

Nr. 75 **Bekanntmachung des Rundschreibens des Schiffssicherheitsausschusses MSC der IMO MSC.1/Rundschreiben 1515 „Überarbeitete Entwurfsrichtlinie und betriebliche Empfehlungen für Lüftungssysteme in Ro-Ro-Laderäumen“**

Hamburg, den 14. April 2016
Az.: 11-3-0

Durch die Dienststelle Schiffssicherheit der BG Verkehr wird hiermit das Rundschreiben des Schiffssicherheitsausschusses MSC der IMO MSC.1/Rundschreiben 1515, „Überarbeitete Entwurfsrichtlinie und betriebliche Empfehlungen für Lüftungssysteme in Ro-Ro-Laderäumen“, in deutscher Sprache amtlich bekannt gemacht.

Berufsgenossenschaft für
Transport und Verkehrswirtschaft
Dienststelle Schiffssicherheit
U. Schmidt
Dienststellenleiter

MSC.1/Rundschreiben 1515
vom 8. Juni 2015

**Überarbeitete Entwurfsrichtlinien und betriebliche
Empfehlungen für Lüftungssysteme
in Ro-Ro-Laderäumen**

- 1 Der Schiffssicherheitsausschuss hat auf seiner sechsundsechzigsten Tagung (28. Mai bis 6. Juni 1996) den *Entwurfsrichtlinien und betrieblichen Empfehlungen für Lüftungssysteme in Ro-Ro-Laderäumen* zugestimmt (MSC/Circ.729).
- 2 Der Unterausschuss „Schiffssysteme und Ausrüstungen“ hat auf seiner zweiten Tagung (23. bis 27. März 2015) die vorgenannten Richtlinien unter Berücksichtigung der Fortschritte in der Technologie in Bezug auf die Qualitätssicherung der Luft für die Lüftung von geschlossenen Fahrzeugräumen, geschlossenen Ro-Ro-Räumen und Sonderräumen überarbeitet.
- 3 Der Schiffssicherheitsausschuss hat auf seiner fünf- undneunzigsten Tagung (3. bis 12. Juni 2015), nach Prüfung des vorstehend erwähnten vom Unterausschuss „Schiffssysteme und Ausrüstungen“ während seiner zweiten Tagung erarbeiteten Vorschlags, den *Überarbeiteten Entwurfsrichtlinien und betrieblichen Empfehlungen für Lüftungssysteme in Ro-Ro-Laderäumen*, die in der Anlage wiedergegeben sind, zugestimmt.
- 4 Die Mitgliedsregierungen sind aufgefordert, die Überarbeiteten Entwurfsrichtlinien den Schiffskonstruktoren, Schiffswerften, Schiffseignern und sonstigen Beteiligten zur Kenntnis zu bringen. Die Mitgliedsregierungen sind außerdem aufgefordert, die Überarbeiteten Entwurfsrichtlinien auf alle Schiffe auf freiwilliger Basis anzuwenden.
- 5 Dieses Rundschreiben ersetzt das MSC/Rundschreiben 729.

Anlage**Überarbeitete Entwurfsrichtlinien und betriebliche Empfehlungen für Lüftungssysteme in Ro-Ro-Laderäumen****Inhaltsverzeichnis****Teil 1****Entwurfsrichtlinien für Lüftungssysteme in Ro-Ro-Laderäumen****Einführung****1 Anforderungen**

- 1.1 Definition der Expositionsgrenzen und der Zündgrenze
- 1.2 Schadstoffe von Bedeutung
- 1.3 Luftwechselrate

2 Lüftung

- 2.1 Lüftung an Bord von Schiffen
- 2.2 Ausbreitung der Schadstoffe in der Luft
- 2.3 Bedingungen und Richtlinien für die Berechnung des Luftbedarfs
- 2.4 Verteilung der Luftströmungen
- 2.5 Bestimmung der Anforderungen an die Luftströmung

3 Prüfung des Lüftungssystems

- 3.1 Allgemeines
- 3.2 Bestimmung der Luftwechselrate
- 3.3 Rauch und Gas zur Verfolgung der Luftverteilung
- 3.4 Prüfung der für das Luftqualitätsüberwachungssystem verwendeten Sensoren

4 Dokumentation

- 4.1 Betriebshandbuch
- 4.2 Kontrolltafeln

Teil 2**Betriebliche Empfehlungen zur Minimierung der Luftverschmutzung in Ro-Ro-Laderäumen****Einführung****1 Ausbildung und Information****2 Inspektion, Wartung und Reparaturen****3 Prüfung des Lüftungssystems**

- 3.1 Wirksamer Einsatz des Lüftungssystems
- 3.2 Prüfung der Luftqualität

4 Schiffe im Betrieb

- 4.1 Be- und Entladen
- 4.2 Begrenzung der Erzeugung von Abgasemissionen
- 4.3 Begrenzung der Exposition
- 4.4 Empfehlungen für besondere Schiffstypen
 - 4.4.1 Autofähren
 - 4.4.2 Ro-Ro-Schiffe, die schwere Fahrzeuge befördern
 - 4.4.3 Autotransporter

5 Persönliche Schutzausrüstung**Anhang 1**

Lüftung von Ro-Ro-Laderäumen – Luftqualitätsüberwachungssystem

- 1 Allgemeines
- 2 Anforderungen
- 3 Luftqualitätsüberwachungssysteme
- 4 Mindestluftmenge basierend auf Messungen von CO, NO₂ und LEL
- 5 Aufspüren von CO, NO₂ und LEL
- 6 Zulassungsprüfung

Anhang 2

Lüftung von Ro-Ro-Laderäumen – Prüfverfahren für die Luftströmung

- 1 Zweck und Anwendungsbereich
- 2 Nennluftwechsel
 - 2.1 Messinstrumente für die Luftströmung
 - 2.2 Verfahren für die Luftströmungsmessung
 - 2.3 Berechnungen
 - 2.4 Bericht
- 3 Luftverteilung
 - 3.1 Sicht-Untersuchung mit sichtbarem Rauch
 - 3.2 Messung mit Spurengas
 - 3.2.1 Prüfverfahren
 - 3.2.2 Berechnung
 - 3.3 Alternativen
- 4 Bericht
- 5 Zusammenfassungen/Empfehlungen

Anhang 3

Empfehlungen für die Bewertung der Luftqualität in Ro-Ro-Laderäumen

- 1 Allgemeines
- 2 Messungen der Luftqualität
- 3 Berechnung der Arbeitsplatzexposition gegenüber Luft-Schadstoffen
- 4 Bericht

Teil 1**Entwurfsrichtlinien für Lüftungssysteme in Ro-Ro-Laderäumen****Einführung**

Dieses Dokument enthält allgemeine Richtlinien für den Entwurf geeigneter Lüftungssysteme für Fahrzeugdecks auf Ro-Ro-Schiffen, Autotransportern und Autofähren.

Zusammensetzung der Abgase

Abgase von Motorfahrzeugen enthalten gefährliche Stoffe. Kohlenmonoxid (CO) von Benzinmotoren sowie Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoff-Dioxid (NO₂) von Dieselmotoren sind die Stoffe, deren Gesundheitsgefahren in diesem Dokument behandelt werden. Diese gefährlichen

Stoffe können Personen auf vielen verschiedenen Wegen in Mitleidenschaft ziehen. Bestimmte Stoffe haben eine fühlbare unmittelbare Wirkung. Andere zeigen nur schädliche Wirkungen, nachdem eine Person diesen Stoffen eine Zeit lang ausgesetzt worden ist. Die Wirkung eines Stoffes hängt normalerweise davon ab, wie lange eine Person diesen Stoffen ausgesetzt worden ist und wie viel von ihnen inhaliert worden ist.

Kohlenmonoxid (CO) ist ein farbloses und geruchloses Gas, welches in einem geringeren oder größeren Umfang die Fähigkeit des Blutes hemmt, Sauerstoff zu absorbieren oder zu transportieren. Die Inhalation des Gases kann Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit verursachen und in extremen Fällen Schwäche, schnelle Atmung, Bewusstlosigkeit und den Tod herbeiführen.

Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoff-Dioxid (NO₂) sind Verbindungen aus Stickstoff und Sauerstoff, gewöhnlich bezeichnet als Stickstoffoxide oder NO_x. NO, ein farbloses Gas, ist das Hauptoxid des Stickstoffs, das beim Verbrennungsprozess entsteht. NO selbst ist nicht von großer Besorgnis bezüglich der Auswirkungen auf die Gesundheit, jedoch ein Teil des entstandenen NO verbindet sich mit Sauerstoff und bildet NO₂, das aus der Sicht der menschlichen Gesundheit zu Besorgnis Anlass gibt. NO₂ ist ein braunes Gas, das einen stechenden, erstickenden Geruch hat. Es übt eine schädliche Wirkung auf das menschliche Atmungssystem aus. Insbesondere Asthmatiker sind für solche Exposition empfänglich.

Maßnahmen

Maßnahmen sind wie folgt zu erörtern:

- Eine Reduzierung der Abgasemissionen,
- Vorhalten eines ausreichenden Lüftungssystems,
- Begrenzung der Exposition gegenüber Gasen, und
- Verhinderung der Ansammlung gefährlicher und entzündbarer Gase.

