

## Mikrobiologische Überprüfung von Lüftungs- und Klimaanlage

“Es zieht zu viel!“, “Es riecht muffig!“, “Mir ist kalt!“, “Mir ist heiss!“, “Es ist zu laut!“, “Die macht mich krank!“.

Solche oder ähnliche Beschwerden von ArbeitnehmerInnen, welche den Großteil ihrer Arbeitszeit in der Nähe von Lüftungs- und Klimaanlage verbringen, steigen kontinuierlich an. Für die Arbeitsinspektion und die AUVA war dies der Anlass dafür, diese Probleme etwas genauer unter die Lupe zu nehmen.

Diese Beschwerden sind einerseits durch Luftzug, trockene Luft bzw. Geräusche und Gerüche bedingt. Sie können sich durch Erkrankungen der oberen Atemwege, Kopfschmerzen, Nebenhöhlenentzündungen, Übelkeit, Infektanfälligkeit, Augentrockenheit, nervöse oder psychische Störungen äußern. In mikrobiell kontaminierten Lüftungsanlagen bergen Bakterien, Pilze und deren Bestandteile zusätzliche Gefährdungen für die ArbeitnehmerInnen. Insbesondere schlecht gewartete Befeuchteranlagen erwiesen sich durch die Möglichkeit der Inhalation von mikrobiell verunreinigtem Wasser als Problem. Es können einerseits allergische Reaktionen und Erkrankungen auftreten (chron. Bronchitis; Befeuchterlunge, Befeuchterfieber etc.) und andererseits kann es zu Infektionskrankheiten (z.B. durch Legionellen) der ArbeitnehmerInnen kommen. Bis zu 25% der ArbeitnehmerInnen, welche in klimatisierten Räumen tätig sind, klagen über Befindlichkeitsstörungen die auch als “**Sick building Syndrom**“ bezeichnet werden und allergischer, infektiöser, toxikologischer oder psychischer Natur sein können. Das Gefährdungspotenzial für Erkrankungen durch eine Lüftungs- und Klimaanlage hängt vom Typ der Anlage, der Betriebsweise sowie dem allgemeinen hygienischen Zustand und der Reinigungs- und Wartungshäufigkeit der Anlage ab. Bei Befeuchtungen (v.a. Sprühbefeuchtung) können sehr gute Wachstumsbedingungen für Besiedelung mit Keimen auftreten.

Beim Rückführen von Raumluft (Umluftbetrieb) ist die Gefahr einer Anreicherung von Keimen in der Zuluft gegeben, weil auch von Menschen ständig Mikroorganismen an die Umgebung abgegeben werden. Die Beschwerden lassen sich in 6 Punkten zusammenfassen:

1. Zugluft bzw. zu hohe Luftgeschwindigkeiten
2. zu geringe Luftleistungen der Lüftungs- und Klimaanlage
3. starke Verschmutzungen (insb. Gastgewerbe) der Lüftungs- und Klimaanlage
4. Lärmbelästigung durch störende Geräusche

5. Geruchsbelästigung aus den Lüftungs- und Klimaanlage
6. krankmachende Bestandteile der in den Raum eingeblasenen Zuluft

Für die Beurteilung der Punkte 1 - 5 stehen Erfahrungswerte und Messmethoden zur Verfügung. Um den Punkt 6. "krankmachende Bestandteile der in den Raum eingeblasenen Zuluft" beurteilen zu können, ist eine mikrobiologische Überprüfung der Zuluft erforderlich.

### **Rechtsgrundlagen für den Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage:**

Als Rechtsgrundlagen regeln insbesondere §27 Abs. 8 sowie §13 Abs. 1 u. 5 Arbeitsstättenverordnung BGBL II. Nr. 368/1998 die Mindestanforderungen für Wartungsarbeiten an Lüftungs- und Klimaanlage.

#### **§27 Abs. 8 AStV:**

Klima und Lüftungsanlagen sind regelmäßig zu kontrollieren und bei Bedarf zu reinigen. Ablagerungen und Verunreinigungen, die zu einer unmittelbaren Gesundheitsgefährdung der ArbeitnehmerInnen durch Verschmutzung der Raumluft führen könnten, sind sofort zu beseitigen. Befeuchtungsanlagen sind stets in hygienisch einwandfreiem Zustand zu erhalten.

