

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Raumluftechnik, Raumlufqualität
Hygieneanforderungen an raumluftechnische Anlagen
und Geräte (VDI-Lüftungsregeln)

VDI 6022

Blatt 1 / Part 1

Ventilation and indoor-air quality
Hygiene requirements for ventilation and air-conditioning
systems and units (VDI Ventilation Code of Practice)

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	3	Introduction	3
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Normative Verweise	4	2 Normative references	4
3 Begriffe	5	3 Terms and definitions	5
4 Abkürzungen	7	4 Abbreviations	7
5 Allgemeines	7	5 General	7
5.1 Aufgaben der Raumluftechnik	7	5.1 Tasks of ventilation and air-conditioning systems and units	7
5.2 Sauberkeit	7	5.2 Cleanliness	7
5.3 Zuluftqualität	8	5.3 Supply-air quality	8
5.4 Vergleichsluft	8	5.4 Reference air	8
5.5 Qualifikation und Schulung	10	5.5 Qualification and training	10
5.6 RLT-Anlagen und -Geräte im Bestand	10	5.6 Existing ventilation and air-conditioning systems and units	10
6 Anforderungen an Planung, Herstellung und Errichtung	11	6 Requirements for planning, manufacture, and installation	11
6.1 Allgemeine Hinweise	11	6.1 General guidance	11
6.2 Planungs- und Errichtungshinweise für das Betreiben	15	6.2 Guidance on planning and installation with a view to operation	15
6.3 Komponenten	16	6.3 Components	16
6.4 Transport, Lagerung, Montage	38	6.4 Transport, storage, assembly	38
6.5 Inbetriebnahme/Abnahme	38	6.5 Commissioning/acceptance	38
6.6 Verantwortlichkeiten in Planung, Herstellung und Errichtung	41	6.6 Responsibilities in planning, manufacture, and installation	41
7 Anforderungen an Betrieb und Instandhaltung	47	7 Requirements regarding operation and maintenance	47
7.1 Allgemeine Hinweise	47	7.1 General guidance	47
7.2 Hygiene-Erstinspektion	50	7.2 Initial hygiene inspection	50
7.3 Hygienekontrollen	61	7.3 Hygiene checks	61
7.4 Hygieneinspektionen	63	7.4 Hygiene inspections	63
7.5 Gefährdungsbeurteilung	65	7.5 Hazard assessment	65

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Raumluftechnik
VDI-Handbuch Facility-Management
VDI-Handbuch Medizintechnik

Inhalt	Seite
7.6 Komponenten	67
7.7 Reinigung	79
8 Messverfahren und Untersuchungen bei Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen	81
8.1 Grundlagen	81
8.2 Hygieneuntersuchungen von Wässern in RLT-Anlagen und -Geräten	82
8.3 Mikrobiologische Untersuchung von Oberflächen	84
8.4 Luftmessungen	86
8.5 Bestimmung der Besenreinheit	88
8.6 Messung der Staubflächendichte	89
9 Nutzungsspezifische Anforderungen	91
9.1 Wohnräume	92
9.2 Lebensmittelproduktion	93
Anhang A Mustererklärungen	94
Anhang B Weiterführende Informationen zur Gefährdungsbeurteilung nach Abschnitt 7.5	96
B1 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen	96
B2 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen	97
B3 Schutzmaßnahmen	99
B4 Persönliche Schutzausrüstung	100
B5 Betriebsanweisung und Unterweisung	101
B6 Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung	101
B7 Überarbeitung der Gefährdungsbeurteilung	102
Schrifttum	102

Contents	Page
7.6 Components	67
7.7 Cleaning	79
8 Measurement techniques and tests in hygiene checks and hygiene inspections	81
8.1 Fundamentals	81
8.2 Hygiene tests of water in ventilation and air-conditioning systems and units	82
8.3 Microbiological testing of surfaces	84
8.4 Air measurements	86
8.5 Establishing the clean-swept condition	88
8.6 Measurement of dust surface density	89
9 Use-specific requirements	91
9.1 Residential use	92
9.2 Food production	93
Annex A Declaration templates	95
Annex B Further information regarding hazard assessment according to Section 7.5	96
B1 Hazard assessment for activities involving hazardous substances	96
B2 Hazard assessment for activities involving biological agents	97
B3 Protective measures	99
B4 Personal protective equipment	100
B5 Standard operating procedure and instruction	101
B6 Documentation of hazard assessment	101
B7 Revision of hazard assessment	102
Bibliography	102

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/6022.

Einleitung

Die Richtlinie formuliert ganzheitlich Anforderungen der Hygiene unter Berücksichtigung von baulichen, technischen und organisatorischen Einflüssen hinsichtlich der Planung, der Fertigung, der Ausführung, des Betriebes und der Instandhaltung von raumlufttechnischen Anlagen und Geräten. Diese Anforderungen dienen in erster Linie dem Gesundheitsschutz von Personen.

Die geltenden Vorschriften, Normen und VDI-Richtlinien zu Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von RLT-Anlagen werden mit dieser Richtlinie aus Sicht der Hygiene ergänzt.

Diese Richtlinie beschreibt seit 1998 den Stand der Technik bezüglich der Hygiene in der Raumlufttechnik. Bei dieser Überarbeitung wurden die Richtlinien

- VDI 6022 Blatt 1.1,
- VDI 6022 Blatt 1.2 und
- VDI 6022 Blatt 1.3

in die bisherige Fassung dieser Richtlinie integriert.

Die Richtlinie wendet sich insbesondere an Bauherren, Architekten, Planer, Anlagenhersteller, Gerätehersteller, Genehmigungsbehörden, Sachverständige, Betreiber, Gebäudemanager, Instandhalter, Nutzer und ihre Interessenvertreter, z.B. Personal-/Betriebsräte, Berufsgenossenschaften sowie Betriebs- und Amtsärzte.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinienreihe VDI 6022 gilt für alle Aufenthaltsräume (siehe Abschnitt 3) in Gebäuden.

Diese Richtlinie gilt für alle RLT-Anlagen und -Geräte und deren zentrale und dezentrale Komponenten, die die Zuluftqualität beeinflussen. Sie gilt nur dann auch für Abluftanlagen, wenn diese die Zuluftqualität beeinflussen können.

Die Zielsetzung gilt auch für Prozessluftanlagen (im Sinne dieser Richtlinie sind das Anlagen die als Maßnahme zur Erfüllung der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) oder der Biostoffverordnung (BioStoffV) eingesetzt werden). Dabei sind die Besonderheiten bei der Konstruktion, zur Kontrolle des Hygienezu-

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/6022.

Introduction

The standard specifies hygiene requirements from an interdisciplinary perspective, taking into account constructional, technical and organisational factors in the fields of planning, manufacture, execution, operation, and maintenance of ventilation and air-conditioning systems and units. These requirements primarily serve to protect human health.

Current regulations, VDI Standards and other standards pertaining to the planning, execution, operation, and maintenance of ventilation and air-conditioning systems are supplemented by this standard from the viewpoint of hygiene.

Since 1998, this standard has described the state of the art with regard to hygiene in ventilation and air-conditioning systems. In this revision, the standards

- VDI 6022 Part 1.1,
- VDI 6022 Part 1.2, and
- VDI 6022 Part 1.3

have been merged with the previous edition of this standard.

The standard addresses, in particular, building owners, architects, planners, system manufacturers, unit manufacturers, approving authorities, experts, operators, building managers, maintenance personnel, occupants, and those representing their interests, e.g. staff or workers' councils, employers' liability insurance associations, as well as company physicians and public health officers.

1 Scope

The series of standards VDI 6022 applies to any occupied space (see Section 3) in buildings.

This standard applies to all ventilation and air-conditioning systems and units and their central or decentralised components which influence the quality of the supply air. Extract-air systems are only included in the scope if they can influence the quality of the supply air.

The objective also applies to process-air systems (for the purposes of this standard, systems which are used as a measure to comply with the German Hazardous Substances Ordinance (GefStoffV) or the German Biological Agents Ordinance (BioStoffV)). However, the specifics regarding the design, the checking

stands und zur Festlegung der Vergleichsluft sowie prozessspezifischer Emissionen im Zusammenhang mit gesetzlichen Regelwerken zu beachten.

Die Richtlinie gibt unter Berücksichtigung der Hygieneanforderungen Planungs-, Errichtungs-, Instandhaltungs- und Betriebshinweise und beschreibt dazu Prüfverfahren und Prüfkriterien für RLT-Anlagen und -Geräte.

Besonderheiten für spezielle Nutzungen sind nicht Gegenstand dieser Richtlinie, siehe dazu VDI 6022 Blatt 7.1.

of the hygienic condition and the specification of the reference air as well as process-specific emissions in the context of legal rules and regulations are to be observed.

With a view to the hygiene requirements, the standard gives guidance on planning, installation, maintenance, and operation and describes test procedures and test criteria for ventilation and air-conditioning systems and units.

Specifics regarding special uses are not addressed by this standard, see VDI 6022 Part 7.1.

2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN EN 16798-3:2017-11 Energetische Bewertung von Gebäuden; Lüftung von Gebäuden; Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden; Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme (Energy performance of buildings; Ventilation for buildings; Part 3: For non-residential buildings; Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems)

DIN EN ISO 16890-1:2017-08 Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik; Teil 1: Technische Bestimmungen, Anforderungen und Effizienzklassifizierungssystem, basierend auf dem Feinstaubabscheidegrad (ePM) (Air filters for general ventilation; Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM))

IFA-Arbeitsblatt 9420:2003 Verfahren zur Bestimmung von Schimmelpilzen am Arbeitsplatz

IFA-Arbeitsblatt 9430:2004 Verfahren zur Bestimmung von Bakterienkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz

VDI 3803 Blatt 1:2010-02 Raumlufttechnik; Zentrale Raumlufttechnische Anlagen; Bauliche und

technische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln) (Air-conditioning; Central air-conditioning systems; Structural and technical principles (VDI Ventilation Code of Practice))

VDI 3803 Blatt 4:2012-09 Raumlufttechnik; Geräteanforderungen; Luftfiltersysteme (VDI Lüftungsregeln) (Air-conditioning, system requirements; Air filter systems) (VDI Ventilation Code of Practice))

VDI 3810 Blatt 4:2013-12 Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen; Raumlufttechnische Anlagen (Operating and maintenance of buildings and building installations; Ventilating and air-conditioning installations)

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services)

VDI 6022 Blatt 3:2011-07 Raumlufttechnik, Raumluftqualität; Beurteilung der Raumluftqualität (Ventilation and indoor-air quality; Assessment of indoor-air quality)

VDI 6022 Blatt 4:2012-08 Raumlufttechnik, Raumluftqualität; Qualifizierung von Personal für Hygienekontrollen, Hygieneinspektionen und die Beurteilung der Raumluftqualität (Ventilation and indoor-air quality; Qualification of personnel for hygiene checkings, hygiene inspections, and assessment of indoor-air quality)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die Begriffe nach VDI 4700 Blatt 1 sowie die folgenden Begriffe:

Abheberate

empirischer Vergleichsmaßstab zur Verifizierung von Staubdichtemessverfahren

Anmerkung: siehe Tabelle 11 in Abschnitt 8.6

Aufenthaltsraum

Raum, der zum nicht vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt oder geeignet ist

Anmerkung 1: Dies bedeutet eine Aufenthaltsdauer derselben Personen mehr als 30 Tage pro Jahr oder regelmäßig länger als zwei Stunden je Tag.

Anmerkung 2: Aufenthaltsräume sind z. B. Arbeitsplätze in Büro- oder Industriegebäuden, Pausenräume, Wohnräume, Versammlungsräume, Sportstätten, Verkaufsräume. Keine Aufenthaltsräume sind demnach in der Regel z. B. Flure, Treppenträume, Technikzentralen und Lagerräume.

Besenreinheit

Sauberkeitsgrad einer Oberfläche, die aussieht wie nach einer Reinigung mit einem weichen Besen, der keine Kehrspuren hinterlässt und die sicht- und spürbar sauber und trocken erscheint

besenreine RLT-Anlage

(besenreine raumlufttechnische Anlage)

RLT-Anlage, deren luftführende Oberflächen eine →Besenreinheit aufweist

Anmerkung 1: Die Qualität der vorbeiströmenden Luft kann durch signifikante punktuelle oder durch flächige Verunreinigungen beeinflusst werden.

Anmerkung 2: Besenreinheit luftführender Oberflächen ist erreicht, wenn dies, vorzugsweise optisch nach Abschnitt 8, an repräsentativen Stellen ermittelt und eingeschätzt wurde. Die optische Einschätzung oder der messtechnische Nachweis erfolgt durch dafür qualifiziertes Personal (siehe Abschnitt 5.5). Bei Meinungsverschiedenheit bezüglich der Einschätzung können eine Klärung durch ein in Tabelle 11 in Abschnitt 8.6 aufgeführtes und verifiziertes Verfahren und ein Vergleich mit dafür ermittelten zulässigen →Staubflächendichten in g/m^2 erbracht werden. Bei Messungen gilt als Grenzwert die Spalte „oberer Beurteilungswert – Reinigung erforderlich!“ in Tabelle 11 in Abschnitt 8.6.

erdverlegte Komponenten

Komponenten, bei denen eine thermische Ankopplung an das umgebende Erdreich gegeben ist und eine Wärmedämmung zur Vermeidung der Taupunktunterschreitung nicht zum Einsatz kommt

Hygienekontrolle

regelmäßige Beobachtung des Hygienezustands von RLT-Anlagen in kurzen Zeitabständen

Anmerkung: Kontrollfristen sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms as per VDI 4700 Part 1 and the following terms and definitions apply:

collection efficiency

empirical standard of comparison for verifying dust surface density measurement techniques

Note: see Table 11 in Section 8.6

occupied space

space intended or suitable for non-temporary human occupancy

Note 1: This means a duration of occupancy by the same persons more than 30 days per year or regularly more than two hours per day.

Note 2: Examples of occupied space are workplaces in office or industrial buildings, rest rooms, living spaces, assembly rooms, sports facilities, sales rooms. By this definition, corridors, staircases, mechanical rooms and storage rooms, etc. are not examples of occupied space.

clean-swept condition

level of cleanliness of a surface which looks as if cleaned with a soft broom leaving no traces and appears to be clean and dry both to the eye and to touch

clean-swept ventilation and air-conditioning system

ventilation and air-conditioning system whose air-handling surfaces are in →clean-swept condition

Note 1: The quality of the air being handled can be affected by significant point-like or surface contamination.

Note 2: Clean-swept condition of air-handling surfaces has been achieved if this has been determined and assessed, preferably visually as specified in Section 8, at representative locations. Visual assessment is conducted or proof by measurement is delivered by appropriately qualified personnel (see Section 5.5). In case of disagreement about the assessment, clarification can be obtained by means of a verified technique as per Table 11 in Section 8.6 and comparison with the respective permissible →dust surface densities, in g/m^2 . The value given in the “upper assessment value – cleaning required!” column in Table 11 in Section 8.6 is the measurement limit.

underground components

components which are thermally connected to the surrounding soil and not thermally insulated to avoid cooling below dew point

hygiene check

periodic observation of the hygienic condition of ventilation and air-conditioning systems at short intervals

Note: Check intervals are indicated in Table 8.

KBE (koloniebildende Einheit)

Einheit, in der die Anzahl der anzüchtbaren Mikroorganismen ausgedrückt wird [DIN EN 13098, 3.5]

kritischer Befund

Anlagenzustand, bei dem ein hygienegerechter Betrieb nicht möglich ist

Anmerkung: Ein kritischer Befund liegt beispielsweise in folgenden Situationen vor: wiederholte Überschreitung der Gesamtkoloniezahl im Befeuchterwasser (Richtwert 1000 KBE/mℓ), Legionellenkonzentration größer 100 KBE/100 mℓ im Befeuchterwasser oder sichtbarer Schimmelpilzbefall oder andere mikrobiellen Beläge auf luftberührenden Flächen der RLT-Anlage (siehe auch Tabelle 3 in Abschnitt 6.3.7)

RLT-Anlage und -Gerät (raumluftechnische Anlage)

Gesamtheit der Bauelemente, die zur ventilatorgestützten Lüftung eines oder mehrerer Räume erforderlich sind

Anmerkung: Im Sinne dieser Richtlinie gehören dazu auch anlagentechnische Gruppen, wie zentrale und dezentrale RLT-Geräte, -Endgeräte.

RLT-Bestandsanlage

(raumluftechnische Bestandsanlage)

RLT-Anlage, die vor dem Erscheinen der den jeweiligen Sachverhalt regelnden Ausgabe der VDI 6022 Blatt 1 geplant oder errichtet wurde

Anmerkung: siehe auch Abschnitt 5.6

RLT-Kleinanlage (raumluftechnische Kleinanlage)

RLT-Anlage geringer räumlicher Ausdehnung, die lediglich aus den Luftbehandlungsfunktionen „Filtern“ und/oder „Heizen“ besteht und bei der Nutzer und Betreiber identisch sind

Anmerkung: Im Anwendungsbereich dieser Richtlinie sind dies RLT-Anlagen gemäß DIN EN 16798-3, Tabelle 9, Zeile 2 und Zeile 3. Typische RLT-Kleinanlagen sind in Deutschland Wohnungslüftungsanlagen mit Geräten, die nach Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 als Wohnungslüftungsanlagen deklariert sind (siehe auch Abschnitt 9).

Staubflächendichte

in g/m²

gemessene Dichte einer flächigen Verunreinigung auf einer luftführenden Oberfläche

Anmerkung 1: Die Staubflächendichte wird mit dem Verfahren nach Tabelle 11 in Abschnitt 8.6 ermittelt.

Anmerkung 2: Die Angabe der Messgröße Staubflächendichte ist nur gültig im Zusammenhang mit der exakten Angabe des Messverfahrens und dessen Validierung.

Vergleichsluft

zum Zweck des messtechnischen Nachweises heranzuziehende Luftzusammensetzung als Referenz zur Bewertung der Luftqualität für die jeweilige Messaufgabe

CFU (colony-forming unit)

unit by which the number of culturable microorganisms is expressed [adapted from DIN EN 13098, 3.5]

critical result

system condition which makes hygiene-compliant operation impossible

Note: The following are examples of critical results: repeated exceedance of the permissible total number of colony-forming units in the humidifier water (standard value 1000 CFU/mℓ), *Legionella* concentrations in excess of 100 CFU/100 mℓ in the humidifier water, or visible mould or other microbial growth on surfaces of the ventilation and air-conditioning system which are in contact with the air being handled (see also Table 3 in Section 6.3.7)

ventilation and air-conditioning system and unit

total of components required for fan-driven ventilation of one or several rooms

Note: For the purposes of this standard, this also includes system-specific assemblies such as central and decentralised air-handling units, terminal units.

existing ventilation and air-conditioning system

ventilation and air-conditioning system planned or installed prior to publication of the pertinent edition of VDI 6022 Part 1

Note: see also Section 5.6

small ventilation and air-conditioning system

ventilation and air-conditioning system of compact overall dimensions, merely comprising the air-conditioning functions “filtering” and/or “heating” and whose user and operator are identical

Note: Within the scope of this standard, small ventilation and air-conditioning systems are systems as per DIN EN 16798-3, Table 9, row 2 and row 3. In Germany, typical small ventilation and air-conditioning systems are residential ventilation systems with units declared as residential ventilation units as per Commission Regulation (EU) No 1253/2014 (see also Section 9).

dust surface density

in g/m²

measured density of a surface contamination on an air-handling surface

Note 1: The dust surface density is determined using the technique as per Table 11 in Section 8.6.

Note 2: The information regarding the measured dust surface density is only valid in conjunction with the exact specification of the measurement technique used and its validation.

reference air

air composition to be used for proof by measurement as a reference for assessing the air quality for the measurement task in question

4 Abkürzungen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet:

KBE	koloniebildende Einheit
ABL	Abluft
AUL	Außenluft
EW	Erdwärmeübertrager
FOL	Fortluft
JADCA	Japanese Air Duct Cleaners Association
MAK	maximale Arbeitsplatzkonzentration
RLQ	Raumluftqualität
RLT	Raumlufttechnik
VKAUL	vorkonditionierte Außenluft
WRG	Wärmerückgewinnung
ZUL	Zuluft

5 Allgemeines

5.1 Aufgaben der Raumlufttechnik

RLT-Anlagen und -Geräte haben die Aufgabe, eine den Hygieneanforderungen dieser Richtlinie entsprechende Zuluftqualität zu schaffen und so ihren Beitrag für eine gesundheitlich zuträgliche Raumluft zu leisten. Sie werden daher auch in Ergänzung zu den sonstigen gebäudetechnischen Anlagen (z.B. Flächenheiz- und Kühlsysteme) eingesetzt, um ein physiologisch günstiges Raumklima zu schaffen. Sie sollen Lasten (Stoffe, Gerüche, Feuchte, Wärme) abführen und helfen, die anwesenden Personen gegen die Einwirkungen von gesundheitlich nachteiligen und belästigenden Stoffen und Einflüssen zu schützen. Sie sind nach dem Stand der Technik so zu planen, auszuführen, zu betreiben und instand zu halten, dass von ihnen weder eine Beeinträchtigung der Gesundheit noch Störungen der Befindlichkeit, der thermischen Behaglichkeit oder Geruchsbelästigungen ausgehen. Sie müssen dazu in allen luftführenden Bereichen so gestaltet, betrieben und instand gehalten werden, dass eine zusätzliche Zuluftbelastung durch Kontaminationen, z.B. Schadstoffe und Mikroorganismen, sicher vermieden wird.

5.2 Sauberkeit

Grundsätzlich sollen RLT-Anlagen so geplant, hergestellt, errichtet, betrieben und instandgehalten werden, dass Ablagerungen in Komponenten auf ein Mindestmaß begrenzt werden und damit eine Reinigung von Zuluftleitungen in der Regel nicht erforderlich ist.

Die hygienegerechte Montage und Wahl der geeigneten Luftfilter und der fachgerechte Luftfilterwechsel haben einen wesentlichen Einfluss auf die Reinheit der Luftleitungen in der installierten Anlage während des Betriebs.

4 Abbreviations

The following abbreviations are used throughout this standard:

CFU	colony-forming unit
ABL	extract air
AUL	outdoor air
EW	ground heat exchanger
FOL	exhaust air
JADCA	Japanese Air Duct Cleaners Association
MAK	maximum workplace concentration
RLQ	indoor air quality
RLT	ventilation and air-conditioning
VKAUL	pre-conditioned outdoor air
HRS	heat recovery system
ZUL	supply air

5 General

5.1 Tasks of ventilation and air-conditioning systems and units

ventilation and air-conditioning systems and units serve to create a supply-air quality that meets the hygiene requirements of this standard so as to contribute towards healthy indoor air conditions. They are therefore also used to assist the other building services systems (e.g. heated- and chilled-surface systems) in creating a physiologically favourable indoor climate. They are intended to remove loads (substances, odours, humidity, heat) and help protect the occupants from health-impairing and annoying substances and impacts. They shall be planned, executed, operated, and maintained in accordance with the state of the art in such a manner that they neither impair health nor cause any discomfort, disturbance of thermal comfort, or unpleasant odours. To this end, all their air-handling areas shall be designed, operated, and maintained in such a manner that any additional contaminant load on the supply air in the form of, e.g., harmful substances and microorganisms is prevented reliably.

5.2 Cleanliness

As a matter of principle, ventilation and air-conditioning systems shall be planned, manufactured, installed, operated, and maintained in such a manner that deposits in components are minimised and, hence, cleaning of supply-air ducts is not normally required.

Hygiene-compliant assembly and selection of appropriate air filters and professional air filter change are crucial to the cleanliness of the air ducts in the installed system during operation.

In der Planung der Luftleitungen muss festgelegt und dokumentiert werden, ob und gegebenenfalls welche Reinigungsart oder welches Reinigungskonzept zur Anwendung kommen soll, siehe Abschnitt 7.7.

5.3 Zuluftqualität

Die Zuluft soll gesundheitlich zuträglich sein. Zusätze geruchsaktiver Stoffe, auch in unterschwellig (nicht bewusst wahrnehmbaren) Konzentrationen, sind ohne Wissen der Nutzer unzulässig.

5.4 Vergleichsluft

Das Mindestziel der Hygienemaßnahmen dieser Richtlinie ist es, dass die Luft im RLT-Gerät oder in der RLT-Anlage nicht verschlechtert wird und die Zuluft gesundheitlich zuträglich ist. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass im Aufenthaltsraum Raumlasten stets vorhanden sind, muss gegebenenfalls eine höhere Qualität der Zuluft gegenüber der angesaugten Luft angestrebt werden (siehe gestrichelte Linie in Bild 1). Die Richtlinie definiert zu diesem Zweck eine Vergleichsluft (z.B. Außenluft oder Raumluft, siehe auch Abschnitt 3) als Zielgröße für die Zuluftqualität. Diese ist abhängig von der Art der RLT-Anlage, deren Einsatzzweck und der von der RLT-Anlage angesaugten Luftart (z.B. Außen-, Um- oder Sekundärluft).

Undichtigkeiten an Klappen, Wärmerückgewinnungssystemen u.a. können zu einem Umluftfall führen. Allein das Vorhandensein einer Umluftklappe, dichtschießend oder auch nicht, kennzeichnet den Umluftfall.

Wärmerückgewinner mit Leckage sind immer dann als Umluftfall zu betrachten, wenn kein ausreichendes, kontrolliertes Druckgefälle von der Außenluft zur Fortluft in der Wärmerückgewinnung gesichert ist. Schadstoffübertragung durch Mitrotation oder Umschaltvolumen ist ebenfalls zu bewerten.

Gesundheitlich zuträgliche Außenluft bedeutet, dass hinsichtlich der Luftverunreinigungen die genannten Grenzwerte der Außenluft (u.a. nach WHO Air quality guidelines oder der EU-Richtlinie 2008/50/EG oder aktueller) nicht überschritten werden. In der praktischen Umsetzung bedeutet dies,

- dass bei der Planung von RLT-Anlagen die jeweilige Außenluftsituation zu bewerten ist und die Filterleistung (Partikel-, Gasabscheidung) an die individuelle Aufgabenstellung angepasst wird,
- dass beim Betrieb von RLT-Anlagen im Rahmen von Hygieneinspektionen geprüft wird, ob die eingebauten Filter geeignet sind, die in der Planung dokumentierten Ziele zu erfüllen und den Anforderungen nach Abschnitt 6.3.9.3 entsprechen.

When planning the air ducts, it is to be specified and documented whether cleaning shall be required and, if so, which cleaning method or cleaning concept is to be applied, see Section 7.7.

5.3 Supply-air quality

Supply air shall be healthy. Odorous additives, even at subliminal levels (below the threshold of conscious perception), shall not be used unbeknown to the occupants.

5.4 Reference air

The minimum objective of the hygiene measures in accordance with this standard is that the air quality is not impaired inside the air-handling unit or the ventilation and air-conditioning system and that the supply air is healthy. Given that room loads are always present in the occupied space, it can be required to aim for a supply-air quality which is higher than the quality of the air taken in (see dashed line in Figure 1). To this end, the standard defines a reference air (e.g. outdoor air or indoor air, see also Section 3) as the target value for the supply-air quality. The reference air depends on the type of ventilation and air-conditioning system, its intended use and the type of air taken in by the ventilation and air-conditioning system (e.g. outdoor, recirculated or secondary air).

Leaks in dampers, heat recovery systems, etc. can result in an instance of air recirculation. The mere existence of a recirculation damper, irrespective of its being tight or leaky, indicates an instance of air recirculation.

Leaky heat recovery units shall be considered as an instance of air recirculation unless a sufficient, controlled pressure drop is ensured in the heat recovery unit from outdoor air to exhaust air. Carryover of harmful substances due to rotational entrainment or switchover volumes shall also be assessed.

Healthy outdoor air implies compliance of airborne contamination with the required limits for outdoor air (according to, among others, WHO Air quality guidelines or the EU Directive 2008/50/EC or more recent). For the practical implementation, this means that:

- when planning ventilation and air-conditioning systems, the respective outdoor-air situation is to be assessed and the filter performance (particle/gas separation) is to be adjusted to the individual task,
- during operation of ventilation and air-conditioning systems, it has to be checked in the course of hygiene inspections whether the mounted filters are appropriate for fulfilling the goals specified in the planning documentation and whether they comply with the requirements set out in Section 6.3.9.3.

Bei der Bewertung der Außenluftsituation für die Auslegung und Prüfung der Filter können kurzzeitig auftretende Extremwerte unberücksichtigt bleiben, siehe auch DIN EN 16798-3.

When assessing the outdoor-air situation for filter designing and testing, it is permissible to ignore short-term extreme values, see also DIN EN 16798-3.

5.4.1 Zentrale RLT-Anlagen

5.4.1 Central ventilation and air-conditioning systems

Bei zentralen RLT-Anlagen gilt, dass die Zuluftqualität mindestens der Qualität einer gesundheitlich zuträglichen Außenluft entsprechen muss. Zur Bewertung der Zuluftqualität ist bei Umluft das Mischungsverhältnis von Außen- und Umluft anzusetzen.

When central ventilation and air-conditioning systems are used, the supply-air quality shall be at least equal to the quality of healthy outdoor air. Assessment of the supply-air quality in the recirculation case shall be based on the mixing ratio of outdoor air and recirculated air.

Bild 1 zeigt das Grundverständnis zur Luftqualität am Beispiel einer zentralen RLT-Anlage, dabei stellt der gestrichelte Verlauf beispielhaft die Erreichung der notwendigen Raumluftqualität dar. Die durchgezogene Linie stellt schematisch den Verlauf zur Einhaltung der Mindestforderung dieser Richtlinie (Zuluftqualität darf nicht schlechter sein als die Außenluftqualität) dar.

Figure 1 shows the basic idea of air quality for the example of a central ventilation and air-conditioning system, with the dashed line representing a possible curve for reaching the necessary indoor air quality. The solid line represents the schematic curve for compliance with the minimum requirement of this standard (supply-air quality not to fall short of outdoor-air quality).

5.4.2 Dezentrale RLT-Anlagen

5.4.2 Decentralised ventilation and air-conditioning systems

Saugt die dezentrale RLT-Anlage nur Außenluft an, dann gilt für diesen Anlagentyp ebenfalls die Forderung, dass die Zuluftqualität mindestens der Qualität einer gesundheitlich zuträglichen Außenluft entsprechen muss.

If the decentralised ventilation and air-conditioning system takes in outdoor air only, then this type of system is also subject to the requirement that the supply-air quality shall be at least equal to the quality of healthy outdoor air.

Saugt die dezentrale RLT-Anlage nur Sekundärluft an, dann gilt für diese Betriebsweise, dass die Zuluftqualität mindestens gleich sein muss mit der erforderlichen Raumluftqualität.

If the decentralised ventilation and air-conditioning system takes in secondary air only, then this mode of operation is subject to the requirement that the supply-air quality shall be at least equal to the required indoor air quality.

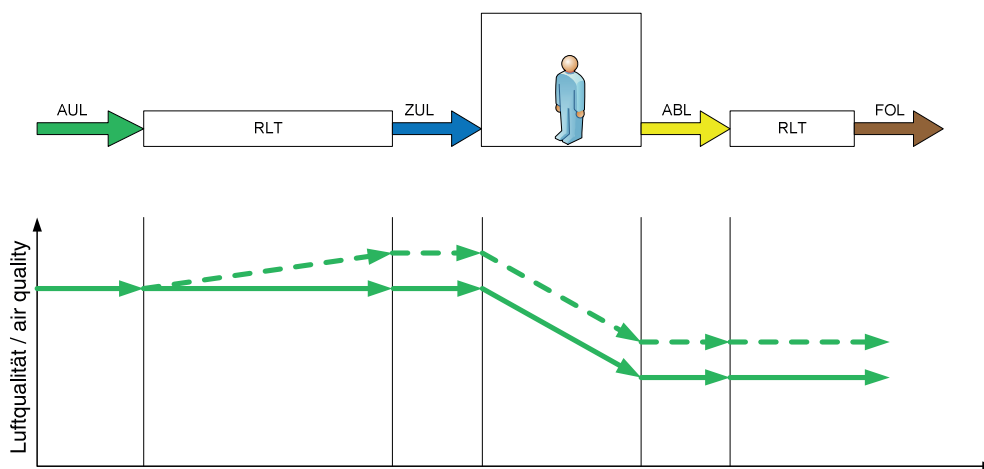


Bild 1. Beispiele für die Veränderung der Luftqualität von der Außenluft bis zur Zuluft

Figure 1. Examples of change in air quality along the path from outdoor air to supply air

- - - schematisch dargestellter möglicher Verlauf, um die notwendige Raumluftqualität zu erreichen
- Schematisch dargestellter Verlauf bei der Einhaltung der Mindestforderung: Die Zuluftqualität darf nicht schlechter sein als die Außenluftqualität.

- - - schematic possible curve for reaching the necessary indoor air quality
- Schematic possible curve for complying with the minimum requirement: The supply-air quality must not fall short of outdoor-air quality.

Saugt die dezentrale RLT-Anlage dagegen Außen- und Sekundärluft an, so gilt für diese Betriebsweise, dass die Zuluftqualität mindestens zwischen der Qualität der gesundheitlich zuträglichen Außenluft und der Qualität der gesundheitlich erforderlichen Raumluft liegen muss. Dies ist gemäß dem Mischungsverhältnis von Außen- zu Sekundärluftvolumenstrom festzulegen.

5.5 Qualifikation und Schulung

Die fachgerechte Umsetzung der Hygieneanforderungen an RLT-Anlagen und -Geräte setzt eine entsprechende Qualifikation und Berufserfahrung der an der Planung, Konstruktion, Herstellung, Errichtung und dem Betrieb inklusive Instandhaltung der RLT-Anlagen und ihrer Komponenten beteiligten Personen voraus. Beurteilungen der Hygiene von RLT-Anlagen, wie sie u.a. im Rahmen von Hygiene-Erstinspektionen und Hygieneinspektionen erfolgen, erfordern neben der mehrjährigen Berufserfahrung mit RLT-Anlagen grundsätzlich mindestens die zusätzliche Qualifikation der Schulung der Kategorie A nach VDI 6022 Blatt 4. Bei der Beurteilung komplexer Anlagen oder Fragestellungen wird empfohlen, einen für die jeweilige Fragestellung höher Qualifizierten zur Beratung hinzuzuziehen.

Alle an Planung, Herstellung, Betrieb und Instandhaltung Beteiligten müssen jederzeit in der Lage sein, die entsprechende Qualifikation ihres Personals nachzuweisen.

Eine detaillierte Beschreibung der Qualifizierung von Personal für hygienisch relevante Tätigkeiten im Zusammenhang mit RLT-Anlagen ist in VDI 6022 Blatt 4 enthalten.

5.6 RLT-Anlagen und -Geräte im Bestand

Erfüllt eine RLT-Bestandsanlage nicht alle Anforderungen dieser Richtlinie, kann diese gegebenenfalls nach einer Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen weiter betrieben werden. Im Interesse einer dauerhaften Sicherstellung der Hygienequalität sind an diesen Anlagen Ersatzmaßnahmen notwendig, beispielsweise:

- häufigere Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen
- verkürzte Wartungs- und Reinigungsintervalle
- sofortige, einfache Sanierungsmaßnahmen

Zusätzlich ist ein Stufenplan zur langfristigen und vollständigen Umsetzung dieser Richtlinie zu erstellen.

If, however, the decentralised ventilation and air-conditioning system takes in outdoor air and secondary air, this mode of operation is subject to the requirement that the supply-air quality shall lie at least between the quality of healthy outdoor air and the indoor air quality necessary for health. This shall be specified according to the mixing ratio of outdoor-air and secondary-air volume flow rates.

5.5 Qualification and training

Professional implementation of the hygiene requirements to be met by ventilation and air-conditioning systems and units requires appropriate qualification and professional experience of those involved in the planning, design, manufacture, installation, and operation including maintenance of the ventilation and air-conditioning systems and their components. Assessments of the hygienic condition of ventilation and air-conditioning systems, as performed, among other things, in the context of initial hygiene inspections and hygiene inspections, require several years of professional experience in ventilation and air-conditioning systems and additionally, as a matter of principle, at least Category A qualification as per VDI 6022 Part 4. When assessing complex systems or issues, it is recommended to consult a person with relevant higher qualification.

All parties involved in planning, manufacture, operation, and maintenance shall be able at any time to furnish proof of their personnel's relevant qualification.

A detailed description of the qualification of personnel for hygienically relevant activities in conjunction with ventilation and air-conditioning systems is given in VDI 6022 Part 4.

5.6 Existing ventilation and air-conditioning systems and units

If an existing ventilation and air-conditioning system does not fulfil all requirements of this standard, its continued operation can be possible following a hazard assessment, taking into account compensating measures. In order to ensure sustained hygiene quality, compensating measures shall be taken on these systems, for example:

- more frequent hygiene checks and hygiene inspections
- shorter maintenance and cleaning intervals
- immediate simple remediation measures

Additionally, a phased plan for long-term, complete implementation of this standard shall be drawn up.

Bei deutlichen Befindlichkeitsstörungen der Nutzer oder bei wesentlichen Hygienemängeln sind zeitnahe Maßnahmen zur Abhilfe zu treffen. Darüber hinausgehende Forderungen, z.B. durch die Aufsichtsbehörden, sind zu beachten.

6 Anforderungen an Planung, Herstellung und Errichtung

6.1 Allgemeine Hinweise

6.1.1 Planung

Die Bereiche der thermisch behaglichen operativen Temperaturen, Raumluftfeuchten und Luftgeschwindigkeiten sind in DIN EN ISO 7730, DIN EN 16798 und für Fertigungsstätten in VDI 3802 angegeben. Die durch die RLT-Anlage erzeugten Schallemissionen dürfen die nutzungsspezifischen Anforderungen u.a. die Grenzwerte nach VDI 2081 Blatt 1 nicht überschreiten.

Eine der Gesundheit zuträgliche Raum- und Atemluft setzt u.a. die hygienegerechte Planung und Errichtung der RLT-Anlage zwingend voraus. Um beurteilen zu können, ob eine Planung die Hygieneanforderungen dieser Richtlinie erfüllt, ist für hygienerelevante Tätigkeiten eine Qualifizierung gemäß VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A erforderlich.

Maßgeblich für die Erreichung der erforderlichen Zuluftqualität sind:

- die Lage der Außenluftdurchlässe
- eine Luftfilterung, die auf die Raumlasten und auf die Außenluftqualität abgestimmt ist
- die Auswahl geeigneter Materialien, Geräte und Luftaufbereitungsverfahren
- die hygienegerechte, saubere Montage aller Komponenten und deren luftführenden Oberflächen
- die Möglichkeit der Inspektion aller Komponenten
- die Verhinderung von bestimmungswidrigem, feuchtem Niederschlag und der möglichen Kontrolle von diesbezüglich gefährdeten Luftleitungsabschnitten
- die Vermeidung von Leckagen

Zur Erreichung einer gesundheitlich zuträglichen Raumluft sind seitens der Raumlufttechnik weitere Aspekte zu beachten, z.B.:

- die Wahl der richtigen Außenluftvolumenströme unter Berücksichtigung der Personenbelegung und der gebäudebezogenen Emissionen (auch bei ungünstigen Außenlufttemperaturen) sowie einer geeigneten Art der Zuluftzuführung

Prompt remedial action shall be taken when occupants suffer from obvious discomfort or when serious hygiene deficiencies are found. Additional requirements as stipulated, e.g. by supervisory authorities, shall be observed.

6 Requirements for planning, manufacture, and installation

6.1 General guidance

6.1.1 Planning

Ranges of operative temperatures, indoor-air humidity levels and air velocities for thermal comfort are given in DIN EN ISO 7730, DIN EN 16798 and, for factories, in VDI 3802. Noise emissions from the ventilation and air-conditioning system shall not exceed the requirements specific to the intended use, e.g. the limits specified in VDI 2081 Part 1.

Hygiene-compliant planning and installation of the ventilation and air-conditioning system is among the mandatory prerequisites for healthy indoor and breathing air. Category A qualification in accordance with VDI 6022 Part 4 is required for hygienically relevant activities in order to allow assessing whether or not a planning fulfils the hygiene requirements of this standard.

Factors decisive for achieving the required supply-air quality include:

- the positioning of outdoor-air inlets
- air filtration which is matched to the room loads and the outdoor-air quality
- the selection of suitable materials, units, and air-conditioning methods
- hygiene-compliant, clean assembly of all components and their air-handling surfaces
- the possibility of inspecting all components
- the prevention of any wet precipitation contrary to the intended use and the possibility of checking the air duct sections at risk of such precipitation
- the avoidance of leaks

In order to achieve healthy indoor air, further aspects are to be considered in terms of the ventilation and air-conditioning system, e.g.:

- the selection of the proper outdoor-air volume flow rates taking into account the occupancy and the building-related emissions (also for unfavourable outdoor-air temperatures) and a suitable supply airflow pattern

- das richtig dimensionierte und platzierte Luftführungssystem

Für luftführende Bauteile gilt:

- Luftführende Bauteile müssen aus Materialien bestehen, die weder gesundheitsgefährdende Stoffe emittieren oder Gerüche abgeben noch einen Nährboden für Mikroorganismen bilden können – Nachweis z.B. gemäß DIN EN ISO 846. Metallische Oberflächen erfüllen bei Besenreinheit diese Anforderungen.
- Die Materialien, die Oberflächengestaltung und die geometrischen Formen der Anlagenkomponenten sollen einer Anhaftung, Ablagerung und Abgabe von Verunreinigungen vorbeugen. Dazu sind z.B. Aussteifungen mit runden Profilen auszuführen, scharfkantige Bögen und Übergangsstücke sowie unnötig lange in den Luftstrom hineinreichende Blechtreibschrauben oder Niete zu vermeiden, siehe Tabelle 2.
- Die Oberflächen müssen abriebfest sein.
- Anstriche und Dichtmaterialien, die beim Betrieb der RLT-Anlagen gesundheitsschädliche Stoffe oder Gerüche abgeben können, sowie offenporige Auskleidungen, offenporige Dämmmaterialien oder offenporige Dichtungen im Kontakt mit dem Luftstrom sind unzulässig (Ausnahme: Schalldämpfer). Freiliegende Dichtmassen müssen mikrobiologisch unbedenklich sein und gemäß Tabelle 2 beschränkt werden.

Der Gehalt der Zuluft an organischen, anorganischen oder biologischen Inhaltsstoffen darf denjenigen der Vergleichsluft in keiner Kategorie überschreiten (siehe Abschnitt 5.4). Die Messverfahren im Abschnitt 8.4 stellen eine Auswahl dar, mit denen die wesentlichen hygienerelevanten Parameter erfasst und bewertet werden können.

Um Umluft mit Anteilen von Abluft mit hohem oder sehr hohem Verunreinigungsgrad praktisch zu ermöglichen, sind Abluftreinigungsverfahren, wie Luftwäscher oder Elektrofilter zwingend notwendig, um eine der Gesundheit zuträgliche Zuluft zu erzeugen. In einigen speziellen Fällen (z.B. bei Toilettenabluft) ist die Verwendung der Abluft als Umluft nicht zulässig, siehe auch VDI 6022 Blatt 3.

Bei der Bewertung von Kleinteilen/Materialien (z.B. Schrauben, Niete, Sensoren, Kunststoffkleinteile) innerhalb der luftführenden Bereiche, die die Forderungen an die Hygiene nicht vollständig erfüllen, ist die Wirkung und Angemessenheit in Bezug auf die Zuluftqualität zu berücksichtigen.

Bei Außenlufttemperaturen $> 0\text{ °C}$ können hohe relative Luftfeuchtigkeiten ($> 80\%$) an Komponenten in

- the properly dimensioned and positioned air-handling system

Air-handling components shall meet the following requirements:

- Air-handling components shall consist of materials which can neither emit harmful substances or odours nor provide a nutrient source for microorganisms – proof to be established according to, e.g., DIN EN ISO 846. Metallic surfaces in clean-swept condition fulfil these requirements.
- The materials, the design of surfaces and geometrical shaping of the system components shall be such as to prevent the adhesion, depositing, and release of contaminants. This implies, among other things, that stiffeners shall have round profiles and that sharp-edged bends and transitions as well as excessively long self-tapping screws or rivets protruding into the airflow shall be avoided, see Table 2.
- The surfaces shall be resistant to abrasion.
- Paints and sealing materials which can emit harmful substances or odours during the operation of ventilation and air-conditioning systems, and open-cell linings, open-cell insulating materials or open-cell sealings in contact with the airflow are not permitted (exception: silencers). Exposed sealants shall not pose a microbiological risk and their use shall be limited according to Table 2.

The content of the supply air in organic, inorganic, or biological components shall not in any category exceed that of the reference air (see Section 5.4). The measurement techniques mentioned in Section 8.4 are a selection of techniques which allow measuring and assessing the essential hygienically relevant parameters.

If air recirculation with fractions of strongly or very strongly contaminated extract air is to be made practically possible, extract-air cleaning methods, e.g. using air washers or electrostatic filters, are mandatory prerequisites for generating healthy supply air. In some special cases (e.g. in the case of toilet extract air), the use of extract air for recirculation is not permitted, see also VDI 6022 Part 3.

When assessing small parts/materials (e.g. screws, rivets, sensors, small plastic parts) within the air-handling areas, which do not fully meet the hygiene requirements, the impact and acceptability with regard to the supply-air quality shall be taken into account.

At outdoor-air temperatures $> 0\text{ °C}$, high relative humidity levels ($> 80\%$) of the air near components in

RLT-Anlagen zu Problemen durch mikrobielles Wachstum führen. Feuchtigkeiten > 90 % führen auch bei kurzzeitiger Überschreitung beispielsweise an Luftfiltern zu Problemen. Sind am Einbauort lang anhaltende hohe Luftfeuchtigkeiten oder eine Durchfeuchtung der Luftfilter oder Schalldämpfer in diesem Temperaturniveau zu erwarten, sind häufigere Kontrollen durchzuführen und gegebenenfalls geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

RLT-Anlagen sind in der Regel erst zum bestimmungsgemäßen Betrieb des Gebäudes in Betrieb zu nehmen. Eine Inbetriebsetzung der Lüftungsanlage während der Bauphase kann zu Konsequenzen bezüglich der Sauberkeit der Luftleitungen und Komponenten führen. In jedem Fall sind unmittelbar vor Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs der Nachweis der Sauberkeit und gegebenenfalls die Reinigung der eingebauten RLT-Anlage inklusive aller Luftleitungen einzuplanen.

Bezüglich der zu erstellenden Dokumente in den Planungsphasen ist VDI 6026 zu beachten.

Die Sauberkeit und Dichtheitsklassen für die Luftleitungen sind nach Tabelle 1 und Tabelle 2 auszuwählen.

6.1.2 Herstellung und Errichtung

Die Sauberkeit der Komponenten (siehe Abschnitt 8.5) ist vor dem Einbau zu prüfen, gegebenenfalls ist eine gründliche Reinigung vorzunehmen. Der Transport und die Lagerung der Komponenten müssen so erfolgen, dass die luftführenden Oberflächen den jeweils geforderten Sauberkeitsklassen nach Tabelle 2 ent-

ventilation and air-conditioning systems can lead to microbial growth issues. Humidity levels > 90 % will cause problems even if they occur for short periods only, e.g. near air filters. If, in this temperature range, high humidity levels over extended periods or the moistening of air filters or silencers are to be expected at the installation location, checks shall be performed at shorter intervals and action shall be taken as required and appropriate.

As a rule, ventilation and air-conditioning systems are not to be commissioned until specified normal operation of the building begins. Putting the ventilation system into operation during the construction phase can have impacts on the cleanliness of air ducts and components. In any case, the demonstration of cleanliness and, if required, cleaning of the installed ventilation and air-conditioning system including all air ducts shall be scheduled to take place immediately before the commencement of specified normal operation.

Regarding the documents to be prepared in the planning phases, VDI 6026 shall be observed.

The cleanliness and air tightness classes for air ducts shall be selected according to Table 1 and Table 2.

6.1.2 Manufacture and installation

Before installation, the components shall be checked for cleanliness (see Section 8.5), and they shall be cleaned thoroughly if required. Transport and storage of the components shall be such as to ensure that the air-handling surfaces meet the respective cleanliness requirements according to Table 2. Air-handling ceil-

Tabelle 1. Sauberkeits- und Dichtheitsklassen mit typischen Anwendungsbeispielen

Sauberkeitsklasse	Empfohlene Dichtheitsklasse ^{a)}	Typische Beispiele für Räume, die mit Luftleitungen dieser Art versorgt werden
mittel	C	Büros, Hotels, Restaurants, Schulen, Theater, Wohngebäude, Einkaufsbereiche, Ausstellungsgebäude, Sportstätten, allgemeine Bereiche in Krankenhäusern und allgemeine Arbeitsbereiche in der Industrie
hoch	D	Laboratorien, Behandlungsbereiche in Krankenhäusern, andere Räume mit erhöhten Anforderungen an die Raumluftqualität

^{a)} empfohlene Dichtheitsklasse nach DIN EN 12237 für runde Leitungen und DIN EN 1507 für eckige Leitungen

Table 1. Cleanliness and air tightness classes with typical application examples

Cleanliness class	Recommended air tightness class ^{a)}	Typical examples of rooms that are served by air ducts of this kind
medium	C	offices, hotels, restaurants, schools, theatres, residential buildings, shopping areas, exhibition buildings, sports facilities, general areas in hospitals and general industrial working areas
high	D	laboratories, treatment areas in hospitals, other rooms subject to increased indoor air quality requirements

^{a)} air tightness class recommended according to DIN EN 12237 for round ductwork and to DIN EN 1507 for rectangular ductwork

Tabelle 2. Zulässiger Zustand von Luftleitungskomponenten ab Herstellerwerk

Luftleitung mit	Sauberkeitsklasse	
	mittel	hoch
Etiketten	ja, nur außen	ja, nur außen
freiliegender Dichtmasse	ja, < 5 % der Oberfläche bei Kanälen mit einem hydraulischen Durchmesser > 1000 mm, sonst < 7 % ^{a)}	ja, < 5 % der Oberfläche bei Kanälen mit einem hydraulischen Durchmesser > 1000 mm, sonst < 7 % ^{a)}
leichter Zinkoxidschicht	ja	nein
leichter Ölüberzug	ja	ja
leichtem Vorragen von Nieten oder Schrauben	ja ^{b)}	ja ^{b)}
Innendämmung	nein	nein
Rückständen durch Laser-/Plasma-schneiden (Ausnahme: Brandkante)	ja	nein
Fertigungs- oder lagerungsbedingten Verunreinigungen	nein, besenrein nach Abschnitt 8.5	mindestens besenrein nach Abschnitt 8.5, keine sichtbaren Verschmutzungen
werksseitiger Reinigung	ja, losen Schmutz (Späne) entfernen	ja, bei Bedarf; komplettes Auswischen und Nassreinigung auf Wunsch ^{c)}
Verpackung	nein	ja, Kanal-, Rohr- und große Formteile geeignet verschlossen (siehe Abschnitt 5.1), kleine Formteile gegebenenfalls eingepackt ^{c)}

a) zusammenhängende Beurteilungsfäche (nach DIN 18379) mindestens 5 m² bei einer maximalen Höhe des Auftrags von 1 cm; Messung mit einfachen Längenmessmethoden

b) nach DIN EN 12097: maximale Schraubenlänge 13 mm oder resultierend ein Überstand von Schrauben und Nieten von maximal 12 mm Um Verletzungen von Instandhaltungspersonal zu vermeiden, soll ein Abstand von einem Meter von Revisions- und Reinigungsöffnungen eingehalten werden. In jedem Fall dürfen Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten nicht behindert werden.

c) Insbesondere bei der hohen Sauberkeitsqualitätsklasse sind die optionalen Ausführungen (Umfang der Verpackung, Auswischen, Nassreinigung und Transport) vertraglich festzulegen.

