

Hygieneinspektion in der Raumluftechnik

Prüfung und Bewertungskriterien



Inhalt:

- 1 Umfang und Tätigkeiten**
- 2 Vorgehensweise**
 - 2.1 Begehung der Anlage – Fachliche Einweisung**
 - 2.2 Messung physikalischer Klimaparameter**
 - 2.3 Mikrobiologische Untersuchungen**
 - 2.4 Bewertung von mikrobiologischen Untersuchungen**
 - 2.5 Staubablagerungen in Lüftungskanälen**
 - 2.5.1 Klassifizierung der Staubverschmutzungen**
 - 2.5.2 Reinigungsbedarf nach VDI 6022, Teil 3**
 - 2.5.3 Probenahmekriterien bei der Staubflächendichtebestimmung**
 - 2.6 Vorbereitende Tätigkeit des Auftraggebers**
 - 2.7 Berichtswesen und Dokumentation**
 - 2.7.1 Anforderungen**
 - 2.7.2 Bewertungskriterien**
- 2.8 Literatur**

Hygieneinspektion in der Raumluftechnik



Prüfung und Bewertungskriterien

1 Umfang und Tätigkeiten

Der Hygieniezustand von Raumluftechnischen Anlagen muss in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden, um eine einwandfreie, hygienische Qualität der Zuluft sicherzustellen. In der VDI 6022 wird deshalb eine periodische, hygienische Überprüfung und Kontrolle der lufttechnischen Anlage gefordert.

Die fachliche Voraussetzung für die hygienische Anlagenüberprüfung erlangt man mit dem erfolgreichen Abschluss einer Schulung der Kategorie A nach VDI 6022. Diese Schulung richtet sich an Techniker und Ingenieure aus der Technischen Gebäudeausrüstung. In einem zweitägigem Lehrgang werden die notwendigen Grundkenntnisse für diese Sachkundigenprüfungen von Experten nach einem vorgegebenen Lehrplan vermittelt.

Der Prüfintervall ergibt sich aus dem jeweiligen Anlagenaufbau. Da die Luftbefeuchtung in der Raumluftechnik eine mögliche hygienische Schwachstelle sein kann, unterscheidet man in folgende Arten:

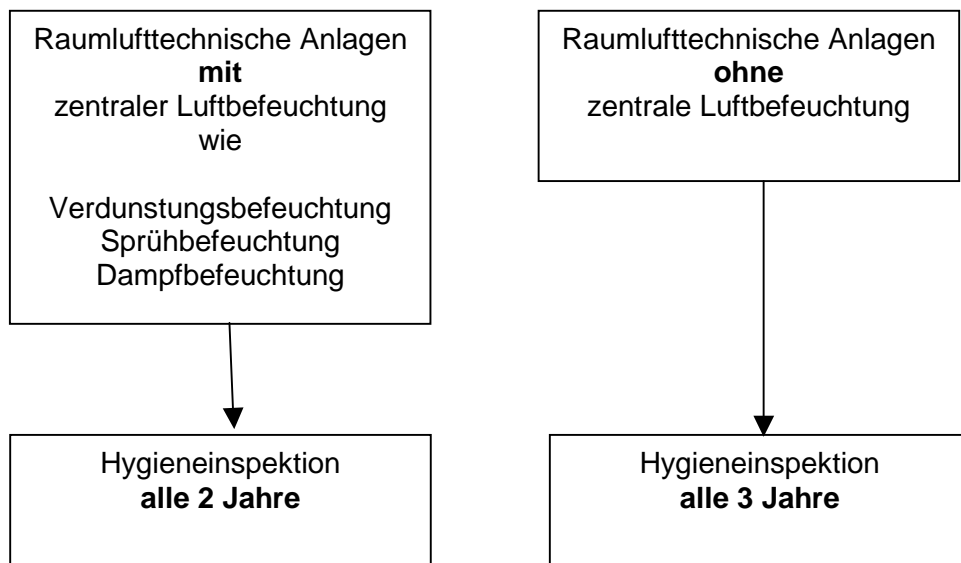


Abb. 1: Zeitintervalle eine Hygieneinspektion nach VDI 6022



Die im Rahmen einer Hygieneinspektion durchzuführenden Tätigkeiten sind in der VDI-Richtlinie festgelegt. Diese Vorgaben sind jedoch überwiegend sehr allgemein gehalten, so dass jeder Geschulte nach Kat. A Umfang und Untersuchungstiefe relativ frei gestalten kann. Diese Bewertungsfreiheit führt dazu, dass die derzeitigen Ergebnisse von Hygieneinspektionen derzeit in der Praxis kaum vergleichbar sein dürften. Zudem werden Sachkundeprüfungen von Dienstleistungsfirmen aus der Service- und Reinigungssparte angeboten, deren mögliches Ziel im Rahmen einer Inspektion der Verkauf eigener Produkte bzw. Leistungen ist.

Für den Betreiber von Raumlufotechnischen Anlagen ist es aus diesem Grund ratsam, die Hygieneinspektion von unabhängigen Sachverständigen oder von neutralen Prüfinstituten bzw. –organisationen durchführen zu lassen.