#### **§13 Abs. 1 u. 5 AStV:**

Eine Lüftungs- und Klimaanlage ist mindestens einmal jährlich, längstens jedoch in Abständen von 15 Monaten auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen. Über die Prüfung sind Aufzeichnungen zu führen und mindestens drei Jahre in der Arbeitsstätte aufzubewahren.

### **Richtlinien und Empfehlungen:**

Genauere Anforderungen bzw. technische Grundlagen für die Messungen werden in den entsprechenden Normen und Richtlinien als "Stand der Technik" festgehalten. Als solche werden insbesondere die

ÖNORM H 6000 Teil 3	Lüftungstechnische Anlagen; Grundregeln
ÖNORM M 7600 Teil 4	Lüftungstechn. Anlagen; Grundregeln; Funktionspr.
ÖNORM M 7625	Lüftungstechnische Anlagen; Brandschutz
ÖNORM EN 12599	Lüftung von Gebäuden
ÖNORM EN 13779 (Entwurf)	Lüftung von Gebäuden; Leistungsanforderungen
sowie die VDI-Richtlinie 2079 und VDI-Richtlinie 6022	Abnahmeprüfung von raumluftechnischen Anlagen
(VDI...Verein deutscher Ingenieure)	Hygienische Anforderungen an RLT- Anlagen; Büro und Versammlungsräume.
herangezogen	

Um die Qualität der in den Raum eingeblasenen Zuluft erfassen und bewerten zu können ist entsprechend der VDI 6022 die Außenluft als Orientierungsmaß heranzuziehen.

**VDI-Richtlinie 6022:** Hygienische Anforderungen an raumluftechnische Anlagen; Büro und Versammlungsräume.

### **Pkt 3.3. Luftchemische und mikrobiologische Bedingungen**

Raumluftechnische Anlagen müssen in allen luftführenden Bereichen so gestaltet, betrieben und instandgehalten werden, dass eine zusätzliche Belastung durch Schadstoffe sowie anorganische und organische Verunreinigungen sicher vermieden und der Luftcharakter als geruchsneutral empfunden wird. So weit gesundheitsrelevante Richtwerte für den Gehalt an Keimen und biologischen Inhaltsstoffen, noch nicht vorliegen, gilt als Orientierungsmaß die jeweilig vorhandene Außenluft.

Der Gehalt der Zuluft an Stäuben, Bakterien, Pilzen und biologischen Inhaltsstoffen darf denjenigen der Außenluft vor Ort in keiner Kategorie überschreiten. Dies gilt insbesondere auch für das Keimspektrum.

**Pkt 3.5.** Nach Fertigstellung der raumluftechnischen Anlage ist eine Abnahmeprüfung durchzuführen, die eine Überprüfung der hygienischen Anforderungen dieser Richtlinie (also auch Pkt 3.3. luftchemische und mikrobiologische Bedingungen) beinhalten muss.

In der Praxis (Tätigkeit der Arbeitsinspektion sowie der AUVA) hat sich gezeigt, dass die Zuluftqualität der Lüftungs- und Klimaanlage von den ArbeitgeberInnen nicht kontrolliert und auch in der Evaluierung der Arbeitsstätten (§4 und 5 ArbeitnehmerInnenschutzgesetz) nicht festgehalten wird. Wobei es für einen "nicht Lüftungstechniker" auf Grund der Vielzahl der Bestimmungen (siehe vorher aufgezählte Normen) nahezu unmöglich ist die entsprechenden Veranlassungen zu treffen. Er-

schwerend kommt hinzu, dass ArbeitgeberInnen für die Arbeitsplatzevaluierung ihrer Arbeitsstätten zuständig sind, aber die Lüftungs- und Klimaanlage oft in den Kompetenzbereich der HausinhaberInnen, VermieterInnen fällt (z.B. Einkaufszentrum, Bürogebäude, etc.).

Auch die beratenden Organe der Arbeitsinspektion und der AUVA stehen vor dem Problem in diesem Spannungsfeld zu vermitteln.

