

Seeschifffahrt



Handlungsanleitung zur Hygiene und Wartung von raumlufttechnischen Anlagen auf Seeschiffen

Herausgeber

Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation (BG Verkehr)
Geschäftsbereich Prävention
Ottenser Hauptstraße 54
22765 Hamburg
Tel.: +49 40 3980-0
Fax: +49 40 3980-1999
E-Mail: praevention@bg-verkehr.de
Internet: www.bg-verkehr.de

In Zusammenarbeit mit



© Copyright

Die Inhalte dieser Broschüre sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der Einwilligung der BG Verkehr. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Ausgenommen sind Vervielfältigungen, die zur internen Nutzung in den Mitgliedsunternehmen der BG Verkehr verwendet werden.

Stand

Mai 2019 | Mat-Nr.: 670-300-185

Illustrationen: Andreas Denzer Illustration & Design

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Einleitung | 4 |
| Anwendungsbereich | 5 |
| Hygiene und Wartung von raumlufotechnischen Anlagen | 6 |
| 1. Was sind raumlufotechnische Anlagen? | 6 |
| 1.1 Lüftungstechnische Anlagen an Bord | 6 |
| 1.2 Schiffsklimaanlage | 7 |
| 2. Was ist Hygiene in raumlufotechnischen Anlagen? | 8 |
| 3. Was sind Biostoffe? | 9 |
| 4. Welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen sind möglich? | 10 |
| 5. Hygienische Untersuchungen auf Seeschiffen unter besonderer Berücksichtigung der raumlufotechnischen Anlagen | 11 |
| 6. Wie werden raumlufotechnische Anlagen gewartet? | 14 |
| 6.1 Wartung der Luftbefeuchtung | 18 |
| 6.2 Wartung der Luftfilter | 19 |
| Arbeitsschutz bei der Hygiene und Wartung von raumlufotechnischen Anlagen | 21 |
| 1. Was muss beachtet werden? | 22 |
| 2. Welche Schutzausrüstung wird benötigt? | 23 |
| 3. Musterbetriebsanweisung | 24 |
| Anhang | 25 |

Einleitung

„Ungefähr die Hälfte aller Krankheiten an Bord deutscher Seeschiffe sind Erkrankungen der oberen Atemwege“, beobachteten die Arbeitsmedizinerinnen und Arbeitsmediziner bei ihren routinemäßigen Schiffsbegehungen. Sie vermuteten, dass der hygienische Zustand der raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) die Raumluftqualität und somit auch die Gesundheit der Besatzung beeinflusst.

Deshalb untersuchte der Messtechnische Dienst der Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation (BG Verkehr) in Kooperation mit dem Referat Biostoffe des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) die Raumluftqualität auf verschiedenen Schiffstypen und unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen.

Die Untersuchungen zeigten, dass den RLT-Anlagen, die an Bord für ein angenehmes Raumklima sorgen sollen, ein größerer Stellenwert eingeräumt werden muss. Ohne Pflege und Wartung besteht die Gefahr einer mikrobiologischen Belastung der Raumluft. Befindlichkeitsstörungen, Allergien und Infektionskrankheiten sind möglicherweise die Folge.

Bei Einhaltung grundlegender Hygieneanforderungen und bei regelmäßiger Durchführung von Hygienekontrollen lässt sich die oben beschriebene Gefährdung für die Nutzerinnen und Nutzer klimatisierter Räume vermeiden. Gleichzeitig kann die Durchführung von Wartungsarbeiten an mikrobiell stark besiedelten RLT-Anlagen für die ausführenden Beschäftigten eine Gefährdung bedeuten.

Deshalb erfüllt die vorliegende Anleitung zwei Aufgaben:

- a) Sie enthält Informationen zur Durchführung von Hygienekontrollen sowie Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten unter besonderer Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten auf Seeschiffen. Die Handlungsanleitung kann somit für die Unterweisung der Beschäftigten nach § 14 der Biostoffverordnung (BioStoffV) herangezogen werden.

b) Sie soll der Arbeitgeberin bzw. dem Arbeitgeber oder der Fachkraft für Arbeitssicherheit als Hilfestellung für die Gefährdungsbeurteilung entsprechender Tätigkeiten dienen. Wartungsarbeiten an RLT-Anlagen stellen nicht gezielte Tätigkeiten mit sogenannten Biostoffen dar. Die Arbeitgeberin oder der Arbeitgeber muss deshalb nach BioStoffV diese Beurteilung durchführen und entsprechende Schutzmaßnahmen festlegen. Ergänzend ist eine Musterbetriebsanweisung für die Tätigkeit „Auswechseln und Entsorgen von Luftfiltern“ beigegefügt.

Anwendungsbereich

Diese Handlungsanleitung findet Anwendung bei Tätigkeiten zur Instandhaltung von raumluftechnischen Anlagen auf Seeschiffen mit Kontakt zu Biostoffen, wie z. B. Bakterien oder Schimmelpilzen.

Hygiene und Wartung von raumluftechnischen Anlagen

1. Was sind raumluftechnische Anlagen?

RLT-Anlagen im Sinne dieser Handlungsanleitung sind Lüftungsanlagen mit maschineller Luftförderung, die die Raumlufte heizen, kühlen, be- oder entfeuchten können. Verfügt eine Anlage über mehrere dieser Luftbehandlungsfunktionen, so spricht man von einer Teilklimaanlage. Sind alle thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen vorhanden, so handelt es sich um eine Klimaanlage. An Bord von Seeschiffen sollen sie, unabhängig von den klimatischen Bedingungen des Fahrtgebietes, für ein physiologisch günstiges Raumklima und eine hygienisch einwandfreie Qualität der Innenraumlufte sorgen. Deshalb müssen Lüftungsanlagen sowie Klimaanlage so ausgeführt werden, dass im bestimmungsgemäßen Betrieb keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder unübliche Schall- und Geruchsbelastigungen auftreten.

1.1 Lüftungstechnische Anlagen an Bord

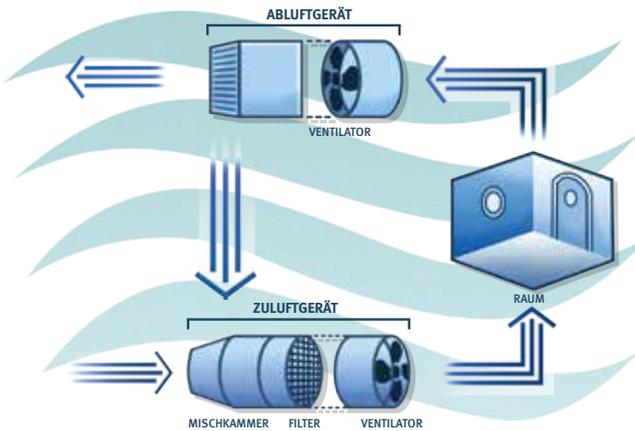


Abb. 1: Lüftungsanlage (Beispiel)

Soweit die Aufenthalts- und Unterkunftsräume nicht mit Klimaanlage versehen oder an eine Klimaanlage angeschlossen sind, muss eine Lüftungstechnische Anlage vorhanden sein. Darunter werden Anlagen verstanden, die eine maschinelle Belüftung mit Außenluft herbeiführen. Lüftungstechnische Anlagen dienen somit in erster Linie dem Austausch der Raumlufte bzw. der Lufterneuerung. Im Gegensatz zur

Klimaanlage findet hierbei keine Konditionierung der zugeführten Luft statt. Abbildung 1 gibt das Schema einer solchen Anlage wieder.



Abb. 2:
Klimabox im Maschinenkontrollraum

Weiterhin findet man in Werkstätten und Maschinenkontrollräumen häufig Luftkühlanlagen vor. Diese in der Umgangssprache auch als Klimabox bezeichneten Anlagen erneuern nicht nur die Raumlufte, sondern sind zusätzlich mit einer Kühlung ausgestattet (s. Abb. 2).

1.2 Schiffsklimaanlage

Auf Kauffahrteischiffen sind Unterkunfts- und Aufenthaltsräume mit RLT-Anlagen ausgestattet. Ohne diese Anlagen wären weltweite Fahrten nicht möglich. Die Raumlufteemperatur und -feuchte wird durch die Zuführung entsprechend aufbereiteter Luft automatisch an vorgegebene, veränderliche oder konstante Parameter angepasst. Dies geschieht unabhängig vom Außenklima. Schiffsklimaanlagen können mit Umluft betrieben werden (z. B. Gastanker). Abbildung 3 zeigt das Schema einer Klimaanlage im Umluftbetrieb.

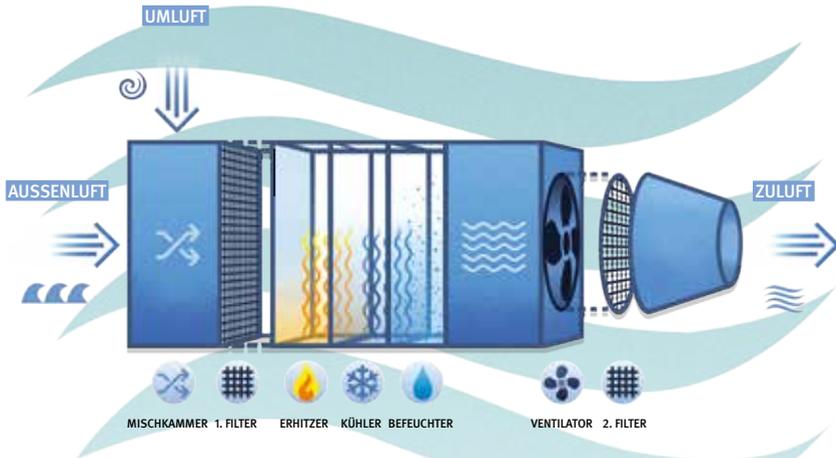


Abb. 3: RLT-Anlage im Umluftbetrieb (Beispiel)

2. Was ist Hygiene in raumlufotechnischen Anlagen?

Hygiene im Sinne dieser Handlungsanleitung bedeutet, dass die Freisetzung von partikelförmigen Stoffen und Mikroorganismen, von Teilen von Mikroorganismen und deren Zerfalls- und Stoffwechselprodukten aus der Lüftungs- bzw. RLT-Anlage von Fahrzeugen weitgehend vermieden werden muss. Mikroorganismen sollten sich in entsprechenden Anlagen nicht vermehren können, und die Werkstoffe der luftführenden Bereiche dürfen keinen Nährboden für Mikroorganismen darstellen.

Hygienische Probleme können an den folgenden Bauteilen einer RLT-Anlage auftreten:

- Ventilator: Wenn dieser aufgrund mangelhafter Wartung zu stark verschmutzt, verschlechtert sich der Wirkungsgrad.
- Wärmeaustauscher: Auch hier verringert starke Verschmutzung die Leistungsfähigkeit und erhöht den Widerstand. Dies erfordert mehr Energie und beeinträchtigt die Luftqualität. Bei der Luftkühlung entsteht Kondensat, das einen Nährboden für Mikroorganismen bietet.
- Luftbefeuchter: Hier können das Kondensat oder das Befeuchterwasser mit Mikroorganismen belastet sein.
- Luftfilter: Eine unzureichende Filterwirkung führt zu Verunreinigungen des nachfolgenden Luftaufbereitungssystems und schließlich zur Verschlechterung der Raumlufqualität.
- Luftverteilungssystem: Hier spielen insbesondere Verschmutzung und Korrosion eine Rolle, da sich Mikroorganismen auf solchen Ablagerungen bevorzugt ansiedeln und ggf. gut vermehren können (Biofilmbildung).

Diese Übersicht verdeutlicht, dass hygienische Probleme nicht nur die RLT-Anlage, sondern auch die Raumlufqualität beeinflussen und sich letztlich auch auf den Energieverbrauch auswirken können. Aus diesen Gründen ist eine regelmäßige Kontrolle und Wartung der RLT-Anlagen notwendig.