Bei einer qualifizierten Inspektion werden wichtige Erkenntnisse über den technisch-hygienischen Gesamtzustand gewonnen. Je nach Umfang und Inspektionsmethodik gewinnt der Betreiber Informationen, welche kurzfristig nützlich in die Praxis umgesetzt werden können.

- Begehung der Technikzentrale und des Wirkbereiches der Raumlufotechnischen Anlage (evtl. unter Hinzuziehung des Betriebsarztes oder des verantwortlichen Arbeitsmediziners, Personalvertretung usw.) zur Feststellung von sichtbaren Mängeln
- Messung physikalischer Klimaparameter (z.B. Temperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit) an repräsentativen Stellen in der Luftverteilung sowie Innenräumen
- Kontrolle des Hygieniezustandes mit Abklatschproben an Komponenten wie Luftfilter, Luftbefeuchtung und Wärmetauscher (Lufterhitzer/-kühler)
- Kontrolle des Keimgehaltes an Legionellen von Befeuchterwässern, zudem Gesamtkeimgehalt des Befeuchterwassers
- Dokumentation der Ergebnisse und schriftliche Mitteilung an den Betreiber mit Empfehlung von notwendigen und wünschenswerten Sanierungsmaßnahmen bei Handlungsbedarf

Abb. 2: Vorgaben zur Hygieneinspektion nach VDI 6022, Teil 1



2 Vorgehensweise

2.1 Begehung der Anlage – Fachliche Einweisung

Der Sachkundige ist meist nicht ortskundig und kennt die installierte Anlagentechnik nicht. Daher ist es notwendig, von einem betrieblich Verantwortlichen in die vorhandenen Anlagen eingewiesen zu werden. In bestimmten Fällen ist es ratsam, den Arbeitsmediziner in die Inspektion mit einzubinden, z.B. wenn ein begründeter Verdacht besteht, dass die mechanische Lüftungsanlage für berufsbedingte Erkrankungsfälle eine Rolle spielen kann.

Im Regelfall ist eine Beteiligung des Arbeitsmediziners nicht notwendig. Vielmehr sollten die Ergebnisse der Erstinspektion im Rahmen einer Präsentation einem erweiterten Personenkreis (Arbeitsmedizin, Unternehmensleitung, Technische Leitung, Betriebsrat usw.) dargestellt und diskutiert werden.

Dies hat sich in der Vergangenheit in vielen Fällen bewährt. Eine umfassende Bestandsaufnahme ist die Basis für den weiteren Betrieb und künftige Investitionen (Sanierungs-, Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen usw.).

2.2 Messung physikalischer Klimaparameter

Bei der Hygieneinspektion sind physikalische Klimaparameter messtechnisch zu erfassen und zu bewerten. Als Mindestumfang ist die lokale Lufttemperatur und die Luftfeuchte in einem von der Anlage versorgten Raum oder Bereich zu ermitteln. Beide Parameter sind Basisgrößen für die Beurteilung von Aufenthaltsbereichen in Gebäuden. Sinnvoll kann mitunter auch die Ermittlung von Luftgeschwindigkeiten im Leitungsnetz sein, um vorhandene Teilluftmengen der Anlage mit den bei der Auslegung geplanten Luftvolumen vergleichen zu können.

Es bleibt aber festzuhalten, dass für eine wirklich aussagekräftige Beurteilung physikalischer Klimaparameter umfangreiche Messungen notwendig sind. Beispielhaft sei hierzu die Messung der thermischen Behaglichkeit am Arbeitsplatz genannt. Dabei wären mehrere Messparameter zu erfassen und zu bewerten.

Die regelmäßige Funktionskontrolle von Raumlufotechnischen Anlagen, Überprüfung von Luftmengen, thermische Behaglichkeit etc., wird in Deutschen Regelwerken generell zu wenig präzisiert. In der Arbeitsstättenverordnung ist zwar eine Überprüfung alle 2 Jahre beschrieben, jedoch fehlt eine ausreichende Definition des Prüfumfangs. In Skandinavien, insbesondere in Schweden ist eine periodische, technische Funktionskontrolle, ein wichtiger Baustein zur Sicherung der Innenraumluftqualität. Periodische Luftmengenmessungen sind Bestandteil der gesetzlich geforderten Anlagenüberwachung durch Spezialisten ^[1].

2.3 Mikrobiologische Untersuchungen



Wenn man den Hygienestatus von RLT-Anlagen bewerten möchte, muss man mikrobiologische Untersuchungen durchführen. In der VDI 6022 ist die Vorgehensweise für die Ermittlung der Gesamtkeimzahl im Befeuchterwasser von Umlaufsprühbefeuchtern mit Hilfe von Dip-Slides ausreichend beschrieben. Abklatschuntersuchungen von relevanten Komponenten sind erwähnt, die Vorgehensweise wird jedoch nicht näher beschrieben. Es wird nicht näher darauf eingegangen, wie viele Oberflächen zu beproben sind und ob eine rein quantitative Laborauswertung vorgenommen werden soll. Aus Sicht der Hygiene ist auch die qualitative Beurteilung vorgefundener Keime von Bedeutung.

