

Seminar

Innenraum- und Lüftungshygiene

Bearbeitet:
Lukas Sigrist

Der vermehrte Einsatz von Lüftungsanlagen – es seien hier nur die kontrollierten Wohnungslüftungen erwähnt – einerseits und teilweise negative Erfahrungen von Nutzern mit nunmehr in die Jahre gekommenen Lüftungsanlagen andererseits haben das Bewusstsein für einwandfreie Raumluft sensibilisiert. Nicht von ungefähr ist dieses Jahr die vom Schweizerischen Verein der Wärme- und Klimaingenieure (SWKI) eingeführte Richtlinie 2003-5 «Hygieneanforderungen an RLT-Anlagen» in Kraft getreten (siehe HK-Gebäudetechnik 5/04). In einem Seminar im September dieses Jahres wurde das ganze Spektrum der Innenraum-Lufthygiene, angefangen von den Anforderungen über die Umsetzung bis zur Nachkontrolle aufgezeigt.

Die Vorteile eines guten Innenraumklimas sind evident:

- Wohlbefinden und Gesundheit der Gebäudenutzer wird gefördert
- Die grössere Zufriedenheit fördert die Produktivität
- Bauten ohne Schadstoffe haben einen Mehrwert

Bei schlechten Lüftungsanlagen sind hingegen auch die Nachteile sofort sichtbar:

- Auswirkungen auf die Gesundheit
- Langwierige Ursachenabklärungen
- Finanzielle Forderungen
- Haftungsfragen
- Verunsicherung der Benutzer

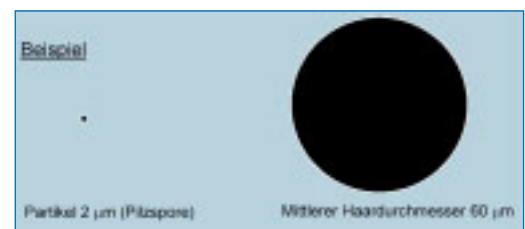
Das Innenraumklima ist über folgende Faktoren beeinflussbar:

- Physikalische Faktoren (Klima, Lärm, Vibrationen, Strahlung, elektromagnetische Felder, Beleuchtung)
- Biologische Faktoren
- Chemische Faktoren (Gerüche, Chemische Verbindungen)
- Psychosoziale Faktoren (Zufriedenheit, Mitmenschen, Stress)

Gesundheitliche Auswirkung von Keimen in Innenräumen

Dr. Martin Risch Oberarzt am Institut für medizinische Mikrobiologie des Kantonsspitals Luzern beleuchtete den Aspekt biogene Luftschadstoffe. Diese weisen ganz unterschiedliche «Lungengängigkeiten» auf:

	Durchmesser
• Viren	0,02–026 µm
• Bakterien	> 1 µm
• Pilze	10 µm
• Pilzsporen	2–8 µm
• Mikrobiologische Zerfallsprodukte	–
• Milben	10–40 µm



Grössenspektrum Feinstaub

Als Quellen von Keimen in Innenräumen kommen in Frage Menschen, Blumentöpfe, Staubsauger, verschmutzte Teppiche, Tapeten und Polster, Wasserverdunster und Lüftungssysteme. Faktoren wie belastete Aussenluft, Feuchtigkeit infolge Kältebrücken, extremer Luftdichtigkeit usw., mangelnde Dampfdiffusion der Umhüllungen und unsachgemäss gewartete Lüftungsanlagen begünstigen das Entstehen und die Verteilung von Keimen.

Ein drastisches Beispiel für die Verbreitung von Viren über Lüftungsanlagen stellt ein Hochhaus in Hongkong dar. Die Abluftventilatoren in den Sanitarräumen saugten über die ausgetrockneten Siphons der Bodenabläufe Luft aus den WC-Fallstängen an, die SARS-verseucht war. Praktisch alle Bewohner wurden infiziert. Der Wohnkomplex musste inzwischen abgerissen werden.



Verbreitung von SARS-Viren in Wohnblock, Hongkong

Weitaus die meisten negativen Auswirkungen biogener Luftschadstoffe verursachen jedoch Bakterien und Pilze, und hier vor allem Schimmelpilze, die für 25% der Allergien verantwortlich sind. Diese können Infektionen, toxische Reaktionen und Allergien auslösen.



Pilzsporen

Die wohl bekannteste Infektion durch Bakterien ist die Legionärskrankheit. Die Legionellen finden ideale Brut- und Verbreitungsmöglichkeiten in Duschköpfen, Luftbefeuchtern, Kühltürmen und Luftbefeuchtern vor.

