nach der Messung nicht klar ist, was gemessen wurde. Man könnte sagen, dass es plausibel ist, wenn etwas gemessen wird, dass ein Container undicht ist.



*Foto eines Toximeters (Gasspürpumpe) mit einigen Packungen unterschiedlicher Prüfröhrchen und Zertifikat.*

### PID-Messgerät:

Das PID-Messgerät (Photo Ionizator Detector) ist ein elektronisches Messgerät, das von der Verwendung her dem Sauerstoff-/Explosimeter ähnelt. Außer der häufigen Möglichkeit, Sauerstoff und Explosionskonzentrationen zu messen, misst das PID-Messgerät Konzentrationen unterschiedlicher Stoffe in ppm (parts per million: Teile pro Million). Lediglich ein Teil (aromatischer) Kohlenwasserstoffe sind hiermit messbar. Auch ein Teil der (aromatischen) Kohlenwasserstoffe kann gemessen werden, bei denen jedoch die untere Messgrenze über dem Grenzwert liegt. Andere Stoffe als die oben genannten sind mit einem PID-Messgerät nicht messbar.

Häufig ist das PID-Messgerät auch mit einer Sauerstoff- und Explosionsmessfunktion kombiniert. Um die abgelesenen Werte des PID-Messgeräts zu interpretieren, muss man wissen, was für eine Ionisationslampe das Gerät besitzt.

In der Anleitung ist angegeben, welche Lampe im Gerät verbaut ist. Nach Anzeige des Werts auf dem Display muss der Nutzer diesen mittels Korrekturtabelle in den korrekten Wert umrechnen. Auch dabei gilt, dass der Nutzer wissen muss, welcher Stoff gemessen wird.

Sowohl das das Sauerstoff-/Explosimeter, Toximeter und PID-Messgerät müssen gemäß Herstellerangaben (halbjährlich oder jährlich) von einem Fachmann geprüft werden. Im Rahmen der Prüfung wird ein Zertifikat ausgestellt, das an Bord vorhanden ist.



Foto eines beispielhaften PID-Messgeräts, das auch Sauerstoff, Explosionsgefährdung, H<sub>2</sub>S und CO misst, sowie das Zertifikat.

Beim derzeitigen Stand der Technik können zurzeit also nicht Stoffe direkt gemessen werden.  
U. a. sind diverse Produkte mit Chlorverbindungen nicht direkt messbar.

Einige Beispiele nicht direkt messbarer Stoffe:

- UN 1026 Dicyan VE01/VE02
- UN 1069 Nitrosylchlorid VE02
- UN 1308 Zirkonium, suspendiert in entzündbaren flüssigen Stoff VE01
- UN 2013 Strontiumphosphid
- UN 3246 Methansulfonylchlorid

### 5.2.2. Vor- und Nachteile unterschiedlicher Messmittel

Wie unter 5.2.1 beschrieben, gibt es nicht ein Messgerät, das alles, was gemessen werden müsste, auf relativ einfache und verlässliche Art und Weise messen kann. In nachstehender Tabelle sind die Vor- und Nachteile der häufigsten Messmittel erfasst. Bezüglich Kosten verweisen wir auf den Bericht „Onderzoek inhoudelijke nalevingskosten“ der Fa. Berenschot. Dort werden u. a. die Anschaffungskosten der Messgeräte dargestellt.

**Vergleichungstabelle Messgeräte an Bord von Containerschiffen**

Messgerät	kombiniertes	Toximeter mit	PID-
Aspekte bzgl. Verwendung	Sauerstoff/Explosimeter	productbuisje en polytest	Messgerät
Benutzerfreundlichkeit bei Bedienung	+	-	+
Verlässlichkeit der Messergebnisse	+	-	+
Kosten	+	-	+
Reichweite bzgl. Unterschiedlicher Stoffe	+	-	+/-
Verfügbarkeit (Prüfröhrchen)	n. zutr.	-	n. zutr.
Geeignet für einen Stoff	+	+	+/-
Geeignet für möglicherweise mehrere, (unbekannte) vorhandene Stoffe	+	-	+/-

- + ausreichend; Kosten im Gebrauch relativ niedrig
- +/- ja, jedoch nicht in allen Fällen, je nach Stoff
- mäßig; Kosten im Gebrauch relativ hoch

### 5.2.3. Wissen der Besatzung in Bezug auf Messungen

An Bord von Schiffen, die gefährliche Güter transportieren, muss mindestens eines der Besatzungsmitglieder im Besitz der ADN-(Grund-)Bescheinigung sein. Die ADN-Bescheinigung bescheinigt Fachwissen bezüglich ADN. Gemäß ADN Kapitel 8.2.1.3. wurde in Bezug auf das Messen folgende Anforderung als Prüfungsziel für die ADN-Grundprüfung aufgenommen:

Messtechnik (ADN 8.2.2.3.1.1.):

- Messen von Toxizität, Sauerstoffgehalt und Explosivität

Die ADN-Bescheinigung besitzt eine Gültigkeit von 5 Jahren. Alle 5 Jahre muss ein Wiederholungskurs besucht werden, bei dem auch das Thema „Messen“ in einem Vierteltag behandelt wird. Durch die Teilnahme am Wiederholungskurs kann die Bescheinigung um 5 Jahre verlängert werden.

Von der Besatzung wird erwartet, Kenntnisse über das Messen von Toxizität, Sauerstoffgehalt und Explosivität zu erwerben. Das Ergebnis der Messungen von der Schiffsbesatzung muss rein indikativ gesehen werden. Wenn es um die Interpretation der Messdaten geht, beispielsweise bei Grenzwerten oder der Erklärung „sicher für Feuer / Heißarbeit“ müsste man einen Gasfachmann hinzuziehen. Nur der Gasfachmann ist beispielsweise befugt, einen Tanker gasfrei zu erklären, der in die Werft muss.

### 5.2.4. Praktische Engpässe beim Messen

Davon ausgehend, dass die entsprechenden Geräte für Messung der Stoffe an Bord des Schiffes sind, für die die Bestimmungen VE01 und VE02 vorgeschrieben sind, muss die Besatzung unverzüglich nach Beladung die Gaskonzentration auf Explosionsgefahr (VE01) und „von aus der Ladung herrührenden Gase“ (VE02) messen.

Im ADN ist nicht angegeben, wie und wo zu messen ist. Es ist nicht zulässig, einfach so den Laderaum zu betreten (ADN 7.1.3.1.6), um dort vor Ort zu messen; dafür muss zunächst der Laderaum messen werden usw.

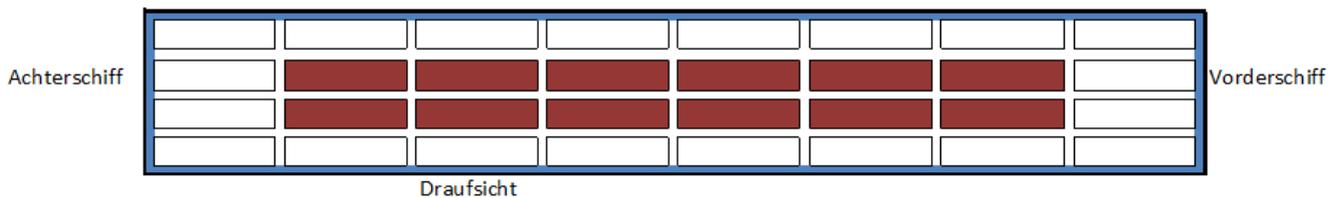
Das Wie und Wo bezüglich Messen führt zu vielen Fragen. Die Messung direkt nach Beladung eines Containers, für den beispielsweise Bestimmung VE01 erforderlich ist, würde praktisch Folgendes bedeuten:

- 1) Die direkte Unterbrechung des weiteren Beladens.
- 2) Je nachdem, wo der Container platziert wurde, müsste die Besatzung so nahe wie möglich zum Container kommen können; allerdings ist nur „um den Laderaum“ ein Zugang, um im Laderaum zu messen.