Für eine ausreichende Beurteilung der Hygiene ist eine Mindestanzahl von 5 Stck. Oberflächenuntersuchungen zu fordern. Diese sind in sensiblen Bereichen zu entnehmen. Bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse sollten die Richtwerte aus der DIN 10113^[2] berücksichtigt werden. Diese Richtwerte werden auch im Lebensmittelbereich zur Qualitätssicherung herangezogen. Ein Vergleich ist durchaus zulässig, da es sich bei Luft um ein lebenswichtiges Medium handelt und dadurch luftberührte Oberflächen einer raumluftechnischen Anlage ähnlich zu Oberflächen bei der Herstellung von Lebensmitteln zu werten sind.

Folgende hygienerelevante Bauteile und Bereiche in RLT-Anlagen sind zu betrachten:

- Luftberührte Oberflächen nach der 1. Filterstufe, z.B. Schalldämpferkulissen, Wärmetauscher, Gerätekammern, Zuluftkanäle
- Oberflächen von Filtern, insbesondere die Reingluftseite (Abströmseite) – dadurch kann man die „biologische“ Standzeit des Filters bewerten, also eine differenzdruckunabhängige Aussage über den Hygienestatus treffen

Die entnommenen mikrobiologischen Proben sind innerhalb von 24 Stunden in ein Fachlabor zur Bebrütung und Auswertung zu bringen. Von einer Eigenbebrütung ist nicht nur aufgrund der Konfliktsituation mit dem Infektionsschutzgesetz (Fachliche Qualifikation, Entsorgung usw.) abzuraten, sondern auch, weil für eine aussagekräftige Bewertung des Laborpersonal über große Erfahrung verfügen muss.

Das Labor sollte zudem allgemein über hinreichende Erfahrung auf dem Gebiet der Umweltmykologie (umweltspezifische Schimmelpilzdiagnostik) verfügen, denn die Mehrzahl mikrobiologischer Labors in Deutschland ist mit der Routinediagnostik für den medizinischen Bereich beschäftigt.

Zur wirklich aussagekräftigen Bewertung der Raumlufthygiene wären bei einer Hygieneinspektion auch Luftkeimuntersuchungen erforderlich. Als Mindestumfang ist eine Messung im Strömungsbereich eines Luftdurchlasses im Raum sowie eine Vergleichsmessung der Außenluft (Hintergrundbelastung) zu fordern.

2.4 Bewertung von mikrobiologischen Untersuchungen



Für die Hygienebeurteilung von Raumlufotechnischen Anlagen lässt die VDI 6022 fast alle Möglichkeiten offen. In der Richtlinie wird in Teil 3 ein „kritischer Befund“ beschrieben. Dieser liegt vor, wenn die Gesamtkeimzahl im Befeuchterwasser über 1000 KBE/ml liegt oder wenn mikrobielle Beläge erkennbar sind.

Für den Fall eines „kritischen Befundes“ sind weitergehende Untersuchungen vorgesehen. Die Erfahrung zeigt, dass bei sehr vielen Anlagen mindestens eines dieser Kriterien vorliegt. Diese Tatsache zeigt jedoch auch, wie wichtig die richtige Auswahl des erfahrenen Sachkundigen ist, um fachlich fundiert anlagentechnische bzw. organisatorische Lösungen aufgezeigt zu bekommen.

Die Dokumentation der Hygiene muss künftig bei einer Überprüfung durch staatliche Überwachungsorgane alle wesentlichen Daten und Ergebnisse aufweisen. Diese Ausführungen stellen eine wichtige Grundlage für den weiteren Betrieb und die auszuführenden Wartungstätigkeiten dar.

2.5 Staubablagerungen in Lüftungskanälen

Für eine Bewertung des Hygienezustandes von luftführenden Oberflächen oder der Überprüfung der Raumlufqualität werden biologische Proben untersucht. Als Ergänzung zu diesen Möglichkeiten können in raumlufotechnischen Anlagen auch Staubansammlungen in Geräten oder Kanälen als Bewertungskriterium zur Beurteilung von Sauberkeit herangezogen werden. Diese Ablagerungen entstehen durch die Sedimentation von Partikeln (Grob- und Feinstaub, Ultrafeinstaub) in Zu- und Abluftanlagen.

Abluftseitig kann man in lufotechnischen Systemen meist erhebliche Schmutzrückstände vorfinden, da alle Partikel aus Innenräumen meist ungefiltert in das Abluftsystem gelangen. Jeder Mensch gibt täglich beispielsweise ca. 500.000 Partikel^[1] im Zuge der Regeneration seiner Haut an die Umgebung ab. Außerdem gelangen Partikel aus der Umgebungsluft über natürliche Lüftung und Menschen ins Gebäude oder werden im Innenraum freigesetzt (z.B. Textilfasern, Pflanzen, Bodenbeläge, Abrieb in Maschinen usw.).