3. Was sind Biostoffe?

„Biostoffe“ ist ein Sammelbegriff für natürliche und genetisch veränderte Bakterien, Schimmelpilze und Viren, Zellkulturen und Endoparasiten, die beim Menschen Infektionen, Allergien oder Vergiftungen hervorrufen können. Nach ihrem Infektionsrisiko werden die Biostoffe in vier Risikogruppen (RG) eingeteilt. Das Gefährdungspotential der eingruppierten Organismen steigt dabei von RG 1 bis 4 an (BiostoffV).

Beschäftigte können gezielt oder nicht gezielt Biostoffen ausgesetzt sein. Bei der Wartung von RLT-Anlagen auf Seeschiffen, z. B. beim Reinigen von Ansaugelagern, beim Entfernen und ggf. Reinigen von Luftauslassgittern sowie beim Reinigen von Befeuchterkammern, Lamellen und Lüftungskanälen, handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten mit Biostoffen.

In der Regel treten bei diesen Tätigkeiten Mikroorganismen der Risikogruppen 1 und 2 auf. Zur Risikogruppe 1 gehören sehr viele Mikroorganismen, die in der Umwelt häufig vorkommen. Dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen, ist für solche Organismen unwahrscheinlich.

Die Risikogruppe 2 ist sehr umfangreich. Dazu gehören z. B. Bakterien, die normalerweise Haut und Schleimhäute des Menschen besiedeln und nur unter besonderen Voraussetzungen zu Erkrankungen führen (z. B. Staphylokokken). Umweltbakterien, wie z. B. Legionellen, gelangen mit dem Befeuchterwasser in RLT-Anlagen, in denen sie sich ggf. vermehren können.

Die o. g. Tätigkeiten sind nach § 6 der BioStoffV den Nichtschutzstufentätigkeiten zuzuordnen. Als Mindestanforderung müssen die allgemeinen Hygienemaßnahmen der Technischen Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 500 beachtet werden.

4. Welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen sind möglich?

Grundsätzlich können Biostoffe Allergien auslösen, toxische Wirkungen haben und zu Infektionskrankheiten führen. Die Aufnahme erfolgt über die Atemwege, den Mund und über die Haut oder die Schleimhäute.

Erkrankungen können durch Endotoxine ausgelöst werden. Hierbei handelt es sich um Zellbestandteile einer bestimmten Bakteriengruppe, die beim Einatmen zu verschiedenen gesundheitlichen Beschwerden führen. Dazu gehören das Organic Dust Toxic Syndrome (ODTS), systemische Effekte, wie Fieber sowie Muskel- und Gliederschmerzen, Atemwegsentzündungen und schließlich die chronische Bronchitis. Unter ODTS versteht man eine Erkrankung mit grippeähnlichen Symptomen, wie Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen. Es handelt sich um eine ca. 6 Stunden nach Kontakt mit endotoxinhaltigen Stäuben einsetzende Akutwirkung, die innerhalb von 24 Stunden wieder abklingt. Aufgrund der Symptomatik wird häufig kein Zusammenhang zwischen einer Endotoxinbelastung und den Beschwerden hergestellt.

Die Legionellose ist eine Infektionskrankheit, die durch Bakterien der Gattung „Legionella“ hervorgerufen wird. Legionellen sind in der Natur weit verbreitet. Sie werden in Kühltürmen, Klimaanlageanlagen, Luftbefeuchtern, fließenden und stehenden Gewässern und Wasserleitungen gefunden. Im Wasser vorhandene Legionellen stellen keine direkte Gesundheitsgefährdung dar. Erst das Einatmen von bakterienhaltigem Wasser als Aerosol kann zur Infektion führen. Eine Übertragung von Mensch zu Mensch ist nicht bekannt. Man unterscheidet zwei Verlaufsformen: die Legionellose mit und ohne Pneumonie. Bei der Legionellen-Pneumonie (Legionärskrankheit) beträgt die Inkubationszeit 2 bis 10 Tage. Sie beginnt mit Unwohlsein, Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen und kann in eine schwere Lungenentzündung mit tödlichem Ausgang übergehen. Im Gegensatz dazu tritt die Legionellose ohne Pneumonie (Pontiac-Fieber) nach 5 bis 66 Stunden auf und hat ein grippeähnliches Krankheitsbild. Die Erkrankung dauert 2 bis 5 Tage.

Das Auftreten von Legionellen und anderen schwerwiegenden Erkrankungen steht mit schlecht gewarteten Klimaanlageanlagen in Zusammenhang. Ein Kontakt mit Biostoffen ist insbesondere bei Wartungs- und Reparaturarbeiten zu erwarten. Bei entsprechenden Tätigkeiten sollten geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen ergriffen werden.

5. Hygienische Untersuchungen auf Seeschiffen unter besonderer Berücksichtigung der RLT-Anlagen

Bei ihren routinemäßigen Schiffsbegehungen beobachteten Arbeitsmedizinerinnen und Arbeitsmediziner, dass ungefähr die Hälfte aller Krankheiten an Bord deutscher Seeschiffe Erkrankungen der oberen Atemwege sind. Sie vermuteten, dass der hygienische Zustand der RLT-Anlagen die Raumluftqualität und somit auch die Gesundheit der Besatzung beeinflusst.

Deshalb untersuchte der Messtechnische Dienst in Kooperation mit dem Referat Biostoffe des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) die Raumluftqualität auf verschiedenen Schiffstypen und unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen.

Es wurden Luft- und Materialproben auf der Brücke, in der Messe, in den Kammern und im Maschinenkontrollraum (MKR) entnommen und auf das Vorkommen von Bakterien, Schimmelpilzen und Endotoxinen analysiert. Dies geschah unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen. Verglichen wurden jeweils die Ergebnisse aus den verschiedenen Räumen mit den Mikroorganismengehalten in der Außenluft.

Im Gegensatz zu Landbereichen wurden mehr Bakterien als Schimmelpilze in den Schiffsaufbauten festgestellt. Dabei wurden die höchsten Bakterienzahlen in den Kammern verzeichnet (s. Abb. 4).

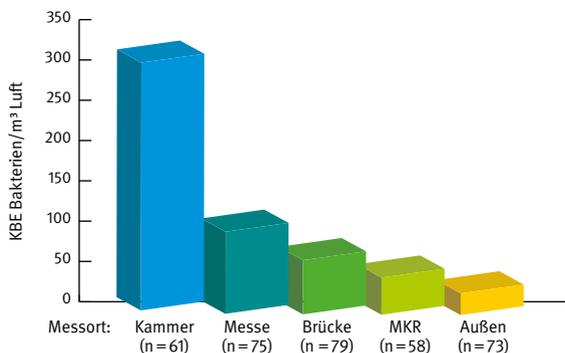


Abb. 4: Bakteriengehalte (Koloniebildende Einheiten pro m³ Luft) an unterschiedlichen Messorten. In Klammern ist die Anzahl der Messungen dargestellt.

Endotoxine waren überwiegend nicht nachweisbar. Eine Ausnahme bildeten Schiffseinheiten, die Getreide transportierten. Hier kam es bei der Verladung zu erheblichen Endotoxinbelastungen sowohl in der Raum- als auch in der Außenluft (bis 8.000 Endotoxineinheiten je m³ Luft [EU/m³ Luft]). Nach TRBA 400 sind Endotoxinkonzentrationen in dieser Größenordnung als hoch einzustufen.

In Abhängigkeit vom Fahrtgebiet und vom Schiffstyp können unterschiedliche raumluftechnische Probleme bestehen. So wiesen Fährschiffe, die sich ausschließlich auf der Nord- bzw. Ostsee bewegten, geringere Bakterienzahlen als Schiffe auf großer Fahrt auf, deren RLT-Anlagen aufgrund der häufigen Klimawechsel in kurzer Zeit stärker beansprucht wurden (s. Abb. 5).

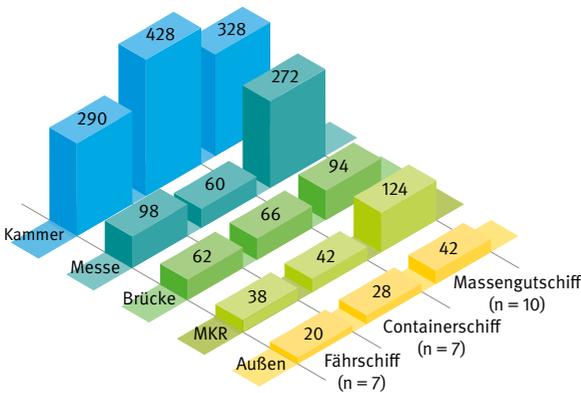


Abb. 5: Bakteriengehalte auf verschiedenen Schiffstypen in Koloniebildenden Einheiten je m³ Luft (KBE/m³ Luft). In Klammern ist die Anzahl der untersuchten Schiffstypen dargestellt.

Weiterhin wurden Bakterien- und Schimmelpilzarten identifiziert. Sie gehörten i.d.R. zu den in die Risikogruppen 1 und 2 eingestuft Organismen.

Parallel zu den mikrobiologischen Untersuchungen wurde eine Fragebogenaktion zu RLT-Anlagen an Bord vorgenommen. Die Befragung fand auf 25 Containern, 7 RoRo-, 2 Fahrgastschiffen und je einem Mehrzweckfracht-, Passagier-, Tank-, Vermessungsschiff, Schlepper und einer Autofähre statt. Gefragt

wurde insbesondere nach der Art der Luftbefeuchtung und der Häufigkeit des Filterwechsels.

72 Prozent der RLT-Anlagen wurden mit 100 Prozent Frischluft versorgt. Nur 30 Prozent der Anlagen wiesen Revisionsöffnungen auf. Wie Abbildung 6 zeigt, kamen zur Luft-

befeuchtung überwiegend Umlaufbefeuchter, wie Rieselbefeuchter und Luftwäscher, zum Einsatz. In einigen Fällen konnten keine Angaben zur Befeuchtungstechnik gemacht werden.

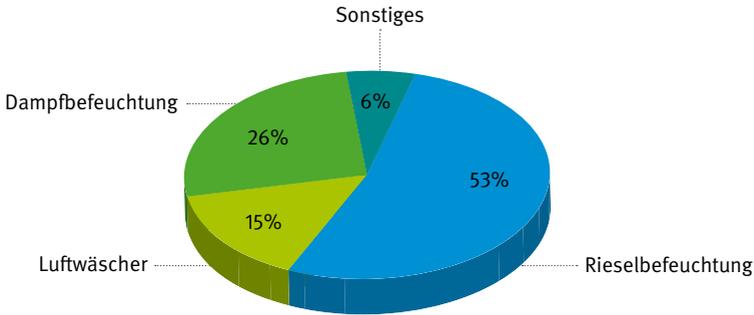


Abb. 6: Häufigkeit verschiedener Luftbefeuchtungssysteme an Bord (n = 40)

Der Filterwechsel wurde sehr unterschiedlich gehandhabt (s. Abb. 7). Während auf einigen Schiffen die Filter täglich, wöchentlich oder 14-tägig getauscht wurden, nahmen 42 Prozent monatlich einen Filterwechsel vor. 36 Prozent der befragten Schiffe wechselten die Filter in größeren Zeitabständen oder konnten keine Angaben hierzu machen.

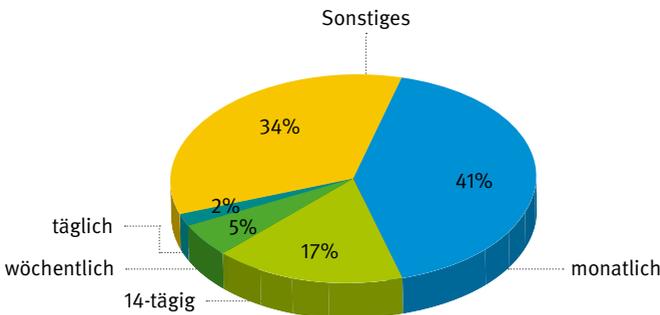


Abb. 7: Häufigkeit des Filterwechsels (n = 40)

Die Untersuchungen zeigten, dass der Instandhaltung der RLT-Anlagen an Bord ein größerer Stellenwert eingeräumt werden muss.