Folglich können nur Container erreicht werden, die im Laderaum in den äußersten sowie vordersten und hintersten Reihen stehen. Die Besatzung befindet sich auf Gangbord / Vorder- und Achterdeckseite und lässt den Schlauch des Sauerstoff-/Explosimeters neben dem Container in den Laderaum ab. In nachfolgender Darstellung ist angegeben, welche Stellen für die Besatzung sicher zu erreichen sind; neben den äußersten Containern kann man messen, die übrigen Container nicht.

Außer der Durchführung oben genannter Prüfung wurde darum gebeten, einige Alternativen mittels Risikoanalyse nebeneinander darzustellen.

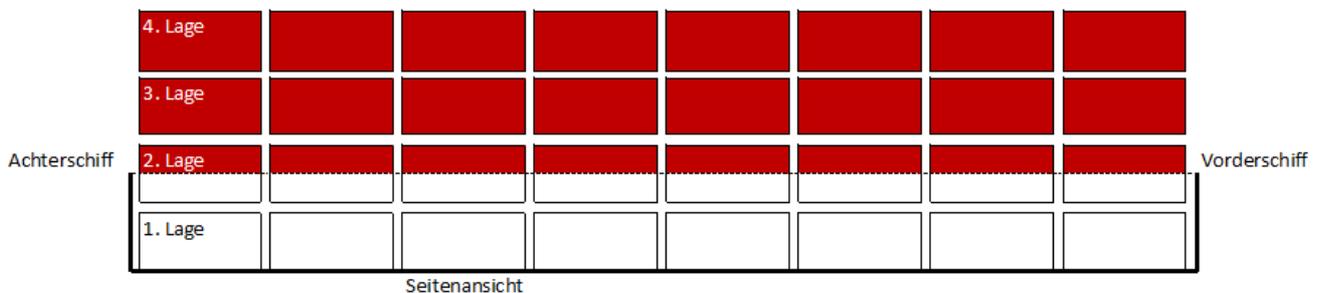
Schematische Darstellung der Erreichbarkeit des Schiffsraums zwecks Messung der Container



Blau: erreichbar, um Container an einer Seite zu messen  
 Rot: Container, um die herum nicht gemessen werden kann

Es ist demnach praktisch nicht möglich, bei allen Containern zu messen. Um die rot gekennzeichneten Container kann überhaupt nicht gemessen werden, ohne entweder den Laderaum zu betreten oder auf die Container zu steigen. In diesem Fall könnte an einer Seite der in der Darstellung weiß gekennzeichneten Container gemessen werden, sowohl die unterste als auch die 2. Lage. Ab der 3. Lage und höher überragen die Container den Dennebaum des Schiffes. Es ist anzunehmen, dass die meisten freigesetzten Dämpfe durch Windeinfluss verwehen, wodurch auch eine Messung sicher nicht viel Sinn hat.

Übersicht der Container, die den Dennebaum des Schiffes überragen



In oben stehender Übersicht ist deutlich, dass bei den meisten Schiffen die zweite Lage Container zur Hälfte über den Dennebaum des Schiffes herausragt.

Eine separate Studie könnte zeigen, wie wirksam es ist, zu versuchen, diese Container zu messen. Die praktischen Probleme, wo und wie diese höher liegenden Container gemessen werden müssten, machen jedoch eigentlich unverzüglich deutlich, dass dies als unsinnig betrachtet werden kann.

- Es gilt wie bei den untersten 2 Lagen: Nur an einer Seite der äußersten Container kann gemessen werden.

- Die dritte und eventuell vierte und/oder fünfte Lage befindet sich vollständig außerhalb der Geschlossenheit des Laderaums, weshalb der Wind viel Einfluss hat.

- Die höher gelegenen Container sind nicht erreichbar. Dorthin gelangt man nicht.

3) Falls man dennoch „um den Container“ mit gefährlichen Stoffen messen möchte, sind für die Messung von Gift mit einem Toximeter 4 Prüfröhrchen erforderlich, um alle Seiten bei der VE02-Bestimmung messen zu können. Dies heißt, dass die vierfache Menge an Prüfröhrchen an Bord aufbewahrt werden müssen und die vierfache Zeit für die Messung erforderlich ist (siehe Bericht Berenschot).

4) Um messen zu können, muss man auf dem Gangbord stehen, das 60 cm breit ist, ohne sich festhalten zu können, und eine Messung vornehmen.



*Messung vom Gangbord ausgeführt. In diesem Fall befindet sich längsseits eine Schubleichter, wodurch die Gefahr, über Bord zu fallen, an dieser Seite nicht besteht. In den meisten Fällen (und an der anderen Seite des Schiffes) befindet sich keine Schubleichter an der längsseits und besteht ein erhöhtes Risiko, über Bord zu fallen. Foto: Fachzeitschrift „Gevaarlijke lading“ 23.12.2010 (Artikel Herr Ing. R. Tieman).*

#### 5.2.5. Effektivität des Messens

Das Container in der Praxis schnell nacheinander geladen und gelöscht werden, ist jede Beladungssituation wieder unterschiedlich. Um eine effektive Messung durchführen zu können, müsste eine Studie dazu durchgeführt werden, wie bei unterschiedlichen Beladungsstadien zu messen ist, wenn an unterschiedlichen Stellen ein Container platziert wäre, der undicht ist, und bei dem der Inhalt als Gas/Dampf entweicht. Da dies dabei so viele Variablen bestehen, ist dies nicht realisierbar. Der Besatzung ist nicht klar, wo zu messen ist.

Aufgrund aller oben genannter Engpässe ist es in viele Fällen nicht gut möglich, vonseiten der Besatzung eine effektive und verlässliche Messung durchführen zu lassen.

#### 5.2.6. Zwischenfazit zum Messen

Aufgrund der Beschränkungen der heutigen Messmittel ist es nicht gut möglich, von jedem Stoff, der transportiert wird, und für den die Bestimmung VE02 gilt, die Toxizität zu messen. Außerdem sind viele Container, die nicht in den äußersten Reihen stehen, sowieso zwecks Messung unerreichbar. Es besteht eine hohe Fehlerwahrscheinlichkeit bei der Messung aufgrund von Abweichungen der Prüfröhrchen, Kreuzempfindlichkeiten und möglicher menschlicher Fehler bei der Durchführung oder Interpretation der Messwerte. Die Gasmessung ist dadurch effektiv nicht gut möglich.

Für die Messungen der explosiven Konzentration gilt dasselbe; man kann nicht alle Stellen erreichen. Die Messung von explosiven Konzentrationen ist viele Male einfacher und daher verlässlicher. Falls mit einer Studie nachgewiesen werden könnte, wo im Laderaum zu messen wäre, um einen guten „Durchschnitt“ der Atmosphäre des Laderaums in beladenem Zustand zu erhalten, könnte dies eine Alternative sein. Bei einem vollständig leeren Schiff ist es auf einfache Art möglich, den Laderaum entlang des Decksbaums zu messen. Wenn mit einer Studie nachgewiesen wäre, dass man mit einem bestimmten Messprotokoll die Atmosphäre des Laderaums eines leeren Schiffs messen kann, würde dies zu einer Empfehlung führen. In der Praxis ist ein Laderaum eines Containerschiffs selten leer.

### 5.3. Prüfung der Einhaltung der Sorgfaltspflicht vonseiten des Verladers

#### 5.3.1. Gesetzgebung zu Sorgfaltspflicht im ADN

Im ADN, Kapitel 1.4 „Sicherheitspflichten der Beteiligten“ sind u. a. die Pflichten für den Verloader bezüglich des sicheren Transports gefährlicher Güter in Containern beschrieben. Gemäß Definitionen von Kapitel 1.2 des ADN ist das Terminal, wo Schiffe mit Containern beladen werden, der „Verloader“:

“Verlader“: Das Unternehmen, das

- a) verpackte gefährliche Güter, Kleincontainer oder ortsbewegliche Tanks in oder auf ein Beförderungsmittel oder einen Container verlädt oder
- b) einen Container, Schüttgutcontainer, MEGC, Tankcontainer oder ortsbeweglichen Tank auf ein Beförderungsmittel verlädt oder
- c) ein Fahrzeug oder einen Wagen in oder auf ein Schiff verlädt.