Dies zeigt, dass über einen längeren Zeitraum teilweise erhebliche Schmutzmassen in die Abluftleitungen gelangen und sich dort in strömungungünstigen Bereichen der luftführenden Oberflächen ablagern. Diese meist losen Staubansammlungen reichen von kaum sichtbar bis hin zu mehreren Zentimetern Dicke. In Verbindung mit einer relativ hohen Luftfeuchte kann es durchaus zu stark anhaftenden Belägen im Lüftungskanal kommen.

In der Zuluft von lufotechnischen Systemen findet man meist wesentlich geringere Staubablagerungen. Wesentlich beeinflusst wird die Oberflächenreinheit von der verwendeten Filterqualität in der jeweiligen Anlage.

Filter in lufotechnischen Anlagen werden in Filterklassen mit unterschiedlichen Abscheidegraden klassifiziert. Einen weiteren Einfluss auf den Ort des Staubniederschlages hat die Strömungsgeschwindigkeit der Luft sowie die vorhandene Leitungsgeometrie. Insbesondere rechteckige Kanalquerschnitte sind im Hinblick auf Staubablagerungen wesentlich ungünstiger zu bewerten als Rundquerschnitte.

Sehr feine Partikel können jedoch auch von gängigen Grob- und Feinstaubfiltern kaum abgeschieden werden; diese werden mit der Luftströmung bis in den Raum getragen. Eine Sedimentation ist aufgrund der geringen Masse der einzelnen Partikel kaum möglich.

Ist ein Zuluftkanal dennoch mit Staub belastet, ist dies möglicherweise auf einen jahrelangen Betrieb mit einer geringen Filterstufe zurückzuführen. Auch ein hoher Umluftanteil im Winterhalbjahr trägt dazu bei, dass ungefilterte Abluft aus Innenräumen in die Zuluft gelangt und somit Ablagerungen entstehen.



Oftmals muss man auch feststellen, dass Staubablagerungen auf die Bauphase zurückzuführen sind. Entweder werden Kanäle durch sorglose Lagerung auf der Baustelle bereits verschmutzt montiert, oder Staubablagerungen sind auf Bauarbeiten in der unmittelbaren Gebäudeumgebung zurückzuführen. Diese Umweltbelastungen können nur mit verkürzten Filterstandzeiten abgemindert werden. Auch Quellen im Gebäude, z.B. Staubentwicklung beim Verlegen von Bodenbelägen (Schneiden von Natursteinen) konnten bei der Ursachenforschung festgestellt werden.

2.5.1 Klassifizierung der Staubverschmutzung

Für den Praktiker stellt sich häufig die Frage, mit welcher Methode und nach welchen Bewertungsgrundsätzen überhaupt Staubablagerungen in Lüftungskanälen bewertet werden können. Diese Problematik ist weit verbreitet. Daher wurden in verschiedenen Ländern Richt- und Grenzwerte zur Beurteilung des Verschmutzungsgrades von Lüftungskanälen sowie der übrigen luftführenden Oberflächen eingeführt. Die längsten Erfahrungen in dieser Hinsicht haben die skandinavischen Länder, aber auch in Japan, USA und England wurden in den letzten Jahren Staubgrenzwerte (max. Staubmasse je m² luftführender Oberfläche) vorgeschrieben. In Deutschland wurde erstmals in der VDI 6022 Teil 1 der Begriff „besenrein“ für die Reinheit in Lüftungsanlagen gefordert.

Tabelle 1: Richt- und Grenzwerte für Staub auf luftführenden Oberflächen in RLT-Anlagen

Landesspezifische Gesetze und technische Richtlinien	max. zulässige Staubflächendichte in [g/m ²] *
England: Cleanliness of Ventilation systems – guide to good practice ^[2]	1**
Schweden: The Swedish National Board of Housing, Building and Planning, General Guidelines – 1992 : 3E ^[3]	1
USA: NADCA Standard 1992-01 ^[4]	0,1
Japan: JADCA Standard ^[5]	0,1
Deutschland: VDI 6022 ^[6]	2***

* Die angegebenen Werte sind nicht vergleichbar, weil unterschiedliche Prüfmethode zu Grunde liegen

** In der Richtlinie TM26, der englischen Ingenieursvereinigung CIBSE gilt die Staubflächendichte von 1 g/m² für den Bereich Zuluft und Umluft, während für reine Fortluftkanäle eine max. Staubflächendichte von 6 g/m² zulässig ist.

*** In der VDI 6022 gilt diese max. zulässige Staubflächendichte für das WINTEST-Verfahren, für zuluftführende Kanäle sowie Abluftkanäle, wenn diese die Zuluftqualität beeinflussen können. Für reine Fortluftkanäle wurde kein Grenzwert aufgestellt.

Der Begriff „besenrein“ für Oberflächen in raumlufttechnischen Anlagen wurde nach Erscheinen der VDI 6022 in Fachkreisen kontrovers diskutiert. Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes, AIRLESS, wurde am Hermann – Rietschel - Institut der Technischen Universität Berlin eine Untersuchung durchgeführt, mit welcher Staubablagerung auf Kanaloberflächen der Richtlinienbegriff „besenrein“ gleichgesetzt werden kann.