Um die gesundheitliche Beeinträchtigung der Besatzung zu vermeiden sowie ein physiologisch günstiges Raumklima zu schaffen, sind Hygienekontrollen erforderlich. Im Ergebnis dessen können entsprechende Wartungsarbeiten notwendig werden.

6. Wie werden raumluftechnische Anlagen gewartet?

RLT-Anlagen müssen in allen luftführenden Bereichen so gestaltet, betrieben und instandgehalten werden (s. „Empfehlung für den Bordbetrieb“ im Anhang 2), dass eine zusätzliche Belastung durch anorganische und organische Verunreinigungen sicher vermieden und die abgegebene Luft als geruchsneutral empfunden wird. Der Gehalt der Zuluft an Stäuben, Bakterien, Pilzen und Inhaltsstoffen biologischer Herkunft, wie z. B. Endotoxinen und Allergenen, darf denjenigen der Außenluft vor Ort in keiner Kategorie überschreiten (s. Abb. 8a und 8b).

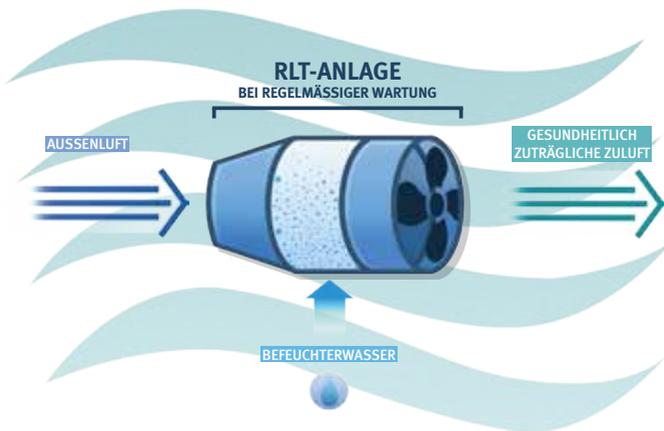


Abb. 8a:
Einfluss des hygienischen Zustands von RLT-Anlagen auf die Raumlufqualität bei regelmäßiger Wartung

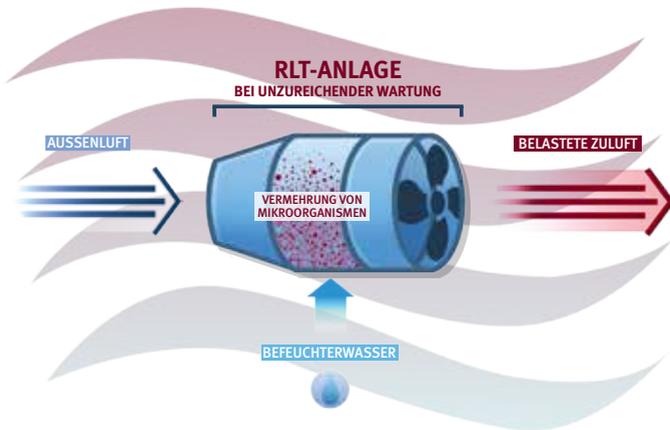


Abb. 8b:

Einfluss des hygienischen Zustands von RLT-Anlagen auf die Raumlufqualität bei unzureichender Wartung

Mikroorganismen wachsen überall dort, wo Wasser und Nährstoffe vorhanden sind. Im Befeuchterwasser ermöglichen mineralische und organische Stoffe mikrobielles Wachstum. Bei Luftfiltern stellen Feuchtigkeit und Staub, aber auch die Filtermaterialien selbst, den idealen Nährboden dar. Dies trifft ebenso für die Schalldämpfer zu. In Verbindung mit Feuchtigkeit, wie z. B. Kondenswasser, werden Dichtungsmaterialien zur Nahrungsquelle für Mikroorganismen. Staubige Oberflächen in Luftleitungen fördern das mikrobielle Wachstum und somit die Entstehung sogenannter Biofilme.

Für den hygienegerechten Betrieb und eine entsprechende Instandhaltung sind die Betreiber von Schiffen verantwortlich. In einem Betriebsbuch, das vom für den Betrieb der Anlage zuständigen technischen Offizier geführt wird, werden die folgenden Angaben dokumentiert:

- Hersteller der Anlage inkl. Typenbezeichnung, Baujahr, Inbetriebnahme, verwendetes Befeuchtungssystem
- Betreiber der Anlage
- Hygiene-Erstinspektion (Wann und von wem durchgeführt? Hygienemängel?)
- Ausführung und Ergebnisse von Hygienekontrollen und anschließende Maßnahmen
- Ausführung und Ergebnisse von Hygieneinspektionen und anschließende Maßnahmen

Mit Indienststellung des Schiffs wird eine Hygieneerstinspektion der RLT-Anlage vorgenommen. Die Hygieneinspektionen müssen regelmäßig von Fachpersonal, das nach VDI 6032 qualifiziert ist, wiederholt werden, z. B. während der vorgeschriebenen Wertzeiten. Grundsätzlich umfassen Hygieneinspektionen folgende Aufgaben:

- erweiterte Sichtkontrolle der RLT-Anlage und der von ihr versorgten Räume auf Hygienemängel, wie z. B. Verschmutzung, Rostbildung, Kalkablagerungen, Beschädigungen und mikrobielles Wachstum (s. Abb. 9 a und b)
- Dokumentation der Untersuchungsergebnisse und ggf. Empfehlung von Sanierungsmaßnahmen

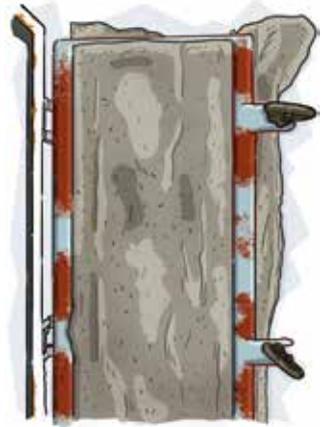


Abb. 9a: Beispiel für sichtbare Hygienemängel

Zur dauerhaften Einhaltung der hygienischen Anforderungen sollten im Abstand von vier Wochen Inspektionen und Wartungen sowie Hygienekontrollen der RLT-Anlage durch den zuständigen technischen Offizier vorgenommen werden (beim Einsatz von Dampfluftbefeuchtern kann der Kontrollzyklus dem Filterwechsel angepasst werden). Die Hygienekontrolle besteht aus den folgenden Maßnahmen:

- Sichtprüfung der RLT-Anlage auf Hygienemängel, wie z. B. Verschmutzungen, mikrobielles Wachstum, Rostbildung, Kalkablagerungen und Beschädigungen, insbesondere an den Luftfiltern, Schalldämpfern, Luftbefeuchtern, Wärmetauschern, Kondensatwannen, Siphons, Zulüftern und Luftleitungen
- Dokumentation der Untersuchungsergebnisse. Im Falle eines kritischen Befunds müssen die Ursachen ermittelt und beseitigt werden (ggf. durch qualifiziertes Fachpersonal).
- Beim Betrieb von Umlaufbefeuchtern: vollständiges Ablassen des Befeuchterwassers und anschließende Trocknung

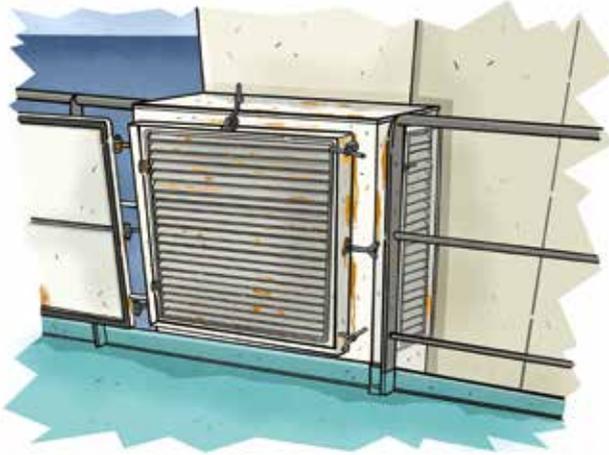


Abb. 9b: Beispiel für sichtbare Hygienemängel

Die Durchführung von Hygienekontrollen und -inspektionen in luftführenden Leitungen ist nur bei Vorhandensein von Revisionsöffnungen möglich.

Zulüfter müssen leicht zu reinigen oder austauschbar sein. Die Rohrleitungen der Unterkunftsbereiche dürfen nicht durch artfremde Materialien, wie z. B. Handtücher, Watte, etc., zur Reduzierung von Zugerscheinungen blockiert werden, da sie einen zusätzlichen Nährboden für Mikroorganismen darstellen können (s. Abb. 10).



Abb. 10: Zulüfter mit Wischklappen (links) bzw. Zulüfter mit Filtermaterial (rechts)

6.1 Wartung der Luftbefeuchtung

Der Behaglichkeitsbereich für die relative Luftfeuchtigkeit in Aufenthaltsräumen liegt analog zu natürlichen, witterungsbedingten Gegebenheiten zwischen 30 und 65 Prozent relativer Feuchte. Eine Luftfeuchte oberhalb von 65 Prozent ist nicht zwangsläufig gesundheitsbelastend. Sie erschwert jedoch die Thermoregulation des Menschen und begünstigt das Auftreten von Schimmelpilzen und Allergenen. Zu trockene Luft belastet die oberen Atemwege, die äußeren Augenpartien und die Haut. Eine relative Luftfeuchte, die dauerhaft unterhalb von 30 Prozent liegt, beeinträchtigt nachhaltig Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten. Deshalb sollte während der Heizperiode im Winter die Luft zusätzlich befeuchtet werden.

Luftbefeuchter bieten günstige Bedingungen für die Entstehung von Biofilmen, Ablagerungen und Korrosion (s. Abb. 11). Aus hygienischen Gründen wird grundsätzlich der Einbau von Dampfluftbefeuchtern empfohlen. Beim Betrieb von Dampfluftbefeuchtern ist darauf zu achten, dass eine Kondensatbildung im Luftleitungssystem und in den Luftleitungselementen vermieden wird.



Abb. 11: Hygienemängel an einem Luftbefeuchter

Im Vergleich zu Dampfluftbefeuchtern ist die Wartung von Umlaufbefeuchtern aufwendiger, da das Befeuchterwasser mit Mikroorganismen belastet sein kann, z. B. durch Legionellen.

Es wird empfohlen, die Einrichtungen für den Umlaufbetrieb, wie Wasserbehälter, Wasserwannen usw., einschließlich der Rohrleitungen vollständig zu entleeren und zu trocknen. Dies sollte regelmäßig, mindestens in vierwöchigen Abständen erfolgen, um die Bildung von Biofilmen bzw. eine mikrobielle Verunreinigung des Befeuchterwassers zu verhindern. Die Reinigung des Umlaufbefeuchters muss im Betriebshandbuch dokumentiert werden.

Oberflächenbeläge werden möglichst mechanisch mit geeigneten Reinigungsmitteln entfernt. Für hartnäckige Beläge kann auch ein Hochdruckreiniger zum Einsatz kommen. Dabei müssen jedoch zusätzliche Arbeitsschutzmaßnahmen berücksichtigt werden (s. Abschnitt „Arbeitsschutz bei der Pflege und Wartung von raumlufttechnischen Anlagen“). Eine Desinfektion der RLT-Anlage ist nur beim Nachweis von Krankheitserregern in relevanten Konzentrationen erforderlich.

Das Zuspisewasser der RLT-Anlage sollte mindestens Trinkwasserqualität haben und eine Gesamtkoloniezahl von 1.000 KBE/ml nicht überschreiten. Ergibt die jährliche Be-
probung des Trinkwassers, das auch als Zuspisewasser verwendet wird, dass dieser Richtwert überschritten wurde, muss das Befeuchterwasser ausgetauscht werden. Dies erfolgt nach den zuvor beschriebenen Empfehlungen.