ADN 1.4.3 Pflichten anderer Beteiligten:

#### 1.4.3.1 Verlader

1.4.3.1.1 Im Rahmen des Abschnitts 1.4.1 hat der Verlader insbesondere folgende Pflichten:

Der Verlader:

- a) darf gefährliche Güter dem Beförderer nur übergeben, wenn sie gemäß ADN zur Beförderung zugelassen sind;
- b) **hat bei der Übergabe verpackter gefährlicher Güter** oder ungereinigter leerer Verpackungen **zur Beförderung zu prüfen, ob die Verpackung beschädigt ist. Er darf ein Versandstück, dessen Verpackung beschädigt, insbesondere undicht ist, so dass gefährliches Gut austritt oder austreten kann, zur Beförderung erst übergeben, wenn der Mangel beseitigt worden ist**; Gleiches gilt für ungereinigte leere Verpackungen;
- c) hat beim Verladen von gefährlichen Gütern in Schiffe, Fahrzeuge, Wagen, Großcontainer oder Kleincontainer die Vorschriften für die Beladung und Handhabung zu beachten;
- d) **hat nach dem Verladen von gefährlichen Gütern in Container die Vorschriften für die Gefahrenkennzeichnungen nach Kapitel 5.3 zu beachten**;
- e) hat beim Verladen von Versandstücken die Zusammenladeverbote auch unter Berücksichtigung der bereits im Schiff, Fahrzeug, Wagen oder Großcontainer befindlichen gefährlichen Güter sowie die Vorschriften über die Trennung von Nahrungs-, Genuss- und Futtermitteln zu beachten;
- f) hat sicherzustellen, dass im Bereich des Vor- und des Hinterschiffes geeignete Mittel vorhanden sind, um das Schiff auch in Notfällen zu verlassen;
- g) (bleibt offen)

#### 5.3.2. Befragung der Containerumschlagterminals

Um zu ermitteln, wie Containerumschlag-Unternehmen mit den unter ADN 1.4 genannten Pflichten umgehen, führte Transafe einige Befragungen mit den verantwortlichen Sicherheitsbeauftragten von sechs Containerterminals durch. Es wurde einige Terminals besucht, mit den übrigen Terminals wurde telefonisch und per E-Mail kommuniziert. Es wurden zwei Rheinterminals in Deutschland befragt, zwei inländische Terminals und zwei Seehafenterminals. Eines der zwei Seehafenterminals wollte an dieser Untersuchung nicht mitwirken. Die Daten der Befragungen sind anonymisiert erhältlich. In diesem Bericht werden ausschließlich dessen Ergebnisse weiterverwendet.

Besonderheiten, die sich aus der Befragung ergeben:

- Die sind sich der Pflichten wie unter ADN 1.4 beschrieben bewusst und kontrollieren hauptsächlich eingehende Container.
- An den Seehafenterminals bestehen die meisten Vorrichtungen und Möglichkeiten, um Container mit Leckagen zu bearbeiten. Meist sind Messgeräte wie EX/OX- und Toximeter. Diese werden jedoch nur im Notfall oder beim Öffnen von Containern auf Wunsch des Kunden oder des Zolls verwendet. An einigen Rheinterminals sind keine Messgeräte vorhanden. Es wurde angegeben, dass die Container nicht geöffnet werden.
- Bei Zwischenfällen mit Containern wird in den meisten Fällen externe Hilfe von Spezialfirmen hinzugezogen.
- Bei den meisten Terminals sind einige Mitarbeiter im Umgang bei Zwischenfällen mit gefährlichen Stoffen geschult.

### 5.3.3. Praxis des Ladens und Löschens

Aus den regulären Inspektionen, die Transafe an Bord von Containerschiffen durchführt, sowie aus den Befragungen der Besatzung von 33 Containerschiffen geht bezüglich Praxis bei Laden und Löschen Folgendes hervor:

- Laden und Löschen erfolgen sehr schnell. Die Kontrolle eines Containers wird nicht zum Zeitpunkt des Umschlags vom Terminal kontrolliert. Aufgrund der Geschwindigkeit des Ladens oder Löschen ist dazu absolut keine Gelegenheit. Vermutlich nutzen die Terminals dafür einen anderen Zeitpunkt, vermutlich, wenn sie einfahren.
- Es geschieht relativ selten, dass ein beschädigter Container oder ein Container ohne (korrekte) Bezettelung an Bord geladen wird.
- Wenn es vorkommt und die Besatzung meldet dies dem Terminal, ist es in den meisten Fällen kein Problem, den Container stehenzulassen bzw. wieder von Bord zu nehmen. Gelegentlich muss die Besatzung dafür jedoch kämpfen.
- Das größte Problem für die Besatzung in Bezug auf die Einteilung des Laderaums entsteht, da gelegentlich vorab nicht bekannt ist, ob ein bestimmter Container, der vom Befrachter für die Verladung aufgegeben wird, gefährliche Stoffe enthält oder nicht.
- Hauptsächlich Unternehmen, bei denen beladen wird, die selbst mit gefährlichen Stoffen arbeiten und die Container selbst befüllen bzw. löschen, sind sehr akkurat bei der Kontrolle des ordnungsgemäßen Zustands der Container und der Bezettelung (beispielsweise Bayer, BASF).



*Foto eines Containerschiffs, das zum Löschen unter einem Kran liegt.*

#### 5.4. Zwischenfälle mit Containern

5.4.1 Ergebnisse der Behörden und Instanzen (IVW, RWS, DCMR, Deltalinq, RPA, Veiligheidsregio Rijnmond (Feuerwehr) und des Onderzoeksraad voor veiligheid (niederländischer Untersuchungsrat für Sicherheit). Transafe hat mit oben stehenden Instanzen Kontakt aufgenommen und Informationen zu Zwischenfällen mit Containern mit gefährlichen Gütern angefordert.

Gemäß ADN Kap. 1.8.1 müssen „Ereignisse mit gefährlichen Gütern“ vom Verloader, Befüller, Beförderer oder Empfänger gemeldet werden. Spätestens 6 Monate nach dem Vorfall muss der zuständigen Behörde ein Bericht vorgelegt werden. In den Niederlanden ist IVW (Inspectie Verkeer en Waterstaat) die zentrale Instanz für die Erfassung von Unfällen beim Transport von gefährlichen Stoffen. Der Vollständigkeit halber haben wir auch Rijkswaterstaat (Amt für Wasserwege), DCMR, Deltalinq, RPA, Veiligheidsregio Rijnmond und den Onderzoeksraad voor veiligheid gebeten, Informationen zur Verfügung zu stellen. Die meisten übrigen Instanzen verwiesen auf IVW. Von IVW und RPA erhielten wir vertrauliche Informationen. Der Onderzoeksraad darf außer den veröffentlichten Berichten keine Informationen zur Verfügung stellen. In den veröffentlichten Berichten wird ein Unfall mit einem Tankcontainer beschrieben (LBC Rotterdam 27.10.2007 Erwärmung eines Tankcontainers Divinylbenzol).

Da es sich dabei um die Bearbeitung der Ladung handelt, bei der Fehler gemacht wurden, und nicht beim Transport, wurde dieser Zwischenfall in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

Aus der Nachfrage bei den genannten Instanzen geht hervor, dass die Ursachen für Leckagen meist vorkommt:

- bei normalen Containern; da die Ladung im Container nicht gut fixiert stand, durch den Transport per Seeschiff verrutscht ist und dadurch undicht geworden ist.

- bei Tankcontainern besteht, falls eine Leckage vorliegt, meist ein Problem mit der Abdichtung (Dichtungen) am Absperrventil. Einige Male kam es vor, dass eine Leckage am Absperrventil gemeldet wurde, obwohl dies nachträglich als tropfendes Kondensat von Wasser aus der Luft erwies.

