



# Die Basis guter Raumluftqualität

## Teil 1: Hygieneinspektion von Raumlufttechnischen Anlagen nach VDI 6022

Dipl.-Ing. Dieter Petzolt\*

RLT-Anlagen müssen gemäß VDI 6022 Blatt 1 „Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte“ nach Tabelle 6 wartungsbegleitenden Hygienekontrollen unterzogen werden. Bei neu errichteten Anlagen ist neben der technischen Abnahme auch eine Erst-Hygieneinspektion vorzunehmen.

Seit April letzten Jahres liegt die überarbeitete VDI 6022 Blatt 1 und der zeitgleich erschienene Entwurf eines neuen Blatts 2 „Messverfahren und Untersuchungen bei Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen“ vor. Damit haben sich zum Teil gravierende Veränderungen, angefangen beim Geltungsbereich über neu definierte Grenzwerte für die Oberflächenkeimbelastung bis hin zu Vorgaben für die Ausführung von RLT-Anlagen, für die Praxis ergeben. Im vorliegenden Beitrag der zweiteiligen Artikelserie werden neben den Auswirkungen und den Anforderungen an die Hygieneinspektion auch Hinweise für die praktische Umsetzung wiedergegeben, während Teil 2 die Reinigung von RLT-Anlagen nach VDI 6022 aufgezeigt.

\*) Dipl.-Ing. Dieter Petzolt, Fachbereichsleiter Raumlufttechnik, Gesa Hygiene + Instandhaltung GmbH + Co. KG, Augsburg/Leipzig, dieter.petzolt@gesa.de, www.gesa.de.

Gesa H + I führt Hygieneinspektionen nach VDI 6022, hygienische Kontrollen in OP-Räumen nach DIN 1946-4, Reinraumqualifizierungen nach DIN EN ISO 14644-1 sowie hygienische Wartungsarbeiten und Reinigungen von RLT-Anlagen aller Art durch.

**D**a Blatt 1 der neuen VDI 6022 die Blätter 1, 2 und 3 der Vorgängerdokumente zusammenfasst, bezieht es sich somit zugleich auf Wohn- und Bürogebäude, Versammlungsstätten, Gewerbe und Industrie. Die Inhalte des ehemaligen Blatts 2 (Hygieneschulungen des Fachpersonals) wurden überarbeitet und befinden sich nun im Teil A, B und C des Anhangs von Blatt 1. Die Richtlinie gilt für alle RLT-Anlagen und Geräte, die Räume oder Aufenthaltsbereiche in Räumen versorgen, in denen

sich Personen mehr als 30 Tage pro Jahr oder regelmäßig länger als zwei Stunden je Tag aufhalten. Sie bezieht alle zentralen und dezentralen Komponenten von Anlagen ein, wie Ventilator-konvektoren, Fan-Coil-Geräte, Volumenstromregler, Rückkühlwerke und Ähnliches. Bei Abluftanlagen ist sie allerdings nicht anzuwenden. Ausnahme: Wenn die Zuluftqualität durch Umluftbetrieb beeinträchtigt wird, was neben dem Umluftbetrieb von RLT-Anlagen auch bei eventuellen Undichtigkeiten von Klappensystemen sowie beim Einsatz von Rotationswärmetauschern der Fall sein kann. Branchenspezifische Besonderheiten (u.a. für Gewerbe- und Produktionsbereiche) werden im Blatt 1, Abschnitt 6 der Richtlinie definiert.

### Hygienische Überprüfung

Der Betreiber ist allgemein dafür verantwortlich, dass die RLT-Anlagen regelmäßig durch qualifizierte Fachkräfte hygienisch überprüft werden. Dabei dürfen die Hygienekontrollen und -inspektionen nur von entsprechend der VDI 6022 Blatt 1 Kategorie A geschultem Personal mit entsprechender Berufsausbildung durchgeführt werden (Bild 1).

Die mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Hygieneinspektion dienen der Lokalisierung von Keimquellen in der RLT-Anlage. Beim Umgang mit Nährböden für Wasser-, Oberflächen- und Luftkeimuntersuchungen ist mit entsprechender Sorgfalt und unter Beachtung der hygienischen Grundregeln vorzugehen. Dabei dürfen die Nährböden nicht überlagert sein. Zudem sollten die mikrobiologischen Proben innerhalb von 24 Stunden einem unabhängigen, akkreditierten Labor zur Bebrütung

und Auswertung übergeben werden.