Anmerkung: Es wird empfohlen, möglichst rückstandsfrei ablösbare Etiketten zu verwenden und diese im Zuge der Montage zu entfernen oder diese grundsätzlich zu vermeiden, um z.B. Störungen an Volumenstromreglern zu verhindern.

sprechen. Luftführende Decken, Wände, Doppel- und Hohlraumböden müssen vor der Inbetriebnahme gereinigt werden.

Es wird empfohlen, die Montage der Luftleitungen erst nach Abschluss staubrelevanter Tätigkeiten im Gebäude vorzusehen.

Gegebenenfalls vorhandene Verpackungen und der Schutz der Komponenten darf erst unmittelbar vor der Montage entfernt werden. Vor und während der Montageunterbrechungen sind die offenen Enden oder Stellen gegen Eindringen von Baustellenstaub und Feuchtigkeit zu schützen.

Auch nach dem Einbau müssen alle luftführenden Komponenten mit vertretbarem technischem Aufwand zu inspizieren sein.

Ist vor Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs des Gebäudes eine Inbetriebnahme der RLT-Anlage vorgenommen worden, sind unmittelbar vor Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs der Nachweis der Sauberkeit und gegebenenfalls die Reinigung der eingebauten RLT-Anlage inklusive aller Luftleitungen durchzuführen.

ings, walls, false floors, and cavity floors shall be cleaned prior to commissioning.

It is recommended not to schedule the assembly of the air ducts until after completion of dust-relevant activities in the building.

Any packaging and the protection of the component shall only be removed immediately prior to assembly. Before and during interruptions of assembly work, any open ends or exposed surfaces shall be protected against the penetration of construction site dust and moisture.

Even after installation is complete, it shall be possible to inspect all air-handling components with reasonable technical effort.

If the ventilation and air-conditioning system has been put into operation before the commencement of specified normal operation of the building, the demonstration of cleanliness and, if required, cleaning of the installed ventilation and air-conditioning system including all air ducts shall be performed immediately before starting specified normal operation.

Table 2. Permissible condition of air duct components ex works

Air duct with	Cleanliness class	
	medium	high
labels	yes, only on the outside	yes, only on the outside
exposed sealant	yes, < 5 % of surface for ducts with hydraulic diameter > 1000 mm, otherwise < 7 % ^{a)}	yes, < 5 % of surface for ducts with hydraulic diameter > 1000 mm, otherwise < 7 % ^{a)}
thin zinc oxide film	yes	no
thin oil film	yes	yes
slightly protruding rivets or screws	yes ^{b)}	yes ^{b)}
internal insulation	no	no
residues from laser/plasma cutting (exception: cut edge)	yes	no
contamination due to manufacture or storage	no, clean-swept according to Section 8.5	at least clean-swept according to Section 8.5, no visible contamination
cleaning at works	yes, remove loose dirt (swarf)	yes, as required; optionally: complete wiping and wet cleaning ^{c)}
packaging	no	yes, duct and pipe components and large mouldings suitably sealed (see Section 5.1), small mouldings packed if required ^{c)}

a) continuous assessment area (according to DIN 18379) not smaller than 5 m² for a maximum coat height of 1 cm; measured using simple length measurement techniques

b) according to DIN EN 12097: maximum screw length 13 mm or a resulting protrusion of screws and rivets not greater than 12 mm
To avoid injuries to maintenance personnel, observe a distance of one metre from inspection and cleaning openings. Cleaning and maintenance activities shall not by any means be hindered.

c) Particularly where the high cleanliness class is concerned, the optional specifications (scope of packaging, wiping, wet cleaning and transport) shall be agreed by contract.

Note: It is recommended to use labels leaving as little residue as possible and to remove them during assembly or to generally avoid them in order to prevent, e.g., malfunctions of volume flow controllers.

6.2 Planungs- und Errichtungshinweise für das Betreiben

RLT-Anlagen müssen so zu betreiben sein, dass mikrobielle Vermehrung auf Oberflächen luftführender Komponenten, insbesondere Luftfiltern, sowie auf technisch bedingt nassen Flächen weitgehend vermieden wird. Die Zugänglichkeit der Anlagenkomponenten für die regelmäßige Instandhaltung ist sicherzustellen.

Behandlungen (z.B. mit Bioziden) und Beschichtungen (z.B. mit Nanopartikeln) der luftführenden Oberflächen sind nur dann zulässig, wenn die eingebrachte Substanz während des Betriebs der RLT-Anlage und der fachgerechten Entsorgung keine relevante Gesundheitsgefährdung darstellt. Die Wirksamkeit von Behandlungen oder Beschichtungen in Bezug auf die Hygiene ist mit geeigneten Verfahren nachzuweisen.

6.2.1 Inbetriebsetzung

Druckstöße auf Luftfilter und Luftkanäle sind zu minimieren. Druckschläge können die Dichtheit der Luftleitungen und die Luftfilter negativ beeinflussen.

6.2 Guidance on planning and installation with a view to operation

Ventilation and air-conditioning systems shall be planned and installed in such a manner that they can be operated while largely avoiding microbial growth on surfaces of air-handling components, especially air filters, and on surfaces which are wet for technical reasons. Access to the system components for periodic maintenance shall be ensured.

Treatments (e.g. with biocides) and coatings (e.g. with nanoparticles) of air-handling surfaces shall only be allowed if the substance thus introduced does not pose a relevant health risk during the operation of the ventilation and air-conditioning system and during professional disposal. The effectiveness of treatments or coatings in terms of hygiene shall be demonstrated by means of appropriate techniques.

6.2.1 Start-up

Pressure surges acting on air filters and air ducts shall be minimised. Surges can impair the tightness of air ducts and air filters.

6.2.2 Außerbetriebsetzung

Für kurzzeitige Stillstandszeiten der RLT-Anlage, bedingt z.B. durch eine Nachtabschaltung oder Wartungsarbeiten, ist durch automatisches Schließen der im Luftleitungssystem anzuordnenden Klappen (Außenluft, Fortluft, gegebenenfalls Zuluft) zu verhindern, dass Luft aufgrund von Wind- oder Auftriebskräften durch die Anlage strömt. Diese Anforderungen gelten nicht für Wohnungslüftungsanlagen.

Kühler sind trockenzufahren.

Zusätzlich ist bei längeren Stillstandszeiten der RLT-Anlage (mehr als zwei Tage) sicherzustellen, dass hinter Befeuchtern keine feuchten Stellen verbleiben. Hierzu sind Befeuchter rechtzeitig abzuschalten und das Luftleitungssystem trockenzufahren (Vorlaufabschaltung).

Es sind die entsprechenden notwendigen Schaltbefehle zum automatischen Trockenfahren in die Gebäudeautomation einzugeben.

6.3 Komponenten

6.3.1 Außenluftdurchlass

Bei der Planung der Außenluftansaugung sind folgende Aspekte zu beachten:

- Die Lage der Außenluftansaugöffnungen ist so zu wählen, dass eine negative Beeinflussung der Ansaugluftqualität durch lokale Emissionsquellen wie Fortluft, Radon, Rauchgas, Geruchs-, und sonstige Störquellen (z.B. verkehrsreiche Straßen, Garagenöffnungen, Parkplätze oder Bushaltestellen, Teerdächer, Einwirkungen von Personen, lebende und tote Kleintiere) möglichst gering gehalten wird. Andernfalls muss mit einer geeigneten Luftfilterauswahl der Beeinträchtigung der Luftqualität entgegengewirkt werden, siehe VDI 6022 Blatt 3 und VDI 3803 Blatt 4.
- Der Außenluftdurchlass ist wegen der Gefahr von Kontaminationen mit Mikroorganismen nicht in der Nähe und nicht in Hauptwindrichtungen von Rückkühlwerken anzuordnen, siehe auch VDI 2047 Blatt 2 und VDI 4250 Blatt 2.
- Bei einer Außenluftansaugöffnung in der Fassade sind zusätzliche thermische und stoffliche Lasten durch die Grenzschicht an der Gebäudeoberfläche zu beachten.
- Eine Rezirkulation vom Fortluftdurchlass zur Außenluftansaugung ist zu vermeiden. Dabei sind insbesondere folgende Grundsätze zu beachten:
 - Qualität der Fortluft
 - Lage der Durchlässe zueinander (Höhendifferenz und Abstand – Außenluftdurchlass möglichst nicht über dem Fortluftdurchlass)

6.2.2 Shutdown

In case of short standstills of the ventilation and air-conditioning system, as, e.g., when switched off during night times or for maintenance purposes, the dampers to be installed in the air ductwork (outdoor air, exhaust air and, as the case may be, supply air) shall close automatically to prevent air from flowing through the system due to wind or buoyant forces. These requirements do not apply to residential ventilation systems.

Coolers shall be blown dry.

Additionally, in case of extended standstills of the ventilation and air-conditioning system (more than two days), it has to be ensured that no moisture is left in areas downstream of humidifiers. To this end, humidifiers shall be switched off early enough for the the air duct system to be blown dry (stepwise shutdown).

The respective switching commands required for automatic dry-blowing shall be entered in the building automation system.

6.3 Components

6.3.1 Outdoor-air inlet

When planning the outdoor-air intake, the following aspects shall be taken into account:

- The positions of outdoor-air intake openings shall be chosen to minimise any unfavourable effect on the quality of the air taken in by local emission sources, such as exhaust air, radon, smoke gas, olfactory and other disturbing sources (such as roads with heavy traffic, garage doors, parking lots or bus stops, tarmac roofs, impacts emanating from humans, living and dead small animals). Otherwise, adverse effects on the air quality shall be thwarted by selecting suitable air filters, see VDI 6022 Part 3 and VDI 3803 Part 4.
- The outdoor-air inlet shall not be positioned in the vicinity and main downwind direction of open recoler systems because of the danger of microbial contamination, see also VDI 2047 Part 2 and VDI 4250 Part 2.
- If an outdoor-air intake opening is provided in the facade, additional heat and substance loads due to the boundary layer near the building surface shall be taken into account.
- Recirculation from the exhaust-air outlet to the outdoor-air intake shall be avoided. The following basic principles require particular consideration:
 - quality of the exhaust air
 - relative position of inlets and outlets (height difference and distance – if possible, outdoor-air inlet not above exhaust-air outlet)

- Luftgeschwindigkeit im Fortluftdurchlass (ist eine Strömungsquelle – möglichst hohe Luftgeschwindigkeit wählen), Strömungsrichtung vorzugsweise senkrecht nach oben
- Luftgeschwindigkeit im Außenluftdurchlass (ist eine Strömungssenke – möglichst niedrige Luftgeschwindigkeit wählen), siehe auch VDI 3803 Blatt 1 oder DIN EN 16798-3
- Hauptwindrichtung

Es sind die Umströmung des Gebäudes, Dachaufbauten (z.B. Attika) und eine eventuell geplante Nachbarschaftsbebauung zu berücksichtigen.

Die Luftleitungen zwischen Außenluftdurchlass und RLT-Gerät sollen so kurz wie möglich sein. Die Reinigungsmöglichkeit und der Ablauf für eventuell eingedrungenes Wasser müssen sichergestellt sein, ebenso eine Revisionsöffnung. Vorhandene Entwässerungen dürfen nicht direkt an das Abwasserkanalnetz angeschlossen sein.

6.3.2 Dezentrale RLT-Geräte/-Endgeräte

Für die Planung, Herstellung und Errichtung von dezentralen RLT-Geräten oder -Endgeräten und deren Komponenten gelten die gleichen Hygieneanforderungen wie bei zentraler RLT-Technik.

Zusätzlich gilt für den Einbau:

- Sind die Endgeräte hinter einer Verkleidung (z.B. Brüstung), innerhalb der abgehängten Decke oder im Doppel- oder Hohlraumboden angeordnet, dann muss die Verkleidung so gestaltet sein, dass alle hygienerelevanten Teile der Endgeräte leicht zugänglich und einzusehen sind.
- Waagerechte Öffnungen müssen gegen Hineinfallen von Fremdkörpern geschützt werden.
- Die Oberflächen im Endgerät, in Brüstung, Decke, Doppelboden usw., mit denen die Luft in direktem Kontakt ist, müssen die gleichen Kriterien wie das Luftleitungssystem (siehe Abschnitt 6.3.10) erfüllen und in gleichem Maße zu reinigen sein.

6.3.3 Entfeuchter

Je nach Entfeuchtungsprinzip gelten die Anforderungen gemäß Abschnitt 6.3.15. Soweit feste oder flüssige Adsorbentien zum Einsatz kommen, müssen Untersuchungen, Gutachten oder Ähnliches bestätigen, dass von diesen Stoffen im angewendeten Verfahren keine relevanten Gesundheitsgefährdungen ausgehen.

- air velocity in the exhaust-air outlet (being a flow source – select highest possible air velocity), preferred flow direction vertical upward
- air velocity in the outdoor-air inlet (being a flow sink – select lowest possible air velocity), see also VDI 3803 Part 1 or DIN EN 16798-3
- main downwind direction

The airflow around the building, roof structures (e.g. roof parapets) and any planned neighbouring buildings shall be taken into account.

The air ducts between the outdoor-air inlet and the air-handling unit shall be as short as possible. Cleanability and drainage of any penetrated water shall be ensured, and an inspection opening shall be provided. Existing drainage systems shall not be connected directly to the sewage system.

6.3.2 Decentralised air-handling units/terminal units

The planning, manufacture, and installation of decentralised air-handling units or terminal units and of their components are subject to the same hygiene requirements as central ventilation and air-conditioning systems.

The following additional requirements apply to their installation:

- If the terminal units are located behind panelling (e.g. sill units), within a suspended ceiling or in a false floor or cavity floor, the panelling shall be designed to allow easy access and visual inspection of all hygienically relevant parts of the terminal units.
- Horizontal openings shall be protected from objects falling into them.
- The surfaces within the terminal unit, the sill, ceiling, false floor, etc., which are in direct contact with the air, shall fulfil the same requirements as the air duct system (see Section 6.3.10) and shall allow cleaning to the same extent.

6.3.3 Dehumidifiers

Depending on the underlying working principle for dehumidification, the requirements specified in Section 6.3.15 apply. Where solid or liquid adsorbents are used, tests, expert's reports or suchlike shall confirm that these substances when used for the method in question do not pose any relevant health hazards.

6.3.4 Fortluftdurchlass

Eine Rezirkulation (Kurzschluss) zwischen Fortluft und Außenluftansaugung ist zu vermeiden (siehe auch Abschnitt 6.3.1).

Der Fortluftdurchlass soll so beschaffen sein, dass eine mögliche Belästigung der Umwelt vermieden und auch unter starkem Windeinfluss die Abführung der Fortluft gesichert ist (z. B. durch senkrecht Ausblasen mit hoher Geschwindigkeit). Auch hier sind, wie beim Außenluftdurchlass, die Umströmung des Gebäudes, Gebäudegrenzschicht, Dachaufbauten, Nachbargebäude und ungünstige Witterungseinflüsse zu beachten. Die Abführung von eingedrungene Regenwasser ist sicherzustellen.

6.3.5 Gerätegehäuse

Der Gerätegehäuseaufbau ist nach DIN EN 13053 doppelschalig (Dämmung zwischen Innen- und Außenblech) auszuführen. Für die Wohnungslüftung sind die Anforderungen der DIN EN 13141-7 einzuhalten. Das Gerätegehäuse muss aus korrosionsgeschützten und abriebfesten Materialien gefertigt sein. Offenporige, poröse Materialien wie Auskleidungen, Dämmmaterialien (ausgenommen Schalldämpferkullissen, siehe Abschnitt 6.3.12) im Luftstrom sind unzulässig. Dichtungen müssen geschlossenporig sein, keine Feuchtigkeit aufnehmen und keinen Nährboden für Mikroorganismen bilden.

Zur Reinigungs- und Desinfektionsfähigkeit müssen die Innenwandflächen glatt und ohne offenliegende Adsorptionsflächen sowie Dämmmaterialien sein. Rillen und Fugen im Gerätebodenbereich sind zu vermeiden oder zu verschließen. Bauelemente müssen von der An- und Abströmseite gut zugänglich und in Ausnahmefällen bei beengten Platzverhältnissen bis zu einer Innenhöhe 1,6 m leicht ausziehbar oder ausbaubar sein. Dies ist auch bei der Planung von Rohrleitungsanschlüssen zu berücksichtigen und sicherzustellen.

Zur Instandhaltung ist ausreichender Platz vorzusehen. Alle Bauelemente und Einbauten sind so anzuordnen, dass sie wartungsfreundlich sind.

Bei nicht begehbaren Gerätegehäusen (lichte Höhe < 1,6 m) sind abnehmbare Bedienungsdeckel oder -türen und bei begehbaren Gerätegehäusen (lichte Höhe 1,6 m) Revisionstüren, die von innen zu öffnen sind, vorzusehen.

Zur Kontrolle der Komponenten ist der Einbau von Schaugläsern (mindestens 150 mm Durchmesser) in Verbindung mit einer Innenbeleuchtung zur Erleichterung einer Sichtkontrolle zu empfehlen. Sie sind bei Befeuchtern grundsätzlich und bei Ventilatoren sowie Luftfiltern ab einer lichten Gehäusehöhe von 1,6 m zwingend erforderlich.

6.3.4 Exhaust-air outlet

Any recirculation (short-circuit) between exhaust-air outlet and outdoor-air intake shall be avoided (see also Section 6.3.1).

The exhaust-air outlet shall be designed to avoid any potential disturbance to the environment and to ensure the removal of exhaust air even under the influence of strong wind (e.g. by ejecting the air vertically upward at high velocity). As for the outdoor-air inlet, the airflow around the building, the boundary layer near the building, roof structures, neighbouring buildings, and unfavourable meteorological conditions shall be taken into account. Drainage of penetrated rainwater shall be ensured.

6.3.5 Unit casings

Units shall have double-skin casings according to DIN EN 13053 (insulation sandwiched between internal and external panels). For residential ventilation, the requirements as per DIN EN 13141-7 shall be met. The unit casing shall be made of corrosion-protected and abrasion-resistant materials. Open-cell, porous materials such as linings, insulating materials (exception: acoustic baffles, see Section 6.3.12) are not permitted in the airflow. Sealings shall be made of closed-cell materials and shall neither absorb moisture nor provide a nutrient source for microorganisms.

In order to allow cleaning and disinfection, interior wall surfaces shall be smooth and free of exposed adsorption areas and insulating materials. Grooves and joints in the bottom panel of the unit shall be avoided, or shall be sealed. Components shall be easily accessible from the upstream and downstream sides; in exceptional cases, when space is confined up to a clear height 1,6 m, it shall be possible to easily pull out or dismantle the components.

Sufficient space shall be available for maintenance. All components and built-in parts shall be arranged for ease of maintenance.

Non-walkable unit casings (clear height < 1,6 m) shall have removable service lids or service doors; walkable unit casings (clear height 1,6 m) shall be provided with inspection doors which can be opened from inside.

For component checks, it is recommended to install inspection windows (minimum diameter 150 mm) in combination with internal lighting to facilitate visual inspection. Such windows are generally required for humidifiers, and mandatory for fans and air filters with a clear casing height 1,6 m.

Elektrokabel sind mittels geeigneter Kabelverschraubungen durch das Gehäuse zu führen und Rohrleitungen mittels geeigneter Rosetten abzudichten. Die Kabel sollen möglichst außerhalb des Geräts verlegt werden. Im Gerät sollten vorzugsweise keine Leerrohre verwendet werden, zudem soll die Kabelverlegung auf möglichst kurzem Weg erfolgen. Kälteleitungen sind so durch die Gerätewandung zu führen, dass Kondensatbildung durch Taupunktunterschreitung sicher vermieden wird.

Gemauerte Zentralen sind zulässig, wenn die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllt werden können.

Bei der Gehäusekonstruktion sind die Anforderungen nach DIN EN 1886 und VDI 3803 Blatt 1 einzuhalten.

6.3.6 Komponenten der stillen Kühlung

Hier sind alle Komponenten der stillen Kühlung angesprochen, beispielsweise Kühldecken, Kühlbalken, Kühlkonvektoren oder die luftgestützte Bauteilkühlung. Diese sind so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass eine Kondensation innerhalb eines luftführenden Hohlraums ausgeschlossen wird.

Zu- oder raumluftberührte Oberflächen von Kühlelementen müssen zur Reinigung zugänglich sein. Dazu sind entsprechende Reinigungsmöglichkeiten vorzusehen.

Es wird empfohlen, die luftumströmten Kühlflächen erst dann an das Luftleitungsnetz anzuschließen, nachdem die Sauberkeit der fertiggestellten RLT-Anlage und des Raums ausreichend geprüft und dokumentiert wurde.

6.3.7 Luftbefeuchter

Es dürfen nur Materialien eingesetzt werden, die eine mikrobielle Vermehrung nicht fördern und dauerhaft korrosionsbeständig sind.

Die Komponenten zur Luftbefeuchtung müssen gut zugänglich sein. Insbesondere müssen sie so gestaltet sein, dass die wasserführenden Bereiche jederzeit inspiziert, geprüft und gereinigt werden können. Befeuchter dürfen nur unter Einhaltung der notwendigen Befeuchterstrecke vor Luftfiltern oder Schalldämpfern eingesetzt werden, ein Wassereintrag in Luftfilter und Schalldämpfer ist in jedem Fall zu vermeiden. Um die Kondensatbildung in Luftleitungen zu vermeiden, muss u. a. die Befeuchtungsstrecke ausreichend dimensioniert und eine homogene Verteilung der Feuchtigkeit über den Luftquerschnitt sichergestellt sein.

Luftbefeuchter sind zusammen mit Vor- und Nachwärmern so auszulegen, dass nach der Befeuchtungs-

Suitable cable glands shall be used for feed-through of electric cables; pipes shall be sealed with suitable escutcheons. Cables shall, if possible, be laid outside the unit. Inside the unit, they should preferably not be laid in conduits and cable routes should be as short as possible. Refrigerating lines shall go through the casing wall in such a manner that condensation due to temperatures below the dew point are avoided reliably.

Central air-handling units with brick walls are admissible if the requirements of this standard can be fulfilled.

The casing design shall meet the requirements according to DIN EN 1886 and VDI 3803 Part 1.

6.3.6 Static-cooling components

This subsumes all static-cooling components such as chilled ceilings, chilled beams, cooling convectors, or air-cooled building components. They shall be planned, installed, and operated in such a manner that any condensation inside an air-handling plenum is excluded.

Surfaces of chilled components in contact with supply air or indoor air shall be accessible for cleaning. Appropriate cleaning means shall be provided.

It is recommended to connect the air-cooled surfaces to the air duct system only after the cleanliness of the completed ventilation and air-conditioning system and of the room has been checked and documented satisfactorily.

6.3.7 Air humidifiers

Only such materials shall be used as do not promote microbial growth and are permanently resistant to corrosion.

Air-humidifying components shall be easily accessible. In particular, they shall be so designed that water-carrying areas can be inspected, checked, and cleaned at any time. Humidifiers shall not be installed upstream of air filters or silencers unless the necessary length of the humidification section is observed; any infiltration of water into the air filter and silencer shall be avoided by all means. To prevent condensate formation in air ducts, it is required, among other things, that the humidification section shall be dimensioned sufficiently and that the humidity is distributed homogeneously over the air duct cross section.

Air humidifiers together with preheaters and afterheaters shall be so dimensioned that a relative humid-

strecke eine relative Feuchte von 90 % nicht überschritten wird.

Mikrobielle Vermehrung in Befeuchtungseinrichtungen, auch in Stillstandszeiten, ist zu vermeiden.

Vorzusehen ist eine Schauöffnung (mindestens 150 mm Durchmesser) und eine von außen bedienbare Beleuchtung der Befeuchterkammer. Der Betriebszustand der Beleuchtung muss außen erkennbar sein. Weiterhin ist eine Verdunklungsmöglichkeit der Schauöffnung (Ausnahme Dampfbefeuchtung) vorzusehen. Durch das Gehäuse der Befeuchtung darf kein Licht von außen einfallen.

Das in den Befeuchter eingespeiste Wasser muss die mikrobiologischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) erfüllen. Die sonstigen Anforderungen an das zur Befeuchtung verwendete Wasser sind der Richtlinie VDI 3803 Blatt 1, Tabelle B1 zu entnehmen. Eine Rückspeisung in das Trinkwassernetz muss durch entsprechende Sicherungseinrichtungen ausgeschlossen werden, siehe DIN EN 1717.

Eine Überschreitung der Beurteilungswerte nach Tabelle 3 muss z.B. durch geeignete Konstruktionen und Reinigungsmöglichkeiten verhindert werden.

Tabelle 3. Hygieneparameter „Umlaufwasser“

Verfahren/Hygieneparameter	Beurteilungswerte Umlaufwasser
Gesamtkoloniezahl (Bakterien) nach DIN EN ISO 6222 oder TrinkwV	< 1000 KBE/ml
<i>Legionella</i> sp. nach DIN EN ISO 11731 und DIN EN ISO 11731-2	< 100 KBE/100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> King B Agar, 36 °C, 48 h DIN EN ISO 16266	< 100 KBE/100 ml

Kondensatwannen sind mit allseitigem Gefälle zum Wasserablauf, auch im Einbauzustand, und Siphon vorzusehen, bei dem luftseitige Leckagen verhindert werden. Ein direkter Anschluss der Wasserabläufe an das Abwassernetz ist nicht zulässig.

Bei Abschaltung oder Ausfall der RLT-Anlage muss der Befeuchter automatisch abgeschaltet werden. Die notwendige Vorlaufabschaltung muss sicherstellen, dass die Befeuchterkammer bei planmäßigem Herunterfahren vorher trockengefahren werden kann. Es muss gewährleistet werden, dass in Stillstandsphasen der Anlage oder in Zeiträumen ohne Befeuchtungsanforderung, die länger als 48 Stunden andauern, die Wanne und die Leitungen vollständig entleert werden können. Ziel ist es, die Anlage so ausreichend zu entleeren, dass die durch Oberflächenspannungen verbleibenden Wasserreste durch das „Trockenfahren“ der Anlage vollständig getrocknet werden können.

ity of 90 % downstream of the humidification section is not exceeded.

Microbial growth in humidifier units, also during standstills, shall be avoided.

Humidifier chambers shall be provided with an inspection opening (minimum diameter 150 mm) and lighting which is operable from the outside. The operating state of the lighting shall be recognisable from the outside. Furthermore, a means for darkening the inspection opening shall be available (exception: steam humidifiers). No external light shall enter through the humidifier casing.

The water supplied to the humidifier shall comply with the microbiological requirements of the German Drinking Water Ordinance (TrinkwV). Further requirements to be fulfilled by the water used for humidification are specified in VDI 3803 Part 1, Table B1. Any backflow into the drinking-water mains shall be excluded by means of appropriate backflow prevention devices, see DIN EN 1717.

Values exceeding the assessment values according to Table 3 shall be prevented by, e.g., suitable constructions and cleaning means.

Table 3. Hygiene parameters for “recirculating water”

Procedure/hygiene parameter	Assessment values for recirculating water
Total CFUs (bacteria) as per DIN EN ISO 6222 or TrinkwV	< 1000 CFU/ml
<i>Legionella</i> sp. as per DIN EN ISO 11731 and DIN EN ISO 11731-2	< 100 CFU/100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> King B Agar, 36 °C, 48 h DIN EN ISO 16266	< 100 CFU/100 ml

Condensate trays shall be sloped to the drain on all sides, also in the installed condition, and shall have a drain trap preventing air-side leaks. Drainage systems shall not be connected directly to the sewage system.

In case of shutdown or failure of the ventilation and air-conditioning system, the humidifier shall be switched off automatically. Stepwise shutdown is necessary to ensure that the humidifier chamber is blown dry before intended shutdowns. It has to be ensured that the tray and piping can be emptied completely during standstills of the system or when no humidification is required for more than 48 hours. The aim is to empty the system to such an extent that any residual water adhering through surface tension is dried off completely by “dry-blowing” the system.

Tropfenabscheider und Gleichrichter müssen zum Austausch oder zur Reinigung leicht demontierbar gestaltet sein.

Befeuchter mit Umlaufwasser sind mit einer Absalzvorrückung zu versehen. Die Einrichtungen zur Wasserspeicherung (Wasserbehälter, Wasserwannen usw., inklusive Rohrleitungen) müssen so gestaltet sein, dass eine vollständige Entleerung durch einfache Bedienungsmaßnahmen möglich ist.

6.3.8 Luftdurchlässe

Die durchströmten Bauteile eines Luftdurchlasses (insbesondere Zuluft-, Abluft- und Sekundärluftdurchlässe) müssen zugänglich, leicht zu reinigen oder austauschbar sein. Luftdurchlässe müssen für Reinigungszwecke den Zugang zum Luftleitungsnetz ermöglichen, sofern keine Reinigungs- oder Revisionsöffnungen in unmittelbarer Nähe der Luftdurchlässe vorgesehen sind. Sind Luftdurchlässe mit Vliesen oder ähnlichen Abdeckungen versehen, so müssen diese Einbauten leicht austauschbar sein. Es dürfen keine Fasern und keine gesundheitsgefährdenden Stoffe in die Raumluft gelangen.

6.3.9 Luftfilter

6.3.9.1 Allgemeine Anforderungen

Luftfilter oder ähnliche der Luftreinigung dienende Technologien sind grundsätzlich so auszuwählen und anzuordnen, dass die Komponenten der RLT-Anlage und -Geräte ausreichend geschützt sind und die Zuluft mindestens die Luftqualität der jeweiligen Vergleichsluft (siehe Abschnitt 5.4) erreicht. Neben staubabscheidenden Luftfiltern sind beim Auftreten von gesundheitlich bedenklichen gasförmigen Verunreinigungen Gasfilter wie Aktivkohlefilter oder andere gesundheitlich unbedenkliche Gasabscheidemechanismen notwendig.

Für einige Fälle in Gewerbe- und Produktionsbereichen müssen zur Reinigung von Umluft oder Sekundärluft besondere Abscheidetechniken eingesetzt werden (siehe VDI 6022 Blatt 7.1).

Grundsätzlich sind in RLT-Anlagen und -Geräten für die Luftfilterung nur Luftfilter einzusetzen, die nach DIN EN ISO 16890-1 oder DIN EN 1822 geprüft und einzeln sichtbar gekennzeichnet sind.

Anmerkung: Bis 2018, solange DIN EN 779 noch gültig ist, können in Bestandsanlagen auch Luftfilter eingesetzt werden, die nach DIN EN 779 geprüft und gekennzeichnet sind.

Sollten andere Luftfilterarten (z. B. Elektrofilter oder Aktivkohlefilter) eingesetzt werden, müssen diese sinngemäß den Anforderungen dieser Richtlinie entsprechen. Bei Auswahl, Einbau und Wartung sind

Droplet eliminators and rectifiers shall be easily removable for replacement or cleaning.

Recirculating humidifiers shall have a blowdown system. Water reservoirs (water tanks, water trays, etc., including piping) shall be so designed that complete emptying is possible by simple actions.

6.3.8 Air-terminal units

The air-handling components of an air-terminal unit (particularly those for supply, extract, and secondary air) shall be accessible, easy to clean, or replaceable. Air-terminal units shall allow access to the air ductwork for cleaning purposes unless cleaning or inspection openings have been provided in the immediate vicinity of the air-terminal units. If air-terminal units are equipped with non-woven or similar coverings, these built-in components shall be easy to replace. No fibres and no harmful substances shall be released into the indoor air.

6.3.9 Air filters

6.3.9.1 General requirements

As a matter of principle, air filters or similar systems serving for air cleaning shall be so selected and arranged that the components of the ventilation and air-conditioning system and units are protected sufficiently and that the supply air will reach at least the quality of the respective reference air (see Section 5.4). Where harmful gaseous contaminants occur, gas filters such as activated-carbon filters or other harmless gas separation techniques shall be used in addition to dust-removing air filters.

In some cases of industrial or production facilities, special separation techniques shall be used for cleaning the recirculated air or secondary air (see VDI 6022 Part 7.1).

As a matter of principle, only such air filters shall be used for air filtration in ventilation and air-conditioning systems and units as have been tested in accordance with DIN EN ISO 16890-1 or DIN EN 1822 and carry their own, visible label.

Note: Until 2018, for as long as EN 779 is still in effect, it is also permitted to use air filters tested and labelled according to DIN EN 779 in existing systems.

If other types of air filters (such as electrostatic filters or activated-carbon filters) are used, they shall meet the requirements of this standard in the same manner. Filter selection, installation, and maintenance shall

auch die Forderungen der VDI 3803 Blatt 4 zu beachten.

Unter Luftfilterstufen im Sinne dieser Richtlinie ist der Bereich unmittelbar vor und hinter den Luftfiltern, die Filterhalterungen, die Luftfilter selbst sowie alle im Zusammenhang mit der Luftfiltration eingesetzten Messgeräte zu verstehen.

Luftfilter müssen so eingebaut, inspiziert und ausgetauscht werden können und so ausgelegt sein, dass sie den Eintrag von luftgetragenen Mikroorganismen sowie von festen und flüssigen Aerosolen auf nachfolgende Komponenten und in die zu belüftenden Räume minimieren, keinesfalls jedoch erhöhen. Es muss sichergestellt sein, dass sie nicht selbst zur Quelle von gesundheits- und geruchsbelastenden Bestandteilen, insbesondere durch Mikroorganismen in der Zuluft, werden können, (siehe Abschnitt 6.1).

6.3.9.2 Konstruktive Anforderungen

An den konstruktiven Aufbau und die Fertigung von Luftfiltern sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Es sind geschlossporige Dichtungsprofile zu verwenden. Die dauerhafte Befestigung der Dichtung ist sicherzustellen.
- Nach der Fertigung dürfen auf dem Luftfilter keine Rückstände verbleiben, die während des Betriebs in der RLT-Anlage freigesetzt werden können.
- Konstruktion und Aufbau der Luftfilter sowie der Luftfilterhalterungen müssen eine leichte, sichere und beschädigungsfreie Montage und Demontage ermöglichen sowie den Dichtsitz der Luftfilter in den Filterhalterungen über die gesamte Betriebszeit der Luftfilter sicherstellen.
- Die Luftfiltermaterialien müssen den mechanischen Beanspruchungen in allen Betriebsphasen der RLT-Anlage standhalten.
- Es darf zu keiner Beeinträchtigung des Dichtsitzes und des Betriebsverhaltens kommen, auch nicht bei Feuchteeinwirkung.
- Das Auswechseln der Luftfilter ist rohluftseitig vorzusehen. Ein seitlicher Auszug ist möglich. VDI 2050 Blatt 4 und VDI 3803 Blatt 1 sind zu beachten.
- Die Filterkammern sind so auszuführen, dass sie mit vertretbarem Aufwand gereinigt werden können und die Luftfilter jederzeit leicht erreichbar und einsehbar sind.
- Ein relevanter, flächiger Kontakt von Filtern mit dem Kammerboden oder den Kammerwänden ist in allen Betriebszuständen unzulässig. Daher dürfen Taschenfilter nur so eingebaut werden, dass die Taschen im Bodenbereich senkrecht stehen.

also comply with the requirements specified in VDI 3803 Part 4.

For the purposes of this standard, air filter stages shall subsume the areas immediately upstream and downstream of the air filters, the filter frames, the air filters proper, and all measuring instruments used in conjunction with air filtration.

It shall be possible to install, inspect, and change air filters in such a way, and they shall be so designed, that they minimise but never increase the carryover of airborne microorganisms and of solid and liquid aerosols to downstream components and into the rooms to be ventilated. It has to be ensured that the filters themselves cannot become a source of harmful and odorous substances, especially due to microorganisms in the supply air (see Section 6.1).

6.3.9.2 Design requirements

The following requirements shall be fulfilled in the design and manufacture of air filters:

- Sealing profiles shall be of closed-cell materials. Fastening of the seal shall be long-lasting.
- After manufacture, no residues which can be released into the ventilation and air-conditioning system during operation shall remain on the air filter.
- Design and construction of the air filters and filter frames shall allow for easy and safe assembly and disassembly causing no damage and shall ensure tight fit of the air filters in their frames over the entire time of operation of the air filters.
- The air filter materials shall withstand the mechanical stresses during all stages of operation of the ventilation and air-conditioning system.
- Tight fit and operating performance shall not be affected even under the impact of humidity.
- Air filter change shall be performed from the untreated-air side. Pulling the air filter out laterally is possible. VDI 2050 Part 4 and VDI 3803 Part 1 shall be observed.
- Filter chambers shall be designed so that they can be cleaned with reasonable effort and easy access and visual inspection of the air filters is possible at any time.
- Significant surface contact of filters with the bottom or walls of the chamber is inadmissible in all operating states. Therefore, pocket filters shall always be installed with the pockets in a vertical position near the bottom.

- Folgende Daten müssen bei zentralen Geräten an der Luftfilterkammer außen sichtbar dauerhaft angebracht sein:
 - Nennluftvolumenstrom der Anlage, nicht des Filterherstellers
 - Anzahl der in der Filterstufe eingesetzten Luftfilter
 - Filterqualitäten (Filterklasse)
 - Maße ($H \times B$)
 - vom Anlagenplaner oder -ersteller entsprechend der Ventilator Kennlinie empfohlene Enddruckdifferenz
 - Bei dezentralen Geräten und Endgeräten müssen diese Daten im Betriebsbuch oder an anderer geeigneter Stelle dokumentiert werden.
- Jede Luftfilterstufe einer RLT-Anlage und eines RLT-Geräts ($> 1000 \text{ m}^3/\text{h}$) ist zur Überwachung des aktuellen Druckverlusts über den Luftfilter, unabhängig vom Vorhandensein einer sonstigen Überwachungsvorrichtung, mit einem Differenzdruckmessgerät mit geeignetem Messbereich auszustatten. Die Messwertanzeige muss mindestens vor Ort deutlich ablesbar sein. Bei RLT-Anlagen und -Geräten $< 1000 \text{ m}^3/\text{h}$ und Endgeräten genügt eine Überwachung der Betriebszeit oder eine vergleichbare Methode.

Folgende Daten müssen bei jedem Filterwechsel und bei jeder Routinekontrolle auf einer vom Errichter gelieferten und an der Filterkammer befestigten Karte (nicht nur im Serviceprotokoll) notiert werden können:

- Filterwechsel: Datum, Nullstellung kontrolliert, abgelesener Differenzdruck, nächster planmäßiger Filterwechsel, Name des Ausführenden
- Routinekontrolle: Datum, Differenzdruckmessgerät, Nullstellung kontrolliert, abgelesener Differenzdruck, Name des Ausführenden

6.3.9.3 Geforderte Luftfilterqualitäten und -stufen

Je nach RLT-Anlage oder -Gerät ist festzulegen, ob eine einstufige oder eine mehrstufige Filterung realisiert wird. Dabei sind Ziele der Hygiene mit Filterstandzeiten, Außenluftqualitäten und energetischen Aspekte gemeinsam zu betrachten, siehe Tabelle 4 und VDI 3803 Blatt 4.

Die Mindestforderungen der Hygiene zur Abscheidung von Stäuben sind:

- Filterung der Luft vor dem Luftbehandlungsgerät (auch Ventilator) mindestens ISO ePM10 50 % oder gemäß Tabelle 4
- Filterung der Zuluft (mindestens ISO ePM1 50 % für die letzte Filterstufe)

- In the case of central units, the following data shall be marked on a visible, permanent label affixed to the outside of the air filter chamber:
 - nominal air volume flow rate of the system, not the value given by the filter manufacturer
 - number of air filters installed at the respective filter stage
 - filter qualities (filter class)
 - dimensions ($H \times W$)
 - final pressure drop recommended by the system planner or installer on the basis of the fan characteristic
 - In the case of decentralised units and terminal units, these details shall be documented in the operations log or another appropriate place.
- Irrespective of the existence of further monitoring devices, each air filter stage of a ventilation and air-conditioning system and air-handling unit (with an air volume flow rate $> 1000 \text{ m}^3/\text{h}$) shall be equipped with a differential-pressure gauge having an appropriate working range, for monitoring the current pressure loss over the air filter. The measured-value display shall be easy to read at least on site. For ventilation and air-conditioning systems and units with an air volume flow rate $< 1000 \text{ m}^3/\text{h}$ and for terminal units, monitoring the time of operation or a similar method is sufficient.

For each filter change and each routine check, it shall be possible to note the following data on a filter card supplied by the installer and attached to the filter chamber (rather than only in the maintenance record):

- filter change: date, zero setting checked, differential pressure reading, next scheduled filter change, name of person having changed the filter
- routine check: date, differential pressure gauge, zero setting checked, differential pressure reading, name of person having performed the check

6.3.9.3 Required air filter qualities and stages

Depending on the ventilation and air-conditioning system or unit, it has to be specified whether a single-stage or multi-stage filter system is to be used. The decision shall be made by considering hygiene targets together with filter lives, outdoor-air qualities and energy efficiency aspects, see Table 4 and VDI 3803 Part 4.

The minimum hygiene requirements in dust separation are:

- filtration of air upstream of the air-handling unit (also fan) at least ISO ePM10 50 % or in accordance with Table 4
- filtration of supply air (at least ISO ePM1 50 % for the last filter stage)

Tabelle 4. Empfohlene Filterklassen (angelehnt an DIN EN 16798-3)

Außenluftqualität nach VDI 6022 Blatt 3 ^{a)}	ZUL 1 (sehr hoch)	ZUL 2 (hoch)	ZUL 3 (mittel)
AUL 1 (sauber)	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM1 50 %	ISO ePM1 50 %
AUL 2 (belastet)	ISO ePM2,5 65 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %
AUL 3 (hoch belastet)	ISO ePM1 50 % + ISO ePM1 80 %	ISO ePM2,5 65 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %

^{a)} Definition identisch mit ODA 1 (AUL 1) bis ODA 3 (AUL 3) nach DIN EN 16798-3

Anmerkung: Liegen hohe gasförmige Verunreinigungen vor (Grenzwerte nach der Richtlinie 2008/50/EG), ist zwischen erster und zweiter Filterstufe ein Molekularfilter vorzusehen.

Table 4. Recommended filter classes (adapted from DIN EN 16798-3)

Outdoor-air quality as per VDI 6022 Part 3 ^{a)}	ZUL 1 (very high)	ZUL 2 (high)	ZUL 3 (medium)
AUL 1 (clean)	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM1 50 %	ISO ePM1 50 %
AUL 2 (contaminated)	ISO ePM2,5 65 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %
AUL 3 (highly contaminated)	ISO ePM1 50 % + ISO ePM1 80 %	ISO ePM2,5 65 % + ISO ePM1 50 %	ISO ePM10 50 % + ISO ePM1 50 %

^{a)} definition identical with ODA 1 (AUL 1) to ODA 3 (AUL 3) as per DIN EN 16798-3

Note: If high concentrations of gaseous contaminants are present (limits according to Directive 2008/50/EC), a molecular filter shall be provided between the first and second filter stages.

- Filterung der Sekundärluft nach Erfordernis, zur Sicherstellung der Hygiene im Gerät aber mindestens ISO ePM10 50 %
- Filterung der Luft vor luftführende Hohlräumen, die anteilig mit Außenluft beaufschlagt sind (mindestens ISO ePM1 80 %)

Anmerkung: Die bisherigen Klassifizierungen (M5, F7, F9) entfallen, weil sie im Rahmen der internationalen Normung in der DIN EN ISO 16890 neu definiert wurden.

Bei einer einstufigen Filterung muss der Filter mindestens der Klasse ISO ePM1 50 % entsprechen.

Zur Anordnung der Luftfilterstufen gilt, dass beim Einsatz von Antriebsriemen im Luftstrom, bei denen ein Riemenantrieb zu erwarten ist, eine nachgeschaltete Filterstufe vorzusehen ist.

Aus Gründen der Hygiene ist es zu empfehlen, zwei Filterstufen einzusetzen. Die erste Filterstufe dient dem Schutz der Komponenten, die zweite Filterstufe stellt die Zuluftqualität sicher.

Unter Berücksichtigung der Außenluftqualität werden die Filterklassen nach Tabelle 4 empfohlen.

- filtration of secondary air as required but, in order to ensure hygiene inside the unit, at least ISO ePM10 50 %
- filtration of air upstream of air-handling plenums in contact with fractions of outdoor air (at least ISO ePM1 80 %)

Note: The previous classifications (M5, F7, F9) are omitted as they have been re-defined by international standardisation in DIN EN ISO 16890.

In the case of a single-stage filter system, the filter shall meet at least Class ISO ePM1 50 %.

As for the arrangement of the air filter stages, one downstream filter stage shall be provided if drive belts which are expected to produce abrasions are used in the airflow.

For hygiene reasons, it is recommended to use two filter stages, the first one for protecting the components, the second one for ensuring the supply-air quality.

Based on the outdoor-air quality, filter classes as specified in Table 4 are recommended.

6.3.10 Luftleitungen

Für sämtliche Luftleitungen (auch erdverlegte Luftleitungen) gilt neben den allgemeinen Anforderungen des Abschnitts 5.2 zusätzlich, dass sie so zu planen, herzustellen und zu installieren sind, dass unnötig lange Wege, strömungsungünstige Querschnitte und die Beimischung unbeabsichtigter Luft mit schlechterer Luftqualität vermieden werden und die Lüftungsanlage während ihrer gesamten Lebensdauer in einem ausreichend sauberen Zustand gehalten werden kann.

Anmerkung: Erdverlegte Luftleitungen werden in der Regel nicht vom TGA-Anlagenbau ausgeführt. Im Sinne der Erreichung der Hygiene darf die getrennte Vergabe nicht dazu führen, dass die grundsätzliche Zielsetzung der Richtlinienreihe außer Acht gelassen wird.

Flexible Luftleitungen, die keine technisch glatten Innenflächen haben, sind wegen ihrer eingeschränkten Reinigungsmöglichkeit auf das notwendige Maß zu beschränken und bei hoher Verschmutzung zu erneuern. Bei der Erstmontage ist auf ausreichende Zugängigkeit und Bewegungsfreiheit für die später erforderlichen Demontagen und Montagen von flexiblen Luftleitungen zu achten.

Die Dichtheitsklasse von runden Luftleitungen nach DIN EN 12237 und rechteckigen Luftleitungen nach DIN EN 1507 (oder DIN EN 16798-3) ist in Abhängigkeit von den Raumanforderungen und den baulichen Gegebenheiten möglichst hoch zu wählen, um ein Ausströmen, Ansaugen oder Überströmen, z. B. aus verschmutzten Nebenräumen oder Zwischendecken, zu vermeiden. Empfohlen wird für die Sauberkeitsklasse mittel die Dichtheitsklasse C und für die Sauberkeitsklasse hoch die Dichtheitsklasse D, siehe auch Tabelle 1. Um zu vermeiden, dass sich Luftverunreinigungen über die Luftleitungen oder die Lüftungsanlage im Gebäude ausbreiten, sollen Luftleitungen nach DIN EN 12097 ausgelegt und in stand gehalten werden.

Bei Gefahr einer Taupunktunterschreitung an Luftleitungen sind Dämmmaßnahmen notwendig. Die Anforderungen an das Wärmedämmmaterial ergeben sich aus den hygienischen (Taupunkt) und baulichen sowie den brandschutztechnischen Betrachtungen.

Hinsichtlich der Sauberkeit und Dichtheit von Luftleitungen gelten Tabelle 1, Tabelle 2 sowie Tabelle 5 in Abschnitt 6.4.

6.3.10.1 Begehbarkeit von Luftleitungen

Bauteile oder Abschnitte der Luftleitung aus Stahlblech sind grundsätzlich nicht begehbar (siehe sicherheitsrelevante Aussagen in VDI 3803 Blatt 1, Abschnitt 6.1.6.1). Ist es gemäß Reinigungskonzept in

6.3.10 Air ducts

In addition to the general requirements specified in Section 5.2, all air ducts (including underground air ducts) shall be so planned, manufactured, and installed that unnecessarily long paths, aerodynamically unfavourable cross sections, and the unwanted addition of air of inferior quality are avoided and that the ventilation system can be kept sufficiently clean over its entire life cycle.

Note: Underground air ducts are not normally installed by installers of building services systems. In the interest of reaching the hygiene targets, separately awarded contracts shall not lead to the ignoring of the fundamental objective of the series of standards.

Use of flexible air ducts without technically smooth inner surfaces shall be minimised as their cleanability is limited; in case of strong contamination, such ducts shall be replaced. When first installing flexible ducts, sufficient access and space shall be provided for any disassembly and assembly of flexible air ducts required at a later date.