Die Meldungen von Leckagen bei Containern sowohl stammend aus den Informationen von IVW und RPA, die uns zur Verfügung gestellt wurden, kommen vor allem bei Containern vor, die von Seeschiffen antransportiert werden. Dies erscheint logisch, da während der Überseeverschiffung starke Einflüsse aufgrund der Seebedingungen (Sturm, Wellen, usw.) auf den Containerinhalt wirken können. In den meisten Fällen handelt es sich um Leckagen bei Dichtungen, die von Fachleuten repariert werden, und die die Leckage beseitigen.

Zudem schöpfte Transafe aus eigenen Erfahrungen in Bezug auf die unterstützende Rolle als Sicherheitsberater bei u. a. Notfällen. Transafe war die letzten zehn Jahre selbst zweimal als Sicherheitsberater bei einem Zwischenfall mit Leckage von Containern mit gefährlichen Stoffen auf Binnenschiffen beteiligt. Einmal zeigte sich nachträglich, dass es um Kondensat auf einem Absperrventil eines Tankcontainers handelte, was nach einer Leckage aussah, aber nicht war. Einmal lag eine Leckage bei einem Tankcontainer vor, wobei Produkt aus dem Absperrventil leckte.

#### 5.4.2. Ergebnis der Befragung bei der Besatzung auf Containerschiffen

Während der regulären Inspektionen, die Transafe an Bord von Containerschiffen durchführt, sowie in den Befragungen der Besatzung von 33 Containerschiffen hat Transafe ermittelt, wie häufig ein Zwischenfall mit Containern vorliegt, bei dem die Ladung austrat:

In Anlage 5.4.2 werden die vollständigen Ergebnisse der Befragung dargestellt.

Aus der Befragung ergab sich ein Durchschnittswert: An Bord von 33 Schiffen hatten die Befragten insgesamt 181 Jahre Erfahrung in der Containerschiffahrt. In diesen 181 Jahren Erfahrung sind:

- 3 Fälle mit Leckage aus einem Container mit gefährlichen Stoffen bekannt
- 4 Fälle mit Leckage aus einem Container ohne gefährliche Stoffe bekannt

Man könnte behaupten, dass man durchschnittlich einmal alle 60,3 Jahre einen Zwischenfall mit Leckage aus einem Container mit gefährlichen Stoffen und einmal alle 45,25 Jahre einen Zwischenfall mit Leckage aus einem Container ohne gefährliche Stoffe erlebt.

#### 5.4.3. Im Internet gefundene Daten

Im Internet wurde ebenfalls nach Informationen über Leckagen von Containern gesucht. Es gibt einige Berichte in Bezug auf Leckagen an einem Terminal. Eine einzige Meldung handelt von einer Kollision mit Seeschiffen, in einem Fall zwischen einem Seeschiff und einem Binnenschiff, wobei das Binnenschiff leck gefahren wurde und einige Container verlor. Da dies außerhalb des Studiengegenstands liegt, wurden keine relevanten ergänzenden Informationen im Internet gefunden. Es wurden keine Daten gefunden, bei denen sich speziell eine Leckage bei Beladung, Löschen oder während der Fahrt von Binnenschiffen ergeben hat.



*Beladung eines Containerschubverbandes bei einem der Seehafenterminals.  
Quelle: Dieses Seehafenterminal*

## 6. Schlussfolgerung der Studie zur derzeitigen Situation

Bezüglich der derzeitigen Situation hinsichtlich Messung, Lüftung, Sorgfaltspflicht des Verladers und der gefundenen Zahl an Meldungen von Zwischenfällen mit Containern mit gefährlichen Stoffen, wie in Kapitel 5 „Beschreibung der Studie“ beschrieben, können wir in Bezug auf die derzeitige Situation nachstehende Schlussfolgerungen ziehen:

### Lüften:

Das Lüften ist bei der skizzierten Situation ineffektiv und trägt nicht zur Sicherheit bei. In der Praxis wird bei Zwischenfällen die Hilfe des Sicherheitsberaters, des Befrachters, der Behörden und Lade-/Löschterminals hinzugezogen. Die Besatzung hat selbst keine Mittel, um ohne Hilfe von außerhalb eine Lösung zu schaffen.

### Messen:

Das Messen eines Containerladeraums, in dem sich unterschiedliche gefährliche Stoffe befinden können, führt zu vielen praktischen Problemen:

- Wenig Transparenz: Welcher Container leckt, wo steht er, wie weiß ich, welcher leckt?
- Erreichbarkeit der entsprechenden Stelle zwecks Messung (Arbeitsschutzgesetz bezüglich Arbeiten in der Höhe; es kann nur „um den Laderaum“ gemessen werden, folglich sind die inneren Container meist überhaupt nicht zu messen)
- Beschränkungen der Messmittel: Der derzeitige Stand der Technik hat noch nicht zu einem einfachen Messgerät „für alles“ auf dem Markt geführt. Im Übrigen sind nicht alle Produkte messbar und die Messgeräte besitzen Beschränkungen. Zudem kann man nicht von Schiffsbesatzungen erwarten, über all diese Details informiert zu sein. In der Praxis kann man daher Fehler erwarten.

In Bezug auf Sauerstoff- und Explosionsmessungen können wir behaupten: Wenn man an der richtigen Stelle messen könnte, wären dies annehmbar verlässliche Messungen.

In Bezug auf Messungen von Toxizität kann man angesichts aller oben stehender Faktoren keine von der Besatzung vorgenommene und interpretierte, verlässliche/repräsentative Messungen erwarten.

### Sorgfaltspflicht vonseiten des Verladers:

Aus der Befragung geht hervor, dass die Verlader ihre Sorgfaltspflicht in den meisten Fällen ernst zu nehmen scheinen. Bei Feststellung einer Leckage oder fehlender Bezettelung vonseiten der

Schiffsbesatzung wird der entsprechende Container meist unverzüglich auf Anweisung der Besatzung von Bord entfernt.

Zwischenfälle mit Containern mit gefährlichen Stoffen:

Aus der Fragestellung an Instanzen und der Befragung von Terminals und Schiffsbesatzungen geht hervor, dass angesichts der großen Zahl an verschifften Container relativ sehr wenige Zwischenfälle mit Freisetzung von gefährlichen Stoffen stattfinden. In den meisten Fällen, in denen eine Leckage vorliegt, findet dies beim Eingang von Containern aus Seeschiffen statt.

## 7. Beschreibung und Vergleich von Alternativen

### 7.1. Derzeitige Risikoanalyse und -auswertung

In der vom niederländischen Ministerium für Soziales und Arbeit genehmigten Branchen-Risikoanalyse und -auswertung, die von Kantoor Binnenvaart (03-2008) erstellt wurde, werden die Aspekte bezüglich gefährlicher Stoffe an Bord von Binnenschiffen im Allgemeinen erfasst.

Die relevantesten Fragen in Bezug auf die Messung und Lüftung der Laderäume aus Sicht dieser Risikoanalyse und -auswertung werden verwendet, um die Risiken hinsichtlich alternativer Vorschriften zu untermauern:

- Wird ausreichend sichergestellt, dass keine schädlichen Gase, Dämpfe oder Stoffe aus der Ladung austreten und eingeatmet werden können?
- Wird ausreichend verhindert, dass eine Aussetzung mit toxischen, korrosiven oder anderen gefährlichen Stoffen stattfinden kann?
- Wurden bei Situationen, in denen oder wobei Gase, Dämpfe oder Stoffe freigesetzt werden können, ausreichende Sicherheitsmaßnahmen ergriffen?

#### 7.1.1. Zu befördernde Stoffe

In Kap. 3.2 Tabelle A des ADN sind numerisch zu gefährliche Stoffe aufgelistet, die in Trockenfrachtschiffen befördert werden können. Es handelt sich dabei um etwa 2000 unterschiedliche Stoffe, von denen bei ca. 400 Stoffen VE-Bestimmungen vorgeschrieben sind. Produkte der folgenden Gefahrenklassen werden befördert:

- 1 Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff
- 2 Gase
- 3 Entzündbare flüssige Stoffe
- 4.1 Entzündbare feste Stoffe
- 4.2 Selbstentzündliche Stoffe
- 4.3 Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln
- 5.1 Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe
- 5.2 Organische Peroxide
- 6.1 Giftige Stoffe
- 6.2 Ansteckungsgefährliche Stoffe
- 7 Radioaktive Stoffe
- 8 Ätzende Stoffe

## 9 Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände

### 7.1.2. Betriebsnotfallplan & Risiken in Bezug auf die zu befördernden Stoffe

Um in einem Notfall entsprechend handeln zu können, muss die Besatzung über die Gefahren der unterschiedlichen Stoffklassen informiert sein.