Im Rahmen von Wartungsarbeiten an RLT-Anlagen und -Geräten sind neben der VDI 6022 (Tabelle 6: Hygienisch relevante Instandhaltungsmaßnahmen) das VDMA-Arbeitsblatt 24186 sowie die Anleitungen der Geräte- und Komponentenhersteller zu beachten. Bevor die Anlage nach den Wartungsarbeiten wieder in Betrieb genommen wird, ist auf eine ausreichende Sauberkeit zu achten (besenrein). Die Hygieneinspektion von Rückkühlwerken und von Anlagen mit Befeuchtung ist alle zwei Jahre zu wiederholen, die von Anlagen ohne Befeuchtung alle drei Jahre. Neben der erweiterten Sichtprüfung sind anlässlich der Hygieneinspektionen verschiedene mikrobiologische Untersuchungen vorgeschrieben.

**Oberflächenuntersuchungen**

Die Bewertung der Oberflächenkeimbelastung (Ab-

klatschuntersuchungen) erfolgt auf der Grundlage der VDI 6022 Blatt 2. Es empfiehlt sich, Abklatschnährböden mit einer Fläche von 25 cm<sup>2</sup> zu verwenden und für die Bewertung die Anzahl der koloniebildenden Einheiten (KBE) in KBE/Platte heranzuziehen, damit eine Umrechnung auf KBE/cm<sup>2</sup> entfallen kann (Bild 2). Die Proben sind möglichst an Stellen zu nehmen, an denen keine großen Staubablagerungen vorkommen, da der Staub mit dem Nährboden aufgenommen wird, was die Auswertung erschwert oder auch unmöglich macht. Von Stellen mit sichtbarem mikrobiellen Befall (Bild 3), eingetrockneten Feuchtstrecken und Biofilmen sollten unbedingt Abklatsche genommen werden. Die Befallsituation ist auf dem Erfassungsbogen festzuhalten und kann für die Bewertung der mikrobiologischen Proben sowie für die Festlegung von Maßnahmen mit herangezogen werden. So kann zum

Beispiel der Nachweis von Schimmelpilzen auf Pilzsporen zurückzuführen sein, die gerade mit der Außenluft eingeschleppt wurden oder aber von einem im Anlageninneren wachsenden Schimmelpilzmyzel\*\* herrühren (Bild 3). Daraus lassen sich völlig unterschiedliche Handlungsempfehlungen ableiten. Im ersten Fall wäre eine Verbesserung der Außenluftfiltration und im zweiten Fall eine teilweise oder komplette Reinigung sowie Desinfektion der RLT-Anlage entsprechend Tabelle 1 angebracht.

**Wasseruntersuchungen**

Die Bewertung der Gesamtkeimbelastung und der Legionellenkonzentration des Umlaufwassers erfolgt auf der Grundlage der VDI 6022 Blatt 1, Tabellen 1 und 3, sowie auf Blatt 2, Tabelle 1 (Tabelle 2 zeigt eine Auflistung entsprechend der Richtlinienblätter).

Bei der mikrobiologischen Prüfung des Umlaufwassers



■ Bild 2: Damit eine Umrechnung auf KBE/cm<sup>2</sup> entfallen kann, sollten Abklatschnährböden mit einer Fläche von 25 cm<sup>2</sup> verwendet werden, um für die Bewertung die Anzahl der koloniebildenden Einheiten (KBE) in KBE/Platte heranzuziehen zu können.

von Luftbefeuchtern und Nasskühlern (Rückkühlwerken) anlässlich der wartungsbegleitenden Hygienekontrollen kommen sogenannte Dip-Slides (Tabelle 2, links) zum Einsatz. Mit diesen Dip-Slides kann die Gesamtkeimzahl und die Schimmelpilzzahl im Wasser bestimmt werden. Eine Bestimmung der Legionellenkonzentration ist mittels Dip-Slides nicht möglich und im Rahmen der Hygienekontrollen auch nicht vorgesehen.