6.2 Wartung der Luftfilter

Es können nur Luftfilter verwendet werden, die den Eintrag von luftgetragenen Mikroorganismen, mikrobiellen Bestandteilen und Stäuben in die zu belüftenden Räume verringern. Die Filter dürfen nicht zur Quelle von gesundheits- und geruchsbelastenden Bestandteilen der Luft werden. Deshalb sollte grundsätzlich der Einsatz von Feinstaubfiltern erfolgen, wenn die Herstellerangaben der RLT-Anlage dieses zulassen. Bei einstufiger Filterung sollte mindestens ein M5-Filter, bei zweistufiger Filterung ein M5-Filter in der ersten Stufe und ein F7-Filter in der zweiten Stufe verwendet werden. Im Umluftbetrieb muss eine Filterstufe hinter der Mischkammer vorgesehen werden. Aus hygienischen Gründen wird der Einsatz möglichst hoher Filterklassen empfohlen (s. Anhang 1).

Vermeiden Sie einen flächigen Kontakt von Filtern mit dem Kammerboden (s. Abb. 12). Taschenfilter sollten im Bodenbereich nur senkrecht eingebaut werden. Filter dürfen keine Lecks aufweisen. Eine Durchfeuchtung des Filtermaterials, die bei bestimmten Witterungslagen auftreten kann, sollte vermieden werden. Dies kann z.B. durch den Einbau eines Tropfenabscheiders mit vertikalen Lamellen vor dem Filter geschehen.

Der Verschmutzungsgrad des Filters sollte regelmäßig kontrolliert werden.

Die Notwendigkeit des Filterwechsels besteht, wenn:

- ein sichtbarer mikrobieller Bewuchs auf der Reinluftseite vorliegt
- der Filter Leckagen aufweist
- die zulässige Enddruckdifferenz nicht erreicht wird
- der letzte Austausch mehr als ein halbes Jahr zurückliegt
- bzw. spätestens nach einem Jahr

Jeder Filterwechsel muss im Betriebsbuch dokumentiert werden.



Abb. 12: Ein flächiger Kontakt von Filtern mit dem Kammerboden muss vermieden werden.

Nach langer Betriebsdauer sind Luftfilter erfahrungsgemäß mikrobiell verunreinigt. Beim Ausbau der verschmutzten Filter ist neben einer starken Staubbildung auch eine Belastung mit Bakterien, Schimmelpilzen, Endotoxinen etc. zu erwarten. Dies trifft besonders für Schiffe zu, die zu Staubbildung neigende Ladungen, wie z.B. Getreide, als Massengut transportieren. Deshalb müssen beim Luftfiltertausch grundsätzlich Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Arbeitsschutz bei der Pflege und Wartung von raumlufttechnischen Anlagen

1. Was muss beachtet werden?

Durch geeignete Maßnahmen müssen sowohl das ausführende Besatzungsmitglied als auch die übrige Besatzung vor Gefährdungen durch Mikroorganismen, mikrobielle Bestandteile und Stäube geschützt werden. Die Grundregel für Sicherheit und Gesundheitsschutz lautet, Gefährdungen durch technische Maßnahmen zu verringern. Erst wenn dies nicht möglich ist, müssen organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Grundsätzlich müssen die Mindestanforderungen an die allgemeinen Hygienemaßnahmen, wie sie in der TRBA 500 beschrieben werden, eingehalten werden. Dazu gehört, dass Essen, Trinken, Rauchen und Aufbewahren von Nahrungsmitteln während einer Tätigkeit, bei der Mikroorganismen oder deren Bestandteile freigesetzt werden können, untersagt sind. Nach der Arbeit und vor den Pausen müssen die Hände und weitere kontaminierte Hautpartien mit Reinigungsmitteln und Wasser gewaschen werden. Ggf. muss ein Desinfektionsmittel angewendet werden. Abfälle, die mit Mikroorganismen oder deren Bestandteilen kontaminiert sind, müssen in geeigneten, verschließbaren Behältnissen gesammelt werden (z. B. Abfallsäcke).

Im Falle der Wartung und Hygienekontrolle sind insbesondere bei folgenden Arbeiten Schutzmaßnahmen notwendig:

- bei der Reinigung von Umlaufbefeuchtern
- bei der Oberflächenreinigung
- beim Auswechseln und Entsorgen von Luftfiltern

Alle Reinigungsarbeiten müssen so ausgeführt werden, dass Stäube und Aerosole minimiert werden. Es wird empfohlen, staubige Oberflächen, z. B. am Zulufter, mit einem Industriesauger und anschließend durch feuchtes Abwischen zu reinigen. Sichtbare mikrobielle Beläge sollten feucht entfernt werden.

In Ausnahmefällen, wie z. B. beim Auftreten von hartnäckigen Biofilmen, kann der Einsatz von Hochdruckreinigern sinnvoll sein. Aufgrund der Bauweise der RLT-Anlagen an Bord kann ein unmittelbarer Kontakt mit den Belägen i.d.R. nicht ausgeschlossen werden.

Durch Anfeuchten kann beim Ausbau des Filters die Staubentwicklung reduziert werden. Der Filter wird in einen verschließbaren Abfallsack verpackt und im Restmüll entsorgt.

2. Welche persönliche Schutzausrüstung wird benötigt?

Das Tragen von PSA ist nur dann erforderlich, wenn eine infektiöse, sensibilisierende und/oder toxische Wirkung vorhanden ist. Die Auswahl der PSA richtet sich nach der Höhe und der Dauer der Exposition gegenüber Biostoffen und der damit verbundenen Gefährdung.

Als Augenschutz muss mindestens eine Korbbrille getragen werden.

Um den Hautkontakt mit mikrobiellen Belägen zu vermeiden, sollten mindestens Einweghandschuhe, die nach EN 374 zertifiziert wurden, getragen werden. Nach der Verwendung müssen die Handschuhe entsorgt werden. Bei Feuchtarbeiten müssen flüssigkeitsdichte Handschuhe, z.B. aus Nitril oder Butylkautschuk, eingesetzt werden. Diese werden nach Arbeitsende gereinigt und getrocknet.

Bei Tätigkeiten mit Bioaerosolbildung, z. B. Entfernen von Biofilmen mit dem Hochdruckverfahren, kann eine Infektionsgefährdung, z. B. durch Legionellen, bestehen. Deshalb ist bei solchen Tätigkeiten Atemschutz erforderlich. Empfohlen werden partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Halbmasken mit P2-Filter. Die Filter der Atemschutzmasken müssen mindestens arbeitstäglich gewechselt werden. Partikelfiltrierende Halbmasken müssen nach einmaligem Gebrauch entsorgt werden.

Bei Arbeiten mit dem Hochdruckverfahren muss Schutzkleidung getragen werden. Empfohlen wird ein Chemikalienschutzanzug Kategorie III, mindestens Typ 4.

Die folgende Tabelle enthält entsprechend Kapitel 5.4.1 der TRBA 400 Angaben, welche mikrobielle Belastung bei bestimmten Tätigkeiten zu erwarten ist. Daraus lässt sich ableiten, welche PSA benötigt wird, um eine Gefährdung der Beschäftigten zu vermeiden. (Quelle: ABAS Beschluss 45/2011 vom 5. Dezember 2011: Kriterien zur Auswahl der PSA bei Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe)

Gefährdung durch Biostoffe und benötigte PSA bei Tätigkeiten zur Wartung von RLT-Anlagen auf Seeschiffen

| Tätigkeit | Biologische Gefährdung nach TRBA 400 | | PSA | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|------------|----------------|
| | Infektionsgefährdung | Sensibilisierende Wirkung | Atemschutz (FFP2) | Augenschutz (Korbbrille) | Handschutz | Schutzkleidung |
| Reinigung von Oberflächen, z. B. Umlaufbefeuchter | | | | | | |
| • Mechanisch | ohne | erhöht | – | – | + | – |
| • Hochdruckverfahren | vorhanden | hoch | + | + | + | + |
| Luftfilterwechsel | | | | | | |
| • Filterentnahme | ohne | hoch | + | + | + | – |
| • Einbau neuer Filter | ohne | ohne | – | – | – | – |