Bakterien und Pilze lösen vorab toxische Reaktionen und Allergien aus. Längere Exposition in Räumen mit Wasserschäden und Schimmelpilzbildung kann zu toxischen Wirkungen mit Atemwegs- und systemischer Symptomatik führen. Toxisch wirken ebenfalls die so genannten MVOC (microbial volatile organic compounds). Sie sind mögliche Ursachen für Kopfweh und Schleimhautreizungen.

Die Mehrzahl der Schimmelpilze sind Träger potenzieller Allergene. Neben diesen lösen auch Milben und



Formaldehydkonzentration im erneuerten Schulhaus (oben) und im Neubau (unten)

Tierhaare Allergien aus. Sie können sofort nach dem Allergenkontakt auftreten oder mit einer Verzögerung von 4–8 Stunden. Die Manifestationen sind mannigfaltig: Atemnot, Husten, Kopfschmerzen, Fieber, Schüttelfrost, Schweißneigung, Appetitlosigkeit und Abgeschlagenheit.

Nachdem nur bedingt wirkungsvolle Massnahmen existieren, lufthygienisch problematische Gebäude zu sanieren, stellt sich gebietarisch der Anspruch, Mängel im Voraus zu vermeiden.

Fallbeispiele für chemische Belastungen

Reto Coutalides zeigte anhand einiger Praxisbeispiele auf, welche Belastungen auftreten können und wie schwierig deren Definition und Behebung ist.

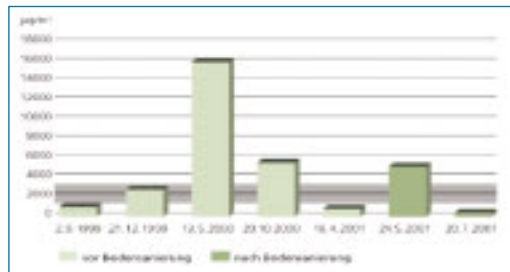
Ein erstes Beispiel handelte von einem Schulhaus, bei dem Beschwerden über schlechte Raumluft erhoben wurden. Im bestehenden Schulhaus waren einerseits die Schulzimmer erneuert worden, andererseits war es durch einen Neubau ergänzt worden. Messungen ergaben, dass die Formaldehydwerte nur im erneuerten Altbau oberhalb des BAG-Richtwertes lagen.

Die Schulkinder wurden ausquartiert und es musste möglichst schnell eine Lösung gefunden werden. Die Emissionsmessung der verwendeten Materialien zeigte, dass die Decke grosse Emissionswerte aufwies. Also wurde die neue Gipskartondecke ausgebaut und durch eine andere Konstruktion ersetzt. Kontrollmessungen



Holzverkleidung der Fassadepartie im Schulzimmer 1

Lösemittelkonzentration im Schulzimmer 2 über zwei Jahre



ergaben zur grossen Überraschung nur einen geringen Rückgang der Werte. Erneute Messungen führten die Spur zu den Verkleidungen der Fensterpartie mit Holzwerkstoffen. Diese waren zwar alle nach Lignum 6.5 oder E1 deklariert und mit unbedenklichen Stoffen behandelt. Messreihen über einen längeren Zeitraum führten zum Schluss, dass die Erwärmung der Verkleidungen in der Heizperiode oder in Zeiten hoher Sonneneinstrahlung zum massiven Austreiben von Formaldehyden führte.

In einem zweiten Schulhaus – einem Neubau – wurden ähnliche Beeinträchtigungen gemeldet. Hier nahm die Summenkonzentration der Aldehyde und Ketone in den Klassenzimmern wie zu erwarten nach der Bauvollendung kontinuierlich ab. Die Lösungsmittelkonzentration erreichte hingegen nach rund einem halben Jahr einen unerwarteten Peak.

Dieses Schulhaus war sogar unter einem besonders umweltbewussten Aspekt gebaut worden; die Schulzimmer waren rundum mit Holz verkleidet, der Holzboden geölt. Und hier lag auch des Rätsels Lösung: Der Bezug des Schulhauses erfolgte kurz auf das Ölen des Bodens im Herbst. Der Boden war nicht richtig ausgetrocknet. Als im Frühling die Temperaturen zu steigen begannen, trieben alle im Boden noch vorhandenen Depots an den im Öl enthaltenen Lösungsmitteln aus und führten zur – glücklicherweise nur vorübergehenden – hohen Schadstoffkonzentration. Lösungsmittelhaltige Öle sollten deshalb bei sensiblen Nutzungen nicht grossflächig eingesetzt werden. Beim Einsatz von



Zertifikat «Gutes Innenraumklima»

Holzboden im Schulzimmer



lösemittelfreien Ölen und Wachsen sind genügend langen Austrocknungszeiten zu gewährleisten.