Unter ADN 1.3 wird die „Unterweisung von Personen, die an der Beförderung gefährlicher Güter beteiligt sind“ vorgeschrieben.

Von der Risikoanalyse aus schauend auf die Produkte, die befördert werden, sind die größten Risiken für die Besatzung die Aussetzung mit entzündbaren und/oder giftigen Gasen und Dämpfen.

Infolgedessen sind sie auch den Gefahren Feuer, Explosion und/oder Vergiftung ausgesetzt.

In Bezug auf die regelmäßige Durchführung von Messungen bestehen ebenfalls Risiken: über Bord zu fallen, und dadurch auch die Gefahr, zwischen Schiff und Kai eingeklemmt zu werden, sich zu unterkühlen oder zu ertrinken.

Da die meisten Dämpfe (außer einige Gase, Klasse 2) schwerer als Luft sind, werden sich die Dämpfe so lange wie möglich über dem Boden des Laderaums sammeln.

Bei Wind ziehen Luftwirbel durch den Laderaum; auch hier wird der Einfluss dieser natürlichen Form der Lüftung bei einem vollständig beladenen Schiff so gering wie möglich stattfinden können. Auch hydrostatische Druckunterschiede können einen Aspekt der natürlichen Lüftung darstellen. Um die Auswirkungen der Ausbreitung von Gasen und Dämpfen in einem Schiffsraum, die Auswirkungen des Windes und Ähnlichem zu erfassen, müsste eine separate Studie mit einer beispielsweise sowohl vollständig beladenen, halb beladenen und leeren Schiffssituation durchgeführt werden.

### 7.2. Beschreibung von Alternativen und Risikomatrix

Um einen Vergleich der Auswirkungen bei den 3 Szenarien anzustellen, wie bei Beauftragung der Studie erstellt, werden die Sicherheitsaspekte im grundlegenden Risikomodell von Fine & Kinney berechnet. Die Risiken werden per Berechnung beurteilt: Risiko = Auswirkung x Aussetzung x Wahrscheinlichkeit. Transafe führt selbst eine umfassendes 4. Szenario an, das weiterreicht als lediglich die Verweise im Text des ADN, allerdings auch auf die Möglichkeiten eingeht, im Notfall sicher zu handeln.

Risikomodell nach "FINE & KINNEY" (  $R = E \times A \times W$  )

W	Wahrscheinlichkeit des Risikos
10	Kann erwartet werden, nahezu sicher
6	Gut möglich
3	Ungewöhnlich, aber möglich
1	Nur auf lange Sicht möglich
0,5	Sehr unwahrscheinlich
0,2	Nahezu unmöglich
0,1	So gut wie unmöglich

A	Dauer des Aussetzung ggü der Gefahr
10	Ständig
6	Täglich (während der Arbeitszeit)
3	Wöchentlich oder gelegentlich
2	Monatlich
1	Einige Male pro Jahr
0,5	Sehr selten

E	Effekt (Folge)
100	Katastrophal (z.B. viele Tote, Umweltkatastrophe)
40	Katastrophe (einige Tote, Verlust des Schiffes/Umwelt)
15	Sehr schwerwiegend (Toter, Verlust des Schiffes/Umwelt)
7	Beträchtlich (bleibende Schäden, Schiff/Umwelt)
3	Wichtig (Arbeitsausfall, Schäden)
	Bedeutungsvoll (Ertse Hilfe, leicher Schäden)

R	Risiko	Art der zu ergreifenden Maßnahme
> 320	Sehr hoch	Stilllegung der Arbeiten
160 - 320	Hoch	Unverzögliche Maßnahme
70 - 160	Beträchtlich	Korrektur erforderlich
20 - 70	Möglich	Aufmerksamkeit
< 20	Leicht	Vielleicht annehmbar

Im Vergleich mittels Risikomodell von Fine & Kinney gehen wir von folgender Situation aus:

- Die Besatzung misst mit den verfügbaren Mitteln an 2 Stellen vom Gangbord aus den Laderaum.
- Nicht alle Stoffe sind zum derzeitigen Stand der Technik messbar.
- Durch Messung und Interpretation der Messwerte kann die Besatzung eine falsche Schlussfolgerung hinsichtlich der Sicherheit ziehen und gerade deswegen in eine gefährliche Situation geraten. Durch eine nicht repräsentative Messung kann das Gefühl einer Scheinsicherheit entstehen: Man könnte die Messung als „sicher“ interpretieren, obwohl möglicherweise Dämpfe vorhanden sind, die nicht messbar sind.
- Durch die Messung selbst besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit der Aussetzung, insbesondere wenn die Quelle (also man nahe an einen undichten Container geht) ohne die entsprechende Vorbereitung aufgesucht wird, etwa geeignete persönliche Schutzausrüstung.

Folgende Szenarien wurden dabei ausgeführt:

- Sz-A: Die VE-Bestimmungen einhalten, d. h. immer messen und je nach Messergebnissen ggf. lüften; derzeitige Situation. Einhaltung der derzeitigen Vorschriften, mit dem Wissen, dass die Messungen häufig nicht effektiv vorgenommen werden können und die Lüftung keine Wirkung besitzt. In der Praxis wird fast nicht gemessen. Es wurde angenommen, dass diese Vorschriften, zu einer Erhöhung der Sicherheit führen würden.

- Sz-B: Nur messen bei Verdacht. Nur bei positive Messdaten muss gelüftet werden. Hierbei muss die vielleicht geringe Qualität der Messung von der Besatzung berücksichtigt werden.

- Sz-C: Nie messen und nie lüften.

- Sz-D: Messen bei Verdacht von Spezialisten. Besatzung muss sich der möglichen Risiken bezüglich undichter Container mit gefährlichen Stoffen bewusst sein und diesbezüglich Maßnahmen ergreifen. Bei einem Verdacht muss ein vollständiger schiffsseitiger Notfallplan in Kraft gesetzt werden, wobei jeder weiß, was er/sie tun muss. Durch optimale Hilfe vonseiten der Behörden, Terminals und der Dienste von Fachleuten wird der Zwischenfall professionell, sicher und effektiv behoben. Dadurch werden die Risiken bezüglich Feuer, Explosion und Vergiftung beherrscht.

Gefahren sind die Freisetzung gefährlicher Stoffe und dadurch das Risiko einer Explosion, eines Feuers und einer Vergiftung. Aufgrund der Qualität der Messungen besteht die Wahrscheinlichkeit einer Scheinsicherheit, die zu sämtlichen oben stehenden Auswirkungen führen kann, falls man falsche Entscheidungen trifft.