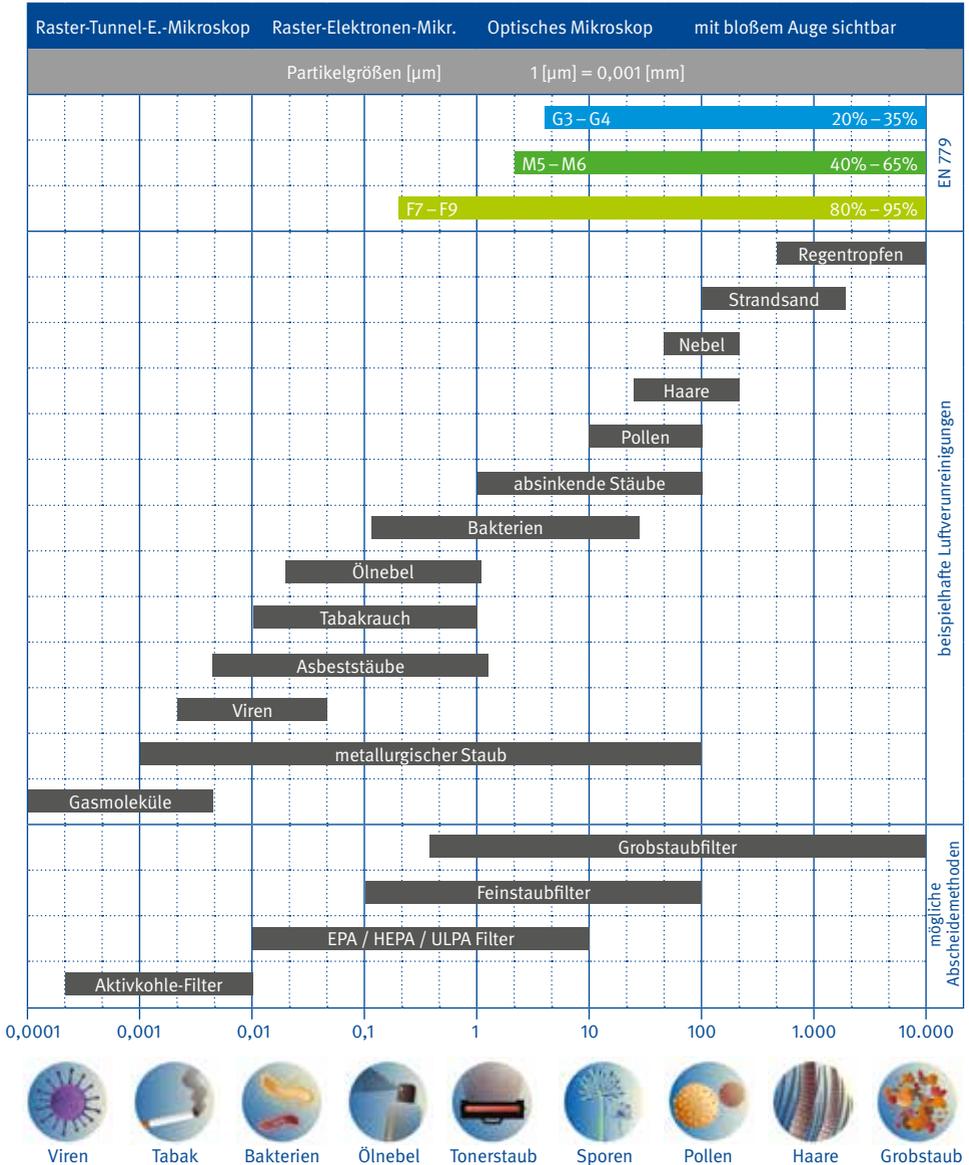
– nicht erforderlich
+ wird benötigt

3. Musterbetriebsanweisung

| | | |
|--|--|-----------------|
| Firma: _____ | BETRIEBSANWEISUNG gem. § 14 BiostoffV | Stand: _____ |
| ARBEITSBEREICH / TÄTIGKEIT | | |
| Raumlufttechnische Anlagen auf Seeschiffen: Auswechseln und Entsorgen von Luftfiltern | | |
| GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT | | |
|  <p>Biostoffe Verschmutzte Luftfilter aus RLT-Anlagen enthalten Schimmelpilze, Bakterien und deren Stoffwechsel- und Zerfallsprodukte (z. B. Endotoxine). Durch Staubaufwirbelung beim Entfernen der Filter können diese Stoffe in die Atemluft gelangen. Weiterhin kann eine Aufnahme auch über den Mund (Schmierinfektion) sowie über verletzte Haut/Schleimhäute erfolgen.</p> <p>Gesundheitsgefahren Sensibilisierende Wirkung Seltener toxische und infektiöse Wirkungen (v. a. bei abwehrgeschwächten Personen) Unspezifische Beeinträchtigungen der Atmungsorgane durch Stäube (z. B. chronische Bronchitis) Verschleppung mikrobiell belasteter Stäube (z. B. über die Kleidung) in andere Bereiche</p> | | |
| SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSGEGELN | | |
|       | <ul style="list-style-type: none"> Nur unterwiesene Personen dürfen die Arbeiten ausführen! Verschmutzte Luftfilter vor Entnahme befeuchten, um Staubentwicklung zu vermeiden. Staubige Oberflächen mit Industriesauger und durch feuchtes Abwischen reinigen. Bei Staubentwicklung Einweghandschuhe, Schutzbrille und mindestens P2-Maske (FFP2) tragen. Essen, Trinken, Rauchen und Aufbewahren von Nahrungsmitteln sind im Arbeitsbereich verboten. Vor Pausen und nach Beendigung der Tätigkeit die Hände waschen, Hautschutz- und Hautpflegemittel nach Hautschutzplan benutzen. Persönliche Schutzausrüstung regelmäßig reinigen oder wechseln. Filter der Atemschutzmaske bzw. Einwegmasken sind mindestens arbeitstäglich zu verwerfen. Pausen- und Bereitschaftsräume nicht mit stark verschmutzter Arbeitskleidung betreten. | |
| VERHALTEN IM GEFAHRFALL | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Beschädigte persönliche Schutzausrüstung sofort wechseln. Bedienungsanleitung der Anlage beachten. Bei Störungen Verantwortlichen informieren. | | |
| ERSTE HILFE | | |
|  | <p>Allgemein: Bei Unfall, Unwohlsein oder Reizerscheinungen verantwortlichen Schiffsoffizier informieren.</p> <p>Augenkontakt: Sofort mit Wasser spülen (Augenspülfflasche). Dabei Lidspalt offen halten.</p> <p>Einatmen: Bei Beschwerden verantwortlichen Schiffsoffizier informieren.</p> <p>Wunden: Wunden fachgerecht vom verantwortlichen Schiffsoffizier versorgen lassen.</p> | |
| INSTANDHALTUNG / SACHGERECHTE ENTSORGUNG | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Technische Ausrüstung regelmäßig warten und prüfen. Mängel dem Vorgesetzten melden. Persönliche Schutzausrüstung fachgerecht instandhalten, ggf. entsorgen. Staubfreier Abtransport von Luftfiltern und Einwegmaterialien in verschließbaren Abfallsäcken. Säcke nicht luftleer drücken. Entsorgung mit dem Restmüll. | | |
| Datum: | Unterschrift: | |

Anhang

1. Korngrößen und Filterklassen



2. Empfehlung für den Bordbetrieb

Anwendungsbereich

Diese Handlungsanleitung findet Anwendung bei Tätigkeiten zur Instandhaltung von raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen: Lüftungstechnische Anlagen, Klimaanlage, Klimaboxen etc.) auf Seeschiffen mit Kontakt zu Biostoffen, wie z.B. Bakterien oder Schimmelpilzen.

Hygienegerechter Betrieb von RLT-Anlagen

Hygieneinspektion:

- Durchführung regelmäßig, z. B. in der vorgeschriebenen Wertzeit
- Ausführung durch Fachpersonal, das für die Wartung von RLT-Anlagen qualifiziert ist

Hygienekontrolle:

- Durchführung in vierwöchigem Abstand (Beim Einsatz von Dampfluftbefeuchtern kann der Kontrollzyklus dem Filterwechsel angepasst werden.)
- Durchführung durch den zuständigen technischen Offizier
- Sichtprüfung der RLT-Anlage auf Hygienemängel, wie z.B. Verschmutzung, mikrobielles Wachstum (z.B. Schimmel-, Biofilmbildung), Rostbildung, Kalkablagerungen und Beschädigungen
- Austausch des Befeuchterwassers beim Betrieb von Umlaufbefeuchtern
- ggf. Filterwechsel

Luftbefeuchtung:

- Dampfluftbefeuchter: Vermeidung von Kondensatbildung im Luftleitungssystem und in den Luftleitungselementen
- Umlaufbefeuchter (Rieselbefeuchter, Luftwäscher): Einrichtungen für den Umlaufbetrieb, wie Wasserbehälter, Wasserwannen usw. einschließlich der Rohrleitungen in vierwöchigen Abständen vollständig entleeren und trocknen, Oberflächenbeläge mechanisch entfernen, Einsatz eines Hochdruckreinigers bei hartnäckigen Belägen

Luftfilter:

- Filterwechsel bei sichtbarem mikrobiellem Bewuchs auf der Reinfluftseite, Leckage des Filters, Nicht-Erreichen der zulässigen Enddruckdifferenz oder nach der Be- oder Entladung von stark staubendem Massengut oder nach einem halben Jahr, spätestens jedoch nach einem Jahr
- vorrangig Verwendung neuer Filter

Dokumentation im Betriebsbuch:

- Durchführung der Hygiene-Erstinspektion im Rahmen der Inbetriebnahme des Schiffes
- Ausführung und Ergebnisse von Hygienekontrollen und anschließende Maßnahmen
- Ausführung und Ergebnisse von Hygieneinspektionen und anschließende Maßnahmen
- Zeitpunkt des Filterwechsels
- Zeitpunkt des Befeuchterwasseraustauschs bei Umlaufbefeuchtern

Arbeitsschutz bei der Instandhaltung von RLT-Anlagen**Mindestanforderungen nach TRBA 500:**

- Unterlassen von Essen, Trinken, Rauchen und Aufbewahren von Nahrungsmitteln
- Waschen der Hände und weiterer kontaminierter Hautpartien mit Reinigungsmitteln und Wasser nach der Arbeit und vor der Pause

Insbesondere bei den folgenden Arbeiten sind Schutzmaßnahmen notwendig:

- bei der Reinigung von Umlaufbefeuchtern
- bei der Oberflächenreinigung
- beim Auswechseln und Entsorgen von Luftfiltern

Reinigungsarbeiten:

- Minimierung von Stäuben durch Absaugen aller RLT-Anlagenbereiche vor Arbeitsbeginn
- Entfernen mikrobieller Beläge durch Befeuchten
- Einsatz von Hochdruckreinigern bei hartnäckigen Belägen: Verhinderung einer Belastung durch Bioaerosole durch Benutzung von Atemschutz (FFP2), Schutzbrille, flüssigkeitsdichten Handschuhen und Schutzkleidung

Filterwechsel:

- Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung (PSA): Handschuhe, Augen- und Atemschutz

Filterentsorgung:

- Reduktion der Staubentwicklung beim Verpacken durch vorheriges Anfeuchten des Filters
- Verpacken des Filters in einen verschließbaren Abfallsack und Entsorgung im Restmüll

Maritime occupations



**Manual for hygiene and maintenance
of heating, ventilation and air-conditioning
installations on seagoing vessels**

Publisher:

German Social Accident Insurance Institution for Commercial Transport,
Postal Logistics and Telecommunication (BG Verkehr)

Ottenser Hauptstraße 54

22765 Hamburg | Germany

Tel.: +49 40 3980-0

Fax: +49 40 3980-1999

E-mail: praevention@bg-verkehr.de

Internet: www.bg-verkehr.de

In cooperation with

**IFA**

Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

© Copyright

The contents of this brochure are protected by copyright. Any use that is not expressly permitted by copyright law requires the consent of the BG Verkehr. This particularly applies to copying, editing, translating, microfilming and the storage and processing in electronic systems. Any copies made for the internal use by the member companies of the BG Verkehr are excluded from this restriction.

Version

June 2019 | Mat-Nr.: 670-300-185

Illustrations: Andreas Denzer Illustration & Design

Table of Contents

| | |
|---|----|
| Introduction | 4 |
| Scope of application | 5 |
| Hygiene and maintenance of heating, ventilation and air-conditioning installations | 6 |
| 1. What are heating, ventilation and air-conditioning installations? | 6 |
| 1.1 Ventilation systems on board | 6 |
| 1.2 Air conditioning on board | 7 |
| 2. What is hygiene in heating, ventilation and air-conditioning installations? | 8 |
| 3. What are biological agents? | 9 |
| 4. What health problems can occur? | 10 |
| 5. Hygiene test on seagoing vessels with special reference to HVAC installations | 11 |
| 6. How are HVAC installations serviced? | 14 |
| 6.1 Maintenance of humidification systems | 18 |
| 6.2 Maintenance of air filters | 19 |
| Occupational safety for hygiene and maintenance of heating, ventilation and air-conditioning installations | 21 |
| 1. What needs to be taken into consideration? | 22 |
| 2. What personal protective equipment is necessary? | 23 |
| 3. Sample operating instructions | 24 |
| Attachment | 25 |

Introduction

During their routine ship inspections, occupational physicians have observed that "about half of all sickness aboard German seagoing vessels concerns diseases of the upper respiratory tract." They assumed that the hygienic condition of the heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) installations influences the indoor air quality and thus also the health of the crew.

As a consequence, the Measuring Service of the German Social Accident Insurance Institution for Commercial Transport, Postal Logistics and Telecommunication (BG Verkehr) in cooperation with the Unit Biological Agents of the Institute for Occupational Safety of the German Statutory Accident Insurance (IFA) tested the indoor air quality on different seagoing vessels and under different climatic conditions.

The investigations showed that the HVAC installations designed to provide a pleasant indoor climate on board need to be accorded greater importance. Without care and maintenance, there is a risk of microbiological contamination of the indoor air. This may be detrimental to health and wellbeing, and may result in allergies and infectious diseases.

If basic hygiene requirements are met and regular hygiene checks are carried out, the above-described danger to users of air-conditioned rooms can be avoided. Simultaneously, however, carrying out maintenance work on heavily microbially populated HVAC installations can endanger the employees performing the work.

Therefore, the present manual fulfils two tasks:

- a) It contains information for the performance of hygiene inspections and maintenance and repair work with special reference to the specific conditions on board seagoing vessels. The instruction manual can thus be used to instruct employees in accordance with § 14 of the German Ordinance on Biological Agents (BioStoffV).

b) It should serve the employer or the OSH professional as an aid to the risk assessment of such activities. Maintenance work on HVAC installations represents incidental contact with what are known as biological agents. The employer must therefore carry out this assessment in accordance with BioStoffV and determine appropriate protective measures. In addition, sample operating instructions are included for the "Replacement and disposal of air filters".

Scope of application

These instructions are to be used for maintenance work on heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) installations on seagoing vessels which have contact with biological agents, such as e.g. bacteria or moulds.

Hygiene and maintenance of heating, ventilation and air-conditioning installations

1. What are heating, ventilation and air-conditioning installations?

HVAC installations within the meaning of this manual are ventilation systems with mechanical air extraction, which can heat, cool, humidify or dehumidify the indoor air. If a system has more than one of these air treatment functions, this is referred to as a partial air-conditioning system. If all the thermodynamic air treatment functions are present, this is an air-conditioning system. On board seagoing vessels, regardless of the climatic conditions of the area where the vessel is sailing, they should ensure a physiologically favourable indoor climate and a hygienically perfect indoor air quality. Therefore, ventilation systems and air-conditioning systems must be designed so that no health impairments or unusual offensive noise and odour occur during normal operation.