The air tightness class of round air ducts as per DIN EN 12237 and of rectangular air ducts as per DIN EN 1507 (or DIN EN 16798-3) shall be selected as high as possible, depending on the requirements applying to the respective room and on constructional conditions; this serves to avoid the escaping, taking in, or overspill of air from contaminated adjacent rooms, the plenum space above suspended ceilings, etc. Air tightness Class C and air tightness Class D are recommended for the cleanliness class medium and the cleanliness class high, respectively, see also Table 1. In order to prevent airborne contaminants from spreading through the air ducts or the ventilation system over the building, air ducts are ideally designed and maintained in accordance with DIN EN 12097.

If there is a risk of temperatures below dew point outside air ducts, thermal insulation is required. The requirements regarding the insulating material ensue from the hygienic (dewpoint) and constructional as well as fire protection considerations.

Concerning the cleanliness and tightness of air ducts, Table 1, Table 2, and Table 5 in Section 6.4 apply.

6.3.10.1 Walkability of air ducts

As a matter of principle, sheet-steel components or sections of the air duct are not walkable (see safety-relevant statements in VDI 3803 Part 1, Section 6.1.6.1). If the cleaning concept specifies exceptional cases

Ausnahmefällen notwendig, dass Personen durch die Revisions- oder Reinigungsöffnung in die Luftleitung eintreten, müssen neben den grundsätzlichen Anforderungen in VDI 3803 Blatt 1 folgende Bedingungen erfüllt werden:

- Die Luftleitung und ihre Halterungen müssen für diese zusätzlichen Lasten ausreichend dimensioniert werden.
- Der Zugang zu den Revisions- und Reinigungsöffnungen muss gewährleistet sein und darf nicht durch abgehängte Decken, Kabeltrassen, Rohrleitungen und andere Gewerke usw. behindert werden.
- Weitere Maßnahmen zur Arbeitssicherheit und zur Vermeidung von Schäden an der Anlage durch das Betreten können im konkreten Fall im Betrieb erforderlich sein, dies ist in der Planung zu berücksichtigen.

6.3.10.2 Reinigungs- und Revisionsöffnungen

Diese Richtlinie unterscheidet grundsätzlich zwischen Revisions- und Reinigungsöffnungen. Revisionsöffnungen sind in der Nähe von Komponenten so anzuordnen, dass Funktionskontrollen und notwendige Wartungsarbeiten fachgerecht ermöglicht werden. Revisionsöffnungen können gegebenenfalls auch als Reinigungsöffnungen oder für Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen Verwendung finden.

Reinigungsöffnungen dienen der Reinigung von Luftleitungen und deren Einbaukomponenten.

Die Positionierung und Größe von Revisions- und Reinigungsöffnungen muss in den Revisionsplänen deutlich gekennzeichnet werden. Hinsichtlich deren Abmessungen und Lage sind die Normen DIN EN 12097, DIN EN 13779 und DIN EN 15780 zu beachten. Deren Zugang muss gewährleistet sein und darf nicht durch abgehängte Decken, Kabeltrassen, Rohrleitungen oder andere Gewerke usw. behindert werden.

Bei Luftleitungssystemen mit zusätzlicher Dämmung (z.B. Wärmedämmung oder Brandschutzummantelung) darf die Gestaltung der Reinigungs- oder Revisionsöffnung die Schutzwirkung der Dämmung/Ummantelung nicht beeinträchtigen. Die Dämmung oder Ummantelung selbst muss ausreichend große Zugänge zu den Reinigungs- und Revisionsdeckeln des Kanals aufweisen.

Bereits in der Planungsphase soll daher festgelegt werden, ob der Einbau von gedämmten Revisions- und Reinigungsöffnungen technisch sinnvoll ist.

where persons are to enter the air duct through the inspection or cleaning opening, the following conditions shall be met in addition to the general requirements as per VDI 3803 Part 1:

- The air duct and its fixtures shall be dimensioned to be sufficiently stable to carry the additional loads.
- Access to the inspection and cleaning openings shall be ensured and shall not be impeded by suspended ceilings, cabling, piping, and other building services, etc.
- Further measures for occupational safety and health and for preventing damage to the system caused by persons entering ducts can become required in the specific case during operation; this shall be considered in planning.

6.3.10.2 Cleaning and inspection openings

This standard makes a general distinction between inspection and cleaning openings. Inspection openings shall be so located near components that functional checks and necessary maintenance work can be performed properly. Where required, inspection openings can also be used as cleaning openings or for hygiene checks and hygiene inspections.

Cleaning openings are used for cleaning air ducts and their built-in components.

The position and size of each inspection and cleaning opening shall be marked clearly in the as-built drawings. Concerning the dimensions and positions of openings, DIN EN 12097, DIN EN 13779 and DIN EN 15780 shall be observed. Access to the openings shall be ensured and shall not be impeded by suspended ceilings, cabling, piping, or other building services, etc.

In the case of air duct systems with additional insulation (such as thermal or fire protection insulation), the design of the cleaning or inspection opening shall not impair the protective effect of the insulation. The insulation proper shall have sufficiently large openings for access to the cleaning and inspection lids of the duct.

Hence, it is advisable to check as early as the planning stage whether the installation of insulated inspection and cleaning openings is technically worthwhile.

6.3.10.3 Revisionsöffnungen

Für die Planung von Revisionsöffnungen in Luftleitungen gilt DIN EN 12097. Die in dieser Norm erho-benen Anforderungen zur Anzahl und zu den Abständen der Revisionsöffnungen sind im Zusammenhang mit Inspektionen oder Reinigungen bezüglich der Hygiene nicht immer sinnvoll.

Aus Sicht der Hygiene sind mindestens folgende Revisionsöffnungen an einer Seite vorzusehen:

- Außenluftansaugung (möglichst vor der Außenluftjalousie)
- Brandschutzklappen (möglichst von der Bedien-seite)

Wenn keine leichte Zugänglichkeit durch Demontage oder Herausziehen von Komponenten möglich ist, sind folgende Revisionsöffnungen zusätzlich vorzu-sehen:

- Rohrschalldämpfer an einer Seite
- Wärmeübertrager an beiden Seiten
- Klappen möglichst an beiden Seiten
- rechteckige Kulissenschalldämpfer an beiden Sei-ten
- Volumenstromregler und Volumenstrombegren-zer an beiden Seiten

6.3.10.4 Reinigungsöffnungen

Lüftungsanlagen sollen so geplant, hergestellt, er-richtet, betrieben und instand gehalten werden, dass eine Reinigung zumindest zuluftseitig in der Regel nicht erforderlich wird. Diesbezüglich werden Hygi-eneinspektionen durchgeführt, bei denen stichpro-benartig die Besenreinheit kontrolliert wird. Bei Er-reichen oder Überschreiten des oberen Beurteilungs-werts (siehe Tabelle 11 in Abschnitt 8.6) muss eine Reinigung der verschmutzten Bereiche durchgeführt werden.

Auch die Außenluftleitung (bis zur ersten Luftfilter-stufe) soll besenrein und trocken gehalten werden. Zu diesem Zweck sind dort schon in der Planung Reini-gungsöffnungen (zur Kontrolle und gegebenenfalls Reinigung) in der notwendigen Anzahl und Größe vorzusehen. Abluftdurchlässe müssen zu deren Reini-gung demontierbar sein. Je nach der Belastung im Raum kann auch aus Gründen der Hygiene eine Rei-nigung der Abluftleitung notwendig werden, um den notwendigen Luftwechsel im Raum zu gewährleisten.

Anmerkung: Eine Reinigung von Abluftleitungen ist gegebenenfalls auch aus Sicherheitsgründen (Brandschutz) sowie zur Auf-rechterhaltung der Funktion (Sensoren) empfohlen.

Unter Berücksichtigung dieser Maßgaben und der Gefahr der gegebenenfalls möglichen Undichtigkeit

6.3.10.3 Inspection openings

The planning of inspection openings in air ducts is governed by DIN EN 12097. The requirements spec-ified in said standard concerning the number and dis-tances of inspection openings are not always useful in the context of inspections and cleaning with regard to hygiene.

From the point of view of hygiene, at least the follow-ing inspection openings shall be provided on one side:

- outdoor-air intake (preferably upstream of the out-door-air louvre)
- fire dampers (preferably from the control side)

If easy access cannot be achieved through disassem-bly or pulling out of components, additional inspec-tion openings shall be provided as follows:

- duct silencers, on one side
- heat exchangers, on both sides
- dampers, preferably on both sides
- rectangular baffle silencers, on both sides
- volume flow controllers and volume flow limiters, on both sides

6.3.10.4 Cleaning openings

Ventilation systems are ideally planned, manufact-ured, installed, operated, and maintained in such a manner that cleaning will not normally be required, at least on the supply-air side. In this regard, hygiene in-spections are performed during which the clean-swept condition is sample-checked. When the upper assessment value is reached or exceeded (see Ta-ble 11 in Section 8.6), the contaminated areas shall be cleaned.

Ideally, the outdoor-air duct (up to the first air filter stage) shall also be kept in a clean-swept and dry con-dition. For this purpose, a sufficient number of ade-quately sized cleaning openings (for checks and any required cleaning) shall be included at the planning stage. Extract-air outlets shall be removable for cleaning. Depending on the room load, hygiene rea-sons can also call for cleaning of the extract-air duct to ensure the necessary air change in the room.

Note: Where applicable, cleaning of extract-air ducts is also recom-mended for safety reasons (fire protection) and to maintain functional integrity (sensors).

In the light of these requirements and the risk of po-tential leaks due to a multitude of cleaning openings,

durch eine Vielzahl von Reinigungsöffnungen wird aus Gründen der Hygiene empfohlen, zumindest auf vorbeugend angebrachte Reinigungsöffnungen (Ausnahme: Außenluftleitung bis zur ersten Luftfilterstufe) zu verzichten. Bei Bedarf sind solche von der zu beauftragenden Reinigungsfirma an wirklich benötigten Stellen in benötigter Anzahl und Größe zu erstellen.

6.3.10.5 Hinweise für die Planung/Ausschreibung

Zusätzlich zu den oben gegebenen Forderungen und Hinweisen an die Luftleitungen ist zu beachten:

- In der Planungsphase ist unter Berücksichtigung der konkreten Bedingungen und Planung vor Ort gemeinsam mit dem Auftraggeber festzulegen, ob zusätzlich zu den in Abschnitt 6.3.10.2 dieser Richtlinie geforderten Reinigungs- und Revisionsöffnungen weitere Reinigungsöffnungen prophylaktisch vorgesehen werden sollen. Andernfalls sind weitere Reinigungsöffnungen erst bei Bedarf durch die Reinigungsfirma anzubringen. Entsprechend der Anzahl und Anordnung der vorzusehenden Revisions- und Reinigungsöffnungen in der Luftleitung ergibt sich die Notwendigkeit, auch deren Zugänglichkeit in Decken und Wänden zu ermöglichen.
- Bei der Auswahl und Anordnung der Reinigungsöffnungen ist auch zu berücksichtigen, welches Reinigungsverfahren entsprechend den zu erwartenden möglichen Verunreinigungen gewählt werden soll. Daraus ergeben sich weitere Forderungen an die Materialauswahl (Beständigkeit gegen das Reinigungs- und gegebenenfalls Desinfektionsmittel) und Konstruktion der Luftleitungen. Bei einer geplanten Reinigung mit Dampf oder Flüssigkeit müssen die Luftleitungen wasserdicht und mit Gefälle zum Flüssigkeitsablauf gestaltet und angeordnet werden.

6.3.10.6 Planungshinweise für die Errichtung

Folgende Aspekte sind bei der Errichtung von Luftleitungen zu beachten:

- Der Lagerort auf der Baustelle soll sauber und trocken und gegen Witterungseinflüsse geschützt sein.
- Der Arbeitsbereich soll sauber und trocken und gegen Witterungseinflüsse geschützt sein.
- Vor dem Einbau müssen die Luftleitungskomponenten auf Verschmutzung geprüft werden und gegebenenfalls gereinigt werden.
- In den Luftstrom eingebaute Messinstrumente müssen mit vertretbarem Aufwand zu reinigen und zu prüfen sein.

it is recommended, for hygiene reasons, to dispense at least with cleaning openings installed as a precaution (exception: outdoor-air duct up to the first filter stage). The company to be contracted for cleaning shall provide cleaning openings of adequate number and size as needed at the actually required locations.

6.3.10.5 Guidance on planning/tender specification

Requirements and guidance to be observed in addition to those mentioned above include:

- At the planning stage, it has to be agreed with the customer, based on the specific conditions and planning on site, whether to provide further cleaning openings as a precaution in addition to the cleaning and inspection openings required as per Section 6.3.10.2 of this standard. Otherwise, further cleaning openings shall only be provided by the cleaning company as needed. In accordance with the number and arrangement of the inspection and cleaning openings to be provided in the air duct, it is also necessary to provide means for access in ceilings and walls.
- In deciding on the type and arrangement of the cleaning openings, consideration shall also be given to the cleaning method to be selected in accordance with the potential contaminants to be expected. From this, further requirements can be derived regarding the selection of materials (resistance to the cleaning agent and any required disinfectant) and the design of the air ducts. If the intended cleaning method uses steam or liquid, the air ducts shall be waterproof and sloped to the drain.

6.3.10.6 Planning guidance with a view to installation

The following aspects shall be considered in the installation of air ducts:

- Storage on the construction site shall be in a clean and dry place protected from weather effects.
- The working area shall be clean and dry and protected from weather effects.
- Prior to installation, the air duct components shall be checked for contamination and cleaned where required.
- Measuring instruments installed in the airflow shall allow cleaning and checking with reasonable effort.

- Blechschrauben, scharfe Kanten an Luftleitungsöffnungen/Revisionsöffnungen, die zu Verletzungen des Wartungspersonals oder Beschädigung der Reinigungsvorrichtungen führen können, sind auf ein Mindestmaß zu beschränken.
- Verschmutzungen während der Lagerungs- und Bauphase sind durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Dazu sind insbesondere das staubdichte Verschließen während der Montageunterbrechungen und eine staubarme Montageumgebung wichtig. Die installierte Anlage ist im sauberen Zustand durch das ausführende Unternehmen zu übergeben. Der Zustand ist zu dokumentieren. Zwischenabnahmen können erforderlich sein, falls nach Abschluss der Installationsarbeiten und vor der Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs ein längerer Zeitraum zu erwarten ist.
- Der Zugang zu den gemäß Planung auszuführenden Reinigungs- und Revisionsöffnungen muss dauerhaft gewährleistet sein.

6.3.10.7 Hohlräume

An luftführenden Oberflächen von Hohlräumen, z. B. Doppelböden, werden die gleichen Forderungen wie in Abschnitt 6.3.10 gestellt. Um dies sicherzustellen, gilt bei einer Luftführung durch Hohlräume zusätzlich:

- Vor Inbetriebnahme sind die Hohlräume so zu reinigen, dass Besenreinheit gegeben ist.
- Eine abriebfeste Oberfläche aller luftberührenden Flächen ist notwendig.
- Das Einbringen oder Eindringen von Staub oder geruchsbelastenden Stoffen in den Hohlraum ist auszuschließen.
- Die Trockenheit des Hohlraums muss dauerhaft gesichert sein.
- Eine Sichtprüfung und schriftliche Dokumentation der Ergebnisse unmittelbar vor dem Verschließen ist erforderlich.
- Bei Anlagen im Bestand (siehe Abschnitt 5.6) sind zusätzlich Messungen der Staubkonzentration in der Zuluft zu empfehlen (siehe Abschnitt 8).

6.3.11 Rückkühlwerke

Rückkühlwerke sind unter den Gesichtspunkten der Hygiene gesondert zu betrachten, Details regelt die Richtlinie VDI 2047 Blatt 2.

6.3.12 Schalldämpfer

Eine Anordnung von Schalldämpfern im ungefilterten Außenluftbereich soll vermieden werden. Schalldämpfer sind vorzugsweise im RLT-Gerät in unmittelbarer Nähe der Schallquelle anzuordnen. Bei er-

- The presence of self-tapping screws and of sharp edges at air duct openings/inspection openings, which can cause injuries to maintenance personnel or damage to cleaning equipment, shall be minimised.
- Contamination occurring during the storage and construction phase shall be prevented by suitable means. The dustproof sealing during interruptions of assembly and a low-dust assembly environment are particularly important in this context. The installer shall hand over the installed system in clean condition. The condition is to be documented. Intermediate acceptance tests can be required if an extended period of time is expected to elapse between the completion of installation work and the start of specified normal operation.
- Permanent access to the cleaning and inspection openings to be provided according to planning shall be ensured.

6.3.10.7 Plenum spaces

Air-handling surfaces of plenums, e.g. false floors, shall meet the same requirements as those specified in Section 6.3.10. In order to ensure this, the following additional requirements apply to air handling through plenums:

- Prior to commissioning, plenums shall be so cleaned that a clean-swept condition is achieved.
- All surfaces in contact with the air shall be resistant to abrasion.
- Carryover or infiltration of dust or odorous substances into the plenum shall be impossible.
- It has to be ensured that the plenum remains permanently dry.
- Visual inspection and written documentation of the results is required immediately prior to sealing the plenums.
- For existing systems (see Section 5.6), additional measurements of the dust concentration in the supply air are advisable (see Section 8).

6.3.11 Open recoler systems

Open recoler systems shall be given separate consideration from the point of view of hygiene; details are specified in VDI 2047 Part 2.

6.3.12 Silencers

Ideally, silencers shall not be installed in regions of unfiltered outdoor air. Silencers shall preferably be arranged in the air-handling unit close to the sound source. If the relative humidity in the area of the si-

höher relativer Feuchte im Bereich der Schalldämpfer sind besonders geeignete Maßnahmen zu ergreifen, siehe Abschnitt 6.1.1.

Beim Kanaleinbau ist Abschnitt 6.3.10.3 zu berücksichtigen. Schalldämpfer dürfen nicht unmittelbar nach Kühlern mit Entfeuchtungsfunktion oder Befeuchtern angeordnet werden. Schalldämpfer/Schalldämpferkulissen sind zur Reinigung gut zugänglich oder ausbaubar zu gestalten, ohne andere Komponenten demontieren zu müssen.

Schalldämpfungselemente müssen mit einem dauerhaft abriebfesten, formbeständigen und reinigungsbeständigen Material kaschiert sein, das gesundheitlich unbedenklich ist, z.B. Glasseidengewebe oder Folie, oder selbst aus dauerhaft abriebfestem, reinigungsbeständigem Material bestehen. Das verwendete Material darf keine Gerüche abgeben.

Die Inbetriebnahme der RLT-Anlage darf nur mit unbeschädigten, einwandfreien Schalldämpfern erfolgen. Deshalb sind die Schalldämpferkulissen beim und nach dem Einbau auf Unversehrtheit zu prüfen und gegebenenfalls auszutauschen oder fachgerecht instand zu setzen.

6.3.13 Ventilator

Der Zuluftventilator ist nach der ersten Filterstufe anzuordnen. Aus Gründen der Hygiene sind Ventilatoren oder Ventilatorenantriebe zu bevorzugen, bei denen mit keiner Verschlechterung der Luftqualität durch Riemenantrieb zu rechnen ist. Hinter Zuluftventilatoren mit Riemenantrieb in den Luftstrom muss eine zusätzliche Filterstufe (mindestens nach Tabelle 4) angeordnet werden. Aus Gründen der leichten Reinigbarkeit sind bei den Radialventilatoren freilaufende Räder zu empfehlen. Zuluftventilatoren sollen so angeordnet werden, dass die saugseitigen Leckluftströme minimiert werden. Die Ventilatoren müssen zur Instandhaltung zugänglich sein.

Radialventilatoren mit Gehäuse sollen für Reinigungszwecke einen Wasserablauf mit Verschluss haben oder müssen insgesamt leicht ausbaubar sein. Bei Nenngrößen 400 mm Laufraddurchmesser ist ein leicht abnehmbarer Revisionsdeckel am Ventilatorgehäuse vorzusehen. Die Motorkabelverlegung soll auf kurzem Wege ohne Leerrohre erfolgen.

6.3.14 Wärmerückgewinnung

Für die Wärmeübertrager in Wärmerückgewinnungssystemen gelten die in Abschnitt 6.3.15 getroffenen Festlegungen. Eine Übertragung von Schad- und/oder Geruchsstoffen aus der Abluft ist zu vermeiden.

lencers is increased, particularly appropriate measures shall be taken, see Section 6.1.1.

Regarding the installation into ducts, Section 6.3.10.3 shall be considered. Silencers shall not be located directly downstream of dehumidifying coolers or humidifiers. For cleaning, silencers/acoustic baffles shall be easily accessible or removable without the need of disassembly of other components.

Sound-absorbent components shall be lined with a material that is permanently resistant to abrasion, deformation and the effects of cleaning and is harmless to human health, e.g. glass fabric or laminate film. Alternatively, the sound-absorbent components proper can be manufactured of permanently abrasion-resistant material withstanding the effects of cleaning. The material used shall not emit any odours.

The ventilation and air-conditioning system shall not be commissioned unless the silencers are undamaged and in good condition. Acoustic baffles shall, therefore, be checked for damage during and after installation and shall be replaced or properly repaired, if required.

6.3.13 Fan

The supply-air fan shall be located downstream of the first filter stage. For hygiene reasons, fans or fan drives unlikely to impair the air quality through belt abrasion are to be preferred. An additional filter stage (minimum according to Table 4) shall be installed in the airflow downstream of supply-air fans involving belt abrasion. In the case of radial fans, freewheeling impellers are recommended for ease of cleaning. Supply-air fans are ideally arranged in such a manner that the suction-side leakage airflows are minimised. Fans shall be accessible for maintenance.

For cleaning purposes, radial fans with casing shall have a sealable water drain; otherwise, easy removal of the overall unit shall be possible. In the case of nominal impeller diameters 400 mm, the fan casing shall have an easily removable inspection lid. Motor cables shall be as short as possible and not be laid in conduits.

6.3.14 Heat recovery systems

The heat exchangers in heat recovery systems shall comply with the requirements specified in Section 6.3.15. Any carryover of harmful and/or odorous substances from the extract air shall be avoided.

Wärmerückgewinner mit Leckage sind immer dann als Umluftfall zu betrachten, wenn kein ausreichendes, kontrolliertes Druckgefälle von der Außenluft zur Fortluft in der Wärmerückgewinnung gesichert ist. Schadstoffübertragung durch Mitrotation oder Umschaltvolumen ist ebenfalls zu bewerten.

Kann eine solche Übertragung nicht ausgeschlossen werden, dürfen diese Wärmerückgewinnungssysteme nur eingesetzt werden, wenn auch die Verwendung von Umluft in der Anlage hygienekonform ist.

6.3.15 Wärmeübertrager

6.3.15.1 Allgemeine Anforderungen

Wärmeübertrager sind so zu gestalten, dass sie nicht zu stark verschmutzen, möglichst einfach zu reinigen und gegebenenfalls zu desinfizieren sind. Daraus lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- Der Wärmeübertrager ist von Fetten und Ölen gereinigt einzubauen.
- Die luftberührten Oberflächen sollen technisch glatt und korrosionsbeständig sein.
- Zur optischen Prüfung, gegebenenfalls zur Probenahme und zur Reinigung, müssen Wärmeübertrager beidseitig ausreichend zugänglich sein und gegebenenfalls ausziehbar sein.
- Zur Reduzierung der Verschmutzung und Verlängerung der Reinigungsintervalle ist eine vorgeschaltete Luftfilterung vorzusehen, bei zentralen RLT-Geräten mindestens mit einer Filterstufe der Klasse ISO ePM10 50 %
- Je nach Lamellenabstand und Reinheit der Luft ist die Bautiefe in Luftrichtung derart zu begrenzen, dass eine vollständige und durchgängige Reinigung mit handelsüblichen Hilfs- und Betriebsmitteln noch einfach möglich ist, gegebenenfalls muss der Wärmeübertrager in der Bautiefe geteilt ausgeführt werden.
- Aufgrund der Anforderungen an die Reinigbarkeit hat sich bei Lamellen-Wärmeübertragern als Lufterhitzer der Lamellenabstand von mindestens 2 mm bewährt, er ist in Abhängigkeit von der Reinheit der durchströmenden Luft gegebenenfalls größer festzulegen.

Bei Lufterhitzern mit gasförmigem Heizmedium ist durch konstruktive und fertigungstechnische Maßnahmen ein Rauchgasübertritt in die Zuluft auszuschließen.

Leaky heat recovery units shall be considered as an instance of air recirculation unless a sufficient, controlled pressure drop is ensured in the heat recovery unit from outdoor air to exhaust air. Carryover of harmful substances due to rotational entrainment or switchover volumes shall also be assessed.

If such carryover cannot reliably be prevented, the use of these heat recovery systems shall only be allowed if the use of recirculated air in the system is also hygiene-compliant.

6.3.15 Heat exchangers

6.3.15.1 General requirements

Heat exchangers shall be designed in such a manner that they are not prone to excessive contamination, are as easily cleanable as possible and can be disinfected, if necessary. The following recommendations can be derived from these requirements:

- Before installing a heat exchanger, it shall be cleaned to remove grease and oils.
- Surfaces in contact with the air shall be technically smooth and resistant to corrosion.
- For visual inspection, for any required sampling and for cleaning, heat exchangers shall be sufficiently accessible from both sides; where required, it shall be possible to pull them out.
- Upstream air filtration shall be provided to reduce contamination and extend cleaning intervals; in the case of central air-handling units, a filter stage of Class ISO ePM10 50 % or better shall be used.
- Depending on the lamella spacing and on air cleanliness, the overall depth as measured in the direction of the airflow shall be limited such that complete and thorough cleaning using commercially available tools and equipment is still easy to perform; if required, the heat exchanger overall depth shall be split.
- Based on the cleanability requirements, a minimum lamella spacing of 2 mm has proven useful in lamellar heat exchangers used as air heaters; depending on the cleanliness of the air being handled, it can be required to specify a larger spacing.

In air heaters using a gaseous heating medium, measures shall be taken in design and manufacture so that any transfer of smoke gas into the supply air is impossible.

6.3.15.2 Anforderungen an Wärmeübertrager mit Entfeuchtung oder Kondensation

Für diese Komponenten gelten folgende zusätzlichen Forderungen:

- Bei Kühlern hat sich ein Lamellenabstand von mindestens 2,5 mm bewährt.
- Kondensatwannen sind mit allseitigem Gefälle zum Wasserablauf – auch im Einbauzustand – und einem Siphon vorzusehen, mit dem luftseitige Leckagen verhindert werden. Ein direkter Anschluss der Wasserabläufe an das Abwassernetz ist nicht zulässig.
- Die Kondensatwanne ist aus korrosionsbeständigem Material, z.B. Stahl 1.4301, herzustellen.
- Zur Reinigung muss die Kondensatwanne gut zugänglich sein.
- Durch bauliche Maßnahmen muss gewährleistet werden, dass in Stillstandphasen der Anlage die Wanne sich vollständig entleert, sodass die durch Oberflächenspannungen verbleibenden Wasserreste durch das Trockenfahren der Anlage vollständig getrocknet werden können.
- Das Mitreißen von Tröpfchen durch den Luftstrom ist zu verhindern (z.B. durch niedrige Luftgeschwindigkeiten), gegebenenfalls sind Tropfenabscheider vorzusehen.
- Tropfenabscheider müssen zum Austausch oder zur Reinigung leicht demontierbar gestaltet sein.

6.3.16 Erdverlegte Komponenten

6.3.16.1 Allgemeines

Durch die ständige Gefahr der Bildung von Kondensation in Verbindung mit luftgetragenen Verunreinigungen müssen erdverlegte Komponenten unter Aspekten der Hygiene besonders betrachtet werden. Erschwerend kommt hinzu, dass zwar die energetische Nutzung des Erdreichs in der fachlichen Verantwortung des Planers der RLT-Anlage liegt, die bauliche Ausführung dagegen in der Regel nicht vom RLT-Anlagenerrichter erfolgt. Die daraus resultierenden Schnittstellen zwischen den Gewerken, verbunden mit den technologischen Problemen der Bauabläufe, führen dazu, dass neben technischen Maßnahmen zur Einhaltung der Hygiene vor allem organisatorische Maßnahmen zu planen sind.

Ziel ist es, dass die mikrobiologische Luftqualität und die Partikelkonzentration $PM_{2,5}$ und PM_{10} auch am Ausgang eines Erdwärmeübertragers gegenüber der Außenluft nicht verschlechtert wird, siehe auch Bild 2.

6.3.15.2 Requirements to be met by dehumidifying or condensing heat exchangers

For these components, the following additional requirements apply:

- For coolers, a minimum lamella spacing of 2,5 mm has proven useful.
- Condensate trays shall be sloped to the drain on all sides, also in the installed condition, and shall have a drain trap preventing air-side leaks. Drainage systems shall not be connected directly to the sewage system.
- The condensate tray shall be made of corrosion-resistant material, e.g. steel 1.4301.
- The condensate tray shall be easily accessible for cleaning.
- It has to be ensured by means of constructional measures that the tray is emptied completely during standstills of the system so that any residual water adhering through surface tension can be dried off completely by dry-blowing the system.
- The entrainment of droplets in the airflow shall be prevented (e.g. by means of low air velocities); droplet eliminators shall be provided, where necessary.
- Droplet eliminators shall be easily removable for replacement or cleaning.

6.3.16 Underground components

6.3.16.1 General

Considering the constant risk of condensation in combination with airborne contaminants, underground components require particular attention in terms of hygiene. Matters are further complicated by the fact that, although the planner of the ventilation and air-conditioning system is technically responsible for the use of the ground as an energy source, the execution of the construction work is not normally performed by the installer of the ventilation and air-conditioning system. Owing to the resulting interfaces between the trades, along with the technological problems of the construction sequences, it is above all organisational measures that have to be planned in addition to technical measures for compliance with hygiene requirements.

The objective is that the microbiological air quality and the particle concentrations $PM_{2,5}$ and PM_{10} even of the air at the outlet of a ground heat exchanger are not impaired compared to those of the outdoor air, see also Figure 2.

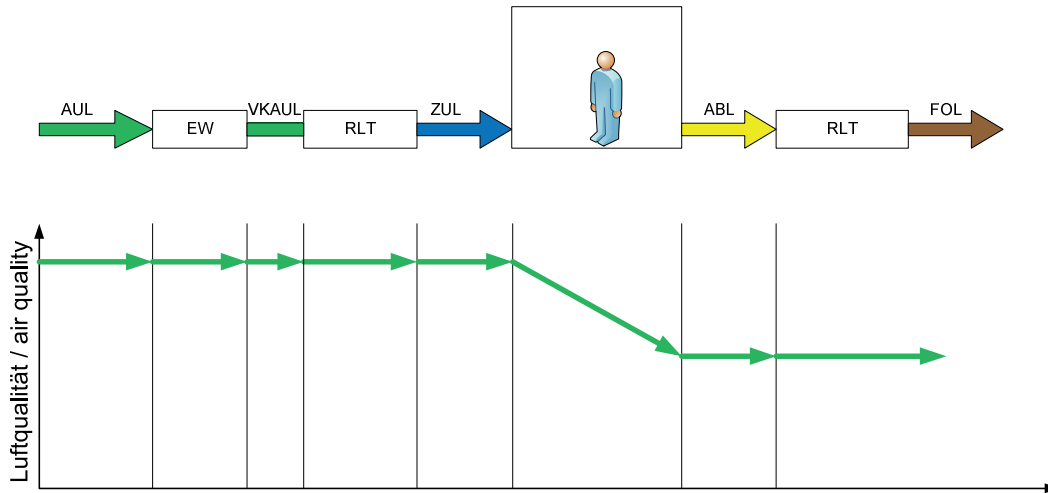


Bild 2. Beispiel für Veränderung der Luftqualität von der Außenluft bis zur Fortluft bei Einhaltung der Mindestanforderungen in der RLT-Anlage/im RLT-Gerät beim Einsatz eines Erdwärmeübertragers

Figure 2. Example of change in air quality along the path from outdoor air to exhaust air while complying with the minimum requirements in the ventilation and air-conditioning system/air-handling unit when a ground heat exchanger is used

Je nach Konstruktion und baulicher Gegebenheit ist festzulegen, welche Strategie zur Erreichung des Ziels verfolgt wird. Entscheidend für eine möglichst lange Funktionssicherheit der RLT-Systeme mit erdverlegten Luftleitungen ist die bauliche Qualität.

The strategy for achieving the objective is specified depending on the design and the constructional conditions. The constructional quality is the decisive factor for the longest possible functional reliability of ventilation and air-conditioning systems with underground air ducts.

Maßgeblich an der Verlegung von Erdleitungen beteiligte Personen müssen über die Belange der Hygiene in den erdverlegten Leitungen informiert werden. Die entsprechende Unterweisung soll sich bezüglich der Dauer, der Nachweise und der Qualifikation der Unterweisenden mindestens an der Kategorie C nach VDI 6022 Blatt 4 anlehnen. Im Rahmen der Unterweisung sind die hygiene-relevanten Aspekte aus der oben genannten Richtlinie bezüglich der Verlegung zu vermitteln.

Persons significantly involved in the laying of underground ducts shall be informed about the hygiene issues in underground ducts. In terms of duration of the instruction, required documentary proofs and qualification of instructors, the relevant instruction shall be based at least on Category C according to VDI 6022 Part 4. The instruction shall convey the hygiene-relevant aspects of the above-mentioned standard with respect to the laying.

Erdverlegte Luftleitungen sind so zu planen, dass diese mit einem zur rückstandsfreien Kondensatabführung ausreichenden Gefälle (Empfehlung: 2° bis 3°) ausgeführt sind. Das Gefälle soll gleichmäßig in eine Richtung ausgeführt sein. Zur Absicherung des luftleitenden Systems gegenüber Rückdrücken oder Rückfließen von Abwasser aus dem Abwassernetz muss ein freier Auslauf gewählt werden.

Underground air ducts shall be planned so that they are laid with sufficient slope to drain condensate without residues (2° to 3° are recommended). The slope shall ideally be constant in one direction. An air gap shall protect the air duct system from back pressure or backflow of sewage from the sewage system.

Das gesamte Rohrsystem muss so ausgeführt werden, dass es nicht zum Eindringen von Schmutz, Radon und Feuchtigkeit aus dem Erdbodenbereich in den luftführenden Bereich kommen kann. Hierzu ist es notwendig, dass die Leitungen gegen Druck durch Steine und Wurzeln von außen geschützt werden. Ferner sind mögliche Auswirkungen von Frost im Erdreich zu beachten.

The entire duct system shall be executed so that dirt, radon, and moisture from the ground cannot enter the air-handling area. It is therefore necessary to protect the ducts from outside against the pressure exerted by rocks and roots. Furthermore, potential effects of ground frosts are to be considered.

Alle Komponenten (z.B. auch Messinstrumente) müssen für die erforderlichen Inspektions- und Rei-

All components (e.g. including measuring instruments) shall be accessible for the inspection and

nigungsarbeiten zugänglich sein. Hierfür sind Revisionsöffnungen vorzusehen, durch die die Tätigkeiten durchgeführt werden können. Auf Einbauten in die erdverlegten Leitungen ist weitestmöglich zu verzichten, um die Reinigbarkeit des Erdwärmeübertragers zu ermöglichen. Bei begehbaren Kanälen ist die eventuell notwendige Beleuchtung derart auszuführen, dass die Reinigungsmöglichkeiten der erdverlegten Luftleitungen nicht beeinträchtigt werden.

Die Anordnung und Anzahl der Revisionsöffnungen in den erdverlegten Leitungen wird wesentlich durch die Anforderung an das Lüftungssystem, die gewählte Luftfilterung und deren Anordnung sowie durch die anzuwendende Reinigungsmethode beeinflusst. Daher ist schon im Planungsprozess zu ermitteln, mit welcher Methode der Erdwärmeübertrager in Zukunft gereinigt werden soll und wie viele Revisionsöffnungen dafür notwendig sind. Die Positionierung der Revisionsöffnungen mit Angabe der Größe muss in den technischen Zeichnungen der Luftleitungen deutlich gekennzeichnet werden.

Der Hersteller des Erdwärmeübertragers muss in einer Bedienungsanleitung vorgeben, mit welchen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln und mit welchen Verfahren eine Reinigung und Desinfektion erfolgen kann.

6.3.16.2 Materialien und Materialeigenschaften

Beim Einsatz von Erdwärmeübertragern sind besondere Anforderungen an das verwendete Material zu stellen. Für diese Leitungen kommen nur Werkstoffe in Betracht, die eine ausreichende Beständigkeit gegenüber den Bodeneinflüssen aufweisen sowie eine hinreichende Dichtheit (z.B. gegen Fremdluft oder gegen Wurzeleinwuchs) garantieren. Aufgrund dieser Forderung empfiehlt sich für Verlegungen im – oder in der Nähe von – Grundwasser der Einsatz von Werkstoffen, die stoffschlüssig miteinander verbunden werden können.

Bei der Auswahl des Materials sind zudem die nachstehenden Eigenschaften sicherzustellen:

- Wärmeleitfähigkeit
- innenseitig glatte Oberfläche
- mikrobielle Inertheit (siehe auch DIN EN ISO 846)
- Ermöglichung eines zeitnahen und vollständigen Kondensatablaufs
- statische und mechanische Stabilität
- Emissionsarmut bezüglich der Parameter nach VDI 6022 Blatt 3
- Reinigbarkeit
- Dichtheit

cleaning work required. To this end, inspection openings through which to perform the work shall be provided. Components built into the underground ducts shall be dispensed with to the greatest possible extent to ensure cleanability of the ground heat exchanger. The installation of any required lighting in walkable ducts shall not affect the cleanability of the underground air ducts.

The arrangement and number of inspection openings in the underground ducts essentially depend on the requirements regarding the ventilation system, the selected air filtration and its arrangement, and the cleaning method to be used. The intended method for cleaning the ground heat exchanger and the number of inspection openings accordingly required shall therefore be specified as early as the planning stage. The position and size of each inspection opening shall be marked clearly in the engineering drawings of the air ducts.

The manufacturer of the ground heat exchanger shall specify in the operating instructions which cleaning agents and disinfectants and which methods can be used for cleaning and disinfection.

6.3.16.2 Materials and material properties

When ground heat exchangers are used, the respective materials shall meet particular requirements. Materials will only be suitable for these ducts if they exhibit sufficient resistance to soil influences and ensure sufficient tightness (e.g. to extraneous air or to the ingrowth of roots). Given this requirement, it is recommended that the materials used for ducts to be laid in or near groundwater should allow connection by permanent joining techniques.

Furthermore, the following properties shall be ensured by selecting appropriate materials:

- thermal conductivity
- smooth inner surface
- microbial inertness (see also DIN EN ISO 846)
- possibility of quick and complete condensate drainage
- static and mechanical stability
- low-emission parameters as per VDI 6022 Part 3
- cleanability
- tightness

- Beständigkeit insgesamt
- Desinfizierbarkeit und Desinfektionsmittelbeständigkeit
- Korrosionsbeständigkeit
- Brandschutzanforderungen

Der Einsatz von flexiblen Luftleitungen mit glatten Innenflächen ist ausnahmsweise möglich, wenn eine durchgängige Verlegung im definierten Gefälle zur Kondensatableitung möglich ist. Beschichtungen der luftführenden Oberflächen mit Bioziden oder Nanopartikeln sind nur dann anwendbar, wenn der Inverkehrbringer den Nachweis erbringt, dass die eingebrachte Substanz während der Anwendung und der fachgerechten Entsorgung gesundheitlich unbedenklich ist.

6.3.16.3 Bauarten

Bei den direkten Erdwärmeübertragern ist bezüglich der Verlegung eine Unterscheidung zwischen einem Einrohr- und einem Mehrrohrsystem vorzunehmen. Ein **Einrohrsystem** besteht aus einem einzelnen Rohr oder Kanal. Einrohrsysteme sind auch Ansaugbauwerke, bei denen die Außenluftansaugung außerhalb des Gebäudes durch einen Ansaugturm erfolgt und die Luft durch eine erdverlegte Leitung zum Gebäude geführt wird.

Ein **Mehrohrsystem** teilt den gesamten Luftvolumenstrom auf mehrere parallele Rohre/Kanäle auf. Die einzelnen, parallel verlegten Erdwärmeübertragerrohre werden mittels eines Sammlers wieder zusammengeführt. Nach der Vereinigung der einzelnen Luftvolumenströme zu einem Gesamtluftvolumenstrom wird dieser vom Sammler bis zum Gebäude geführt.

6.3.16.4 Verbinden der Rohrsegmente

Vor und während der Erstellung einer Verbindung zwischen zwei Bauteilen sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

- Bauteil auf Beschädigung prüfen.
- Schmutzschutz erst unmittelbar vor der Verbindung entfernen. Gegebenenfalls Spitzende bis zum Muffengrund einstecken.
- Gegebenenfalls Muffenaussparungen im Auflager vorsehen.
- Gegebenenfalls Dichtring auf Beschädigung prüfen.
- Rollgummi als Dichtmittel vermeiden.
- Klebstoffe als Dichtmittel vermeiden.
- Gleitmittel weitestgehend vermeiden.

- overall resistance
- disinfectability and resistance to disinfectants
- corrosion resistance
- fire protection requirements

By way of exception, the use of flexible air ducts with smooth inner surfaces is allowed if they can be laid to provide a continuous defined slope for condensate drainage. Applying coatings with biocides or nanoparticles to air-handling surfaces shall only be allowed if the company placing the respective product on the market furnishes proof that the substance applied is nonhazardous to health during application and proper disposal.

6.3.16.3 Types

In terms of the type of laying, direct ground heat exchangers are to be distinguished into single-tube and multi-tube systems. A **single-tube system** consists of a single tube or duct. Single-tube systems are also intake structures, taking in outdoor air outside the building, via an intake tower, and routing the air through an underground duct to the building.

A **multi-tube system** distributes the entire air volume flow to several parallel tubes/ducts. The individual ground heat exchanger tubes laid in parallel join in a manifold which collects the individual air volume flows into one overall air volume flow and directs it to the building.

6.3.16.4 Connecting the tube sections

Before and during connecting two components, the following measures shall be taken:

- Check component for damage.
- Remove dirt protector only immediately before connecting. Where applicable, insert spigot end into socket against socket base.
- Where applicable, provide socket recesses in bedding.
- Where applicable, check sealing ring for damage.
- Avoid using rolling-rubber seals.
- Avoid using adhesives for sealing.
- Avoid anti-friction agents to the greatest possible extent.

- Beim Ablängen von Rohrteilen muss das gekürzte Bauteil angeschrägt werden.
- Beim Verschweißen von Rohren ist darauf zu achten, dass das ungehinderte Abfließen des Kondenswassers sichergestellt ist.

6.3.16.5 Einbau und Verfüllung

Die Verlegung von Erdwärmeübertragern kann sowohl in Gräben als auch auf einer ausgehobenen Fläche erfolgen. Beim Verlegen wird für Einrohrsysteme der Einbau in Gräben, für Mehrrohrsysteme die Verlegung auf einer ebenen Fläche (Damm) empfohlen.

Gräben sind nach dem Stand der Technik zu bemessen und auszuführen. Das Gefälle (Empfehlung: 2° bis 3°) und das anstehende Material der Einbausoehle müssen den Planungsanforderungen entsprechen, um einen einwandfreien Betrieb der Erdwärmeübertrager sicherzustellen.

Die Einbausoehle soll ungestört sein. Bei einer gestörten Sohle muss durch geeignete Maßnahmen die Tragfähigkeit wiederhergestellt werden. Sollen Bauteile direkt auf der Grabensohle verlegt werden, so ist diese entsprechend vorzubereiten, um ein Aufliegen des Rohrschafts zu ermöglichen. Vertiefungen für Muffen müssen in der unteren Bettungsschicht oder in der Sohle in geeigneter Weise hergestellt und nach der Herstellung der Verbindung wieder fachgerecht unterstopft werden.

Bei Frost kann es erforderlich sein, die Grabensohle zu schützen, damit eingefrorene Schichten weder unterhalb noch um die Bauteile herum verbleiben. Wo die Grabensohle instabil ist oder der Boden eine geringe Lastaufnahmekapazität aufweist, sind geeignete Vorkehrungen zu treffen.

Baustoffe, Bettung, Verbau und Schichtdicken der Leitungszone müssen mit den Planungsanforderungen übereinstimmen. Der Einbau von Seitenverfüllung und Hauptverfüllung darf erst vorgenommen werden, wenn die Verbindungen der Bauteile und die Bettung zur Aufnahme von Lasten bereit sind. Um nicht erst bei der Endabnahme feststellen zu müssen, dass eventuell ein Kontergefälle oder eine Undichtigkeit vorliegt, wird eine Prüfung vor der Verfüllung empfohlen. Die Dichtigkeit kann mit einer Dichtungsprüfung, z. B. nach DIN EN 1610, erfolgen.

Die Prüfung auf ein korrektes Gefälle zum vollständigen Kondensatablauf muss durchgeführt und dokumentiert werden. Die Herstellung der Leitungszone und der Hauptverfüllung sowie die Entfernung des Verbaus sollen so ausgeführt werden, dass die Tragfähigkeit der Bauteile den Planungsanforderungen entspricht.

- When cutting tube sections to length, the cut component shall be chamfered.
- When welding tubes, make sure that any condensed water can run off unimpeded.

6.3.16.5 Installation and backfill

Ground heat exchangers can be laid in trenches as well as on an area of excavated soil. Laying in trenches is recommended for single-tube systems. Multi-tube systems should be laid on a plane surface (embankment).

Trenches shall be dimensioned and executed in accordance with the state of the art. The slope (2° to 3° are recommended) and the in-situ material at the trench bottom shall meet the planning requirements in order to ensure proper operation of the ground heat exchangers.

The trench bottom shall be undisturbed. In case of a disturbed bottom, the load-bearing capacity shall be restored by taking appropriate measures. Where components are to be laid directly on the trench bottom, it shall be suitably prepared for the tube body to rest on it. Recesses for sockets shall be formed suitably in the lower bedding layer or in the trench bottom, and shall be tamped again properly on completion of the connection.

In case of frost, it can be required to protect the trench bottom so that no frozen layers remain underneath and around the components. Where the trench bottom is unstable or the load-bearing capacity of the soil is low, suitable precautions shall be taken.

Construction materials, bedding, trench lining, and layer thicknesses of the embedment shall conform to the planning requirements. Sidefill and main backfill shall not be placed until the component connections and the bedding are ready to bear loads. In order to avoid that any counterslope or leak is ignored until the final acceptance, this should be checked prior to backfilling. Leak testing can be performed in accordance with, e.g., DIN EN 1610.

The check for proper slope to allow complete condensate drainage shall be made and documented. Placing of the embedment and main backfill materials as well as the dismantling of the trench lining shall be executed so that the load-bearing capacity of the components meets the planning requirements.

Für die Hinterfüllung der Bauteile können Böden mit thermisch guten Eigenschaften verwendet werden. Die üblicherweise im Kanalbau verwendeten Kies- und Schotterverfüllungen stellen durch die geringen thermischen Eigenschaften eine denkbar schlechte Lösung dar. Vor allem Böden aus der Bodenarten-gruppe der Tonlehme, Normallehme oder Lehmsande besitzen optimale thermische Eigenschaften. Reine Tonböden sind aufgrund der Schrumpfungseigen-schaften des Tons und der geringen Wasserdurchläs-sigkeit ungeeignet. Ein weiterer Grund für den Ver-zicht auf sehr bindige Böden liegt darin begründet, dass es in der Verdichtungs- und Belastungsphase zu Ausbeulungen oder Verformungen des Rohrs und/ oder der Formteile kommen kann.

Zur Erfüllung statischer Vorgaben ist ein nach ATV-DVWK-A 127 eingestuftes Material der Klasse G2 empfehlenswert. Beim Einsatz von Rohren in Grund-wassernah- und Grundwasserschwankungsbereichen müssen Vorkehrungen zur Auftriebssicherung getrof-fen werden. Der Grad der Verdichtung muss mit den Angaben der statischen Berechnung für die Bauteile übereinstimmen. Der erforderliche Verdichtungsgrad kann durch Messung (z.B. mittels Lastplattenver-such) nachgewiesen werden. Die Verdichtung direkt über dem Rohr und im Zwickelbereich bei Verteiler-balken und Formteilen soll von Hand erfolgen.

Die mechanische Verdichtung der Hauptverfüllung direkt über dem Rohr soll erst erfolgen, wenn eine Schicht mit einer Mindestdicke von 300 mm über dem Rohrscheitel eingebracht worden ist. Die für eine mechanische Verdichtung erforderliche Gesam-dicke der Schicht direkt über dem Rohr hängt von der Art des Verdichtungsgeräts ab.

Die Wahl des Verdichtungsgeräts, die Zahl der Ver-dichtungsdurchgänge und die zu verdichtende Schichtdicke sind auf das zu verdichtende Material und die einzubauende Rohrleitung abzustimmen. Das Verdichten der Haupt- oder Seitenverfüllung durch Einschlämmen ist nur in Ausnahmefällen zulässig und dann nur bei geeigneten, nicht bindigen Böden.

Bei der Verdichtung von Verteilerbalken ist darauf zu achten, dass keine zusätzlichen Lasten auf die kon-fektionierten Abgänge wirken. Die Verlegung der Bauteile soll, soweit möglich, immer am Tiefpunkt der Anlage begonnen werden. Bei Mehrrohrsystemen soll mit der Verlegung der Verteilerbalken be-gonnen werden. Erst nach dem Einbau und der Fixie-rung der Verteilerbalken soll mit der Installation der Wärmeübertragerrohre begonnen werden. Die Bau-teile sind üblicherweise so zu verlegen, dass die vor-handene Muffe zum oberen Ende weist.

Um ganzjährige Frostsicherheit zu gewährleisten, soll bei der Installation von Erdwärmeübertragern die

Soils with good thermal properties can be used for backfilling the components. Gravel and crushed-stone backfills as common in sewer construction are highly unfavourable because of their low thermal properties. In particular, soils from the soil type classes of clay loams, standard loams or loamy sands exhibit optimal thermal properties. Pure clay soils are unsuitable due to the shrinkage properties of clay and to low water permeability. Another reason for refrain-ing from highly cohesive soils is the fact that buck-ling or deformations of the tube and/or mouldings can occur during the compaction and loading phase.

For compliance with static specifications, it is recom-mended to use a Class G2 material as per ATV-DVWK-A 127. When using tubes in the vicinity of groundwater or in areas subject to groundwater fluctuation, means shall be provided for buoyancy protec-tion. The compaction degree shall conform to the data of the static calculation for the components. The required compaction degree can be verified by meas-urement (e.g. by means of plate load test). Immedi-ately above the tube and in the haunch zones of man-ifolds and mouldings, the soil shall be compacted manually.