Für die Bestimmung der Legionellenkonzentration wird eine Wasserprobe von etwa 100 ml mittels steriler Flasche (Tabelle 2, rechts), welche in Apotheken oder in Labors erhältlich ist, entnommen. Diese muss innerhalb von 24 h unter Lichtabschluss, bei einer Temperatur < 20 °C, in das untersuchende Labor transportiert werden. Die Wasserprobe wird im Labor auf einen speziellen Nährboden gegeben und ca. 12 Tage bebrütet. Danach erfolgt die Auswertung.



■ Bild 1: Maßnahmen zur hygienischen Überprüfung von RLT-Anlagen nach VDI 6022.

\*\*) unter Myzel, auch Mycel, versteht man das Fadengeflecht eines Pilzes.



**Bild 3:** Optisch gut erkennbarer Schimmelpilzbefall eines Schalldämpfers.

**Luftkeimuntersuchungen**

Für die mikrobiologische Untersuchung der Luft sind in der VDI 6022 keine Grenzwerte enthalten, was aufgrund der unterschiedlichen mikrobiellen Luftbelastung an den verschiedensten Standorten auch Sinn macht. Allerdings fordert die Richtlinie im Falle eines konkreten Verdachts einen Vergleich der Zuluft mit der definierten Vergleichsluft. Hierbei wird die Veränderung des Keimspektrums der Luft durch das RLT-Aggregat bzw. durch die RLT-Anlage untersucht. Dabei muss die Zuluft mindestens der Qualität der Vergleichsluft entsprechen. Die Vergleichsluft wird im Abschnitt 3.3 der VDI 6022 Blatt 1 näher definiert. Ganz allgemein lässt sich sagen, dass für Außen- und Umluftbetrieb die gesundheitlich zuträgliche Außenluft als Vergleichsluft herangezogen wird.

Bei Sekundärluftbetrieb (die Abluft wird dem selben Raum, dem sie entnommen wurde, wieder zugeführt) wird die gesundheitlich zuträgliche Raumluft im Aufenthaltsbereich als Vergleichsluft herangezogen. Wird der Sekundärluft Außenluft beigemischt, richtet sich die Vergleichsluft nach den Mischanteilen von Sekundär- und Außenluft.

**Vergleichende Luftkeimkonzentrationsmessung**

Die VDI 6022 verlangt, dass die vergleichenden Luftkeimuntersuchungen von zugelassenen mikrobiologischen



Laboren durchgeführt werden sollen. Für die vergleichende Luftkeimkonzentrationsmessung werden in der Praxis häufig Impaktionssampler verschiedener Hersteller eingesetzt (Bild 4). Da die Luftkeime nicht gleichmäßig in der Luft verteilt sind, sondern in Haufen/Wolken auftreten, muss am Sampler ein ausreichend großes Ansaugvolumen eingestellt werden, um mit hinreichender Sicherheit eine repräsentative Anzahl von Luftkeimen zu erfassen. Geringe Ansaugvolumina können dazu führen, dass zum Beispiel in der Außenluft keine Keime nachgewiesen werden, was bei einer vergleichenden Luftkeimkonzentrationsmessung zu einer negativen Bewertung des Hygieniezustandes der RLT-Anla-

ge führen würde, da sich an den Zuluftauslässen fast immer Luftkeime nachweisen lassen. Wählt man hingegen ein zu großes Ansaugvolumen, kann der im Sampler eingesetzte Luftkeimindikator mit Keimen überflutet werden, was ein nicht auswertbares Rasenwachstum (massives Wachstum) zur Folge haben kann. In der Praxis hat sich für die Luftkeimkonzentrationsmessung der Innen- und der Außenluft ein Ansaugvolumen von 500l bewährt (Bilder 5 und 6). Die Messungen der Zuluft und der Vergleichsluft sollten zeitnah erfolgen, da sich das Keimspektrum im Tagesverlauf in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte verändert. Aus diesem Grund sollte auch die Luftfeuchte und -temperatur im