1.1 Ventilation systems on board

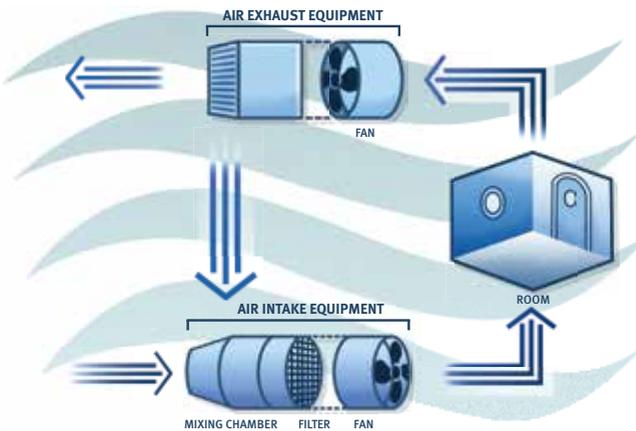


Fig. 1: Ventilation system (example)

Where the indoor and accommodation spaces are not equipped with air-conditioning or connected to an air-conditioning system, a ventilation system must be in existence. These are understood to mean systems which produce mechanical ventilation with outside air. Ventilation systems thus primarily serve the exchange of indoor air or air renewal. In contrast to air-conditioning, no conditioning of the air supplied takes place. Fig. 1 shows the scheme of such a system.



Fig. 2: Air cooling system in the engine control room

Furthermore, one often finds air cooling systems in workshops and engine control rooms. These plants not only renew the air in the room, but are additionally equipped with a cooling system (see Fig. 2).

1.2 Air conditioning on board

On merchant vessels, accommodation and recreation rooms are equipped with HVAC installations. Without these facilities, global voyages would not be possible. The indoor air temperature and humidity are automatically adjusted to predetermined, variable or constant parameters by supplying appropriately conditioned air. This happens regardless of the outside climate. On-board air conditioners can be operated with circulating air (e.g. gas tankers). Fig. 3 shows the scheme of an air conditioner in recirculation mode.

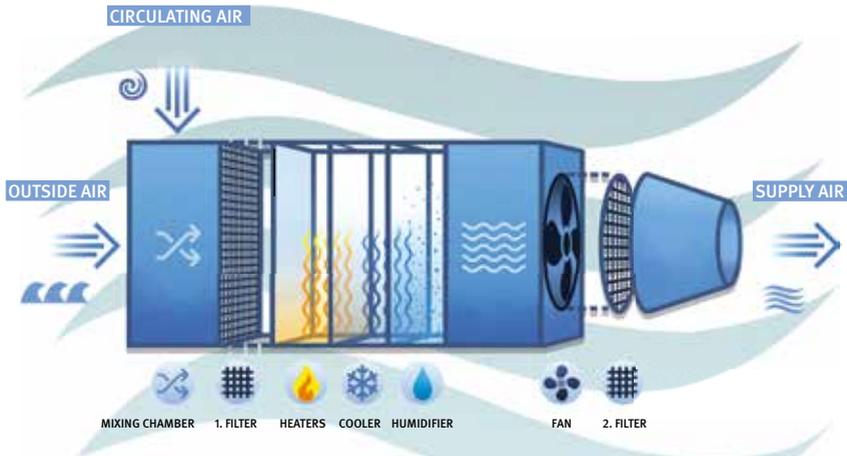


Fig. 3: HVAC installation in recirculation mode (example)

2. What is hygiene in heating, ventilation and air-conditioning installations?

Hygiene in the sense of this manual means that the release from HVAC installations of particulates and microorganisms, parts of microorganisms and their decomposed matter and metabolic products should be avoided as much as possible. Microorganisms should not be able to replicate in the relevant installations, and the materials of the air-conducting areas must not be a breeding ground for microorganisms.

Hygiene problems can occur on the following components of a HVAC installation:

- Fan: If it becomes too dirty due to poor maintenance, the efficiency will be degraded.
- Heat exchanger: Again, heavy pollution reduces efficiency and increases resistance. This requires more energy and negatively affects air quality. Air cooling produces condensate, which provides a breeding ground for microorganisms.
- Humidifier: Here, the condensate or the humidifier water may be contaminated with microorganisms.
- Air filter: An insufficient filtering effect leads to contamination of the downstream air treatment system and eventually to deterioration of indoor air quality.
- Air circulation system: Pollution and corrosion in particular play a role here, since microorganisms preferentially settle on such deposits and may possibly reproduce profusely (biofilm formation).

This overview makes it clear that hygienic problems can influence not only the HVAC installation but also the indoor air quality and ultimately also have an impact on energy consumption. For these reasons, regular inspection and maintenance of the HVAC installation is necessary.

3. What are biological agents?

“Biological agents“ is a collective term for naturally and genetically modified bacteria, moulds and viruses, cell cultures and endoparasites which can cause infections, allergies or poisoning in humans. The biological agents are divided into four risk groups (RG) based on their risk of infection. The hazard potential of the classified organisms increases from RG 1 to 4 (BiostoffV).

Employees may be directly or indirectly exposed to biological agents. During maintenance of HVAC installation on seagoing vessels, e.g. when cleaning intake elements, removing and, if necessary, cleaning air outlet grilles, and cleaning humidifier chambers, fins and air ducts, activities occur indirectly involving biological agents.

As a rule, microorganisms of risk groups 1 and 2 are present during these activities. The risk group 1 includes many microorganisms that are common in the environment. It is unlikely that such organisms would cause diseases in humans.

Risk group 2 is very extensive. These include e.g. bacteria that normally colonise the skin and mucous membranes of humans and cause disease only under special conditions (e.g. staphylococci). Environmental bacteria, such as legionella, can enter humidifier water in HVAC installations where they can multiply under certain circumstances.

The above-mentioned activities are to be assigned to the non-protective stage activities according to § 6 of the BiostoffV. As a minimum requirement, the general hygiene measures of the Technical Rule for Biological Agents (TRBA) 500 are to be observed.

4. What health problems can occur?

In principle, biological agents can trigger allergies, have toxic effects and lead to infectious diseases. Intake takes place via the respiratory tract, the mouth and via the skin or the mucous membranes.

Illnesses can be triggered by endotoxins. These are cell components of a certain bacterial group which lead to various health complaints when inhaled. These include Organic Dust Toxic Syndrome (ODTS), systemic effects such as fever and muscle and limb pain, airway inflammation and ultimately chronic bronchitis. ODTS is a disease with flu-like symptoms, such as fever, headache and limb and joint pain. It has an acute effect occurring about six hours after contact with dust containing endotoxins, and then subsiding within 24 hours. Due to the nature of the symptoms, there is often no link made between endotoxin exposure and symptoms.

Legionellosis is an infectious disease caused by bacteria of the genus "legionella". Legionella are widespread in nature. They are found in cooling towers, air conditioners, humidifiers, flowing and stagnant water, and water pipes. Legionella present in water are not a direct health hazard. Only the inhalation of bacteria-containing water via an aerosol can lead to infection. A human-to-human transmission is unknown. There are 2 different progressive forms: legionellosis with and without pneumonia. In legionella pneumonia (Legionnaire's disease), the incubation period is 2 to 10 days. It starts with malaise, fever, headache, and limb and joint pain and can progress to severe pneumonia with a fatal outcome. In contrast, legionellosis without pneumonia (Pontiac fever) occurs after 5 to 66 hours and exhibits flu-like symptoms. The illness lasts 2 to 5 days.

The incidence of legionellosis and other serious diseases is associated with poorly maintained HVAC installations. Contact with biological agents is to be expected especially during maintenance and repair work. Appropriate health and safety measures should be taken for these activities.

5. Hygienic examinations on seagoing vessels with special reference to HVAC installations

During their routine ship inspections, occupational physicians observed that about half of all illnesses on board German seagoing vessels are diseases of the upper respiratory tract. They suspected that the hygienic condition of the HVAC installations affects the indoor air quality and thus the health of the crew.

For this reason, the Measuring Service, in cooperation with the Unit Biological Agents of the Institute for Occupational Safety of the German Statutory Accident Insurance (IFA), investigated the indoor air quality on different vessel types and under different climatic conditions.

Air and material samples were taken on the wheelhouse, in the mess room, in the cabin and in the engine control room, and analysed for the presence of bacteria, moulds and endotoxins. This was performed under different climatic conditions. In each case, the results from the different indoor areas were compared with the amounts of microorganisms in the outside air.

In contrast to areas on land, more bacteria than moulds were found in the vessel's superstructure. The highest bacterial counts were recorded in the cabins (see Fig. 4).

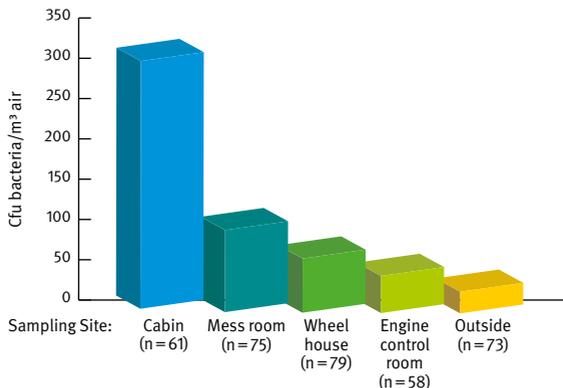


Fig. 4: Bacterial concentrations (colony forming units per m³ air) at different sampling sites. The quantity of the measurements is shown in brackets.

Endotoxins were predominantly not detected. An exception was found in vessel units transporting grain. Here, during loading, considerable endotoxin contamination both in indoor and outdoor air (up to 8,000 endotoxin units per m³ air [EU/m³ air]) was recorded. According to TRBA 400, endotoxin concentrations on this scale are considered to be high.

Depending on the shipping route and the type of vessel, different ventilation problems may occur. Thus, ferries operating exclusively in the North and Baltic Seas had lower bacteria counts than ships on the high seas whose HVAC installations were subject to increased load due to frequent climate changes over a short period of time (see Fig. 5).

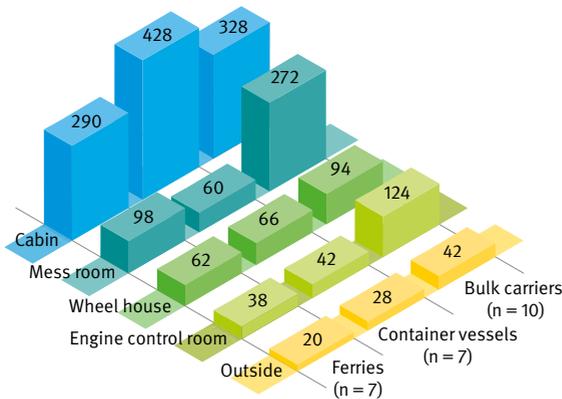


Fig. 5: Bacterial counts on different types of vessels in colony forming units per cubic meter of air (cfu/m³ air). The number of analysed vessel types is shown in brackets.

Furthermore, bacterial and mould types were identified. Generally, they belonged to the organisms classified in risk groups 1 and 2.

Parallel to the microbiological examinations, a survey was made of the ventilation facilities on board, using a questionnaire. The survey was conducted on 25 containers, 7 ro-ro vessels, 2 passenger ferries, 1 multi-purpose vessel, 1 passenger ship, 1 tanker, 1 surveying vessel, 1 tug and 1 car ferry. In particu-

lar, questions were asked about the type of air humidification and the frequency of filter changes.

72% of the HVAC installations were supplied with 100% fresh air. Only 30% of the facilities had inspection openings. As shown in Fig. 6, humidifiers were mainly circulation humidifiers, such as trickle humidifiers and air washers. In some cases no information about humidification technology could be given.