Mechanical compaction of the main backfill immedi-ately above the tube shall not begin until a layer with a minimum thickness of 300 mm has been placed above the soffit. The overall layer thickness required for mechanical compaction immediately above the tube depends on the type of compactor used.

The selection of the compactor, the number of com-paction passes, and the layer thickness to be com-pacted shall be matched to the material to be com-pacted and to the piping to be installed. Compaction of the main backfill or sidefill by means of sluicing is only permissible in exceptional cases, and then only with suitable, non-cohesive soils.

When compacting in the area of manifolds, it has to be ensured that no additional loads are applied to the assembled outlets. To the extent possible, the laying of the components shall always begin at the lowest point of the system. In the case of multi-tube systems, the manifolds shall be laid first. The heat exchanger tubes shall not be installed until the manifolds have been installed and fixed. As a rule, the components shall be laid so that the existing socket points to the upper end.

For all-season frost protection to be ensured, ground heat exchangers shall be installed at a minimum bur-

Mindestverlegetiefe von 1,5 m eingehalten werden. Es ist daher zu empfehlen, vor dem Beginn der Installation ein Verlegeschema mit integriertem Höhenprofil zu erstellen, das als Grundlage für die Installation dient.

ied depth of 1,5 m. Prior to installation, it is therefore advisable to prepare a layout drawing including an elevation profile, which shall serve as a basis for the installation.

6.4 Transport, Lagerung, Montage

Der Transport und die Lagerung der Komponenten müssen witterungsgeschützt, trocken und sauber erfolgen. Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass alle Komponenten der RLT-Anlage ab Fertigung bis einschließlich Einbau und Einregulierung nicht beschädigt werden oder verschmutzen. Die Anforderungen nach Tabelle 5 sind mindestens einzuhalten. Zur Zuordnung der Anforderungsstufen siehe Tabelle 1 und Tabelle 2. Für Bereiche mit höheren Anforderungen, z.B. OP-Bereiche in Krankenhäusern, gelten weitere Anforderungen anderer Regeln.

6.4 Transport, storage, assembly

Weather protection and dry and clean conditions shall be ensured during transport and storage of the components. It has to be ensured by appropriate means that all components of the ventilation and air-conditioning system are protected against damage and contamination from manufacture until installation and adjustment. The requirements according to Table 5 shall be observed as minimum requirements. Concerning the allocation of requirements classes, see Table 1 and Table 2. Further requirements laid down in other technical rules apply where stricter requirements are to be met, such as for operating rooms in hospitals.

Es gilt für alle Komponenten einschließlich der Luftleitungen:

The following applies to all components including the air ducts:

- Die Lagerung muss in staubarmer, sauberer und trockener Umgebung erfolgen (gegebenenfalls auf einer Unterlage mit wasserbeständiger Abdeckung der Komponenten).
- Sie sind vor dem Einbau auf groben Schmutz zu untersuchen und davon zu reinigen.
- Öffnungen sind bei Montageunterbrechungen zu verschließen. Zum Schutz vor Weißrost ist ein diffusionsoffener Verschluss zu empfehlen.

- Low-dust, clean, and dry conditions shall be ensured during storage (where necessary, storage on pads with the components being covered by water-resistant covering).
- Prior to installation, components shall be checked for coarse contamination and any such contamination found shall be removed.
- Openings shall be sealed while assembly work is interrupted. A water-vapour-permeable seal is recommended to prevent white rust.

6.5 Inbetriebnahme/Abnahme

Da der sichere Betrieb einer RLT-Anlage entscheidend von deren Installation und den dabei verwendeten Komponenten abhängt, ist die Anlage vor der erstmaligen Inbetriebnahme durch entsprechendes

6.5 Commissioning/acceptance

Safe and reliable operation of a ventilation and air-conditioning system is essentially determined by its installation and the components used for installation. The system shall therefore be checked by appropri-

Tabelle 5. Anforderungsstufen für Transport, Lagerung und Montage

Anforderungsstufen	Verpackung ab Werk	Schutz während des Transports	Schutz bei Lagerung auf der Baustelle	Reinigung auf der Baustelle	Verschließen der Luftleitungsöffnungen auf der Baustelle
Mindestanforderung	nein	nein	ja	ja	ja
Empfehlung	ja	ja	ja	ja	ja

Table 5. Requirements classes for transport, storage, and assembly

Requirements classes	Packaging ex works	Protection during transport	Protection during storage on construction site	Cleaning on construction site	Sealing of air duct openings on construction site
Minimum requirement	no	no	yes	yes	yes
Recommendation	yes	yes	yes	yes	yes

Fachpersonal zu prüfen. Beispiele für solche Prüfungen sind:

- Hygiene-Erstinspektion (siehe Abschnitt 7.2)
- Vollständigkeitsprüfung
- Funktionsprüfung
- Funktionsmessung (siehe Abschnitt 7.2)

Ferner ist zu beachten:

- Vor dem ersten Einschalten der Ventilatoren ist sicherzustellen, dass alle vom Luftstrom berührten Teile sauber sind. Gegebenenfalls ist eine Nachreinigung erforderlich. Dabei ist insbesondere auf Fertigungsrückstände, z.B. Öle und Poliermittel, zu achten.
- Der Baufortschritt muss eine Inbetriebnahme der Anlagen zulassen (z.B. Staubbefreiheit der Räume vor Einschalten der Abluftanlage).
- Lüftungsgeräte dürfen nicht ohne korrekt eingeseetzte, bestimmungsgemäße Luftfilter in Betrieb genommen werden.
- Alle Revisions- und Reinigungsöffnungen sowie Reinigungsabläufe sind vor der Inbetriebnahme auf sicheren Verschluss zu prüfen. Alle Kondensatabläufe sind vor der Inbetriebnahme mit ausreichend Wasser zu prüfen. Der zügige und restlose Ablauf ist zu beobachten und zu dokumentieren. Dadurch ist die Erstfüllung der Siphons mit Sperrwasser gegeben.
- Dichtfugen im Gerätegehäuse unterliegen beim Verhub mechanischen Belastungen und sind auf ihre Dichtheit zu überprüfen.
- Es ist zu empfehlen, nach der Inbetriebnahme und vor der Übergabe an den Kunden die Anlage mit neuen sauberen Luftfiltern auszustatten.
- Im Zuge der Abnahme nach DIN EN 12599 bei RLT-Anlagen und -Geräten ist eine Hygiene-Erstinspektion durchzuführen (siehe Abschnitt 7.2). Dabei steht die Einhaltung der konstruktiven Anforderungen gemäß Abschnitt 6 im Vordergrund. Diese Hygiene-Erstinspektion soll vor Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs durchgeführt werden.

6.5.1 Erdwärmeübertrager

Vor Inbetriebnahme und Übergabe der Erdwärmeübertrager an den Betreiber sind folgende Schritte erforderlich:

- Reinigung
- Prüfung der Dichtheit
- Hygiene-Erstinspektion (siehe Abschnitt 7.2)

ately qualified personnel before initial commissioning. Examples of such checks are:

- initial hygiene inspection (see Section 7.2)
- check for completeness
- functional check
- functional measurement (see Section 7.2)

Additionally, the following requirements shall be met:

- Before switching on fans for the first time, make sure that all parts in contact with the air are clean. Clean, if required, giving particular consideration to residues from manufacture, e.g. oils and polishing agents.
- Construction work shall have progressed to the point of allowing commissioning of the systems (e.g. rooms free of dust before switching on the extract-air system).
- Ventilation units shall not be commissioned without the intended air filters properly installed.
- Prior to commissioning, check that all inspection and cleaning openings and drains for cleaning are securely sealed. Prior to commissioning, all condensate drains shall be tested with a sufficient quantity of water. Quick and complete drainage shall be watched and documented. This ensures initial filling of the drain traps with sealing water.
- During lifting operations, sealing joints in the unit casing are subject to mechanical stresses. They shall be checked for tightness.
- It is recommended to equip the system with new, clean air filters after commissioning and prior to handing the system over to the customer.
- An initial hygiene inspection (see Section 7.2) shall be performed in the context of acceptance testing according to DIN EN 12599 for ventilation and air-conditioning systems and units. This inspection shall focus on the compliance with the design requirements specified in Section 6. The initial hygiene inspection shall be performed before commencing specified normal operation.

6.5.1 Ground heat exchangers

Before commissioning and handing over the ground heat exchangers to the operator, the following actions shall be taken:

- cleaning
- leak test
- initial hygiene inspection (see Section 7.2)

6.5.1.1 Reinigung

Der Erdwärmeübertrager ist vor der Inbetriebnahme gemäß den Anforderungen an die Besenreinheit (siehe Abschnitt 3) zu reinigen. Die Reinigung ist mittels eines Verfahrens durchzuführen, das geeignet ist, um die Verschmutzungen, die während der Bauphase entstehen – in der Regel Ablagerungen wie Zement, Sand, Erdreich, Steine und andere Fremdkörper – von der Rohrwandung zu lösen und abzutransportieren.

In nicht begehbaren Systemen ist eine Reinigung mit Wasserhochdruck allen anderen Reinigungstechniken vorzuziehen. Beim Einsatz von Reinigungsmitteln ist zu beachten, dass durch die anschließende Trocknung möglicherweise eine hohe Konzentration des Reinigungsmittels verbleibt, die rückstandsfrei entfernt werden muss.

Die Abführung des gegebenenfalls anfallenden Spülwassers muss via Revisionsöffnung am tiefsten Punkt der Erdwärmeübertrager neben der Kondensatabführung erfolgen können. Bei der Verwendung von Wasser sind die mikrobiologischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) an die Spülflüssigkeit einzuhalten. Nach der Reinigung und der erfolgten Kontrolle (Begehung oder Einsatz einer Rohrkamera) muss das Erdregister umgehend getrocknet werden.

6.5.1.2 Sichtprüfung

Direkt nach der Reinigung muss eine Sichtprüfung erfolgen; bei nicht begehbaren Leitungen erfolgt die Kontrolle mittels Rohrkamera. Die verwendete Kamera muss so gewählt werden, dass sie in der Lage ist, alle Leitungsabschnitte befahren zu können.

Die Untersuchung mittels einer Kamera oder durch Begehung hat folgende Gründe:

- Aufspüren von Gegenständen und Rückständen in der Leitung, die trotz Reinigung noch in der Leitung verblieben sind
- Kontrolle der Leitung auf Beschädigung
- Feststellung von eventuell vorhandenen Säcken oder Kontergefallen durch liegen gebliebenes Restwasser

Die Aufnahmen der Kamera sind zu speichern und in einem Protokoll zu dokumentieren.

6.5.1.3 Dichtheit

Die Prüfung auf Dichtheit des Erdwärmeübertragers ist durchzuführen. Dies kann z. B. nach DIN EN 1610 erfolgen, sofern keine anderweitige länderspezifische Norm für die Prüfung auf Dichtheit existiert. Ein Prüfverfahren mit Luft ist zu bevorzugen; dabei ist eine Unterdruckprüfung in Hinblick auf den späteren Betrieb besonders aussagekräftig.

6.5.1.1 Cleaning

Prior to commissioning, the ground heat exchanger shall be cleaned in accordance with the requirements for the clean-swept condition (see Section 3). Cleaning shall be carried out using a method that is suitable for dissolving the contaminants occurring during the construction phase – usually deposits such as cement, sand, soil, stones, and other foreign material – from the tube wall and removing them.

In non-walkable systems, high-pressure water cleaning is to be preferred over all other cleaning methods. When using cleaning agents, it shall be borne in mind that, due to subsequent drying, a high concentration of the cleaning agent will possibly remain, which is to be removed without residues.

Drainage of any rinsing water shall be possible via the inspection opening at the lowest point of the ground heat exchangers, in addition to condensate drainage. Where water is used, the microbiological requirements of the German Drinking Water Ordinance (TrinkwV) regarding the rinsing fluid shall be fulfilled. After cleaning and checking (site inspection or use of inspection camera), the earth tubes shall be dried immediately.

6.5.1.2 Visual inspection

Cleaning shall be immediately followed by a visual inspection; in case of non-walkable ducts, an inspection camera is used. The camera chosen shall be able to reach and inspect all duct sections.

Inspection by means of a camera or site inspection is required for the following reasons:

- detection of objects and residues remaining in the ducts despite cleaning
- check of the ducts for damage
- identification of any pockets or counter-slopes on the basis of residual water

The camera recordings shall be saved and documented in a report.

6.5.1.3 Leak test

The ground heat exchanger shall be leak-tested. Unless another, country-specific leak-test standard exists, the leak test can be made in accordance with, e.g., DIN EN 1610. A test procedure using air is preferable; a vacuum test will yield particularly significant results with a view to future operation.

6.6 Verantwortlichkeiten in Planung, Herstellung und Errichtung

Zuständigkeiten der Planer, Hersteller oder Errichter sind in den Verträgen festzulegen. Es wird empfohlen, den Bauherrn oder Auftraggeber und den Betreiber (Gebäudemanager) in allen Phasen der Planung und Errichtung in geeigneter Weise zu beteiligen. Einträge in der Tabelle 6 stellen eine Empfehlung dar, die dann greift, wenn keine Festlegung in den Verträgen getroffen wurde. Die Festlegung der Verantwortlichkeit zu einer Gruppe bedeutet nicht, dass die Hinweispflicht oder Mitverantwortung der anderen Gruppen entfällt. Nicht in der Tabelle definierte Zuständigkeiten sind sinngemäß anzuwenden.

6.6 Responsibilities in planning, manufacture, and installation

Responsibilities of planners, manufacturers, or installers shall be specified in the contracts. Involving the building owner or customer and the operator (facility manager) at all planning and installation stages in an appropriate manner is recommended. Entries in Table 6 are recommendations that apply in the absence of contract provisions. The allocation of responsibility to one group does not mean that the other groups have no obligation to inform or do not share responsibilities. Responsibilities not listed in the table shall be allocated in the same manner.

Tabelle 6. Schnittstellen in Planung, Herstellung und Errichtung

Zeile	Punkt	Schnittstelle	Kurzbeschreibung	Vorrangige Verantwortlichkeit bei der Gruppe der		
				Planer	Hersteller ^{a)}	Errichter ^{b)}
0	Alle Komponenten (siehe Abschnitt 6)					
	0.1	Auswahl	hygienegerechte Auswahl und Anordnung der Komponenten	X		
			Erstellung Wartungskonzept inklusive Reinigungskonzept			
			Erstellung einer hygienegerechten Leistungsbeschreibung; Festlegung der Anforderungsstufen			
	0.2	Hygiene-Erstinspektion	Aufnahme der Hygiene-Erstinspektion in die Leistungsbeschreibung	X		
	0.3	Geräteaufbau	Sicherstellung der konformen Bauweise der Geräte und Komponenten nach VDI 6022; Dokumentation von Abweichungen		X	
	0.4	Installation	Sicherstellung der konformen Installation aller lufttechnischen Komponenten und Geräte nach VDI 6022; Dokumentation von Abweichungen			X
	0.5	Reinigung	Aufnahme der Reinigung vor Inbetriebnahme/Abnahme in die Leistungsbeschreibung (Option)	X		
			Durchführung der Reinigung (Option)			X
1	Außenluft- und Fortluftdurchlässe (siehe Abschnitt 6.3.1 und Abschnitt 6.3.4)					
	1.1	Art, Ort und Dimensionierung des Außenluftdurchlasses und Fortluftdurchlasses	Abstimmung der Orte und Festlegung der Abstände unter Berücksichtigung der Anforderungen und nach Vordimensionierung mit dem Bauherrn	X		
	1.2	Revisionsöffnung	Festlegung des Orts der Revisionsöffnung im Außenluftkanal	X		
	1.3	Wasserablauf im Bereich der Außenluftansaugung	Art und Anordnung in Abstimmung mit Gewerk Sanitär	X		
2	Dezentrale RLT-Geräte/-Endgeräte (siehe Abschnitt 6.3.2)					
	2.1	Kondensat	Planung der Kondensatableitung bei Kühlung mit Taupunktunterschreitung	X		
	2.2	Konformität	Konformitätserklärung (Bestätigung und Hinweispflicht bei Abweichungen) für die Geräte		X	
	2.3	Wartung	Vorgabe notwendiger Revisionsöffnungen; Platzvorhaltung	X		
	2.4	Zugänglichkeit	Zugänglichkeit und Hinweise für Bedienung, Kontrolle und Inspektion		X	

Tabelle 6. Schnittstellen in Planung, Herstellung und Errichtung (Fortsetzung)

Zeile	Punkt	Schnittstelle	Kurzbeschreibung	Vorrangige Verantwortlichkeit bei der Gruppe der		
				Planer	Hersteller ^{a)}	Errichter ^{b)}
3	Entfeuchter (siehe Abschnitt 6.3.3)					
	3.1		siehe Wärmeübertrager (Punkt 12)			
4	Gerätegehäuse (siehe Abschnitt 6.3.5)					
	4.1	Geräteaufbau	Festlegung der Art und Spezifikation der einzelnen Komponenten sowie deren Anordnung im Gerät	X		
			Konformitätserklärung (Bestätigung und Hinweispflicht bei Abweichungen) für die Gehäuse und Einbaukomponenten		X	
			Beschilderung der Gehäuse der einzelnen Komponenten		X	
	4.2	Bedienbarkeit	Vorgabe der Mindestabstände zu Bedienung und Wartung der Einbaukomponenten		X	
	4.3	Zugänglichkeit (Technikzentrale)	Sicherstellung der Einbringung und des Zugangs zu den Komponenten durch Einhaltung von Mindestabständen	X		
Sicherstellung der angemessenen Bedienbarkeit					X	
5	Komponenten der stillen Kühlung (siehe Abschnitt 6.3.6)					
	5.1	Kondensation	Vermeidung der Kondensation an der Decke	X		
	5.2	Regelung	Sicherstellung des Zugangs zu den Regelarmaturen und Taupunktfühlern	X		
6	Luftbefeuchter (siehe Abschnitt 6.3.7)					
	6.1	Wasseraufbereitung	Einhaltung der Anforderungen an die Wasseraufbereitung für Befeuchtungszwecke	X		
	6.2	Kondensat	Auslegung von Siphon	X		
			Notwendigkeit oder Auslegung von Tropfenabscheidern		X	
			Angabe von erforderlichen baulichen Maßnahmen (Ablauf, Mindesthöhen usw.)	X		
	6.3	Regelung	Vorlaufabschaltung, automatische Entleerung, Trockenfahren		X	
Begrenzung auf 90 % r.F.					X	
7	Luftdurchlässe (siehe Abschnitt 6.3.8)					
	7.1	Wartung	Vorgabe notwendiger Revisionsöffnungen; Platzvorhaltung	X		
	7.2	Zugänglichkeit	Zugänglichkeit und Hinweise für Bedienung, Kontrolle und Inspektion			X
8	Luftfilter (siehe Abschnitt 6.3.9)					
	8.1	Auswahl	Auswahl der Anzahl der Filterstufen, Filterart, Filterklasse und Filteranordnung in Zuluft und gegebenenfalls Abluft (bei Wärmerückgewinnung)	X		
	8.2	mikrobielle Vermehrung	planerische Vorgaben zum Verhindern von mikrobieller Vermehrung am Vorfilter	X		
	8.3	Überwachung	Vorgabe der Einrichtungen zur Filterüberwachung	X		
	8.4	Anzeige	Anzeige der Druckdifferenz		X	
	8.5	Regelung	Umsetzung der regelungstechnischen Lösungen zur Begrenzung der Filterdurchfeuchtung			X
	8.6	Gehäuse	Filterkarte			X
9	Luftleitungen und Schalldämpfer (siehe Abschnitt 6.3.10 und Abschnitt 6.3.12)					
	9.1	Revisionsöffnungen	Anordnung und Festlegung der Orte für Revisionsöffnungen zur Zugänglichkeit von wartungsrelevanten Komponenten	X		
	9.2	Transport und Lagerung	saubere und trockene Lagerung der Luftleitungen zwischen Lieferung und Einbau			X
	9.3	mikrobielle Vermehrung	planerische Vorgaben zum Verhindern von mikrobieller Vermehrung an Schalldämpfern	X		

Tabelle 6. Schnittstellen in Planung, Herstellung und Errichtung (Fortsetzung)

Zeile	Punkt	Schnittstelle	Kurzbeschreibung	Vorrangige Verantwortlichkeit bei der Gruppe der		
				Planer	Hersteller ^{a)}	Errichter ^{b)}
10	Ventilator (siehe Abschnitt 6.3.13)					
	10.1	Wasserablauf	Bei Radialventilatoren mit Gehäuse einen Wasserablauf mit Verschluss planen oder leicht ausbaubare Ventilatoreneinheiten vorsehen.	X		
	10.2	Revisionsöffnungen	Bei einem Laufraddurchmesser ab 400 mm einen leicht abnehmbaren Revisionsdeckel am Ventilatorgehäuse vorsehen.		X	
11	Wärmerückgewinnung/Wärmeübertrager (siehe Abschnitt 6.3.14 und Abschnitt 6.3.15)					
	11.1	Systemauswahl	Festlegung der Übertragerbauart und -anordnung in der Anlage	X		
	11.2	Kondensat	Auslegung des Siphons	X		
			Notwendigkeit und Auslegung von Tropfenabscheidern		X	
			Angabe von erforderlichen baulichen Maßnahmen (Ablauf, Mindesthöhen usw.)	X		
	11.3	Schnittstellen	Herstellen der Anschlüsse zur Ver- und Entsorgung			X
	11.4	Regelung	Schnittstellen zur Gebäudeautomation			X
12	Erdverlegte Komponenten (siehe Abschnitt 6.3.16)					
	12.1	Revisionsöffnungen	Anordnung und Festlegung der Orte für Revisionsöffnungen zur Zugänglichkeit von wartungsrelevanten Bereichen und Komponenten	X ^{c)}		
	12.2	Transport und Lagerung Lagerung	saubere und trockene Lagerung und Lieferung bis zur Baustelle		X	
			saubere und trockene Lagerung der Luftleitungen und Teilstücke zwischen Lieferung und Einbau			X
	12.3	mikrobielle Vermehrung	Vorgaben zum Verhindern von mikrobieller Vermehrung an der inneren Oberfläche	X ^{c)}		
	12.4	Kondensat	Auslegung und Art des Kondensatablaufs	X ^{c)}		
			Angabe von erforderlichen baulichen Maßnahmen (Ablauf, Mindesthöhen usw.)	X ^{c)}		
	12.5	Anschlüsse an Gebäude und Ansaugbauwerke	Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen an die Hygiene und Dichtheit	X		
	12.6	Material	Festlegung von geeigneten Materialien hinsichtlich: • Wärmeleitfähigkeit • innenseitig glatter Oberfläche • mikrobieller Inertheit	X		
			Ermöglichung eines zeitnahen und vollständigen Kondensatablaufs	X		
			statische und mechanische Stabilität	X		
			Emissionsarmut bezüglich der Parameter nach VDI 6022 Blatt 3	X		
			Reinigbarkeit	X		
			Dichtheit	X		
			Beständigkeit insgesamt	X		
			Desinfizierbarkeit und Desinfektionsmittelbeständigkeit	X		
		Korrosionsbeständigkeit	X			

Tabelle 6. Schnittstellen in Planung, Herstellung und Errichtung (Fortsetzung)

Zeile	Punkt	Schnittstelle	Kurzbeschreibung	Vorrangige Verantwortlichkeit bei der Gruppe der		
				Planer	Hersteller ^{a)}	Errichter ^{b)}
12	12.7	Bedienungsanleitung	Informationen über geeignete Reinigungs- und gegebenenfalls Desinfektionsmittel für die verwendeten Materialien		X	
			Informationen über geeignete Reinigungs- und gegebenenfalls Desinfektionsverfahren für das vollständige System		X	
	12.8	Einbau	Sicherstellung von Gefälle und Dichtheit			X
			Sicherstellung der notwendigen Verfüllung und Beschädigungsfreiheit der Bauelemente			X

X verantwortlich

a) Hersteller der Komponenten

b) Errichter der raumluftechnischen Anlage

c) gegebenenfalls anderer Planer, z.B. Architekt

Table 6. Interfaces in planning, manufacture, and installation

Row	Item	Interface	Brief description	Principal responsibility allocated to the group of		
				planners	manufacturers ^{a)}	installers ^{b)}
0	All components (see Section 6)					
	0.1	selection	hygiene-compliant selection and arrangement of components	X		
			drafting of maintenance concept including cleaning concept			
			drafting of hygiene-compliant performance specification; specification of requirements classes			
	0.2	initial hygiene inspection	incorporating the initial hygiene inspection in the performance specification	X		
	0.3	design of units	ensuring that units and components are designed in compliance with VDI 6022; documentation of deviations		X	
	0.4	installation	ensuring that all air-handling components and units are installed in compliance with VDI 6022; documentation of deviations			X
	0.5	cleaning	incorporating cleaning prior to commissioning/acceptance in the performance specification (option)	X		
			performance of cleaning (option)			X
1	Outdoor-air inlets and exhaust-air outlets (see Section 6.3.1 and Section 6.3.4)					
	1.1	type, position and dimensioning of outdoor-air inlet and exhaust-air outlet	agreeing with building owner on positions and specification of distances taking into account the requirements and based on preliminary dimensioning	X		
	1.2	inspection opening	specification of location of inspection opening in the outdoor-air duct	X		
	1.3	water drain near outdoor-air intake	type and arrangement to be agreed upon with sanitary trade	X		
2	Decentralised air-handling units/terminal units (see Section 6.3.2)					
	2.1	condensate	planning of condensate drain in case of cooling below dew point	X		
	2.2	conformity	declaration of conformity (confirmation and obligation to inform in case of deviations) for the units		X	
	2.3	maintenance	specification of required inspection openings; reservation of space	X		
	2.4	accessibility	accessibility and instructions for operation, checking, and inspection		X	

Table 6. Interfaces in planning, manufacture, and installation (continued)

Row	Item	Interface	Brief description	Principal responsibility allocated to the group of		
				planners	manufacturers ^{a)}	installers ^{b)}
3	Dehumidifiers (see Section 6.3.3)					
	3.1		see heat exchangers (Item 12)			
4	Unit casings (see Section 6.3.5)					
	4.1	design of units	selection of types and specification of the individual components and their arrangement in the unit	X		
			declaration of conformity (confirmation and obligation to inform in case of deviations) for the casings and built-in components		X	
			labelling of the casings of the individual components		X	
	4.2	operability/serviceability	specification of minimum distances for operation and maintenance of the built-in components		X	
	4.3	accessibility (mechanical room)	ensuring installation of, and access to, the components by observing minimum distances	X		
ensuring adequate operability					X	
5	Static-cooling components (see Section 6.3.6)					
	5.1	condensation	avoiding the formation of condensation at the ceiling	X		
	5.2	control	ensuring access to control valves and dew point sensors	X		
6	Air humidifiers (see Section 6.3.7)					
	6.1	water conditioning	compliance with the requirements for the conditioning of water for humidification	X		
	6.2	condensate	dimensioning of drain trap	X		
			necessity or dimensioning of droplet eliminators		X	
			specification of required constructional measures (drain, minimum heights, etc.)	X		
	6.3	control	stepwise shutdown, automatic emptying, dry-blowing		X	
limitation to 90 % r.h.					X	
7	Air-terminal units (see Section 6.3.8)					
	7.1	maintenance	specification of required inspection openings; reservation of space	X		
	7.2	accessibility	accessibility and instructions for operation, checking, and inspection			X
8	Air filters (see Section 6.3.9)					
	8.1	selection	selection of the number of filter stages, filter types, filter classes, and filter arrangement in the supply-air and (in the case of heat recovery) extract-air sections	X		
	8.2	microbial growth	planner's provisions for avoiding microbial growth on the pre-filter	X		
	8.3	monitoring	specification of equipment for filter monitoring	X		
	8.4		indication of pressure differential		X	
	8.5	control	implementation of control solutions for limiting filter moistening			X
	8.6	casing	filter data card			X
9	Air ducts and silencers (see Section 6.3.10 and Section 6.3.12)					
	9.1	inspection openings	arrangement and specification of locations of inspection openings for access to maintenance-relevant components	X		
	9.2	transport and storage	clean and dry storage of the air ducts between delivery and to installation			X
	9.3	microbial growth	planner's provisions for avoiding microbial growth on silencers	X		

Table 6. Interfaces in planning, manufacture, and installation (continued)

Row	Item	Interface	Brief description	Principal responsibility allocated to the group of		
				planners	manufacturers ^{a)}	installers ^{b)}
10	Fan (see Section 6.3.13)					
	10.1	water drain	For radial fans with casing, plan a sealable water drain or provide easy-to-dismantle fan units.	X		
	10.2	inspection openings	For impeller diameters of 400 mm and greater, provide fan casing with easily removable inspection lid.		X	
11	Heat recovery system/heat exchangers (see Section 6.3.14 and Section 6.3.15)					
	11.1	system selection	specification of type of heat exchanger and its arrangement within the system	X		
	11.2	condensate	dimensioning of drain trap	X		
			necessity and dimensioning of droplet eliminators		X	
			specification of required constructional measures (drain, minimum heights, etc.)	X		
	11.3	interfaces	installation of connections for supply and disposal			X
11.4	control	interfaces with building automation			X	
12	Underground components (see Section 6.3.16)					
12	12.1	inspection openings	arrangement and specification of locations of inspection openings for access to maintenance-relevant areas and components	X ^{c)}		
	12.2	transport and storage	clean and dry storage and delivery up to the construction site		X	
			clean and dry storage of the air ducts and sections between delivery and installation			X
	12.3	microbial growth	specifications for preventing microbial growth on the inner surface	X ^{c)}		
	12.4	condensate	dimensioning and type of condensate drainage	X ^{c)}		
			specification of required constructional measures (drain, minimum heights, etc.)	X ^{c)}		
	12.5	connections to buildings and intake structures	consideration of the specific requirements regarding hygiene and tightness	X		
	12.6	material	specification of materials suitable in terms of: • thermal conductivity • smooth inner surface • microbial inertness	X		
			possibility of quick and complete condensate drainage	X		
			static and mechanical stability	X		
			low-emission parameters as per VDI 6022 Part 3	X		
			cleanability	X		
			tightness	X		
			overall resistance	X		
			disinfectability and resistance to disinfectants	X		
			corrosion resistance	X		
	12.7	operating instructions	information about cleaning agents and any required disinfectants suitable for the materials used		X	
			information about cleaning techniques and any required disinfection techniques for the entire system		X	
	12.8	installation	ensuring slope and tightness			X
ensuring the required backfill and that components are undamaged					X	

X responsible

a) component manufacturers

b) installers of the ventilation and air-conditioning system

c) any other planner, e.g. architect

7 Anforderungen an Betrieb und Instandhaltung

7.1 Allgemeine Hinweise

Für den hygienegerechten Betrieb und die Instandhaltung der RLT-Anlage ist der Betreiber verantwortlich. Dieser muss vor der Inbetriebnahme entsprechend organisatorisch und rechtsverbindlich benannt werden. Dabei sind bei allen RLT-Anlagen neben dieser Richtlinie die hierzu übergebenen Anleitungen des Anlagenherstellers und der Geräte- und Komponentenhersteller zu beachten. Außerdem ist für die Organisation des Betriebes die Richtlinienreihe VDI 3810 zugrunde zu legen. Ferner sind auch die Aspekte vorübergehender, belasteter Außenluftsituationen zu berücksichtigen.

Zur Einhaltung der Hygieneanforderungen an den Betrieb und die Instandhaltung von RLT-Anlagen ist es erforderlich, diese in regelmäßigen, kurzen Zeitabständen (siehe Abschnitt 7.3) durch geschultes Fachpersonal zu kontrollieren. Diese Kontrolle wird „Hygienekontrolle“ genannt. Zusätzlich sind in größeren Zeitabständen die RLT-Anlagen Hygieneinspektionen durch entsprechendes Fachpersonal (siehe Abschnitt 7.4) zu unterziehen.

In den folgenden Abschnitten geforderte Untersuchungen werden hinsichtlich der Beurteilungswerte, der erforderlichen Qualifikationen, der Durchführung der Messung und der Bewertung der Messergebnisse in Abschnitt 8 beschrieben, soweit diese vom Wartungspersonal mit Hygieneschulung selbst durchgeführt werden können:

- mikrobiologische Untersuchung von Wässern
- mikrobiologische Untersuchung von Oberflächen
- Messung der Luft
- Bestimmung der Besenreinheit

Die Anwendung der notwendigen Messverfahren wird in Hygieneschulungen, z. B. nach VDI 6022 Blatt 4, vermittelt.

Die Instandhaltungsmaßnahmen hinsichtlich der Hygiene von RLT-Anlagen sind in einer Checkliste (Tabelle 8 in Abschnitt 7.6) zusammengefasst und in Abschnitt 7.2 bis Abschnitt 7.7 ergänzend erläutert. Diese Checkliste enthält auch die Vorgaben für die Intervalle der durchzuführenden Arbeiten.

Je nach der Hygienesituation der RLT-Anlage und der einzelnen Komponenten oder der eingesetzten Messtechnik zur Überwachung der hygienerelevanten Messgrößen können kürzere oder längere Intervalle bei den Hygienekontrollen in Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung (siehe Abschnitt 7.5) oder der Hygiene-Erstinspektion erforderlich/möglich sein. Die Intervalle der Hygiene-

7 Requirements regarding operation and maintenance

7.1 General guidance

Hygiene-compliant operation and maintenance of the ventilation and air-conditioning system lies within the scope of responsibility of the operator. Hence, organisational and legally binding designation of the operator shall have been specified prior to commissioning. In addition to this standard, the relevant instructions delivered by the system manufacturer and the manufacturers of units and components shall be observed for all ventilation and air-conditioning systems. Furthermore, the organisation of operation shall be based on the series of standards VDI 3810. The aspects of temporary outdoor-air contamination shall also be taken into account.

Ventilation and air-conditioning systems shall be checked periodically at short intervals (see Section 7.3) by trained specialised personnel to ensure continued compliance with the hygiene requirements regarding operation and maintenance. This check is termed “hygiene check”. Additionally, at longer intervals, the ventilation and air-conditioning systems shall undergo hygiene inspections by appropriate specialised personnel (see Section 7.4).

The tests specified in the following sections are described in Section 8 in terms of the assessment values, the required qualifications, the measurement procedure, and the evaluation of the measurement results, to the extent that these tests can be carried out by maintenance personnel having passed hygiene training:

- microbiological testing of water
- microbiological testing of surfaces
- air measurement
- determination of clean-swept condition

Training in the application of the necessary measurement techniques is ensured by hygiene training courses, e. g. according to VDI 6022 Part 4.

The measures of hygiene-related maintenance of ventilation and air-conditioning systems are compiled in a checklist (Table 8 in Section 7.6) and are explained in greater detail in Section 7.2 to Section 7.7. The checklist also specifies the intervals at which the activities are to be performed.

Depending on the hygienic situation of the ventilation and air-conditioning system and the individual components or the instrumentation used for monitoring the hygiene-relevant measurands, shorter intervals can be required or longer intervals can be allowed for the hygiene checks based on the result of the hazard assessment (see Section 7.5) or of the initial hygiene inspection. Extending the intervals of hy-

inspektionen sind dabei nicht verlängerbar. Die Gefährdungsbeurteilung und Begründung für die Änderung der Kontrollintervalle ist zu dokumentieren und dem Betreiber der Anlage in geeigneter Form mitzuteilen. Dabei ist auch festzulegen, durch welche Ereignisse derartige Änderungen der Kontrollintervalle wieder aufgehoben werden.

Die Verlängerung von Kontrollintervallen setzt ein fundiertes lufthygienisches Gutachten, beispielsweise durch einen VDI-geprüften Fachingenieur RLQ, auf Basis der Sicherstellung der Erreichung der Schutzziele dieser Richtlinie und gegebenenfalls der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) voraus.

Der Betreiber hat für jede RLT-Anlage ein Betriebsbuch zu führen und bei einer für das Gebäude verantwortlichen Person zu hinterlegen. Diese verantwortliche Person muss vom Betreiber schriftlich beauftragt und bekannt gemacht werden. Es muss mindestens Auskunft geben über:

- Datum der Hygiene-Erstinspektion und gegebenenfalls Prüfung nach Abschnitt 7.2, Name und Anschrift des Prüfenden, siehe Abschnitt 7.2 sowie dessen Hygienequalifizierung nach VDI 6022 Blatt 4
- Datum der Abnahme der RLT-Anlage, festgestellte Mängel, Name und Anschrift des Abnehmenden
- Datum der Beseitigung festgestellter Hygienemängel aus der Hygiene-Erstinspektion, Name und Anschrift des Feststellers
- Name und Anschrift des Betreibers der Anlage, Zeitpunkt der Übernahme und gegebenenfalls Übergabe der Anlage
- Angaben (Datum, Name und Anschrift des Durchführenden) zu hygienerelevanten Veränderungen oder Reparaturen an der RLT-Anlage
- Ort der Aufbewahrung der Ergebnisse der Hygienekontrollen und -inspektionen sowie gegebenenfalls Prüfungsbescheinigungen
- Angaben zu kritischen Befunden bei Hygienekontrollen und/oder -inspektionen (Datum, Name und Anschrift des Feststellers sowie dessen Hygienequalifizierung nach VDI 6022 Blatt 4)
- Ergebnisse durchgeführter Gefährdungsbeurteilungen, die zur Abweichung der Wartungs- oder Kontroll- und Inspektionsintervalle von den allgemein anerkannten Regeln der Technik geführt hat, Datum, Name und Anschrift des Feststellers sowie dessen Hygienequalifizierung nach VDI 6022 Blatt 4

giene inspections is not permitted. The hazard assessment and the reasons for changing the check intervals shall be documented, and the operator of the system shall be informed in an appropriate form. The documentation shall also specify the conditions to be met for reversing such changes to the check intervals.

The extension of check intervals is subject to a well-grounded air-hygiene report by an expert, e.g. a VDI-certified specialist engineer, Category RLQ, on the basis of ensured compliance with the protection goals of this standard and, where applicable, the German Workplace Ordinance (ArbStättV).

For each ventilation and air-conditioning system, the operator shall maintain an operations log and shall keep it with a person responsible for the building. The operator shall commission the responsible person in writing and shall give written notice of the nomination. The log shall contain the following minimum information:

- date of initial hygiene inspection and any checking according to Section 7.2, name and address of inspector, see Section 7.2, and inspector's hygiene qualification according to VDI 6022 Part 4
- date of acceptance test of the ventilation and air-conditioning system, any deficiencies established, name and address of person performing the acceptance test
- date of remedying any hygiene deficiencies established in the context of the initial hygiene inspection, name and address of person declaring
- name and address of operator of the system, date of takeover and, where applicable, handover of the system
- details of hygiene-relevant changes or repairs to the ventilation and air-conditioning system (date, name and address of person performing the respective work)
- place where the results of hygiene checks and inspections and any inspection certificates are kept
- details of critical results of hygiene checks and/or inspections (date, name and address of person declaring, and his/her hygiene qualification according to VDI 6022 Part 4)
- results of conducted hazard assessments which have led to maintenance, check or inspection intervals deviating from the generally acknowledged rules of technology, date, name and address of person declaring, and his/her hygiene qualification according to VDI 6022 Part 4

- Datum der Beseitigung festgestellter Hygienemängel nach Hygienekontrollen oder -inspektionen, Name und Anschrift des Feststellers
- Datum und Angaben zu vorgetragenen Hygienereklamationen der Nutzer, die RLT-Anlage betreffend, Name und Anschrift des Reklamierenden
- Angaben, wo und welche Reinigungs- oder Desinfektionsmittel (Datum, Name und Anschrift des Durchführenden sowie dessen Hygienequalifizierung nach VDI 6022 Blatt 4) zu Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen an der RLT-Anlage inklusive Befeuchterwasseraufbereitung eingesetzt wurden.

Die RLT-Anlagen sind so zu betreiben, dass die Verunreinigung der Luftleitungen und in diese eingebaute Komponenten vermieden oder minimiert wird. Das Verhindern von Verunreinigung und mikrobieller Vermehrung hat Priorität gegenüber der nachträglichen Reinigung.

Werden Arbeiten an Geräten und Komponenten durchgeführt, muss nach deren Abschluss auf eine ausreichende Sauberkeit im Sinne der Richtlinie geachtet werden, bevor die RLT-Anlage wieder in Betrieb gesetzt wird.

RLT-Anlagen müssen vom Betreiber regelmäßig (siehe Tabelle 8 in Abschnitt 7.6) durch qualifizierte Fachkräfte auf Verschmutzung geprüft und gegebenenfalls gereinigt werden. Luftführende Flächen müssen besenrein sein. Regelmäßige Wartung der Anlagen ist zur Aufrechterhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs und der Hygieneanforderungen unbedingt erforderlich. Die Intervalle sind unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen, Vorgaben der Anlagenerrichter, der gesetzlichen und behördlichen Vorgaben und Richtlinien, dem Risiko bei Ausfall der Anlagen, der Brandgefahr sowie gegebenenfalls Erfahrungen aus vorangegangenen Prüfungen vom Anlagenbetreiber festzulegen (siehe auch VDI 3810 Blatt 1 und VDI 3810 Blatt 4).

Für das Reinhalte-Management im Betrieb gilt:

- Vermeidung von Kondensation sowie des Eindringens von Feuchtigkeit in Luftleitungen
- Vermeidung des Eindringens von Flüssigkeiten in luftführende Doppelböden
- Vermeidung von Druckschlägen
Druckschläge können zur erhöhten Ablösung von möglichen Verunreinigungen in den Luftleitungen führen und die Dichtheit der Luftleitungen negativ beeinflussen.

- date of remedying any established hygiene deficiencies after hygiene checks or inspections, name, and address of person declaring
- date and details of hygiene-related complaints from occupants, where these complaints concern the ventilation and air-conditioning system, name and address of person filing the complaint
- information as to which types of cleaning agents or disinfectants were used, and where (date, name and address of person performing the respective work and his/her hygiene qualification according to VDI 6022 Part 4), for cleaning and disinfection measures on the ventilation and air-conditioning system including humidifier water treatment system.

The ventilation and air-conditioning systems shall be operated in such a manner that contamination of the air ducts and their built-in components is avoided or minimised. The prevention of contamination and microbial growth takes precedence over subsequent cleaning.

If work is carried out on units and components, sufficient cleanliness as defined by this standard shall be ensured on completion of any such work and prior to recommissioning the ventilation and air-conditioning system.

The operator shall see to it that ventilation and air-conditioning systems are periodically checked for contamination and, if necessary, cleaned by qualified personnel (see Table 8 in Section 7.6). Air-handling surfaces shall be in clean-swept condition. Periodic maintenance of the systems is essential for sustained specified normal operation and sustained compliance with the hygiene requirements. The intervals shall be specified by the system operator taking into account the ambient conditions, specifications by the system installers, legal regulations, requirements by authorities and standards, the risk involved in system failure, the fire hazard, and any experience from previous inspections (see also VDI 3810 Part 1 and VDI 3810 Part 4).

Clean site management during operation shall consider the following requirements:

- prevention of condensation and of moisture ingress in air ducts
- prevention of ingress of liquids in air-handling false floors
- prevention of pressure surges
Pressure surges increase the risk of potential contamination coming off the air duct walls and can affect the tightness of the air ducts.

Eine Reinigung ist gegenüber einer Desinfektion grundsätzlich vorrangig. Nur bei erwiesener Notwendigkeit darf zielgerichtet desinfiziert werden. Eine Desinfektion darf nur mittels solcher Stoffe oder Methoden erfolgen, deren Wirksamkeit und gesundheitliche Unbedenklichkeit unter Praxisbedingungen nachgewiesen wurde (siehe Verordnung (EU) Nr. 528/2012 über Biozidprodukte).

Nach der Durchführung von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen ist vor Aufnahme des Betriebs der Erfolg/die Wirksamkeit der Reinigungsarbeiten messtechnisch festzustellen und zu dokumentieren. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass durch die verwendeten Mittel/Arbeiten keine gesundheitlich bedenklichen oder geruchsaktiven Stoffe in die Zuluft gelangen.

Bei der Planung der vorgenannten regelmäßigen Arbeiten sind mindestens die in Tabelle 8 in Abschnitt 7.6 genannten Maßnahmen durchzuführen. Bei Anlagen im Bestand ist zu prüfen, ob zusätzliche Messungen der Staubkonzentration in der Zuluft notwendig sind.

7.2 Hygiene-Erstinspektion

7.2.1 Inhalte und Ziele der Hygiene-Erstinspektion

Die Hygiene-Erstinspektion dokumentiert den Übereinstimmungsgrad der geprüften RLT-Anlage mit den Anforderungen dieser Richtlinie. Das Ergebnis der Hygiene-Erstinspektion kann als Baustein für eine Gefährdungsbeurteilung genutzt werden und ist im RLT-Betriebsbuch zu dokumentieren.

Aufgaben der Hygiene-Erstinspektion sind:

- Kontrolle der Einhaltung der Anforderungen in
 - Planung/Konstruktion
 - Fertigung, Ausführung und Montage
- Festlegung und Dokumentation der Mindestprüf-orte für
 - Hygienekontrollen
 - Wiederholungshygieneinspektionen
- Beurteilung der Hygiene der RLT-Anlage, mindestens im Umfang der Wiederholungshygieneinspektionen (siehe auch Abschnitt 7.4).

Zur Durchführung der Hygiene-Erstinspektion wird eine Prüfliste zur Verfügung gestellt, die die Prüfkriterien auflistet (siehe Tabelle 7). Die Prüfliste ist an die individuelle Anlagenkonfiguration anzupassen.

Das Ergebnis der Hygiene-Erstinspektion kann wie folgt zusammengefasst werden:

- a) Die Anlage entspricht vollständig den Anforderungen und kann hygienisch sicher betrieben werden.

As a matter of principle, cleaning shall take precedence over disinfection. Targeted disinfection shall be allowed only if proved necessary. Disinfection shall only be carried out using substances or methods which have been demonstrated to be effective and harmless to health under practical conditions (see Regulation (EU) No 528/2012 about biocidal products).

After cleaning and disinfection measures have been taken and prior to commencing operation, the success/effectiveness of the cleaning work shall be verified by measurements and documented. It also has to be ensured that no harmful or odorous substances will enter the supply air as a result of the agents used and work performed.

When planning the above-mentioned periodic work, at least the measures listed in Table 8 in Section 7.6 shall be included. For existing systems, it has to be checked whether additional measurements of the dust concentration in the supply air are necessary.

7.2 Initial hygiene inspection

7.2.1 Contents and goals of the initial hygiene inspection

The initial hygiene inspection documents to which degree the inspected ventilation and air-conditioning system complies with the requirements of this standard. The result of the initial hygiene inspection can be used as a contribution to a hazard assessment and shall be documented in the operations log of the ventilation and air-conditioning system.

The tasks of the initial hygiene inspection include:

- verification of compliance with the requirements regarding
 - planning/design
 - manufacture, execution, and assembly
- specification and documentation of the minimum required locations for
 - hygiene checks
 - repeated hygiene inspections
- hygiene assessment of the ventilation and air-conditioning system, covering at least the scope of the repeated inspections (see also Section 7.4).

A checklist of inspection criteria for performing the initial hygiene inspection is provided in this standard (see Table 7). The checklist is to be tailored to the individual system configuration.

The result of the initial hygiene inspection can be summarised as follows:

- a) The system fully complies with the requirements and allows hygienically safe operation.

- b) Die Anlage entspricht nicht in allen Punkten den Anforderungen und kann unter Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen hygienisch sicher betrieben werden (siehe auch Bestandsanlagen im Abschnitt 5).
- c) Die Anlage entspricht nicht in allen Punkten den Anforderungen und stellt im weiteren Betrieb ein Hygienierisiko dar, das nicht durch Ersatzmaßnahmen kompensiert werden kann.

Die Hygiene-Erstinspektion muss von Fachpersonal, qualifiziert mindestens gemäß VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A durchgeführt werden. Zur Sicherstellung der korrekten Durchführung wird empfohlen, einen Hygieniker, einen Hygienefachkundigen oder einen VDI-geprüften Fachingenieur RLQ hinzuzuziehen.

Die Hygiene-Erstinspektion ersetzt in keinem Fall eine hygienegerechte Planung und Ausführung der Anlagen. Sie kann nur Fehler in der Planung/Konstruktion, Fertigung, Ausführung und Montage aufdecken und soll die Grundlage für deren Beseitigung bilden. Am Markt etablierte Baumusterprüfungen garantieren nicht die hygienegerechte Montage und Anordnung der Komponenten in der RLT-Anlage. Baumusterprüfungen leisten zwar einen Beitrag als Abgleich zur regelgerechten hygienischen Ausführung der RLT-Komponenten, lassen jedoch keine explizite Aussage zu über den hygienischen Gesamtzustand der einzelnen errichteten RLT-Anlage. Baumusterprüfungen von Komponenten sind optionale Leistungen im Rahmen der Hygienesokumentation und keine Voraussetzung zur Durchführung der Hygiene-Erstinspektion.

Die Hygiene-Erstinspektion ist mindestens durchzuführen

- an neu errichteten RLT-Anlagen nach Fertigstellung, aber unmittelbar vor Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebs,
- nach wesentlichen Änderungen an der RLT-Anlage, möglichst vor der weiteren Nutzung,
- an Anlagen im Bestand, an denen bisher noch keine Hygiene-Erstinspektion durchgeführt wurde.

Die Durchführung der Hygiene-Erstinspektion bei einem Betreiberwechsel wird empfohlen.

7.2.2 Voraussetzungen für die Hygiene-Erstinspektion

Die Voraussetzungen für eine Hygiene-Erstinspektion sind:

- vollständige Installation
- betriebsbereite Anlage
- Anlagenschema/Strangschema

- b) The system does not in all points comply with the requirements but allows hygienically safe operation if compensating measures are taken (see also existing systems in Section 5).
- c) The system does not in all points comply with the requirements and its continued operation poses a hygiene risk which cannot be countered by compensating measures.

The initial hygiene inspection shall be performed by specialised personnel having at least Category A qualification according to VDI 6022 Part 4. To ensure proper performance, it is recommended to involve a hygienist, hygiene expert or VDI-certified specialist engineer, Category RLQ.