Risikomodell nach Fine & Kinney (Risiko = Effekt x Aussetzung x Wahrscheinlichkeit)						
Vergleich der derzeitigen Situation A mit alternativen Szenarien B, C und D						
Situation	Laden gefährlicher Stoffe, verpackt in (Tank-)Containern					
Ort	An Bord des Schiffes, im Laderaum					
Erläuterung	Der Laderaum wird als "geschützte Zone" betrachtet, vergleichbar mit Zone 1/2. Die Szenarien variieren nach Grad der Messung und Effektivität.					
Anm.	Die Gesetzgebung ist auf die Notfallsituation (bzw. den Eintritt einer solchen) zugeschnitten.					
Situation	Gefahr aufgrund Leckage von GS	Effekt/Schaden	E	A	W	R
SZ-A (0-Situation)	Wahrscheinlichkeit einer Explosion (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung, Feuer	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit eines Feuers (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung	7	0,5	0,5	1,75
	Wahrscheinlichkeit einer Vergiftung (Klasse 6.1)	Atemwegsprobleme, Erkrankung, eventuell Tod	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit der Scheinsicherheit/nicht repräsent. Messung	Fehlerinschätzung der Sicherheitslage: siehe 3 obige Punkte	15	6	6	540
SZ-B nur messen bei Verdacht	Wahrscheinlichkeit einer Explosion (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung, Feuer	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit eines Feuers (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung	7	0,5	0,5	1,75
	Wahrscheinlichkeit einer Vergiftung (Klasse 6.1)	Atemwegsprobleme, Erkrankung, eventuell Tod	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit der Scheinsicherheit/nicht repräsent. Messung	Fehlerinschätzung der Sicherheitslage: siehe 3 obige Punkte	15	1	6	90
SZ-C nie messen	Wahrscheinlichkeit einer Explosion (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung, Feuer	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit eines Feuers (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung	7	0,5	0,5	1,75
	Wahrscheinlichkeit einer Vergiftung (Klasse 6.1)	Atemwegsprobleme, Erkrankung, eventuell Tod	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit der Scheinsicherheit/nicht repräsent. Messung	Fehlerinschätzung der Sicherheitslage: siehe 3 obige Punkte	15	6	10	900
SZ-D nur messen bei Verdacht Unterstützung v. Fachleuten	Wahrscheinlichkeit einer Explosion (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit eines Feuers (Klasse 2, 3)	Verletzung/Tod der Besatzungsmitglieder, Schaden an Schiff und Ladung	7	0,5	0,5	1,75
	Wahrscheinlichkeit einer Vergiftung (Klasse 6.1)	Atemwegsprobleme, Erkrankung, eventuell Tod	15	0,5	0,5	3,75
	Wahrscheinlichkeit der Scheinsicherheit/nicht repräsent. Messung	Fehlerinschätzung der Sicherheitslage: siehe 3 obige Punkte	15	0,5	0,2	1,5

*Tabelle Risikomatrix: Vergleich der Szenarien nach dem Modell von Fine & Kinney*

### 7.3. Zwischenfazit zum Vergleich von Alternativen

Aus der Risikomatrix geht hervor, dass die größte Gefahr in der Qualität der Messungen vonseiten der Besatzung besteht, aufgrund der hohen Wahrscheinlichkeit einer Scheinsicherheit, die eine gefährliche Situation an sich ist, und dadurch ein höheres Risiko bezüglich sonstiger Gefahren entsteht. In Kapitel 5 wurden Erfahrungen von Zwischenfällen mit Containern mit gefährlichen Stoffen beschrieben: Angesichts der niedrigen Häufigkeit der Zwischenfälle und der mäßigen Verlässlichkeit der

Messungen, was zu einer Scheinsicherheit führen kann, führt Szenario D zu einem absoluten Beitrag zur Sicherheit. Szenario B führt zu einer geringeren Aussetzung, da davon ausgegangen wurde, dass die Besatzung bei einem Verdacht aufgrund der möglich vorhandenen Gase und Dämpfe besonders aufmerksam ist und sich darauf vorbereitet; mit entsprechender PSA, usw.

Die regulären Messungen, die jetzt vorgenommen werden müssten, erfolgen, wenn sie tatsächlich durchgeführt werden, als „Pflichtnummer“, wobei „doch nie was gemessen wird“. Aus der Matrix geht ebenfalls hervor, dass die Wahrscheinlichkeit und der Grad der Aussetzung in Bezug auf freigesetzte Gase und Dämpfe aus der Ladung in allen Fällen gleich ist. Darauf hat man durch eventuelles Messen keinen Einfluss und betont, wie wichtig es ist, dass die Verloader damit präzise umgehen.

## 8. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

### 8.1. Erläuterung

In Kapitel 5 wurde die Untersuchung des Effekts des Lüftens, Messens, die Einhaltung der Sorgfaltspflicht vonseiten der Verlader sowie Anzahl und Art der Zwischenfälle mit Containern mit gefährlichen Gütern beschrieben. In Kapitel 6 wurde eine Schlussfolgerung der Praxissituation bei derzeitiger Gesetzgebung gemäß ADN 7.1.4.12 und 7.1.6.12 dargestellt. In Kapitel 7 wurden einige Alternativen ggü. der derzeitigen Situation dargestellt und der Effekt dieser in der Risikomatrix berechnet.

### 8.2. Schlussfolgerungen

Aus der CFD-Analyse geht hervor, dass das Lüften an Bord von Containerschiffen mittels vorgeschriebener Art und Weise einen zu vernachlässigenden Effekt hat.

Das Lüften an Bord von Containerschiffen mittels vorgeschriebener Art und Weise hat eine vernachlässigbare Wirkung.

Die Ergebnisse der Messungen, die von der Besatzung durchgeführt werden müssen, sind unzuverlässig und höchstwahrscheinlich nicht repräsentativ für die Atmosphäre im gesamten Laderaum. Zudem sind nicht für alle Produkte Messmittel vorhanden. Die Messung von Toxizität von Stoffen ist das größte Problem. Die Explosionsgefahr zu messen, ist vom Gerät her einfacher und verlässlicher. Das Problem bleibt:

- Wo messen?
- Ist das Ergebnis repräsentativ für die gesamte Atmosphäre des Laderaums?

Die derzeitigen Vorschriften, wie unter ADN 7.1.4.12 und 7.1.6.12 (siehe Kapitel 4.2) beschrieben, sind aufgrund der mäßigen Verlässlichkeit der Messungen und des vernachlässigbaren Effekts von mechanischem Lüften nicht relevant. Beide Aspekte erhöhen die Sicherheit nicht und können sogar zu Scheinsicherheit führen. Die Besatzung wird zu nahezu unsinnigen Handlungen gezwungen, mit denen auch erhebliche Kosten verbunden sind (siehe Bericht Berenschot).

Es gibt nicht immer einen effektiven Betriebsnotfallplan, weshalb die Besatzung von Containerschiffen nicht immer gut auf einen Zwischenfall vorbereitet ist, bei dem gefährliche Stoffe freigesetzt werden.

Da relativ wenige Zwischenfälle eintreten, weiß man in der Praxis häufig nicht, wie man handeln soll, und werden Fachleute hinzugezogen wie Befrachter, Sicherheitsberater, Terminals, Behörden, Gastechniker usw.

In der derzeitigen Gesetzgebung wird nicht umschrieben, wie zum Zeitpunkt eines Zwischenfalls gehandelt werden muss, bei dem gefährliche Stoffe freigesetzt werden, ausgenommen die Meldepflicht an die Behörden. Es gibt nicht ein in der Schifffahrt bekanntes Verfahren, wie bei einem Zwischenfall mit gefährlichen Stoffen zu handeln ist, bei dem zusätzlich auch die Rolle der Rettungsdienste und Behörden beschrieben sind. Diesbezügliche Zusammenarbeit würde die Sicherheit im Allgemeinen für alle Beteiligten erhöhen.

### 8.3. Empfehlungen

Um die Sicherheit an Bord von Containerschiffen zu erhöhen sowie um unsinnige Handlungen und Kosten zu vermeiden, muss das ADN in Bezug auf Messen und Lüften angepasst werden.

- Gesetz ändern, wie in Kap. 6 Szenario D beschrieben: Messung nur bei Verdacht einer Leckage oder Beschädigung. Dabei muss dem Bewusstsein der Besatzung hinsichtlich der Möglichkeit und des Effekts einer Leckage eines Containers mit gefährlichen Stoffen zusätzliche Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Folgende Textänderungen schlagen wir vor (Änderungen in rot):

#### **7.1.4.12 Lüftung Aufmerksamkeit während des Ladens von Containern mit gefährlichen Stoffen**

...

##### 7.1.4.12.2

Auf Schiffen, welche nur gefährliche Güter in Containern in offenen Laderäumen befördern, brauchen die Ventilatoren nicht eingebaut zu sein, sie müssen aber an Bord mitgeführt werden.

Die Besatzung muss sich der Tatsache bewusst sein, dass beim Laden gefährlicher Stoffe in Containern Gase und Dämpfe im Laderaum ansammeln können, die entzündbar, explosiv und eventuell giftig sein können.