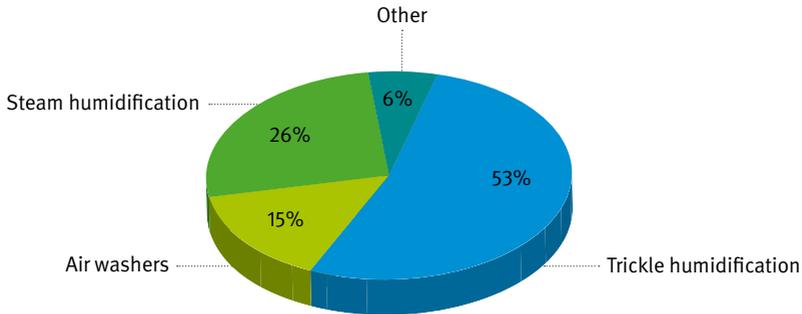


Fig. 6: Frequency of various air humidification systems on board (n = 40)

Management of the filter change varied widely (see Fig. 7). While on some vessels the filters were changed daily, weekly or fortnightly, 42% made a filter change monthly. 36% of the surveyed ships changed the filters at longer intervals or could not provide any information.

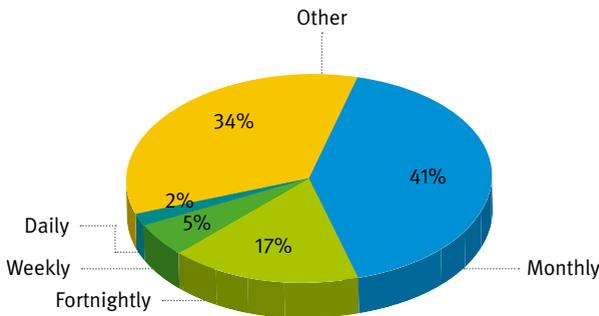


Fig. 7: Frequency of filter change (n = 40)

The investigations showed that maintenance of the on-board ventilation facilities must be given a higher priority.

In order to avoid impairment to the health of the crew and to create a physiologically favourable indoor climate, hygiene controls are required. As a consequence, appropriate maintenance work may be necessary.

6. How are HVAC installations serviced?

HVAC installations in all air conveying areas must be designed, operated and maintained (see "Recommendation for on-board operation" in Attachment 2) to ensure that additional pollution by inorganic and organic pollutants is safely avoided and discharged air is perceived as odourless. The content of dusts, bacteria, fungi and ingredients of biological origin, e.g. endotoxins and allergens in the supply air must not exceed those of outdoor air in any category (see Fig. 8a and 8b).

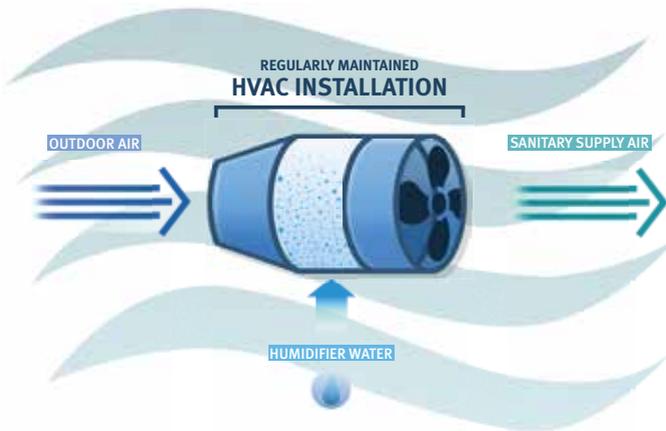


Fig. 8a:
Influence of the hygienic condition of regularly maintained HVAC installations on indoor air quality

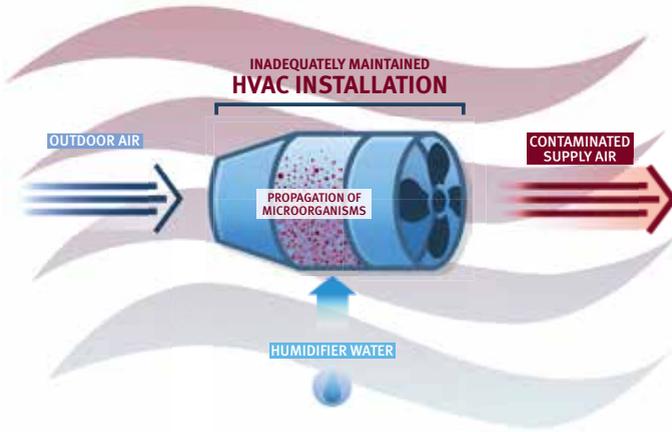


Fig. 8b:

Influence of the hygienic condition of inadequately maintained HVAC installations on indoor air quality

Microorganisms grow wherever water and nutrients are present. In humidifier water, mineral and organic substances allow microbial growth. In air filters, moisture and dust, but also the filter materials themselves, are an ideal breeding ground. This also applies to the silencers. In conjunction with moisture, such as e.g. condensation, sealing materials become a food source for microorganisms. Dusty surfaces in air ducts promote microbial growth and thus the formation of so-called biofilms.

The operators of vessels are responsible for their hygienic operation and relevant maintenance. The following information is documented in a logbook kept by the technical officer responsible for the operation of the installation:

- Manufacturer of the system incl. type designation, year of manufacture, commissioning, humidification system used
- Operator of the system
- Initial hygiene inspection (when and by whom? lack of hygiene?)
- Execution and results of hygiene controls and subsequent measures
- Execution and results of hygiene inspections and subsequent measures

On commissioning of the vessel, an initial hygiene inspection of the HVAC installation is performed. The hygiene inspections are to be repeated regularly by trained personnel who are qualified according to VDI 6032, for instance during the prescribed dockyard periods. Hygiene inspections essentially include the following tasks:

- Extended visual inspection of the HVAC installation and the rooms it serves, looking for hygiene issues such as pollution, rust, calcification, damage and microbial growth (see Fig. 9 a and b).
- Documentation of the inspection results and, if necessary, recommendation of remedial measures

For permanent compliance with the hygienic requirements, inspections, maintenance and hygiene checks of the HVAC installation should be carried out by the responsible technical officer every four weeks (when using steam humidifiers, the control cycle can be adapted to the filter change). The hygiene control consists of the following measures:

- Visual inspection of the HVAC installation for hygiene deficiencies, e.g. contamination, microbial growth, rusting, limescale deposits and damage, in particular to the air filters, silencers, humidifiers, heat exchangers, condensate tanks, siphons, supply air terminal units and air ducts
- Documentation of the examination results. In the event of a critical finding, the causes must be identified and eliminated (if necessary by qualified specialist personnel).
- When operating circulation humidifiers, the humidifier water must be completely drained and the system dried.



Fig. 9a: Examples of visible inadequate hygiene

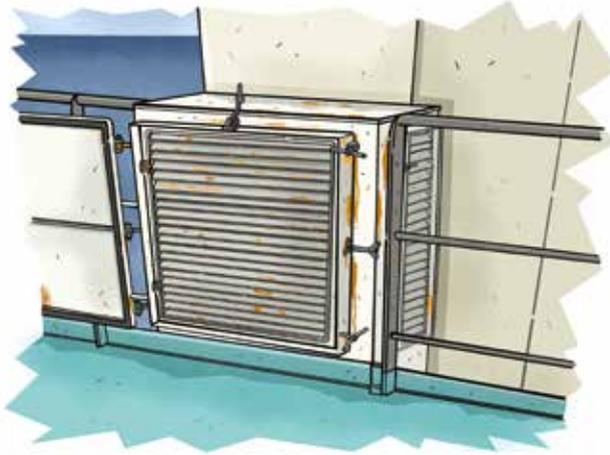


Fig. 9b: Examples of visible inadequate hygiene

It is only possible to carry out hygiene checks and inspections in air ducts when they have inspection openings.

Supply air terminal units must be easy to clean or replaceable. Air ducts in the accommodation areas may not be blocked by foreign materials, such as e.g. towels, cotton wool, etc., that reduce the airflow, since that can provide an additional breeding ground for microorganisms (see Fig. 10).



Fig. 10: Supply air terminal unit with wiping cloth (left) respectively supply air terminal unit with filter material (right)

6.1 Maintenance of humidification systems

The comfort zone for the relative humidity of recreational rooms is similar to that of natural, weather-related conditions of between 30% and 65% relative humidity. Humidity above 65% is not necessarily harmful to health. However, it impedes human thermoregulation and favours the development of moulds and allergens. Exceedingly dry air strains the upper respiratory tract, the outer eye area and the skin. A relative humidity that is permanently below 30% has long-term negative effects on the health, wellbeing and productivity of the employees. Therefore, in winter during the heating period the air should be additionally moistened.

Humidifiers provide favourable conditions for the formation of biofilms, deposits and corrosion (see Fig. 11). For hygienic reasons, the installation of steam humidifiers is recommended. When operating steam humidifiers, make sure that condensation in the air duct system and in the air duct elements is avoided.



Fig. 11: Inadequate hygiene on a humidifier

In comparison to steam humidifiers, the maintenance of circulation humidifiers is more complicated, because the humidifier water may be contaminated with microorganisms, e.g. by legionella.

It is recommended that circulating system components such as water tanks, water basins, etc., including piping, be completely emptied and dried. This should be done regularly, at least every four weeks, to prevent the formation of biofilms or a microbial contamination of the humidifier water. The cleaning of the circulation humidifier is to be documented in the operating manual.

Surface deposits are preferably removed mechanically with suitable cleaning agents. For persistent deposits, a high-pressure cleaner can also be used. However, additional occupational safety measures must be taken into account (see Section 2). Disinfection of the HVAC installation is only necessary when pathogens are found in relevant concentrations.

The feed water of the HVAC installation should be of at least drinking water quality and should not exceed a total colony count of 1,000 cfu/ml. If the annual sampling of the drinking water, which is also used as feed water, exceeds this guideline value, the humidifier water must be replaced. This is done according to the previously described recommendations.

6.2 Maintenance of air filters

Only those air filters may be used which reduce the entry of airborne microorganisms, particles and types of dust into the rooms to be ventilated. The filters must not become the source of health-threatening and odorous pollutants of the air. Therefore, particulate filters should always be used if the manufacturer's instructions for the HVAC installation allow this. For single-stage filtering, at least one M5 filter, for two-stage filtering, an M5 filter in the first stage and a F7 filter in the second stage should be used. In recirculation mode, a filter stage is to be provided downstream of the mixing chamber. For reasons of hygiene, the use of the highest possible filter classes is recommended (see Attachment 1).

Extended contact of filters with the bottom of the hold must be avoided (see Fig. 12). Pocket filters should only be installed vertically in the floor area. Filters must not leak. A moisture penetration of the filter material, which may occur in certain weather conditions, should be avoided. This can be executed, e.g. by installing a droplet separator with vertical lamellae upstream from the filter.

The degree of contamination of the filter should be checked regularly.

The need for filter replacement exists if:

- there is visible microbial growth on the clean air side
- the filter has leaks
- the permissible final pressure difference is not reached
- the last replacement was more than 6 months ago
- or at the latest after one year

Each filter change must be documented in the operating log.



After a long period of operation, air filters are known to be microbially contaminated. When removing contaminated filters, bacteria, moulds, endotoxins, etc. can be expected in addition to heavy dust formation. This is especially true for vessels that have dust-forming cargoes, e.g. grain as bulk goods. Therefore, protective measures must always be taken when replacing the air filter.

Fig. 12: Extended contact of filters with the bottom of the hold must be avoided.

Occupational safety during the care and maintenance of HVAC installations

1. What needs to be taken into consideration?

Suitable measures must be taken to ensure that both the crew member performing the job and the rest of the crew are protected from microorganisms, particulates and dusts. The basic rule for safety and health is to reduce hazards by deploying technical measures. Should this not be possible, then organisational and personal protective measures must be carried out.

