

# Handlungsanleitung zur Hygiene und Wartung von Raumluftechnischen Anlagen auf Seeschiffen







Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung



# Handlungsanleitung zur Hygiene und Wartung von Raumluftechnischen Anlagen auf Seeschiffen

**Autoren:**

Gabriele Meyer  
See-Berufsgenossenschaft, Hamburg  
Annette Kolk, Gerd Schneider  
BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,  
Sankt Augustin

**Herausgeber:**

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Alte Heerstr. 111  
53757 Sankt Augustin  
Tel.: 02241/231-02  
Fax: 02241/231-2234  
E-Mail: [bgia-info@dguv.de](mailto:bgia-info@dguv.de)  
[www.dguv.de/bgia](http://www.dguv.de/bgia)

See-Berufsgenossenschaft  
Reimerstwiete 2  
20457 Hamburg  
Tel.: 040/36137-0  
Fax: 040/36137-770  
[www.see-bg.de](http://www.see-bg.de)

**Druck:**

Beisner Druck, Buchholz

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>Anwendungsbereich</b> .....	<b>5</b>
<b>I. Hygiene und Wartung von Raumlufotechnischen Anlagen</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Was sind Raumlufotechnische Anlagen?</b> .....	<b>6</b>
1.1 Lüftungstechnische Anlagen an Bord .....	6
1.2 Schiffsklimaanlage .....	7
<b>2 Was ist Hygiene?</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Was sind biologische Arbeitsstoffe?</b> .....	<b>8</b>
<b>4 Welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen sind möglich?</b> .....	<b>9</b>
<b>5 Hygienische Untersuchungen auf Seeschiffen unter besonderer Berücksichtigung der Raumlufotechnischen Anlagen</b> .....	<b>10</b>
<b>6 Wie werden RLT-Anlagen gewartet?</b> .....	<b>13</b>
6.1 Wartung der Luftbefeuchtung .....	15
6.2 Wartung der Luftfilter .....	17
<b>II. Arbeitsschutz bei der Hygiene und Wartung von Raumlufotechnischen Anlagen</b> .....	<b>19</b>
<b>1 Was muss ich beachten?</b> .....	<b>19</b>
<b>2 Welche Schutzausrüstung benötige ich?</b> .....	<b>20</b>
<b>3 Musterbetriebsanweisung</b> .....	<b>21</b>
<b>Anhang 1: Korngrößen und Filterklassen</b> .....	<b>22</b>
<b>Anhang 2: Handlungsanleitung für den Bordbetrieb</b> .....	<b>23</b>

# Einleitung

Seit mehr als fünf Jahren untersuchen der Messtechnische Dienst der See-Berufsgenossenschaft und das Referat 2.4 – Biologische Arbeitsstoffe des BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung die Raumluftqualität auf Seeschiffen. Die Untersuchungen zeigen, dass den Raumlufttechnischen Anlagen (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 Hygiene-Anforderungen und durch regelmäßige Hygienekontrollen lässt sich die oben beschriebene Gefährdung für die Nutzer klimatisierter Räume vermeiden. Gleichzeitig kann die Durchführung von Wartungsarbeiten an mikrobiell stark besiedelten RLT-Anlagen jedoch für die ausführenden Beschäftigten eine Gefährdung bedeuten.

Deshalb erfüllt die vorliegende Anleitung zwei Aufgaben:

- I. Sie stellt die Grundlage für die Qualifizierung von Beschäftigten zur Durchführung von Hygienekontrollen sowie Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten in Anlehnung an die VDI-Richtlinien 6022, Blatt 1 und 6032 dar, unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten auf Seeschiffen. Die Handlungsanleitung dient somit dem für die Wartung der RLT-Anlagen verantwortlichen technischen Offizier an Bord als Hilfsmittel.
- II. Sie soll dem Arbeitgeber oder der Fachkraft für Arbeitssicherheit als Hilfestellung für die Gefährdungsbeurteilung entsprechender Tätigkeiten dienen. Wartungsarbeiten an RLT-Anlagen stellen nicht gezielte Tätigkeiten mit sog. biologischen Arbeitsstoffen dar. Der Arbeitgeber muss deshalb nach Biostoffverordnung (BioStoffV) diese Beurteilung durchführen und entsprechende Schutzmaßnahmen festlegen. Ergänzend ist eine Musterbetriebsanweisung für die Tätigkeit „Auswechseln und Entsorgen von Luftfiltern“ beigefügt.

## **Anwendungsbereich**

Diese Handlungsanleitung findet Anwendung bei Tätigkeiten zur Instandhaltung von Raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) auf Seeschiffen mit Kontakt zu biologischen Arbeitsstoffen, wie z. B. Bakterien oder Schimmelpilzen.

# I Hygiene und Wartung von Raumlufotechnischen Anlagen

## 1 Was sind Raumlufotechnische 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 Klimaanlagen so ausgeführt werden, dass im bestimmungsgemäßen Betrieb keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder unübliche Schall- und Geruchsbelastigungen auftreten.

### 1.1 Lüftungstechnische Anlagen an Bord

Soweit die Aufenthalts- und Unterkunftsräume nicht mit Klimaanlagen versehen oder an eine Klimaanlage angeschlossen sind, muss eine Lüftungstechnische Anlage vorhanden sein. Darunter werden Anlagen verstanden, die eine 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.

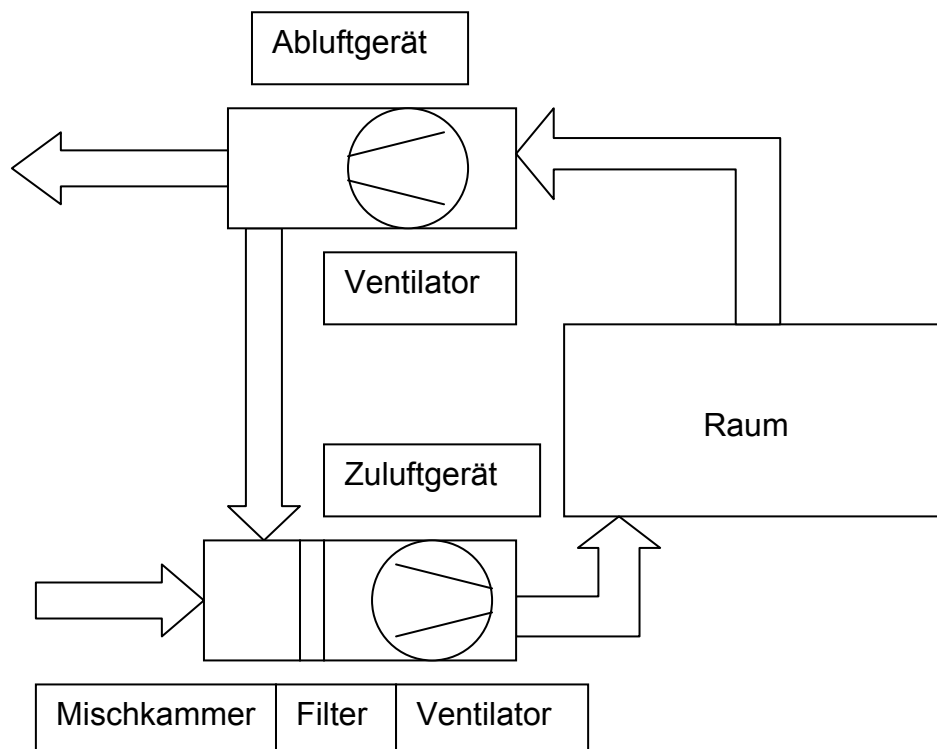


Abbildung 1: Lüftungsanlage (Beispiel).



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



Abbildung 2: Klimabox im Maschinenkontrollraum.

## 1.2 Schiffsklimaanlage

Auf Kauffahrteischiffen sind Unterkunfts- und Aufenthaltsräume mit RLT-Anlagen ausgestattet. Ohne diese Anlagen wären weltweite Fahrten nicht möglich. Die Raumlufttemperatur 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.

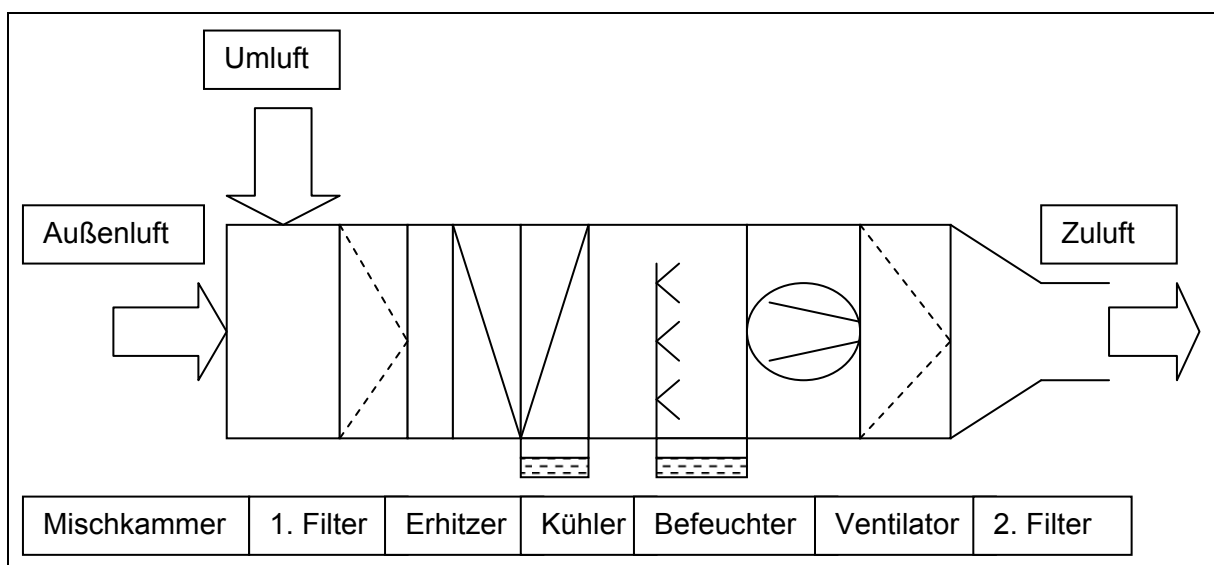


Abbildung 3: RLT-Anlage im Umluftbetrieb (Beispiel).

## 2 Was ist Hygiene?

Die Bezeichnung „Hygiene“ geht auf die griechische Göttin der Gesundheit „hygieia“ zurück. Hygiene ist die Lehre von der Gesunderhaltung des Einzelnen und der Allgemeinheit. Sie schließt sowohl die Prävention von möglichen Gesundheitsschäden als auch die Gesundheitsförderung ein. Mit Blick auf die VDI-Richtlinie 6032 bedeutet Hygiene, 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 zu vermeiden ist. 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 Umlaufwasser mit Mikroorganismen belastet sein.
- Luftfilter: Eine unzureichende Filterwirkung führt zu Verunreinigungen des nachfolgenden Luftaufbereitungssystems und schließlich zur Verschlechterung der Raumluftqualität.
- 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 Raumluftqualität 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 Biologische Arbeitsstoffe?

„Biologische Arbeitsstoffe“ 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 biologischen Arbeitsstoffe in vier Risikogruppen (RG) eingeteilt. Das Gefährdungspotenzial der eingruppierten Organismen steigt dabei von RG 1 bis 4 an (BiostoffV).

Bei Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit der Wartung von RLT-Anlagen auf Seeschiffen erforderlich sind, kann es zu einem Kontakt mit biologischen Arbeitsstoffen kommen. Beschäftigte können gezielt oder nicht gezielt biologischen Arbeitsstoffen ausgesetzt sein. Ein gezielter Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen findet dann statt, wenn alle nachfolgend aufgeführten Bedingungen erfüllt sind:

- die biologischen Arbeitsstoffe müssen bis zur Art bekannt sein,
- die Tätigkeiten müssen auf einen oder mehrere biologische Arbeitsstoffe unmittelbar ausgerichtet sein und
- die Exposition der Beschäftigten muss hinreichend bekannt oder abschätzbar sein.

Sobald mindestens eine der oben aufgeführten Anforderungen nicht erfüllt ist, handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen.

Dies ist bei der Wartung von RLT-Anlagen auf Seeschiffen der Fall, z. B. beim Reinigen von Ansaugelementen, beim Entfernen und ggf. Reinigen von Luftauslassgittern sowie beim Reinigen von Befeuchterkammern, Lamellen und Lüftungskanälen.

In der Regel treten bei diesen Tätigkeiten überwiegend Mikroorganismen der Risikogruppen 1 und 2 auf. Zur Risikogruppe 1 gehören sehr viele Mikroorganismen, die in der Umwelt häufig vorkommen oder industriell, z. B. zur Herstellung von Lebensmitteln, eingesetzt werden. Dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen, ist für solche Organismen unwahrscheinlich.