Bei diesen Betrachtungen wurden gängige internationale und deutsche Prüfverfahren untersucht. Als Ergebnis wurden Staubkonzentrationen für einen niedrigen, mittleren und hohen Standard festgelegt. Danach wurde eine Staubmenge von 4g/m^2 [7] als Grenzwert für einen hohen Standard definiert und somit als Referenzwert für den Begriff „besenrein“ festgelegt. Dieser Wert wurde mit einem Wischverfahren basierend auf der japanischen JADCA-Methode ermittelt, bei welchem eine definierte Oberfläche von $0,01\text{ m}^2$ mit einem lösungsmittelgetränkten Wischtuch abgewischt wird. Das Wischtuch wurde vorher und nachher auf einer Analysenwaage gewogen, so dass auf diese Art und Weise die Staubmasse je m^2 Oberfläche errechnet werden konnte.

Für die Staubflächendichtebestimmung sind in der Praxis mehrere Methoden zulässig. Am häufigsten verwendet werden Wisch- oder Saugverfahren. Grundlage aller Verfahren ist die Beprobung einer definierten Fläche (meist mit Schablonen), in der Regel $0,01\text{ m}^2$. Bei der Staubflächendichtebestimmung mit einem Saugverfahren wird diese Testfläche mit einem Kassettenfilter bei einem definierten Luftstrom abgesaugt. Der Staub wird in diesem vor der Messung auf der Analysenwaage abgewogenen Kassettenfilter gesammelt. Nach dem Saugvorgang im Lüftungskanal wird die Filterkassette erneut abgewogen und somit über den Differenzwert die Staubflächendichte bestimmt. Bei anderen zulässigen Messverfahren werden lösemittelhaltige Tücher und Pads eingesetzt. Mit diesen Verfahren wird jedoch nicht nur der lose aufliegende Staub erfasst, sondern auch anhaftende Schmutzschichten. Aus praktischer Sichtweise ist im Hinblick auf diese Methoden zu bedenken, dass bei normalen Strömungsgeschwindigkeiten in Lüftungskanälen lediglich lose Staubablagerungen mit einer geringen Masse aufgewirbelt werden (für den sicheren Austrag von Staub aus Lüftungskanälen sind Luftgeschwindigkeiten von bis zu 22m/s notwendig!). Vor diesem Hintergrund erscheint die Verwendung von Saugverfahren als ausreichend.

Weit verbreitet bei den Saugverfahren ist das sogenannte WIN-Test-Verfahren. Für diese Methode gilt als Bewertungsmaßstab zum festgelegten Referenzwert für den Begriff „besenrein“ für einen hohen Standard eine maximale Staubflächendichte von $0,5\text{ g/m}^2$ auf luftführenden Oberflächen. Mit dem selben Verfahren wird ein Wert von 1 g/m^2 für mittlere Anforderungen definiert, ein Wert von 2 g/m^2 für eine niedere Güte. Die Staubflächendichte ist für die Bewertung der Sauberkeit einer raumlufttechnischen Anlage von großer Bedeutung. Mit den genannten Grenzwerten kann der Reinigungsbedarf für Kanäle in Lüftungs- und Klimaanlage festgelegt werden.

2.5.2 Reinigungsbedarf nach VDI 6022, Teil 3

In die VDI 6022 Teil 3, Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen in Produktionsstätten, sind die grundlegenden Forschungsergebnisse des Hermann–Rietschel-Institutes der TU Berlin in Bezug auf den Begriff „besenrein“ eingeflossen, um den Reinigungsbedarf festzulegen.



Als Grenzwert für die max. zulässige Staubflächendichte in Lüftungskanälen gilt in der VDI 6022 künftig nicht die Referenzgröße von 4 g/m² für einen hohen Standard an luftführende Oberflächen, sondern 8 g/m² (= mittlerer Standard). Wird diese Referenzgröße um das Doppelte überschritten, so ist eine Reinigung erforderlich.

Für das bereits beschriebene Saugverfahren (WINTEST) gelten demnach folgende Grenzwerte:

Staubflächendichte $\geq 2\text{g/m}^2$ auf luftführenden Oberflächen: eine Reinigung ist durchzuführen

Staubflächendichte $\leq 1\text{g/m}^2$ auf luftführenden Oberflächen: die Oberflächen sind „besenrein“

Die Richtlinien VDI 6022 Teil 1 und 3 beschreiben die hygienischen Anforderungen für alle Lüftungs- und klimatechnischen Anlagen nach der DIN 1946, Teil 1. Sämtliche Normen des DIN und alle bestehenden Richtlinien des VDI werden aus hygienischer Sicht durch die VDI 6022 ergänzt. Dies bedeutet zugleich, dass mit der Messung und Bestimmung der Staubflächendichte ein neues Bewertungskriterium für alle Bereiche der Lüftungs- und Klimatechnik eingeführt wurde.

Die praktische Anwendung erfolgt im Rahmen von Hygieneprüfungen und –kontrollen oder zur Qualitätssicherung für Reinigungsdienstleistungen.