In principle, the minimum requirements for general hygiene measures must be adhered to, as described in the TRBA 500. This includes the prohibition of eating, drinking, smoking and storing food during an activity that releases microorganisms or their constituents. After work and before breaks, hands and other contaminated areas of skin should be washed with detergents and water. Where necessary, a disinfectant is to be used. Waste that is contaminated with microorganisms or their components must be collected in suitable, closable containers (e.g. rubbish bags).

Protective measures are necessary in the case of maintenance and hygiene control, in particular for the following work:

- when cleaning circulation humidifiers
- when cleaning surfaces
- when replacing and disposing of air filters

All cleaning work must be carried out in such a way as to minimize all forms of dust and aerosols. It is recommended to clean dusty surfaces, e.g. on the supply air terminal unit, using an industrial vacuum cleaner and then wiping them with a damp cloth. Visible microbial deposits should be removed moist.

In exceptional cases, e.g. if persistent biofilms occur, the use of high-pressure cleaners may be practical. Due to the design of the HVAC installation on board, direct contact with the deposits cannot be excluded as a rule.

Dust development can be reduced by moistening when removing the filter. The filter is packed in a closable waste bag and disposed of in general waste.

2. What personal protective equipment is necessary?

The use of personal protective equipment (PPE) is only required if an infectious, sensitising and/or toxic effect is present. The choice of PPE is based on the level and duration of exposure to biological agents and the associated hazards.

As eye protection, as a minimum a pair of goggles should be used.

In order to avoid skin contact with microbial deposits, at least disposable gloves certified to EN 374 should be worn. The gloves must be disposed of after use. When performing wet work, liquid-tight gloves, e.g. nitrile or butyl rubber, should be used. These are to be cleaned and dried after use.

For activities with biological aerosol formation, e.g. removal of biofilms with high pressure equipment, a risk of infection exists, e.g. from legionella. Therefore, respiratory protection is required for such activities. FFP2 particle-filtering half masks or half masks with P2 filters are recommended. The filters of the respirators must be changed at least every working day. Particle-filtering half masks should be disposed of after a single use.

Wear protective clothing when working with high-pressure equipment. A chemical protection suit Category III of at least Type 4 is recommended.

The following table according to Chapter 5.4.1 of the TRBA 400 contains information concerning what microbial contamination is to be expected in certain activities. From this it can be deduced which PPE is needed to avoid endangering employees (Source: ABAS Decision 45/2011 of 5th December 2011: Criteria for the selection of PPE for biological agents).

Contamination hazard from biological agents and required PPE during maintenance activities of HVAC installations on seagoing vessels

| Activity | Biological hazard according to TRBA 400 | | PPE | | | |
|---|---|--------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| | Infection hazard | Sensitising effect | Respiratory protection (FFP2) | Eye protection (goggles) | Hand protection | Protective clothing |
| Cleaning surfaces, e.g. circulation humidifier | | | | | | |
| • Mechanical | none | increased | – | – | + | – |
| • High-pressure process | existent | high | + | + | + | + |
| Air filter replacement | | | | | | |
| • Filter removal | none | high | + | + | + | – |
| • Installation of new filters | none | none | – | – | – | – |

– not required

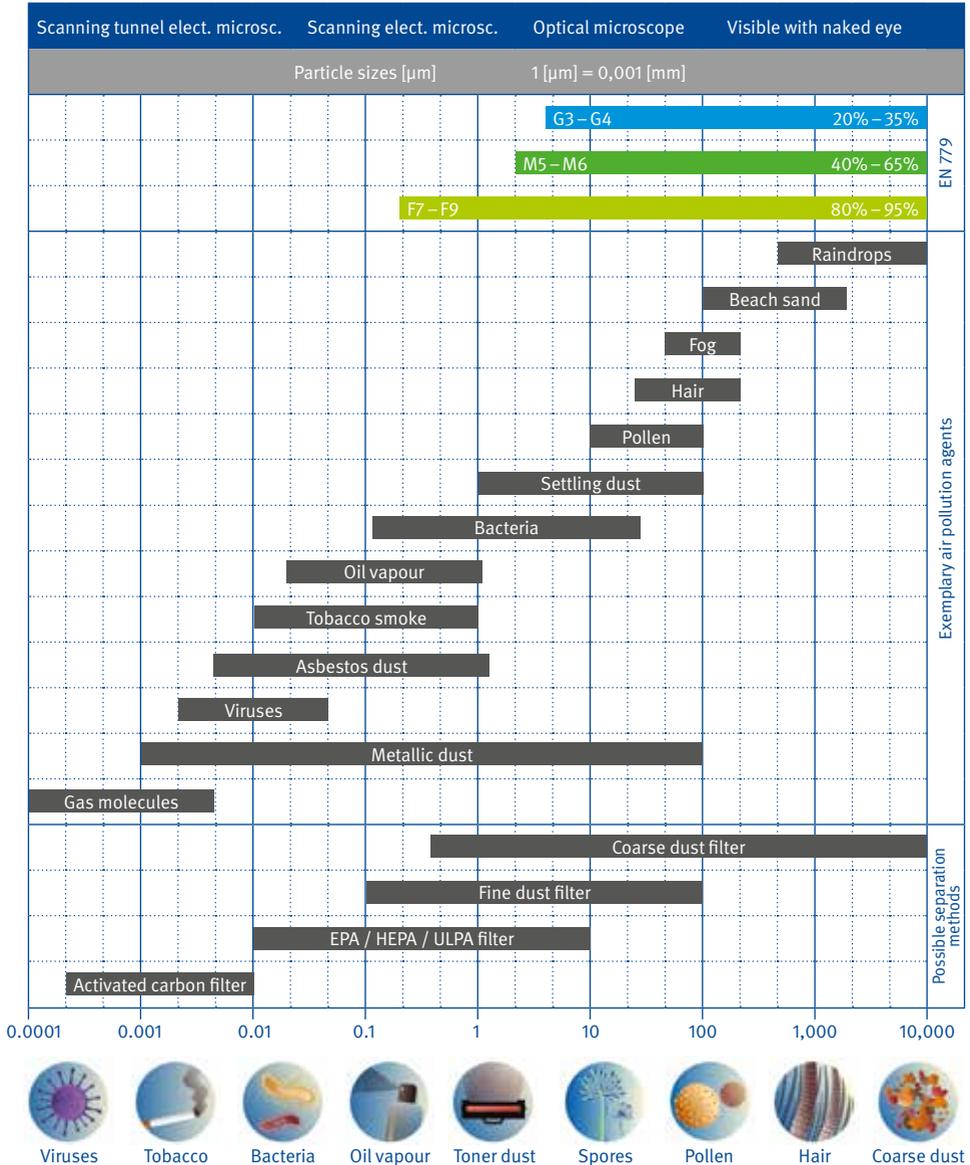
+ equired

3. Sample operating instructions

| | | |
|---|--|--|
| Company: _____ | OPERATING INSTRUCTIONS pursuant § 14 BiostoffV | State: _____ |
| WORK AREA/ACTIVITY | | |
| Ventilation systems on seagoing vessels: Replacement and disposal of air filters | | |
| DANGERS FOR HUMANS AND THE ENVIRONMENT | | |
|  | <p>Biological agents Contaminated air filters from ventilation systems contain mould, bacteria and their metabolites and decay products (e.g. endotoxins). As dust is released into the atmosphere when the filters are removed, these substances can enter the respiratory air. Furthermore, contact/ingestion can also be made via the mouth (smear infection) and injured skin/mucous membranes.</p> <p>Health hazards Sensitising effect Less frequent toxic and infectious effects (especially in people with immune deficiency) Non-specific impairment of the respiratory system through dust (e.g. chronic bronchitis) Carrying microbially contaminated dust (e.g. via clothing) into other areas</p> | |
| PROTECTIVE MEASURES AND RULES OF CONDUCT | | |
|    |    | <ul style="list-style-type: none"> Only trained persons may perform the work! Moisten contaminated air filters before removal to avoid dust formation. Clean dusty surfaces with an industrial vacuum cleaner and with a damp cloth. When dust is released, wear disposable gloves, safety goggles and at least a P2 mask (FFP2). Eating, drinking, smoking and storing food in the work area are prohibited. Wash your hands before breaks and after finishing work, use skin protection and care products according to skin protection plan. Clean or replace personal protective equipment regularly. Respirator or disposable mask filters must be discarded at least every working day. Do not enter break and stand-by rooms with heavily soiled work clothes. |
| BEHAVIOUR IN CASE OF DANGER | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Change damaged personal protective equipment immediately. Observe the operating instructions of the system. When faults become apparent, inform the person responsible. | | |
| FIRST AID | | |
|  | <p>General: Inform the ship's officer in case of accident, irritation or feeling generally unwell. Eye contact: Rinse immediately with water (eye wash bottle). Keep eyelid open when using. Inhalation: Inform the responsible ship's officer if symptoms arise. Wounds: Have wounds professionally attended to by the responsible ship's officer.</p> | |
| MAINTENANCE AND PROPER DISPOSAL | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Service and check the technical equipment regularly. Report any deficiencies to the supervisor. Service personal protective equipment properly; dispose of it if necessary. Dust-free removal of air filters and disposable materials in sealable rubbish bags. Do not squeeze sacks to remove air. Disposal in residual waste. | | |
| Date: _____ | Signature: _____ | |

Attachment

1. Particle sizes and filter class



2. Recommendation for on-board operation

Scope of application

These instructions are used for maintenance work on ventilation and air treatment systems (ventilation systems, air conditioning systems, air cooling systems, etc.) on seagoing ships with contact with biological agents such as bacteria or moulds.

Hygienic operation of ventilation systems

Hygiene inspection:

- regular performance, e.g. in the prescribed shipyard period
- execution by expert personnel who are qualified to maintain/service ventilation systems

Hygiene control:

- four-week intervals (When using steam humidifiers, the control cycle can be adapted to the filter change.)
- performance by the responsible technical officer
- visual inspection of the ventilation system for hygiene deficiencies, e.g. contamination, microbial growth (e.g., mould, biofilm formation), rusting, calcification and damage
- replacement of humidifier water when using circulation humidifiers
- where necessary, filter change

Humidification:

- steam humidifier: Prevention of condensation in the air duct system and in the air duct elements
- circulation humidifiers (trickle humidifiers, air washers): Completely empty and dry circulating systems such as water tanks, water troughs, etc. (including pipelines) at four-week intervals, remove surface coatings mechanically, use high-pressure equipment for stubborn surfaces

Air filters:

- filter replacement in case of visible microbial growth on the clean air side, leakage of the filter, not reaching the permissible final pressure difference or after the loading or unloading of heavily dusting bulk material; after 6 months or at the latest after one year
- priority use of new filters

Documentation in the operating log:

- execution of the initial hygiene inspection during the commissioning of the ship
- execution and results of hygiene controls and subsequent measures
- execution and results of hygiene inspections and subsequent measures
- time of filter replacement
- time of humidifier water replacement for circulation humidifiers

Occupational safety during the maintenance of HVAC installations**Minimum requirements according to TRBA 500:**

- refrain from eating, drinking, smoking and storing food
- wash hands and other contaminated skin with cleansers and water after work and before breaks

Protective measures are necessary in particular for the following work:

- when cleaning circulation humidifiers
- for surface cleaning
- when replacing and disposing of air filters

Cleaning:

- minimisation of dust by vacuuming all ventilation system areas before starting work
- removal of microbial deposits by moistening
- use of high-pressure equipment on stubborn surfaces: prevention of exposure to bio-aerosols through use of respiratory protection (FFP2), safety goggles, liquid-tight gloves and protective clothing

Filter replacement:

- use of personal protective equipment (PPE): gloves, eye and respiratory protection

Filter disposal:

- reduction of dust during packaging by pre-moistening the filter
- packing the filter in a sealable waste bag and disposing of it in the residual waste