1 Anforderungen

1.1 Definition der Expositionsgrenzen und der Zündgrenze

Expositionsgrenzwert bedeutet die höchste vertretbare Durchschnittskonzentration (zeitgewichteter Mittelwert) eines Stoffes oder, in einigen Fällen, eines Stoffgemisches in der Luft, der/dass von Personen eingeatmet wird. Die Konzentration wird üblicherweise in Teilen pro Million (ppm) oder mg/m³ angegeben. Ein Expositionsgrenzwert verweist entweder auf eine Langzeit-Exposition oder einen maximalen Grenzwert. Auch eine Kurzzeit-Exposition wird verwendet.

Langzeit-Exposition bedeutet der Expositionsgrenzwert für die Exposition während des gesamten Arbeitstages (normalerweise 8 Stunden).

Maximale Exposition bedeutet die höchste Konzentration, die erreicht wird.

Kurzzeit-Exposition bedeutet der zeitgewichtete mittlere Expositionswert über einen kurzen Zeitabschnitt von 10 oder 15 Minuten, der von den nationalen Normen der Arbeitsplatzexposition abhängt.

Untere Explosionsgrenze (LEL) bedeutet die Konzentration eines entzündbaren Gases, Dampfes

oder Nebels in Luft, unter der sich eine explosionsfähige Gasatmosphäre nicht bilden wird; auch bekannt als untere Zündgrenze.

1.2 Schadstoffe von Bedeutung

Von Verbrennungskraftmaschinen erzeugte Abgase enthalten hunderte chemischer Stoffe. Die Hauptbestandteile davon sind Stickstoff (N₂), Kohlendioxid (CO₂), Sauerstoff (O₂), Kohlenstoffmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Aldehyde wie Formaldehyd, polyaromatische Kohlenwasserstoffe wie Benzo(a)pyren und organisches und partikuläres gebundenes Blei.

Zwischen den Schadstoffen, die in den Abgasen von Benzin- und Dieselmotoren emittiert werden, ist im Allgemeinen CO bei Benzinmotoren und NO_x bei Dieselmotoren von erheblichsten Bedenken. Auch Blei, Feinstaub und Benzo(a)pyren geben Anlass zu erheblichen Bedenken.

Kenntnisse über die Wirkungen anderer Schadstoffe auf die Gesundheit sind derzeit ungenügend. Es werden jedoch erhebliche Forschungsarbeiten durchgeführt.

Die Überwachung der Arbeitsplatzhygiene ist zu planen, und ihre Ergebnisse sind durch einen qualifizierten Experten, der auf diesem Gebiet besonders ausgebildet ist, zu bewerten. Die Untersuchungen sind in Zusammenarbeit mit dem überwachenden Personal, mit der Führung des betroffenen Schiffes und den maßgeblichen Verwaltungen durchzuführen.

1.3 Luftwechselrate

Die Regeln II-2/19.3.4 und II-2/20.3 des SOLAS-Übereinkommens von 1974 in der jeweils gültigen Fassung enthalten Vorschriften über die Rate der Luftwechsel, die für eine Begrenzung der maximalen Konzentration von Schadstoffen während des Be- und Entladens und auch zur Verhinderung einer Ansammlung gefährlicher und entzündbarer Gase in den Ro-Ro-Laderäumen, wenn sich das Schiff mit einer Ladung von Motorfahrzeugen auf See befindet, vorgesehen sind. Diese Regeln sehen den vertretbaren Mindeststandard für die Lüftung vor.

2 Lüftung

2.1 Lüftung an Bord von Schiffen

Lüftungssysteme für Ro-Ro-Laderäume an Bord von Schiffen arbeiten im Allgemeinen nach dem Prinzip der Verdünnungs-Lüftung, wobei die in den Bereich strömende Zuluft ausreichend ist, die Abgase mit der Luft durchzumischen und zu entfernen.

Es gibt zwei Hauptarten der Verdünnungs-Lüftung: Abluft-Lüftung und Zuluft-Lüftung.

In wenigen Worten, bei der Abluft-Lüftung wird Luft durch Lüfter aus einem Ro-Ro-Laderaum abgesaugt und dann durch Außenluft ersetzt, die durch offene Rampen, Türen und andere Öffnungen eintritt. Abluft-Lüftung wird verwendet, wenn in dem Ro-Ro-Laderaum ein Druck unter dem Atmosphärendruck erforderlich ist. Der unter dem Atmosphärendruck liegende Druck verhindert, dass sich die Verunreinigung in angrenzende Bereiche ausbreitet.

Die Zuluft-Lüftung wirkt in entgegen gesetzter Weise. Lüfter befördern Außenluft in den Ro-Ro-Laderaum und die Luft wird dann über Rampen und andere Öffnungen nach außen abgeführt. Zuluft-Lüftung erzeugt normalerweise einen leichten Überdruck im Ro-Ro-Laderaum. Wird ausschließlich Zuluft-Lüftung verwendet, so können Schadstoffe sich mit der Zuluft vermischen, über die Innenrampen hochgeschoben werden und andere Decks kontaminieren. Findet jedoch eine ausreichende Vermischung nicht statt, so könnten die Kontaminationsstoffe in dem in Frage kommenden Deck verbleiben. Insbesondere können gefährliche Zustände in unteren Decks auftreten.

Die Lüftungssysteme an Bord von Schiffen vereinen oft diese zwei Prinzipien. Die Lüfter können dann umkehrbar sein, so dass sie entweder Luft in den Ro-Ro-Laderaum befördern oder Luft aus ihm absaugen können.

2.2 Ausbreitung der Luftschadstoffe

Die Abgasausbreitung hängt vom Strömungsverhalten der Luft innerhalb des Fahrzeugdecks ab. Dieses wird nicht einheitlich sein, aber wird abhängig von der Leistung, der Auslegung und der Betriebsart des Lüftungssystems, dem Volumen und der Form des Laderaums, dem Strömungsverhalten bei natürlicher Lüftung und der Anzahl und Aufstellung der Fahrzeuge in dem Fahrzeugdeck sein.

Obwohl die Gesamtrate des Luftwechsels in Fahrzeugdecks hoch sein kann, können Bereiche mit niedrigen Luftwechselraten verbleiben. Manchmal werden Hochgeschwindigkeits-Luftdüsen in dem Bestreben installiert, die Luft so „durchzumischen“, dass die Zuluft gleichmäßig über den Fahrzeugraum verteilt wird.

2.3 Bedingungen und Richtlinien für die Berechnung des Luftbedarfs

Die Funktion eines Lüftungssystems in einem Ro-Ro-Laderaum ist, die Fahrzeugabgase und andere gefährliche Gase zu verdünnen und zu entfernen, um Personen, die in dem Bereich arbeiten, davor zu schützen, dass sie einem gefährlichen oder unangenehmen Grad von Luftverschmutzung ausgesetzt sind. Die hauptsächlichen Einzelheiten für die Berechnung der erforderlichen Zuluft sind in der Norm ISO 9785:2002 oder den nationalen Fassungen dieser Norm* enthalten. Diese können als Hinweis bei der Planung neuer Anlagen oder bei der Bewertung der Leistungsfähigkeit von vorhandenen Anlagen verwendet werden.

Die in der Norm ISO 9785:2002 gegebene Formel ist jener ähnlich, die für die Berechnung der erforderlichen Zuluft für Ro-Ro-Laderäume auf Schiffen verwendet wird. Die Formel berücksichtigt jedoch auch die Tatsache, dass die zugeführte Außenluft eine gewisse Menge an Schadstoffen enthält und beinhaltet auch einen Verdünnungsfaktor. Der letz-

tere berücksichtigt den Grad der geschätzten oder möglichen Verdünnung der Schadstoffe in der Luft (siehe ISO 9785:2002 – Paragraph 5).

Zusätzlich zur Zuluft, die für die Verdünnung und Entfernung der Abgase und entzündbaren Gase erforderlich ist, ist es auch wichtig, eine Zirkulation der Luft in dem Ro-Ro-Laderaum sicherzustellen.

2.4 Verteilung der Luftströmungen

Lüftungssysteme können bei verringerter Förderleistung betrieben werden, wenn es durch ein Gasprüfsystem gesteuert wird, das die entzündbaren und gesundheitsschädlichen Gase in dem Raum überwacht. Die Qualitätssicherung der Luft basiert auf der Messung und Kontrolle von CO, NO₂ und den LEL-Werten. Eine Anleitung, wie die Qualitätssicherung der Luft durchzuführen ist, ist in Anhang 1 angegeben.

Es ist nicht möglich, Universallösungen für die Verteilung der Luftströmung in den verschiedenen Schiffstypen aufzustellen oder zu empfehlen. Der Verlauf der Lüftungskanäle und die Lage der Öffnungen für die Zuluft und die Abluft müssen so gestaltet sein, dass sie für die Konstruktion jedes einzelnen Schiffes, den zu erwartenden Umschlag von Fahrzeugen und die Abgasemissionen in Bereichen, die von der Besatzung oder anderen Arbeitern besetzt sind, geeignet sind.