Während des Ladens und Löschens muss die für die zu befördernden Stoffe geeignete PSA zum unmittelbaren Gebrauch bereitliegen.

Während des Ladens muss die Besatzung den ordnungsgemäßen Zustand der an Bord kommenden Container im Auge behalten (aufmerksam sein). Falls Zweifel in Bezug auf den ordnungsgemäßen Zustand des Containers, die Vollständigkeit der Bezeichnung bestehen oder eine Leckage vermutet wird, muss das Ladeterminal den Container auf Anweisung der Schiffsbesatzung unverzüglich von Bord entfernen, um ihn auf und vom Terminal weiter zu untersuchen. Falls vermutet wird, dass der Inhalt innerhalb oder aus dem Container ausgetreten ist, tritt der schiffsseitige Notfallplan in Kraft. Die

Besatzung muss PSA tragen. Das Ladeterminal muss die Verantwortung auf sich nehmen, um sicherzustellen, dass der Zwischenfall sicher erledigt wird.

Die Besatzung kann eine erste orientierende Messung vornehmen. Eine Messung von einem Gastechniker muss jedoch nachweisen, ob eine gefährliche Situation besteht, bzw. erklären, dass keine Gase und Dämpfe gefährlicher Stoffe vorhanden sind.

Falls während der Fahrt bei Verdacht auf Beschädigung der Container oder bei Verdacht, dass der Inhalt innerhalb oder aus dem Container ausgetreten ist, ~~müssen die Laderäume so gelüftet werden, dass bei aus der Ladung herrührenden entzündbaren Gasen die Gaskonzentration unter 10% der unteren Explosionsgrenze liegt oder bei aus der Ladung herrührenden giftigen Gasen oder Dämpfen die Laderäume frei von jeder bedeutsamen Konzentration sind.~~ tritt der schiffsseitige Notfallplan in Kraft. Die Besatzung kann eine erste orientierende Messung vornehmen. Eine Messung von einem Gastechniker muss jedoch nachweisen, ob eine gefährliche Situation besteht, bzw. erklären, dass keine Gase und Dämpfe gefährlicher Stoffe vorhanden sind.

### 7.1.6 Zusätzliche Anforderungen ~~Streichung sowie dazugehörige Spalte 10 der Tabelle A, Kapitel 3.2.~~

#### **7.1.6.12 Lüftung**

~~Die folgenden zusätzlichen Anforderungen müssen erfüllt werden, wenn sie in 3.2 Tabelle A Spalte (10) erwähnt werden:~~

~~VE01: Laderäume, die diese Stoffe enthalten, müssen mit der vollen Leistung der Ventilatoren gelüftet werden, wenn nach Messung festgestellt wird, dass die Gaskonzentration von aus der Ladung herrührenden Gasen 10% der unteren Explosionsgrenze übersteigt. Diese Messung ist sofort nach dem Beladen durchzuführen. Eine Wiederholungsmessung muss nach einer Stunde durchgeführt werden. Diese Messergebnisse müssen schriftlich festgehalten werden.~~

~~VE02: Laderäume, die diese Stoffe enthalten, müssen mit der vollen Leistung der Ventilatoren gelüftet werden, wenn nach Messung festgestellt wird, dass die Laderäume nicht frei von aus der Ladung herrührenden Gasen sind. Diese Messung ist sofort nach dem Beladen durchzuführen. Eine Wiederholungsmessung muss nach einer Stunde durchgeführt werden. Diese Messergebnisse müssen schriftlich festgehalten werden.~~

~~VE03: Räume, wie Laderäume, Wohnungen und Maschinenräume, die an einem Laderaum angrenzen, der diese Stoffe enthält, müssen gelüftet werden.~~

~~Die Laderäume, die diese Stoffe enthalten haben, müssen nach dem Löschen zwangsbelüftet werden.~~

~~Nach dem Belüften muss die Gaskonzentration in diesen Laderäumen gemessen werden.~~

~~Diese Messergebnisse müssen schriftlich festgehalten werden.~~

~~VE04: Werden Druckgaspackungen gemäß 3.3 Sondervorschrift 327 für Wiederaufarbeitungs- oder Entsorgungszwecke sind die Sondervorschriften VE01 und VE02 anwendbar.~~

- Prüfen Sie die Möglichkeiten, realistische Notfallszenarien zu erstellen, bei denen die entsprechende Hilfe vonseiten der Terminals, Behörden und Fachleute organisiert wird. Bei einem Szenario, bei dem ein Container leckt, der im Laderaum des Schiffes steht, kann die Besatzung selbst wenig ausrichten. Um die Sicherheit an Bord und das Umfeld des Schiffes sicherzustellen, muss der Container schnellstmöglich von Bord entfernt werden. Vorerst ist sogar nach Löschen annehmbar, dass sich noch Dämpfe des ausgetretenen Produkts im Schiffsraum befinden. Durch optimale Hilfe vonseiten der Terminals, Behörden und der Dienste von Fachleuten wird der Zwischenfall professionell, sicher und effektiv behoben. Dadurch können die Risiken bezüglich Feuer, Explosion und Vergiftung beherrscht werden.
- Es wurde nicht untersucht, wie sich gefährliche Stoffe, die aus Containern austreten, im Schiffsraum bewegen. In dieser Studie wurde davon ausgegangen, dass die meisten Dämpfe schwerer als Luft sind und sich daher über den Boden des Schiffsraums bewegen. Um einen besseren Einblick in die Bewegung von Gasen und Dämpfen im Schiffsraum bei sowohl beladenem als auch nicht vollständig beladenem Zustand (wobei mehr Raum im Laderaum besteht) und beispielsweise im Falle eines leckenden Containers, der sich in der 3. Lage oder höher befindet (siehe beschriebene Situation unter Kap. 5.2.4) zu erhalten, müssten untersucht werden, ob und wie viel Dampf sich im Raum ansammelt. Zudem müsste ermittelt werden, was mit den Dämpfen geschieht, nachdem ein Schiff, das eine Leckage hatte, gelöscht ist. So könnten auch bessere Erkenntnisse erworben werden, wo man beispielsweise bezüglich Explosionsgefahr messen müsste. Eine umfassende CFD-Analyserechnung mit oben genannten variablen Situationen könnte dazu nützliche Informationen schaffen.

## 9. Genutzte Literatur, konsultierte Instanzen und Unternehmen sowie verwendete Abkürzungen

### 9.1. Genutzte Literatur

Im Rahmen der Studie wurde folgende Literatur genutzt bzw. studiert:

- ADN Gesetzgebung 2011
- Bericht „Onderzoek inhoudelijke nalevingskosten“ (Studie zu inhaltlichen Einhaltungskosten) von Fa. Berenschot 17.03.2009
- Bericht „Veiligheid: gevoel versus werkelijkheid“ (Studie zur Vereinfachung der Verhaltensregeln bezüglich Schütten und Ankerplatz einnehmen von Kegelschiffen) von Fa. Oranjewoud Fassung 13.03.2006
- Internet: Google/Wikipedia
- IMDG-Code

### 9.2. Konsultierte Instanzen und Unternehmen

Zur Sammlung von Informationen wurde mit folgenden Instanzen und Unternehmen Kontakt aufgenommen:

IVW Inspectie Verkeer en Waterstaat Scheepvaart

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart

Havenbedrijf Rotterdam N.V.

DCMR Milieudienst Rijnmond

Veiligheidsregio / Feuerwehr Rotterdam-Rijnmond

Deltalinqs

Besatzung / Besitzer von 33 Containerschiffen/Container-Koppelverbänden

2 Seehafen-Containerterminals, 2 inländische Containerterminals und 2 zwei Rhein-Containerterminals in Deutschland

Unisafe B.V.

Onderzoeksraad voor de veiligheid

### 9.3. Verwendete Abkürzungen

ADN: Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures; niederländische Fassung: Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren (Deutsch: Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstraßen); Bezeichnung bis 1.1.2011 „ADNR“.