The initial hygiene inspection never replaces hygiene-compliant planning and execution of the systems. It can only detect faults in planning/design, manufacture, execution, and assembly and is intended to form the basis for remedying such faults. Type tests generally accepted in the market do not ensure hygiene-compliant assembly and arrangement of the components in the ventilation and air-conditioning system. Type tests do contribute to the comparison of the air-handling components regarding proper execution in accordance with hygiene rules, but they do not allow an explicit statement about the overall hygienic condition of the individual ventilation and air-conditioning system installed. Type tests of components are optional services in the framework of the hygiene documentation and are not prerequisite to the performance of the initial hygiene inspection.

The initial hygiene inspection shall be performed at least

- on newly installed ventilation and air-conditioning systems, on completion but immediately before commencing specified normal operation,
- following substantial modifications to the ventilation and air-conditioning system, prior to further use, where possible,
- on existing systems which have not so far undergone initial hygiene inspection.

Performing the initial hygiene inspection when operators change is recommended.

7.2.2 Prerequisites to performing the initial hygiene inspection

The prerequisites to performing an initial hygiene inspection are:

- installation completed
- system ready for operation
- system schematic/piping diagram

- ausreichend detaillierte Komponentenbeschreibung
- Planungsunterlagen (z. B. Revisionszeichnungen, Funktionsbeschreibung, Liste der vereinbarten Normen und Richtlinien, vereinbarte Raumluftqualität)

7.2.3 Hygiene-Erstinspektion mit VDI-Prüfbescheinigung

Für eine Hygiene-Erstinspektion, die von einem VDI-geprüften Fachingenieur RLQ durchgeführt wurde, kann eine Prüfbescheinigung beantragt werden.

Mit der Ausstellung der Prüfbescheinigung und der entsprechenden Kennzeichnung der RLT-Anlage als „durch einen VDI-geprüften Fachingenieur RLQ nach VDI 6022 Blatt 1 geprüfte RLT-Anlage“ entstehen eine höhere Betreibersicherheit und eine Transparenz gegenüber dem Nutzer der Räume und der Gebäude. Die Prüfbescheinigung nach dieser Richtlinie ist ein wichtiges und geeignetes Kriterium zur Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden.

Details zur Prüfbescheinigung von RLT-Anlagen werden in einem Zertifizierungsprogramm geregelt. Voraussetzungen für die Ausstellung einer „Prüfbescheinigung nach VDI 6022 Blatt 1 für die RLT-Anlage“ sind:

- Vorlage der schriftlichen Bestätigungen des Planers und Herstellers der RLT-Anlage oder ihrer Komponenten auf Erfüllung aller Anforderungen aus Tabelle 5 (vorrangige Verantwortlichkeit), Muster in Anhang A
- Qualifikation des Prüfers nach VDI 6022 Blatt 4, Kategorie RLQ
- mängelfrei bestandene Hygiene-Erstinspektion gemäß Tabelle 7 (in allen Prüfkriterien) inklusive Plausibilitätsprüfung der oben genannten Bestätigungen des Planers und des Herstellers (Spalte „Erklärung des Planers“ und Spalte „Erklärung des Herstellers“ der Tabelle 7) und inklusive der Erfüllung der relevanten Richtwerte dieser Richtlinie bezüglich der durchgeführten mikrobiologischen Untersuchungen

Die Prüfbescheinigung der RLT-Anlage gilt nur fortgesetzt bei

- einer Anlage ohne wesentliche Änderung und
- Mängelfreiheit nach den regelmäßigen Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen sowie
- Betrieb entsprechend VDI 3810 Blatt 4.

- sufficiently detailed component description
- planning documents (e.g. as-built drawings, function description, list of agreed standards, agreed indoor air quality)

7.2.3 Initial hygiene inspection with VDI inspection certificate

It is possible to apply for an inspection certificate if the initial hygiene inspection was performed by a VDI-certified specialist engineer, Category RLQ.

The issuing of the inspection certificate and the respective marking of the ventilation and air-conditioning system as “ventilation and air-conditioning system inspected by a specialist engineer VDI-certified to Category RLQ as per VDI 6022 Part 1” provide a higher level of safety and reliability for the operator as well as transparency for the occupants of the rooms or buildings. The inspection certificate issued in accordance with this standard is an important and appropriate criterion for the sustainability assessment of buildings.

Details regarding the inspection certificate for ventilation and air-conditioning systems are specified in a certification program. Prerequisites to issuing an “inspection certificate as per VDI 6022 Part 1 for the ventilation and air-conditioning system” are:

- submission of the written declarations by the planner and the manufacturer of the ventilation and air-conditioning system or its components that all requirements as per Table 5 (principal responsibility) have been fulfilled, template in Annex A
- inspector’s qualification in accordance with VDI 6022 Part 4, Category RLQ
- initial hygiene inspection passed without defects as per Table 7 (for all check criteria) including plausibility check of the above-mentioned declarations of the planner and the manufacturer (“planner’s declaration” column and “manufacturer’s declaration” column in Table 7) and including compliance with the relevant standard values defined in this standard for the microbiological tests performed

The inspection certificate of the ventilation and air-conditioning system shall continue to be valid only if

- the system undergoes no substantial modification and
- is still free from defects after the periodic hygiene checks and hygiene inspections, as well as
- operation complies with VDI 3810 Part 4.

Bei erdreichberührten Anlagenteilen ist zu beachten, dass die Besonderheiten hinsichtlich der Einbausituation, der Anzahl und Anordnung von Revisionsöffnungen sowie der Reinigung zu berücksichtigen sind, siehe Abschnitt 7.6.15. Der Prüfpunkt 14.4 (Gefälle) ist schon im Rahmen der Verlegung zu prüfen und das Prüfergebnis zu dokumentieren.

In the case of system components in contact with soil, consideration shall furthermore be given to the specifics of the installation situation, the number and arrangement of inspection openings, and cleaning, see Section 7.6.15. The check item 14.4 (slope) shall be checked, and the result documented, as early as the laying stage.

Tabelle 7. Prüfliste für die Hygiene-Erstinspektion

Zeile	Komponente/ Punkt	Prüfkriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Nachweis erfolgt durch			Bemerkung
					Prüfung vor Ort	Erklärung des Planers ^{a)}	Erklärung des Herstellers ^{a)}	
0	Gesamtanlage (siehe Abschnitt 6)							
	0.1	Sind die Luftvolumenströme unter Berücksichtigung der personen- und stofflastbezogenen Außenluftvolumenströme auch bei ungünstigen Außenlufttemperaturen richtig gewählt oder nachgewiesen (siehe Abschnitt 6.1.1)?			X	(X)		
	0.2	Entspricht die Anordnung der Komponenten der RLT-Anlage den Forderungen von VDI 6022 Blatt 1?			X			
	0.3	Sind in den Technikzentralen ausreichend Flächen für Inspektions- und Wartungsarbeiten vorhanden (siehe auch VDI 2050)?			X			
	0.4	Sind notwendige Inspektions- und Reinigungsöffnungen in der Dokumentation dargestellt?			X			
	0.5	Ist erkennbar, dass bei der Lagerung des Materials und bei der Montage das geforderte Reinhalte-Management eingehalten wurde?			X			
	0.6	Sind geeignete Lagermöglichkeiten für Ersatzfilter vorhanden?			X			
	0.7	Sind die Instandhaltungsarbeiten nach VDI 6022 Blatt 1 geregelt?			X			
	0.8	Liegen für das Instandhaltungspersonal die geforderten Qualifizierungsnachweise nach VDI 6022 Blatt 4 vor?			X			
	0.9	Liegen Herstellerinformationen zur Eignung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln vor?					X	
1	Außenluftdurchlass (siehe Abschnitt 6.3.1)							
	1.1	Wurde die Außenluftansaugung unter Berücksichtigung der Umgebungssituation und der Fortluftabführung so realisiert, dass negative Einflüsse auf die angesaugte Außenluft weitestmöglich ausgeschlossen sind?				X		
	1.2	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	1.3	Bietet die Außenluftansaugung konstruktiv die Voraussetzungen für die Verhinderung des Eintrags von Schnee, Regen, Laub, Kleintieren?			X			
	1.4	Ist sichergestellt, dass der Außenluftdurchlass mit vertretbarem Aufwand inspiziert und gereinigt werden kann?			X			
2	Dezentrale RLT-Geräte/-Endgeräte (siehe Abschnitt 6.3.2) Grundsätzlich gelten für alle Komponenten der dezentralen Geräte die gleichen Anforderungen wie für Komponenten in zentralen Anlagen. Die Prüfung und Dokumentation der Prüfergebnisse erfolgt in den entsprechenden Zeilen dieser Tabelle bei den Komponenten.							
	2.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	2.2	Ist die Zugängigkeit entsprechend VDI 6022 Blatt 1 gewährleistet?			X			
	2.3	Ist die ordnungsgemäße Ableitung von anfallendem Kondensat sichergestellt?			X			
	2.4	Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich?			X			
	2.5	Sind alle luftführenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest?			X			
	2.6	Ist die angeschlossene Außenluft entsprechend Tabelle 4 gefiltert?			X			

Tabelle 7. Prüfliste für die Hygiene-Erstinspektion (Fortsetzung)

Zeile	Komponente/ Punkt	Prüfkriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Nachweis erfolgt durch			Bemerkung
					Prüfung vor Ort	Erklärung des Planers ^{a)}	Erklärung des Herstellers ^{a)}	
3	Entfeuchter (siehe Abschnitt 6.3.3)							
	3.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	3.2	Ist die Zugängigkeit zum Entfeuchter entsprechend VDI 6022 Blatt 1 gewährleistet?			X			
	3.3	Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich?			X			
	3.4	Ist durch das Entfeuchtungsprinzip eine Übertragung von Gasen und Partikeln in die Zuluft ausgeschlossen?				X		
	3.5	Ist die Kondensatwanne aus korrosionsbeständigem Material hergestellt?					X	
	3.6	Ist der Kondensatablauf durch geeignetes Gefälle sichergestellt? Ist der Kondensatablauf über einen Siphon und freien Auslauf realisiert?			X			
	3.7	Bietet die Regelung die Gewähr des Trockenfahrens?				X		
	3.8	Sind Abstand und Form der Lamellen unter Berücksichtigung der Luftgeschwindigkeit und des Staubgehalts der Luft richtig gewählt?				X		
	3.9	Sind gegebenenfalls erforderliche Tropfenabscheider vorhanden und sind diese richtig ausgelegt?				X		
	3.10	Ist der Entfeuchter mit vertretbarem Aufwand zu inspizieren und zu reinigen?			X			
4	Gerätegehäuse (siehe Abschnitt 6.3.5)							
	4.1	Wurden die Forderungen der VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	4.2	Haben die Gerätegehäuse die erforderliche Dichtheitsklasse?					X	
	4.3	Sind alle luftführenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest? Haben Lüftungsgeräte, auch gemauerte Kammerzentralen, einen glatten Boden ohne Rillen und Vertiefungen?			X			
	4.4	Verfügen die Komponenten über die geforderten Schaugläser (gegebenenfalls mit Verdunklung), Türen, Deckel und Beleuchtungseinrichtungen?			X			
	4.5	Sind die Komponenten des RLT-Geräts mit vertretbarem Aufwand zu inspizieren und zu reinigen?			X			
5	Komponenten zur stillen Kühlung (siehe Abschnitt 6.3.6)							
	5.1	Wurden die Forderungen der VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	5.2	Ist die Zugängigkeit entsprechend VDI 6022 Blatt 1 gewährleistet?			X			
	5.3	Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich?			X			
	5.4	Sind alle luftführenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest?			X			
	5.5	Sind die Kühlwassertemperaturen so gewählt und geregelt, dass Kondensation an wasserführenden Komponenten ausgeschlossen werden kann, oder ist eine entsprechende Kondensatableitung vorhanden?				X		
	5.6	Kann der luftführende Deckenhohlraum mit vertretbarem Aufwand regelmäßig inspiziert und gereinigt werden?			X			
	5.7	Können die Kühlelemente der Kühldecke mit vertretbarem Aufwand regelmäßig inspiziert und gereinigt werden?			X			
6	Luftbefeuchter (siehe Abschnitt 6.3.7)							
	6.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien und Zusatzstoffe eingehalten?					X	
	6.2	Ist die Zugängigkeit zum Luftbefeuchter entsprechend VDI 6022 Blatt 1 gewährleistet?			X			

Tabelle 7. Prüfliste für die Hygiene-Erstinspektion (Fortsetzung)

Zeile	Komponente/ Punkt	Prüfkriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Nachweis erfolgt durch			Bemerkung
					Prüfung vor Ort	Erklärung des Planers ^{a)}	Erklärung des Herstellers ^{a)}	
6	6.3	Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich?			X			
	6.4	Ist die erforderliche Länge der Befeuchtungsstrecken eingehalten?				X		
	6.5	Ist der Wasserablauf durch geeignetes Gefälle sichergestellt? Sind die Wasserabläufe über jeweils einen Siphon und freien Auslauf realisiert?			X			
	6.6	Sind wasserführende Komponenten für Stillstandszeiten der Anlage einfach und rückstandsfrei zu entleeren?			X			
	6.7	Wird Trockenfahren gewährleistet?				X		
	6.8	Sind erforderliche Tropfenabscheider vorhanden und sind diese ordnungsgemäß ausgelegt?			X	X		
	6.9	Ist die Zugänglichkeit für Inspektion und Reinigung gewährleistet?			X			
	6.10	Sind die Anforderungen an die Qualität des Zuspisewassers erfüllt?			X			
	6.11	Sind die Anforderungen an die Qualität des Umlaufwassers erfüllt?			X			
7	Luftdurchlässe (siehe Abschnitt 6.3.8)							
	7.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	7.2	Sind alle luftführenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest?			X			
	7.3	Sind die Luftdurchlässe mit vertretbarem Aufwand zugänglich und reinigbar?			X			
8	Luftfilter (siehe Abschnitt 6.3.9)							
	8.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	8.2	Ist die Zugängigkeit zum Luftfilter entsprechend VDI 6022 Blatt 1 gewährleistet?			X			
	8.3	Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich?			X			
	8.4	Sind die geeigneten Luftfilterqualitäten realisiert worden?				X		
	8.5	Sind die Luftfilter in der richtigen Position innerhalb der RLT-Anlage angeordnet?			X			
	8.6	Gewährleistet die Filterhalterung und das Filtermaterial eine vollständige und gleichmäßige Filterung der Luft?			X			
	8.7	Ist ausreichend Platz für Luftfilter und deren Austausch vorhanden?			X			
	8.8	Ist ein ausreichender Abstand der Filtertaschen zu angrenzenden Oberflächen vorhanden?			X			
	8.9	Wird zur Vermeidung von mikrobiellem Wachstum relevante Feuchtigkeit auf den Filtern sicher verhindert?			X			
	8.10	Sind alle notwendigen Angaben an der Luftfilterkammer vorhanden?			X			
	8.11	Werden Ersatzfilter ordnungsgemäß gelagert?			X			
	8.12	Ist bei Anlagen > 1000 m³/h eine geeignete Filterdrucküberwachung realisiert?			X			
9	Luftleitungen (siehe Abschnitt 6.3.10)							
	9.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	9.2	Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich und für die Sicherstellung der Hygiene ausreichend?			X			
	9.3	Sind alle luftführenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest?			X			

Tabelle 7. Prüfliste für die Hygiene-Erstinspektion (Fortsetzung)

Zeile	Komponente/ Punkt	Prüfkriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Nachweis erfolgt durch			Bemerkung
					Prüfung vor Ort	Erklärung des Planers ^{a)}	Erklärung des Herstellers ^{a)}	
9	9.4	Können die luftführenden Oberflächen der Zuluftleitungen als mindestens besenrein eingeschätzt werden?			X			
	9.5	Sind Taupunktunterschreitungen im Luftleitungsnetz sicher ausgeschlossen oder sind Ersatzmaßnahmen getroffen?			X			
	9.6	Sind alle Anforderungen an luftführende Doppelböden, Deckenhohlräume und Betonkanäle usw. erfüllt?			X			
	9.7	Sind flexible Luftleitungen auf das Mindestmaß reduziert und bei Verschmutzung austauschbar?				X		
	9.8	Erfüllen die erdverlegten Luftleitungen die Anforderungen der Hygiene aus VDI 6022 Blatt 1, Abschnitt 4.3.10 oder sind geeignete Ersatzmaßnahmen getroffen?			X			
	9.9	Ist das Luftleitungsnetz in der geeigneten Dichtheitsklasse erstellt?				X		
10	Schalldämpfer (siehe Abschnitt 6.3.12)							
	10.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	10.2	Ist die Zugängigkeit der Schalldämpfer entsprechend VDI 6022 Blatt 1 gewährleistet?			X			
	10.3	Hat das Schalldämpfergehäuse die erforderliche Dichtheitsklasse?					X	
	10.4	Sind die Schalldämpfer in Bereichen mit ausreichend gefilterter Luft eingesetzt?			X			
	10.5	Sind die eingesetzten Materialien unbeschädigt, abriebfest oder entsprechend verkleidet?			X			
	10.6	Ist eine Durchfeuchtung der Schalldämpfer sicher ausgeschlossen?			X			
	10.7	Sind Rohrschalldämpfer einseitig und rechteckige Kulissenschalldämpfer beidseitig zugänglich? Oder ist eine leichte Demontage möglich?			X			
11	Ventilator (siehe Abschnitt 6.3.13)							
	11.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung der VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	11.2	Ist die Zugängigkeit zum Ventilator entsprechend der VDI 6022 Blatt 1 gewährleistet?			X			
	11.3	Ist die ordnungsgemäße Ableitung von Kondensat sichergestellt?			X			
	11.4	Sind alle luftführenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest?			X			
	11.5	Sind die Ventilatoren für Instandhaltungs- und Reinigungsmaßnahmen mit vertretbarem Aufwand zugänglich?			X			
	11.6	Besitzen Radialventilatoren > 400 mm einen leicht abnehmbaren Revisionsdeckel?			X			
12	Wärmerückgewinnung/Wärmeübertrager (siehe Abschnitt 6.3.14 und Abschnitt 6.3.15)							
	12.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung der VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	12.2	Sind die dokumentierten Inspektions- und Reinigungsöffnungen tatsächlich vorhanden und mit vertretbarem Aufwand zugänglich?			X			
	12.3	Hat das Gehäuse die erforderliche Dichtheitsklasse?					X	
	12.4	Sind alle luftführenden Oberflächen technisch glatt und abriebfest?			X			
	12.5	Ist durch den Wärmeübertrager eine Übertragung von Schad- und Geruchsstoffen (siehe Abschnitt 4.3.15) in die Zuluft ausgeschlossen?				X		
	12.6	Sind die Wärmeübertrager beidseitig ausreichend zugänglich, gegebenenfalls ausziehbar?			X			
	12.7	Liegt in den Kondensatwannen ein allseitiges, ausreichendes Gefälle zum Kondensatablauf vor? Sind die Kondensatabläufe über jeweils einen Siphon und freien Auslauf realisiert?			X			

Tabelle 7. Prüfliste für die Hygiene-Erstinspektion (Fortsetzung)

Zeile	Komponente/ Punkt	Prüfkriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Nachweis erfolgt durch			Bemerkung
					Prüfung vor Ort	Erklärung des Planers ^{a)}	Erklärung des Herstellers ^{a)}	
12	12.8	Sind gegebenenfalls erforderliche Tropfenabscheider vorhanden und sind diese ordnungsgemäß ausgelegt?			X	X		
	12.9	Sind die vorhandenen Tropfenabscheider mit vertretbarem Aufwand zugänglich und herausziehbar oder leicht zu demontieren?			X			
13	Erdverlegte Komponenten (siehe Abschnitt 6.3.16)							
	13.1	Wurden die Forderungen zur Einhaltung von VDI 6022 Blatt 1 hinsichtlich verwendeter Materialien eingehalten?					X	
	13.2	Sind die eingesetzten Materialien für die gestellten Anforderungen an die Reinigung gemäß VDI 6022 Blatt 1 geeignet? (Flexible Rohre, z.B. Wellrohre, sind ungeeignet.)				X		
	13.3	Wurden bei der Verlegung der Rohrleitungen und Kanäle die bautechnischen Anforderungen (Anforderungen an Verlegung und Einbettung der Rohre und Kanäle, an Frostschutz, an Verfüllung, an die Statik, gegebenenfalls an die Auftriebssicherheit) erfüllt?					X	
	13.4	Sind die Rohrleitungen und Kanäle mit ausreichend Gefälle verlegt? (Prüfung auf Kontergefälle bereits vor Verfüllung)					X	
	13.5	Wurden beim Einbau die Anforderungen an die Erstellung von Verbindungen zwischen den Rohren und Kanälen eingehalten? (Der Einsatz von Klebstoffen ist nur dann zulässig, wenn von diesen keine Gesundheitsgefährdung und/oder Geruchsbelästigung ausgehen.)					X	
	13.6	Wurde eine Dichtheitsprüfung gemäß DIN EN 1610 durchgeführt?					X	
	13.7	Sind die geforderten Revisionsöffnungen zur Zugänglichkeit von wartungsrelevanten Bereichen und Komponenten vorhanden?			X			
	13.8	Sind zur rückstandlosen Kondensatabführung die notwendigen Kondensatabläufe vorhanden und ist die Trennung mittels freien Auslaufs vom Abwassersystem realisiert?			X			
	13.9	Wurde vor der Hygiene-Erstinspektion eine Reinigung des kompletten erdverlegten Anlagenbereichs vorgenommen?					X	
	13.10	Liegen Herstellerinformationen zur Reinigung und Desinfektion des Erdregisters sowie der dazu geeigneten Mittel vor?					X	

X verantwortlich (X) mitverantwortlich

a) Prüfung vor Ort erforderlich

Table 7. Checklist for initial hygiene inspection

Row	Component/ item	Check criterion	Met	Not met	Proof furnished by			Remark
					check on site	planner's declaration ^{a)}	manufacturer's declaration ^{a)}	
0	Overall system (see Section 6)							
	0.1	Taking into account the outdoor-air volume flows in relation to occupancy and substance loads, have the air volume flows been chosen correctly/been demonstrated to be correct even for unfavourable outdoor-air temperatures (see Section 6.1.1)?			X	(X)		
	0.2	Does the arrangement of the components of the ventilation and air-conditioning system fulfil the requirements of VDI 6022 Part 1?			X			
	0.3	Sufficient space available for inspection and maintenance activities in mechanical equipment rooms (see also VDI 2050)?			X			
	0.4	Are necessary inspection and cleaning openings represented in the documentation?			X			
	0.5	Is there evidence that the required clean site management was complied with during storage of the material and during assembly?			X			
	0.6	Are suitable storage facilities available for spare filters?			X			
	0.7	Have maintenance activities been planned in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			

Table 7. Checklist for initial hygiene inspection (continued)

Row	Component/ item	Check criterion	Met	Not met	Proof furnished by			Remark
					check on site	planner's declara- tion ^{a)}	manufac- turer's dec- laration ^{a)}	
0	0.8	Have qualification certificates been submitted for the maintenance personnel as required by VDI 6022 Part 4?			X			
	0.9	Is manufacturer's information in hand regarding the suitability of cleaning agents and disinfectants?					X	
1	Outdoor-air inlet (see Section 6.3.1)							
	1.1	Has the outdoor-air intake been designed taking into account the environment and the exhaust-air routing so that negative impacts on the outdoor air taken in are excluded to the largest possible extent?				X		
	1.2	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	1.3	Does the outdoor-air intake fulfil the design requirements for preventing the entry of snow, rain, leaves, small animals?			X			
	1.4	Have measures been taken to ensure inspection and cleaning of the outdoor-air inlet with reasonable effort?			X			
2	Decentralised air-handling units/terminal units (see Section 6.3.2) As a matter of principle, for all components of the decentralized units the same requirements as for compounts in central systems. The test and documentation of the results shall be performed in the corresponding routs of this table at the components.							
	2.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	2.2	Is access ensured in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			
	2.3	Is proper drainage of any condensate ensured?			X			
	2.4	Do the inspection and cleaning openings exist as documented and can they be accessed with reasonable effort?			X			
	2.5	All air-handling surfaces technically smooth and abrasion-proof?			X			
	2.6	Is the connected outdoor air filtered as per Table 4?			X			
3	Dehumidifiers (see Section 6.3.3)							
	3.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	3.2	Is access to dehumidifier ensured in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			
	3.3	Do the inspection and cleaning openings exist as documented and can they be accessed with reasonable effort?			X			
	3.4	Does the dehumidification principle exclude the carryover of gases and particles into the supply air?				X		
	3.5	Is the condensate tray made of corrosion-resistant material?					X	
	3.6	Is the condensate drainage ensured by suitable slope? Is the condensate drained via drain trap and air gap?			X			
	3.7	Is drying reliably ensured by the control system?				X		
	3.8	Have lamella spacing and shape been chosen correctly in view of air velocity and air dust load?				X		
	3.9	Have droplet eliminators been provided where necessary, and are they dimensioned properly?				X		
4	Unit casings (see Section 6.3.5)							
	4.1	Have the requirements of VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	4.2	Do unit casings achieve the required tightness class?					X	
	4.3	Are all air-handling surfaces technically smooth and abrasion-proof? Do ventilating units, even central air-handling units with brick walls, have a smooth bottom without grooves or pits?			X			
	4.4	Are components provided with the required inspection windows (with means for darkening where necessary), doors, lids, and lighting equipment?			X			
	4.5	Can the components of the air-handling unit be inspected and cleaned with reasonable effort?			X			

Table 7. Checklist for initial hygiene inspection (continued)

Row	Component/ item	Check criterion	Met	Not met	Proof furnished by			Remark
					check on site	planner's declara- tion ^{a)}	manufac- turer's dec- laration ^{a)}	
5	Static-cooling components (see Section 6.3.6)							
	5.1	Have the requirements of VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	5.2	Is access ensured in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			
	5.3	Do the inspection and cleaning openings exist as documented and can they be accessed with reasonable effort?			X			
	5.4	Are all air-handling surfaces technically smooth and abrasion-proof?			X			
	5.5	Have the cooling-water temperatures been chosen and set such as to exclude condensation on water-carrying components, or has suitable condensate drainage been provided for?				X		
	5.6	Does the air-handling ceiling plenum allow periodic inspection and cleaning with reasonable effort?			X			
	5.7	Do the cooling elements of the chilled ceiling allow periodic inspection and cleaning with reasonable effort?			X			
6	Air humidifiers (see Section 6.3.7)							
	6.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials and additives used?					X	
	6.2	Is access to air humidifier ensured in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			
	6.3	Do the inspection and cleaning openings exist as documented and can they be accessed with reasonable effort?			X			
	6.4	Is the required length of humidification sections complied with?				X		
	6.5	Is water drainage ensured by suitable slope? Is each drain provided with drain trap and air gap?			X			
	6.6	Can water-carrying components be emptied easily and without residues for system standstills?			X			
	6.7	Drying reliably ensured?				X		
	6.8	Have required droplet eliminators been provided and are they dimensioned properly?			X	X		
	6.9	Is access for inspection and cleaning ensured?			X			
	6.10	Does the supply water meet the quality requirements?			X			
	6.11	Does the recirculating water meet the quality requirements?			X			
7	Air-terminal units (see Section 6.3.8)							
	7.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	7.2	Are all air-handling surfaces technically smooth and abrasion-proof?			X			
	7.3	Can the air-terminal units be accessed and cleaned with reasonable effort?			X			
8	Air filters (see Section 6.3.9)							
	8.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	8.2	Is access to air filter ensured in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			
	8.3	Do the inspection and cleaning openings exist as documented and can they be accessed with reasonable effort?			X			
	8.4	Have suitable air filter classes been chosen?				X		
	8.5	Are the air filters correctly positioned within the ventilation and air-conditioning system?			X			
	8.6	Do filter frame and filter material ensure thorough and uniform air filtration?			X			
	8.7	Is there sufficient space available for air filters and for replacing them?			X			
	8.8	Is there sufficient distance of filter pockets from adjacent surfaces?			X			
	8.9	Is moisture on filters relevant to microbial growth reliably prevented?			X			

Table 7. Checklist for initial hygiene inspection (continued)

Row	Component/ item	Check criterion	Met	Not met	Proof furnished by			Remark
					check on site	planner's declara- tion ^{a)}	manufac- turer's dec- laration ^{a)}	
8	8.10	Have all required data been marked on the air-filter chamber?			X			
	8.11	Are spare filters being stored properly?			X			
	8.12	Is suitable filter pressure monitoring provided for systems > 1000 m³/h?			X			
9	Air ducts (see Section 6.3.10)							
	9.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	9.2	Do the inspection and cleaning openings exist as documented, can they be accessed with reasonable effort and are they sufficient for ensuring hygiene?			X			
	9.3	Are all air-handling surfaces technically smooth and abrasion-proof?			X			
	9.4	Can the air-handling surfaces of the supply-air ducts be assessed to be at least clean swept?			X			
	9.5	Is cooling below dewpoint in the air duct system reliably excluded, or have compensating measures been taken?			X			
	9.6	Have all requirements regarding air-handling false floors, ceiling plenums and concrete ducts, etc. been fulfilled?			X			
	9.7	Have flexible air ducts been reduced to the minimum and can they be replaced when contaminated?				X		
	9.8	Do underground air ducts fulfil the hygiene requirements of VDI 6022 Part 1, Section 4.3.10, or have suitable compensating measures been taken?			X			
	9.9	Does the air duct system achieve the appropriate tightness class?				X		
10	Silencers (see Section 6.3.12)							
	10.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	10.2	Is access to silencers ensured in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			
	10.3	Does the silencer housing achieve the appropriate tightness class?					X	
	10.4	Are the silencers installed in areas with sufficiently filtered air?			X			
	10.5	Are the materials used undamaged, abrasion-proof, or suitably lined?			X			
	10.6	Is silencer moistening reliably prevented?			X			
	10.7	Are duct silencers accessible on one side and rectangular baffle silencers accessible on both sides? Or can they be disassembled easily?			X			
11	Fan (see Section 6.3.13)							
	11.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	11.2	Is access to fan ensured in accordance with VDI 6022 Part 1?			X			
	11.3	Is proper drainage of condensate ensured?			X			
	11.4	Are all air-handling surfaces technically smooth and abrasion-proof?			X			
	11.5	Are fans accessible for maintenance and cleaning work with reasonable effort?			X			
	11.6	Do radial fans > 400 mm have easily removable inspection lid?			X			
12	Heat recovery system/heat exchangers (see Section 6.3.14 and Section 6.3.15)							
	12.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	12.2	Do the inspection and cleaning openings exist as documented and can they be accessed with reasonable effort?			X			
	12.3	Does the housing achieve the required tightness class?					X	
	12.4	Are all air-handling surfaces technically smooth and abrasion-proof?			X			

Table 7. Checklist for initial hygiene inspection (continued)

Row	Component/ item	Check criterion	Met	Not met	Proof furnished by			Remark
					check on site	planner's declara- tion ^{a)}	manufac- turer's dec- laration ^{a)}	
12	12.5	Is any carryover of contaminants and odours (see Section 4.3.15) from the heat exchanger to the supply air excluded?				X		
	12.6	Are heat exchangers sufficiently accessible on both sides, or can they be pulled out where necessary?			X			
	12.7	Are condensate trays sufficiently sloped to the drain on all sides? Is each condensate drain provided with drain trap and air gap?			X			
	12.8	Have droplet eliminators been provided, where necessary, and are they dimensioned properly?			X	X		
	12.9	Are existing droplet eliminators accessible with reasonable effort and can they be pulled out, or disassembled easily?			X			
13	Underground components (see Section 6.3.16)							
	13.1	Have the requirements for compliance with VDI 6022 Part 1 been complied with regarding materials used?					X	
	13.2	Are the materials used suitable for meeting the cleaning requirements as per VDI 6022 Part 1? (Flexible tubes, e.g. corrugated tubes, are unsuitable.)				X		
	13.3	In laying tubes and ducts, have the constructional requirements (regarding the laying and embedding of tubes and ducts, frost protection, backfilling, statics, possibly buoyancy protection) been met?					X	
	13.4	Do tubes and ducts laid exhibit sufficient slope? (Check for counter-slope prior to backfilling.)					X	
	13.5	During installation, have the requirements regarding the connecting of tubes and ducts been met? (Use of adhesives is only allowed if they do not give rise to health hazards and/or unpleasant odours.)					X	
	13.6	Has a leak test been made in accordance with DIN EN 1610?					X	
	13.7	Have the specified inspection openings been provided to allow access to maintenance-relevant areas and components?			X			
	13.8	Have the necessary condensate drains been provided to allow residue-free condensate drainage, and has separation from the sewage system been ensured by means of air gap?			X			
	13.9	Has the entire underground system section been cleaned prior to the initial hygiene inspection?					X	
13.10	Is manufacturer's information available about cleaning and disinfection of the earth tubes and about the agents suitable for this purpose?					X		

X responsible (X) shared responsibility
^{a)} requires check on site

7.3 Hygienekontrollen

Ziel der durchzuführenden Hygienekontrollen ist es, mittels unterjähriger Sichtprüfungen durch das Wartungspersonal Hygienemängel an RLT-Anlagen, so weit möglich, frühzeitig zu erkennen, zu beheben und die Ursachen zu identifizieren und zu beseitigen. Mikrobiologische Messungen sind hier bei unauffälligem optischem Befund der RLT-Komponenten, mit Ausnahme von regelmäßigen Umlaufwasseruntersuchungen von Luftbefeuchtern, nicht vorgesehen. Tabelle 8 in Abschnitt 7.6 benennt die Art und den Umfang der durchzuführenden Kontrolltätigkeiten, die gegebenenfalls erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung von festgestellten Hygienemängeln so-

7.3 Hygiene checks

Hygiene checks shall be performed by the maintenance personnel in the course of the year in the form of visual inspections. To the extent possible, they aim at an early detection and remedying of hygiene deficiencies of ventilation and air-conditioning systems and at identifying and eliminating the causes. If the visual inspection of the air-handling components yields uncritical results, microbiological measurements are not included in the scope, except for periodic testing of the recirculating water of air humidifiers. Table 8 in Section 7.6 lists the type and scope of checking activities to be performed, any required measures for remedying hygiene deficiencies estab-

wie die zeitlichen Intervalle, innerhalb derer die jeweiligen Hygienekontrollen durchzuführen sind.

Die Hygienekontrollen umfassen mindestens folgende Tätigkeiten:

- a) **Sichtprüfung** der RLT-Anlage auf Hygienemängel wie Verschmutzung, Rostbildung, Kalkablagerungen und Beschädigungen
Ziel der vom Wartungspersonal regelmäßig durchzuführenden Sichtprüfungen ist es, frühzeitig diese Mängel zu erkennen und zu beheben. Ist mikrobielle Besiedlung bereits optisch erkennbar, liegt ein kritischer Befund vor. Bei begründetem Verdacht auf mikrobielle Besiedlung in Anlagenteilen sollen Oberflächenproben zur Bestimmung der Gesamtkoloniezahl der allgemeinen Bakterien und Schimmelpilze entnommen werden (siehe Abschnitt 8).
- b) **orientierende mikrobiologische Prüfung** der Gesamtkoloniezahl im Umlaufwasser von Luftbefeuchteranlagen und Vergleich mit den Beurteilungswerten
Bei Überschreitung des Beurteilungswerts liegt ein kritischer Befund vor.
- c) **Dokumentation:** Alle Hygienekontrollen sind zu dokumentieren und beim Betreiber zu archivieren. Wesentliche Inhalte sind dabei:
 - Name des Ausführenden
 - gegebenenfalls Name des Labors
 - Datum der Kontrolle
 - Ergebnis der Kontrolle
 - Qualifikation des Kontrolleurs
 - gegebenenfalls ergriffene Maßnahmen

Beim Vorliegen eines kritischen Befunds ist ein Hygieniker (oder ein anderer Spezialist mit vergleichbarer Ausbildung) sowie gegebenenfalls weiteres Fachpersonal hinzuzuziehen und der Nutzer oder sein Interessenvertreter (z.B. Betriebsarzt) zu beteiligen, Maßnahmen sind unverzüglich einzuleiten.

Dezentrale Geräte/Endgeräte

Bei Gebäuden, in denen mehr als 20 gleichartig aufgebaute, gleichartig betriebene dezentrale Geräte und/oder Endgeräte installiert sind, sind die Hygienekontrollen anhand einer begründeten, repräsentativen, stichpunktartigen Auswahl (z.B. unter Berücksichtigung der Nutzung, der Nutzungseinheiten und der Gebäudeausrichtung) durchzuführen. Sollte sich im Rahmen der Hygienekontrollen an mehr als einem Gerät ein kritischer Befund ergeben, so sind alle Geräte und Endgeräte einer gründlichen Reinigung oder Desinfektion zu unterziehen oder die Hygienekontrollen, zumindest für diesen Turnus, für sämtliche RLT-Geräte durchzuführen.

lished and the intervals within which the pertinent hygiene checks are to be performed.

Hygiene checks comprise at least the following activities:

- a) **visual inspection** of the ventilation and air-conditioning system for hygiene deficiencies such as contamination, corrosion, limescale, and damage
The visual inspections to be carried out periodically by the maintenance personnel aim at an early detection and remedying of these deficiencies. Visible microbial growth is a critical result. Where there is reason to suspect microbial growth in system components, surface samples shall be taken to determine the total CFUs of general bacteria and of moulds (see Section 8).
- b) **microbiological screening test** of the total CFUs in the recirculating water of air humidifiers and comparison to the assessment values
An exceedance of the assessment value is a critical result.
- c) **documentation:** All hygiene checks shall be documented, and shall be archived at the operator's. Essential details to be included in the documentation are:
 - name of person performing the check
 - name of laboratory, where applicable
 - date of check
 - result of check
 - qualification of inspector
 - any measures taken

If a critical result is found, a hygienist (or different specialist having an equivalent education) and further specialised personnel, if necessary, shall be consulted, and the occupants or those representing their interests (such as the company physician) shall be involved. Measures shall be initiated without delay.

Decentralised units/terminal units

If more than 20 decentralised units and/or terminal units of identical type and identical mode of operation are installed in a building, the hygiene checks shall be performed on a well-founded, representative random selection of units (taking into account, e.g., the use, units of rooms, and the orientation of the building). If hygiene checks yield critical results in more than one unit, all units and terminal units shall undergo thorough cleaning or disinfection, or the hygiene checks shall be extended to include all air-handling units, at least for the turn in question.

7.4 Hygieneinspektionen

Bei den Hygieneinspektionen unterscheidet man zwischen der „Hygiene-Erstinspektion“ (siehe Abschnitt 7.2) und den „Wiederholungshygieneinspektionen“ (Kurzform: „Hygieneinspektionen“), die in folgenden Abständen durchzuführen sind:

- bei RLT-Anlagen ohne Befeuchtung und ohne erdverlegte Komponenten im Abstand von drei Jahren
- bei RLT-Anlagen mit Befeuchtung oder erdverlegten Komponenten im Abstand von zwei Jahren

Die Hygieneinspektionen müssen von qualifiziertem Personal (Mindestanforderung gemäß VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A) durchgeführt werden.

Zur Sicherstellung der korrekten Durchführung wird empfohlen, einen Hygieniker, Hygienefachkundigen oder einen VDI-geprüften Fachingenieur RLQ hinzuzuziehen.

Bei Gebäuden, in denen mehr als 20 gleichartig aufgebaute, gleichartig betriebene dezentrale Geräte oder Endgeräte installiert sind, sind die Hygieneinspektionen anhand einer begründeten, repräsentativen, stichpunktartigen Auswahl (z.B. unter Berücksichtigung der Nutzung, der Nutzungseinheiten und der Gebäudeausrichtung) durchzuführen.

Sollte sich im Rahmen der Hygieneinspektionen an mehr als einem Gerät ein kritischer Befund ergeben, so sind alle Geräte und Endgeräte einer gründlichen Reinigung zu unterziehen und gegebenenfalls zu desinfizieren. Die Hygieneinspektion ist, zumindest für diesen Turnus, für sämtliche RLT-Geräte durchzuführen. Die Ursachen für die kritischen Befunde sind zu beseitigen.

Ziel der Hygieneinspektionen ist es, Mängel zu erkennen und deren Behebung zu veranlassen.

Die Hygieneinspektionen umfassen grundsätzlich folgende Tätigkeiten:

- a) erweiterte Sichtprüfung** der RLT-Anlage auf Hygienemängel wie Verschmutzung, Rostbildung, Kalkablagerungen, Beschädigungen und Faserausträge
- b) mikrobiologische Untersuchung:**
 - Bestimmung der Gesamtkoloniezahl im Befeuchterwasser von Luftbefeuchteranlagen und Vergleich mit den Beurteilungswerten (siehe Tabelle 3)
 - Probenahme zur Bestimmung der Legionellen und gegebenenfalls der *Pseudomonas-aeruginosa*-Konzentration im Befeuchterwasser von Luftbefeuchteranlagen (siehe Abschnitt 8.2.5)

7.4 Hygiene inspections

Hygiene inspections are distinguished into the “initial hygiene inspection” (see Section 7.2) and the “repeated hygiene inspections” (short form: “hygiene inspections”) which shall be performed at the following intervals:

- for ventilation and air-conditioning systems without humidification and without underground components every three years
- for ventilation and air-conditioning systems with humidification or underground components every two years

The hygiene inspections shall be performed by qualified personnel (minimum requirement as per VDI 6022 Part 4, Category A).

To ensure proper performance, it is recommended to involve a hygienist, hygiene expert or VDI-certified specialist engineer, Category RLQ.

If more than 20 decentralised units or terminal units of identical type and identical mode of operation are installed in a building, the hygiene inspections shall be performed on a well-founded, representative random selection of units (taking into account, e.g., the use, units of rooms, and the orientation of the building).

If hygiene inspections yield critical results in more than one unit, all units and terminal units shall undergo thorough cleaning and shall be disinfected where required. The hygiene inspection shall be extended to include all air-handling units, at least for the turn in question. The causes of critical results shall be eliminated.

Hygiene inspections are performed in order to detect deficiencies and initiate measures for remedying the deficiencies.

As a matter of principle, hygiene inspections include the following activities:

- a) extended visual inspection** of the ventilation and air-conditioning system for hygiene deficiencies such as contamination, corrosion, limescale, damage, and release of fibrous substances
- b) microbiological tests:**
 - determination of the total CFUs in the humidifier water of air humidifier systems and comparison to the assessment values (see Table 3)
 - sampling for determining the concentration of *Legionella* and, where applicable, *Pseudomonas aeruginosa* in the humidifier water of air humidifier systems (see Section 8.2.5)

- Kontrolle des Hygienezustands einschließlich spezifischer Abklatschproben an hygiene-relevanten Probenahmeorten (siehe Abschnitt 8.3)
- mikrobiologische Luftproben (siehe Abschnitt 8.4)
- An für die Probenahme technisch sensiblen RLT-Komponenten, wie Luftfiltern und Registern von Wärmeüberträgern, sind hygienische Oberflächenbeurteilungen mittels Abstrichuntersuchungen durchzuführen, da ein rückstandsfreies Entfernen von übertragenen Nährmedienbestandteilen im Rahmen von Abklatschprobenahmen nicht praktikabel ist.
- Bei feststellbaren Hygienemängeln sind die Ursachen dafür zu ermitteln und zu beseitigen. Für die Ermittlung sind, falls erforderlich, zusätzliche mikrobiologische Untersuchungen durchzuführen, z.B. Bestimmungen der Gesamtkoloniezahl der allgemeinen Bakterien und Schimmelpilze in der Zuluft im Verhältnis zur Vergleichsluft und semiquantitative Oberflächenuntersuchungen oder Differenzierungen nach Arten (siehe Abschnitt 8). Bei der Interpretation dieser Untersuchungsergebnisse müssen gegebenenfalls branchenspezifische Aspekte (siehe Abschnitt 9) berücksichtigt werden. Für eine mikrobielle Beprobung kommen in erster Linie solche Bereiche infrage, an denen eine mikrobielle Besiedelung leicht möglich ist, z.B. Schalldämpfer, Wärmeübertrager, Kondensatwannen, Tropfenabscheider, Befeuchterkammern.
- Mikrobiologische Luftmessungen mit Berücksichtigung des Keimgehalts und Keimspektrums dienen zielführend als Nachweis, dass die angesaugte Luft durch die RLT-Anlage mindestens nicht verschlechtert wird (siehe Abschnitt 5.4 und Abschnitt 8.4). Insbesondere bei RLT-Anlagen im Bestand ist der Nachweis, dass die bereitgestellte Zuluft keine gesundheitliche Gefährdung für die Nutzer im Einwirkungsbereich darstellt, die Voraussetzung für eine rechtssichere Bestandsschutzauslegung im Rahmen der Beurteilung hygiene-technischer Abweichungen vom Stand der Technik.

c) Dokumentation:

- Alle Hygieneinspektionen sind zu dokumentieren und beim Betreiber zu archivieren (siehe auch Abschnitt 7.1).
- Die Inspektionsergebnisse einschließlich der dadurch gegebenenfalls notwendigen Maßnahmen sind dem Nutzer (Auftraggeber) mitzuteilen.

- check of the hygienic condition including specific contact sampling of hygiene-relevant sampling locations (see Section 8.3)
- microbiological air samples (see Section 8.4)
- On air-handling components susceptible to damage due to sampling, e.g. air filters and heat exchanger tube bundles, surface hygiene assessments shall be conducted by means of swab tests given that residue-free removal of nutrient components carried over during contact sampling is not feasible.
- If hygiene deficiencies are established, the causes shall be identified and eliminated. To this end, additional microbiological tests shall be carried out as required, e.g. determination of the total CFUs of general bacteria and of moulds in the supply air as compared to the reference air, semi-quantitative surface tests or differentiation according to species (see Section 8). Where applicable, branch-specific aspects (see Section 9) are to be considered when interpreting the results of these tests. Potential locations for microbial sampling are primarily found in regions prone to microbial growth, e.g. silencers, heat exchangers, condensate trays, droplet eliminators, humidifier chambers.

- Microbiological air measurements taking into account the content and spectrum of pathogens aim to demonstrate that the air taken in by the ventilation and air-conditioning system is at least not impaired (see Section 5.4 and Section 8.4). In particular, proof that the air supplied by existing ventilation and air-conditioning systems does not pose a health hazard to occupants in the zone of influence is the prerequisite to legally safe interpretation of the right of continuance in the context of assessing hygiene-related deviations from the state of the art.

c) documentation:

- All hygiene inspections shall be documented, and shall be archived at the operator's (see also Section 7.1).
- The occupant (customer) shall be informed of the results of the inspection including any measures to be taken as a consequence.

d) weitere Maßnahmen:

- Der Termin für eine gegebenenfalls erforderliche Prüfung der Umsetzung und des Erfolgs der empfohlenen Maßnahmen ist je nach Dringlichkeit der durchzuführenden Maßnahmen festzulegen. Gleiches gilt für die Mitteilung der Beseitigung gegebenenfalls vorhandener Hygienemängel.
- Beim Vorliegen eines kritischen Befunds ist ein Hygieniker (oder ein anderer Spezialist mit vergleichbarer Ausbildung) sowie gegebenenfalls weiteres Fachpersonal hinzuzuziehen und der Nutzer oder sein Interessenvertreter (z.B. Betriebsarzt) zu beteiligen.
- Die Einbeziehung des Betriebsarzts ist unbedingt erforderlich beim Auftreten von Beschwerden oder Gesundheitsstörungen bei Beschäftigten, die in den von der RLT-Anlage versorgten Räumen arbeiten. Erforderlichenfalls sind kurzfristig Sanierungsmaßnahmen durchzuführen.

Anmerkung: Die Anzucht auf Selektivmedien darf nur in Laboratorien erfolgen, die nach § 44 Infektionsschutzgesetz (IfSG) zugelassen sind. Bei Richtwertüberschreitung liegt ein kritischer Befund vor.

7.5 Gefährdungsbeurteilung

Die Beurteilung des Hygienezustands einer RLT-Anlage und das daraus abzuleitende Risikopotenzial müssen mithilfe einer fachkundig durchgeführten Gefährdungsbeurteilung auf der Basis der Hygieneinspektion sowie der Dokumentation/Betriebsanleitung des Herstellers/Errichters ermittelt werden.

Die Notwendigkeit einer Gefährdungsbeurteilung für eine RLT-Anlage oder ein RLT-Gerät ergibt sich, je nach Gebäudenutzung, aus unterschiedlichen staatlichen Regelwerken. Diese Richtlinie erhebt die Forderung nach einer Gefährdungsanalyse selbst nicht, sie ist die zentrale Hilfestellung für die Erstellung einer Gefährdungsanalyse für die Themen der Raumlufttechnik und der Raumluftqualität.

Die Gefährdungsbeurteilung ist durch einen Fachkundigen mindestens gemäß Kategorie A nach VDI 6022 Blatt 4 auf Basis der oben aufgeführten Inhalte durchzuführen und schriftlich zu dokumentieren. Bei Auffälligkeiten (Hilfestellung diesbezüglich bietet das Labor, das die Analysen durchgeführt hat) sind Schutzmaßnahmen vorzuschlagen und vom Betreiber durchzuführen. In Anhang B sind gegenüber den nachfolgenden Abschnitten ausführlichere Informationen zur Gefährdungsbeurteilung enthalten.

d) further measures:

- The date for a possibly required verification of the implementation and success of the recommended measures shall be specified depending on the urgency of the measures to be taken. The same holds for the notification of completion of remedy of any hygiene deficiencies established.
- If a critical result is found, a hygienist (or different specialist having an equivalent education) and further specialised personnel, if necessary, shall be consulted, and the occupants or those representing their interests (such as the company physician) shall be involved.
- Consulting the company physician is mandatory if employees working in the rooms served by the ventilation and air-conditioning system experience disturbances or physical disorders. Remedial action shall be taken at short notice, if necessary.

Note: Incubation on selective media shall only be carried out in laboratories approved in accordance with Section 44 of the Law on the Protection from Infectious Diseases (IfSG). An exceedance of standard values is a critical result.

7.5 Hazard assessment

The hygienic condition of a ventilation and air-conditioning system and the resultant risk potential shall be assessed by means of competent hazard assessment based on the hygiene inspection and the documentation/operating instructions of the manufacturer/installer.

