

Erfahrungen mit Luftkeim- und Feinstaubmessungen im Rahmen der Hygieneinspektion nach VDI 6022 resp. SWKI 2003-5

10–15% der untersuchten RLT-Anlagen in hygienisch mangelhaftem Zustand

R. Coutalides,
U. Heinss, P. Thalmann*

Seit diesem Jahr gilt in der Schweiz die vom Schweizerischen Verein der Wärme- und Klimatechniker (SWKI) eingeführte Richtlinie 2003-5 «Hygieneanforderungen an RLT-Anlagen» als Stand der Technik. Gemäss dieser Richtlinie, die sich an die VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1 «Hygienische Anforderungen an raumluftechnische Anlagen für Büro und Versammlungsräume» anlehnt, werden turnusmässige Hygieneinspektionen der Anlagen gefordert.

Diese Hygieneinspektionen umfassen neben hygienischen Aspekten auch die fachliche Beurteilung der Anlage hinsichtlich lüftungs- und regeltechnischen Belangen. In diesem Artikel soll jedoch nur auf die hygienischen Aspekte und hier wiederum nur auf Luftkeim- und Staubmessungen eingegangen werden. Diese Messungen stellen nach unserer Ansicht ein gutes Werkzeug dar, um den hygienischen Zustand einer RLT-Anlage zu erfassen. Auf andere von Fall zu Fall notwendige hygienische Untersuchungen, insbesondere die gründliche visuelle Inspektion der Anlage, wird in diesem Artikel nicht näher eingegangen. Verkeimte RLT-Anlagen stellen ein gesundheitliches Risiko dar, und können zu verschiedenen Krankheitssymptomen und zu Absenzen am Arbeitsplatz führen.



Bild 2: Feinstaubmessung in der Zuluft

Hygiene – messbar?

Wir wenden im Zusammenhang mit Schadstoffabklärungen in Innenräumen Luftkeim- und Feinstaubmessungen seit mehreren Jahren als Bestandteil bei der Beurteilung von RLT-Anlagen an. Im Folgenden wird kurz unsere Vorgehensweise bei diesen Messungen beschrieben. Ausgehend von der Forderung, dass die Qualität der Zuluft nicht schlechter sein darf als die Qualität der Aussenluft, sind zwei Messpunkte vorgegeben. Die Parameter Feinstaub und Luftkeime werden in der Aussenluft in unmittelbarer Nähe der Luftfassung und in der Zuluft bestimmt (Bild 1 und 2). Findet man in der Zuluft erhöhte Konzentrationen von



Bild 1: Vorbereitung einer Luftkeimmessung im Zuluftstrom

Luftkeimen und/oder Feinstaub, deutet dies auf eine Fehlfunktion bzw. eine Verschmutzung der RLT-Anlage hin. In einem zweiten Schritt müssen jetzt weitere Untersuchungen an einzelnen Anlagenteilen unternommen werden, um herauszufinden, wo die Quelle für die festgestellten auffälligen Luftkeim- oder Feinstaubkonzentrationen liegen.