Im Allgemeinen gilt folgendes:

- Die Luftströmung muss alle Teile des Ro-Ro-Laderaums erreichen. Die Lüftung ist jedoch in jene Bereiche zu konzentrieren, in denen die Emissionen der Abgase besonders hoch sind und die von der Besatzung oder anderen Arbeitern besetzt sind.
- Zu beachten ist die Wahrscheinlichkeit von nicht belüfteten Zonen, die durch einen Gegenstand abgeschirmt sind, und auch die Tatsache, dass sich Abgase in niedrig liegenden Bereichen unter den Fahrzeugen und in Decks unterhalb des Decks, das gerade entladen wird, leicht ansammeln. Ferner kann es in Abhängigkeit vom Luftströmungsverhalten für Schadstoffe möglich sein, in Decks einzudringen, die oberhalb des Decks liegen, welches gerade entladen wird.
- Die Luftströmung in Fahrzeugdecks muss der Höhe des Decks angepasst sein.
- Die Luftströmung wird dem Weg des geringsten Widerstandes folgen und demzufolge wird der größte Anteil der Luft in offene Bereiche strömen, wie z. B. oberhalb der Fahrzeuge usw.
- Es muss verhindert werden, dass sich schadstoffbelastete Luft aus Ro-Ro-Laderäumen in angrenzende Räume ausbreitet, z. B. Unterkunfts- und Maschinenräume.
- Wenn immer möglich, müssen Stellen, die vor der Luftströmung abgeschirmt sind, auf dem Plan gekennzeichnet sein. Die tatsächliche Lage solcher Bereiche in dem Deck muss in auffälliger Weise farblich gekennzeichnet sein, um anzuzeigen, dass Personen nicht auf diesem Teil des Decks stehen dürfen, und an den Schotten

* DIN EN ISO 9785:2002 – Titel (deutsch): Schiffe und Meerestechnik – Lüftung von Laderäumen, in denen Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren betrieben werden dürfen – Berechnung des theoretisch benötigten Gesamt-Luftvolumenstroms (ISO 9785:2002); Deutsche Fassung EN ISO 9785:2002.

müssen Schilder aufgehängt sein, um eine unterstützende Warnung zu geben.

2.5 Bestimmung der Anforderungen an die Luftströmung

Um die Anzahl von Fahrzeugen festzustellen, die zur gleichen Zeit in einem Laderaum in Betrieb sein können, ohne dass Personen einem gefährlichen oder unbehaglichen Luftverschmutzungsgrad ausgesetzt sind, ist die in der Norm ISO 9785:2002 enthaltene Anleitung zur Berechnung der erforderlichen Strömung von Außenluft zur Verdünnung oder Entfernung der Abgase durch ein Fahrzeug einzuhalten.

Es ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass sich die Abgase vielleicht nicht vollständig mit der zugeführten Außenluft vermischen, dass die Arbeitsplatzexpositionsgrenzwerte vielleicht nicht erreicht werden und dass die Außenluft selbst einen bestimmten Verschmutzungsanteil enthält.

Diese Anleitung ist auf Fahrzeuge mit normaler Abgasemission anzuwenden, die unter normalen Bedingungen betrieben werden. Es muss daran erinnert werden, dass die gemessene oder geschätzte Luftströmung von der tatsächlichen Luftströmung abweichen kann und dass die Konzentration der Schadstoffe in den Abgasen erheblich variieren kann.

Die Anleitung spezifiziert den Zuluftbedarf pro Fahrzeug, um sicherzustellen, dass der Verschmutzungsgrad unter den Arbeitsplatzexpositionswerten gehalten wird. Trotzdem können bei Zuluftströmungen bei oder oberhalb der empfohlenen Zuluftmenge subjektive (individuelle) Symptome von Unbehagen, besonders bei Dieselabgasen, gefühlt werden.

Die Luftströmung kann mittels direkter Messung oder durch eine von der Verwaltung anerkannte, auf Berechnung basierender Methodik (wie beispielsweise numerische Strömungssimulation und/oder die Anwendung eingeführter empirischer Formeln) bestimmt werden.

3 Prüfung des Lüftungssystems

3.1 Allgemeines

Wenn das Schiff abgeliefert wird, ist die Prüfung des Lüftungssystems hauptsächlich auf die Bestätigung angelegt, dass die Entwurfszuluftströmung eingehalten wird. Die Prüfergebnisse gelten für ein leeres Fahrzeugdeck und das vorherrschende Wetter zur Zeit der Prüfung.

Die während der Prüfung aufgezeichneten Werte sind weder repräsentativ für diejenigen noch gleichwertig zu denjenigen, die während der Be- und Entladung der verschiedenartigen Fahrzeugtypen unter wechselnden Wetterverhältnissen angewendet werden müssen.

Um das Lüftungssystem in den Ro-Ro-Laderäumen eines Schiffes am wirkungsvollsten zu nutzen, müssen Kenntnisse über seine Kapazität aus Erfahrungen und durch einfache Prüfungen erworben werden. Es ist wichtig, dass Richtlinien, Vorschriften und Programme eingeführt werden, um das Lüftungssystem für typische Be- und Entladungs-

vorgänge einzusetzen. Es ist weiterhin wichtig, dass gewonnene Erfahrungen dokumentiert und weitergegeben werden, um eine Anleitung für die Besatzung des Schiffes zu bieten.

Die Faktoren, die bestimmt werden müssen, sind die Menge der Zuluft und der Abluft für die Ro-Ro-Laderäume und die Zirkulation der Luft innerhalb des Fahrzeugdecks. Richtlinien für eine geeignete Prüfung sind im Anhang 2 enthalten.

Bei der systematischen Verwendung von sichtbarem Rauch ist es möglich, die Luftzirkulation in einem Ro-Ro-Laderaum festzustellen, und zur Bestimmung der Durchflussrate von Zuluft kann ein Windmesser (Anemometer) verwendet werden. Werden die Ergebnisse mit der detaillierten Dokumentation der tatsächlichen Verhältnisse verglichen, so können sie als eine sichere Grundlage für wirkungsvolle Maßnahmen verwendet werden.

Es ist wichtig, dass die zur Zeit der Prüfung vorherrschenden Verhältnisse, welche die Ergebnisse wahrscheinlich beeinflussen, sorgfältig dokumentiert werden, da sich das Strömungsverhalten der Luft entsprechend den Ladungsverhältnissen ändert. Die Prüfergebnisse sind offensichtlich nur auf die Verhältnisse anwendbar, die zur Zeit der Prüfungen vorherrschen.

3.2 Bestimmung der Luftwechselrate

Die Luftwechselrate wird durch den Durchfluss der Zuluft bestimmt, die in die Ro-Ro-Laderäume durch die Zuluftöffnungen eingelassen wird. Der Luftzufluss kann unter Verwendung direkter Messung eines Anemometers oder anderer Instrumente gleichwertiger Zuverlässigkeit bestimmt werden.

Weil das Geschwindigkeitsprofil der Luft, die in das Fahrzeugdeck durch Zuluftöffnungen auf Schiffen eintritt, im Allgemeinen sehr instabil ist und weit schwankt, ist die Luftströmung durch jemanden zu messen, der mit solchen Messungen Erfahrungen hat. Nach etwas Übung sollten jedoch auch verantwortliche Besatzungsmitglieder in der Lage sein, diese Messungen durchzuführen.

Selbst wenn die Messungen von fachkundigen Personen durchgeführt werden, sind Abweichungen von mindestens 20 % von der tatsächlichen Luftströmung zu berücksichtigen, wenn Messungen mittels Anemometer vorgenommen werden.

Eine Beschreibung von Verfahren zur Luftströmungsmessung ist in Anhang 2 angegeben. Es ist zur Kenntnis zu nehmen, dass eine hohe Luftwechselrate nicht niedrige Kontaminationsgrade garantiert. Eine schwache Vermischung innerhalb eines Decks kann zu hohen Kontaminationsgraden und potentiell hohen Expositionen führen, selbst wenn die Lüfter eine große Luftmenge zu liefern scheinen. Ist das Lüftungssystem erst einmal vollständig charakterisiert worden, so sind bei dem System Stichproben während tatsächlicher Be- oder Entladungsvorgänge durchzuführen, um sicherzustellen, dass das System erwartungsgemäß arbeitet. Eine weitere Anleitung wird in Teil 2 gegeben (Betriebliche Empfehlungen zur Minimierung der Luftverschmutzung in Ro-Ro-Laderäumen).

3.3 Rauch und Gas zur Verfolgung der Luftverteilung

Um die Luftqualität am Arbeitsplatz zu verbessern, müssen Kenntnisse darüber erworben werden, wie die Verschmutzung von den Fahrzeugen durch die Luft im Ro-Ro-Laderaum verbreitet wird.

Sichtprüfungen unter Verwendung sichtbaren Rauchs liefern keine unmittelbaren Messwerte der Luftwechselrate oder der Luftverteilung in einem Ro-Ro-Laderaum, obwohl sie oft einen ausreichenden Hinweis auf ein zufriedenstellendes Bild geben, das durch die Luftzirkulation, das Vorhandensein unbewegter oder abgeschirmter Bereiche und die Rate, bei der Schadstoffe durch das Lüftungssystem entfernt werden, erreicht wird. In Anhang 2 sind empfohlene Verfahren für die Verwendung sichtbaren Rauchs oder Spurengases angegeben.