Auch die Risikogruppe 2 ist sehr umfangreich. Sie umfasst z. B. Mikroorganismen, die auch normalerweise auf der Haut und den Schleimhäuten des Menschen siedeln und nur unter besonderen Voraussetzungen zu Erkrankungen führen und reicht bis hin zu Erregern, die zwar Krankheiten verursachen können, gegen die jedoch wirksame Therapien bekannt sind oder Impfmöglichkeiten bestehen.

Gemäß BiostoffV sind Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen einer Schutzstufe (von eins bis vier) zuzuordnen und die Sicherheitsmaßnahmen entsprechend auszuwählen. Dabei sind mindestens die allgemeinen Hygienemaßnahmen der Schutzstufe 1 anzuwenden. Diese allgemeinen Hygienemaßnahmen sind in der Technischen Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 500 aufgeführt.

#### **4 Welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen sind möglich?**

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

Da Schimmelpilze sensibilisierend wirken können, kommen sie als Auslöser von Allergien in Frage. Allergien äußern sich in Form von tränenden und/oder juckenden Augen, Fließschnupfen, trockenem Husten und im fortgeschrittenen Stadium in Form von Atemnot. Die Haut kann ebenfalls betroffen sein. Dabei treten häufig Rötungen, Juckreiz und Quaddelbildung auf. Alle genannten Symptome erscheinen kurz- oder langfristig und können bis zum Asthmaanfall führen.

Bei sehr hohen Konzentrationen von organischen Stäuben in der Luft, die z. B. Schimmelpilze enthalten, besteht die Möglichkeit, an der sogenannten Befeuchterlunge zu erkranken. Die Befeuchterlunge gehört zu einer Gruppe von Erkrankungen, die als exogen, d. h. von außen verursachte, allergische Alveolitis (EAA) bezeichnet werden. Hierbei handelt es sich um eine allergische Entzündung der Lungenbläschen, die mit grippeähnlichen Symptomen, wie Fieberschüben, Schüttelfrost, Hustenreiz, Kopfschmerz, erschwerte Atmung und Müdigkeit einhergeht. In der Regel klingen die Beschwerden innerhalb von Stunden bis wenigen Tagen wieder ab, treten aber bei erneutem Kontakt mit dem Allergen wieder auf. Bei zu später Diagnose kann die EAA einen schwerwiegenden Verlauf annehmen.

Erkrankungen können auch 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. sechs 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.

Im Gegensatz zu den allergischen und toxischen Erkrankungen ist die Legionellose eine Infektionskrankheit, die durch Bakterien der Gattung *Legionella* hervorgerufen wird. Der Name leitet sich aus der Entdeckungsgeschichte des Erregers ab. 1976 trat nach einem Veteranentreffen von Legionären in Philadelphia bei 182 von 4.400 Teilnehmern eine schwere Atemwegserkrankung auf, an der 29 Personen schließlich starben. In bakteriologischen Untersuchungen wurden Legionellen als Verursacher ermittelt.

Legionellen sind in der Natur weit verbreitet. Sie werden in Kühltürmen, Klimaanlage, 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 zwei bis zehn 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 fünf bis 66 Stunden auf und hat ein grippeähnliches Krankheitsbild. Die Erkrankung dauert zwei bis fünf Tage.

Das Auftreten von Legionellosen und anderen schwerwiegenden Erkrankungen steht häufig mit schlecht gewarteten Klimaanlage in Zusammenhang. Ein Kontakt mit biologischen Arbeitsstoffen ist insbesondere bei Hygienekontrollen, Wartungs- und Reparaturarbeiten zu erwarten. Deshalb sollten bei entsprechenden Tätigkeiten geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen ergriffen werden.

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

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

Deshalb untersuchte der Messtechnische Dienst der See-BG in Kooperation mit dem Referat 2.4 des BGIA die Raumluftqualität auf verschiedenen Schiffstypen und unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen. Bisher wurden 24 verschiedene Seeschiffe beprobt.

Luft- und Materialproben wurden 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 fanden sich die höchsten Bakterienzahlen in den Kammern (siehe Abbildung 4).

Endotoxine waren überwiegend nicht nachweisbar. Eine Ausnahme bildeten die Frachtmotorschiffe. Hier kam es bei der Verladung von Getreide zu erheblichen Endotoxinbelastungen sowohl in der Raum- als auch in der Außenluft (bis 8.000 Endotoxineinheiten je m<sup>3</sup> Luft [EU/m<sup>3</sup> Luft]).

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

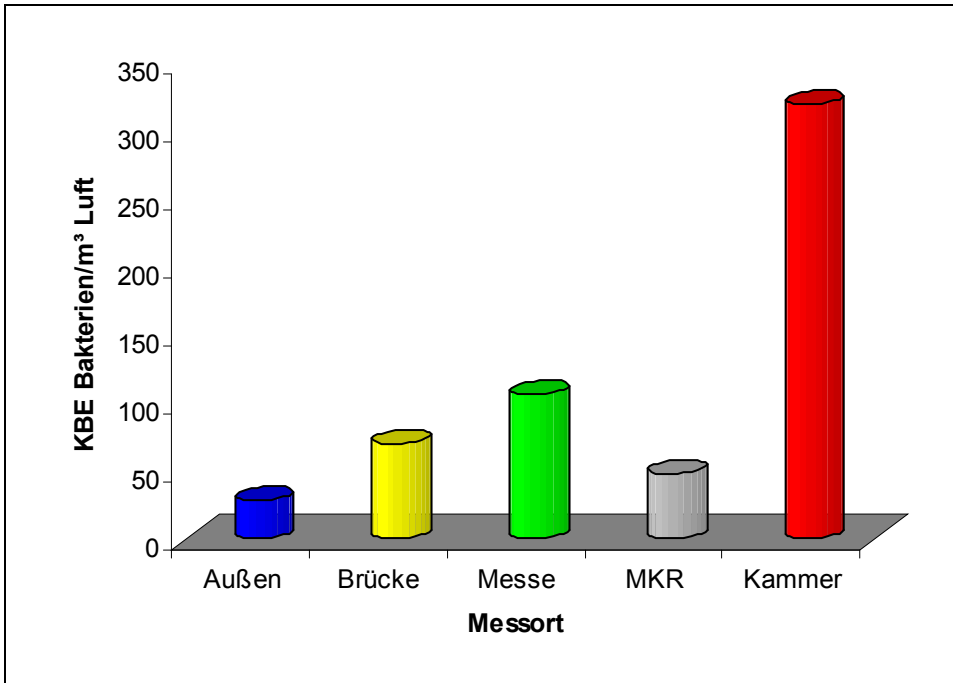


Abbildung 4: Bakteriengehalte an unterschiedlichen Messorten.

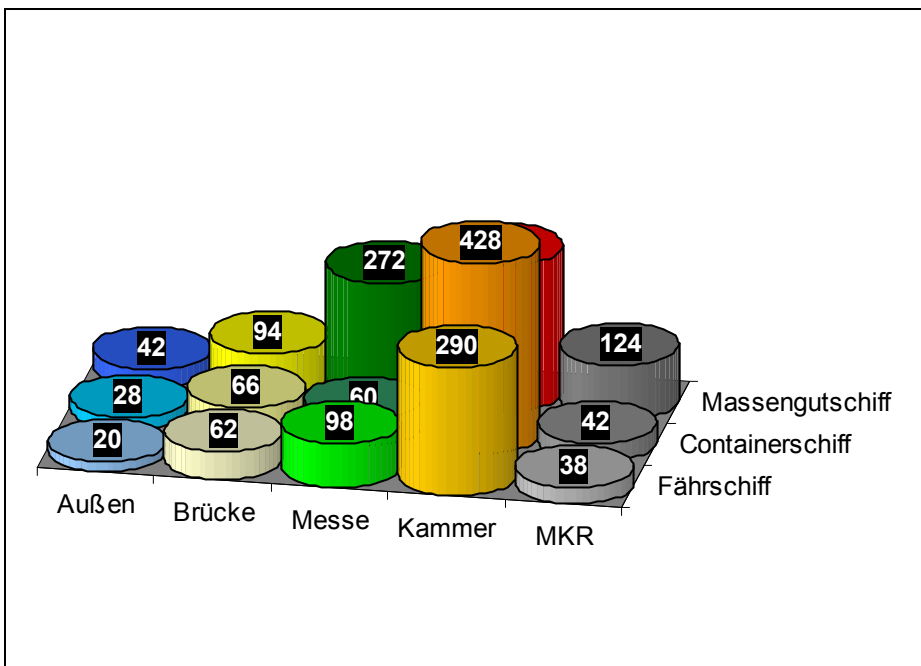


Abbildung 5: Bakteriengehalte auf verschiedenen Schiffstypen in Kolonie bildenden Einheiten je m³ Luft (KBE/m³ Luft).

In ausgewählten Luft- und Materialproben (z. B. Filtermatten) wurden die Bakterien- und Schimmelpilzarten identifiziert. Sie gehörten in der Regel zu den in die Risiko- gruppen 1 und 2 eingestuften Organismen.

Parallel zu den mikrobiologischen Untersuchungen wurde im Jahr 2007 mit Unter- stützung des Technischen Aufsichtsdienstes eine Fragebogenaktion zu RLT-Anlagen an Bord vorgenommen. Diese Aktion sollte einen Überblick über die deutsche Flotte geben.

Die Befragung fand auf 25 Container-, sieben RoRo-, zwei Fahrgastschiffen und je einem Mehrzweckfrachter, Passagier-, Tank-, Vermessungsschiff, Schlepper und einer Autofähre statt. Die Schiffe sind zwischen 1971 und 2006 gebaut worden. Gefragt wurde insbesondere nach der Art der Luftbefeuchtung und der Häufigkeit des Filter- wechfels.

72 % der RLT-Anlagen wurden mit 100 % Frischluft versorgt. Nur 30 % der Anlagen wiesen Revisionsöffnungen auf. Wie in Abbildung 6 dargestellt, kamen zur Luftbe- feuchtung überwiegend Umlaufbefeuchter, wie Rieselbefeuchter und Luftwäscher, zum Einsatz. In einigen Fällen konnten keine Angaben zur Befeuchtungstechnik gemacht werden.

Zur Luftfiltration dienten Kassetten-, Plan- und Taschenfilter. Der Filterwechsel wurde sehr unterschiedlich gehandhabt (siehe Abbildung 7). Während die Filter auf einigen Schiffen täglich, wöchentlich oder 14-tägig getauscht wurden, nahmen 42 % monatlich einen Filterwechsel vor. Auf 36 % der befragten Schiffe fanden Filterwechsel in größeren Zeitabständen statt oder sie konnten keine Angaben hierzu machen. Mehr als die Hälfte der Besatzungen verwendeten die Filter nach einer Reinigung per Hand oder in der Waschmaschine wieder.

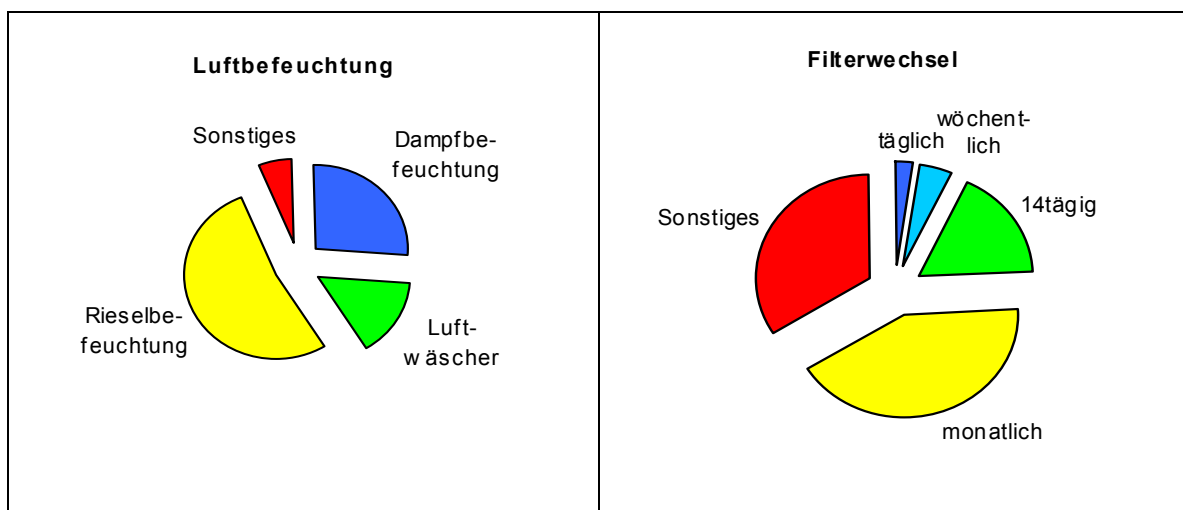


Abbildung 6: Häufigkeit verschiedener Luftbefeuchtungssysteme an Bord (n = 40).