**Tabelle 1:** Maßnahmen bei Oberflächenkeimbelastungen gemäß VDI 6022 Blatt 2 (Entwurf April 2006).

Ergebnis:	Bewertung und Maßnahmen:
< 25 KBE/RODAC-Platte oder < 1 KBE/cm <sup>2</sup>	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als gut oder sehr gut zu bewerten. Kein Handeln erforderlich.
> 25 KBE/RODAC-Platte bis 100 KBE/RODAC-Platte oder 1 bis 4 KBE/cm <sup>2</sup>	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als grenzwertig einzuschätzen. Die betroffenen Bereiche/Elemente sollten gründlich gereinigt bzw. kurzfristig ausgewechselt werden. Aufnahme in den Wartungsplan.
> 100 KBE/RODAC-Platte oder > 4 KBE/cm <sup>2</sup>	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als unzureichend zu bewerten. Die betroffenen Bereiche/Elemente sollten gründlich gereinigt bzw. ausgewechselt werden. Sofortiges Handeln erforderlich, Ursachen sind zu ermitteln.

**Tabelle 2:** Parameter für die Gesamtkoloniezahl bzw. Legionellenkonzentration für das Umlaufwasser von Luftbefeuchtern und Nassrückkühlern bei der wartungsbegleitenden Hygieniekontrolle (Zeile 1) sowie bei der Erst-/Wiederholungsinspektion (Zeilen 2 und 3) gemäß VDI 6022 Blatt 1 und 2.

Hygienekontrollen (Dip-Slide)	Parameter:	Umlaufwasser in Luftbefeuchtern:	Umlaufwasser in Nassrückkühlern:	Hygieneinspektionen (Wasserprobe)
	Gesamtkoloniezahl	< 1000 KBE/ml	< 10 000 KBE/ml	
	Gesamtkoloniezahl	< 1000 KBE/ml	< 10 000 KBE/ml	
	Legionellenkonzentration	< 100 KBE/100 ml	< 1000 KBE/100 ml	

Zusammenhang mit der Luftkeimkonzentrationsmessung dokumentiert werden. Zudem ist bei den Messungen der Zuluft an den Zuluftdurchlässen darauf zu achten, dass diese nicht durch Induktion von keimbelasteter Raumluft verfälscht werden.

## Hygieneinspektion auch im Winter?

Bei trockener, kalter Luft im Winter sind wenig Luftkeime vorhanden. Daher kann es vorkommen, dass eine Messung mit 500l Ansaugvolumen zu einer Nullmessung führt. Es stellt sich somit die Frage, ob eine Luftkeimkonzentrationsmessung in der kalten Jahreszeit überhaupt einen repräsentativen Vergleich ergeben kann?

Die Praxiserfahrungen zeigen, dass dies sehr wohl möglich ist. Bei gut gewarteten Anlagen ist in der Regel kein Anstieg der Luftkeimkonzentration hinter dem RLT-Gerät zu verzeichnen, im Gegensatz zu schlecht (nicht besenreinen) gewarteten Anlagen. Darüber hinaus kommt bei mikrobiell gering belasteter Außenluft ein hygienisches Defizit der RLT-Anlage deutlicher zum Vorschein, als bei stark mit Luftkeimen belasteter Außenluft.

Hygieneinspektionen an Anlagen mit Sekundärluft lassen sich ohne Probleme auch in der kalten Jahreszeit durchführen, da hier die Raumluft mit normaler Keimbelastung als Vergleichsluft dient.

## Hygieneinspektion nur mit Abklatschen?

Die VDI 6022 schreibt spezifische Abklatschuntersuchungen explizit vor. Luftuntersuchungen sollen bei optisch feststellbaren Hygienemängeln durchgeführt werden. Luftkeimkonzentrationsmessungen haben sich

in der Praxis jedoch als nützlicher für die hygienische Bewertung von weitläufigen Leitungssystemen erwiesen, als punktuelle Abklatschuntersuchungen. Zudem kann festgestellt werden, inwiefern Oberflächenkeime in den Luftstrom emittieren und somit die Zuluft hygienisch beeinflussen.