The necessity for conducting a hazard assessment for a ventilation and air-conditioning system or air-handling unit is stipulated by various national rules and regulations, depending on the building use. Rather than itself stipulating the requirement for a hazard analysis, this standard is the central tool for conducting a hazard analysis in the fields of ventilation and air-conditioning and indoor air quality.

The hazard assessment shall be conducted on the basis of the above-listed contents, and shall be documented in writing, by a competent person having at least Category A qualification as per VDI 6022 Part 4. In the case of irregularities (assistance in this regard is provided by the laboratory having conducted the analyses), protective measures shall be proposed and shall be implemented by the operator. Annex B contains further hazard assessment details going beyond the information provided in the sections below.

7.5.1 Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf die Personen, die der Zuluft der RLT-Anlage ausgesetzt sind

Die Beurteilung des Gesamtzustands einer RLT-Anlage und das daraus abzuleitende Risikopotenzial wird mithilfe einer fachkundig durchgeführten Gefährdungsbeurteilung ermittelt.

Diese basiert im Wesentlichen auf folgenden Inhalten:

- optische Inspektion (erweiterte Sichtprüfung mit Erkennen konstruktiver und hygienischer Mängel)
- Oberflächenbeprobungen (fachgerechte Durchführung an repräsentativen Stellen der Anlage, gegebenenfalls Keimdifferenzierung)
- Wasseranalysen (bei Anlagen mit Befeuchtungseinrichtungen, qualifizierte Probenahme und Laboranalyse)
- Zuluftmessungen (fachgerechte Durchführung mittels geeigneter Verfahren und Medien an repräsentativen Zuluftöffnungen der Anlage, Vergleichsluftbewertung, Keimdifferenzierung, ermitteln von Stofflasten)

Weitere Punkte, die im Rahmen dieser Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden sollen, sind z.B.:

- relevante Einträge im Betriebsbuch
- Ergebnisse bisheriger Hygienekontrollen und -inspektionen
- gegebenenfalls Einsatz von Desinfektionsmitteln (Produkt, Einsatzfrequenz, Konzentration)
- besondere Ereignisse (z.B. Filterdurchbruch, eingedrungenes Abwasser, Stromausfall)

Die Gefährdungsbeurteilung ist durch einen Fachkundigen mindestens gemäß Kategorie A auf Basis der oben aufgeführten Inhalte durchzuführen und schriftlich zu dokumentieren. Bei Auffälligkeiten sind Schutzmaßnahmen vorzuschlagen und vom Betreiber durchzuführen.

Die Gefährdungsbeurteilung ist in regelmäßigen Abständen und nach besonderen Ereignissen zu wiederholen.

7.5.2 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten des Instandhaltungspersonals

Nach Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und weiteren Verordnungen wie der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und der Biostoffverordnung (BioStoffV) ist für einige Tätigkeiten im Hinblick auf das Betreiben und Instandhalten von raumlufttechnischen Anlagen eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Eine Gefähr-

7.5.1 Hazard assessment with regard to those exposed to the air supplied by the ventilation and air-conditioning system

The assessment of the overall condition of a ventilation and air-conditioning system and the resultant risk potential is obtained by means of competent hazard assessment.

The hazard assessment is essentially based on the following contents:

- visual inspection (extended visual inspection including detection of deficiencies in design and hygiene)
- surface samples (professional sampling at representative locations of the system, differentiation of pathogens where required)
- water analyses (for systems with humidifier units, qualified sampling and laboratory analysis)
- supply-air measurements (professionally performed using suitable methods and media at representative supply-air outlets of the system, reference-air assessment, differentiation of pathogens, determination of substance loads)

Further items to be considered in the context of this hazard assessment are, e.g.:

- relevant entries to the operations log
- results of previous hygiene checks and inspections
- any use of disinfectants (product, frequency of use, concentration)
- particular occurrences (e.g. filter breakage, sewage ingress, power failure)

The hazard assessment shall be conducted on the basis of the above-listed contents, and shall be documented in writing, by a competent person having at least Category A qualification. In the case of irregularities, protective measures shall be proposed and shall be implemented by the operator.

The hazard assessment shall be repeated at regular intervals and following particular occurrences.

7.5.2 Hazard assessment for activities by maintenance personnel

According to the German Safety and Health at Work Act (ArbSchG) and further ordinances, such as the German Ordinance on Industrial Safety and Health (BetrSichV), German Workplace Ordinance (ArbStättV), German Hazardous Substances Ordinance (GefStoffV), and German Biological Agents Ordinance (BioStoffV), a hazard assessment shall be conducted for some activities in connection with the

dungsbeurteilung ist u.a. für Tätigkeiten von Personal, das Luftbefeuchtungsanlagen und RLT-Anlagen wartet und reinigt, zu erstellen. Bei diesen Tätigkeiten haben die Beschäftigten zum einen Kontakt zu Mikroorganismen, zum anderen gehen die Beschäftigten mit Reinigungs- oder Desinfektionsmitteln um. Die Gefährdungsbeurteilung muss fachkundig erfolgen.

7.6 Komponenten

In der Checkliste für Betrieb und Instandhaltung von RLT-Anlagen und -Geräten (Tabelle 8) sind die durchzuführenden Tätigkeiten je Komponente inklusive der Intervallangaben zusammengefasst, die für eine hygienegerechte Betriebsweise von raumlufttechnischen Anlagen notwendig sind. Die Intervallangaben sind mindestens einzuhaltende Zeitabstände, die durch durchgeführte Gefährdungsanalysen verkürzt oder nur in begründeten Ausnahmefällen verlängert werden dürfen. Ein solcher Ausnahmefall kann z.B. durch einen VDI-geprüften Fachingenieur RLQ ermittelt und dokumentiert werden. Die Durchführung der Tätigkeiten gemäß Tabelle 8 ist in geeigneter Form zu dokumentieren. Nachfolgend werden in Abschnitt 7.6.1 (Zeile 1 der Checkliste) bis Abschnitt 7.6.15 (Zeile 13 der Checkliste) Erläuterungen zu den einzelnen Tätigkeiten gegeben.

operation and maintenance of ventilation and air-conditioning systems. For instance, a hazard assessment shall be conducted for activities by personnel who maintain and clean air humidifiers and ventilation and air-conditioning systems. During these activities, the employees do not only come into contact with microorganisms but they also handle cleaning agents and disinfectants. The hazard assessment shall be conducted by a competent person.

7.6 Components

For each component, the checklist for the operation and maintenance of ventilation and air-conditioning systems and units (Table 8) lists the activities and intervals required for ensuring hygiene-compliant operation of ventilation and air-conditioning systems. The intervals are the minimum periods to be observed; they can be shortened on the basis of conducted hazard analyses while extending them is only allowed in well-founded exceptional cases. Such an exceptional case can be identified and documented by, e.g., a VDI-certified specialist engineer, Category RLQ. Performance of the activities in accordance with Table 8 shall be documented in an appropriate form. The individual activities are explained below in Section 7.6.1 (row 1 of the checklist) to Section 7.6.15 (row 13 of the checklist).

Tabelle 8. Checkliste für Betrieb und Instandhaltung von RLT-Anlagen und -Geräten

Zeile	Punkt	Tätigkeit	Gegebenenfalls Maßnahme	1	3	6	12	24
				Monat	Monate	Monate	Monate	Monate
0	Hygieneinspektion (siehe Abschnitt 7.4)							X ^{a)}
1	Außen- und Fortluftdurchlässe (siehe Abschnitt 7.6.1)							
	1.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen.	Reinigen und instand setzen.				X	
	1.2	Veränderungen der Umgebung hinsichtlich neuer Emissionsquellen prüfen.	Betreiber informieren, siehe Abschnitt 7.5.				X	
2	Dezentrale RLT-Geräte/-Endgeräte (siehe Abschnitt 7.6.2)							
	2.1	Geräte mit Außenluftfilter stichpunktartig auf Verschmutzung prüfen.	Luftfilter austauschen, Gerät reinigen.				X	
	2.2	Geräte mit Sekundärluftfilter stichpunktartig auf Verschmutzung prüfen.	Luftfilter austauschen, Gerät reinigen.				X	
	2.3	Wärmeübertrager bei Geräten ohne Sekundärluftfilter stichpunktartig auf Verschmutzung prüfen.	Reinigen.			X		
	2.4	Luftfilter wechseln, Intervalle siehe Punkt 8.3 und Punkt 8.4.					X	X
	2.5	Erhitzer, sensible Kühler, gegebenenfalls Kondensatwanne stichpunktartig auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Dichtheit prüfen.	Reinigen und instand setzen.			X		

Tabelle 8. Checkliste für Betrieb und Instandhaltung von RLT-Anlagen und -Geräten (Fortsetzung)

Zeile	Punkt	Tätigkeit	Gegebenenfalls Maßnahme	1	3	6	12	24
				Monat	Monate	Monate	Monate	Monate
2	2.6	Luftkühler mit Entfeuchtung, Kondensatwanne und Ablauf während des Entfeuchtungsbetriebs, gegebenenfalls Tropfenabscheider stichpunktartig auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Dichtigkeit prüfen.	Reinigen und instand setzen.		X			
	2.7	Alle anderen von Sekundärluft durchströmten Bauteile stichpunktartig prüfen.	Reinigen und instand setzen.				X	
3 Entfeuchter (siehe Abschnitt 7.6.3)								
	3.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Tropfendurchschlag prüfen.	Reinigen, instand setzen.		X ^{b)}			
	3.2	Ableitung und Siphon auf Funktion prüfen.	Instand setzen.		X			
	3.3	Nasskühler, Tropfenabscheider und Kondensatwanne reinigen.				X		
4 Kammerzentralen/Gerätegehäuse (siehe Abschnitt 7.6.4)								
	4.1	Auf luftseitige Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen.	Reinigen und instand setzen.				X	
	4.2	Auf Wasserniederschlag prüfen.	Reinigen.			x		
	4.3	Leergehäuse auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen.	Reinigen und instand setzen.				x	
5 Komponenten der stillen Kühlung (siehe Abschnitt 7.6.5)								
	5.1	Gegebenenfalls vorhandene Kondensatwannen und -abläufe auf Funktion und Zustand prüfen.	Reinigen, instand setzen.			X		
	5.2	Taupunktsensoren, Vorlaufleitungen, Regelkreise und Regelarmaturen auf Undichtigkeiten prüfen.	Instand setzen.				X	
6 Luftbefeuchter (siehe Abschnitt 7.6.6)								
6.1 Luftbefeuchter mit Umlaufwasser								
	6.1.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, mikrobielles Wachstum und Korrosion prüfen.	Reinigen und instand setzen.	X ^{c)}				
	6.1.2	Kontrolle der Abschaltvorrichtungen auf Funktion prüfen.	Neu einstellen.				X	
	6.1.3	Gesamtkoloniezahlermittlung des Umlaufwassers (siehe Abschnitt 8.2)	bei KBE > 1000 KBE/m ^l : Reinigen, Ausspülen und Austrocknen der Wanne, Desinfektion, Prüfen der Qualität des zugespeisten Wassers	halbmonatlich				
	6.1.4	Zerstäuberdüsen auf Ablagerungen prüfen.	Düsen reinigen oder austauschen.	X				
	6.1.5	Umlaufpumpe auf Schmutz- und Belagbildung in der Saugleitung prüfen; Schmutzfänger auf Zustand und Funktion prüfen.	Pumpenkreislauf reinigen.		X			
	6.1.6	Funktionsprüfung der Leitfähigkeitsmesszelle	Instand setzen.	X				
	6.1.7	Funktionsprüfung der Entkeimungsanlage	Instand setzen.			X		

Tabelle 8. Checkliste für Betrieb und Instandhaltung von RLT-Anlagen und -Geräten (Fortsetzung)

Zeile	Punkt	Tätigkeit	Gegebenenfalls Maßnahme	1	3	6	12	24
				Monat	Monate	Monate	Monate	Monate
6.1	6.1.8	vollständige Entleerung und Trocknung der Befeuchteranlage		bei Stillstand ^{d)}				
	6.1.9	Tropfenabscheider und Strömungsgleichrichter auf Verschmutzung, Beschädigung, Belagbildung und Korrosion prüfen.	Bei Belagbildung ausbauen und reinigen, Bereich hinter dem Tropfenabscheider prüfen.	X				
6.2	Luftbefeuchter ohne Umlaufwasser							
	6.2.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, mikrobielles Wachstum und Korrosion prüfen.	Reinigen und instand setzen.		X			
	6.2.2	Auf Kondensatniederschlag in der Befeuchterkammer prüfen.	Dampfbefeuchter reinigen und instand setzen.	X				
	6.2.3	Dampfverteilsystem auf Ablagerungen prüfen.	Reinigen.			X		
	6.2.4	Zerstäuberdüsen auf Ablagerungen prüfen.	Düsen reinigen oder austauschen.	X				
	6.2.5	Ablauf prüfen.	Reinigen und instand setzen.		X			
	6.2.6	Gesamtkoloniezahlermittlung des Befeuchterwassers (siehe Anhang B) – Ausnahme: bei Dampfbefeuchtern	bei KBE > 1000 KBE/m ³ : Reinigen, Wanne und andere wasserführende Bereiche/Leitungen ausspülen und austrocknen, Desinfektion, Qualität des zugespeisten Wassers prüfen.			X		
	6.2.7	Regelventil auf Funktion prüfen.	Instand setzen.			X		
	6.2.8	Feuchtbegrenzer prüfen.	Instand setzen.			X		
7	Luftdurchlässe (siehe Abschnitt 7.6.7)							
	7.1	Luftdurchlässe, eingebaute Lochbleche, Maschendraht oder Siebe auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen (Stichprobe).	Reinigen oder austauschen.				X	
	7.2	Filtervliese	Auswechseln.				X	
	7.3	Luftdurchlässe mit Induktion der Raumluft und Ablufteinlässe stichpunktartig auf Feststoffablagerungen prüfen.	Reinigen.				X	
	7.4	sekundärluftdurchströmte Bauteile	Reinigen.				X	
8	Luftfilter (siehe Abschnitt 7.6.8)							
	8.1	Auf unzulässige Verschmutzung und Beschädigung (Leckagen) und Gerüche prüfen.	Betroffenen Luftfilter austauschen.		X			
	8.2	Differenzdruck prüfen.	Filterstufe austauschen.			X		
	8.3	spätester Filterwechsel 1. Stufe					X	
	8.4	spätester Filterwechsel 2. Stufe						X
9	Luftleitungen (siehe Abschnitt 7.6.9)							
	9.1	Zugängliche Luftleitungsabschnitte auf Beschädigung prüfen.	Instand setzen.				X	
	9.2	Innere Luftleitungsfläche auf Verschmutzung, Korrosion und Wasserniederschlag an zwei bis drei repräsentativen Stellen prüfen.	Kanalnetz an weiteren Stellen inspizieren, über Reinigungserfordernis aller Teilbereiche (sichtbare und nicht sichtbare) entscheiden.				X	

Tabelle 8. Checkliste für Betrieb und Instandhaltung von RLT-Anlagen und -Geräten (Fortsetzung)

Zeile	Punkt	Tätigkeit	Gegebenenfalls Maßnahme	1	3	6	12	24
				Monat	Monate	Monate	Monate	Monate
10	Schalldämpfer (siehe Abschnitt 7.6.11)							
	10.1	Schalldämpfer auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen.	Instand setzen oder erneuern, gegebenenfalls Abklatschproben nehmen.				X	
11	Ventilator (siehe Abschnitt 7.6.12)							
	11.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion prüfen.	Reinigen und instand setzen, Wasserablauf prüfen.			X		
12	Wärmeübertrager (inklusive WRG) (siehe Abschnitt 7.6.13 und Abschnitt 7.6.14)							
	12.1	Sichtprüfung von Luft-Luft-Plattenwärmeübertrager auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion	Reinigen, instand setzen.			X		
	12.2	Sichtprüfung von Rotationswärmeübertragern auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Dichtheit	Dichtungen einstellen, reinigen, instand setzen.			X		
	12.3	Sichtprüfung von direkt befeuerten Wärmeübertragern auf Dichtheit	Dichtheit sicherstellen.				X	
	12.4	Erhitzer: Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Dichtheit prüfen.	Reinigen und instand setzen, erneuern.			X		
	12.5	Kühler: Register, Tropfenabscheider und Kondensatwanne auf Verschmutzung, Korrosion, Beschädigung und Dichtheit prüfen.	Reinigen und instand setzen.		X			
	12.6	Ableitung und Siphon auf Funktion prüfen.	Reinigen und instand setzen.		X			
13	Erdverlegte Komponenten (siehe Abschnitt 7.6.15)							
	13.1	Messung der Staubkonzentration sowie von Mikroorganismen (Bakterien und Schimmelpilze) in der Zuluft im Verhältnis zur Außenluft und/oder Vergleichsluft					X	
	13.2	Außenluftdurchlässe auf Verschmutzung und Beschädigung prüfen.				X		
	13.3	Luftfilter auf unzulässige Verschmutzung, Beschädigung und Gerüche prüfen.			X ^{e)}			
	13.4	Luftleitungen auf Beschädigung prüfen.				X		
	13.5	Innere Luftleitungsfläche auf Verschmutzung und Wasserniederschlag untersuchen (z. B. mittels Kamera, falls keine geeigneten Revisionsöffnungen vorhanden sind).				X		

X verantwortlich

a) gegebenenfalls 36 Monate (ohne Befeuchtung und ohne erdverlegte Komponenten)

b) innerhalb der Entfeuchtungsphase

c) innerhalb der Befeuchtungsphase

d) bei Stillstand ohne geeignete Entkeimungsanlage (mehr als 48 Stunden) oder in Betriebszeiten ohne Anforderung der Luftbefeuchtung über mehr als 48 Stunden

e) siehe Anpassung an Wetterlage und Jahreszeit gemäß Abschnitt 7.6.15

Table 8. Checklist for operation and maintenance of ventilation and air-conditioning systems and units

Row	Item	Activity	Action if required	1	3	6	12	24
				month	months	months	months	months
0	Hygiene inspection (see Section 7.4)							X ^{a)}
1	Outdoor-air inlets and exhaust-air outlets (see Section 7.6.1)							
	1.1	Check for contamination, damage and corrosion.	Clean and repair.				X	
	1.2	Check environment for new emission sources.	Inform operator, see Section 7.5.					
2	Decentralised air-handling units/terminal units (see Section 7.6.2)							
	2.1	Sample-check units with outdoor-air filter for contamination.	Change air filter, clean unit.				X	
	2.2	Sample-check units with secondary-air filter for contamination.	Change air filter, clean unit.				X	
	2.3	Sample-check heat exchangers of units without secondary-air filter for contamination.	Clean.			X		
	2.4	Change air filter, intervals see Item 8.3 and Item 8.4.					X	X
	2.5	Sample-check heaters, sensible coolers, and any condensate trays for contamination, damage, corrosion, and tightness.	Clean and repair.			X		
	2.6	Sample-check dehumidifying air coolers, condensate tray, and drain during dehumidification mode, and droplet eliminators, where applicable, for contamination, damage, corrosion, and tightness.	Clean and repair.		X			
	2.7	Sample-check all other components through which secondary air flows.	Clean and repair.				X	
3	Dehumidifiers (see Section 7.6.3)							
	3.1	Check for contamination, damage, corrosion and droplet penetration.	Clean, repair.		X ^{b)}			
	3.2	Function-check drain and drain trap.	Repair.		X			
	3.3	Clean wet cooler, droplet eliminator and condensate tray.				X		
4	Central air-handling units/unit casings (see Section 7.6.4)							
	4.1	Check for air-side contamination, damage, and corrosion.	Clean and repair.				X	
	4.2	Check for condensation.	Clean.			X		
	4.3	Check empty casings for contamination, damage, and corrosion.	Clean and repair.				X	
5	Static-cooling components (see Section 7.6.5)							
	5.1	Check functioning and condition of any condensate trays and condensate drains.	Clean, repair.			X		
	5.2	Check dew point sensors, supply pipes, control circuits, and control valves for leaks.	Repair.				X	
6	Air humidifiers (see Section 7.6.6)							
6.1	Recirculating air humidifiers							
	6.1.1	Check for contamination, damage, microbial growth, and corrosion.	Clean and repair.	X ^{c)}				
	6.1.2	Function-check shutdown controls.	Readjust.				X	

Table 8. Checklist for operation and maintenance of ventilation and air-conditioning systems and units (continued)

Row	Item	Activity	Action if required	1	3	6	12	24
				month	months	months	months	months
6.1	6.1.3	Determine total number of CFUs in recirculating water (see Section 8.2).	If number of CFUs > 1000 CFU/m ³ : Clean, rinse and dry the tray; disinfect; test quality of supply water.	semi-monthly				
	6.1.4	Check spray nozzles for deposits.	Clean or replace nozzles.	X				
	6.1.5	Check circulation pump for contamination and scaling in the suction line, check condition and functioning of filters.	Clean pump circuit.		X			
	6.1.6	Function-check conductivity sensor.	Repair.	X				
	6.1.7	Function-check disinfection system.	Repair.			X		
	6.1.8	Completely empty and dry humidifier system.		during stand-stills ^{d)}				
6.1.9	Check droplet eliminator and flow rectifier for contamination, damage, scaling, and corrosion.	If deposits have formed, extract and clean unit, check region downstream of droplet eliminator.	X					
6.2	Non-recirculating air humidifiers							
	6.2.1	Check for contamination, damage, microbial growth, and corrosion.	Clean and repair.		X			
	6.2.2	Check for condensate precipitation in the humidifier chamber.	Clean and repair steam humidifier.	X				
	6.2.3	Check steam distribution system for deposits.	Clean.			X		
	6.2.4	Check spray nozzles for deposits.	Clean or replace nozzles.	X				
	6.2.5	Check drain.	Clean and repair.		X			
	6.2.6	Determine total number of CFUs in humidifier water (see Annex B) – exception: steam humidifiers.	If number of CFUs > 1000 CFU/m ³ : Clean; rinse and dry tray and other water-carrying areas/ducts; disinfect; test quality of supply water.			X		
	6.2.7	Function-check control valve.	Repair.			X		
	6.2.8	Check humidity limiter.	Repair.			X		
7	Air-terminal units (see Section 7.6.7)							
	7.1	Check air-terminal units, built-in perforated sheets, wire mesh, or sieves for contamination, damage, and corrosion (sample).	Clean or replace.				X	
	7.2	filter fleeces	Replace.				X	
	7.3	Sample-check air-terminal units with indoor-air induction and extract-air inlets for solid deposits.	Clean.				X	
	7.4	components through which secondary air flows	Clean.				X	
8	Air filters (see Section 7.6.8)							
	8.1	Check for unacceptable contamination and damage (leaks) and odours.	Change affected air filters.		X			
	8.2	Check differential pressure.	Replace filter stage.			X		

Table 8. Checklist for operation and maintenance of ventilation and air-conditioning systems and units (continued)

Row	Item	Activity	Action if required	1	3	6	12	24
				month	months	months	months	months
	8.3	maximum interval until first filter stage is to be changed					X	
	8.4	maximum interval until second filter stage is to be changed						X
9	Air ducts (see Section 7.6.9)							
	9.1	Check accessible air duct sections for damage.	Repair.				X	
	9.2	Check two or three representative locations on inner air duct surface for contamination, corrosion and, condensation.	Inspect duct system at further locations, decide on the necessity to clean all (visible and non-visible) sections.				X	
10	Silencers (see Section 7.6.11)							
	10.1	Check silencers for contamination, damage, and corrosion.	Repair or replace; test with contact slides if necessary.				X	
11	Fan (see Section 7.6.12)							
	11.1	Check for contamination, damage, and corrosion.	Clean and repair, check water drain.			X		
12	Heat exchangers (including HRS) (see Section 7.6.13 and Section 7.6.14)							
	12.1	visual inspection of air-to-air plate heat exchangers for contamination, damage, corrosion	Clean, repair.			X		
	12.2	visual inspection of rotary heat exchangers for contamination, damage, corrosion, and tightness	Adjust seals, clean, repair.			X		
	12.3	visual inspection of directly heated heat exchangers for tightness	Ensure tightness.				X	
	12.4	Heaters: Check for contamination, damage, corrosion, and tightness.	Clean and repair, replace.			X		
	12.5	Coolers: Check tube bundle, droplet eliminator and condensate tray for contamination, corrosion, damage, and tightness.	Clean and repair.		X			
	12.6	Function-check drain and drain trap.	Clean and repair.		X			
13	Underground components (see Section 7.6.15)							
	13.1	measurement of dust concentration and microorganisms (bacteria and moulds) in the supply air as compared to outdoor air and/or reference air					X	
	13.2	Check outdoor-air terminal units for contamination and damage.				X		
	13.3	Check air filters for unacceptable contamination, damage, and odours.			X ^{e)}			
	13.4	Check air ducts for damage.				X		
	13.5	Inspect inner air duct surface for contamination and condensation (using, e.g., a camera in the absence of suitable inspection openings).				X		

X responsible

a) 36 months, where applicable (without humidification and without underground components)

b) during the dehumidification period

c) during the humidification period

d) during standstills (more than 48 hours) in the absence of a suitable disinfection system, or during times of operation when no humidification of the air is required for more than 48 hours

e) see adaptation to weather conditions and season as per Section 7.6.15

7.6.1 Außen- und Fortluftdurchlässe

Die Prüfung der Anordnung gemäß Zeile 1 in Tabelle 8 berücksichtigt auch eventuell vorgenommene Veränderungen in der näheren Umgebung während des Betriebs (z. B. neue Emissionsquellen) oder Veränderungen an den Durchlässen selbst. Diese Prüfung ist spätestens im Rahmen der Hygieneinspektion vorzunehmen.

7.6.2 Dezentrale RLT-Geräte/-Endgeräte

Bei der Prüfung dezentraler RLT-Geräte oder der Prüfung von Endgeräten (Tabelle 8, Zeile 2) ist ergänzend zu beachten: Die Hygieneanforderungen an Komponenten in Endgeräten entsprechen denen der Komponenten in zentralen Geräten.

Die Inbetriebnahme der Endgeräte und dezentralen RLT-Geräte soll nur im sauberen Gebäude erfolgen. Bis zu diesem Zeitpunkt müssen die Geräte vor Staub und Beschädigung geschützt sein. Verschmutzte Geräte sind zu reinigen.

Nach Inbetriebnahme und Einzug der Raumnutzer müssen die Filter nach spätestens drei Monaten inspektiert und gegebenenfalls ausgewechselt werden. Gleichzeitig sind Sauberkeit und Funktion der Geräte zu überprüfen. Die Sauberkeit des von Sekundärluft durchströmten Einbauraums unterliegt den gleichen Anforderungen wie an die Zuluftleitungen. Es ist darauf zu achten, dass die Geräte frei zugänglich sind.

7.6.3 Entfeuchter

Für die Entfeuchter gelten sinngemäß die Ausführungen in Abschnitt 7.6.6 und Abschnitt 7.6.14.

7.6.4 Kammerzentralen/Gerätegehäuse

Kammerzentralen oder Gerätegehäuse sind gemäß der in der Checkliste festgehaltenen Vorgaben (Tabelle 8, Zeile 4) zu prüfen.

7.6.5 Komponenten der stillen Kühlung

Bei Komponenten der stillen Kühlung (Tabelle 8, Zeile 5) ist zu prüfen, ob Kondensation zu vermeiden ist und bisher erfolgreich vermieden wurde. Zusätzlich zu den Prüfungen gemäß Tabelle 8 ist bei Anlagen mit Kondensatwannen zu prüfen, ob eine sichere Kondensatableitung gegeben ist.

7.6.6 Luftbefeuchter

Es muss sichergestellt werden, dass sich zu keinem Betriebszeitpunkt Wasser als Kondensat oder Aerosol hinter den Befeuchtungseinrichtungen niederschlagen kann. Die Funktion der Feuchtemess- und

7.6.1 Outdoor-air inlets and exhaust-air outlets

Checking of the arrangement in accordance with row 1 in Table 8 also takes into account any changes made in the vicinity during operation (e.g. new emission sources) or modifications to the inlets and outlets proper. This check shall be performed not later than during the hygiene inspection.

7.6.2 Decentralised air-handling units/terminal units

When checking decentralised air-handling units or terminal units (Table 8, row 2), the following additional requirements shall be considered: The components in terminal units are subject to the same hygiene requirements as the components in central units.

Terminal units and decentralised air-handling units shall only be commissioned in clean buildings. Up to that time, the units shall be protected from dust and damage. Contaminated units shall be cleaned.

The filters shall be inspected and changed, if necessary, not later than three months after commissioning and moving in of the room occupants. At the same time, cleanliness and functioning of the units shall be verified. Installation space through which secondary air flows is subject to the same cleanliness requirements as the supply-air ducts. The units shall be freely accessible.

7.6.3 Dehumidifiers

The requirements laid out in Section 7.6.6 and Section 7.6.14 apply in the same manner to dehumidifiers.

7.6.4 Central air-handling units/unit casings

Central air-handling units or unit casings shall be checked as specified in the checklist (Table 8, row 4).

7.6.5 Static-cooling components

In the case of static-cooling components (Table 8, row 5), it has to be checked whether condensation prevention is required and has so far been successful. In addition to the checks as per Table 8, systems with condensate trays shall be checked for reliable condensate drainage.

7.6.6 Air humidifiers

It has to be ensured that no water in the form of condensate or aerosol can, at any time during operation, precipitate downstream of the humidifier units. Proper functioning of the humidity measuring and

Regeleinrichtungen ist sicherzustellen. Dies ist besonders beim Betrieb mit variablem Luftvolumenstrom zu beachten. An Tropfenabscheider hinter Luftbefeuchtern einschließlich Kondensatwannen und Abläufe werden dieselben Anforderungen wie an Tropfenabscheider hinter Luftkühlern gestellt (Abschnitt 6.3.15).

Das in Befeuchter eingespeiste Wasser muss mindestens die mikrobiologischen Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sowie die Anforderungen gemäß VDI 3803 Blatt 1, Tabelle B1 erfüllen. Wenn es zu einer Beeinflussung der Zuluft durch die Abluft kommen kann, gelten für die indirekte adiabatische Kühlung der Luft die gleichen Anforderungen wie bei der Zuluftbefeuchtung.

Eine permanente Zudosierung von Desinfektionsmitteln kann Resistenzbildung fördern und ist dann nicht zulässig.

Zur gegebenenfalls notwendigen Desinfektion des Befeuchterzu- und -umlaufwassers während des Betriebs dürfen nur Verfahren und Materialien angewendet werden, deren Wirksamkeit in Praxistests und deren gesundheitliche Unbedenklichkeit sowie Rückstandsfreiheit in der Zuluft nachgewiesen wurde, siehe Abschnitt 7.5. Darüber hinaus ist die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Verfahren zu beachten.

7.6.6.1 Luftbefeuchter mit Umlaufwasser

Es ist zu vermeiden, dass durch das Befeuchterwasser eine Verbreitung von pathogenen Mikroorganismen wie Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* verursacht wird. Die Gesamtkoloniezahl des Umlaufwassers soll die Werte nach Tabelle 3 nicht überschreiten.

Die Steuerung zum Trockenfahren der Anlage ist regelmäßig auf Funktion zu prüfen und bei Bedarf neu einzustellen. In Betriebszeiten ohne Anforderung der Luftbefeuchtung müssen die wasserführenden Systemteile nach spätestens 48 Stunden automatisch vollständig entleert und getrocknet werden.

Weitere Anforderungen an das zur Befeuchtung verwendete Wasser sind VDI 3803 Blatt 1, Tabelle B2 zu entnehmen.

7.6.6.2 Luftbefeuchter ohne Umlaufwasser

Diese sind so zu betreiben, dass kein Kondensat oder Aerosol in das Luftleitungssystem gelangen kann. Bei Verwendung von Dampf darf dieser keine gesundheitsschädlichen Stoffe enthalten. Beim Abschalten der Anlage ist sicherzustellen, dass die Luftbefeuchter rechtzeitig abgeschaltet werden, damit die Restlaufzeit der Anlage zum Trockenfahren der Befeuchter genutzt werden kann.

control devices shall be ensured, particularly when operating with a variable air volume flow. Droplet eliminators downstream of air humidifiers, including condensate trays and drains, shall meet the same requirements as droplet eliminators downstream of air coolers (Section 6.3.15).

The water supplied to humidifiers shall satisfy at least the microbiological requirements of the German Drinking Water Ordinance (TrinkwV) and the requirements of VDI 3803 Part 1, Table B1. If there is a risk of the supply air being affected by the extract air, indirect adiabatic cooling of the air is subject to the same requirements as supply-air humidification.

Continuous addition of disinfectants can promote the development of resistances and is not permissible in that case.

For any required disinfection of the supply and recirculating water of the humidifier during operation, only such methods and materials shall be used as have been demonstrated in practical tests to be effective and harmless to health and to leave no residues in the supply air, see Section 7.5. Environmental compatibility of the methods used is a further aspect to be considered.

7.6.6.1 Recirculating air humidifiers

The spread of pathogens such as *Legionella* and *Pseudomonas aeruginosa* through the humidifier water has to be prevented. The total number of colony-forming units in recirculating water shall not exceed the values given in Table 3.

The blow-drying control system shall be checked for proper functioning at regular intervals and shall be re-adjusted, if necessary. During times of operation when no humidification of the air is required, the water-carrying system parts shall automatically be emptied completely and dried after 48 hours at the latest.

Further requirements regarding water used for humidification can be found in VDI 3803 Part 1, Table B2.

7.6.6.2 Non-recirculating air humidifiers

They shall be operated in such a manner that no condensate or aerosol can enter the air duct system. When steam is used, it shall not contain any substances harmful to health. When the system is shut down, it has to be ensured that the air humidifiers are switched off early enough to be blown dry while the system is still running.

7.6.7 Luftdurchlässe

Luftdurchlässe sind gemäß der in der Checkliste festgehaltenen Vorgaben (Tabelle 8, Zeile 7) zu prüfen. Nach Prüfung und Reinigung ist darauf zu achten, dass die Funktion und die Einstellung weiterhin korrekt sind.

7.6.8 Luftfilter

Luftfilter sind in regelmäßigen Abständen gemäß der in der Checkliste festgehaltenen Vorgaben (Tabelle 8, Zeile 8) zu kontrollieren. Dabei sind die folgenden Parameter zu prüfen und für jede Filterstufe getrennt zu dokumentieren:

- Datum, Name des Kontrollierenden
- aktuelle Druckdifferenz (nach gegebenenfalls erforderlicher Nullkorrektur des Manometers)
- optischer Eindruck der Luftfilter (Prüfung auf grob sichtbare Lecks im filternden Material und auf Undichtheiten zwischen Filterrahmen und Einbauwand)

Bei Auffälligkeiten, z.B. ungleichmäßiger Staubbelastung, Durchfeuchtung, Leckagen, sich auflösendem Filtermedium oder Staubdurchbrüchen, sind alle Luftfilter in der entsprechenden Stufe auszutauschen, die Ursachen sind zu ermitteln und zu beseitigen.

Luftfiltereinsätze sind spätestens beim Erreichen der zulässigen Enddruckdifferenz (siehe Abschnitt 6.3.9) oder bei technischen und/oder hygienischen Funktionsmängeln auszuwechseln. Die Luftfilter der ersten Filterstufe sind spätestens nach einem Jahr, die der weiteren Filterstufen nach zwei Jahren auszuwechseln. Ein Luftfilterwechsel kann auch aus anderen Gründen, z.B. nach Bau- oder Umbaumaßnahmen an der RLT-Anlage, erforderlich sein.

Beim Einsetzen neuer Luftfilter ist auf den luftdichten Abschluss zwischen Filterrahmen und Einbauwand zu achten. Bei Taschenfiltern dürfen keine Filtertaschen eingeklemmt oder beschädigt werden, sie sind im Bodenbereich mit vertikalen Filtertaschen einzubauen. Alle Filtertaschen sollen eine hohe Eigensteifigkeit aufweisen, um ein relevantes, flächiges Berühren von anderen Filtertaschen oder Wand- und Bodenflächen des Geräts auszuschließen.

Anmerkung: Die Relevanz ist gegeben, wenn durch Berührung der Filtertaschen die Funktion der Filterstufe gefährdet oder die Luftqualität negativ beeinflusst werden kann.

Bei der Auswechslung der Luftfilter ist eine Kontamination des Umgebungsbereichs, der nachgeschalteten Luftbehandlungsaggregate sowie der zu belüftenden Räume zu vermeiden. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die neu einzusetzenden Luftfilter beim Filterwechsel nicht verschmutzt werden. Beim Filterwechsel müssen die beteiligten Personen geeig-

7.6.7 Air-terminal units

Air-terminal units shall be checked as specified in the checklist (Table 8, row 7). Following checking and cleaning, continued proper functioning and correct settings have to be ensured.

7.6.8 Air filters

Air filters shall be checked at regular intervals as specified in the checklist (Table 8, row 8). The following parameters shall be checked and documented separately for each filter stage:

- date, name of person performing the check
- current pressure difference (after zero adjustment of the pressure gauge, if required)
- appearance of the air filters (check for large visible leaks in the filter material and for leaks between filter frame and duct wall)

In case of noticeable deficiencies, e.g. inhomogeneous dust load, moistening, leaks, deteriorating filter media, or dust infiltration, all air filters of the stage concerned shall be changed, the causes shall be identified and eliminated.

Air filter inserts shall be changed at the latest when the permissible final pressure drop (see Section 6.3.9) has been reached or when technical and/or hygiene deficiencies occur. The air filters of the first stage shall be changed after one year at the latest, those in further filter stages after two years. Changing air filters can also become necessary for other reasons, e.g. after construction or modification work on the ventilation and air-conditioning system.

When installing new air filters, air-tight sealing between filter frame and duct wall has to be ensured. In the case of pocket filters, filter pockets shall not get jammed or damaged. Near the floor, pocket filters shall be installed with the pockets in a vertical position. All filter pockets shall be rigid enough to prevent significant surface contact with other filter pockets or wall and bottom surfaces of the unit.

Note: Contact between filter pockets is significant if the functioning of the filter stage can be compromised or the air quality can be impaired due to such contact.

When changing the air filters, any contamination of the environment, downstream air-conditioning units, and the rooms to be ventilated shall be avoided. Particular care shall be taken to prevent contamination of the new air filters to be installed. Personnel involved in changing filters shall wear suitable protective equipment; for further guidance, see Section 7.5.

nete Schutzausrüstungen tragen, weitere Hinweise siehe Abschnitt 7.5.

Luftfilter müssen trocken und sauber so gelagert werden, dass eine Beschädigung, Verschmutzung oder Durchfeuchtung auszuschließen ist. Bei Umverpackungen ist auf staubdichte Verpackung der Filter zu achten.

7.6.9 Luftleitungen

Die innere Oberfläche der Luftleitungen bildet in nahezu allen Lüftungsanlagen die flächenmäßig größte Kontaktfläche zur Luft der Lüftungsanlage. Dementsprechend groß sind auch die Einflussmöglichkeiten auf die Qualität der durchgeleiteten Luft, wenn nicht von einer „besenreinen RLT-Anlage nach VDI 6022 Blatt 1“ gesprochen werden kann.

Luftleitungen sind im Rahmen der Wartung regelmäßig an repräsentativen Stellen (Festlegung in der Erstinspektion) visuell auf Beschädigung und im luftführenden Bereich auf Verschmutzung, Korrosion, Kalkablagerungen sowie auf Wasserniederschlag zu prüfen. Die Anlage muss mindestens besenrein sein. Dauerhafte Feuchteniederschläge dürfen nicht auftreten.

Bei sichtbaren Verschmutzungen sind die verschmutzten Abschnitte des Luftleitungssystems zu reinigen. Flexible Luftleitungen, die innen nicht glatt sind, sind bei starker Verschmutzung zu erneuern.

Bei Instandhaltungsmaßnahmen und Anlagenänderungen sind die Luftleitungen vor dem Einbau auf Sauberkeit zu prüfen und gegebenenfalls zu reinigen. Bei der Montage sind durch geeignete Montage- und Bearbeitungsverfahren Verunreinigungen (z.B. Staub, Metallspäne) zu vermeiden. Bei der Instandsetzung anfallende Verunreinigungen sind zu entfernen. Es muss vermieden werden, dass diese vor der Wiederinbetriebnahme in die Zuluft und in die Räume gelangen.

7.6.10 Rückkühlwerke

Hinweise zum Betreiben von Rückkühlwerken sind der Richtlinie VDI 2047 Blatt 2 zu entnehmen.

7.6.11 Schalldämpfer

Schalldämpfer sind periodisch auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion zu prüfen. Sichtbare Verschmutzungen sind zu entfernen. Bei Beschädigung sind die betroffenen Einsätze fachgerecht instand zu setzen oder auszutauschen. Bei erkennbarer Feuchteinwirkung sind die Ursachen für den Feuchteintrag zu ermitteln und zu beseitigen. Über die weitere Verwendbarkeit der Schalldämpfereinsätze ist nach dem Ergebnis der mikrobiologischen Untersuchung zu entscheiden. Im Fall einer Geruchsbil-

Air filters shall be stored in a dry and clean place such that damage, contamination or moistening can be excluded. When secondary packaging is used, dust-tight packaging of the filters shall be ensured.

7.6.9 Air ducts

In almost all ventilation systems, the inner surface of the air ducts is the largest area in contact with the air handled by the ventilation system. The potential for influences on the quality of the air handled is of a like magnitude unless the ventilation and air-conditioning system can be said to be “in clean swept-condition according to VDI 6022 Part 1”.

Maintenance of the air ducts shall include periodic visual inspection of representative locations (to be specified during the initial inspection) for damage and, in the air-handling area, for contamination, corrosion, limescale, and condensation. The system shall be at least clean swept. Permanent precipitation of moisture is not permissible.

Visibly contaminated air duct sections shall be cleaned. Flexible air ducts whose inner surface is not smooth shall be replaced if strongly contaminated.

In the case of maintenance activities and system modifications, the air ducts shall be checked for cleanliness and cleaned where required before they are installed. During assembly, contamination (e.g. dust, metal swarf) shall be avoided by selecting appropriate assembly and machining methods. Any contamination occurring during repair shall be removed and shall be prevented from entering the supply air and the rooms before recommissioning.

7.6.10 Open cooler systems

Guidance on the operation of open cooler systems is given in standard VDI 2047 Part 2.

7.6.11 Silencers

Silencers require periodic checking for contamination, damage, and corrosion. Visible contamination shall be removed. Damaged baffles shall be professionally repaired or replaced. In the case of visible effects of moisture, the causes for moisture ingress shall be identified and eliminated. The decision as to continued use of the acoustic baffles shall be made depending on the result of the microbiological test. In case of odours emanating from the silencers, the acoustic baffles shall be replaced.

dung durch die Schalldämpfer sind die Einsätze zu ersetzen.

7.6.12 Ventilator

Die Ventilator- und Antriebseinheiten müssen periodisch auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion geprüft werden. Mängel sind zu beseitigen. Bei erkennbaren Ablagerungen von Trocknungsrückständen von mitgerissenem Befeuchterwasser oder Kondensat sind die Ursachen abzustellen.

7.6.13 Wärmerückgewinnung

Für die Wärmerückgewinnung gelten die Ausführungen in Abschnitt 7.6.14.

7.6.14 Wärmeübertrager

Schon bei geringen Verschmutzungen ist eine Reinigung notwendig, die Ursachen sind zu beseitigen.

Wenn eine Reinigung im eingebauten Zustand nicht möglich ist (Anlagen im Bestand), muss der Wärmeübertrager zur Reinigung ausgebaut werden. Wenn die Reinigung im eingebauten Zustand erfolgt, muss sichergestellt werden, dass entfernter Schmutz oder Feuchtigkeit nicht in die nachfolgenden Anlagenelemente gelangen können.

Undichtheiten der Trennwand sind umgehend zu beseitigen.

Bei Kühlern mit Taupunktunterschreitung (Entfeuchtung) sind die Sauberkeit und der Zustand des Tropfenabscheiders, der Kondensatwanne, des Kondensatablaufs und des Siphons bei jeder Kontrolle zu prüfen. Erforderliche Reinigungen sind unverzüglich durchzuführen. Mängel am Kondensatablauf sind unverzüglich zu beheben.

7.6.15 Erdverlegte Komponenten

Erdwärmeübertrager sind nach der Errichtung, unmittelbar vor der Inbetriebnahme, grundsätzlich zu reinigen. Es gelten die Anforderungen der Besenreinheit.

Im Zuge der Hygiene-Erstinspektionen der RLT-Anlage wird eine Luftkeimmessung hinter dem Erdwärmeübertrager erforderlich. Bei den folgenden Hygieneinspektionen ist eine Messung hinter dem Erdwärmeübertrager dann erforderlich, wenn beim Vergleich der Außenluft mit der Zuluft ein kritischer Befund besteht.

Nachfolgend sind Kontroll- und Inspektionsintervalle dargestellt, die abweichend von den Angaben in Abschnitt 7.6.9. für erdverlegte Luftleitungen gelten.

Aus Gründen der Hygiene ist eine regelmäßige Kontrolle mit gegebenenfalls notwendiger Reinigung ins-

7.6.12 Fan

Fan and drive units shall be checked periodically for contamination, damage, and corrosion. Any deficiencies shall be eliminated. In case of visible deposits of drying residues caused by entrained humidifier water or condensate, the causes shall be eliminated.

7.6.13 Heat recovery systems

For heat recovery systems, refer to the information given in Section 7.6.14.

7.6.14 Heat exchangers

Cleaning is required even in case of minor contamination, and the causes shall be eliminated.

If a heat exchanger cannot be cleaned while installed (existing systems), it shall be extracted for cleaning. If cleaning is performed with the unit remaining in place, it has to be ensured that any contamination removed or moisture cannot infiltrate into downstream components of the system.

Leakages of the partition wall shall be removed immediately.

In the case of coolers working below the dew point (dehumidification), the cleanliness and the condition of the droplet eliminator, the condensate tray, the condensate drain, and the drain trap shall be checked during each inspection. Any cleaning required shall be performed immediately. Deficiencies found on the condensate drain shall be eliminated immediately.

7.6.15 Underground components

As a matter of principle, ground heat exchangers shall be cleaned following installation, immediately prior to commissioning. The requirements for the clean-swept condition shall be met.

In the course of the initial hygiene inspection of the ventilation and air-conditioning system, a measurement of airborne pathogens downstream of the ground heat exchanger will be required. During subsequent hygiene inspections, a measurement downstream of the ground heat exchanger will be required whenever the comparison of outdoor air and supply air yields a critical result.

Deviating from the information in Section 7.6.9, the check and inspection intervals specified below apply to underground air ducts.

For reasons of hygiene, regular checks and cleaning as required shall be carried out particularly in the

besondere in den Sommermonaten vorzunehmen. Die Kontrollhäufigkeit richtet sich nach der Wetterlage und dem Anlagenbetrieb. Die Mindestintervalle unterscheiden sich von Oktober bis März von denen von April bis September.

Es gelten folgende Verschärfungen:

- Anstelle von alle drei Monate (Oktober bis März) sind alle zwei Monate (April bis September) Luftfilter auf unzulässige Verschmutzung, Beschädigung und Gerüche prüfen.
- alle sechs Monate:
 - Außenluftdurchlässe auf Verschmutzung und Beschädigung prüfen.
 - Luftleitungen auf Beschädigung prüfen.
 - Innere Luftleitungsfläche auf Verschmutzung und Wasserniederschlag untersuchen (z. B. mittels Kamera, falls keine geeigneten Revisionsöffnungen vorhanden sind).
- jährlich: Messungen der Staubkonzentration sowie von Mikroorganismen (Bakterien und Schimmelpilze) in der Zuluft im Verhältnis zur Außenluft und/oder Vergleichsluft
- alle zwei Jahre: Hygieneinspektion nach Abschnitt 7.4
Die Leitungen müssen mindestens besenrein sein. Bei sichtbaren Verschmutzungen sind die verschmutzten Abschnitte des Luftleitungssystems zu reinigen.

7.7 Reinigung

7.7.1 Allgemeines

Durch die konsequente Einhaltung der Anforderungen dieser Richtlinie, insbesondere Abschnitt 6, kann die Notwendigkeit einer Reinigung oder der Austausch von Komponenten aus Gründen der Verschmutzung vermieden werden. Bei der Beauftragung von Reinigungsleistungen soll aus Gründen der Objektivität auf eine Trennung von Reinigungsleistung und Hygieneinspektion geachtet werden.

Die Reinigung von Abluftleitungen kann durch die Belastungen aus dem Raum erforderlich werden. Dies gilt insbesondere zur Aufrechterhaltung der Raumluftqualität und des Brandschutzes. Bei der Bewertung der Staubflächendichte in installierten Abluftleitungen (für Abluft, die die Zuluftqualität beeinflussen kann) gelten von Zuluftleitungen abweichende Anforderungen. Die Werte aus Tabelle 11 in Abschnitt 8.6 dürfen in diesen Abluftleitungen um 50 % überschritten werden.

Sind Komponenten zu reinigen, ist ein jeweils geeignetes Verfahren zu verwenden. Die Komponente ist nach der Reinigung vor erneuter Verschmutzung zu schützen.

summer months. The frequency of checks depends on the weather conditions and the mode of system operation. The minimum intervals are different for the periods from October to March and April to September.

The following stricter requirements apply:

- The air filters shall be checked for unacceptable contamination, damage, and odours every two months (April to September), rather than every three months (October to March).
- every six months:
 - Check outdoor-air inlets for contamination and damage.
 - Check air ducts for damage.
 - Check inner air duct surface for contamination and condensation (using, e.g., a camera in the absence of suitable inspection openings).
- annually: measurements of dust concentrations and of microorganisms (bacteria and moulds) in the supply air as compared to outdoor air and/or reference air
- every two years: hygiene inspection according to Section 7.4
The ducts shall be at least clean-swept. In case of visible contamination, the contaminated sections of the air duct system shall be cleaned.

7.7 Cleaning

7.7.1 General

By strictly complying with the requirements laid out in this standard, particularly in Section 6, the need for cleaning or the replacement of components due to contamination can be avoided. For reasons of objectivity, when ordering cleaning services, care shall be taken to make a separation between the cleaning service and the hygiene inspection.