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

Die Untersuchungen zeigten, dass der Instandhaltung der RLT-Anlagen an Bord ein größerer Stellenwert eingeräumt werden muss. Um eine gesundheitliche Beeinträch- tigung der Besatzung zu vermeiden sowie ein physiologisch günstiges Raumklima zu schaffen, sind Hygienekontrollen erforderlich. Als deren Ergebnis können entsprechen- de Wartungsarbeiten notwendig werden.

## 6 Wie werden RLT-Anlagen gewartet?

RLT-Anlagen müssen in allen luftführenden Bereichen so gestaltet, betrieben und instand gehalten 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 (siehe Abbildung 8).

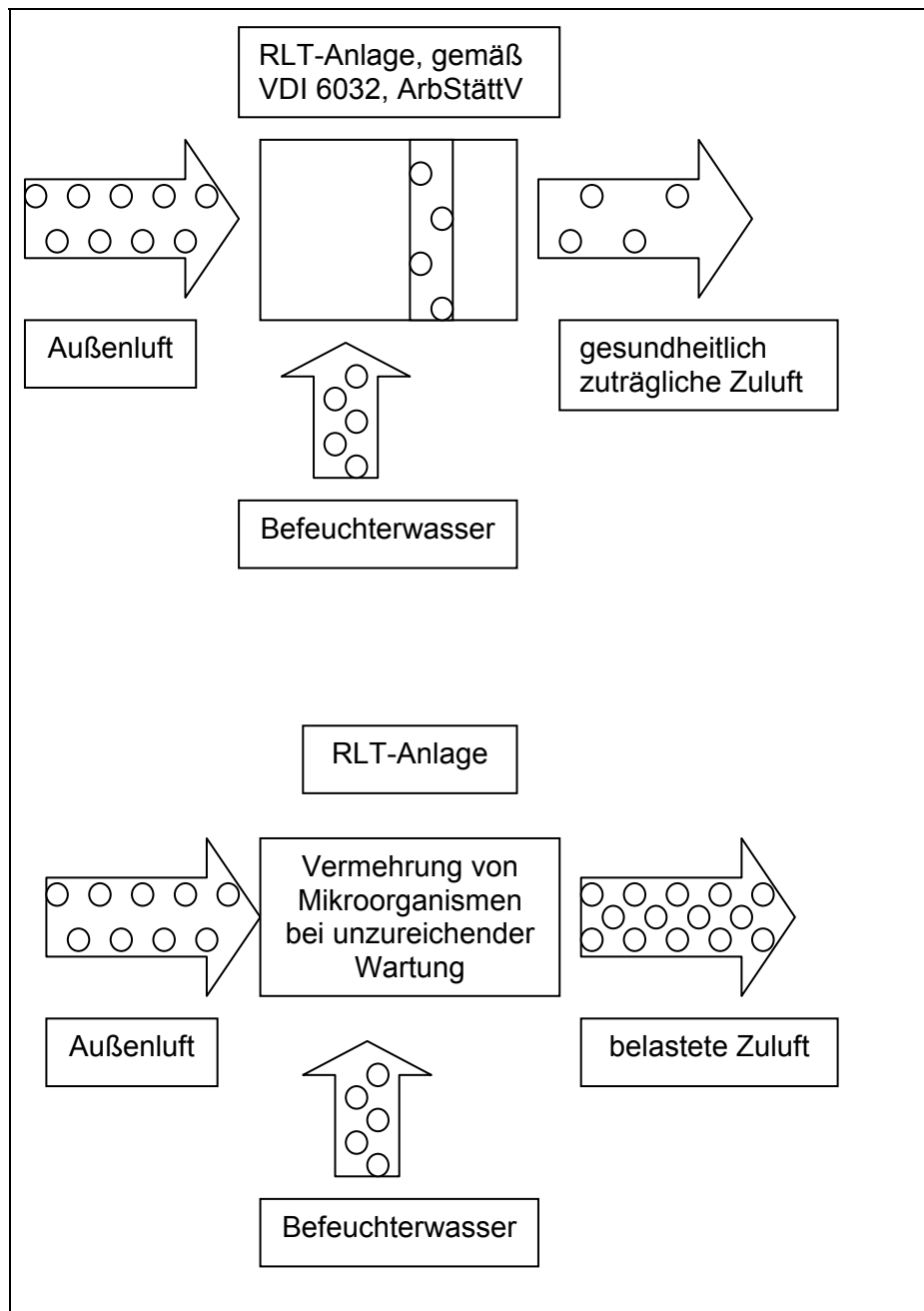


Abbildung 8: Einfluss des hygienischen Zustands von RLT-Anlagen auf die Raumluftqualität.

Orte, an denen Mikroorganismen wachsen, sind überall dort zu finden, wo Wasser und Nährstoffe vorhanden sind. Im Befeuchterwasser ermöglichen mineralische und organi-

sche 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 gemäß Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und Betriebssicherheitsverordnung (BSV) die Betreiber von Schiffen verantwortlich. Der Betreiber hat ein RLTA-Betriebsbuch auf der Basis des Herstellerhandbuchs zu führen und beim für den Betrieb der Anlage zuständigen technischen Offizier zu hinterlegen. Darin 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 erfolgte eine Hygiene-Erstinspektion der RLT-Anlage. In der Wertzeit, spätestens jedoch im Abstand von fünf Jahren sind die Hygieneinspektionen zu wiederholen. Diese Inspektionen sollte Fachpersonal vorbehalten sein, das für die Wartung von RLT-Anlagen qualifiziert ist (gemäß VDI 6022 Blatt 1 Kategorie A oder gleichwertige Standards). 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,
- im Verdachtsfall: ggf. Durchführung mikrobiologischer Untersuchungen,
- Messung physikalischer Parameter (Temperatur, Feuchte, Luftgeschwindigkeit und Schall) an repräsentativen Stellen,
- Dokumentation der Untersuchungsergebnisse und ggf. Empfehlung von Sanierungsmaßnahmen.

Zur dauerhaften Einhaltung der hygienischen Anforderungen sollten nach VDI 6032 im Abstand von vier Wochen (beim Einsatz von Dampfluftbefeuchtern kann der Kontrollzyklus dem Filterwechsel angepasst werden) Inspektionen und Wartungen sowie Hygienekontrollen der RLT-Anlage durch den zuständigen technischen Offizier oder die Fachkraft für Arbeitssicherheit vorgenommen werden. Die Hygienekontrolle besteht aus den folgenden Maßnahmen:

- Sichtprüfung der RLT-Anlage auf Hygienemängel (siehe Abbildung 9), 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 sind die Ursachen zu ermitteln und zu beseitigen (ggf. durch qualifiziertes Fachpersonal).
- Beim Betrieb von Umlaufbefeuchtern muss das Umlaufwasser vollständig abgelassen und eine Trocknung durchgeführt werden.



Abbildung 9: Beispiele für sichtbare Hygienemängel.

Die Hygienekontrollen und -inspektionen in luftführenden Leitungen sind nur bei Vorhandensein von Revisionsöffnungen möglich. Bei der Umfrage zu RLT-Anlagen an Bord wurde festgestellt, dass nur 30 % der Luftführungssysteme mit Revisionsöffnungen ausgestattet sind.

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 ein zusätzlicher Nährboden für Mikroorganismen sein können (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10: Zulüfter mit Wischlappen (links), 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 % relativer Feuchte. Eine Luftfeuchte oberhalb von 65 % ist nicht zwangsläufig gesund-

heitsbelastend. 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 % liegt, beeinträchtigt somit nachhaltig Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit der Beschäftigten. Deshalb sollte während der Heizperiode im Winter die Luft zusätzlich befeuchtet werden.

Luftbefeuchter besitzen ein Potenzial für mikrobiologisches Wachstum, Ablagerungen und Korrosion (siehe Abbildung 11). Aus hygienischen Gründen wird grundsätzlich der Einbau von Dampfluftbefeuchtern empfohlen. Beim Betrieb von Dampfluftbefeuchtern ist lediglich darauf zu achten, dass eine Kondensatbildung im Luftleitungssystem und in den Luftleitungselementen vermieden wird.



Abbildung 11: Hygienemängel an einem Luftbefeuchter.

Im Vergleich ist die Wartung von Umlaufbefeuchtern aufwendiger, da das Umlaufwasser mit Mikroorganismen belastet sein kann, z. B. durch Legionellen. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, das Umlaufwasser kontinuierlich zu desinfizieren. Dies ist jedoch an Bord nicht praktikabel.

Deshalb 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, denn nur so kann die Bildung von Biofilmen und eine mikrobielle Verunreinigung des Umlaufwassers verhindert werden. Die Reinigung des Umlaufbefeuchters ist im Betriebsbuch zu dokumentieren.

Oberflächenbeläge werden möglichst mechanisch mit geeigneten Reinigungsmitteln entfernt. Für hartnäckige Beläge kann auch ein Hochdruckreiniger zum Einsatz kommen. Dabei sind jedoch zusätzliche Arbeitsschutzmaßnahmen zu berücksichtigen (siehe Abschnitt II). Eine Desinfektion der RLT-Anlage ist nur beim Nachweis von Krankheitserregern in relevanten Konzentrationen erforderlich.

Das Zulaufwasser der RLT-Anlage sollte Trinkwasserqualität haben und eine Gesamtkoloniezahl von 1.000 KBE/ml nicht überschreiten. Sollte die jährliche Beprobung des

Trinkwassers, das auch als Zulaufwasser verwendet wird, ergeben, dass dieser Richtwert überschritten wurde, muss das Umlaufwasser ausgetauscht werden. Dies erfolgt nach den zuvor beschriebenen Vorgaben.

## 6.2 Wartung der Luftfilter

Es können nur Luftfilter verwendet werden, die den Eintrag von luftgetragenen Mikroorganismen, -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 F7-Filter, bei zweistufiger Filterung ein F5- oder ein F7-Filter in der ersten Stufe und ein F7- oder ein F9-Filter in der zweiten Stufe verwendet werden. Im Umluftbetrieb ist eine Filterstufe hinter der Mischkammer vorzusehen.

Aus hygienischen Gründen wird der Einsatz möglichst hoher Filterklassen empfohlen (siehe Anhang 1). Im Rahmen der Studie „Hygienische Untersuchungen auf Seeschiffen unter besonderer Berücksichtigung der Raumluftechnischen Anlagen“ wurde festgestellt, dass mit wenigen Ausnahmen Grobstaubfilter der Filterklasse G4 verwendet werden. Diese Filter sind nur bei Partikelgrößen  $> 10 \mu\text{m}$  wirksam. Kleinere Partikeln, wie z. B. Bakterien oder Schimmelpilzsporen, werden nicht zurückgehalten. Der Eintrag von Mikroorganismen und Feinstaub wird somit nicht nachhaltig reduziert.

Ein flächiger Kontakt von Filtern mit dem Kammerboden ist zu vermeiden (siehe Abbildung 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.



Abbildung 12: Einbau eines Taschenfilters mit flächigem Kontakt zum Kammerboden.

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 (Wertzeit).

Jeder Filterwechsel ist im Betriebsbuch zu dokumentieren.

In der Studie „Hygienische Untersuchungen auf Seeschiffen unter besonderer Berücksichtigung der RLTA“ wurde gezeigt, dass die Luftfilter mikrobiell verunreinigt sind. Folglich ist beim Ausbau der verschmutzten Filter neben einer starken Staubeentwicklung auch eine Belastung mit Bakterien, Schimmelpilzen, Endotoxinen etc. zu erwarten. Dies trifft besonders für Schiffe zu, die staubige Ladungen, wie z. B. Getreide, als Massengut transportieren. Deshalb müssen beim Luftfiltertausch grundsätzlich Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Vorrangig empfiehlt sich aus hygienischen Gründen ein Komplettaustausch der Filter, da die Materialien nach einer Reinigung häufig Lecks aufweisen und somit die Filterwirkung herabgesetzt wird.

## II. Arbeitsschutz bei der Pflege und Wartung von Raumluftechnischen Anlagen

### 1 Was muss ich beachten?

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

Grundsätzlich sind die Mindestanforderungen an die allgemeinen Hygienemaßnahmen, wie sie in den Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe TRBA 500 beschrieben werden, einzuhalten. 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 sind die Hände und weitere kontaminierte Hautpartien mit Reinigungsmitteln und Wasser zu waschen. Ggf. ist ein Desinfektionsmittel anzuwenden. Abfälle, die mit Mikroorganismen oder deren Bestandteilen kontaminiert sind, müssen in geeigneten, verschließbaren Behältnissen (z. B. Abfallsäcke) gesammelt werden.