2.5.3 Probenahmekriterien bei der Staubflächendichtebestimmung

Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft verändert sich bei unterschiedlichen Leitungsquerschnitten. Daher lagern sich Staubpartikel je nach deren Größe und Masse nicht gleichmäßig verteilt auf die Kanaloberflächen ab. Kleinere und leichtere Partikel werden bis in den Innenraum transportiert. Jedes Einbauteil sowie Umlenkungen verursachen Luftverwirbelungen – dies führt zu erhöhten Staubablagerungen in diesen Bereichen.

Durch diese Rahmenbedingungen ist es schwierig, den geeigneten Ort für eine aussagekräftige Staubflächendichtebestimmung auszuwählen. Im Anhang der VDI 6022 wird eine Dreifachbestimmung empfohlen. Dabei ist zu beachten, dass die Probenahme in der Mitte des Kanalbodens stattfinden muss. Der Abstand zu Kanaleinbauten und Strömungshindernissen in Rechteckkanälen muss der Länge des 5-fachen gleichwertigen Durchmessers zu Rundquerschnitten (= hydraulischer Durchmesser) entsprechen. Der gleichwertige Durchmesser für Rechteckquerschnitte kann mit der Formel in Abb. 12-3 berechnet werden. Für gängige Querschnitte sind in Tabelle 11-2 einige Werte dargestellt.

Kann dieser Abstand in einem Lüftungskanal nicht eingehalten werden, so ist die Staubflächendichte mit einer Vierfachbestimmung zu ermitteln. Für die Ergebnisse der Staubuntersuchungen an einem Messpunkt ist der Mittelwert zu bilden und mit den Grenzwerten abzugleichen.

Tabelle 2: Mindestabstände bei Rechteckquerschnitten



Abmessungen des Rechteckkanals [mm]		gleichwertiger Durchmesser d_g	Mindestabstand zu Einbauten bei der Staubflächendichte-Bestimmung
a	b		
a	b	[mm]	[mm]
200	300	240	1200
200	400	260	1300
300	300	300	1500
300	400	350	1750
300	500	375	1875
300	600	400	2000
400	700	500	2500
500	900	650	3250
500	1400	750	3750

Vertikale Lüftungskanäle sind nicht zu beproben, weil dort kaum Schmutzanlagerungen in einer nennenswerten Form auftreten. Ausgenommen von diesen Anforderungen sind Küchenabluftkanäle. Fett- und Ölsammlungen stellen eine nicht unerhebliche Brandlast dar. Lüftungssysteme dieser Art sind deshalb aus anderen Gesichtspunkten periodisch zu kontrollieren und bereits bei geringen Verschmutzungen fachgerecht zu reinigen.



Abb. 4: Prüfschablone (magnetisch haftend) mit einer Testfläche von 100 cm² für das Win-Test Saugverfahren.

2.6 Vorbereitende Tätigkeiten des Auftraggebers



Wenn an einer Raumluftechnischen Anlage erstmals eine Hygieneinspektion stattfindet, müssen verschiedene organisatorische und technische Vorbereitungsmaßnahmen getroffen werden:

- Budgetierung der finanziellen Mittel
- Bereitstellung vorhandener Anlagenbeschreibungen und Bestandsplänen
- Detaillierte Projektplanung und Terminkoordination
- Überprüfung bzw. Schaffung von Zugänglichkeiten (z.B. Revisionsöffnungen)
- Innerbetriebliche Information (Betriebrat, Arbeitsmedizin usw.)

Diese Aufstellung zeigt, dass eine Anlagenprüfung auf den Hygienezustand aus Sicht des Betreibers durchaus eine komplexe Aufgabe darstellt.

Künftig sind die Kosten für diese periodischen Prüfleistungen in die bestehende Kostenplanung einzubeziehen, denn die Aufwendungen für eine aussagekräftige Überprüfung stellen in der Regel einen nicht unerheblichen Kostenblock dar. Insbesondere für die Erstinspektion und Dokumentation entstehen durchschnittliche Kosten von ca. 500 bis 1.500 €, je nach Umfang der Leistungen.

Werden die geforderten Prüfleistungen günstiger angeboten, so ist der Leistungsumfang sehr genau zu betrachten. Meist leidet die Qualität der mikrobiologischen Probenbewertung und die Art der Dokumentation, so dass die gewonnenen Informationen für den Betreiber weitgehend nutzlos sind.

Ist eine gute Erstdokumentation vorhanden, dann kann bei den periodischen Folgeinspektionen ein geringer Teil eingespart werden.

Bei Liegenschaften mit einer großen Anzahl von installierten Anlagen kann man auch die Erstinspektion aus wirtschaftlichen Gründen durchaus in 2 bis 3 Lose aufteilen (z.B. den Inspektionszeitraum auf bis zu 3 Jahre ausdehnen). In solchen Fällen sollte eine Prioritätsliste erstellt werden, damit besonders relevante Anlagen zuerst geprüft werden.