Um diese Fragen sachlich aufzuarbeiten wurden vom Arbeitsinspektorat für den 2. Aufsichtsbezirk und der AUVA mikrobiologische Parameter an einer Vielzahl unterschiedlicher Lüftungs- und Klimaanlage gemessen.

#### **Ziel der Untersuchungen:**

Erarbeitung von Grundlagen und Daten für die mikrobiologische Bewertung verschiedener Lüftungs- und Klimaanlage zu, um eine Basis für die weitere Vorgangsweise bei deren Betrieb und der anfallenden Überprüfungen zu erhalten.

Die Auswahl der Betriebe und die Kontaktaufnahme mit den zuständigen ArbeitgeberInnen bzw. GeschäftsführerInnen erfasste alle betroffenen Bereiche und Branchen, welche über Lüftungs- und Klimaanlage verfügen (Einkaufszentrum; Bürogebäude; Gastgewerbe; etc.)

Die Bereitschaft der ausgewählten Betriebe an der Studie teilzunehmen war sehr hoch (100%). Wobei anzumerken ist, dass die Kosten von der AUVA übernommen wurden, und das zuständige Arbeitsinspektorat zusicherte, für nicht optimale Messergebnisse keine Aufforderungen gem. § 9 Arbeitsinspektionsgesetz zu versenden. Weitere Argumente für die Teilnahme der Betriebe waren:

- ➔ Das Bewusstsein, dass gute Qualität der Zuluft der Lüftungs- und Klimaanlage wichtig für die Gesundheit der ArbeitnehmerInnen und ArbeitgeberInnen aber auch der Kunden und Kundinnen ist.
- ➔ Die ArbeitgeberInnen bzw. die Betreiber der Lüftungs- und Klimaanlage Messergebnisse bei vorgebrachten Beschwerden vorweisen können.

#### **Mikrobiologische Messungen:**

Um die mikrobielle Belastung, die durch die Lüftungs- und Klimaanlage für die MitarbeiterInnen entsteht, abzuschätzen, wurden Luftkeimbestimmungen durchgeführt. Die gewählte Methode, ein Impaktionsverfahren, besteht aus dem Abscheiden der Partikel aus dem Luftstrom, der Kultivierung der lebensfähigen Keime auf Nährböden und danach erfolgreicher Auswertung.

Die Messungen wurden mit den Betrieben abgestimmt und vor Ort an repräsentativen Messstellen durchgeführt. Die Probenahme erfolgte direkt an den Ausblasöffnungen der Lüftungs- und Klimaanlage in verschiedenen Räumen bzw. für die Vergleichswerte der Aussenluft möglichst nahe an der Ansaugstelle der Lüftungs- und Klimaanlage.

An jeder Messstelle erfolgten 4 Einzelmessungen mit Variation von Luftvolumen (20 bis 200 Liter) und Verwendung zweier verschiedener Nährböden.

**Probenahmegerät:** Biotest RCS Plus (in Einzelfällen parallel dazu Sartorius MD8, ein Filtrations-sammler)

**Nährböden:** TC-Agar: ein Allgemein-Nährboden, für ein sehr breites Keimspektrum  
DG-18: ein spezifischer Nährboden für Schimmelpilze und Hefen

Die gesammelten Proben wurden im Labor bei 25°C bebrütet und nach maximal 7 Tagen ausgewertet.

### **Ergebnisse:**

Insgesamt wurden von 476 Einzelergebnissen durch die Durchschnittsbildung zweier Parallelproben 238 Resultate für 119 Messstellen in 12 verschiedenen Betrieben erhalten.

Die Untersuchung verlief in 2 Phasen:

Phase 1: Breit gestreute Analyse ob an einzelnen Messstellen Luftkeimzahlen vorliegen, die deutlich höher als die der Aussenluft sind.