Im Falle der Wartung und Hygienekontrolle sind Schutzmaßnahmen insbesondere notwendig:

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

Alle Reinigungsarbeiten sind so auszuführen, dass die Freisetzung von Stäuben und Aerosolen minimiert wird. Es wird empfohlen, staubige Oberflächen, z. B. am Zulüfter, mit einem Industriesauger und anschließend durch feuchtes Abwischen zu reinigen. Sichtbare mikrobielle Beläge sollten durch sattes Befeuchten 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 in der Regel nicht ausgeschlossen werden. Um eine Belastung durch Bioaerosole zu verhindern, sollte bei diesen Reinigungstätigkeiten eine Filtermaske sowie eine Schutzbrille und ggf. flüssigkeitsdichte Handschuhe getragen werden.

Beim Filterwechsel sollte eine Schutzausrüstung aus Handschuhen, Augenschutz und Filtermaske getragen werden. Der Filter wird in einen verschließbaren Abfallsack verpackt und im Müll entsorgt. Hierbei kann die Staubentwicklung durch Anfeuchten des Filters reduziert werden. Die Filter sollten nicht wiederverwendet werden.

## 2 Welche persönliche Schutzausrüstung benötige ich?

Als Augenschutz ist mindestens eine Korbbrille zu verwenden.

Bei Tätigkeiten von kurzer Dauer sollten Masken mit P2-Filter oder partikelfiltrierende Einwegmasken vom Typ FFP2 eingesetzt werden.

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

Die Tabelle enthält Angaben dazu, welche mikrobielle Belastung bei bestimmten Tätigkeiten zu erwarten ist. Daraus lässt sich ableiten, welche Persönliche Schutzausrüstung (PSA) benötigt wird, um eine Gefährdung der Beschäftigten zu vermeiden.

Tabelle: Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe und benötigte PSA bei Tätigkeiten zur Wartung von RLT-Anlagen auf Seeschiffen.

Tätigkeit	biologische Gefährdung	PSA		
		Atemschutz (FFP2)	Augenschutz (Korbbrille)	Handschutz
Reinigung von Umlaufbefeuchtern				
- mechanisch	mittel	+	0	+
- Hochdruckverfahren	hoch	+	+	+
Oberflächenreinigung				
- Staubsaugen	gering	0	0	0
- mechanisch	mittel	+	0	+
- Hochdruckverfahren	hoch	+	+	+
Luftfilterwechsel				
- Filterentnahme	hoch	+	+	+
- Einbau neuer Filter	gering	0	0	0

0 = nicht erforderlich, + = wird benötigt

### 3 Musterbetriebsanweisung

<i>Firma:</i>	<b>Betriebsanweisung</b> gemäß § 12 BiostoffV	<i>Firmenlogo:</i>
Arbeitsbereich: <b>Raumlufttechnische Anlagen auf Seeschiffen</b>	Tätigkeit: <b>Auswechseln und Entsorgen von Luftfiltern</b>	

#### Gefahren für Mensch und Umwelt



##### **Biologische Arbeitsstoffe**

Verschmutzte Luftfilter aus RLTA enthalten Schimmelpilze, Bakterien und deren Stoffwechsel- und Zerfallprodukte (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.

##### **Gesundheitsgefahren**

Sensibilisierende Wirkung. Allergische Atemwegserkrankungen.  
Seltener toxische und infektiöse Wirkungen (vor allem 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.

#### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- ◆ Nur unterwiesene Personen dürfen die Arbeiten ausführen!
- ◆ Verschmutzten 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 im Arbeitsbereich sind verboten.
- ◆ Vor Pausen und nach Beendigung der Tätigkeit die Hände waschen, Hautschutz- und -pflegemittel 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 bei Störungen und im Gefahrfall

- ◆ Beschädigte persönliche Schutzausrüstung sofort wechseln.
- ◆ Bedienungsanleitung der Anlage beachten.
- ◆ Bei Störungen Verantwortlichen informieren.

#### Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe



- |               |   |
|---------------|---|
| Allgemein:    | Bei Unfall, Unwohlsein oder Reizerscheinungen verantwortlichen Schiffsoffizier informieren. |
| Augenkontakt: | Sofort mit Wasser spülen (Augenspülflasche). Dabei Lidspalt offen halten.                   |
| Einatmen:     | Bei Beschwerden verantwortlichen Schiffsoffizier informieren.                               |
| Wunden:       | Wunden fachgerecht vom verantwortlichen Schiffsoffizier versorgen lassen.                   |

#### Instandhaltung und sachgerechte Entsorgung

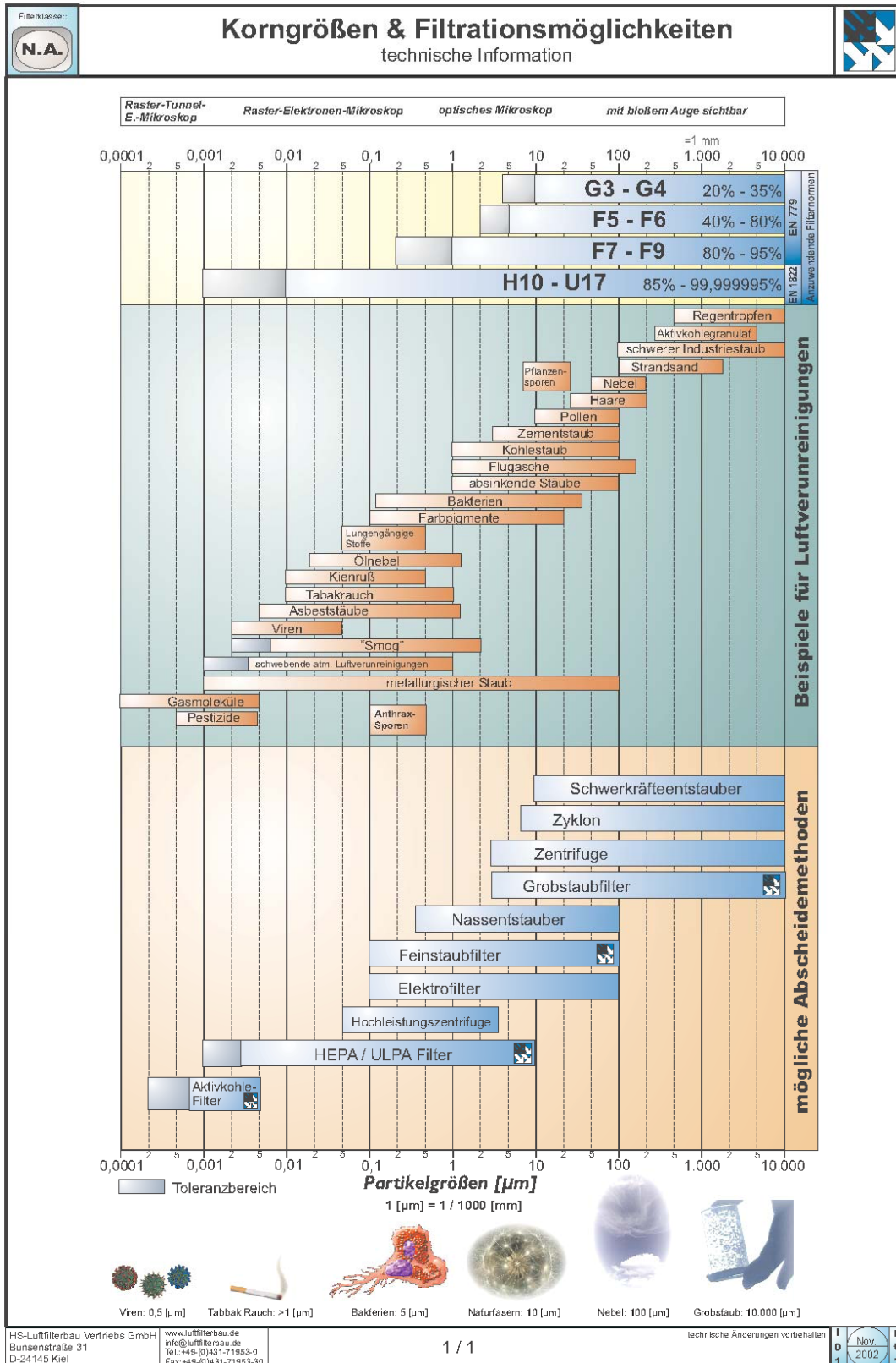
- ◆ Technische Ausrüstung regelmäßig warten und prüfen. Mängel dem Vorgesetzten melden.
- ◆ Persönliche Schutzausrüstung fachgerecht instandhalten, ggf. entsorgen.
- ◆ Staubfreier Abtransport von Luftfiltern und Einwegmaterialien in verschleißbaren Abfallsäcken, Entsorgung mit dem Hausmüll. Säcke nicht luftleer drücken.

Datum:

Unterschrift (Vorgesetzter):



# Anhang 1: Korngrößen und Filterklassen



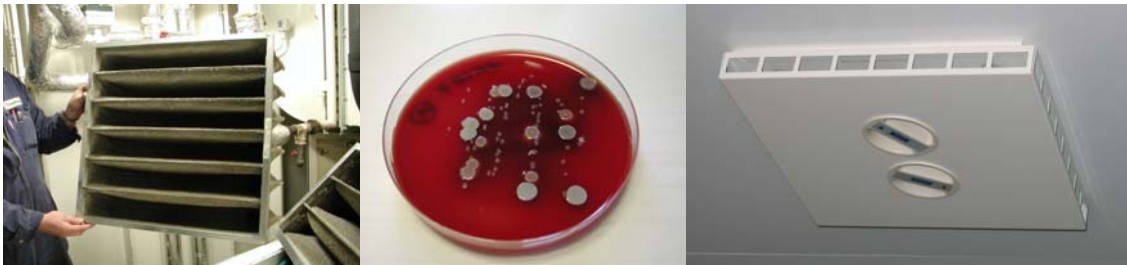
Mit freundlicher Genehmigung der Fa. HS-Luftfilterbau Vertriebs GmbH



## Anhang 2: Handlungsanleitung für den Bordbetrieb

### Handlungsanleitung zur Hygiene und Wartung von Raumluftechnischen Anlagen auf Seeschiffen

#### – Empfehlungen für den Bordbetrieb –



#### Anwendungsbereich

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

#### I. Hygienegerechter Betrieb von RLT-Anlagen

##### Hygieneinspektion:

- Durchführung in der Wertzeit, spätestens jedoch im Abstand von fünf Jahren
- Ausführung durch Fachpersonal, das für die Wartung von RLT-Anlagen qualifiziert ist (gemäß VDI 6022 Blatt 1 Kategorie A oder gleichwertige Standards)

##### Hygienekontrolle:

- Durchführung in vierwöchigem Abstand nach VDI 6032 (beim Einsatz von Dampf- luftbefeuchtern kann der Kontrollzyklus dem Filterwechsel angepasst werden)
- Durchführung durch den zuständigen technischen Offizier oder die Fachkraft für Arbeitssicherheit
- Sichtprüfung der RLT-Anlage auf Hygienemängel, wie z.B. Verschmutzung, mikrobielles Wachstum (z. B. Schimmel, Schleimbildung), Rostbildung, Kalkablagerungen und Beschädigungen
- Austausch des Umlaufwassers beim Betrieb von Umlaufbefeuchtern
- ggf. Filterwechsel

##### Luftbefeuchtung:

- Vermeidung von Kondensatbildung im Luftleitungssystem und in den Luftleitungselementen beim Betrieb von Dampf- luftbefeuchtern
- 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 Reinluftseite, 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 (Wertzeit)
- vorrangig Verwendung neuer Filter

**Dokumentation im Inspection Manual:**

- 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 Umlaufwasseraustauschs

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

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

**Insbesondere sind Schutzmaßnahmen notwendig:**

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

**Reinigungsarbeiten:**

- Minimierung von Stäuben und Aerosolen durch Absaugen aller RLTA-Bereiche vor Arbeitsbeginn
- Entfernen mikrobieller Beläge durch sattes Befeuchten
- Einsatz von Hochdruckreinigern bei hartnäckigen Belägen
- Verhinderung einer Belastung durch Bioaerosole durch das Tragen von Filtermaske (FFP2), Schutzbrille und ggf. flüssigkeitsdichte Handschuhe

**Filterwechsel:**

- Tragen einer Schutzausrüstung aus Handschuhen, Augenschutz und Filtermaske

**Filterentsorgung:**

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





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







Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung



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

**Authors:**

Gabriele Meyer  
See-Berufsgenossenschaft, Hamburg  
Annette Kolk, Gerd Schneider  
BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,  
Sankt Augustin