The need for cleaning extract-air ducts can arise due to room loads. This concerns particularly the requirements of sustained indoor air quality and of fire protection. The requirements for assessing the dust surface density in installed extract-air ducts (for extract air which can affect the supply-air quality) differ from those for supply-air ducts. In these extract-air ducts, exceeding the values given in Table 11 in Section 8.6 by 50 % is permissible.

If components have to be cleaned, a method suitable for the respective case shall be used; the cleaned component shall be protected against re-contamination.

Sind Anlagen zu reinigen (Beurteilungskriterien siehe Tabelle 11 in Abschnitt 8.6), z.B. wenn im Rahmen einer Hygieneinspektion ein Reinigungsbedarf festgestellt wird, ist ein jeweils geeignetes Verfahren zu verwenden.

If systems have to be cleaned (assessment criteria see Table 11 in Section 8.6), e.g. as a result of a hygiene inspection, a method suitable for the respective case shall be used.

7.7.2 Grundsätze zur Reinigung und zu Reinigungsverfahren

Vor Beginn der Reinigungsmaßnahmen ist eine Gefährdungsbeurteilung nach Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) durchzuführen bezüglich

- der zur Anwendung kommenden Reinigungsverfahren und -mittel,
- der Außer- und Wiederinbetriebnahme von Anlagen und Anlagenteilen,
- der Zugänglichkeit von Komponenten zur Reinigung und gegebenenfalls zum Aus- und Einbau und
- der Beeinträchtigung und Gefährdung der Nutzer und der ausführenden Arbeitnehmer.

7.7.2 Basic principles concerning cleaning and cleaning methods

Before taking up any cleaning activities, a hazard assessment according to the German Ordinance on Industrial Safety and Health (BetrSichV) shall be conducted regarding

- the cleaning methods and cleaning agents to be used,
- shutdown and recommissioning of systems and system parts,
- accessibility of components for cleaning and any dismantling and assembly required, and
- any impairment and hazard to the occupants and to the employees performing the activities.

Die Wirksamkeit der Vorgaben aus der Gefährdungsbeurteilung ist während der Umsetzung der Reinigungsmaßnahmen zu prüfen. Bei den unterschiedlichen Lüftungssystemen müssen auf die jeweilige Ablagerung und den Verschmutzungsgrad abgestimmte Methoden angewendet werden. In Tabelle 9 sind Beispiele für verschiedene Reinigungsmethoden aufgeführt.

Effectiveness of the specifications derived from the hazard assessment shall be checked during implementation of the cleaning measures. For the various ventilation systems, methods shall be used which are matched to the respective deposited material and level of contamination. Table 9 lists examples of various cleaning methods.

Für die in das Luftleitungssystem eingebundenen Komponenten, wie Brandschutzklappen, Befeuchterkammern und Ventilatoren, sind besondere Maßnahmen erforderlich. Mit Ausnahme der Befeuchterkam-

Special measures have to be taken for the components integrated into the air duct system, such as fire dampers, humidifier chambers, and fans. Except for humidifier chambers, all easy-to-dismantle compo-

Tabelle 9. Beispiele für Reinigungsmethoden

Art der Tätigkeit	Arbeitsweise	Übliche Anwendung
Handwischen, Bürsten, Schaben	manuell mit Tüchern, Bürsten, Spachtel und Handwerkzeugen	Einzelkomponenten/Luftleitungsteile vor und nach dem Einbau
Mechanische Reinigung mit unterstützender Absaugung	mechanisch angetriebene Bürste und Absauggerät mit Endfilterstufe	Anlagenreinigung und Luftleitungen
Druckluftreinigung mit unterstützender Absaugung	druckluftbetriebene Reinigungssysteme und Absauggerät mit Endfilterstufe	Anlagenreinigung in Kleinanlagen, z.B. in Wohnungslüftungsanlagen
Beschallung mit unterstützender Absaugung	Ultraschallreinigung, bürsten und absaugen einschließlich Staubabscheidung	Sonderfälle für Einzelkomponenten
Chemisch-mechanische Reinigung	Der Schmutz wird chemisch gelöst und durch Spülung entfernt.	Abluftanlagen, Kalkablagerungen in Zuluftleitungen
Trockeneisstrahlreinigung mit unterstützender Absaugung	Strahlreinigung mit Trockeneisgranulat	Entfernen von Klebe- oder Innenisolationsrückständen in Zuluftleitungen; Fettrückstände in Küchenabluftleitungen
Dampfstrahl/Niederdruck- oder Hochdruckreinigung mit Unterdruckabsaugung	Gelöster Schmutz wird durch Absaugen entfernt.	Zentralgeräte und WRG, erdverlegte Luftleitungen

Anmerkung: Bei einer Nassreinigung und beim Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln können die in einem Luftleitungssystem verbliebenen Rückstände die Vermehrung von Mikroorganismen begünstigen, aber auch zu chemischen Reaktionen führen. Es ist sehr aufwendig, in unzugänglichen Luftleitungssystemen die Rückstände zu entfernen.

Table 9. Examples of cleaning methods

Type of activity	Method	Typical application
Manual wiping, brushing, scraping	manually, using cloths, brushes, scrapers, and hand tools	individual components/air duct parts before and after installation
Mechanical cleaning assisted by suction	mechanically driven brush and suction device with terminal filter stage	system cleaning and air ducts
Compressed-air cleaning assisted by suction	compressed-air-driven cleaning systems and suction device with terminal filter stage	system cleaning in small systems, e.g. residential ventilation systems
Ultrasonic treatment assisted by suction	ultrasonic cleaning, brushing, and vacuuming including dust separation	special cases of individual components
Chemical-mechanical cleaning	Dirt is dissolved chemically and removed by rinsing.	extract-air systems, scaling in supply-air ducts
Dry ice jet cleaning assisted by suction	jet cleaning with dry ice pellets	removal of residues of adhesives or internal insulation from supply-air ducts; grease residues in kitchen extract-air ducts
Steam jet/low-pressure or high-pressure cleaning assisted by vacuuming	Loosened dirt is removed by vacuuming.	central air-handling units and HRS, underground air ducts

Note: In the case of wet cleaning and when using cleaning agents and disinfectants, any residues in the air duct system can promote microbial growth but can also lead to chemical reactions. It is highly labour-intensive to remove the residues from inaccessible air duct systems.

mern sind möglichst alle leicht ausbaufähigen Komponenten zur notwendigen Reinigung auszubauen. Die Reinigung bedarf, wegen der Gefahr der Beschädigung oder Veränderung an Komponenten, besonderer Erfahrung und Qualifizierung der durchführenden Personen.

Des Weiteren sind Reinigungs- und Desinfektionsmittel nur so einzusetzen, dass im Betrieb keine Gesundheitsgefährdung entstehen kann.

7.7.3 Erdwärmeübertrager

Eine Reinigung während des Betriebs ist immer dann durchzuführen, wenn bei der zyklischen Inspektion eine Notwendigkeit dafür festgestellt wird. Bei dieser Feststellung muss ebenfalls definiert werden, welches Reinigungsverfahren (nass oder trocken) angewendet werden muss, um die entdeckten Verunreinigungen zu entfernen. Für die Beurteilung der Reinigungsnotwendigkeit und des Reinigungserfolgs gelten die Anforderungen gemäß Abschnitt 8.

8 Messverfahren und Untersuchungen bei Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen

8.1 Grundlagen

Die Messungen von Mikroorganismen und gegebenenfalls weiterer Parameter dienen der Kontrolle der Betriebssicherheit der RLT-Anlagen und ihrer hygienisch einwandfreien Funktion. Exemplarische Luftkeimmessungen zur Bewertung der Zuluftqualität sind dabei obligatorisch, siehe Abschnitt 7.4 und Anhang B.

nents shall preferably be dismantled for necessary cleaning. Because of the risk of damage or changes to components, the persons performing cleaning shall have specific experience and qualification.

Furthermore, cleaning agents and disinfectants shall be used in such a manner that no health hazard can occur during operation.

7.7.3 Ground heat exchanger

Cleaning during operation shall be performed whenever such need is established during periodic inspection. When such need for cleaning is established, it is also required to define the cleaning method (wet or dry) to be used for removing the contamination detected. For assessing the need for cleaning and the cleaning success, the requirements as per Section 8 apply.

8 Measurement techniques and tests in hygiene checks and hygiene inspections

8.1 Fundamentals

The measurements of microorganisms and further parameters as required are taken to check the operational reliability of the ventilation and air-conditioning systems and their functioning in compliance with the hygiene requirements. Sample measurements of airborne pathogens for assessing the supply-air quality are mandatory, see Section 7.4 and Annex B.

Grundsätzlich sollen nur solche Methoden Anwendung finden, für die eine Eignung durch entsprechende Untersuchungen (Qualifizierung, Validierung, Ringversuche) nachgewiesen wurde.

Zur Erfassung der Luftkeimzahlen sind Methoden entsprechend der Normenreihe DIN EN ISO 16000 anzuwenden. Das gegebenenfalls beteiligte Labor soll nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die betroffenen Methoden akkreditiert sein. Sofern in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) derartige Methoden explizit genannt werden, sind diese einzusetzen. In diesem Kontext wird insbesondere auf die vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) veröffentlichten Methoden zur Gefahrstoffmessung verwiesen (IFA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“). Grundsätzlich sind verschiedene Probenahmetechniken möglich, die im Weiteren beschrieben sind, dies betrifft insbesondere die Luftkeimmessungen.

Auch hinsichtlich der Verwendung von Grenz-, Richt- oder Kontroll- und Beurteilungswerten im Rahmen der Bewertung wird auf einschlägige Regelwerke und Empfehlungen (BioStoffV, GefStoffV, TRBA, TRGS, MAK-Werte, Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW, siehe TRGS 900) und biologische Grenzwerte (BGW) sowie VDI 6022 Blatt 3) hingewiesen.

Die in Abschnitt 5 bis Abschnitt 7 genannten, geforderten oder empfohlenen mikrobiologischen Untersuchungen und Messverfahren werden hinsichtlich der Beurteilungswerte, erforderlichen Qualifikationen, der Beschreibung der Messdurchführung und der Bewertung der Messergebnisse im folgenden Abschnitt beschrieben, soweit diese vom Personal mit Hygieneschulung gemäß Kategorie A oder Kategorie B nach VDI 6022 Blatt 4 selbst durchgeführt werden können.

Die Methoden sind anzuwenden bei Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen durch hierfür qualifizierte Personen. Es bleibt uneingeschränkt Aufgabe der gegebenenfalls weiterarbeitenden Laboreinrichtungen, in eigener Verantwortung nur solche Methoden anzuwenden, die nach den anerkannten Regeln der Technik für diesen Anwendungsfall geeignet sind.

8.2 Hygieneuntersuchungen von Wässern in RLT-Anlagen und -Geräten

Die Schulungen nach VDI 6022 Blatt 4, mindestens der Kategorie B, befähigen zur orientierenden Untersuchung und Bewertung von Wasser mit Dip Slides.

Die Probenahme für weiterführende qualifizierte Wasserprobenuntersuchungen im Rahmen von Hygi-

As a matter of principle, only such methods shall be used as have been demonstrated to be suitable by means of relevant investigations (qualification, validation, round-robin tests).

Airborne microbial concentrations shall be determined using the methods according to the Series of Standards DIN EN ISO 16000. Any laboratory to be involved shall be accredited for the methods in question according to DIN EN ISO/IEC 17025. If the Technical Rules for Hazardous Substances (TRGS) explicitly state such methods, these methods shall be used. In this context, reference is made particularly to the methods for hazardous substances measurement published by the IFA Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA folder “Messung von Gefahrstoffen” (Measurement of Hazardous Substances)). Basically, various sampling techniques are possible, particularly for measuring airborne microbial concentrations. These techniques are described below.

Furthermore, reference to the relevant rules and regulations and recommendations is made with respect to limit values, standard values, check and assessment values to be used in assessments (BioStoffV, GefStoffV, TRBA, TRGS, MAK values, occupational exposure limits (AGW, see TRGS 900) and biological tolerance values (BGW) as well as VDI 6022 Part 3).

The microbiological tests and measurement techniques mentioned, specified or recommended in Section 5 to Section 7 are described in the section below in terms of the assessment values, required qualifications, the measurement procedure, and the evaluation of the measurement results, to the extent that these tests can be carried out by personnel having passed hygiene training in accordance with VDI 6022 Part 4, Category A or Category B.

The methods shall be applied for hygiene checks and hygiene inspections by appropriately qualified personnel. It remains the unlimited direct responsibility of any laboratory institution processing the samples to apply but such methods as are appropriate for the respective application according to the acknowledged rules of technology.

8.2 Hygiene tests of water in ventilation and air-conditioning systems and units

Persons having passed training courses in accordance with VDI 6022 Part 4, Category B or better, are qualified for performing water screening tests and assessing the water by means of dip slides.

Sampling for further qualified water sample tests in the context of hygiene inspections can only be per-

eneinspektionen können nur durch Qualifizierte mindestens in der Kategorie A nach VDI 6022 Blatt 4 erfolgen. Deren anschließende Analyse erfolgt ausschließlich durch das mikrobiologische Wasserlabor.

Die Prüfung der geforderten mikrobiologischen Trinkwasserqualität in Zuspisewässern ist Gegenstand der VDI/DVGW 6023 und der Trinkwasserverordnung (TrinkwV).

8.2.1 Orientierende Untersuchung mit Dip Slides

Es sind Dip Slides zu verwenden, die zur Gesamtkoloniezahlbestimmung in Wässern geeignet sind. Dieser Forderung entsprechen z.B. Dip Slides mit einem CASO-(TSA)-Nährboden mit Enthammer zur orientierenden Abschätzung der Gesamtkoloniezahl.

Zur Orientierung sind Bebrütungen mit 30 °C über 48 h bis 72 h für Bakterien in der Regel geeignet.

8.2.2 Ausrüstung

Zur Ausrüstung gehören:

- Probentransportbehälter
- Dip Slides zur Gesamtkoloniezahlschätzung in Wasser
- erforderliche persönliche Schutzausrüstung
- wasserfester Signierstift, Schreibzeug
- Wasserthermometer

8.2.3 Dokumentation

Das Protokoll enthält folgende Mindestangaben:

- Typbezeichnung des Dip Slides, Hersteller
- Firma
- Probennummer
- eindeutige nachvollziehbare Probenahmestelle
- Wassertemperatur bei Entnahme
- Datum
- Uhrzeit
- Name, Unterschrift des Probennehmers

8.2.4 Durchführung

Zur Vergleichbarkeit und zur Erfassung von Tendenzen der Untersuchungen ist es sinnvoll, zu jeder Dip-Slide-Untersuchung die gleichen Produkte zu verwenden und die Vorgaben der Hygiene-Erstinspektion zu beachten. Folgende Arbeitsschritte sind vorzunehmen:

- a) Gesamtanlage inklusive Befeuchter außer Betrieb nehmen.
- b) Erforderliche, persönliche Schutzausrüstung anlegen (u.a. Maske mindestens FFP 2 (DIN EN 149), geeignete Schutzhandschuhe).

formed by persons having at least Category A qualification according to VDI 6022 Part 4. Subsequent analysis of the samples shall be carried out exclusively by the water microbiological laboratory.

Testing of the required microbiological drinking-water quality in supply water is the subject of VDI/DVGW 6023 and the German Drinking Water Ordinance (TrinkwV).

8.2.1 Screening test using dip slides

The dip slides to be used shall be suitable for determining the total number of CFUs in water. This requirement is met by, e.g., dip slides with a CASO (TSA) nutrient medium with neutraliser for preliminary estimation of the total number of CFUs.

For screening tests, incubation for 48 h to 72 h at 30 °C is usually suitable for bacteria.

8.2.2 Equipment

The equipment includes:

- containers for sample transport
- dip slides for estimating the total number of CFUs in water
- required personal protective equipment
- permanent marker, writing utensils
- water thermometer

8.2.3 Documentation

The report shall contain the following minimum information:

- type designation of dip slide, manufacturer
- company
- sample number
- unambiguous identification of sampling location
- water temperature at the time of sampling
- date
- time
- name, signature of sample taker

8.2.4 Procedure

To ensure comparability and to detect trends in the tests, it is advisable to use the same products for all dip-slide tests and to observe the specifications derived from the initial hygiene inspection. The steps of the procedure are as follows:

- a) Shut down complete system including humidifier.
- b) Don the required personal protective equipment (among other things, face mask FFP 2 (DIN EN 149) or better, suitable protective gloves).

- c) Befeuchterkammertür öffnen.
- d) Dip-Slide-Gehäuse mit der Probennummer wasserfest kennzeichnen, öffnen (Nährbodenträger am Griff halten, **Nährböden niemals berühren**).
- e) Nährböden vollständig eintauchen, überschüssiges Wasser abfließen lassen.
- f) Nährbodenträger am unteren Ende abstreifen ohne die Nährböden zu berühren, unverzüglich wieder im Gehäuse verschließen (Gebrauchsanleitung beachten).
- g) Befeuchterkammertür schließen.
- h) Dip-Slide-Gehäuse in den Transportbehälter stellen.
- i) Protokoll ausfüllen.
- j) Proben in den Brutschrank stellen oder fachgerecht ins Labor transportieren.
- k) Bebrütung und Auswertung (siehe Abschnitt 8.2.1)

Die Entsorgung der Dip Slides erfolgt als betrieblicher Restmüll unter Berücksichtigung der fachgerechten Entsorgung gemäß Abfallverordnung (Richtlinie 2008/98/EG). Voraussetzung ist, dass es sich um Dip Slides mit Standardnährmedien handelt und nicht um Dip Slides mit Selektivnährmedien. Des Weiteren müssen die Dip Slides bei der Entsorgung verschlossen sein. Das Einlegen von Dip Slides in Alkohol ist nicht zu empfehlen (entspricht gemäß der DGUV-Information 09/2014 nicht dem Stand der Technik), da hierzu die Dip Slides geöffnet werden müssen und ein Freiwerden von Mikroorganismen am Arbeitsplatz und eine damit einhergehende gesundheitliche Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

8.2.5 Dip-Slides-Richtwerte

Die Gesamtkoloniezahl für Wasser im Luftbefeuchter darf 1000 KBE/ml nicht überschreiten. Bei Überschreitung der Beurteilungswerte liegt ein „kritischer Befund“ vor. Maßnahmen siehe Abschnitt 7.

8.2.6 Weiterführende Laboruntersuchungen

Zur einheitlichen Darstellung und Bewertung der Ergebnisse von Hygieneinspektionen von Umlaufwasser wird auf Tabelle 3 verwiesen.

Die Anzucht auf Selektivmedien darf nur in Laboratorien erfolgen, die nach § 44 Infektionsschutzgesetz (IfSG) zugelassen sind. Bei Überschreitung der Beurteilungswerte liegt ein kritischer Befund vor.

8.3 Mikrobiologische Untersuchung von Oberflächen

Mikrobiologische Oberflächenuntersuchungen finden in der Regel im Rahmen von Hygieneinspektio-

- c) Open door to humidifier chamber.
- d) Mark dip-slide container with sample number using a water-resistant marker, then open it (hold media carrier by handle, **never touch media**).
- e) Completely immerse the nutrient media, allow excess water to run off.
- f) Dip bottom of media carrier making sure not to touch the media; immediately place back into container and close container (observe instructions for use).
- g) Close door to humidifier chamber.
- h) Place dip-slide container into transport container.
- i) Fill in report.
- j) Place samples into incubator or ensure appropriate transport to laboratory.
- k) incubation and analysis (see Section 8.2.1)

Dip slides are disposed of with the company's residual waste, taking into account proper disposal according to the Directive on Waste (Directive 2008/98/EC). This is based on the assumption that dip slides with standard nutrient media are used rather than dip slides with selective media. Furthermore, the dip slides shall be disposed of in closed containers. Immersing the dip slides in alcohol is not recommended (according to DGUV 09/2014, this is not a state-of-the-art procedure), as this requires opening the dip-slide containers, and the release of microorganisms at the workplace and the health hazard involved in this cannot be excluded.

8.2.5 Standard values for dip slides

The total number of CFUs for water in the air humidifier shall not exceed 1000 CFU/ml. If the assessment values are exceeded, this is a "critical result". See Section 7 for measures to be taken.

8.2.6 Further laboratory tests

For a harmonised representation and assessment of the results of hygiene inspections of recirculating water, refer to Table 3.

Incubation on selective media shall only be carried out in laboratories approved in accordance with Section 44 of the Law on the Protection from Infectious Diseases (IfSG). An exceedance of the assessment values is a critical result.

8.3 Microbiological testing of surfaces

As a rule, microbiological surface tests are performed in the context of hygiene inspections. Samples are

nen statt. Die Probenahme erfolgt durch den Sachkundigen gemäß VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A bzw. durch einen Labormitarbeiter mit mindestens einer Qualifikation nach VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A (siehe VDI 6022 Blatt 4). Nur so ist gewährleistet, dass für eine Oberflächenuntersuchung nur repräsentative Probenahmestellen ausgewählt werden, die den Hygieniezustand der untersuchten Anlagenkomponenten widerspiegeln.

Eine qualifizierte Probenahme für Oberflächenuntersuchungen im Sinne dieser Richtlinie ist die Verwendung von Abdruckplatten (Rodac-Agarplatten) mit einer Fläche von jeweils 25 cm². Eine Beprobung von Oberflächen mittels Dip Slides ist keine fachgerechte Beprobung im Sinne dieser Richtlinie.

Sofern nicht ebene Oberflächen oder sensible Oberflächen, z.B. Register, beprobt werden sollen, sind anstelle von Abdruckplatten Abstrichproben/Tupferproben zu entnehmen und entsprechend analytisch auszuwerten.

8.3.1 Durchführungsempfehlungen

Zur Vergleichbarkeit und zur Erfassung von Tendenzen der Untersuchungen müssen zu jeder Untersuchung gleiche Produkte verwendet und die Vorgaben der Hygiene-Erstinspektion beachtet werden. Folgende Arbeitsschritte sind vorzunehmen:

- Je zu untersuchender Oberfläche ist ein Nährmedium für die Gesamtkoloniezahl und zusätzlich ein weiteres Nährmedium für Schimmelpilze/Hefen zu verwenden.
- Beprobung von technisch glatten, ebenen Oberflächen mit Abdruckplatten (DG18 für Schimmelpilze/Hefen, CASO für Gesamtkoloniezahl) unter Beachtung des rückstandsfreien Entfernens von übertragenen Nährmedienbestandteilen
- An für die Probenahme technisch sensiblen RLT-Komponenten, z.B. Registern von Wärmeübertragern, sind hygienische Oberflächenbeurteilungen mittels Abstrichuntersuchungen durchzuführen, da ein rückstandsfreies Entfernen von übertragenen Nährmedienbestandteilen nicht praktikabel ist. Die Ergebnisse werden rein qualitativ dargestellt.

Die Auswertung erfolgt zunächst getrennt für Bakterien und Schimmelpilze/Hefen. Die Zusammenführung der Messwerte Bakterien und Schimmelpilze/Hefen je Oberfläche ergibt das jeweilige Endergebnis. Die Endergebnisse sind anhand der Beurteilungswerte in Tabelle 10 und im Zusammenhang mit dem gesamten Hygieniezustand der untersuchten Anlage zu bewerten. Dabei ist zu beachten, dass die Beurteilungswerte der Tabelle 10 mit den oben genannten Abdruckplatten gesammelt wurden.

taken by the competent person according to VDI 6022 Part 4, Category A or by a laboratory employee having at least qualification according to VDI 6022 Part 4, Category A (see VDI 6022 Part 4). This is the only way to ensure that only representative sampling locations which reflect the hygienic condition of the system components under test are selected for surface testing.

A qualified sampling technique for surface tests as defined by this standard is the use of contact plates (RODAC agar plates) having a minimum surface area of 25 cm² each. Sampling of surfaces using dip slides is not a proper sampling technique as defined by this standard.

If non-planar or delicate surfaces, e.g. tube banks, are to be sampled, swab samples/dab samples rather than contact plates shall be used and analysed accordingly.

8.3.1 Recommendations regarding the procedure

To ensure comparability and to detect trends in the tests, the same products for all tests must be used and the specifications derived from the initial hygiene inspection must be observed. The steps of the procedure are as follows:

- For each surface to be tested, use one nutrient medium for the total number of CFUs and, additionally, a further nutrient medium for moulds/yeasts.
- sampling of technically smooth, flat surfaces using contact plates (DG18 for moulds/yeasts, CASO for the total number of CFUs), making sure to remove without residues any nutrient components carried over
- On air-handling components susceptible to damage due to sampling, e.g. heat exchanger tube bundles, surface hygiene assessments shall be conducted by means of swab tests given that residue-free removal of nutrient components carried over is not feasible. The results shall be represented purely qualitatively.

Analysis is first made separately for bacteria and moulds/yeasts. Addition of the values measured per surface for bacteria and moulds/yeast yields the respective final result. The final results shall be assessed against the assessment values in Table 10 and within the context of the overall hygienic condition of the system under test, keeping in mind that the assessment values in Table 10 were obtained using the above-mentioned contact plates.

Tabelle 10. Erfahrungswerte und Maßnahmen bei Oberflächenmessungen mit Abdruckplatte

Beurteilungswerte ^{a)} in KBE/25 cm ²	Bewertung und Maßnahmen
< 25	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als gut oder sehr gut zu bewerten. Kein Handeln erforderlich.
25 bis 100	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als grenzwertig einzuschätzen. Ursache suchen, beseitigen. Diese Elemente sollen gründlich gereinigt oder demnächst ausgewechselt werden. In den Wartungsplan aufnehmen.
> 100	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als unzureichend zu bewerten. Ursache suchen, beseitigen. Diese Elemente sollen dringend gründlich gereinigt, gegebenenfalls zusätzlich desinfiziert oder bei Bedarf ausgetauscht werden. Sofortiges Handeln ist erforderlich.

^{a)} jeweils Summe der Platten für Bakterien und Pilze/Hefen, z.B. 20 KBE/25 cm² Bakterien und 15 KBE/25 cm² Pilze ergibt 35 KBE/25 cm², das bedeutet eine Einordnung in die Zeile 25 bis 100

Table 10. Empirical values and measures to be taken after surface measurements using contact plates

Assessment values ^{a)} in CFU/25 cm ²	Assessment and measures to be taken
< 25	Surfaces tested are in good or very good hygienic/microbiological condition. No action required.
25 to 100	Hygienic/microbiological condition of the surfaces tested is on the borderline. Find cause, eliminate. Thoroughly clean elements concerned, or plan replacing them in the near future. Add to maintenance schedule.
> 100	Surfaces tested are in insufficient hygienic/microbiological condition. Find cause, eliminate. These elements are in urgent need of thorough cleaning and additional disinfection, where applicable, or replacement as required. Immediate action is required.

^{a)} Total of bacteria and moulds/yeasts for each plate; for example, 20 CFU/25cm² of bacteria and 15 CFU/25cm² of moulds yield 35 CFU/25 cm², which means the value falls in the “25 to 100” row.

Bei auffälligen Befunden ist gegebenenfalls ein Stufenplan unter Einbeziehung einer Hygienefachkraft, eines Hygienefachkundigen oder eines Hygienikers aufzustellen (Differenzierung der Abklatschproben usw.).

If critical results are found, it can be required to draw up a phased plan involving a hygiene specialist, hygiene expert, or hygienist (differentiation of contact samples, etc.).

8.4 Luftmessungen

Um möglichst aussagekräftig festzustellen, inwiefern die Forderungen nach einer gesundheitlich zuträglichen Zuluftqualität erfüllt sind, sind entsprechende Messungen in der Zuluft an exemplarischen Zuluftöffnungen erforderlich.

Anmerkung: Bei einer großen Anzahl dezentraler Geräte ist eine repräsentative Auswahl zu treffen, siehe Abschnitt 7.3.1.

Dies erfolgt im Rahmen einer Bewertung mit einer definierten Vergleichsluft gemäß Abschnitt 5.4. Diese Messungen können nur durch entsprechende Fachleute erfolgen, dazu gilt:

- Der Auftraggeber hat nach TRBA 405 die Kontrollpflicht, nur solche Einrichtungen und Laboratorien zur Durchführung von mikrobiologischen

8.4 Air measurements

Measurements in the supply air at exemplary supply-air outlets shall be taken to establish as conclusively as possible the degree of compliance with the requirements regarding healthy supply-air quality.

Note: With a great number of peripheral equipment, a representative selection shall be made, see Section 7.3.1.

The measurements are taken in the context of an assessment against a defined reference air as per Section 5.4. These measurements can only be performed by appropriate specialists. Relevant requirements are as follows:

- According to TRBA 405, it is the customer’s duty to check and ensure that contracts for the performance of microbiological air measurements are

Luftmessungen zu beauftragen, die über geeignetes Personal (mit mikrobiologischer Fachausbildung oder vergleichbarer Ausbildung und umfangreicher spezifischer Berufserfahrung) und über die erforderliche Labor- und Messausstattung verfügen.

- Die mikrobiologische Luftprobenahme vor Ort ist durch Fachpersonal durchzuführen mit nachweisbarer Erfahrung in der Anwendung von Luftkeimsammelgeräten und Raumlufttechnik.
- Hinweise zur Probenahme an Zuluftdurchlässen können der Richtlinie VDI 2066 Blatt 1 entnommen werden.

Luftmessungen sollen so erfolgen, dass die Veränderung der Koloniezahl und des Keimspektrums der Luft zwischen Vergleichsluft und Zuluft, durch das RLT-Gerät oder die RLT-Anlage, beurteilt werden können.

Da die Zuluft hinsichtlich des Keimgehalts und Keimspektrums (Schimmelpilze, Hefen, Bakterien) nicht schlechter sein darf als die entsprechende Vergleichsluft, ist eine Differenzierung, zumindest der Schimmelpilzarten, obligatorisch. Diese Auswertung/Analyse kann nur durch mikrobiologische Labore mit ausreichender Erfahrung in der Umweltmykologie erfolgen.

Die Probenahme muss dabei unter Beachtung strömungstechnischer Grundlagen erfolgen, z.B. isokinetische Teilstromentnahme in der Luftleitung (siehe VDI 2066 Blatt 1). Oder Messung am Zuluftdurchlass durch strikte Trennung zwischen Zuluft und Raumluft. Eine Falschluffbeimischung während der Probenahme muss ausgeschlossen werden.

Die Probenahme muss hinsichtlich des verwendeten Verfahrens und der Medien beispielsweise gemäß DIN ISO 16000-16 bis -18 erfolgen. Mögliche weitere Strategien und Verfahren sind unter anderem in VDI 2066 Blatt 1 sowie den Arbeitsblättern IFA Nr. 9420 und IFA Nr. 9430 dargestellt. Grundsätzlich sind alle in diesen Richtlinien und Arbeitsblättern aufgeführten Messverfahren, z.B. die Impaktions- oder Filtrationsverfahren, als zielführend im Sinne dieser Richtlinie anzusehen. Die qualifizierte Messung und Bewertung der Zuluftqualität ist ein wesentlicher Bestandteil zur Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen dieser Richtlinie und stellt eine wesentliche Basis der Gefährdungsbeurteilung dar.

Um festzustellen, inwiefern die Anforderungen einer gesundheitlich zuträglichen Zuluftqualität im Hinblick auf weitere, nicht biologische Stoffe erfüllt sind, sind entsprechende Messungen in der Zuluft (z.B. Parameter gemäß VDI 6022 Blatt 3) im Bedarfsfall erforderlich. Dies erfolgt ebenfalls im Rah-

only awarded to such institutions and laboratories as have the appropriate personnel (having professional microbiological training or equivalent training and extensive specific professional experience) and the required laboratory equipment and instrumentation.

- Microbiological air sampling on site shall be performed by specialised personnel having verifiable experience in the application of microbial air samplers and ventilation and air-conditioning systems.
- Guidance on the sampling from supply-air outlets is given in VDI 2066 Part 1.

Air measurements shall be taken so that it is possible to assess the change caused by the air-handling unit or the ventilation and air-conditioning system in the number of CFUs and the spectrum of pathogens in the supply air as compared to the reference air.

Given the requirement that the supply air shall not be poorer in terms of content and spectrum of pathogens (moulds, yeasts, bacteria) when compared to the respective reference air, differentiation at least of the mould species is mandatory. This evaluation/analysis can only be performed by microbiological laboratories having adequate experience in environmental mycology.

Sampling shall be performed taking airflow principles into account, e.g. isokinetic split-flow sampling in the air duct (see VDI 2066 Part 1), or measurement at the supply-air outlet by strict separation between supply air and indoor air. Addition of leak air during sampling shall be prevented reliably.

With regard to the techniques and media used, sampling shall conform to, e.g., DIN ISO 16000-16 to -18. Further potential strategies and techniques are described in, e.g., VDI 2066 Part 1 and in the leaflets IFA No. 9420 and IFA No. 9430. Basically, all measurement techniques mentioned in these standards and leaflets, e.g. the impaction and filtration methods, can be regarded as appropriate for the purposes of this standard. Qualified measurement and assessment of the supply-air quality is an essential element of the verification of the compliance with the requirements of this standard and provides an essential basis for the hazard assessment.

To establish the degree of compliance with the requirements for a healthy supply-air quality in terms of further, non-biological substances, relevant measurements in the supply air (e.g. parameters, according to VDI 6022 Part 3) can become required. They shall also be taken in the context of an assessment

men einer Bewertung mit einer definierten Vergleichsluft gemäß Abschnitt 5.4.

Hier ist beispielhaft die Ermittlung von Feinstaubpartikeln zu nennen (z.B. $PM_{10}/PM_{2,5}$) sowie von Kohlendioxid (CO_2) oder von Inhaltsstoffen verwendeter Desinfektionsmittel.

Da solche Messungen und Bewertungen umfangreiches Fachwissen erfordern, dürfen diese nur von ausgewiesenen Fachleuten (z.B. VDI-geprüfte Fachingenieure RLQ, öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige mit zusätzlich mindestens einer Qualifizierung nach VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A, Labormitarbeiter mit zusätzlich mindestens einer Qualifizierung nach VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A) durchgeführt und bewertet werden.

8.5 Bestimmung der Besenreinheit

Die Besenreinheit und die besenreine RLT-Anlage sind im Abschnitt 3 definiert. In der Regel ist eine einfache, optische Einschätzung ausreichend. Die optische Einschätzung erfolgt durch qualifiziertes Personal, mindestens nach Kategorie A der Richtlinie VDI 6022 Blatt 4. Dabei werden bei einer RLT-Anlage folgende repräsentative Stellen inspiziert:

- Zuluftleitung
- Boden im Zentralgerät
- Umluftleitung
- Sekundärluftleitung
- Abluftleitung (wenn Zuluftqualität beeinflusst wird)

Zur Beurteilung der Staubbelastung eignet sich ergänzend zum optischen Eindruck:

- Wischen mit Tuch
- Fegen mit weichem Besen
- Wischprobe mit der Handfläche, mit Handschuh
- Fotodokumentation

Im Rahmen der Hygienekontrollen und der Hygieneinspektion ist die gewählte ergänzende Beurteilungsmethode im Protokoll zu dokumentieren.

An die Sauberkeit von Luftleitungen werden im Lebenszyklus unterschiedliche Anforderungen gestellt. Die Sauberkeit von Luftleitungen nach einer Reinigung einer installierten RLT-Anlage wird in der Regel nicht die Sauberkeitsklasse neuer Luftleitungen erreichen.

Sollten unterschiedliche Bewertungen der Besenreinheit auf luftführenden Oberflächen vorliegen, können nachfolgend genannte Messverfahren hilfreich sein. Aufgrund der geforderten Messtechnik sind diese

against a defined reference air as per Section 5.4.

Examples include the measurement of fine-dust particles (e.g. $PM_{10}/PM_{2,5}$) and of carbon dioxide (CO_2) or ingredients of disinfectants used.

Given that such measurements and assessments require extensive expert knowledge, they shall only be performed by certified experts (e.g. VDI-certified specialist engineer, Category RLQ, officially appointed and sworn experts having additional qualification according to VDI 6022 Part 4, Category A or better, laboratory employees having additional qualification according to VDI 6022 Part 4, Category A or better).

8.5 Establishing the clean-swept condition

Clean-swept condition and clean-swept ventilation and air-conditioning system are defined in Section 3. As a rule, simple visual assessment will suffice. Visual assessment is performed by qualified personnel having at least Category A qualification according to VDI 6022 Part 4. The ventilation and air-conditioning system shall be inspected at the following representative locations:

- supply-air duct
- bottom inside central air-handling unit
- recirculated-air duct
- secondary-air duct
- extract-air duct (if supply-air quality is affected)

For an assessment of the dust load, the visual impression can be supplemented by:

- wiping with a cloth
- sweeping with a soft broom
- wipe sampling with palm of hand, with gloved hand
- photo documentation

In the context of hygiene checks and the hygiene inspection, the selected supplementary assessment method shall be documented in the report.

The requirements regarding the cleanliness of air ducts vary over the life cycle. The cleanliness of air ducts after cleaning of an installed ventilation and air-conditioning system will not normally reach the cleanliness class met by new air ducts.

The measurement techniques described below can be helpful if differing assessments of the clean-swept condition of air-handling surfaces were obtained. Due to the instrumentation required, these measure-

überwiegend für Untersuchungen nach Laborstandard geeignet.

Es wird dabei die Staubflächendichte (in g/m²) auf der luftführenden Oberfläche messtechnisch ermittelt. Die Durchführung dieser Messung ist gesondert zu vereinbaren.

8.6 Messung der Staubflächendichte

Zur Beurteilung der Besenreinheit reicht in der Regel der optische Eindruck qualifizierter Personen aus. Werden in besonderen Fällen Staubflächendichten gemessen, sind zu den Messgrößen immer die Messverfahren anzugeben und gegebenenfalls spezifische Gewichte der Staubvorkommen zu beachten. Dabei sind die Auswirkungen auf die Werte in Tabelle 11 zu beachten. Tabelle 11 gibt, für den Fall, dass die Staubflächendichte gemessen wird, in drei Spalten die Werte an für:

- Sauberkeit der Luftleitung beim Hersteller und nach neu installierter Anlage für Zu- und Abluft
- Sauberkeit der Luftleitung nach erfolgter Reinigung (zur Kontrolle des Reinigungserfolgs)
- oberer Beurteilungswert der Sauberkeit, bei dem eine Reinigung erforderlich ist

Überschreitet die Staubflächendichte auf der luftführenden Oberfläche den in Tabelle 11 unter „oberer Beurteilungswert“ angegebenen Wert, so ist diese zu-

ment techniques are mainly suited for tests according to laboratory standards.

The techniques consist in measuring the dust surface density (in g/m²) on the air-handling surface. Performance of this measurement shall be agreed separately.

8.6 Measurement of dust surface density

As a rule, the visual impression gained by qualified persons will suffice for assessing the clean-swept condition. If dust surface densities are measured in special cases, the measured quantities shall always be reported together with the measurement techniques used and, where applicable, specific weights of the dust loads shall be factored in. The effects on the values in Table 11 shall be taken into account. For the case of the dust surface density measurement, three columns in Table 11 provide the values for:

- cleanliness of air duct at the manufacturer’s and after installation of new system, for supply and extract air
- cleanliness of air duct after cleaning (to check the cleaning success)
- upper assessment limit for cleanliness at which cleaning is required

If the dust surface density on the air-handling surface exceeds the value given in Table 11 in the “upper assessment limit” column, the surface shall be cleaned

Tabelle 11. Gegenüberstellung Messverfahren zur Staubflächendichte

Verfahren	Bemerkung	Abhebe- rate (Faktor)	Staubkonzentration in g/m ²		
			oberer Beurteilungswert – Reinigung erforderlich!	Beurteilungswert für Reinigungserfolg	Beurteilungswert für neue Komponente vor Inbetriebnahme
Vliesrotationsverfahren	mit Lösungsmittel	1	5,0	2,5	2,5
Wischverfahren	mit Lösungsmittel	0,8	4,0	2,0	2,0
Saugverfahren	mit Spachtel	0,9	4,5	2,3	2,3
Saugverfahren	nach DIN EN 15780 ^{a)}	0,25	1,3	0,7	0,7

^{a)} Die Validierung erfolgte auf Grundlage von Messungen im Rahmen der Richtlinienarbeit an der HTW Berlin im Frühjahr 2014.

Table 11. Comparison of techniques for measuring dust surface density

Technique	Remark	Collection efficiency (factor)	Dust concentration, in g/m ²		
			upper assessment limit – cleaning required!	assessment value for cleaning success	assessment value for new component prior to commissioning
Rotary nonwoven technique	using solvent	1	5,0	2,5	2,5
Wiping technique	using solvent	0,8	4,0	2,0	2,0
Vacuuming technique	using spatula	0,9	4,5	2,3	2,3
Vacuuming technique	as per DIN EN 15780 ^{a)}	0,25	1,3	0,7	0,7

^{a)} Validation was performed based on measurements taken in the context of standardisation work at HTW Berlin in spring 2014.

mindest im betroffenen Bereich so zu reinigen, dass der „Beurteilungswert für Reinigungserfolg“ eingehalten wird. Außenluftleitungen bis zur ersten Luftfilterstufe sind davon ausgenommen.

Aufgrund der Vielzahl an praktisch eingeführten Staubmessverfahren zur Bestimmung der Staubflächendichte ist darauf zu achten, dass nur Messverfahren eingesetzt werden, deren Ergebnisse mithilfe von Tabelle 11 auf die Ergebnisse des Vliesrotationsverfahrens rückführbar sind. Die Erfassung des auf der Oberfläche vorhandenen Staubs muss sichergestellt und gut reproduzierbar sein. Bei Verwendung von Lösemitteln müssen diese rückstandsfrei und ohne Einfluss auf das Messergebnis verdunsten.

Anmerkung: In vorhergehenden Ausgaben dieser Richtlinie sind weitere Messverfahren genannt, die sich unter den oben genannten Kriterien in der Praxis nicht bewährt haben.

Die Bestimmung der Staubflächendichte erfolgt als Dreifachbestimmung jeweils im Bereich des Bodens der Luftleitung am Leitungsanfang, jedoch erst nach einer Entfernung von mindestens der Länge des fünffachen hydraulischen Durchmessers zu Einbauten und Strömungshindernissen. Wenn die Einhaltung dieses Abstands nicht möglich ist, ist ersatzweise eine Vierfachbestimmung und eine anschließende arithmetische Mittelung der Messergebnisse zulässig. Die Probenahme ist in der Mitte der Leitungsbreite oder, wenn diese nicht zugänglich ist, so nahe wie möglich davon zu wählen.

Es können auch andere als die hier genannten Staubmessverfahren verwendet werden, wenn aus der Forschung Vergleichsmessungen zu den hier aufgeführten Verfahren durchgeführt und entsprechende Abheberten definiert und veröffentlicht wurden. Zum Erreichen einer Vergleichbarkeit von Verfahren ist dieses durch eine anerkannte, erfahrene und neutrale Institution durch mindestens 20 Vergleichsmessungen mit einem JADCA-Verfahren zu normieren, um zur Beurteilung der Messung anerkannt zu werden.

Zur Durchführung der Messungen der Staubflächendichte ist mindestens eine erfolgreiche Schulung nach VDI 6022 Blatt 4, Kategorie A sowie eine Einweisung in das jeweilige Verfahren erforderlich. Im Streitfall ist ein VDI-geprüfter Fachingenieur RLQ hinzuzuziehen.

8.6.1 Vliesrotationsverfahren

Beim Rotationsverfahren wird der Staub von einem mit konstanter maschineller Kraft auf die Kanaloberfläche gedrückten rotierenden Vlies aufgenommen. Dieses Verfahren kann mit oder ohne Lösungsmittel eingesetzt werden. Vor und nach den Probenahmen wird das Vlies gewogen. Da das Vliesmaterial hygro-

at least in the affected area so as to reach the “assessment value for cleaning success”. Outdoor-air ducts up to the first air filter stage are excluded from this requirement.

Considering the multitude of dust measurement techniques introduced in practice for determining the dust surface density, it has to be ensured that only such measurement techniques are used whose results are traceable to the results of the rotary nonwoven technique using Table 11. Collection of the dust from the surface shall be reliable and reproducible. Any solvents used shall evaporate without residues and without affecting the measurement result.

Note: Previous editions of this standard described further measurement techniques which have failed to satisfy the above-mentioned criteria in practice.

The dust surface density is determined by three measurements, each in the area of the air duct bottom at the beginning of the duct, however, at a distance of at least five times the hydraulic diameter from built-in components and obstacles to the flow. If it is not feasible to comply with this minimum distance requirement, it is alternatively permitted to take four measurements and calculate the arithmetic mean of the measurement results. Samples shall be taken at the duct centreline or, if this is not accessible, as close to the duct centreline as possible.

Other dust measurement techniques than those mentioned here can also be used provided that comparative measurements in relation to the techniques mentioned here are available from research and the corresponding collection efficiencies have been defined and published. To achieve comparability of techniques, the technique in question shall be normalised by an accredited, experienced, and neutral body performing at least 20 comparative measurements using a JADCA technique so as to be approved for assessment of the measurement.

Persons performing dust surface density measurements shall at least have successfully passed Category A training according to VDI 6022 Part 4 and shall have been instructed in the respective technique. A VDI-certified specialist engineer, Category RLQ, shall be consulted in case of dispute.

8.6.1 Rotary nonwoven technique

In the case of the rotary technique, the dust is collected by a rotating nonwoven pressed against the duct surface by applying a constant mechanical force. This technique can be used with or without solvent. The nonwoven is weighed before and after sampling. The nonwoven material being hygroscopic, it has to

skopisch ist, muss das Vlies jeweils bei gleicher Temperatur und Feuchte vermessen werden. Bei der Nutzung von Lösungsmitteln müssen diese vor der Wägung verdunstet sein. Geräte für das Verfahren sind derzeit am Markt nicht verfügbar, wurden aber hier zur Validierung der anderen Messverfahren eingesetzt.

8.6.2 Wischverfahren mit Lösungsmittel

Es wird ein Magnetrahmen mit einer inneren Fläche von 100 cm² auf der Kanalwand platziert. Die eingeschlossene Fläche wird mit einem zuvor gewogenen lösemittelhaltigen Tuch ausgewischt. Die auf dem Tuch haftende Staubmenge wird gravimetrisch bestimmt. Verfahren in Anlehnung an das normierte JADCA-Verfahren, die sich in der Praxis derzeit etablieren, weichen insbesondere bezüglich der Genauigkeit der Wägung ab, sind aber gegenüber dem Laborverfahren für die praktische Anwendung vor Ort geeignet und zur Beurteilung der Besenreinheit der RLT-Anlage ausreichend.

8.6.3 Staubsaugverfahren mit und ohne zusätzliche Hilfsmittel

Ein Magnetrahmen mit einer inneren Fläche von 100 cm² wird auf der Kanalwand platziert und der auf der eingeschlossenen Fläche befindliche Staub auf einen Filter gesaugt und abgeschieden. Der Filter wird vor und nach den Probenahmen gewogen. Auch hier ist eine Konditionierung der Filter vor dem jeweiligen Wiegen notwendig, da das Material hygroskopisch ist. Um auch schwer von der Oberfläche ablösbaren Staub detektieren zu können, wird mit zusätzlichen Hilfsmitteln wie Spachteln oder Bürsten gearbeitet, die damit jeweils abweichende Abheberaten erreichen. Beispielsweise wird der Staub auf der zu untersuchenden Oberfläche mit dem Spachtel bearbeitet und gleichzeitig der Staub abgesaugt. Ein Verfahren dieses Prinzips ist in DIN EN 15780 detailliert beschrieben. Die Saugverfahren sind grundsätzlich bei der Anwendung von gebundenem und losem Staub sehr unterschiedlich zu bewerten. Zusätzliche Unsicherheiten treten bei ungleichmäßigen Oberflächen auf, bei denen der Staub unter der Schablone mitaufgenommen werden kann. Die Reproduzierbarkeit des Verfahrens ist begrenzt, da die Ergebnisse durch die Luftfeuchte beeinflusst werden. Geräte für das Verfahren nach DIN EN 15780 sind derzeit am Markt nur sehr begrenzt verfügbar.

9 Nutzungsspezifische Anforderungen

In der Richtlinienreihe VDI 6022 liegen mit Blatt 7.1 Anforderungen vor, die die Anwendung von VDI 6022 Blatt 1 und Blatt 3 für den speziellen Anwendungsfall in Abfallbehandlungsanlagen beschrei-

be measured under identical temperature and humidity conditions in each case. If solvents are used, they shall have evaporated prior to weighing. Devices for this technique are not commercially available at present but were used here for validating the other measurement techniques.

8.6.2 Wiping technique with solvent

A magnetic frame enclosing a surface area of 100 cm² is placed on the duct wall. The surface inside the frame is then wiped out using a previously weighed solvent-containing cloth. The amount of dust adhering to the cloth is determined gravimetrically. Techniques based on the normalised JADCA technique, which are currently becoming established in practice, deviate particularly in terms of weighing accuracy; however, by contrast to the laboratory technique, they are suited for practical application on site and are sufficient for assessing the clean-swept condition of the ventilation and air-conditioning system.

8.6.3 Vacuuming technique with and without additional tools

A magnetic frame enclosing a surface area of 100 cm² is placed on the duct wall, and the dust on the surface thus enclosed is vacuumed and collected on a filter. The filter is weighed before and after sampling. Again, conditioning of the filters is required before each weighing operation as the material is hygroscopic. For detecting dust which adheres strongly to the surface, the technique uses additional tools, such as spatulas or brushes, yielding varying collection efficiencies. For example, dust on the surface under test is loosened with a spatula and vacuumed at the same time. A technique based on this principle is described in detail in DIN EN 15780. Vacuuming techniques are always to be assessed very differently depending on whether they are applied to bound or loose dust. Additional uncertainties arise in the case of irregular surfaces which allow dust underneath the frame to be entrained. Reproducibility of the technique is limited as the results are influenced by air humidity. The current availability on the market of devices for the technique according to DIN EN 15780 is very limited.

9 Use-specific requirements

Part 7.1 in the series of standards VDI 6022 specifies requirements which describe the application of VDI 6022 Part 1 and Part 3 to the specific case of waste treatment plants. Specifics of this and other in-

ben. Besonderheiten dieser und anderer industrieller Anwendungen sind im Rahmen dieser Richtlinien nicht darstellbar, siehe Abschnitt 1. Nachfolgend sind, aufgrund der spezifischen Rahmenbedingungen, Besonderheiten für RLT-Kleinanlagen aufgeführt.