Phase 2: An einer Messtelle mit deutlich erhöhten Luftkeimzahlen wurde die Entwicklung durch mehrere Messungen über ein ganzes Jahr verfolgt

### **Phase 1:**

75 Messstellen an den Auslassöffnungen von Lüftungs- und Klimaanlage ergaben eine durchschnittliche Keimzahl von 338 KBE/m<sup>3</sup> beim TC-Nährboden und 70 KBE/m<sup>3</sup> beim DG18-Nährboden. Demgegenüber stehen die Ergebnisse der Aussenluft mit durchschnittlich 750 KBE/m<sup>3</sup> (TC-Nährboden) und 446 KBE/m<sup>3</sup> (DG18-Nährboden).

Insgesamt wiesen 13 von 150 Messstellen höhere Keimbelastungen als die jeweilige Aussenluft auf. Abbildung 1 und Abbildung 2 fassen diese Ergebnisse zusammen.

Abbildung1: Ergebnisse Phase1

	Aussenluft (Arithm. Mittel von 18 Messwerten)	Innenluft (Arithm.Mittel von 75 Messwerten)	Anzahl von Proben, wo Innenluft > Aussenluft
TC-Nährboden	750 KBE/m <sup>3</sup>	338 KBE/m <sup>3</sup>	7 (von 75)
DG18-Nährboden	446 KBE/m <sup>3</sup>	70 KBE/m <sup>3</sup>	6 (von 75)

Die Ergebnisse zeigen, dass bei Lüftungs- und Klimaanlage durchschnittlich die halbe Belastung mit Mikroorganismen (TC-Nährboden) bzw. 15% der Pilzbelastung (DG18-Nährboden), verglichen mit der Aussenluft, zu finden war. Im Normalfall dürfte also die Belastung der Mitarbeiter durch lebensfähige Luftkeime in den klimatisierten Räumen geringer sein als im Freien. In der folgenden Abbildung sind diese Vergleiche für Schimmelpilze dargestellt.