Das Verfahren mit sichtbarem Rauch ist einfach und kann leicht durch den für die Lüftung des Ro-Ro-Laderaums verantwortlichen Offizier durchgeführt werden.

Die Verwendung von Spurengas gibt ein zuverlässigeres Bild der Luftwechsel und der Luftzirkulation in dem Ro-Ro-Laderaum. Das Verfahren bei der Verwendung von Spurengas ist jedoch komplizierter. Da die gleichen Messpunkte verwendet werden, ist es sinnvoll, Spurengas in Kombination mit einer stationären Überwachung der Verschmutzungs-Konzentration in einem Ro-Ro-Laderaum zu verwenden.

3.4 Prüfung der für das Luftqualitätsüberwachungssystem verwendeten Sensoren

Die Sensoren müssen in regelmäßigen Zeitabständen, wie beispielsweise einmal im Monat für Pobe-nahme-Detektoren und einmal im Jahr für das vollständige System, entsprechend den Anweisungen des Herstellers und unter Berücksichtigung des Teils 2 dieser Richtlinien kalibriert, gewartet und überprüft werden.

4 Dokumentation

4.1 Betriebshandbuch

Es ist ein Betriebshandbuch bereitzustellen und dieses muss einen Plan des Lüftungssystems enthalten, in dem Lüfter, Zuluftöffnungen und Abluftöffnungen sowie Türen, Rampen, Luken usw. angegeben sind. Die Lage der Kontrolltafel für das Lüftungssystem des Ro-Ro-Laderaums ist ebenfalls zu kennzeichnen.

Der Plan muss die verschiedenen Möglichkeiten für den Betrieb des Lüftungssystems aufzeigen. Er muss Einzelheiten über die Nennluftströmung und die veranschlagte Anzahl der verschiedenartigen Fahrzeugtypen in den verschiedenen Ro-Ro-Laderäumen unter verschiedenen Be- und Entladungsverhältnissen enthalten.

Der Plan ist regelmäßig auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse aus den normalen Be- und Entladungsvorgängen mit Fahrzeugen zu überarbeiten und/oder zu ergänzen. Deshalb ist eine Anzahl von Leerzeichnungen an Bord mitzuführen.

Auf der Grundlage solcher Erkenntnisse sollte es auch möglich sein, Richtlinien für die maximale Anzahl von Fahrzeugen, die gleichzeitig betrieben werden dürfen, zu erarbeiten.

Wenn immer möglich, müssen Stellplätze, die vor der Luftströmung abgeschirmt sind, auf den Plänen angegeben sein.

Das Betriebshandbuch muss Hinweise für den Kundendienst und die Instandhaltung der Systeme enthalten.

4.2 Kontrolltafeln

Die Kontrolltafeln sind auf dem Schiff an einer günstig gelegenen Stelle zu installieren.

Ein Plan der Ro-Ro-Laderäume des Schiffes, der die Lage der Lüfter und Öffnungen angibt, ist an der Kontrolltafel vorzuhalten. Jedem Lüfter ist eine individuelle Bezeichnung zu geben.

An der Kontrolltafel müssen auch Angaben darüber ausliegen, welche Lüfter bei einem gegebenen Ro-Ro-Laderaum unter den verschiedenen Ladungsverhältnissen einzusetzen sind.

Aus Gründen der Sicherheit und um die Kontrolle des Lüftungssystems zu erleichtern, muss die Kontrolltafel Anzeigeeinrichtungen enthalten, die angeben, welche Lüfter in Betrieb sind.

Die einzelnen Kontroll- und Anzeigelämpchen sind mit der gleichen Bezeichnung zu markieren, wie die Lüfter, denen sie zugeordnet sind.

So weit wie möglich sind die Anzeigelämpchen und Bedieneinrichtungen für Lüfter, die normalerweise gleichzeitig betrieben werden, in Gruppen anzuordnen. Dieses ist hilfreich, um die Funktion der Bedieneinrichtungen leicht sichtbar zu machen, und wird deshalb eine richtige Benutzung der Bedieneinrichtungen unterstützen.

An der Kontrolltafel muss eine automatische Regelung des Luftqualitätsüberwachungssystems angezeigt werden.

Auf den Code für Alarmierungs- und Anzeigeeinrichtungen 2009 (Entschließung A.1021(26)) wird verwiesen.

Teil 2

Betriebliche Empfehlungen zur Minimierung der Luftverschmutzung in Ro-Ro-Laderäumen

Einführung

Die in diesem Dokument enthaltenen betrieblichen Empfehlungen sind hauptsächlich an diejenigen gerichtet, die sich mit der Ladungsstauung in Laderäumen auf Ro-Ro-Schiffen befassen oder in ähnlicher Umgebung arbeiten. Der Hauptzweck der Empfehlungen ist, Wege aufzuzeigen, mit denen die Exposition gegenüber Abgasemissionen eingeschränkt werden kann, aber auch die mit der Verschmutzung durch Abgase verbundenen Gefahren werden behandelt. Eine Kopie der Empfehlungen ist an Bord des Schiffes mitzuführen.

1 AUSBILDUNG UND INFORMATION

Die Besatzung muss sachgemäß ausgebildet sein, die notwendigen Kenntnisse besitzen und die eingeführten Verfahren befolgen.

Um die Luftqualität in den Fahrzeugdecks zu verbessern bzw. zu überwachen, ist ein Verfahren zur Aufzeichnung und Untersuchung von Beschwerden einzuführen, wenn fortwährend schlechte Luftqualität vom Landpersonal oder der Besatzung wahrgenommen wird.

Den Fahrern sind zweckentsprechende Anweisungen für die Verladung und Entladung zu geben. Dieses soll dazu beitragen, die Erzeugung von Luftverschmutzung zu minimieren.

Nach einer erheblichen Änderung der Betriebsweise des Schiffes sind Ausbildung und Information zu überprüfen.

2 Inspektion, Wartung und Reparaturen

Inspektion, Wartung und Reparatur sind in fachmännischer Art und Weise durchzuführen. Die Schiffseigner haben sicherzustellen, dass dieses geschieht und dass die notwendigen Kenntnisse, Ausrüstungen und Ersatzteile verfügbar sind.

Eine jährliche Überprüfung des Lüftungssystems des Fahrzeugraums ist durch den Sicherheitsbeauftragten des Schiffes durchzuführen. Vor Inbetriebnahme eines neuen Schiffes ist eine Überprüfung des Lüftungssystems des Fahrzeugraums durch einen Dritten vorzunehmen und danach in regelmäßigen Abständen von fünf Jahren.

3 Prüfung des Lüftungssystems

3.1 Wirksamer Einsatz des Lüftungssystems

Wenn die Lüftung eines Ro-Ro-Laderaumes optimiert wird, sind alle zweckdienlichen Möglichkeiten zu berücksichtigen. Solche Möglichkeiten umfassen unterschiedliche Lüftergeschwindigkeiten, Lüfterbauformen und die Nutzung natürlicher Lüftung durch Öffnungen im Schiffskörper. Es sind auch die jeweiligen Sicherheits- und Umgebungsbedingungen in Betracht zu ziehen.

3.2 Prüfung der Luftqualität

Wenn ein neues Schiff in Betrieb geht, ist die Luftqualität durch eine befugte, sachkundige Person mit besonderer Ausbildung für die Ermittlung der Arbeitsplatzexposition zu prüfen. Die Prüfungen sind in Absprache mit dem Sicherheitsbeauftragten des Schiffes und anderen zuständigen Behörden durchzuführen.

Die Schiffseigner und die Betreiber haben die Prüfung der Luftqualität im Zusammenhang mit den Prüfungen des Lüftungssystems in Betracht ziehen, um eine einwandfreie Wartung und Funktionsfähigkeit des Lüftungssystems sicherzustellen. Situationen, die auf die Notwendigkeit hinweisen, eine Überprüfung der Luftqualität durchzuführen, umfassen Beschwerden von Arbeitern (z. B. Kopfschmerzen, Schwindel, Stechen in den Augen oder im Atmungssystem), Anzeichen dafür, dass sich das Lüftungssystem selbst verschlechtert hat, und Änderungen im Schiffsbetrieb, die erheblich von

demjenigen abweichen, für das das ursprüngliche Lüftungssystem ausgelegt war.

Alle Prüfergebnisse, welche die Angemessenheit des Lüftungssystems bestätigen, sind zu dokumentieren und mit den Schiffspapieren aufzubewahren. Anhang 3 gibt Empfehlungen zur Durchführung der Luftqualitäts-Überwachung in Ro-Ro-Laderäumen.

4 Schiffe im Betrieb

4.1 Be- und Entladen

Selbst wenn die Ladungsstauung auf einem Schiff gut geplant ist, und das Lüftungssystem für die geplante Verkehrsdichte gut angepasst ist, kann dieses noch nicht genug sein, um sicherzustellen, dass eine akzeptable Luftqualität unter allen Fahrzeug-Umschlagsvorgängen aufrecht erhalten wird.

Es ist außerordentlich wichtig, dass das Lüftungssystem unter den vorherrschenden Betriebs- und Wetterverhältnissen in der wirkungsvollsten Weise betrieben wird.