**Published by:**

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Alte Heerstr. 111  
53757 Sankt Augustin  
Germany  
Tel.: +49 2241/231-02  
Fax: +49 2241/231-2234  
E-Mail: [bgia-info@dguv.de](mailto:bgia-info@dguv.de)  
[www.dguv.de/bgia](http://www.dguv.de/bgia)

See-Berufsgenossenschaft  
Reimerstwiete 2  
20457 Hamburg  
Germany  
Tel.: +49 40/36137-0  
Fax: +49 40/36137-770  
[www.see-bg.de](http://www.see-bg.de)

**Print:**

Beisner Druck, Buchholz

# Content

<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>Scope of application .....</b>	<b>5</b>
<b>I. Hygiene and maintenance of heating, ventilation and air-conditioning installations .....</b>	<b>6</b>
<b>1 What are heating, ventilation and air-conditioning installations? .....</b>	<b>6</b>
1.1 On-board ventilation installations .....	6
1.2 On-board air-conditioning system .....	7
<b>2 What is hygiene? .....</b>	<b>8</b>
<b>3 What are biological agents? .....</b>	<b>8</b>
<b>4 What health impairments may occur? .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Hygiene studies on seagoing vessels with particular consideration for HVAC installations .....</b>	<b>10</b>
<b>6 How are HVAC installations maintained? .....</b>	<b>13</b>
6.1 Maintenance of the humidifier .....	15
6.2 Maintenance of the air filter .....	17
<b>II. Occupational safety and health with regard to hygiene and maintenance of heating, ventilation and air-conditioning installations .....</b>	<b>19</b>
<b>1 What points must be observed? .....</b>	<b>19</b>
<b>2 What protective equipment is required? .....</b>	<b>19</b>
<b>3 Sample procedure .....</b>	<b>21</b>
<b>Annex 1: Grain sizes and possibilities of filtration .....</b>	<b>22</b>
<b>Annex 2: Manual for on-board use.....</b>	<b>23</b>

# Introduction

For over five years, the Measuring Service of the See-BG (the institution for statutory accident insurance and prevention in the maritime industries) and Unit 2.4 (Biological Agents) of the BGIA – Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance have been studying the quality of indoor air on seagoing vessels. The results show that greater attention must be paid to the heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) installations intended for the assurance of a pleasant indoor atmosphere on board. Should care and maintenance be neglected, a risk exists of microbiological contamination of the indoor atmosphere. Subjective disorders, allergies and infections may ensue.

Provided the essential hygiene requirements are met and regular hygiene checks performed, the hazard to the users of air-conditioned rooms described above can be avoided. At the same time, the performance of maintenance work on HVAC installations exhibiting heavy microbial infestation may present a hazard to the employees carrying out the work.

The present manual therefore has two functions:

- I. It provides a basis for the qualification of employees for the performance of hygiene checks and of maintenance and repair work with reference to VDI guidelines 6022, part 1, and 6032, adapted to the particular circumstances on seagoing vessels. Thus it serves as an aid to technical officers on board who are responsible for maintenance of the HVAC installations.
- II. The criteria are intended to provide the employer or OSH professional with assistance in assessing the risk associated with the relevant tasks. Maintenance work on HVAC installations constitutes a task indirectly involving contact with biological agents. The employer is therefore required under the German Biological agents ordinance (Biostoffverordnung) to conduct this risk assessment and to define appropriate protective measures. A sample procedure for the task of "Replacement and disposal of air filters" is attached.



## **Scope of application**

The present manual applies to tasks for the maintenance of heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) installations on seagoing vessels involving contact with biological agents such as bacteria or mould fungi.

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

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

In the context of this manual, HVAC installations are ventilation installations employing mechanical air delivery which are capable of heating, cooling, humidifying or dehumidifying the indoor air. Installations may fulfil one, several or all of these air-treatment functions. On board seagoing vessels, these installations have the function of assuring a physiologically favourable indoor climate and hygienically faultless quality of the indoor air, independent of the climatic conditions on the route of the vessel. Ventilation and air-conditioning installations alike must therefore be designed such that when operated as intended, no impairment to health or unusual exposure to noise and odour occurs.

### 1.1 On-board ventilation installation

Where the accommodation and common rooms are not equipped with or connected to air-conditioning installations, a ventilation installation must be fitted. In this context, a ventilation installation is an installation which delivers fresh air from outside. The primary function of ventilation installations is thus the exchange/replacement of the indoor air. In contrast to an air-conditioning system, a ventilation system does not condition the air which it delivers. The diagram below shows the arrangement of such an installation.

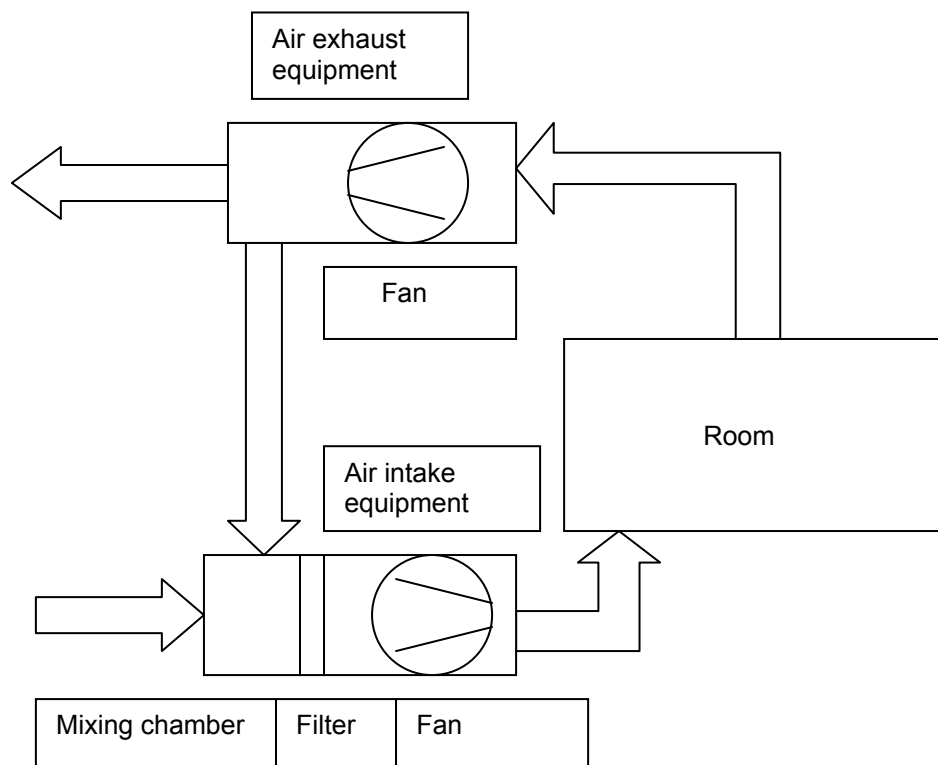


Figure 1: Ventilation installation (example).

Air-refrigeration installations are also frequently found in workshops and engine control rooms. These installations not only replace the indoor air, but are also equipped with a cooling facility (see Figure 2).



Figure 2: Air-refrigeration system in an engine control room.

## 1.2 On-board air-conditioning system

On merchant vessels, common and accommodation rooms are equipped with HVAC installations. Without such installations, passages on the world's oceans would not be possible. The temperature and humidity of the indoor air are adjusted automatically to specified varying or constant parameters by the delivery of suitably conditioned air. This takes place independently of the outdoor climate. On-board air-conditioning systems may be operated with circulating air (e.g. gas tankers). The diagram below shows the arrangement of an air-conditioning system in circulating-air mode.

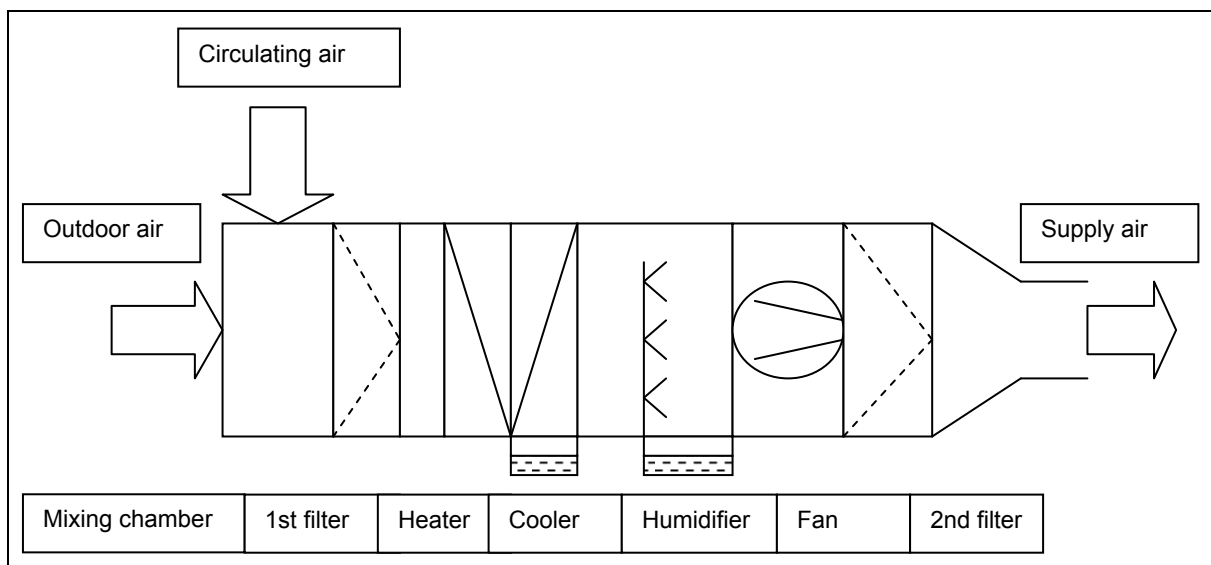


Figure 3: HVAC installation in circulating-air mode (example).

## 2 What is hygiene?

The term "hygiene" is derived from "hygieia", the name of the Greek goddess of health, and is the science of the retention of health, of both individuals and the population as a whole. It includes both the prevention of possible adverse impacts upon health, and the promotion of good health. In the context of VDI Guideline 6032, hygiene means that particulate substances and microorganisms, parts of microorganisms, and their decomposition and metabolism products should largely be prevented from being released from the ventilation or HVAC installations of vehicles. Microorganisms should not be capable of proliferating in such installations, and the materials of the air-carrying areas should not constitute a breeding-ground for them.

Hygiene problems may occur on the following components of an HVAC installation:

- Fan: When it is excessively fouled owing to inadequate maintenance, its efficiency decreases.
- Heat exchanger: Here too, heavy fouling reduces the performance and increases the resistance. This results in more energy being required, and impairs the air quality. During the cooling of air, condensate is produced which serves as a breeding-ground for microorganisms.
- Air humidifier: The condensate or the circulating water may be contaminated with microorganisms.
- Air filter: An inefficient filter results in contamination of the downstream air-conditioning system and ultimately in deterioration of the indoor air quality.
- Air-distribution system: Fouling and corrosion in particular are a factor in this system, since such deposits are a preferred environment for microorganisms and may favour their reproduction (formation of biofilm).

This summary shows that hygiene problems may affect not only the HVAC installation, but also the indoor air quality, and may ultimately also affect the energy consumption. For this reason, the HVAC installations must be checked and maintained regularly.

## 3 What are biological agents?

"Biological agents" is a generic term for natural and genetically modified bacteria, mould fungi and viruses, cell cultures and endoparasites which are capable of triggering infections, allergies or poisoning in human beings. They are classified in accordance with the German Biological agents ordinance in four risk groups (RG) according to their infection risk. The hazard potential presented by the classified organisms rises from RG 1 to RG 4.

Employees may come into contact with biological agents during tasks associated with the maintenance of HVAC installations on seagoing vessels. They may be exposed directly or incidentally to biological agents. Direct contact with biological agents occurs when all of the following conditions are met:

- The species of the biological agents must be known.
- The tasks must be directly associated with one or more biological agents.
- Employee exposure must be adequately known or estimable.

Should at least one of the above requirements not be met, the task is one of incidental contact with biological agents.

This is the case during maintenance work on HVAC installations on seagoing vessels, for example during the cleaning of air intake elements, the removal and if applicable

cleaning of air exhaust meshes, and during the cleaning of humidifier chambers, vanes and air ducts.

In general, microorganisms of Risk Groups 1 and 2 are predominately encountered during these tasks. Risk Group 1 includes a great many microorganisms which frequently occur in the environment or are employed industrially, for example in the manufacture of foodstuffs. The likelihood of such organisms causing disease in human beings is low.

Risk Group 2 is also very comprehensive. It includes microorganisms which normally populate human skin and mucous membranes and which lead to disease only under certain conditions, and extends to pathogens which may cause disease but for which effective therapies are known or vaccines are available.