Vergleichende Luftkeimkonzentrationsmessungen sollten aus Messungen der Vergleichsluft (Außen- oder Raumluft) und aus Messungen vor und hinter dem Lüftungsgerät bestehen. Nur so lässt sich nämlich die Grundaussage der VDI 6022, dass die Zuluftqualität durch das RLT-Gerät bzw. durch die RLT-Anlage gegenüber der Vergleichsluft mindestens nicht verschlechtert werden darf, nachweisen. Auf keinen Fall lässt sich dieser Nachweis mittels vergleichender Abklatschuntersuchungen – beispielsweise am Außen- und am Zuluftgitterbewerkstelligen, wie es leider von einigen „Fachfirmen“ immer wieder praktiziert wird.

Fazit: Die mikrobiologische Bewertung einer RLT-Anlage sollte immer anhand von Oberflächen- und Luftkeimuntersuchungen erfolgen und nicht nur im Falle eines konkreten Verdachtes.

## Inspektionsbericht

Aus den gewonnenen Inspektionsdaten der optischen Inspektion, der Überprüfung der Einhaltung der konstruktiven Anforderungen und den mikrobiologischen Untersuchungen wird ein Inspektionsbericht erstellt. Er soll neben der reinen Dokumentation auch die Erläuterung und Interpretation des vorgefundenen Keimspektrums enthalten. Zudem sollten entsprechend ihrer Dringlichkeit terminierte notwendige Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für die Beseitigung der Hygienemängel (Kritische



■ Bild 4: Impaktionssampler für Luftkeimkonzentrationsmessungen.



■ Bild 5: Messanordnung für die Luftkeimkonzentrationsmessung der Zuluft an einem Schlitzluftauslass.



■ Bild 6: Messanordnung für die Luftkeimkonzentrationsmessung der Außenluft als Vergleichsluft.



■ Bild 7: Optisch gut erkennbar: nicht besenreine Lüftungsleitung.

Befunde) enthalten sein.

### Kritische Befunde

Kritische Befunde liegen vor bei:

- Richtwertüberschreitung der Gesamtkoloniezahl, der Legionellen- und gegebenenfalls Pseudomonadenkonzentration im Umlaufwasser von Luftbefeuchteranlagen und Rückkühlwerken,
- wiederholter Schimmelpilzkonzentration im Befeuchterwasser,
- sichtbarem Schimmelpilzbefall oder anderen mikrobiellen Belägen auf luftberührenden Flächen der RLT-Anlage,
- höheren Konzentrationen von KBE (Koloniebildenden Einheiten) hinter RLT-Aggregaten als davor.

Bei Vorliegen eines kritischen Befundes ist ein Hygieniker sowie gegebenenfalls weiteres Fachpersonal hinzuzuziehen. Treten Beschwerden oder Gesundheitsstörungen bei Beschäftigten auf, die in den von der RLT-Anlage versorgten Räumen arbeiten, ist unbedingt der Betriebsarzt einzubeziehen.

### Besenreinheit

Eine RLT-Anlage muss besenrein sauber sein. Besenrein ist eine mit einem Besen oder

einer Bürste gereinigte Oberfläche, die bei einer Sichtprüfung als sauber bezeichnet werden kann. In der VDI 6022 Blatt 2, Tabelle 3, werden Staubkonzentrationen von  $20,0 \text{ g/m}^2$  (niedriger Standard) bzw. von  $10,0 \text{ g/m}^2$  (mittlerer Standard) als besenrein definiert. Erfüllt die Anlage den Zustand der Besenreinheit nicht (Bild 7), ist sie unabhängig von der mikrobiellen Belastung zu reinigen.

### Ausblick

Neben der regelmäßigen Wartung und hygienischen Kontrolle/Inspektion von RLT-Anlagen spielt die Reinhaltung nach VDI 6022 eine zentrale Rolle als Grundvoraussetzung für den hygienegerechten Betrieb der Anlage. Wird anlässlich der Hygieneinspektion Reinigungsbedarf diagnostiziert, können Reinigungsmaßnahmen erforderlich werden, die weit über die funktionserhaltende Reinigung nach VDMA 24186 hinausgehen, wie der zweite und abschließende Teil dieser Artikelserie in einer der nächsten IKZ-HAUSTECHNIK-Ausgaben aufzeigen wird. ■

Bilder: Gesa H+I

@ Internetinformationen:  
[www.gesa.de](http://www.gesa.de)