Die für das Be- und Entladen von Fahrzeugen verantwortlichen Personen haben sich mit dem für die Lüftung des Fahrzeugdecks verantwortlichen Offizier abzustimmen, um sich selbst mit dem Lüftungssystem an Bord vertraut zu machen (die Zuluft- und Abluftöffnungen und die Nennluftströmung), und zu entscheiden, ob die Lüftung unter Berücksichtigung von Verkehrsdichte, Fahrzeugtyp und anderen Gesichtspunkten in einem gegebenen Fall ausreichend ist.

Es ist wichtig, dass die Zuluft freien Zugang zu den Ro-Ro-Laderäumen hat und dass die Lüftungsöffnungen nicht unnötigerweise versperrt sind.

Wenn Hilfs-Luftdüsensysteme installiert worden sind, müssen die Fahrzeuge so gestaut sein, dass die Luftstrahlen bei maximaler Wirksamkeit so lange wie möglich wirken können.

4.2 Begrenzung der Erzeugung von Abgasemissionen

Die wirkungsvollste Art der Verringerung von Abgasemissionen ist sicherzustellen, dass die Fahrzeuge so wenig Zeit wie möglich mit laufenden Motoren an Bord verbringen. Dieses bezieht sich nicht nur auf Ladungsumschlags-Fahrzeuge (Zugmaschinen usw.), sondern auch auf Fahrzeuge, die als Ladung befördert werden (Autos, Reisebusse, Lastkraftwagen des Fernverkehrs usw.). Die Geschwindigkeit, mit der die Fahrzeuge an Bord gefahren werden, muss auch den vorherrschenden Verhältnissen angepasst sein.

Die Abgasemissionen sind in hohem Maße durch die Fahrtechnik und die Temperatur, bei der ein Motor läuft, beeinflusst. Reibungsloses und stetiges Fahren eines Fahrzeugs mit einem warmen Motor wird die geringsten Abgasemissionen erzeugen. Eine plötzliche und starke Beschleunigung verursacht eine wesentliche und oft unnötige Erhöhung des Verschmutzungsgrades. Dieses trifft besonders dann zu, wenn der Motor kalt ist. Da niedrige Geschwindigkeiten und niedrige Beschleunigungen erheblich niedrigere Grade an Luftverschmutzung erzeugen als hohe Geschwindigkeiten und schnelle Beschleunigungen, sind die

Fahrzeuge sehr langsam zu beschleunigen und bei niedrigen Geschwindigkeiten zu halten.

Die wesentlichen zu beachtenden Punkte umfassen Folgendes:

- Zustand der Motoren,
- Fahrtechnik,
- Arbeitsorganisation (so wenig Motoren wie möglich laufen zur gleichen Zeit),
- Sicherstellung, dass die Fahrer ihre Motoren nicht eher anlassen als notwendig, und
- Sicherstellung, dass der Verkehr stetig fließt (dadurch Ausschaltung starker Beschleunigung und hoher Geschwindigkeiten). Die Kontrolleinrichtungen der Abgasemissionen sowohl für Dieselmotoren als auch für Benzinmotoren können die Luftqualität während der Verladung beeinflussen. Wegen des Kaltstarts der Maschinen hat dieses jedoch wahrscheinlich geringe Auswirkung während der Entladung.

4.3 Begrenzung der Exposition

Die Autodecks auf Fähren sind gewöhnlich mit einer Abluftlüftung ausgerüstet. Die Zuluft wird im Allgemeinen durch die Rampe eingelassen, und die Luft wird durch Abluftlüfter am anderen Ende des Autodecks entfernt.

Eine Person, die schwere körperliche Arbeit verrichtet, verbraucht bis zu zweimal so viel Luft wie eine Person, die leichte Arbeit ausführt. Das hat zur Folge, dass sie einen entsprechend höheren Anteil von Schadstoffen inhaliert. Folglich ist die Arbeit so zu organisieren, dass eine schwere physische Belastung in Bereichen vermieden wird, wo der Verschmutzungsgrad hoch ist. Niemand darf unnötigerweise gefährlichen Konzentrationen von Abgasen ausgesetzt werden.

4.4 Empfehlungen für besondere Schiffstypen

4.4.1 Autofähren

Die höchste Durchschnittskonzentration der Verschmutzung (Abgase) im Fahrzeugdeck wird während der Entladung zu Spitzenzeiten am weitesten entfernt von der Rampe in der Nähe der Abluftlüfter auftreten. Die Arbeit auf dem Fahrzeugdeck muss deshalb so organisiert werden, dass die Notwendigkeit für Personen ausgeschlossen wird, den Bereich des Fahrzeugdecks zu besetzen, in dem die Verschmutzungskonzentration am höchsten ist.

Die Verladung und Entladung sind so zu organisieren, dass sich keine Schlangen unmittelbar aus dem Schiff heraus oder in der Rampenöffnung bilden. Die Rate für die Verladung ist der Leistungsfähigkeit der Lüfter und der zufließenden Außenluft anzupassen.

Die Verladung ist so zu organisieren, dass Lüftungsöffnungen oder die Luftdüsen eines Hilfssystems nicht unnötigerweise versperrt werden.

Den Fahrern sind gedruckte Anweisungen für die Verladung bzw. Entladung auszuhändigen. Ein geeignetes Falblatt könnte den Fahrern beim Lösen der Fahrscheine ausgehändigt werden, oder es werden Schilder mit beispielsweise folgender Aufschrift angebracht: „Abgase bilden eine Gesundheitsge-

fahr. Lass deinen Motor nicht an, bevor das Signal gegeben wird, und befolge die Anweisungen“.

In geschlossenen Fahrzeugdecks dürfen die Anweisungen zum Anlassen der Motoren nicht gegeben werden, bis die zu den Rampen führenden Türen geöffnet sind.

4.4.2 Ro-Ro-Schiffe, die schwere Fahrzeuge befördern

Die meiste Ladung auf Ro-Ro-Schiffen wird durch Fahrzeuge bewegt. Für das Be- und Entladen der Ladung werden große Zugmaschinen eingesetzt. Zugmaschinen unterschiedlicher Größe werden für das Stauen der Ladung in den Ro-Ro-Laderäumen verwendet. In geschlossenen Fahrzeugdecks dürfen die Anweisungen zum Anlassen der Motoren nicht gegeben werden, bis die zu den Rampen führenden Türen geöffnet sind.

Es ist wichtig, unnötige Abgasemissionen während der Ladungsstauung zu vermeiden. Die Fahrzeuge müssen in Bewegung gehalten werden, und es dürfen sich keine Schlangen bilden. Stehende Fahrzeuge mit Motoren im Leerlauf sind zu vermeiden. Dieses gilt besonders für das Warten während des Be- und Entladens an Bord und für Fahrzeuge in Aufzügen. Während dieser Zeiten müssen die Ro-Ro-Laderäume gut gelüftet werden.

Es ist ferner wichtig sicherzustellen, dass die Zuluftöffnungen und Abluftöffnungen frei gehalten und nicht unnötigerweise versperrt werden. Eine Nichtbeachtung kann dazu führen, dass das Lüftungssystem nicht wirkungsvoll arbeitet.

Es ist die Tatsache zu beachten, dass sich Abgase in schlecht gelüfteten Bereichen und in niedrig liegenden Bereichen ansammeln können. Ein kalter Motor stößt zweimal soviel Schadstoffe aus wie ein warmer Motor.

4.4.3 Autotransporter

Infolge der allgemeinen Einheitlichkeit der Ladung auf Autotransportern, muss eine wirkungsvolle Organisation der Verladung und Entladung möglich sein; dabei sind die Bildung von Schlangen und die hierdurch entstehenden unnötigen Abgasemissionen zu vermeiden.

Den Fahrern sind gedruckte Anweisungen für die Fahrtechnik auszuhändigen, und sie sind über die Wichtigkeit zu unterrichten, dass Motoren nicht mehr laufen als nötig. Ein Fahrzeug, welches langsam und mit niedrigerer Beschleunigung gefahren wird, emittiert viel weniger Schadstoffe als ein Fahrzeug, welches schneller und mit höherer Beschleunigung gefahren wird. Außerdem stößt ein kalter Motor oft zweimal soviel Schadstoffe aus wie ein warmer Motor.

Es wird deshalb empfohlen, dass Motoren vorgewärmt werden, bevor die Fahrzeuge an Bord gefahren werden. Fahrzeuge mit laufenden Motoren sind in der Nähe des „Lasch-Trupps“ nicht zulässig.

5 Persönliche Schutzausrüstung

Die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung ist immer als letztes Mittel anzusehen und nur dann anzuwenden, wenn alle sonstigen versagt haben.

Bezüglich der Abgase sind die praktischen Möglichkeiten begrenzt, da alle in den Emissionen enthaltenen Schadstoffe schwierig herauszufiltern sind, was im Allgemeinen die Verwendung von Masken und dergleichen ausschließt. Wenn das Problem unter Verwendung persönlicher Schutzausrüstung gelöst werden muss, müssen folglich Atemschutzgeräte eingesetzt werden. Ein derartiges Gerät ist in der Praxis unbequem, weil der Sauerstoff entweder aus Zylindern, die auf dem Rücken des Trägers befördert oder getragen werden, oder durch einen Schlauch kommen muss.