Under the German Biological agents ordinance, activities involving biological agents must be assigned a protection level (of 1 to 4), and the protection measures selected accordingly. The protection measures must include at least the general hygiene measures of protection Level 1. These general hygiene measures are listed in TRBA technical rule 500 concerning biological agents.

#### **4 What health impairments may occur?**

Biological agents may provoke allergies, have toxic effects, and cause infections. Intake is via the respiratory tract, the mouth, and the skin or mucous membranes.

Since mould fungi may have a sensitizing effect, they are a possible trigger of allergies. Allergies are evident in the form of weeping and/or irritated eyes, rhinitis (runny nose), dry cough, and in the advanced stage, in dyspnea (shortness of breath). The skin may also be affected: in this case, redness and itching occurs and wheals are formed. All of these symptoms may be of short or long duration, and may lead to asthma attack.

Very high atmospheric concentrations of organic dusts which for example contain mould fungi may cause farmer's lung. Farmer's lung is one of a group of diseases which are termed exogenic (i.e. with external causes) allergic alveolitis (EAA). The condition is an allergic inflammation of the alveoli, and is accompanied by influenza-like symptoms such as fever, chills, tickling of the throat, headaches, difficulty breathing and tiredness. The complaints usually decrease within a matter of hours to a few days, but recur under renewed contact with the allergen. If diagnosed too late, the progress of EAA may be serious.

Diseases may also be triggered by endotoxins. Endotoxins are cell constituents of a certain bacterial group which, when inhaled, lead to various health complaints. These include organic dust toxic syndrome (ODTS), systemic effects such as fever, pain in the muscles and limbs, inflammation of the respiratory tract, and finally chronic bronchitis. ODTS is a disease with influenza-like symptoms, such as fever, headaches and limb pain. Its effects are acute, occurring approximately six hours after contact with dusts containing endotoxins, and subsiding again within 24 hours. Owing to the symptoms, a relationship is frequently not identified between the complaints and endotoxin exposure.

In contrast to the allergic and toxic conditions, legionellosis is an infectious disease caused by bacteria of the genus *Legionella*. The pathogen owes its name to the circumstances of its discovery. In 1976, 182 of 4,400 people attending a Legionnaires' reunion in Philadelphia suffered an acute disease of the respiratory tract, from which 29 ultimately died. Bacteriological studies identified *Legionella* as the cause.

*Legionella* are widespread in nature. They can be found in cooling towers, air-conditioning systems, atmospheric humidifiers, in flowing and still water, and in water pipes. In water, *Legionella* do not present a direct threat to health; only when water containing

the bacteria is inhaled in the form of aerosols does a risk of infection exist. Transmission between humans is not known. Two forms of progress are known: legionellosis with and without pneumonia. In the form with pneumonia (Legionnaire's disease), the incubation time lies between two and ten days. This form begins with indisposition, fever, headaches and limb pain, and may transition to severe pneumonia with fatal consequences. In contrast, legionellosis without pneumonia (Pontiac fever) breaks out after between five and 66 hours, with symptoms resembling those of influenza. The disease lasts for between two and five days.

Legionellosis and other serious diseases are frequently associated with poorly maintained air-conditioning systems. Contact with biological agents can be anticipated particularly during hygiene checks, maintenance and repair work. Suitable occupational safety and health measures should therefore be taken during the relevant tasks.

## 5 Hygiene studies on seagoing vessels with particular consideration for the HVAC installations

Approximately half of all diseases occurring on board German seagoing vessels are diseases of the upper respiratory tract. This was the observation of occupational physicians from the See-BG during their regular inspections of vessels. They suspected that the hygiene condition of the HVAC installations had an influence upon the quality of the indoor air and thus upon the health of the crews.

The Measuring Service of the See-BG and Unit 2.4 (Biological Agents) of the BGIA therefore conducted a joint study of the indoor air quality on various types of vessel and under a range of climatic conditions. To date, samples have been taken on 24 different seagoing vessels.

Air and material samples were taken on the wheelhouse, in the mess room, in the cabins and in the engine control room (ECR), and analysed for the presence of bacteria, mould fungi and endotoxins. Sampling was performed under a range of climatic conditions. The results from the various indoor areas were compared with the microorganism counts in the outdoor air.

In contrast to onshore areas, more bacteria than mould fungi were detected in the superstructure of the vessels. The highest bacterial counts were found in the cabins (see Figure 4).

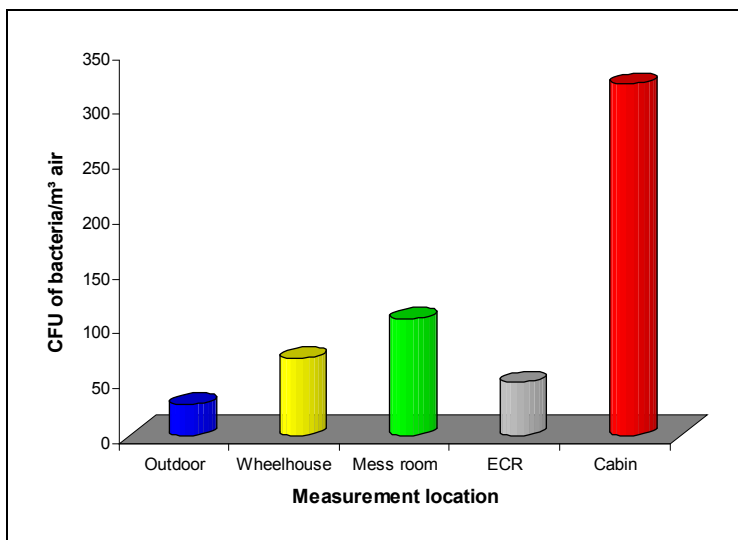


Figure 4: Bacterial counts at different sampling sites.

Endotoxins were for the most part not detected. Motor freighters were an exception: on such vessels, considerable exposure to endotoxins occurred during the charging of cereal, in both the indoor and outdoor air (up to 8,000 endotoxin units [EU]/m<sup>3</sup> air).

Depending upon the route and type of vessel, different problems associated with the indoor air may occur. Ferries sailing exclusively in the North and Baltic Sea, for instance, exhibited lower bacterial counts than vessels on long-distance routes and those carrying bulk goods whose HVAC installations were subjected to heavier demands owing to the frequent change in climate within a short period (see Figure 5).

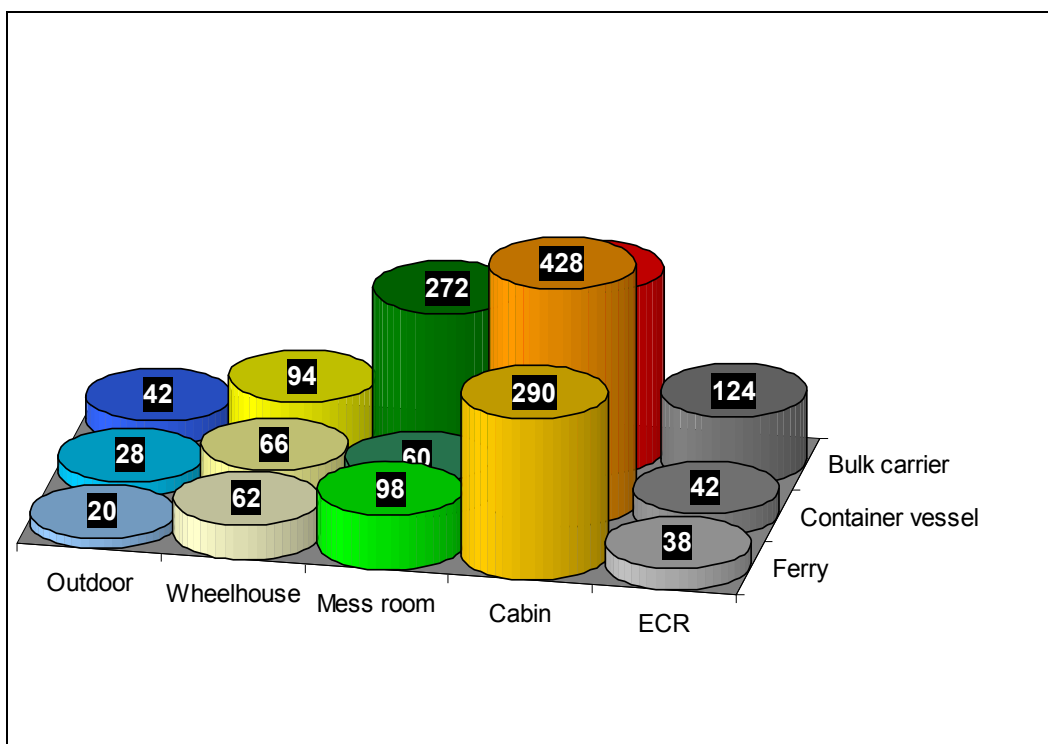


Figure 5: Bacterial counts on various types of vessel, in colony-forming units (CFU)/m<sup>3</sup> air.

The bacteria and mould fungi species were sampled on selected air and material samples (e.g. filter mats). The species detected were generally among the organisms classified in Risk Groups 1 and 2.

Parallel to the microbiological studies, a questionnaire survey concerning the on-board HVAC installations was conducted in 2007 with the support of the technical inspectorate. The purpose of the survey was to provide an overview of the German fleet.

The survey was conducted on 25 container vessels, 7 Ro-Ro vessels, two passenger ferries, and one multi purpose freighter, passenger vessel with cabins, tanker, surveying vessel, tug and car ferry. The vessels were all built between 1971 and 2006. Questions particularly concerned the form of air humidification and the filter change intervals.

72% of the HVAC installations were supplied with 100% fresh air. Only 30% of the installations were equipped with inspection openings. As shown in Figure 6, circulating humidifiers such as drip-type humidifiers and air washers were primarily employed. In some cases, no information was available on the method of humidification.

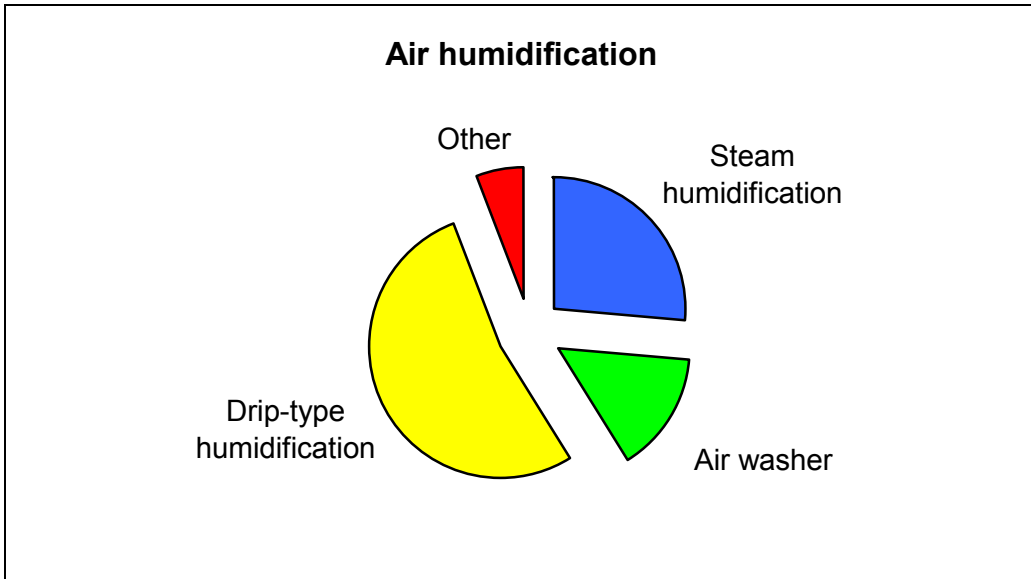


Figure 6: Proportions of different types of on-board air humidification systems ( $n = 40$ ).

Cartridge, planar and bag filters were employed for air filtration. The practices regarding filter changes varied widely (see Figure 7). Whereas on some vessels, the filters were changed daily, weekly or fortnightly, on 42% of vessels they were changed monthly. On 36% of vessels in the survey the filters were changed at even greater intervals, or no interval could be stated. More than half of crews re-used filters after cleaning them by hand or in a washing machine.