TEU: Maß für Kapazitäten von Containerschiffen: Twenty-foot Equivalent Unit. 1 TEU ist ein Container mit einer Länge von 20 Fuß, 8 Fuß breit und 8 Fuß hoch. 2 TEU sind zwei dieser Container oder ein Container mit einer Länge von 40 Fuß.

Arbowet: niederländisches Arbeitsschutzgesetz. Das Gesetz hat zum Zweck, die Gesundheit, das Wohlergehen der Mitarbeiter und die Sicherheit der Arbeitnehmer zu fördern und arbeitsbedingte Unfälle und Krankheit zu verhindern. Im Arbowet wurden diesbezüglich Verpflichtungen für Arbeitnehmer und Arbeitgeber aufgenommen. Dem Arbowet untergeordnet sind Arbobesluit, Arboregeling und Arbobeleidsregels (Erlass, Regelung und politische Leitlinien zum Arbeitsschutz).

Risikoanalyse und- Auswertung: Mittel zur Förderung des sicheren und gesunden Arbeitens; beschrieben im Arbowet.

Anlagen:

Anlage 5.1.2. Bestandsaufnahme von Raumventilatoren bei Containerschiffen.

Anlage 5.1.3. CFD-Analyse Bunova Effektivität der Absaugung zwischen Containern, separat als PDF beigefügt.

Anlage 5.4.2. Ergebnisse der Erfahrungen mit Zwischenfällen mit Containern mit gefährlichen Stoffen.

Anlage 5.1.2. Bestandsaufnahme der Ventilatoren im Laderaum von Containerschiffen Transafe 28.04.2011

Schiffsname	Volumen m³	Laderaum-Zwischenwände	Zahl loser Ventilatoren	Zahl fester Ventilatoren	Leistung (m³/h)	Durchmesser Saugschlauch in cm	Durchmesser Schacht in cm
mcs	2631	nein	4	0	7500	40	
mcs	2360	nein	4	0	7500	40	
mcs	4940	nein	2	0	13154	50	
mcs	3600	nein	0	0	0		
mcs	6620 (3507 + 3113)	ja (1)	0	4	7000		43
mcs	6960	ja (1)	0	4	7960		43
mcs	9600	ja (3), Unters. offen	0	4	115.200		?
mcs	3500	nein	2	0	9000	40	
mcs	7700	nein	2	0	10.000	50	
mcs	7800	nein	2	0	9000	45	
mcs	3625	nein	2	0	unbekannt	50	
mcs	7300	nein	0	4	unbekannt		unbekannt
mcs	3000	nein	2	0	9.000	40	
mcs	9000	ja (1; midherft)	3	0	10080	65	
mcs	7200	nein	2	0	8500	40	
mcs	7500	ja (offen)	2	0	unbekannt	60	
mcs	7290	nein	2	0	8500	40	
mcs	2880	nein	2	0	5000	50	
bak	2400	nein	2	0	5000	50	
mcs	3500	nein	2	0	8300	42	
mcs	5100	nein	2	0	10000	40	
mcs	3600	ja 2 (offen)	2	0	8500	50	
bak	2678	ja 1 (offen)	2	0	8500	50	
mcs	3600	ja 2 (offen)	2	0	8500	50	
bak	2678	ja 1 (offen)	2	0	8500	50	
mcs	3600	ja 2 (offen)	2	0	8500	50	
bak	2678	ja 1 (offen)	2	0	8500	50	
mcs	3600	ja 2 (offen)	2	0	8500	50	
bak	2678	ja 1 (offen)	2	0	8500	50	
mcs	3600	ja 2 (offen)	2	0	8500	50	
bak	2678	ja 1 (offen)	2	0	8500	50	
Durchschnittlich:	4706,3				8459,76	47,76	

Befragte:	31 Schiffe
Durchschnittliche Anzahl der Schiffe mit losen Ventilatoren/Schläuchen:	86,66 % (26/31)
Durchschnittliche Anzahl der Schiffe mit festen Lüftungsschächten:	12,90 % (4/31)
Durchschnittliche Anzahl der Schiffe ohne Lüftung:	3,22 % (1/31)
Durchschnittliche Leistung der Ventilatoren:	8459,76 m³/h
Häufigste Leistung der Ventilatoren:	8500 m³/h
Durchschnittlicher Durchmesser des Saugschlauchs:	47,76 cm
Häufigster Durchmesser des Saugschlauchs:	50 cm

M.Zevenbergen  
Sicherheitsberater  
Transafe B.V.

## Anlage 5.4.2 Übersicht der Telefonbefragung der Kunden von Transafe (Trockenladung) Erfahrung mit undichten Containern

Erläuterung: Der Ersteller des Berichts hat nachstehende Schiffe/den Schiffseigentümer angerufen und gefragt, wie viel Erfahrung mit undichten (Tank-)Containern mit gefährlichen Stoffen besteht. Die Ergebnisse sind kurz in Stichworten in nachstehender Tabelle erfasst.

Schiffsname:	Datum des Telefonats :	Erläuterung der Besatzung bzgl. Erfahrung mit Containern mit Leckage	Jahre Erfahrung	Leckage GS	Leckage nicht GS
MCS	18-5-2011	keine Erfahrung die letzten 4 Jahre	4		
MCS 5 Koppelverbände (10 Einheiten)	18-5-2011	1x in 8 Jahren mit 5 Koppelverbänden, undichter Tankcontainer während Fahrt auf dem Rhein. Beim erstbesten Terminal sofort abgegeben. 1x in 8 Jahren ein Melasse-/Zellstoff-Container der 3. Reihe in den Laderaum gefallen, wobei der Zellstoff freigesetzt wurde (kein GS). Dieser wurde vom Kranführer mit einem anderen Cont. heruntergestoßen.	40	1	1
MCS	18-5-2011	Keine Erfahrung. Messbogen wird ausschließlich auf Papier für die Polizei erstellt.	0		
MCS	25-5-2011	In 19 Jahren noch niemals erlebt.	19		
MCS	18-5-2011	keine Erfahrung die letzten 7 Jahre	7		
MCS 3 Schiffe	18-5-2011	In 14 Jahren mit 3 Schiffen keine Erfahrung. Z.B. Bayer sorgt sehr gut für die Container, meist werden bei dieser Tour leere Container in den Seehäfen geladen.	14		
MCS 2 Schiffe	18-5-2011	Insgesamt in 20 Jahren 1x Leckage mit nicht-gefährlichen Stoffen erlebt.	20		1
MCS Schiff + Vorderschiff	25-5-2011	Bei ECT wurde schon mal ein Stapel Container umgeworfen, wobei vom Tankcontainer ein Absperrventil gebrochen ist. Dieser wurde sofort entfernt und der Laderaum wurde ausgespritzt (schlampig beladen), kein GS	6		1
MCS Schiff + Vorderschiff	25-5-2011	Transportiert seit Jahren regelmäßig Container, niemals erlebt.	5		
MCS		In 15 Jahren keine Leckage mit gefährlichen Stoffen.	15		
MCS 2 Schiffe + Vorderschiff	25-5-2011	2 Schiffe in 10 Jahren 2x erlebt, 1x mit gefährlichen Stoffen (Leckage Tankcontainer), 1x Vegoil	20		1
		Schiff + Vorschiff, 1x in 20 Jahren erlebt.	20		
MCS Schiff + Vorderschiff	25-5-2011	Seit 3 Jahren, noch keine Zwischenfälle erlebt. Hoehchst kontrolliert Container sehr genau.	3		
MCS Schiff + Vorderschiff	25-5-2011	Seit 5 Jahren, noch keine Zwischenfälle erlebt.	5		
MCS	25-5-2011	Seit 3 Jahren, noch keine Zwischenfälle erlebt. Allerdings häufig beschädigte Container	3		
<b>Totaal:</b>			<b>181</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

33 Schiffe (Einheiten)

Insgesamt mit gefährlichen Stoffen: 2x  
Insgesamt mit nicht gefährlichen Stoffen: 4x

**Bei dieser Befragung wurde in 181 Jahren Erfahrung bei 33 Schiffen 3x ein Fall eines undichten Containers mit gefährlichen Stoffen und 4x ein Container ohne gefährliche Stoffe mitgeteilt.**