Anhang 1

Lüftung von Ro-Ro-Laderäumen – Luftqualitätsüberwachungs- und Luftqualitätssicherungs-System

1 Allgemeines

Dieser Anhang erteilt Anweisungen zum Messen der Luftqualität und zur entsprechenden Regelung der Luftströmung. Dieses System wird Luftqualitätsüberwachungs-System genannt.

Die Luftqualitäts-Überwachung kann als ein Mittel zur Regelung der Luftströmung in geschlossenen Fahrzeugräumen, geschlossenen Ro-Ro-Räumen und Sonderräumen verwendet werden.

Die Luftqualitäts-Überwachung basiert auf der Messung von CO, NO₂ und den LEL-Werten. Auf der Grundlage der gemessenen Werte kann die Luftmenge durch eine Drehzahl-Änderung der Zuluft- und/oder Abluft-Lüfter geregelt werden.

2 Anforderungen

- 2.1 Die Kontrollhäufigkeit und die sich ergebende Rückmeldung des Lüftungssystems über die Luftqualität in den Ro-Ro-Räumen müssen ausreichend sein, um die Konzentration entzündbarer und gesundheitsschädlicher Gase unter den Grenzwerten zu halten.
- 2.2 Vorschriften für Wartung und Instandhaltung müssen vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden und mindestens die Häufigkeit der Prüfungen und die Justierung der Sensoren angeben.
- 2.3 Das System muss automatisch betrieben werden können, mit einer manuellen Überbrückungseinrichtung.
- 2.4 Die Energieversorgung, die Sensoren und die Regelungseinrichtungen müssen überwacht werden. Bei Betriebsstörung, einschließlich der manuellen Überbrückungseinrichtung, muss ein Alarm ausgelöst werden.
- 2.5 Bei jedem Fehler im System, einschließlich Ausfall der Energieversorgung des Kontrollsystems, müssen die Lüfter auf die in Regel II-2/20.3.1.1 SOLAS vorgeschriebene Leistung umschalten.
- 2.6 Die maximale Abschnittsgröße für eine Sensor-Einrichtung ist ein einziger Laderaum.

- 2.7 Regelmäßige Prüfungen an Bord und die Kalibrierung der Sensoren sind entsprechend den Anweisungen des Herstellers vorzunehmen.
- 2.8 Die nach Absatz 2.4 vorgesehenen Alarme müssen ausreichend sein und in dem Bereich angezeigt werden, wo die Bedieneinrichtungen für die Lüftung mit Kraftantrieb, welche die Fahrzeugdecks versorgen, auf der Kommandobrücke angeordnet sind².
- 2.9 Die Gasspürgeräte einschließlich Verkabelung müssen den Verhältnissen in Ro-Ro-Laderäumen angepasst sein und die entsprechenden Normen einhalten.
- 2.10 Wenn CO, NO₂ oder die Konzentration entzündbarer Gase (LEL) den Grenzwert der Konzentration übersteigt, muss an einer ständig besetzten Stelle ein akustischer und optischer Alarm ausgelöst werden.
- 2.11 Das Kontrollsystem muss ständig mit Energie versorgt werden, und es muss einen selbsttätigen Umschalter haben, der im Falle des Ausfalls der normalen Energieversorgung auf eine Ersatz-Energieversorgung umschaltet.

3 Luftqualitätsüberwachungs-Systeme

- 3.1 Luftqualitätsüberwachung ist ein System, das sicherstellt, dass entzündbare und gefährliche Gas-konzentrationen unter vorgegebenen Werten gehalten werden.
- 3.2 In Ro-Ro-Laderäumen müssen die folgenden Gase überwacht und behandelt werden, um die Konzentration gesundheitsschädlicher Abgase zu begrenzen, wenn Fahrzeuge geladen und gelöscht werden, und die Ansammlung entzündbarer Gase zu verhindern, während das Schiff auf See ist:
 - .1 bei mit Benzin angetriebenen Fahrzeugen Kohlenstoffmonoxid (CO);
 - .2 bei Dieselmotoren Stickstoffdioxid (NO₂); und
 - .3 die untere Explosionsgrenze (LEL).
- 3.3 Zu berücksichtigende Faktoren, wenn bestimmt wird, welcher Systemtyp festzulegen ist:
 - .1 Größe des zu überwachenden Raumes: Bereiche, die Trennwände, Absätze, Ecken und andere Hindernisse gegen eine freie Luftbewegung enthalten, sind auf einen Sensor pro 900 m² zu beschränken. Eine geringere Anzahl von Sensoren können auf der Basis von Berechnungen oder Messungen der Ansprechzeit auf Luftqualität im Laderaum anerkannt werden.
 - .2 Anordnung der Sensoren: Wenn Sensoren in einem Raum installiert werden, ist darauf zu achten, dass sie von Bereichen ferngehalten werden, die eine Auswirkung auf die Anzeigewerte haben können. Dieses umfasst Rolltore (Eingänge und Ausgänge) sowie Bereiche, die sich in der Nähe von Außenluft-Zulüftern oder Sauglüftern befinden.

² Auf den Code für Alarmierungs- und Anzeigeeinrichtungen 2009 (Entschlüsselung A.1021(26)) wird verwiesen.

4 Mindestluftmenge basierend auf Messungen von CO, NO₂ und LEL

- 4.1 Die Lüfter sind durch das Luftqualitätsüberwachungs-System zu steuern, um die entsprechende Anzahl von Luftwechseln zwecks Wiederherstellung der normalen Werte von CO, NO₂ und LEL zu ermöglichen, sobald diese Werte während eines Zeitraums von 5 Minuten überschritten werden. Die Lüftungscharakteristik muss in Bezug auf den Anstieg der Gaskonzentration fortlaufend reguliert werden, und um die normalen Werte von CO, NO₂ und LEL so bald wie möglich wieder herzustellen.
- 4.2 Es muss ein Alarm ausgelöst werden, wenn der Wert 40 mg/m³ CO oder 4 mg/m³ NO₂ der Langzeit-Arbeitsplatzexposition entsprechend der Norm ISO 9785:2002 übersteigt oder wenn die relative Konzentration der Atmosphäre bezüglich der Unteren Explosionsgrenze (LEL) mehr als 10 % beträgt. Andere strengere Arbeitsplatzexpositionswerte können angewendet werden, wenn sie unter Berücksichtigung nationaler/örtlicher Arbeitsschutzvorschriften durch die Verwaltung festgelegt sind.
- 4.3 Der Mindestumfang der Lüftung muss eine ausreichende Strömung für die Messgeräte bieten, damit diese ansprechen.

5 Aufspüren von CO, NO₂ und LEL

Die Installation und der Einbauort der Detektoren sind abhängig von der Luftströmung in den Laderäumen. Um den Einbauort und die Anzahl der Detektoren festzulegen, muss die Luftströmung im Laderaum berücksichtigt werden. In jedem Fall sind die Detektoren so zu installieren, dass die nach Abschnitt 3 vorgegebenen und die nachfolgend angegebenen Leistungsmerkmale erbracht werden:

- .1 Geeignete Höhe oberhalb des Decks entsprechend den Anweisungen des Herstellers;
- .2 derart angeordnet, dass jeder Detektor eine Fläche von höchstens 900 m² abdeckt. Geringere Anzahlen von Sensoren können anerkannt werden, jedoch mit einer ausreichenden Ansprechzeit, um die Konzentration gefährlicher Gase unter den Arbeitsplatzexpositionsgrenzen und den Explosionsgrenzen zu halten; und
- .3 Übereinstimmung mit Abschnitt 3 des Teils 2 dieser Richtlinien und mit den Anweisungen des Herstellers hinsichtlich der Anordnung der Sensoren.

6 Zulassungsprüfung

An Bord ist eine Prüfung durchzuführen, um die Leistungsmerkmale der Luftqualitätsüberwachungssysteme in Übereinstimmung mit diesen Richtlinien zu bestätigen. Entsprechend den Anforderungen der Verwaltung können Versuche im tatsächlichen Maßstab durch Modellversuche ersetzt werden.

Anhang 2

Lüftung von Ro-Ro-Laderäumen – Prüfverfahren für die Luftströmung

1 Zweck und Anwendungsbereich

Dieser Anhang gibt Anweisungen zum Messen des Nenn-Luftwechsels und der Luftverteilung im Zusammenhang mit der Prüfung der Lüftungsanlagen in den Ro-Ro-Laderäumen auf Schiffen, in denen Fahrzeuge mit Verbrennungskraftmaschinen fahren.

Der Nenn-Luftwechsel wird durch Berechnung der Luftströmung in der Zuluft und den Einrichtungen der Abluft gemessen. Die Luftverteilung wird normalerweise mit sichtbarem Rauch optisch beurteilt oder durch Messung mit Spurengas.

2 Nennluftwechsel

Um nachzuweisen, dass die Ro-Ro-Laderäume mit der berechneten Luftmenge versorgt werden, ist der Luft-Volumenstrom in jeder Zuluftströmung und, wo es zweckdienlich erscheint, in den Einrichtungen der Abluft zu messen.