### Pilzbelastung Aussen/Innen

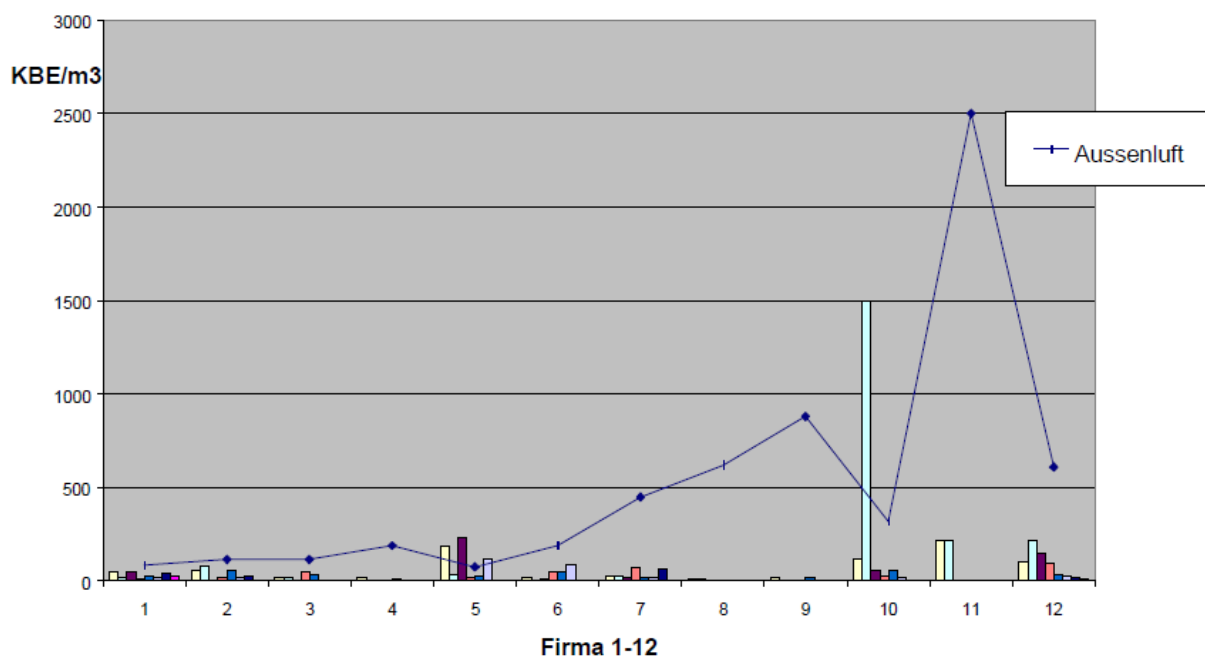


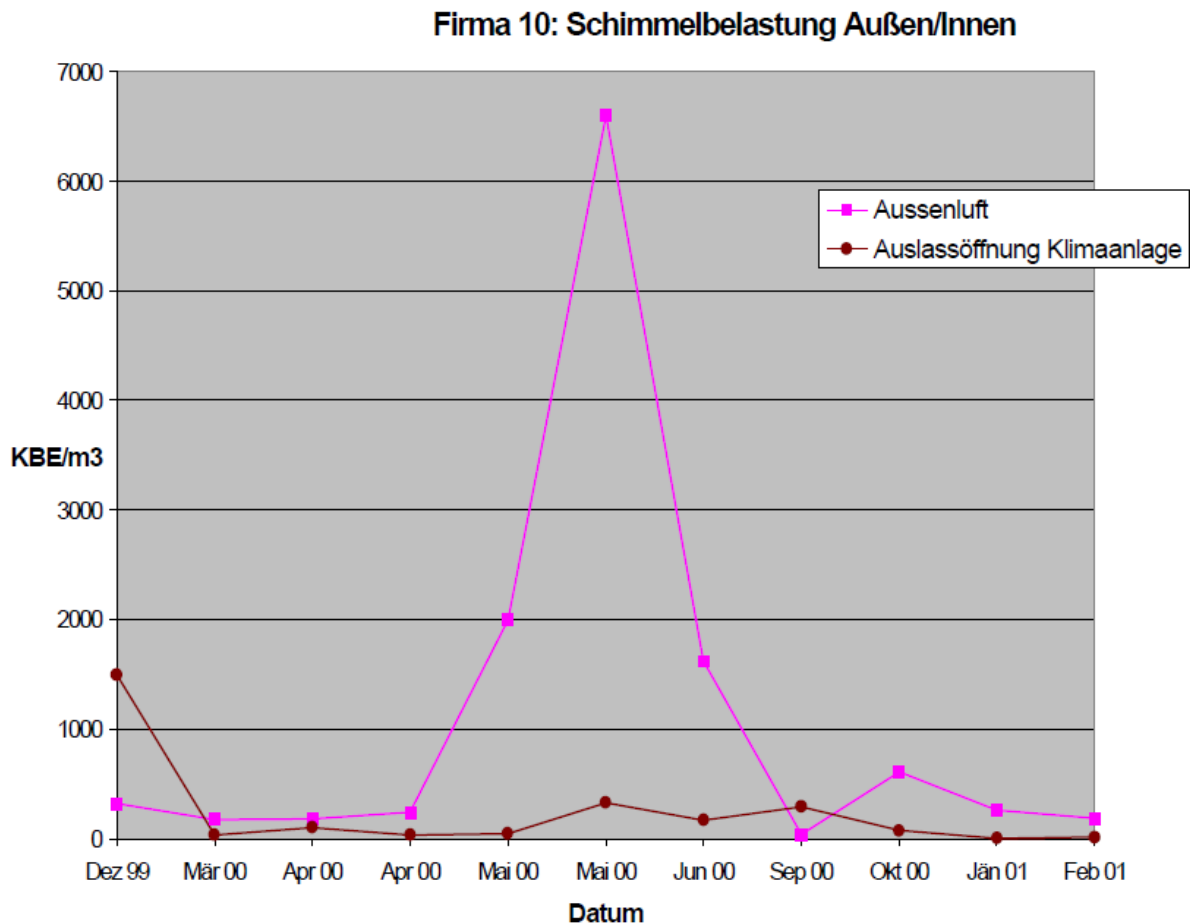
Abbildung 2: Schimmelpilzbelastung im Vergleich zur Aussenluft, Phase 1 Eine Probenahmestelle (Firma 10) wies signifikant höhere Pilzbelastungen aus, wobei die Ergebnisse noch durch parallel durchgeführte Analysen mit dem Filtrationssystem bestätigt wurden. Ein Pilz der Gattung Penicillium war dominant vertreten. Diese Probenahmestelle wurde sodann, nach Rücksprache mit der betroffenen Firma, in der Phase 2 über mehr als ein Jahr lang durch Luftkeimmessungen erfasst. Auf diese Weise konnte die Entwicklung der Pilzbelastung aus der Lüftungs- und Klimaanlage über einen längeren Zeitraum verfolgt werden.