Für die Hygieneinspektion sind vom Betreiber vorhandene Anlagenbeschreibungen, Bedienungsanleitungen einzelner Komponenten und Bestandspläne neuesten Datums bereitzustellen. In vielen Fällen wird man feststellen, dass kaum vollständige Unterlagen vorhanden sind. Diese Tatsache zeigt, dass es für Dritte (externe Prüfer, Neubesetzung von Stellen in der Haustechnik) nur mit großem zeitlichem und somit finanziellem Aufwand möglich ist, den notwendigen Überblick für die vorhandenen Anlagen zu gewinnen. Die Inspektion bedeutet für viele somit die Möglichkeit, Nachlässigkeiten vergangener Jahre auszumerzen und dabei wichtige Informationen für die Überarbeitung der Anlagendokumentation zu gewinnen.

Bei Inspektionsmaßnahmen in größeren Liegenschaften und industriellen Produktionsanlagen erscheint es sinnvoll, eine Projektplanung vorzunehmen. Es muß abgestimmt werden, wann und zu welchem Zeitpunkt die zu untersuchenden RLT-Anlagen kurz außer Betrieb genommen werden können, um Störungen von Fertigungsprozessen oder anderen Betriebsabläufen auszuschließen. Diese Rahmenbedingungen sind bei der Terminkoordination zu berücksichtigen.

Ein wesentlicher Punkt ist die Zugänglichkeit zu einzelnen Anlagenkomponenten. Bei fast allen Anlagen ist dies zu beanstanden. An Komponenten wie Schalldämpfern, Brandschutzklappen, Zu- und Abluftkanälen, Entspannerboxen usw. fehlt es an Möglichkeiten, diese in ausreichendem Umfang überhaupt kontrollieren zu können. In der DIN ENV 12097 wird diesem Mangel durch die Forderung nach Revisions- und

Reinigungsöffnungen Rechnung getragen. Tabelle X beschreibt die notwendigen Punkte für Revisionsöffnungen in einer Raumluftechnischen Anlage (Anzahl und Größe). Alle Anforderungen dieser DIN ENV 12097 wurden in diesem Punkt in vollem Umfang in die VDI Richtlinie 6022 übernommen.



Vorteilhaft ist in vielen Fällen die Einbindung von Arbeitsmedizin und Betriebsrat im Vorfeld der Hygieneinspektion. Dadurch kann der Prüfer oder Sachkundige auf möglicherweise bestehende Probleme hingewiesen werden und gezielt eine Klärung anstreben.

2.7 Berichtswesen und Dokumentation

2.7.1 Anforderungen

Die Darstellung der Untersuchungsergebnisse sollte in einem leicht lesbaren und auch für fachliche Laien verständlichem Bericht erfolgen. Durch die enge Verzahnung einer Hygieneinspektion mit dem Arbeitsrecht und daraus abzuleitender Ansprüche stellt ein Bericht nach VDI 6022 durchaus ein vor Gericht verwertbares Gutachten dar. Dieser Gesichtspunkt ist von beiden Seiten, Auftraggeber und Auftragnehmer, zu bedenken. Wenn Gutachten von technischen, naturwissenschaftlichen bzw. handwerklichen Laien (z.B. von Rechtsanwälten, Richtern) und/oder von Fachleuten nicht nachvollziehbar sind, sind sie offensichtlich als Entscheidungsgrundlage wertlos^[3].

In einem Inspektionsbericht sollten diese Punkte genau beschrieben sein:

- Auftraggeber, Ansprechpartner
- Zeitpunkt der Inspektion, Name des Prüfers
- Anlagenbezeichnung
- Anlass für die Untersuchung
- Beschreibung der verwendeten Messgeräte (inkl. Messtoleranzen)
- Beschreibung der mikrobiologischen Untersuchungsmethode
- Zugrundegelegte Normen und Richtlinien

2.7.2 Bewertungskriterien

Eine Hygieneinspektion sollte die Überprüfung einzelner Anlagenkomponenten auf deren technischen Zustand beinhalten (Soll-Ist-Vergleich) sowie den Hygieniezustand mittels Oberflächenuntersuchungen und Luftkeimuntersuchungen aufzeigen.

Eine Bewertungsmethode, ausgearbeitet im Rahmen der ProKlima Studie wurde bereits bei Einführung der VDI 6022 im Juli 1998 vorgestellt^[10]. Diese Bewertungsmethode beschränkt sich allerdings auf allgemein sichtbare technische, funktionale und korrosive Defizite. Sichtbare Verschmutzung wird dabei als unhygienisch gewertet, eine Bewertung von Oberflächenuntersuchungen wird nicht näher in das Ergebnis mit einbezogen.



Eine differenziertere Betrachtung der Hygiene kann mit dem nachfolgend beschriebenen Bewertungssystem vorgenommen werden. es hat sich in vielfacher praktischer Anwendung bewährt. Dabei wird an jeder Komponente das vorhandene Potential bewertet, welches die Lufthygiene negativ beeinflussen könnte. Diese Gesamtbewertung umfasst jeweils die bauliche, optische und mikrobiologische Beurteilung. Als besonders kritische Komponenten werden Luftfilter sowie die Luftbefeuchtung eingestuft.