Bei den Luftkeimmessungen werden sowohl Schimmelpilzsporen- als auch Bakterienkonzentrationen als koloniebildende Einheiten pro m³ ermittelt (KBE/m³). Es ist sinnvoll die Schimmelpilzsporen an einem Messpunkt auf verschiedenen Nährböden zu kultivieren, um Schimmelpilzgattungen bzw. sogar Arten unterscheiden zu können. Es hat sich gezeigt, dass es keineswegs ausreicht nur die Gesamtkeimzahl zu bestimmen. Ein einfaches Beispiel soll dies illustrieren. Im Zusammenhang mit der Abklärung in einem Bürogebäude wurden mittlere Schimmelpilzsporenkonzentrationen sowohl in der Aussenluft als auch in der Zuluft gefunden, wobei die Konzentration in der Zuluft niedriger war als in der Aussenluft. Eine genaue Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass die Schimmelpilze der Aussenluft annähernd vollständig zurückgehalten wurden, während in der Zuluft Schimmelpilze gefunden wurden, deren Gattungen vollkommen verschieden von den in der Aussenluft war. Es musste also von einem aktiven Schimmelpilzwachstum innerhalb der Anlage ausgegangen werden. Dieser Befund bestätigte sich dann auch bei den späteren Untersuchungen. Unter Umständen ist es sogar notwendig, bei bestimmten Fragestellungen die Arten der Schimmelpilze zu bestimmen, was nur mit grosser Erfahrung möglich ist. Für Feinstaubmessungen bieten sich relativ einfach zu bedienende tragbare Partikel- und Staubmessgeräte an, die über einen Präzisionslaser und Photodiode ein Streulichtsignal erfassen und dieses als Partikelkonzentration einer bestimmten Grössenklasse umrechnen. Wenn vergleichende Messungen zwischen Aussenluft und Zuluft ausgeführt werden, ist es sinnvoll die Partikelkonzentrationen verschiedener Grössenklassen zu bestimmen. Werden zusätzlich Messungen im Innenraum geplant, zum Beispiel bei Beschwerden über Staub, Einfluss von Zigarettenrauch u.a., kann die Massenkonzentration bestimmt werden. Die Massenkonzentration wird häufig als PM-2.5 und PM-10 dargestellt (Staubfraktion mit Teilchen, die einen aerodynamischen Durchmesser von weniger als 2,5 mm bzw. 10 mm aufweisen). Für diese Parameter existieren in der Aussenluft Grenzwerte, in Innenräumen gibt es Referenzwerte.

Keimwerte im Vergleich

Luftkeim- und Feinstaubkonzentrationen in der Aussenluft hängen stark von der Jahreszeit, aber auch von Wetterlage bzw. Lokalität ab. Während der Wintermonate liegt die Schimmelpilzsporenkonzentration in der Aussenluft zwischen 100–300 KBE/m³. Während wärmeren Klimas steigt die Schimmelpilzsporenkonzentration

	Bakterien KBE1/m ³	Schimmelpilze KBE1/m ³
ProKlimA-Projekt		
Zuluft (Mittelwert)	60	38
Zuluft (95. Perzentil)	190	120
Raum (Mittelwert)	183	70
Raum (95. Perzentil)	610	700
Bau- und Umweltchemie AG		
Aussenluft (Bereich)	60–370	Saisonal abhängig
Zuluft (Bereich)	10–60	<10–30
Raum (Bereich)	200–500	20–70

in der Aussenluft auf Werte zwischen 600–3000 KBE/m³ und kann sogar mehr als 25000 KBE/m³ betragen.

In der Zuluft hängen die Luftkeim- und Feinstaubkonzentrationen natürlich von der Art und vom Zustand der Belüftungsanlage ab. In Tabelle 1 sind die von uns in hygienisch einwandfreien RLT-Anlagen gefundenen Werte zusammengestellt. Ebenfalls in der Tabelle 1 enthalten sind Ergebnisse des ProKlimA-Projektes in Deutschland. Innerhalb dieses Projektes wurde die Zuluft von über 200 Anlagen und die Raumluft von über 1000 Gebäuden untersucht.

Mit Hilfe der Werte in der Tabelle 1 ist es möglich, Hinweise auf auffällige Luftkeimzahlen zu erhalten, wobei es in jedem Fall wichtig ist, die Zusammensetzung der gefundenen Schimmelpilzflora zu untersuchen. Die dazu notwendige Bestimmung von Schimmelpilzgattungen bzw. sogar Arten verlangt besondere mikrobiologische Kenntnisse und Erfahrungen. Um die tatsächlichen Luftkeimkonzentrationen in der Zuluft zu messen, ist bei Probenahme zu beachten, dass kein Gemisch aus Zuluft und Raumluft beprobt wird.