2.1 Messinstrumente für die Luftströmung

Obwohl alternative Techniken wie beispielsweise das „Pilot-Traversal“-Verfahren verfügbar sind, werden im Allgemeinen Anemometer für die Messungen von Luftströmen geringer Geschwindigkeit verwendet. Es gibt zwei gebräuchliche Typen von Anemometern:

- .1 Den elektronischen Typ der Anemometer mit direkter Ablesung, welcher die Luftgeschwindigkeit fast unverzüglich registriert. Dieser hat eine ausgeprägte uneinheitliche Luftströmung, da jede Instabilität oder zufallsbedingter Wechsel der Geschwindigkeit unverzüglich erkannt werden und der genaue Durchschnittswert der Geschwindigkeit an einem Punkt beurteilt werden kann. Er ist auch sehr schnell einsetzbar.
- .2 Den mechanischen Typ der Anemometer mit direkter Ablesung mit einem rotierenden Flügelrad. Die Bewegung ist eine drehende Ablenkung gegen die Wirkung einer Feder.

Diese Anemometertypen sind klein und kompakt, leicht abzulesen und zu verwenden, geben einigermaßen stetige Messwerte, und jeder entstehende Fehler oder jede entstehende Unstimmigkeit ist normalerweise ganz offensichtlich. Wenn eine Korrekturtabelle mit einem Anemometer geliefert wird, müssen die Korrekturfaktoren auf die gemessenen Geschwindigkeiten angewendet werden, bevor sie verglichen werden. Bei einem von einer erfahrenen Bedienungsperson verwendeten Messinstrument guter Qualität in ordnungsgemäßem Zustand wird der wahrscheinliche Fehler bei den erhaltenen vergleichenden Werten im Bereich von maximal ± 2 % beim Vergleichen ähnlicher Geschwindigkeiten bis maximal ± 5 % beim Vergleichen weit auseinander liegender Geschwindigkeiten liegen.

2.2 Verfahren für die Luftströmungsmessung³

Bei den Zuluft- oder Abluftgittern wird das Anemometer wie folgt eingesetzt:

Die Gesamtfläche des Gitters wird in Quadrate von 150–300 mm in Abhängigkeit von der Größe des Gitters und den Schwankungen des Geschwindigkeitsmusters unterteilt.

Das Anemometer wird in die Mitte jedes Quadrats gehalten, wobei die Rückseite des Geräts die Lüftungsschlitze, die ohne Durchbiegung platziert sein müssen, berührt. Das Gerät zeigt an jedem Quadrat einen sofortigen Messwert der angezeigten Geschwindigkeit an, und dieser Messwert ist aufzuzeichnen. Wenn die angezeigten Geschwindigkeiten in der Mitte aller Quadrate aufgezeichnet worden sind, ist der Durchschnittswert dieser Geschwindigkeiten zu berechnen; dieser Durchschnittswert gilt als „angezeigte Geschwindigkeit“ für das ganze Gitter.

Dieses Verfahren wird normalerweise wiederholbare Ergebnisse liefern. Die einzige notwendigerweise zu erörternde Unstimmigkeit tritt in der Praxis auf, wo die Gitterklappe gut geschlossen ist, dabei wird die Luft dazu veranlasst, eher in separaten Strömungen als mit einer einheitlichen Geschwindigkeit auf die Flügelrad-Schaukeln des Anemometers aufzutreffen. In diesem Fall kann eine Haube zusammen mit dem Anemometer verwendet werden.

2.3 Berechnungen

Der Luft-Volumenstrom wird an jedem Zuluft- oder Abluftgitter wie folgt berechnet:

$$\text{Luft-Volumenstrom (m}^3\text{/s)} = \text{„angezeigte Geschwindigkeit“ (m/s)} \times \text{Fläche des Zuluft/Abluftgitters (m}^2\text{)}$$

Die Gesamtrate der Luftwechsel pro Stunde, die durch das Lüftungssystem oder die Lüftungssysteme des Fahrzeugdeck erreicht wird, wird anschließend wie folgt berechnet:

$$\text{Luftwechsel pro Stunde} = \sum \frac{\text{Luft-Volumenströme an Abluftgittern (m}^3\text{/s)} \times 60 \times 60}{\text{Volumen des Fahrzeugdecks (m}^3\text{)}}$$

2.4 Bericht

Es ist ein Bericht in Übereinstimmung mit Abschnitt 4 dieses Anhangs anzufertigen.

3 Luftverteilung

3.1 Sicht-Untersuchung mit sichtbarem Rauch

Um die Luftwechselrate, die Luftbewegung und das Vorhandensein schlecht belüfteter Bereiche festzustellen, kann sichtbarer Rauch in den Raum eingegeben werden. Mit dem im Betrieb befindlichen Lüftungssystem kann die Luftbewegung und die Verteilung des Rauches untersucht und die Luftwechselrate beurteilt werden.

3.2 Messung mit Spurengas

Bei der Verwendung von Spurengas ist es möglich, die Luftwechselrate und die Luftverteilung an aus-

gewählten Stellen in dem Ro-Ro-Laderaum zu beurteilen.

Die Messung mit Spurengas bedingt eine Mischung eines gasförmigen Bestandteils mit der Luft. Die Atmosphäre in dem Raum wird untersucht, um festzustellen, wie die Verdünnung des Spurengases an ausgewählten Stellen in dem Ro-Ro-Laderaum erfolgt, während das Lüftungssystem in Betrieb ist.

Dieses Verfahren ist mit und ohne Fahrzeuge durchzuführen.

3.2.1 Prüfverfahren

Die Platzierung der Messfühler ist mit Bezug auf den Zweck der Messung auszuwählen. Die Fühler dürfen nicht in der Nähe der Zuluft-Endeinrichtungen oder an Stellen, wo ein sog. Lüftungsschatten erwartet werden kann, platziert werden wie beispielsweise hinter Stützen, Rahmen usw. Im Regelfall werden die Fühler in Kopfhöhe und in der Umgebung von auf dem Deck arbeitenden Personen platziert.

Das Spurengas ist so vollständig wie möglich in der Luft zu verteilen und zu vermischen. Die Vermischung kann mit der üblichen Lüftungsanlage oder mit Hilfe externer Lüfter vorgenommen werden. Um eine ausreichende Genauigkeit zu erreichen, sollte die Konzentration des Spurengases mindestens fünfzigmal die Nachweisgrenze der analytischen Instrumentierung erreichen.

Wenn die Konzentration des Spurengases ausreichend ist, sind sowohl die Lüftungsanlage als auch die Messeinrichtungen zu starten. Die Konzentration des Spurengases ist aufzuzeichnen, bis die Nachweisgrenze erreicht wird.

3.2.2 Berechnung

Bei einem Verdünnungs-Lüftungssystem ist der Logarithmus der Konzentration des Spurengases linear zur Zeit (siehe nachfolgende Abbildung 1).

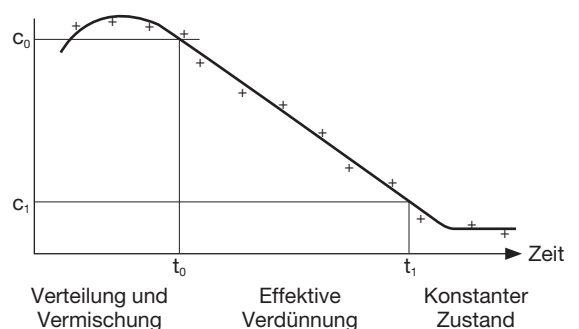


Abbildung 1 – Logarithmus der Konzentration des Spurengases

Das Verhältnis zwischen der Konzentration des Spurengases und der Zeit (die Steigung der Kurve) ist ein direktes Maß des Effektes zur Lüftung, ausgedrückt in der Anzahl von Luftwechseln entsprechend der folgenden Formel:

$$N = \frac{\ln \frac{C_0}{C_1}}{t_1 - t_0}$$

³ Auszug aus den „Commissioning Codes, Series A, Air Distribution, CIBS, London 1971“ des Chartered Institute of Building Services.

Hierbei sind:

N	=	Anzahl der Luftwechsel
c_0	=	Konzentration am Anfang der effektiven Verdünnung
c_1	=	Konzentration am Ende der effektiven Verdünnung
t_0	=	Zeitpunkt am Anfang der effektiven Verdünnung
t_1	=	Zeitpunkt am Ende der effektiven Verdünnung

3.3 Alternativen

Als Alternative zu den Prüfungen nach den Abschnitten 3.1 und 3.2 kann die Luftströmungsverteilung in dem Ro-Ro-Laderaum unter Verwendung eines Anemometers ermittelt werden; oder

die Luftströmung kann mittels einer auf Berechnung basierenden Methodik (wie beispielsweise numerische Strömungsmechanik (CFD – Computational Fluid Dynamics) und/oder der Verwendung eingeführter empirischer Formeln) bestimmt werden, die von der Verwaltung anerkannt sein muss.