## Phase 2:

Die Messungen begannen 3 Monate nach der Erstmessung an der Stelle, wo die erhöhten Pilzwerte aufgefallen waren. Die Firma hatte inzwischen die Decke dieses Raumes umgebaut, wobei im Zusammenhang mit der Klimaanlage nur der Bereich der Auslassöffnung durch die Änderung erfasst worden war. Innerhalb der nächsten 14 Monate nach der Erstmessung wurden insgesamt 10 Nachmessungen an der gleichen Probenahmestelle und mit dem gleichen Probenahmesystem durchgeführt, wobei als Vergleichsbasis jeweils die Aussenluft gemessen wurde.

In der Abbildung 3 sind diese Ergebnisse grafisch dargestellt.

Abbildung 3: Schimmelbelastung über 14 Monate im Vergleich zur Aussenluft (Phase 2)



Die Ergebnisse an der Auslassöffnung der Lüftungs- und Klimaanlage in dem Innenraum lagen durchwegs weit unter dem in der ersten Phase festgestellten hohen Wert von 1500 KBE/m³ für

Pilze. Die Innenraumwerte in dieser zweiten Phase lagen mit Ausnahme einer Messung immer unter den Aussenluftwerten. Nur im September lag der Innenraumwert einmal über dem Aussenluftwert, was aber durch den ungewöhnlich niedrigen Messwert für die Aussenluft an diesem Tag erklärbar ist.

Auch das Artenspektrum der gefundenen Pilze in den Innenraumproben war dem der Aussenluft ähnlich.

### **Diskussion der Ergebnisse:**

Insgesamt zeigten sich die Lüftungs- und Klimaanlage in einem recht guten Zustand in Bezug auf die mikrobiologische Qualität der erzeugten Luft. Im überwiegenden Teil der Messungen waren die Luftkeimzahlen an den Ausblasöffnungen der Lüftungs- und Klimaanlage in den Räumen deutlich niedriger als in der jeweiligen Aussenluft. Die Messstelle, die in der Phase 1 signifikant erhöhte Pilzwerte aufgewiesen hatte, zeigte in der darauffolgenden Phase 2 über 14 Monate keine weiteren signifikant erhöhten Werte. Eine Erklärung dafür könnten die Renovierungsarbeiten sein, die nach der Erstmessung durchgeführt worden waren, wodurch eventuell eine vorhandene Keimquelle entfernt worden ist.

Wichtig für die Beurteilung von Luftkeimmessungen ist immer der Vergleich mit der jeweiligen Aussenluft und bei Verdacht auf eine signifikante Pilzquelle auch das vorhandene Artenspektrum der Mikroorganismen. Die Qualität der Probenahme und der weiteren Auswertung muss durch entsprechende Qualitätssicherungs- Maßnahmen unterstützt sein.

Die mikrobiologische Beurteilung von Lüftungs- und Klimaanlage mittels Luftkeimanalysen ist somit ein wertvolles Hilfsmittel zur Überprüfung des hygienischen Zustandes dieser Anlagen, wenn die Qualität der Probenahme und der Analytik gesichert ist.

Anfragen zur Durchführung solcher Messungen richten Sie bitte an die AUVA, Herrn Dipl.-Ing. Manfred Hinker, Tel. 01/33111/598, Fax 01/33111/7347 oder per E-Mail an [manfred.hinker@auva.sozvers.at](mailto:manfred.hinker@auva.sozvers.at)

Anfragen genereller Art können Sie an Herrn Ing. Tony Griebler, per E-Mail an [tony.griebler@arbeitsinspektion.gv.at](mailto:tony.griebler@arbeitsinspektion.gv.at) oder an das für Sie jeweils zuständige Arbeitsinspektorat richten.