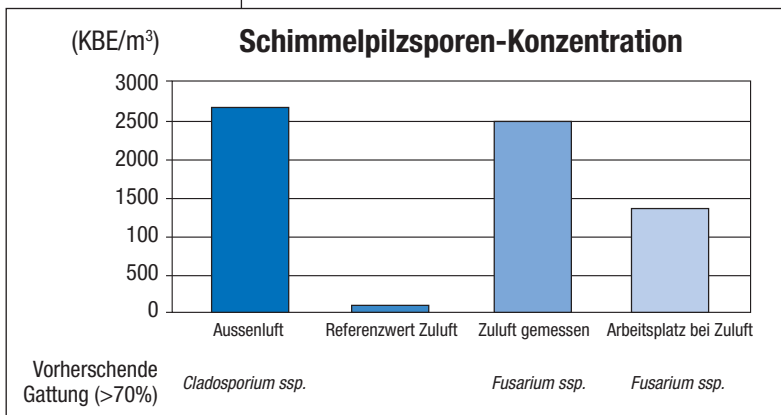
Problemfälle

Von den etwa dreissig Grossanlagen, die wir mit der beschriebenen Methode untersucht haben, wurden bei vier Anlagen Anzeichen gefunden, die eine nähere Untersuchung der Anlage notwendig machten, dies entspricht 10–15%. Es wurden in der Zuluft entweder auffällige Schimmelpilzkonzentrationen in der Grössenordnung von 700 bis 3000 KBE/m³ oder bestimmte Schimmelpilzgattungen erhöhter Konzentration gefunden. Unten stehende Grafik zeigt die gefundene Schimmelpilz-Konzentration in der Zuluft einer Belüftungsanlage, die eine erhöhte Raumluftkonzentration an Schimmelpilzsporen zur Folge hatte. In der Aussenluft waren Cladosporien vorherrschend, wogegen in der Zuluft vor allen Fusarien zu finden waren. Die Schimmelpilze in der Zuluft unterschieden sich also entscheidend von denen der Aussenluft. Fusarium wird aus gesundheitlicher Sicht bedeutend kritischer eingestuft als Cladosporium.

Folgende Ursachen wurden bei einzelnen Anlagen für die gefundenen erhöhten Luftkeimkonzentrationen festgestellt:

- Fehlende Reinigungsmöglichkeiten bestimmter Module der RLT-Anlage (z. B. der Kühleinheit)
- Mangelhafte Anordnung der Frischluftfassung (z. B. an einer stark befahrenen Strasse in Bodennähe oder von Büschen überwachsen)

Tabelle 1:
Durchschnittlich
gefundene Luftkeim-
konzentrationen in
hygienisch einwand-
freien RLT-Anlagen.



- Feuchte Luftfilter
- Zu kurze Befeuchtungsstrecke nach einer Dampf-befeuchtung und fehlendes Trockenfahren der Anlage vor Abschaltung
- Mangelhafte Wartung

Zu hohe Feinstaubkonzentrationen hatten folgende Ursachen:

- Einzelne nicht richtig sitzende Luftfilter
- Belegte Filter

Fazit

Luftkeim- und Feinstaubmessungen sind ein gutes Instrument zur Einschätzung des hygienischen Zustandes einer RLT-Anlage. Der Vorteil dieser Messungen liegt vor allem darin, dass die gesamte Anlage von der Frischluftfassung bis zum Zuluftdurchlass mit einem relativ geringen Aufwand messtechnisch erfasst werden kann. Die Messungen müssen jedoch unbedingt entsprechend den Vorgaben der SWKI-Richtlinie 2003-5 mit einer visuellen Inspektion der Anlage und mit einer Beurteilung lüftungs- und regeltechnischer Belange ergänzt werden. Luftkeim- und Feinstaubmessungen in der Raumluft selbst sind aussagekräftig für die Raumnutzer, da durch einen Vergleich der Ergebnisse mit Referenzwerten eine qualitative Einordnung des Raumklimas bezüglich Luftkeim- und Feinstaubkonzentration möglich ist. Allfällige Schadstoffquellen die das Innenraumklima negativ beeinflussen, können so aufgespürt und entfernt werden.

*R. Coutalides, U. Heinss, P. Thalmann
 Bau- und Umweltchemie Beratungen + Messungen AG
 Leutholdstrasse 12, 8037 Zürich, www.raumlufthygiene.ch
 Tel. 01 440 72 11