4 Bericht

Es ist ein geschriebener Bericht zu fertigen, der die folgenden Angaben enthält:

Angaben zum Schiff	dazu gehören Schiffsname, Register, Nummer, Länge, Breite, Tiefgang, Bruttoreaumzahl, Schiffseigner, Bauwerft, Name des die Prüfung durchführenden Unternehmens.
Wetterverhältnisse	Windgeschwindigkeit und -richtung im Allgemeinen und in Bezug zur Längsrichtung des Schiffes während der Messungen.
Abmessungen des Fahrzeugdecks	Länge, Breite, Höhe und Volumen des Decks.
Lüftung	ein Plan des Decks mit Angabe des Einbauortes der Zuluft- und Abluftlüfter, zusammen mit Informationen über die Fläche von Gittern/Rosten, der Nennleistungsfähigkeit und der tatsächlichen Leistungsfähigkeit jedes Lüfters. Die Verwendung zusätzlicher Luftmischeinrichtungen (z. B. eines DIRIVENT®-Systems) ist ebenfalls anzugeben. Eine Angabe des Zustandes aller anderen Öffnungen zum Deck während der Untersuchungen ist ebenfalls vorzunehmen.

Tätigkeiten	Einzelheiten der Be- und Entladung sind einzubeziehen. Diese müssen die erforderliche Zeit für jeden Be- und Entladevorgang, die Anzahl der arbeitenden Personen, die Anzahl und den Typ der vorhandenen Fahrzeuge umfassen.
Messungen	Zeit und Datum der Messungen Instrumentierung Kalibrierung Messverfahren Positionen der Messeinrichtungen Einzelheiten der Messanalysen
Ergebnisse	Messergebnisse Berechnung der Arbeitsplatzexposition

5 Zusammenfassungen/Empfehlungen

Zusätzlich zu den Angaben der Ergebnisse muss der Bericht einen Plan des Ro-Ro-Laderaums mit einer Darstellung der Zuluft- und Abluftkanälen enthalten. Gegebenenfalls sind die Messpunkte, Typ und Anzahl der Fahrzeuge usw. anzugeben. Es sind Anmerkungen zu Gegebenheiten vorzunehmen, die das Lüftungssystem und/oder das Strömungsbild der Luft in dem Deck beeinflussen.

Wenn eine Sicht-Untersuchung mit sichtbarem Rauch durchgeführt wird, müssen eine detaillierte Beschreibung des Rauchabflusses und der Rauchverteilung als auch die Zeitspanne angegeben werden.

Anhang 3

Empfehlungen für die Bewertung der Luftqualität in Ro-Ro-Laderäumen

1 Allgemeines

Die Prüfung der Luftqualität ist zu planen, und die Ergebnisse sind durch fachkundige Personen mit Spezialausbildung in der Beurteilung der Luftqualität und der Arbeitsplatzexposition zu bewerten. Die Prüfungen sind in Absprache mit dem Sicherheitsbeauftragten des Schiffes und anderen zuständigen Behörden durchzuführen.

Die Dauer der Prüfungen hängt vom Arbeitsablauf und den Arbeitsweisen an Bord des Schiffes ab. Die Überwachung ist während einiger „normaler“ Abläufe durchzuführen, d. h. mit repräsentativen Fahrzeugen, Tätigkeiten und Lüftungsverfahren.

Es sind sowohl die Kurzzeit-Arbeitsplatzexposition als auch die Langzeit-Arbeitsplatzexposition (über den Arbeitstag) hinsichtlich der Luft-Schadstoffe zu untersuchen. Es sind entweder ortsfeste oder personalgebundene Probenahmegeräte oder idealerweise eine Kombination beider Verfahren zu verwenden,

um das genaueste Bild der Schadstoffkonzentration und der Arbeitsplatzexposition zu erhalten.

2 Messungen der Luftqualität

Die Messungen der Luftqualität müssen repräsentativ für alle gefährdeten Personen sein.

Schadstoffe

Es ist die Konzentration der folgenden Schadstoffe zu ermitteln: Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂) und Kohlenstoffmonoxid (CO). Wenn immer möglich, sind zusätzlich auch die Konzentrationen von Benzol, Toluol, Xylol, und Schwebstaub (SPM) zu ermitteln.

Es gibt zwei generelle Vorgehensweisen für eine Luftqualitäts-Probenahme, die angewendet werden können: Die ortsfeste Messung, sie umfasst üblicherweise kontinuierliche Messtechniken, und die personengebundene Probenahme, bei der sowohl passive als auch aktive Verfahren eingesetzt werden. Die ortsfeste Messung umfasst gewöhnlich das genauere und empfindlichere Verfahren, da aber der Probenahmeort festgelegt ist, sind die Messungen nicht uneingeschränkt repräsentativ für Expositionen. Personengebundene Probenahmegeräte werden von einer repräsentativen Untergruppe exponierter Einzelpersonen während der gesamten Probenahmezeit getragen. Personengebundene Probenahmeverfahren sind in der Regel nicht gleichermaßen empfindlich und genau. Idealerweise sind personengebundene Probenahmeverfahren durch den Einsatz weiterentwickelterer Techniken in regelmäßigen Zeitabständen zu bestätigen.

Die folgenden beispielhaften Verfahren werden empfohlen:

Ortsfeste Überwachung

Schadstoff:	Probenahme- und Analyseverfahren:
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Chemiluminiszenz, Reagenzrohr, Momentprobenahme/Laboranalyse (Chemiluminescence, reagent tube, grab sampling/laboratory analysis)
Stickstoffmonoxid (NO)	Chemiluminiszenz, Reagenzrohr, Momentprobenahme/Laboranalyse (Chemiluminescence, reagent tube, grab sampling/laboratory analysis)
Kohlenstoffmonoxid (CO)	Nichtdispersive Infrarotabsorption, Reagenzrohr, Momentprobenahme/Laboranalyse (Non-dispersive infrared absorption, reagent tube, grab sampling/laboratory analysis)
Benzol	Echtzeit-Gaschromatographie (Real time gas chromatography)

Toluol	Echtzeit-Gaschromatographie (Real time gas chromatography)
Xylol	Echtzeit-Gaschromatographie (Real time gas chromatography)
Schwebstaub (SPM)*	Doppelleitstrahl-Strahlungsabsorption, oszillierender Mikroausgleich konischer Elemente (TEOM-Verfahren), gravimetrisch (Dual beam radiation absorption, Tapered Element Oscillating Microbalance, gravimetric)

* Schwebstaub kann als Gesamt-Schwebstaub-Probe genommen werden, PM10 lungengängiger Staub (≤5µm).

Personengebundene Überwachung

Schadstoff:	Probenahme- und Analyseverfahren:
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Diffusions-Sammler-Ionen-Chromatographie (Passive (badge) sampler-ion chromatography)
Stickstoffmonoxid (NO)	Elektrochemisch* (Electrochemical)
Kohlenstoffmonoxid (CO)	Elektrochemisch* (Electrochemical)
Benzol	Diffusions-Sammler-Gas-Chromatographie/FID (Flammenionisationsdetektor) (Passive badge sampler-gas chromatography/FID (Flame Ionisation Detection))
Toluol	Diffusions-Sammler-Gas-Chromatographie/FID (Passive badge sampler-gas chromatography/FID)
Xylol	Diffusions-Sammler-Gas-Chromatographie/FID (Passive badge sampler-gas chromatography/FID)
Schwebstaub (SPM)**	Personengebundenes Probenahmegerät, gravimetrisch (Personal sampler, gravimetric)

* Elektrochemische Verfahren sind anfällig für Interferenz, es wird deshalb empfohlen, dass diese Verfahren regelmäßig durch Vergleichsprüfungen mit anderen Verfahren in der Prüfumgebung bestätigt werden.

** Schwebstaub kann als Gesamt-Schwebstaub-Probe oder lungengängiger Staub (≤5µm) genommen werden.

Ergänzende Messungen der örtlichen Luftgeschwindigkeit, der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit sind ebenfalls vorzunehmen.

3 Berechnung der Arbeitsplatzexposition gegenüber Luft-Schadstoffen

Langzeit-Vergleichszeitraum

Die Arbeitsplatzexposition über einen Zeitraum von 24 Stunden wird bestimmt, indem die kumulative Exposition über 24 Stunden als gleichwertig zu einer einzigen gleichmäßigen Exposition behandelt wird.

Diese wird üblicherweise in eine zeitbezogene Durchschnittsexposition (TWA) von 8 Stunden umgerechnet und wird mathematisch wie folgt dargestellt:

$$\frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \dots + C_nT_n}{8}$$

Hierbei sind: C_n = die Arbeitsplatzexposition, und

T_n = die zugehörige Expositionszeit in Stunden in einem Zeitabschnitt von 24 Stunden.

Kurzzeit-Vergleichszeitraum

Der Kurzzeit-Vergleichszeitraum bezieht sich im Allgemeinen, abhängig von den nationalen Vorschriften zur Arbeitsplatzexposition, auf einen Zeitraum von 10 oder 15 Minuten. Die Exposition wird deshalb als der Durchschnitt während eines Vergleichszeitraums von 10 oder 15 Minuten angegeben. Ist die Expositionszeit geringer als 10 oder 15 Minuten, so wird das Messergebnis über 10 oder 15 Minuten gemittelt. Wenn die Expositionszeit den Kurzzeit-Vergleichszeitraum übersteigt, werden die Ergebnisse für den Zeitraum von 10 oder 15 Minuten gemittelt, in dem die maximale Exposition stattgefunden hat.

4 Bericht

Es ist ein geschriebener Bericht zu fertigen, der die folgenden Angaben enthält: erledigt, unter Berücksichtigung des Abschnitts 4 des Anhangs 2.

(VkBl. 2016 S. 367)