9.1 Wohnräume

Aufgrund der hohen täglichen Aufenthaltszeiten in Wohnräumen sind eine hygienegerechte Installation und ein hygienegerechter Betrieb der Lüftungsanlagen besonders erforderlich.

Für die Auslegung, Planung, Installation und den Betrieb von Lüftungsanlagen für Wohnräume sind die Vorgaben von DIN 1946-6 zu beachten, sofern die Geräte als „Wohnungslüftungsgeräte“ deklariert sind. Zur Erfüllung der Hygieneanforderungen dieser Richtlinie müssen die Anlagen mindestens der Kategorie H nach DIN 1946-6 entsprechen. DIN 1946-6 unterscheidet zwischen drei Klassen der Luftfiltration (keine Filtration, Grobfilter, Feinfilter).

Wenn installierte Lüftungsanlagen für Wohnräume der Kategorie H in DIN 1946-6 allen Hygieneanforderungen dieser Richtlinie entsprechen, können folgende Vereinfachungen vorgenommen werden:

- Für die hygienerelevanten Tätigkeiten im Bereich der Wohnraumlüftung bei Installation, Inspektion und Instandhaltung ist von den Herstellern der Geräte eine nutzergeeignete Installations- und Betriebsanleitung mit einer detaillierten Beschreibung aller notwendigen Schritte und Tätigkeiten spezifisch für das installierte Gerät mitzuliefern. Die Bediener sind bezüglich der Kontrollen und Filterwechsel einzuweisen (Art und Umfang nach Unterweisung C nach VDI 6022 Blatt 4). Die Einweisung ist zu dokumentieren.
- Eigengenutzte Anlagen können von diesen eingewiesenen Personen allein kontrolliert werden. Tritt dabei oder während der Nutzung ein begründeter Verdacht (z.B. starke Verschmutzung, Schimmelpilzwachstum) auf, wird empfohlen, die Anlage einer Hygieneinspektion (siehe Abschnitt 7.4) zu unterziehen.
- Da in Lüftungsanlagen für Wohnräume bestimmungsgemäß keine Stillstandszeiten vorgesehen werden, sind in den Luftleitungen keine zusätzlichen Klappen im Sinne von Abschnitt 6.2.2 gefordert.

RLT-Anlagen für mehrere Wohnungen zur Wohnraumlüftung mit Geräten, die vom Hersteller als „Nichtwohnungslüftungsgeräte“ im Sinne der Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 deklariert sind oder Geräte mit Be- oder Entfeuchtungsfunktion unterliegen

industrial applications cannot be presented in the scope of these standards, see Section 1. Because of the particular basic conditions, specifics of small ventilation and air-conditioning systems are described below.

9.1 Residential use

Due to the long daily occupancy periods in residential buildings, hygiene-compliant installation and hygiene-compliant operation of ventilation systems are particularly important.

Regarding the design, planning, installation, and operation of ventilation systems for residential use, the specifications of DIN 1946-6 shall be observed if the units have been declared as “residential ventilation units”. For compliance with the hygiene requirements of this standard, the systems shall meet at least Category H according to DIN 1946-6. DIN 1946-6 distinguishes three classes of air filtration (no filtration, coarse filter, fine filter).

If installed residential ventilation systems of Category H according to DIN 1946-6 satisfy all hygiene requirements of this standard, the following simplifications can be made:

- For hygiene-relevant installation, inspection, and maintenance activities in the field of residential ventilation, the unit manufacturers shall supply installation and operating instructions suitable for the occupants, with a detailed description of all necessary steps and activities applying specifically to the unit installed. The users shall be instructed in checking and how to change filters (type and scope according to Category C instruction as per VDI 6022 Part 4). The instruction shall be documented.
- Owner-used systems can be checked by these instructed persons on their own. If reasonable suspicion arises during these checks or during use (e.g. strong contamination, mould growth), it is recommended that the system should undergo a hygiene inspection (see Section 7.4).
- Given that the intended use of residential ventilation systems does not provide for standstill times, no additional dampers as mentioned in Section 6.2.2 are required in the air ducts.

Ventilation and air-conditioning systems for several dwellings, intended for residential ventilation by means of units declared by the manufacturer as “non-residential ventilation units” according to Regulation (EU) No 1253/2014 or units with humidifying or de-

den in der Checkliste (Tabelle 8) aufgeführten Intervallen und Zuständigkeiten für Hygienekontrollen und -inspektionen.

9.2 Lebensmittelproduktion

Die Beachtung aller Hygieneanforderungen hat in der Lebensmittelbranche eine besondere Bedeutung. RLT-Kleinanlagen erfüllen hier auch die Aufgabe einer kontrollierten Abfuhr von gasförmigen und festen Schadstoffen, die beim Herstellungsprozess frei werden. RLT-Anlagen mit geringer räumlicher Ausdehnung und ausschließlich den Luftbehandlungsfunktionen „filtrieren“ und/oder „heizen“ zur Luftkonditionierung kommen z.B. in Bäckereien zum Einsatz. Um diese einfachen RLT-Anlagen nach Hygieneanforderungen warten und betreiben zu können, reicht eine Einweisung gemäß Kategorie C (siehe VDI 6022 Blatt 4, Abschnitt 6.1) in die notwendigen technischen Tätigkeiten und Intervalle an der installierten Anlage aus. Diese Sonderlösung wird durch die vorhandene Hygienefachkunde bei den in Lebensmittelbetrieben tätigen Personen ermöglicht.

humidifying function are subject to the intervals and responsibilities for hygiene checks and hygiene inspections indicated in the checklist (Table 8).

9.2 Food production

Compliance with all hygiene requirements is particularly important in the food industry. Small ventilation and air-conditioning systems used in this field are additionally intended for controlled removal of gaseous and solid contaminants released during the production process. Ventilation and air-conditioning systems of small dimensions, featuring only the air-conditioning functions “filtering” and/or “heating”, are used in, e.g., bakeries. For the maintenance and operation of these simple ventilation and air-conditioning systems in accordance with hygiene requirements, a Category C instruction (see VDI 6022 Part 4, Section 6.1) in the necessary technical activities on the installed systems and the required intervals is sufficient. This special solution is made possible thanks to the requisite hygiene qualification of the persons employed in food companies.

Anhang A Mustererklärungen

Richtlinie VDI 6022 Blatt 1 – Herstellererklärung

MUSTER

Hiermit erklärt der Hersteller

der Komponente _____

des RLT-Geräts _____

dass die von ihm gelieferten/eingebauten Komponenten und Geräte die Hygieneanforderungen der VDI 6022 Blatt 1 (Ausgabe 2018-01) erfüllen.

Der Unterzeichner besitzt die Qualifizierung der Kategorie A nach VDI 6022 Blatt 4.

Diese Erklärung bestätigt dabei insbesondere die Erfüllung der Anforderungen aus Tabelle 7 der VDI 6022 Blatt 1 (Ausgabe 2018-01) mit den laufenden Nummern:

Ort, Datum (TT.MM.JJJJ)

Stempel, Unterschrift

Richtlinie VDI 6022 Blatt 1 – Erklärung des Planers

MUSTER

Hiermit erklärt der Planer der Raumluftechnik im Gebäude

dass die von ihm erstellte Planung der Raumluftechnik die Hygieneanforderungen der VDI 6022 Blatt 1 (Ausgabe 2018-01) erfüllt.

Der Unterzeichner besitzt die Qualifizierung der Kategorie A nach VDI 6022 Blatt 4.

Diese Erklärung bestätigt dabei insbesondere die Erfüllung der Anforderungen aus Tabelle 7 der VDI 6022 Blatt 1 (Ausgabe 2018-01) mit den laufenden Nummern:

Ort, Datum (TT.MM.JJJJ)

Stempel, Unterschrift

Annex A Declaration templates

VDI 6022 Part 1 Standard – manufacturer’s declaration

TEMPLATE

The manufacturer
of component _____
of air-handling unit _____

hereby declares that the components and units supplied/built in by him comply with the hygiene requirements according to VDI 6022 Part 1 (2018-01 edition).

The undersigned has Category A qualification according to VDI 6022 Part 4.

In particular, this declaration confirms compliance with the requirements listed in Table 7 of VDI 6022 Part 1 (2018-01 edition) by the following item numbers:

Place, date (DD.MM.YYYY)

Stamp, signature

VDI 6022 Part 1 Standard – planner’s declaration

TEMPLATE

The planner of the ventilation and air-conditioning system in building

hereby declares that the planning of the ventilation and air-conditioning system made by him complies with the hygiene requirements according to VDI 6022 Part 1 (2018-01 edition).

The undersigned has Category A qualification according to VDI 6022 Part 4.

In particular, this declaration confirms compliance with the requirements listed in Table 7 of VDI 6022 Part 1 (2018-01 edition) by the following item numbers:

Place, date (DD.MM.YYYY)

Stamp, signature

Anhang B Weiterführende Informationen zur Gefährdungsbeurteilung nach Abschnitt 7.5

B1 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Für Reinigungstätigkeiten, bei denen chemische Produkte eingesetzt werden, muss eine Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG und § 6 GefStoffV erstellt werden. Unter Reinigen versteht man die Beseitigung von sichtbarem Schmutz. Auch das Entfernen organischer Materialien, um das Wachstum von Mikroorganismen zu verhindern, ist ein Reinigungsvorgang. Desinfektion hingegen bedeutet das Abtöten sowie die Inaktivierung von Mikroorganismen. Bei Wartungsarbeiten sollte grundsätzlich immer zunächst eine mechanische Grundreinigung erfolgen, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Reinigungsmitteln. Falls im Anschluss daran noch eine Desinfektion notwendig ist, dürfen hierfür nur zugelassene Desinfektionsmittel eingesetzt werden, die aus den für das Einsatzgebiet zugelassenen Wirkstoffen bestehen. Auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA; www.baua.de) können die in Deutschland zugelassenen Wirkstoffe und Biozidprodukte recherchiert werden.

Durch die Gefährdungsbeurteilung sollen mögliche Gefährdungen, die von den Reinigungs- und Desinfektionsmitteln ausgehen können, erfasst werden. Die Gefährdungsbeurteilung ist schriftlich zu dokumentieren.

Die Gefährdungsbeurteilung beinhaltet

- die Erfassung tätigkeitsbezogener Informationen über Betriebsabläufe und Arbeitsverfahren (Art und Dauer der anfallenden Tätigkeiten),
- eine Informationssammlung (Literaturangaben, eventuell vorhandene eigene Messungen),
- die Auswertung der gesammelten Informationen sowie
- die Erstellung einer Betriebsanweisung (§ 14 GefStoffV).

Diese Betriebsanweisung muss auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe enthalten.

Werden Desinfektionsmittel eingesetzt, müssen Sicherheitsdatenblätter und Dosierungsangaben vorliegen und eine Ersatzstoffsuche (§ 6 GefStoffV) dokumentiert werden. Darüber hinaus müssen für den Umgang mit Desinfektionsmitteln geeignete Schutzhandschuhe zur Verfügung gestellt und auch benutzt werden. Für Tätigkeiten, bei denen mit der Entwicklung von Aerosolen zu rechnen ist (Hochdruckreinigung), müssen mindestens Atemschutzmasken der

Annex B Further information regarding hazard assessment according to Section 7.5

B1 Hazard assessment for activities involving hazardous substances

According to Art. 5 ArbSchG and Art. 6 GefStoffV, a hazard assessment shall be conducted for cleaning activities involving the use of chemical products. Cleaning means the removal of visible contamination. This includes the removal of organic materials to prevent microbial growth. Disinfection, on the other hand, means destroying and inactivating microorganisms. Maintenance work should always begin with basic mechanical cleaning, using cleaning agents, where necessary. If there is need for disinfection after cleaning, only approved disinfectants whose active ingredients have been approved for the respective application shall be used. The active ingredients and biocidal products approved in Germany can be looked up on the website of the Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA; www.baua.de).

A hazard assessment is intended to determine potential hazards which can arise from the cleaning agents and disinfectants. The hazard assessment shall be documented in writing.

The hazard assessment includes

- the recording of activity-related details on operating sequences and working methods (type and duration of activities required),
- a collection of information material (bibliography, any own measurements available),
- the analysis of the information gathered, and
- the development of a standard operating procedure (Art. 14 GefStoffV).

This standard operating procedure shall also contain instructions regarding conduct in case of danger and first-aid instructions.

If disinfectants are used, safety data sheets and dosage instructions shall be available, and a search for substitutes shall be documented (Art. 6 GefStoffV). Furthermore, suitable protective gloves shall be provided, and shall be worn, for the handling of disinfectants. For activities during which the formation of aerosols is to be expected (high-pressure cleaning), at least respirator masks of protection Class FFP 2 or Class FFP 3 and water-repellent protective clothing

Filterklassen FFP 2 oder FFP 3 sowie wasserabweisende Schutzkleidung bereitgestellt werden.

Die Gefährdungsbeurteilung, deren Ergebnisse, die festgelegten Schutzmaßnahmen sowie deren Wirksamkeitsüberprüfung sind für alle Tätigkeiten schriftlich festzuhalten. Darauf aufbauend müssen für alle Tätigkeiten Betriebsanweisungen erstellt werden sowie regelmäßig Unterweisungen der Mitarbeiter, die diese Tätigkeiten ausüben, stattfinden.

Eine Gefährdungsermittlung muss auch dann erfolgen, wenn Wartungsverträge extern vergeben werden. In diesem Fall muss der Auftraggeber den Auftragnehmer darüber informieren, welche Gefährdungen für die Beschäftigten, z.B. bei einer Reinigung, zu erwarten sind.

B2 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen

Wer Befeuchterkammern reinigt, Filter auswechselt oder andere Reinigungstätigkeiten an RLT-Anlagen und Luftbefeuchtern ausführt, kann erheblichen Belastungen durch Mikroorganismen ausgesetzt sein. Um die Beschäftigten davor zu schützen, müssen vor Aufnahme der Tätigkeit eine Gefährdungsbeurteilung nach § 4 BioStoffV durchgeführt und Schutzmaßnahmen festgelegt werden.

Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen werden in der BioStoffV und dem untergeordneten Regelwerk, den technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA), sowie in der Verordnung für arbeitsmedizinische Vorsorge (ArbmedVV) geregelt.

Die BioStoffV definiert biologische Arbeitsstoffe als Mikroorganismen wie Bakterien, Schimmelpilze, Hefen oder Viren sowie gewisse Parasiten, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Reinigen und Warten von RLT-Anlagen und Luftbefeuchtern werden als nicht gezielte Tätigkeiten bezeichnet.

Der erste Schritt bei der Gefährdungsbeurteilung besteht darin, Informationen über alle Tätigkeiten und mögliche Expositionen zu sammeln.

Dazu werden zunächst Art und Umfang der durchgeführten Arbeiten detailliert beschrieben. Bei der Reinigung von RLT-Anlagen, insbesondere von Befeuchterkammern und Lüftungskanälen, kann das Wartungspersonal Kontakt haben zu

- Schimmelpilzen (besonders in feuchten Bereichen/Grenzflächen),
- Bakterien (besonders im Wasser),
- Endotoxinen,
- Pflanzenresten und kleinen Tieren (Käfer, Spinnen usw., besonders bei schadhafte Lüftungsgittern),

shall be provided.

The hazard assessment, its results, the specified protective measures, and the verification of their effectiveness shall be recorded in writing for all activities. On this basis, standard operating procedures shall be developed for all activities, and the employees performing these activities shall be instructed accordingly at regular intervals.

A determination of hazards is also required when maintenance services are outsourced. In this case, the customer shall inform the contractor on the hazards to be expected by the employees, e.g. during cleaning activities.

B2 Hazard assessment for activities involving biological agents

Persons cleaning humidifier chambers, changing filters, or performing other cleaning activities on ventilation and air-conditioning systems and air humidifiers can be exposed to considerable microbial loads. To protect the employees against such exposure, a hazard assessment according to Art. 4 BioStoffV shall be conducted, and protective measures shall be specified, before these activities are performed.

Activities involving biological agents are governed by the BioStoffV and the subordinate rules and regulations, the Technical Rules for Biological Agents (TRBA) and the German Occupational Health Care Ordinance (ArbmedVV).

The BioStoffV defines biological agents as microorganisms, such as bacteria, moulds, yeasts, or viruses as well as certain parasites, which can cause infections, sensitising or toxic effects in humans. The cleaning and maintenance of ventilation and air-conditioning systems and air humidifiers are termed non-targeted activities.

The first step of the hazard assessment procedure consists in gathering information on all activities and potential exposures.

To this end, the type and scope of the activities performed are described in detail. While cleaning ventilation and air-conditioning systems, particularly humidifier chambers and ventilation ducts, the maintenance personnel can come into contact with

- moulds (particularly in damp areas/boundary surfaces),
- bacteria (particularly in water),
- endotoxins,
- plant residues and small animals (bugs, spiders, etc., particularly when ventilation grilles are defective),

- Staubablagerungen (z.B. in Abhängigkeit von der industriellen Produktion).

Je nach Art und Umfang der Wartungstätigkeit wird dieser Kontakt mehr oder weniger umfangreich ausfallen. Bei einer groben Vorreinigung von RLT-Kanälen und Befeuchterkammern, in denen die Reinigungsarbeiten vernachlässigt wurden, ist mit einer höheren Kontamination zu rechnen. Bestimmte Staubablagerungen (z.B. Rohbaumwolle) in der RLT-Anlage können eine Belastung mit Endotoxinen deutlich erhöhen. Auch wenn sich Biofilme gebildet haben, kann dies zu einem erhöhten Reinigungsaufwand führen.

Messungen der Belastung durch Mikroorganismen dienen als Beleg für Betreiber und Anlagenbauer für das Einhalten des Stands der Technik der installierten Anlagen in Bezug auf VDI 6022 Blatt 1, dokumentieren den allgemeinen Hygienestatus und zeigen Veränderungen (z.B. bei Betriebsstörungen) auf. Wurden aus besonderem Anlass (z.B. Erkrankungsfall) mikrobiologische Messungen gemacht, sind diese ebenfalls im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

Nach der BioStoffV werden alle biologischen Arbeitsstoffe in Risikogruppen eingeteilt, um zu beschreiben, welche möglichen Gefährdungen von ihnen ausgehen (Tabelle B 1).

Üblicherweise handelt es sich bei den in Luftbefeuchtungsanlagen nachgewiesenen Bakterien und Schimmelpilzen um häufig vorkommende Mikroorganismen, die im Wasser und in der Luft weit verbreitet und überwiegend in die Risikogruppe 1 eingestuft sind. Dies bedeutet, dass eine Infektion durch diese Mikroorganismen wenig wahrscheinlich ist. Im Rahmen von mikrobiologischen Untersuchungen werden jedoch sowohl in Befeuchterwasser als auch in Ab-

- dust deposits (e.g. depending on the industrial production).

Depending on the type and scope of the maintenance activity, such contact can be more or less grave. During rough primary cleaning of air-conditioning and ventilation ducts and humidifier chambers whose cleaning has been neglected, higher contamination is to be expected. Certain dust deposits (e.g. raw cotton) in the ventilation and air-conditioning system can cause a considerably increased endotoxin load. Biofilm formation can also contribute to increased cleaning effort.

Measurements of the microbial load serve as proof for operators and system manufacturers that the systems installed comply with the state of the art according to VDI 6022 Part 1. They document the general hygienic condition and reveal changes (e.g. during malfunctions). If microbiological measurements were taken for a particular reason (e.g. an incidence of illness), they shall also be documented in the context of the hazard assessment.

According to the BioStoffV, all biological agents are classified into risk groups to describe the hazard potentials arising from them (Table B 1).

Typically, the bacteria and moulds detected in air humidifier systems are frequently occurring microorganisms widespread in water and air and for the most part classified into Risk Group 1. This means that infection due to these microorganisms is unlikely. However, in the context of microbiological tests, organisms of Risk Group 2, which can cause illness in humans (e.g. *Aspergillus fumigatus*), are also regularly found in both humidifier water and contact sam-

Tabelle B1. Übersicht über die Risikogruppen nach der Biostoffverordnung (BioStoffV)

RG	Krankheit	Gefahr für Beschäftigte	Verbreitung in der Bevölkerung	Vorbeugung/Behandlung möglich
1	unwahrscheinlich	gering	nein	nicht erforderlich
2	möglich	möglich	unwahrscheinlich	ja
3	möglich, schwer	ernsthaft	möglich	ja
4	sehr schwer	sehr hoch	hoch	nicht möglich

Table B1. Overview of risk groups according to the German Biological Agents Ordinance (BioStoffV)

RG	Illness	Hazard to employees	Spread among population	Prevention/treatment possible
1	unlikely	low	no	not required
2	possible	possible	unlikely	yes
3	possible, severe	serious	possible	yes
4	very severe	very high	high	not possible

klatschproben regelmäßig auch Organismen der Risikogruppe 2 nachgewiesen, die beim Menschen eine Erkrankung auslösen können (z.B. *Aspergillus fumigatus*). Wenn diese nur einen geringen Anteil an der Gesamtkeimzahl ausmachen, ist eine Gefährdung wenig wahrscheinlich.

Unabhängig davon muss mit dem Auftreten von Mikroorganismen mit sensibilisierendem Potenzial (z.B. Schimmelpilze) gerechnet werden. Hohe Endotoxinkonzentrationen im Staub oder im Befeuchterwasser können, wenn sie als Aerosol eingeatmet werden, grippeartige Symptome („Befeuchterlunge“) auslösen.

B3 Schutzmaßnahmen

Nach dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind entsprechende Schutzmaßnahmen vom Arbeitgeber festzulegen. Sowohl bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen als auch bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen bei der Wartung und Reinigung gelten mindestens die allgemeinen Hygienemaßnahmen nach TRBA 500 und TRGS 500 sowie zusätzliche Anforderungen gemäß der TRBA/TRGS 406.

Grundsätzlich haben technische Schutzmaßnahmen Vorrang vor den organisatorischen Schutzmaßnahmen und persönlicher Schutzausrüstung.

Zu den technischen Schutzmaßnahmen gehören eine optimale Planung der RLT-Anlage und/oder Luftbefeuchtungsanlage hinsichtlich des eingesetzten Materials sowie eine Optimierung von betrieblichen Abläufen. Eine Biofilmbildung kann häufig dadurch minimiert werden, dass geeignete Materialien eingesetzt werden, die keine Kohlenstoffquelle bieten. Beim Einsatz kunststoffhaltiger Materialien sollte unbedingt auf die KTW-Empfehlungen als auch auf die Prüfung entsprechend des Arbeitsblatts DVGW W 270 geachtet werden. Staubeinträge in das Befeuchterwasser sind durch gute Vorfiltration zu vermeiden. Eine Wasserenthärtung und Vorfiltration des zugespeisten Wassers kann Nährstoffeinträge vermindern.

Beispiele für organisatorische Schutzmaßnahmen sind:

- Begrenzen der Anzahl der Beschäftigten, die Wartungstätigkeiten und hygienische Kontrollen ausüben
Dies kann durch das Benennen eines Wartungsbefragten und gegebenenfalls eines Hygienebefragten erfolgen.
- Aufstellen eines Hygieneplans und regelmäßiges Reinigen der Anlagen in festgelegten Intervallen
- zeitnahes Durchführen von Reinigungsarbeiten im Anschluss an die technischen Wartungsarbeiten

ples. If they only account for a small fraction of the total number of CFUs, a hazard is unlikely.

Apart from that, microorganisms with sensitising potential (e.g. moulds) are likely to occur. High endotoxin concentrations in dust or in humidifier water, when inhaled as an aerosol, can cause flu-like symptoms (“humidifier fever”).

B3 Protective measures

Based on the result of the hazard assessment, appropriate protective measures shall be specified by the employer. Cleaning and maintenance activities involving hazardous substances and those involving biological agents shall both meet at least the general hygiene requirements according to TRBA 500 and TRGS 500 as well as additional requirements according to TRBA/TRGS 406.

As a matter of principle, technical protective measures take precedence over the organisational protective measures and personal protective equipment.

The technical protective measures include optimal planning of the ventilation and air-conditioning system and/or air humidifier system in terms of the materials used and an optimisation of operating sequences. Biofilm formation can often be minimised by using appropriate materials which do not provide a carbon source. When using materials containing plastics, it is essential that the recommendations of the KTW Recommendation and the test according to worksheet DVGW W270 be observed. Carryover of dust into the humidifier water shall be avoided by thorough pre-filtration. Water softening and pre-filtration of the supply water can reduce nutrient input.

Examples of organisational protective measures are:

- limiting the number of employees performing maintenance activities and hygiene checks

This can be achieved by appointing a maintenance officer and, where required, a hygiene officer.
- developing a hygiene plan and cleaning the systems at specified intervals
- performing cleaning work promptly after technical maintenance work

Bei Einsatz von Desinfektionsmitteln muss die Anlage vor Inbetriebnahme gründlich gespült werden.

- Festlegen der durchzuführenden Arbeiten, des Einsatzes von Desinfektionsmitteln usw. in einer Betriebsanweisung
- Bereitstellen von persönlicher Schutzausrüstung und Hautschutz
- Bereitstellen von geeigneten Abfallbehältern für eine Entsorgung von verkeimtem Material (Beutel zum Entsorgen von Filtern, Abfallbehälter für Dip Slides)
- Reinigungsmaßnahmen sollten so ausgewählt und durchgeführt werden, dass der Kontakt mit Mikroorganismen minimiert wird. Hierfür sind möglichst staub- und aerosolarme Verfahren einzusetzen.
- Beim Reinigen von RLT-Kanälen ist ein feuchtes Auswischen einem Ausblasen vorzuziehen. Stark kontaminierte Anlagenteile, die nicht mehr gereinigt werden können, müssen ersetzt werden.
- Sofern wasserbasierte Reinigungsmittel eingesetzt werden, darf nur Wasser verwendet werden, dass hinsichtlich mikrobiologischer Inhaltsstoffe Trinkwasserqualität besitzt.
- Gute Ergebnisse werden in der Regel auch erzielt, wenn nach der Reinigung das wasserführende System komplett austrocknen kann.

B4 Persönliche Schutzausrüstung

Für Instandhaltungstätigkeiten ist in der Regel der Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung erforderlich. Je nach ausgeübter Tätigkeit besteht die Schutzausrüstung aus Schutzhandschuhen, Schutzbrille, Schutzanzug und Atemschutz.

- Für eine Nassreinigung ist den Beschäftigten ausreichender Nässeschutz und Spritzschutz zur Verfügung zu stellen.
- Ist eine Hochdruckreinigung (z.B. Ausspritzen von Befeuchterwannen) unvermeidbarer Bestandteil der Reinigungsmaßnahmen, sollte den Beschäftigten zusätzlich Atemschutz zur Verfügung gestellt werden, da es hierbei zur Aerosolbildung kommen kann. Standard ist eine partikelfiltrierende Halbmaske mindestens FFP 2 (filtering face piece), möglichst mit Ausatemventil oder eine Halbmaske mit Atemschutzfilter P2 (austauschbares Mundstück), entsprechend DIN EN 149. Partikelfilter und partikelfiltrierende Halbmasken sind aus hygienischen Gründen grundsätzlich nicht länger als eine Arbeitsschicht lang zu benutzen (siehe DGUV Regel 112-190, Abs. 3.2.8.4.1).
- Beim Abbürsten von Ablagerungen, Entfernen von Staubablagerungen oder beim Filterwechsel

When disinfectants are used, the system shall be flushed thoroughly prior to commissioning.

- specifying the work to be performed, the use of disinfectants, etc., in a standard operating procedure
- providing personal protective equipment and skin protection
- providing waste containers suitable for the disposal of microbially contaminated material (bags for disposal of filters, waste boxes for dip slides)
- Cleaning measures shall be selected and performed so that contact with microorganisms is minimised. Preferably use low-dust and low-aerosol techniques.
- When cleaning air-conditioning and ventilation ducts, damp wiping shall be preferred over blowing-out. System parts strongly contaminated beyond cleaning shall be replaced.
- If water-based cleaning agents are used, only water meeting drinking-water quality standards in terms of microbial contents shall be used.
- As a rule, good results are also obtained if the water-carrying system is allowed to dry entirely after cleaning.

B4 Personal protective equipment

As a rule, maintenance activities require the use of personal protective equipment. Depending on the activity, protective equipment comprises protective gloves, safety goggles, protective suit, and respiratory protection.

- For wet cleaning, employees shall be provided with adequate water and splash protection.
- If high-pressure cleaning (e.g. jet cleaning of humidifier tanks) is an unavoidable part of the cleaning activities, the employees should additionally be provided with respiratory protection, as aerosol formation is to be expected. It is standard to wear a particulate-filtering half-mask of FFP 2 or better (filtering face piece), preferably with exhalation valve, or a half-mask with a P2 respiratory filter (replaceable mouthpiece), in accordance with DIN EN 149. For hygiene reasons, particulate filters and particulate-filtering half-masks shall never be used for longer than one shift (see DGUV Regulation 112-190, Subsection 3.2.8.4.1).
- Respiratory protection (mask) shall also be provided for the removal of deposits by brushing, re-

muss ebenfalls Atemschutz (Maske) zur Verfügung gestellt werden.

- Beim Filterwechsel sind staubdichte Schutzanzüge, Schutzhandschuhe und Atemschutz zu benutzen.

B5 Betriebsanweisung und Unterweisung

Auf Basis der Gefährdungsbeurteilung erstellt der Arbeitgeber eine Betriebsanweisung. Sie enthält alle für die Beschäftigten wichtigen Hinweise zu Gefahren, persönlichen Schutzmaßnahmen, zum Hygieneplan und zur Ersten Hilfe sowie die Ansprechpartner.

Die Betriebsanweisung kann für chemische und biologische Arbeitsstoffe gemeinsam erstellt werden. Sie muss für alle Beschäftigten zugänglich sein.

Anhand der Betriebsanweisung führt der Arbeitgeber die Unterweisung durch. Dabei werden die Inhalte der Betriebsanweisung nochmals mündlich dargestellt.

Darüber hinaus ist im Rahmen der jährlichen Unterweisung eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung, gegebenenfalls unter Beteiligung des Betriebsarztes, durchzuführen. Für die Beschäftigten ist in der Regel die Information darüber wichtig, dass es ein individuelles Risiko für Infektionen gibt, das einerseits durch Vorerkrankungen und Medikamente erhöht, andererseits durch persönliche Schutzausrüstung und das Einhalten von Hygieneregeln reduziert werden kann. Wenn aufgrund der getroffenen Schutzmaßnahmen eine Infektionsgefährdung nicht auszuschließen ist, muss dem Arbeitnehmer eine arbeitsmedizinische Vorsorge angeboten werden.

B6 Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung muss schriftlich dokumentiert werden. Zur Dokumentation gehört:

- Liste der Tätigkeiten, bei denen Wartungspersonal in Kontakt mit Mikroorganismen kommen kann
- Informationen zu den vorkommenden Mikroorganismen in RLT-Anlagensiehe
- Informationen zum Hygieneplan; Wartungspläne nach Tabelle 8
- Sicherheitsdatenblätter und Informationen zu den eingesetzten Entkeimungsverfahren einschließlich der Dokumentation der Ersatzstoffsuche
- Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und Auswahl der Schutzmaßnahmen
- Dokumentation der Unterweisung und gegebenenfalls des Angebots der arbeitsmedizinischen Vorsorge
- Datum und Unterschrift

removal of dust deposits or filter change.

- During filter change, dust-tight protective suits, protective gloves, and respiratory protection shall be worn.

B5 Standard operating procedure and instruction

Based on the hazard assessment, the employer develops a standard operating procedure. It contains all relevant information for the employees regarding hazards, personal protection measures, the hygiene plan, and first-aid measures as well as contact persons.

The standard operating procedure can be drawn up jointly for chemical and biological agents. All employees shall have access to it.

Based on the standard operating procedure, the employer delivers the instruction, commenting verbally on the contents of the standard operating procedure.

Furthermore, a general occupational health consultation shall take place in connection with the annual instruction, involving the company physician, if applicable. As a rule, it is important for the employees to know that there is an individual risk for infections which, on the one hand, can be increased by their medical history and drug use and, on the other hand, can be reduced by personal protective equipment and the compliance with hygiene rules. If an infection hazard cannot be excluded on the basis of the protective measures taken, the employee shall be offered preventive occupational health care.

B6 Documentation of hazard assessment

The hazard assessment shall be documented in writing. The documentation shall include:

- list of activities during which maintenance personnel can come into contact with microorganisms
- information on the microorganisms occurring in ventilation and air-conditioning systems
- details of the hygiene plan; maintenance plans as per Table 8
- safety data sheets and information on the disinfection methods used including documentation of the search for substitutes
- result of hazard assessment and selection of protective measures
- documentation of instruction and of any preventive occupational health care offer
- date and signature

B7 Überarbeitung der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung muss regelmäßig, vorzugsweise im Rahmen der geforderten Hygieneinspektion, bei Hinweisen auf eine erhöhte Gefährdung, z. B. bei Überschreitung von Richtwerten, umgehend überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden. Hinweise auf eine erhöhte Gefährdung sind beispielsweise:

- begründeter Verdacht, dass ein Luftbefeuchter durch Legionellen kontaminiert ist oder der Nachweis einer Legionellenkontamination erfolgt ist
- erhöhte Kontamination durch Schimmelpilze oder Hefen im Befeuchterwasser (Überwachsen von Dip Slides)
- mehrfache Überschreitung der Beurteilungswerte bei Luftbefeuchtung, siehe Tabelle 3

In jedem Fall muss die Gefährdungsbeurteilung überprüft werden, wenn es Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen bei den Mitarbeitern gibt. In diesen Fällen sollen umgehend mikrobiologische Untersuchungen der Luft und/oder des Befeuchterwassers erfolgen. Anhand der Ergebnisse kann über weitere Schutzmaßnahmen entschieden werden.

B7 Revision of hazard assessment

The hazard assessment shall be revised at regular intervals, preferably in the context of the required hygiene inspection, or immediately if there is an indication of increased hazard, e.g. when standard values are exceeded, and it shall be updated as required. Indications of increased hazard are, for example:

- reasonable suspicion that an air humidifier is contaminated by *Legionella* or proof of *Legionella* contamination has been furnished
- increased contamination by moulds or yeasts in humidifier water (overgrown dip slides)
- repeatedly exceeded assessment values for air humidifiers, see Table 3

The hazard assessment shall always be revised if there are indications of health impairments of employees. In these cases, microbiological tests of the air and/or the humidifier water shall be performed immediately. Based on the results, a decision can be made regarding further protective measures.

Schrifttum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften /
Acts, ordinances, administrative regulations

Richtlinie **2008/50/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe), AB I EU, 2008, Nr. L 152, S. 1–44

Richtlinie **2008/98/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives), AB I EU, 2008, Nr. L 312, S. 3–30

Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (**ArbMedVV**) vom 18. Dezember 2008 (BGBl I, 2008, Nr. 62, S. 2768–2779)

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – **ArbSchG**) vom 07. August 1996 (BGBl I, 1996, Nr. 43, S. 1246–1253)

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – **ArbStättV**) vom 12. August 2004 (BGBl I, 2004, Nr. 44, S. 2179–2189)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – **BetrSichV**) vom 03. Februar 2015 (BGBl I, 2015, Nr. 4, S. 49–96)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – **BioStoffV**) vom 15. Juli 2013 (BGBl I, 2013, Nr. 40, S. 2514–2534)

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – **GefStoffV**) (BGBl I, 2010, Nr. 59, S. 1643–1692)

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – **IfSG**) vom 20. Juli 2000 (BGBl I, 2000, Nr. 33, S. 1045–1077)

Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung – **GewAbfV**) vom 18. April 2017 (BGBl I, 2017, Nr. 22, S. 896–904)

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – **TrinkwV**) vom 10. März 2016 (BGBl I, 2016, Nr. 12, S. 459–491)

Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten (Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the Council of 22 May 2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products) AB I EU, 2012, Nr. L 167, S. 1–123

Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 der Kommission vom 07. Juli 2014 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen (AB I EU, 2014, Nr. L 337, S. 8–26)

Technische Regeln / Technical rules

ATV-DVWK-A 127:2000-08 Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen. Berlin: Beuth Verlag

BGR/GUV-R 190*DGUV Regel 112-190:2011-12 Benutzung von Atemschutzgeräten. Berlin: DGUV

DGUV-Information 09/2014 Richtiger Umgang mit Dip-Slides; Wachstumsverlaufskontrolle von Mikroorganismen in wassergemischten KSS. Mainz: DGUV

DIN 1946-6:2009-05 Raumlufttechnik; Teil 6: Lüftung von Wohnungen; Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung (Ventilation and air conditioning; Part 6: Ventilation for residential buildings; General requirements, requirements for measuring, performance and labeling, delivery/acceptance (certification) and maintenance). Berlin: Beuth Verlag

DIN 18379:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Raumlufttechnische Anlagen (German construction contract procedures (VOB); Part C: General technical specifications in construction contracts (ATV); Installation of air conditioning systems). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 149:2009-08 Atemschutzgeräte; Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln; Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 149:2001+A1:2009 (Respiratory protective devices; Filtering half masks to protect against particles; Requirements, testing, marking; German version EN 149:2001+A1:2009). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 779:2012-10 Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik; Bestimmung der Filterleistung; Deutsche Fassung prEN 779:2012 (Particulate air filters for general ventilation; Determination of the filtration performance; German version EN 779:2012). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn. Nachfolgedokument / Following document: DIN EN ISO 16890

DIN EN 1507:2006-07 Lüftung von Gebäuden; Rechteckige Luftleitungen aus Blech; Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit; Deutsche Fassung EN 1507:2006 (Ventilation for buildings; Sheet metal air ducts with rectangular section; Requirements for strength and leakage; German version EN 1507:2006). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1610:2015-12 Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015 (Construction and testing of drains and sewers; German version EN 1610:2015). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1717:2011-08 Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasser-Verunreinigungen durch Rückfließen; Deutsche Fassung EN 1717:2000; Technische Regel des DVGW (Protection against pollution of potable water installations and general requirements of devices to prevent pollution by backflow; German version EN 1717:2000; Technical rule of the DVGW). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1822 Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) (High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA)). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 1886:2009-07 Lüftung von Gebäuden; Zentrale raumlufttechnische Geräte; Mechanische Eigenschaften und Messverfahren; Deutsche Fassung EN 1886:2007 (Ventilation for buildings; Air handling units; Mechanical performance; German version EN 1886:2007). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12097:2006-11 Lüftung von Gebäuden; Luftleitungen; Anforderungen an Luftleitungsbauteile zur Wartung von Luftleitungssystemen; Deutsche Fassung EN 12097:2006 (Ventilation for buildings; Ductwork; Requirements for ductwork components to facilitate maintenance of ductwork systems; German version EN 12097:2006). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12237:2003-07 Lüftung von Gebäuden; Luftleitungen; Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech; Deutsche Fassung EN 12237:2003 (Ventilation for buildings; Ductwork; Strength and leakage of circular sheet metal ducts; German version EN 12237:2003). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12599:2013-01 Lüftung von Gebäuden; Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumlufttechnischer Anlagen; Deutsche Fassung EN 12599:2012 (Ventilation for buildings; Test procedures and measurement methods to hand over air conditioning and ventilation systems; German version EN 12599:2012). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13053:2017-06 Lüftung von Gebäuden; Zentrale raumlufttechnische Geräte; Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten; Deutsche und Englische Fassung prEN 13053:2017 (Ventilation for buildings; Air handling units;

Rating and performance for units, components and sections; German and English version prEN 13053:2017). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13053:2012-02 Lüftung von Gebäuden; Zentrale raumlufttechnische Geräte; Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten; Deutsche Fassung EN 13053:2006+A1:2011 (Ventilation for buildings; Air handling units; Rating and performance for units, components and sections; German version EN 13053:2006+A1:2011). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13098:2001-02 Arbeitsplatzatmosphäre; Leitlinien für die Messung von Mikroorganismen und Endotoxin in der Luft; Deutsche Fassung EN 13098:2000 (Workplace atmospheres; Guidelines for measurement of airborne microorganisms and endotoxin; German version EN 13098:2000). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13141-7:2011-01 Lüftung von Gebäuden; Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen; Teil 7: Leistungsprüfung von mechanischen Zuluft- und Ablufteinheiten (einschließlich Wärmerückgewinnung) für mechanische Lüftungsanlagen in Wohneinheiten (Wohnung oder Einfamilienhaus); Deutsche Fassung EN 13141-7:2010 (Ventilation for buildings; Performance testing of components/products for residential ventilation; Part 7: Performance testing of a mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for single family dwellings; German version EN 13141-7:2010). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13779:2007-09 Lüftung von Nichtwohngebäuden; Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage; Deutsche Fassung EN 13779:2007 (Ventilation for non-residential buildings; Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems; German version EN 13779:2007). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 16798-3

DIN EN 15780:2012-01 Lüftung von Gebäuden; Luftleitungen; Sauberkeit von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung EN 15780:2011 (Ventilation for buildings; Ductwork; Cleanliness of ventilation systems; German version EN 15780:2011). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 16798 Energetische Bewertung von Gebäuden; Lüftung von Gebäuden (Energy performance of buildings; Ventilation for buildings). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 16798-3:2017-11 Energetische Bewertung von Gebäuden; Lüftung von Gebäuden; Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden; Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlssysteme (Module M5-1, M5-4); Deutsche Fassung EN 16798-3:2017 (Energy performance of buildings; Ventilation for buildings; Part 3: For non-residential buildings; Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (Modules M5-1, M5-4); German version EN 16798-3:2017). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 846:1997-10 Kunststoffe; Bestimmung der Einwirkung von Mikroorganismen auf Kunststoffe (ISO 846:1997); Deutsche Fassung EN ISO 846:1997 (Plastics; Evaluation of the action of microorganisms (ISO 846:1997); German version EN ISO 846:1997). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 6222:1999-07 Wasserbeschaffenheit; Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen; Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium (ISO 6222:1999); Deutsche Fassung EN ISO 6222:1999 (Water quality; Enumeration of culturable micro-organisms; Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium (ISO 6222:1999); German version EN ISO 6222:1999); Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 7730:2006-05 Ergonomie der thermischen Umgebung; Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005); Deutsche Fassung EN ISO 7730:2005 (Ergonomics of the thermal environment; Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria (ISO 7730:2005); German version EN ISO 7730:2005). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 11731:2015-12 Wasserbeschaffenheit; Zählung von Legionellen (ISO/DIS 11731:2015); Deutsche und Englische Fas-

sung prEN ISO 11731:2015 (Water quality; Enumeration of *Legionella* (ISO/DIS 11731:2015); German and English version prEN ISO 11731:2015). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 11731-2:2008-06 Wasserbeschaffenheit; Nachweis und Zählung von Legionellen; Teil 2: Direktes Membranfiltrationsverfahren mit niedriger Bakterienzahl (ISO 11731-2: 2004); Deutsche Fassung EN ISO 11731-2:2008 (Water quality; Detection and enumeration of *Legionella*; Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts (ISO 11731-2:2004); German version EN ISO 11731-2:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16266: 2008-05 Wasserbeschaffenheit; Nachweis und Zählung von *Pseudomonas aeruginosa*; Membranfiltrationsverfahren (ISO 16266:2006); Deutsche Fassung EN ISO 16266:2008 (Water quality; Detection and enumeration of *Pseudomonas aeruginosa*; Method by membrane filtration (ISO 16266:2006); German version EN ISO 16266:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16890 Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik; (Air filter for general ventilation. Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO/IEC 17025:2017-02 Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC DIS 17025:2016); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO/IEC 17025:2016 (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC DIS 17025:2016); German and English version prEN ISO/IEC 17025:2016). Berlin: Beuth Verlag

DIN ISO 16000-16:2009-12 Innenraumluftverunreinigungen; Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen; Probenahme durch Filtration (ISO 16000-16:2008) (Indoor air; Part 16: Detection and enumeration of moulds; Sampling by filtration (ISO 16000-16:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN ISO 16000-17:2010-06 Innenraumluftverunreinigungen; Teil 17: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen; Kultivierungsverfahren (ISO 16000-17:2008) (Indoor air; Part 17: Detection and enumeration of moulds; Culture-based method (ISO 16000-17:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN ISO 16000-18:2012-01 Innenraumluftverunreinigungen; Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen; Probenahme durch Impaktion (ISO 16000-18:2011) (Indoor air; Part 18: Detection and enumeration of moulds; Sampling by impaction (ISO 16000-18:2011)). Berlin: Beuth Verlag

DVGW W 270:2007-11 Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich; Prüfung und Bewertung (Microbial enhancement on materials to come into contact with drinking water; Testing and assessment). Bonn: DVGW

IFA-Arbeitsblatt 9420:2003 Verfahren zur Bestimmung von Schimmelpilzen am Arbeitsplatz. Berlin: Erich-Schmidt Verlag

IFA-Arbeitsblatt 9430:2004 Verfahren zur Bestimmung von Bakterienkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz. Berlin: Erich-Schmidt Verlag

IFA-Arbeitsmappe: Messung von Gefahrstoffen. Berlin: Erich-Schmidt Verlag

TRBA 405:2001-05 Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe. Berlin: Beuth Verlag

TRBA/TRGS 406:2008-06 Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege. Berlin: Beuth Verlag

TRBA 500:2012-04 Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen. Berlin: Beuth Verlag

TRGS 500:2008-01 Schutzmaßnahmen. Berlin: Beuth Verlag

TRGS 900:2011-04 Arbeitsplatzgrenzwerte. Köln: Carl Heymanns Verlag

VDI 1000:2017-02 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Standardisation Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2047 Blatt 2:2015-01 Rückkühlwerke; Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln) (Open recoler systems; Securing hygienically

sound operation of evaporative cooling systems (VDI Cooling Tower Code of Practice)). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2047 Blatt 2:2017-11 Rückkühlwerke; Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln) (Open recoler systems; Securing hygienically sound operation of evaporative cooling systems (VDI Cooling Tower Code of Practice)). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2050 Anforderungen an Technikzentralen (Requirements for technical equipment rooms). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2066 Blatt 1:2006-11 Messen von Partikeln; Staubbmessungen in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung (Particulate matter measurement; Dust measurement in flowing gases; Gravimetric determination of dust load). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2081 Blatt 1:2001-07 Geräuscherzeugung und Lärminderung in RLT-Anlagen (Noise generation and noise reduction in air-conditioning systems). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2081 Blatt 1:2016-12 Raumluftechnik; Geräuscherzeugung und Lärminderung (Air-conditioning; Noise generation and noise reduction). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3802:1998-12 Raumluftechnische Anlagen für Fertigungsstätten (Air conditioning systems for factories). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn. Nachfolgedokument / Following document VDI 3802 Blatt 1

VDI 3802 Blatt 1:2014-09 Raumluftechnische Anlagen für Fertigungsstätten (Air conditioning systems for factories). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3803 Blatt 1:2010-02 Raumluftechnik; Zentrale Raumluftechnische Anlagen; Bauliche und technische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln) (Air-conditioning; Central air-conditioning systems; Structural and technical principles (VDI ventilation code of practice). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3803 Blatt 4:2012-09 Raumluftechnik, Geräteanforderungen; Luftfiltersysteme (VDI-Lüftungsregeln) (Air-conditioning, system requirements; Air filter systems (VDI Ventilation Code of Practice)). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3810 Blatt 1:2012-05 Betreiben und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen; Grundlagen (Operation and maintenance of building installations; Fundamentals). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3810 Blatt 1.1:2014-09 Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen; Grundlagen; Betreiberverantwortung (Operation and maintenance of buildings and building installations; Fundamentals; Operator's responsibility). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3810 Blatt 2:2010-05 Betreiben und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen; Sanitärtechnische Anlagen (Operation and maintenance of building installations; Sanitary systems). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3810 Blatt 3:2016-12 Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen; Heiztechnische Anlagen (Operation and maintenance of buildings and building installations; Heating systems). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3810 Blatt 4:2013-12 Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen; Raumluftechnische Anlagen (Operating and maintenance of buildings and building installations; Ventilating and air-conditioning installations). Berlin: Beuth Verlag

VDI/GEFMA 3810 Blatt 5:2017-01 Betreiben von Gebäuden und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen; Gebäudeautomation (Operation of buildings and maintenance of building installations; Building Automation and control systems). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3810 Blatt 6:2013-11 Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen; Aufzüge (Operating and maintenance of buildings and building installations; Lifts). Berlin: Beuth Verlag

VDI 4250 Blatt 2:2015-11 Bioaerosole und biologische Agenzien; Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen; Risikobeurteilung von legionellenhaltigen Aerosolen (Bioaerosols and biological agents; Environmental health assessment of bioaero-

sols in ambient air; Risk assessment for aerosols containing *Legionella*). Berlin: Beuth Verlag

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6022 Blatt 3:2011-07 Raumluftechnik; Raumlufqualität; Beurteilung der Raumlufqualität (Ventilation and indoor-air quality; Assessment of indoor-air quality). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6022 Blatt 4:2012-08 Raumluftechnik, Raumlufqualität; Qualifizierung von Personal für Hygienekontrollen, Hygieneinspektionen und die Beurteilung der Raumlufqualität (Ventilation and indoor-air quality; Qualification of personnel for hygiene checkings, hygiene inspections, and assessment of indoor-air quality). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6022 Blatt 7.1:2013-10 Raumluftechnik, Raumlufqualität; Branchenspezifische Leitfäden; Abfallbehandlungsanlagen (Ventilation and indoor-air quality; Branch-specific guides; Waste treatment plants). Berlin: Beuth Verlag

VDI/DVGW 6023:2013-04 Hygiene in Trinkwasser-Installationen; Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung (Hygiene in drinking-water installations; Requirements for planning, execution, operation and maintenance). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6026 Dokumentation in der Technischen Gebäudeausrüstung; Inhalte und Beschaffenheit von Planungs-, Ausführungs- und Revisionsunterlagen (Documentation in the building services; Contents and format of planning, execution and review documents). Berlin: Beuth Verlag

WHO Air quality guidelines; global update 2005.

http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/ (zuletzt abgerufen am 20. November 2017)

Weiterführende Literatur / Further literature

Keune, A.: Innenraumlufqualität und Hygieneanforderungen an die Raumluftechnik. Kommentar zu VDI 6022 und VDI 6032. Berlin: Beuth Verlag, 2014; ISBN 978-3-410-16945-1