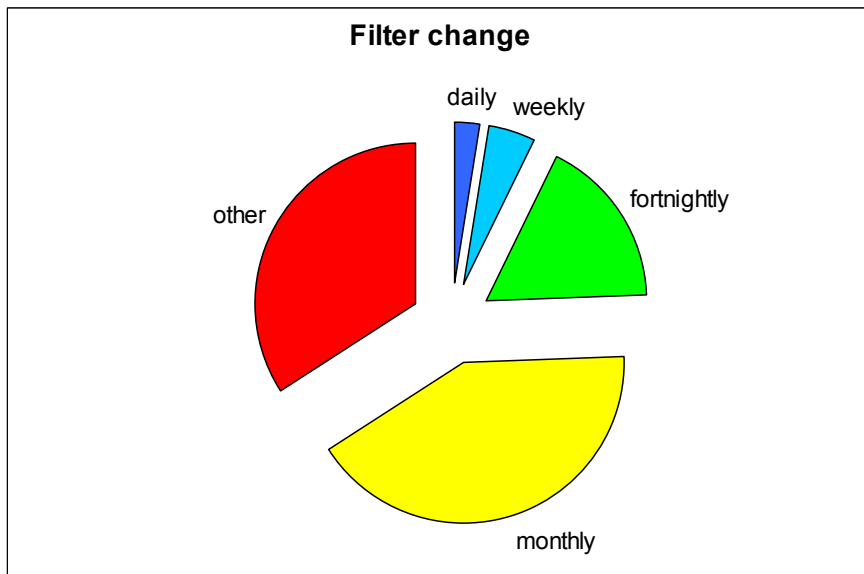


Figure 7: Filter change intervals ( $n = 40$ ).

The studies showed that greater importance must be attached to maintenance of the on-board HVAC installations. Hygiene checks are necessary, in order to prevent adverse impact upon the health of crews and to create a physiologically favourable indoor climate. Such checks may reveal the need for relevant maintenance work.



## 6 How are HVAC installations maintained?

All air-delivery parts of HVAC installations must be designed, operated and maintained in such a way (refer to the recommendations for on-board operation in annex 2) that additional exposure caused by inorganic and organic contamination is reliably prevented, and the air delivered by the installations is free of odours. The content of dust, bacteria, fungi, and other substances of biological origin, such as endotoxins or allergens, in the air delivered by the HVAC installation must not exceed that in the local outdoor air, in any category (see Figure 8).

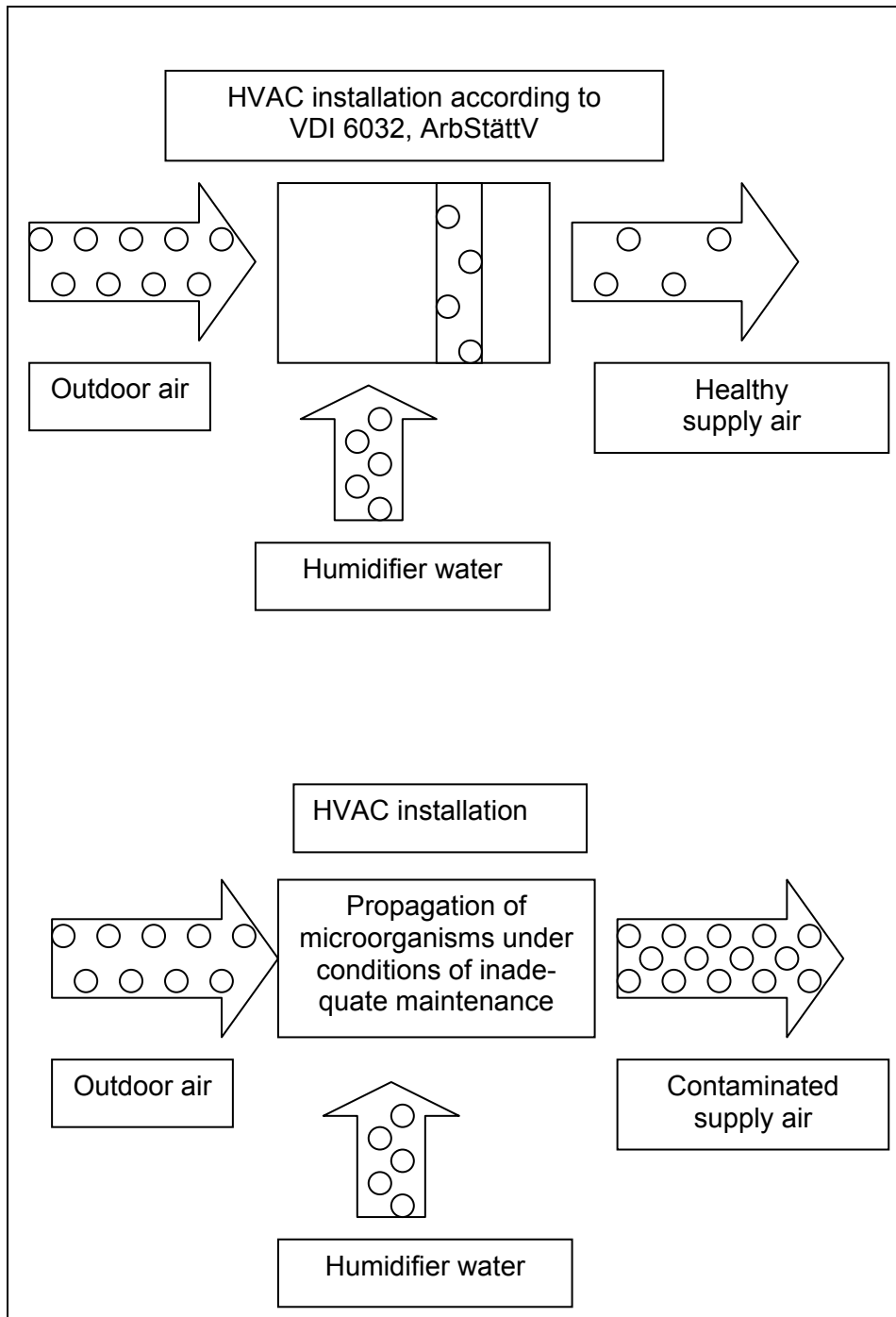


Figure 8: Influence of the hygiene condition of HVAC installations upon the indoor air quality.

Locations conducive to microorganism growth can be found wherever water and nutrients are present. In the humidifier water, mineral and organic substances permit microbial growth. In air filters, moisture, dust, and the filter materials themselves constitute an ideal breeding-ground. The same applies to the silencers. In conjunction with moisture, such as condensation, seal materials serve as a source of nutrients for microorganisms. Dusty surfaces in air ducts promote microbial growth, and thus the formation of biofilms.

Under the German workplaces ordinance (Arbeitsstättenverordnung) and plant safety ordinances (Betriebssicherheitsverordnung), the operators of shipping vessels are responsible for hygienic operation and the necessary maintenance. The operator is obliged to maintain an inspection journal for the HVAC installation based upon the manufacturer's instruction manual, and to make it available to the technical officer responsible for operation of the installation. The journal documents the following information:

- manufacturer of the installation together with model, year of manufacture, commissioning, type of humidification system,
- operator of the installation,
- initial hygiene inspection (performed when and by whom? What hygiene deficiencies were detected?),
- performance of hygiene checks, results, and subsequent measures,
- conducting of hygiene inspections, results, and subsequent measures.

An initial hygiene inspection of the HVAC installation was performed when the vessel was placed in service. The hygiene inspections must be repeated during dockyard periods and at intervals of not more than five years. They must be performed by skilled personnel qualified in the maintenance of HVAC installations (in accordance with VDI 6022. part 1, Category A or equivalent standards). All hygiene inspections include the following tasks:

- extended visual check of the HVAC installation and of the rooms served by it for hygiene deficiencies, such as soiling, formation of rust, lime deposits, damage, and microbial growth,
- should problems be suspected: performance of microbiological inspections if appropriate,
- measurement of physical parameters (temperature, humidity, air velocity and noise) at representative points,
- documentation of the results, where applicable with recommendations for remediation measures.

For sustained observance of the hygiene requirements, inspections, maintenance and hygiene checks of the HVAC installation should be performed by the responsible technical officer or OSH professional at intervals of four weeks (where steam humidifiers are employed, the check cycle can be adjusted to the filter change interval) in accordance with VDI 6032. The hygiene check comprises the following measures:

- visual inspection of the HVAC installation for hygiene deficiencies (see Figure 9) such as soiling, microbial growth, formation of rust, lime deposits and damage, particularly to the air filters, silencers, air humidifiers, heat exchangers, condensation trays, siphons, supply air terminal units and air ducts,
- documentation of the results of inspection; should results be critical, the causes must be identified and eliminated (if appropriate by qualified skilled personnel).

- The circulating water of circulating humidifiers, where employed, must be drained completely and the system dried out.



Figure 9: Examples for visible hygiene deficiencies.

The performance of hygiene checks and inspections in air ducts is possible only if they are equipped with inspection openings. The survey of on-board HVAC installations revealed that only 30% of air duct systems were equipped with inspection openings.

Supply air terminal units must be easy to clean or be replaceable. Air duct in crew quarters must not be obstructed by foreign objects, such as towels, cotton-wool, etc. in order to reduce draughts, since these may serve as a further breeding-ground for microorganisms (see Figure 10).



Figure 10: Supply air terminal unit with dishcloth (left), and with filter material (right).

### 6.1 Maintenance of the humidifier

The comfort zone for the relative atmospheric humidity in common rooms lies between 30 and 65% relative humidity, equivalent to conditions of natural weather variation. Atmospheric humidity above 65% is not necessarily detrimental to health. However, it impairs the body's natural capacity for thermoregulation, and promotes the incidence of mould fungi and allergens. Air which is excessively dry impacts adversely upon the upper respiratory tract, the outer parts of the eyes, and the skin. A constant relative atmospheric humidity lower than 30% thus has a sustained adverse effect upon the

health, well-being and performance of the employees. The air should therefore be humidified during the winter heating period.

Humidifiers pose a risk of microbiological growth, deposits and corrosion (see Figure 11). For hygiene reasons, the installation of steam humidifiers is recommended; where they are employed, it need only be ensured that condensation is prevented from forming in the air duct and air duct elements.



Figure 11: Hygiene deficiencies on a humidifier.

By comparison, the maintenance of circulating humidifiers is more complex, since the circulating water may be contaminated by microorganisms, for example *Legionella*. In principle, the circulating water can be continually disinfected. This is impractical on board vessels, however.

It is therefore recommended that the equipment employed for circulation, such as water tanks and basins and including the piping, be completely drained and dried out. This should be performed at regular intervals of no more than four weeks. Only in this way the formation of biofilms or microbial contamination of the circulating water can be prevented. Cleaning of the circulating humidifier must be documented in the inspection journal.

If possible, surface deposits should be removed mechanically by means of suitable agents. High-pressure cleaners can be used for stubborn deposits; additional OSH measures must however be observed in this case (see Section II). The HVAC installation need be disinfected only when pathogens in relevant concentrations are detected.

The fresh water supplied to the HVAC installation should be of drinking-water quality. A total colony count of 1,000 CFU/ml should not be exceeded. Should the annual sampling of the drinking-water employed as the fresh water show this reference value to have been exceeded, the circulating water must be replaced. The procedures described above must be followed for this purpose.

## 6.2 Maintenance of the air filter

The air filters used must reduce the intake of airborne microorganisms, their constituents and dust into the ventilated indoor areas. The filters must not become a source of air components which have an adverse impact upon health and odour. Fine-dust filters should therefore be used if permitted in the information provided by the manufacturer of the HVAC installation. At least an F7 filter should be employed for single-stage filtration, and in two-stage filtration, an F5 or F7 filter in the first stage and an F7 or F9 filter in the second stage. In circulating mode, a filter stage should be fitted downstream of the mixing chamber.

For reasons of hygiene, the use of the highest possible filter classes is recommended (see Annex 1). The "Hygiene studies on seagoing vessels with particular consideration for the heating, ventilation and air-conditioning installations" revealed that with a small number of exceptions, Class G4 coarse dust filters were employed. These filters are effective only against particles with dimensions of  $> 10 \mu\text{m}$ . Smaller particles, such as bacteria or mould fungi spores, are not retained. The introduction of microorganisms and fine dust is not therefore reduced sustainably.

The face of filters should be prevented from coming into contact with the floor of the chamber (see Figure 12). Bag filters should be installed only vertical in the floor area. Filters must not leak. The filter material must be prevented from becoming soaked, which may occur under certain weather conditions. This can be prevented for example by the installation of a droplet separator with vertical vanes upstream of the filter.



Figure 12: Installation of a bag filter with face contact with the floor of the chamber

The fouling level of the filter should be checked regularly. The filter must be changed when

- microbial growth is visible on the clean-air side,
- the filter exhibits leaks,
- the permitted discharge pressure differential is not attained,
- the filter has not been replaced for over six months,
- or after one year at the latest (dockyard period).

Each filter change must be documented in the inspection journal.

The "Hygiene studies on seagoing vessels with particular consideration for the heating, ventilation and air-conditioning systems" showed the air filters to be contaminated with microbes. Consequently, exposure to bacteria, mould fungi, endotoxins, etc. may be expected as well as heavy dust development when the soiled filters are removed. This particularly applies to vessels transporting dusty bulk cargoes, such as cereal. Protective measures must therefore be taken whenever filters are changed.