Grundlage für die bauliche, technische und hygienische Bewertung ist die VDI 6022 und die DIN 10 113. Bauliche und hygienische Noten werden 1.1 gewertet, der Notenschnitt fließt in weitere Betrachtungen mit ein. Jeder Komponente wird eine Note zugeordnet. Dabei wurden die Definitionen des VDMA Einheitsblatt 24176 übernommen.

Tabelle 3: Benotungsskala Anlagekomponenten/ Anlagenzustand

Note	Beurteilung	Definition der Anlagenkomponenten/des Anlagenzustandes
1	Sehr gut	praktisch wie im Neuzustand
2	Gut	Zustand der Nutzungszeit entsprechend
3	Befriedigend	Zustand noch akzeptabel
4	Mangelhaft	Zustand unzureichend
5	Ungenügend	Zustand völlig unzureichend

Zur Gewichtung einzelner Komponenten in der Gesamtbeurteilung wird jedem Bauteil ein Risikofaktor zugeordnet, welcher das Hygienierisikos der jeweiligen Komponente beschreibt. Das Hygienierisiko ergibt sich aus möglichen Auswirkungen auf die Lufthygiene.

Tabelle 4: Risikofaktoren einzelner Bauteile

Anlagenkomponente	Risikofaktor	Anlagenkomponente	Risikofaktor
Außen- und Fortluftdurchlässe	1	Luftheritzer	2
Jalousieklappe	1	Luftkühler	2
Luftfilter	3	Kühlturm	3
Luftbefeuchter	3	Entfeuchter	2
Ventilator	1	Luftleitung	2
Wärmerückgewinnung	2	Luftdurchlässe im Raum	1
Schalldämpfer	2		

Die bauliche Benotung der einzelnen Anlagenkomponenten wird mit dem Risikofaktor multipliziert Komponentenwertigkeit multipliziert. Um eine Endnote einer Anlage zu errechnen, werden diese Ergebnisse addiert und durch die Summe der Wertigkeiten dividiert (vgl. folgende Tabelle).

Tabelle 5: Bewertungsbeispiel



Bewertete Anlagenkomponenten	Note Techn./Hyg.	Risiko Faktor	Hygienebewertung (Note * Risikofaktor)
Außen-, Fortluftdurchlass	2	1	2
Jalousieklappe	3	1	3
Luftfilter	1	3	3
Sprühbefeuchter	2	3	6
Summe		8	14
Ergebnis gesamte Anlage (Σ Hygienebewertung / Σ Risikofaktor)			1,75

Das somit ermittelte Gesamtergebnis der Anlage umfasst die bauliche, optische und mikrobiologische Bewertung aller vorhandenen Anlagenkomponenten.

Die mikrobiologische Bewertung von Oberflächen raumlufttechnischer Komponenten erfolgt in Anlehnung an die DIN 10 113-3. Bei Filtern ist ein strengerer Maßstab zu fordern, denn diese haben die Aufgabe, Eintrag von Schmutz zu verhindern. Der Filter darf also keinesfalls zum Sender werden.

Tabelle 6: Bewertung von Oberflächen nach DIN 10 113-3

KBE/ 25 cm ²	KBE/ cm ²	Bewertung nach DIN 10 110-3*	Note (Signalfarbe)
0 bis 3	bis 0,12	sehr gut	grün/ sehr gut (1)
4 bis 10	bis 0,4	gut	grün/ gut (2)
11 bis 30	bis 1,2	befriedigend	grün/ befriedigend (3)
31 bis 60	bis 2,4	ausreichend	gelb/ ausreichend (4)
> 60	> 2,4	zu beanstanden	rot/ zu beanstanden (5)



Tabelle 7: Bewertung Reinluftseite Filter

KBE/ 25 cm ²	KBE/ cm ²	Bewertung nach DIN 10 110-3*	Note (Signalfarbe)
bis 1	bis 0,04	sehr gut	grün/ sehr gut
bis 2	bis 0,08	gut	grün/ gut
3 bis 5	bis 0,2	befriedigend	grün/ befriedigend
6 bis 12	bis 0,5	ausreichend	gelb/ ausreichend
> 12	> 0,5	zu beanstanden	rot/ zu beanstanden

2.8 Literatur

- [1] Handbuch der Klimatechnik, Teil 3, C.F. Müller Verlag
- [2] TM26, Cleanliness of Ventilation systems – guide to good practice, CIBSE, 1998
- [3] the Swedish National Board of Housing, Building and Planning, General Guidelines, 1992
- [4] NADCA Standard, National Air Duct Cleaner Association, 1992
- [5] JADCA Standard, Japanese Air Duct Cleaner Association, 1994
- [6] VDI 6022, Hygienische Anforderungen in Raumluftechnischen Anlagen, 2002
- [7] VDI 6022, Hygienische Anforderungen in Raumluftechnischen Anlagen, 2002

- [2] DIN 10 516, Lebensmittelhygiene, Beuth-Verlag
- [3] Zuschlag, Berndt, Gutachtenqualität, Kontakt & Studium, expert-Verlag, Renningen-Malmsheim, 1996,
- [10] BHKS und TÜV Berlin-Brandenburg, 1998