Aus diesen und anderen Beispielen kann folgendes Fazit gezogen werden:

- Chemische Schadstoffe können während Jahren aus Baustoffen emittieren.
- Komfortlüftungen allein (Luftwechsel 0,3–0,5 1/h) bieten bezüglich chemischen Schadstoffen noch keine Gewähr für tiefe Schadstoffkonzentrationen in den ersten Monate nach Bauende.
- Das Emissionspotenzial von Materialien und Konstruktionen muss in der Planung berücksichtigt werden

Das Risiko von Schadensfällen kann reduziert werden mit folgenden Massnahmen:

- Planungsleistung Innenraumklima wie im Buch «Innenraumklima; Keine Schadstoffe in Wohn- und Arbeitsräumen» (Siehe Literaturhinweis)
- Zielvorgabe und Zielvereinbarung
- Qualitätssicherung
- Kontrollmassnahmen

Die Bau- und Umweltchemie Beratungen und Messungen AG hat eine Zertifizierung entwickelt, um Bauherren und Nutzern auf einfache und anerkannte Weise Sicherheit zu geben, eine einwandfreie Lüftungsanlage zu betreiben.

Praxisbericht Lüftungshygiene

Istvan Szekeres von der IWS Lüftungshygiene AG führte ziemlich drastisch vor Augen, wovon in den vorgängigen Referaten gesprochen wurde. Blicke in Lüftungskanäle, Filter, Luftwascher usw. konnten einen das Gruseln lehren. Sie zeigten, wo Schwachstellen hinsichtlich Hygiene liegen und wie ihnen begegnet werden kann. Es ist offensichtlich, dass die meisten Verunreinigungen visuell erkannt werden können. Analysen von Ablagerungen und Messungen der Luft sind nur in Ausnahmefällen vonnöten.

Grob unterteilt können folgende Ablagerungen in Kanalnetzen gefunden werden:

- Organisch
 - Allergene Keime (pflanzlicher Ursprung)
 - Pathogene Keime (menschlicher, tierischer Ursprung)
- Anorganische
 - Staub
 - Russ
 - Fasern
 - Fett, Öl
 - usw.

Die Situation in der Schweiz ist nach Istvan Szekeres einigermaßen bedenklich: Über 50% der Systeme sind seit mehr als 20 Jahren in Betrieb, Inspektion und Reinigung sind selten. Betroffen ist aber eine Vielzahl von

Menschen überall dort, wo Lüftungen ihren Dienst leisten.

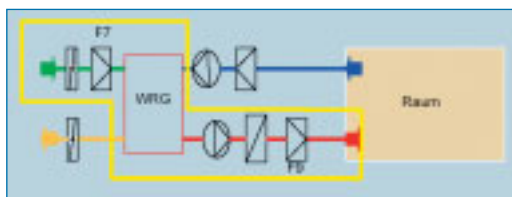
Mit Reinigen der Anlagen kann Problemen vorgebeugt oder, sind sie bereits aufgetaucht, zu Leibe gerückt werden. Die Firma IWS hat ein ganzes Arsenal von Strategien und eine grosse Gerätschaft, um verschmutzte Lüftungsanlagen wieder auf Vordermann zu bringen, wie ebenfalls mit Bildern belegt werden konnte. Die Reinigungsverfahren können grob in Trocken- und Nassverfahren gegliedert werden.



Richtlinie SWKI 2003-5

Die SWKI 2003-5 sagt aus, wie RTL-Anlagen zu planen, auszuführen, betreiben und instand zu halten sind, dass von ihnen weder eine Gefährdung der Gesundheit noch eine Störung der Befindlichkeit, der thermischen Behaglichkeit oder Geruchsbelästigung ausgeht. Sie richtet sich an eine weit gefächerte Zielgruppe: Bauherren, Planer, Komponentenhersteller, Gebäudebetreiber, Anlagebauer sowie Unterhalt und Service. Die Kern-Anforderung der Norm ist: Der Gehalt der Zuluft an Stäuben, Bakterien, Pilzen und biologischen Inhaltsstoffen darf denjenigen der Aussenluft vor Ort in keiner Kategorie überschreiten. Geltungsbereich der Norm ist der Zuluftbereich von Lüftungsanlagen, sofern die Abluft die Zuluft nicht beeinflusst. Um dies zu erreichen, werden Anforderungen und Massnahmen auf verschiedenen Ebenen postuliert:

- Position der Aussenluftfassung
- Luftfilter (Auslegung, Betrieb und Wartung)
- Luftwascher (Wasserqualität, Kontrolle)
- Dampfbefeuchter
- Rotierende WRG
- Luftleitungen
- Hygieneschulung



Geltungsbereich SWKI 2003-5

Messungen und Erfolgskontrolle

Nach SWKI 2003-5 gibt es folgende Elemente der Hygieneinspektion:

- Visuelle Inspektion (Checkliste)
- Einzelne Messungen (Physikalisch, Abklatsch, Keime im Befeuchterwasser)
- Lüftungs- und Regeltechnik
- Luftkeim- und Feinstaubmessungen

Udo Heiness stellte die Luftkeim- und Feinstaubmessung als wichtiges Angebot der Bau und Umweltchemie AG detaillierter vor:



Praxisbeispiele verschmutzter Lüftungsanlagen

Untersucht werden in der Regel die Aussenluft und die Zuluft an der Eintrittsöffnung in den Raum hinsichtlich Feinstaub, Bakterien und Schimmelpilzsporen. Beim Feinstaub wird die Partikelzahl verschiedener Grössenklassen zwischen 2–60 µm gemessen. Bakterien und Schimmelpilze werden auf 5 Nährböden pro Messung zur Feststellung des Keimspektrums kultiviert, denn die Gesamtkeimzahl ist zu wenig aussagekräftig.

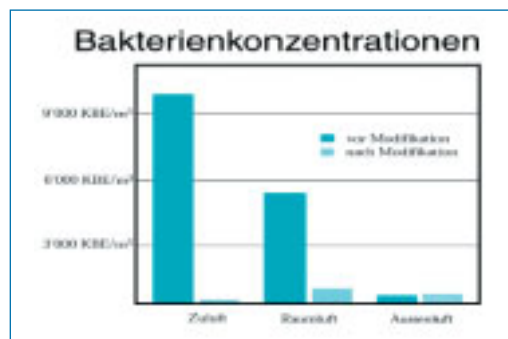
In etlichen Fällen konnten in der Praxis Problemfälle aufgedeckt werden. Hier einige Beispiele:

Bei einem Pflegeheim war die Aussenluftfassung ebenerdig angeordnet und von Büschen überwachsen. Eine hohe Schimmelpilzkonzentration war die Folge. Die Pilzsporen wurden auch nicht herausgefiltert, da lediglich ein einstufiger Filter der Klasse F6 montiert war, der erst noch nicht dicht in der Filterhalterung sass.

Bei einer Wohnüberbauung mit Komfortlüftung klagten die Bewohner über Kopfschmerzen und «laufende



Kultivierung auf 5 Nährböden pro Messpunkt zur Feststellung des Keimspektrums



Bakterienkonzentration vor und nach der Modifikation

Nasen». Die Messung zeigte eine extreme Luftkeimkonzentration in der Zuluft. Ursache: Stehendes Wasser im Erdregister.

In einem Wohngebäude wurden hohe Keimkonzentrationen bei Tupfproben in der Anlage gefunden. Verschiedene Gründe hierfür wurden ausfindig gemacht: Der Ablauf der Kondensationswanne war ungenügend. Für den Stillstand der Anlage gab es keine Regelstrategie. Die Befeuchtungsstrecke war zu kurz, sodass die Innendämmung der Lüftungsrohre dauernd feucht war und verkeimte. Das alles wurde verschlimmert durch die schlechte Zugänglichkeit für die Wartung.

Fazit: Hygieneinspektionen sind wichtig, um die Qualität von RLT-Anlagen sicherzustellen. Luftkeim- und Feinstaubmessungen sind sinnvoller und wichtiger Bestandteil der Hygieneinspektion.

Literaturhinweis

Reto Coutalides, Roland Ganz und Walter Sträuli haben ein Buch mit dem Titel «Innenraumklima; Keine Schadstoffe in Wohn- und Arbeitsräumen» verfasst, das die Thematik dieses Seminars vertieft behandelt. Es ist zu beziehen bei Werd-Verlag, Bestellservice, Postfach, 8840 Einsiedeln, Tel. 0848 848 404, Fax 055 418 89 58. E-Mail: buecher@werdverlag.ch ■

Kontaktadressen

Bau- und Umweltchemie
Messungen + Beratungen AG
Leutholdstrasse 12
8037 Zürich
Tel. 01 440 72 11

IWS AG Lüftungshygiene
Postfach
4015 Basel
Tel. 061 301 10 62
E-Mail: info@iws-swiss.ch