For reasons of hygiene, complete renewal of the filter is recommended, since the materials frequently leak following cleaning, and the filter action is thereby reduced.

## **II. Occupational safety and health during care and maintenance of heating, ventilation and air-conditioning installations**

### **1 What points must be observed?**

Suitable measures must be taken to ensure that both the crew member performing the work and other crew members are protected against hazards presented by micro-organisms and their constituents and by dusts. The principal health and safety rule is that hazards should be reduced by means of engineered measures. Only when this is not possible should organizational measures and personal protective equipment be used.

The minimum requirements governing the general hygiene measures described in the TRBA 500 (technical rules for biological agents) should be observed at all times. This means that eating, drinking, smoking and bringing food into areas in which micro-organisms or their constituents may be released is prohibited. Hands and other contaminated skin areas should be washed with water and cleaning agent following work and before breaks. Disinfection agent should be used if necessary. Refuse contaminated by microorganisms or their constituents must be collected in suitable sealable containers (e.g. refuse bags).

Protective measures are necessary during maintenance and hygiene checks, particularly during the following work:

- cleaning of circulating humidifiers,
- cleaning of surfaces,
- exchange and disposal of air filters.

All cleaning work must be carried in a way which minimizes dust and aerosols. It is recommended that dusty surfaces, for example on the supply air terminal unit, be cleaned by means of an industrial vacuum cleaner and then by wiping with a damp cloth. Visible microbial deposits should be removed by thorough soaking.

In exceptional cases, such as the incidence of stubborn biofilms, the use of high-pressure cleaners may be advantageous. Owing to the design of on-board HVAC installations, direct contact with the deposits cannot generally be ruled out. In order to prevent exposure to bioaerosols, a filter mask, protective goggles, and if appropriate impermeable gloves should be worn during these cleaning tasks.

Protective equipment comprising gloves, eye protection and a filter mask should be worn during filter changes. The filter should be placed in a sealable refuse bag and disposed of with the refuse. The generation of dust can be reduced during this task by moistening of the filter. Filters should not be re-used.

## 2 What personal protective equipment is required?

Protective goggles should be employed as the minimum eye protection.

For tasks of short duration, masks employing P2 filters or type FFP2 particle-filtering disposable masks should be used.

In order to prevent skin contact with microbial deposits, at least disposal gloves certified to EN 374 should be worn. The gloves must be disposed of after use. Impermeable gloves, for example of nitrile or butyl rubber, should be employed during wet work. The gloves must be washed and dried following work.

The table contains information on the microbial exposure which may be anticipated during certain tasks. This in turn indicates what personal protective equipment (PPE) is required in order to prevent the employees from being exposed to hazards.

Table: Hazard presented by biological agents and the PPE required during maintenance tasks on HVAC installations on seagoing vessels.

Task	Biological hazard	PPE		
		Respiratory protection (FFP2)	Eye protection (goggles)	Hand protection
Cleaning of circulating humidifiers				
- mechanical	medium	+	0	+
- high-pressure method	high	+	+	+
Surface cleaning				
- vacuuming	low	0	0	0
- mechanical	medium	+	0	+
- high-pressure method	high	+	+	+
Changing of air filters				
- filter removal	high	+	+	+
- fitting of new filters	low	0	0	0

0 = not required, + = required



### 3 Sample procedure

<i>Company:</i>	<b>Procedure</b> in accordance with the German Biological agents ordinance Section 12 (§ 12 BioStoffV)	<i>Company logo:</i>
Area of activity: <b>HVAC installations on seagoing vessels</b>	Task: <b>Replacement and disposal of air filters</b>	

#### Hazards to human beings and the environment



##### Biological agents

Used filters from HVAC installations are contaminated in mould fungi, bacteria, and the products of their metabolic and decomposition processes (such as endotoxins). These substances may enter the breathing air when dust is raised during removal of the filter. Intake is also possible via the mouth (smear infection) and via injured skin and mucous membranes.

##### Health hazards

Sensitizing effect. Allergic diseases of the respiratory tract.  
Rare toxic and infectious effects (particularly in persons with weakened immune system).  
Non-specific impairment of the respiratory organs caused by dusts (such as chronic bronchitis).  
Transfer of dusts contaminated by microbes into other areas.

#### Protective measures and rules for behaviour



- ◆ The work must be carried out by persons who have received instruction!
- ◆ Dampen soiled air filter before removal, in order to avoid dust being raised.  
Clean dusty surfaces using an industrial vacuum cleaner and by wiping with a damp cloth. Should dust be raised wear disposal gloves, protective goggles and at least a P2 mask (FFP2).
- ◆ Eating, drinking, smoking and keeping food in the working area is prohibited.
- ◆ Wash hands and apply skin-protection and care agent in accordance with the skin-care plan before breaks and upon completing the task.
- ◆ Clean or change personal protective equipment regularly. Filters from disposable or non-disposable respiratory protection masks should be disposed at least each working day.
- ◆ Do not enter common or crew rooms wearing heavily soiled working clothing.



#### Behaviour in the event of faults and hazardous situation

- ◆ Damaged personal protective equipment has to be replaced immediately.
- ◆ Observe the operating manual for the installation.
- ◆ Inform the responsible person in the event of faults.

#### Behaviour in the event of accident – First aid



**General:** In the event of an accident, indisposition or symptoms of irritation inform the responsible ship's officer.  
**Eye contact:** Rinse immediately with water (eyewash bottle). Keep the eyelid open during rinsing.  
**Inhalation:** Inform the responsible ship's officer in the event of symptoms.  
**Wounds:** Have wounds treated properly by the responsible ship's officer.

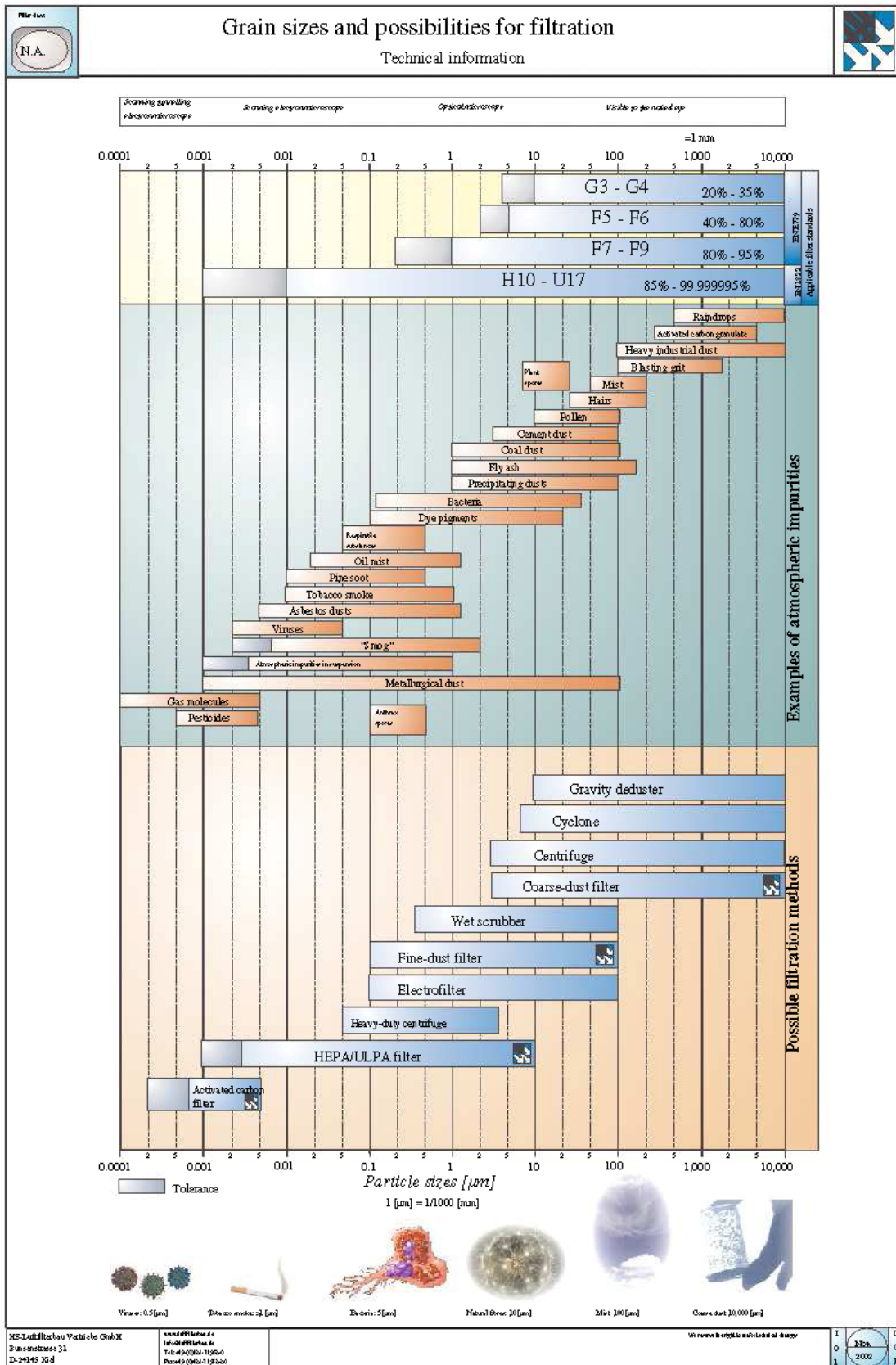
#### Maintenance and proper disposal

- ◆ Maintain and check technical equipment regularly. Report faults to the superior.
- ◆ Maintain personal protective equipment properly; if appropriate dispose it.
- ◆ Dispatch air filters and disposable materials dust-free in sealable refuse bags, and dispose of with the domestic refuse. Do not flatten empty bags by squeezing.

Date:

Signature (Superior):

# Annex 1: Grain sizes and possibilities for filtration



By courtesy of HS-Luftfilterbau Vertriebs GmbH

## Annex 2: Manual for on-board use

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

#### – Recommendations for on-board use –



#### Scope of application

The present manual applies to tasks for the maintenance of heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) installations on seagoing vessels involving contact with biological agents such as bacteria or mould fungi.

#### I. Hygiene operation of HVAC installations

##### Hygiene inspection:

- Performance during dockyard periods but at intervals of not more than five years
- Performance by skilled personal qualified in the maintenance of HVAC installation (in accordance with VDI 6022 part 1 Category A or equivalent standards)

##### Hygiene check:

- Performance at intervals of four weeks to VDI 6032 (where steam humidifiers are employed, the check cycle can be adjusted to the filter changes)
- Performance by the responsible technical officer or by the OSH-professional
- Visual inspection of the HVAC installation for hygiene deficiencies such as soiling, microbial growth (e.g. mould, formation of slime), formation of rust, lime deposits and damages
- Where circulating humidifiers are employed, replacement of the circulating water
- Filter change if appropriate

##### Air humidification:

- During the operation of steam humidifiers, avoidance of the formation of condensation in the air duct system and air duct elements
- Circulating humidifiers (drip-type humidifier, air washers): equipment for circulation, such as water tanks, basins etc., including the piping, should be completely drained and dried out at intervals of four weeks and the surface deposits removed mechanically, with use of a high pressure cleaner on stubborn deposits



**Air filter:**

- Change filter when microbial growth is visible on the clean air side, the filter exhibits leaks, the permissible final pressure differential is not attained, dusty bulk cargo is charged/discharged, or after six months and not later than one year (dockyard time)
- Preferably use new filters

**Documentation in the inspection journal:**

- Performance of the initial hygiene inspection during commissioning of the vessel
- Performance of hygiene checks, results, and subsequent measures
- Conducting of hygiene inspections, results, and subsequent measures
- Date of filter change
- Date of change of circulating water on circulating humidifiers

**II. Occupational safety and health during maintenance of HVAC installations****Minimum requirements to TRBA 500:**

- Prohibition of eating, drinking, smoking and keeping of food in the working area
- Wash hands or other contaminated skin areas with cleaning agents and water after work and before breaks

**Protective measures are necessary in particular during the following activities**

- Cleaning of circulating humidifiers
- Cleaning of surfaces
- Exchange and disposal of air filters

**Cleaning work:**

- Minimize dust and aerosols by vacuuming of all HVAC areas prior to the commencement of work
- Remove microbial deposits by thorough soaking
- Use high-pressure cleaners to remove stubborn deposits
- To prevent exposure to bioaerosols, wear a filter mask (FFP2), protective goggles and if appropriate impermeable gloves

**Filter changes:**

- Wear protective equipment comprising gloves, eye protection and a filter mask

**Disposal of filters:**

- Place the filter in a sealable refuse bag and dispose of with the refuse
- Dampen the filter first in order to reduce the raising of dust during disposal

