

Diese Spalten stehen jeden Monat allen Ki-Lesern zur Verfügung. Hier werden von der Redaktion Fragen gestellt und Probleme der Branche aufgezeigt. Firmen und Fachleute sind eingeladen, sich jederzeit frei und uneingeschränkt dazu zu äußern. Thema und Redaktionsschluß für den nächsten Monat sind jeweils angegeben. Dem Manuskript von etwa 1 A 4-Seite kann gerne auch ein Foto beigelegt werden.



Bewertung der Raumluftqualität

Raumlufttemperatur im engeren Sinne (d. h. ohne Berücksichtigung thermischer Komponenten) ist bestimmt durch die Konzentration von Verunreinigungen, verursacht durch

- die Außenluft
- Personen im Raum
- Einrichtungen und Geräte
- Baustoffe.

Seitdem Pettenkofer Mitte des 19. Jahrhunderts den CO₂-Maßstab zur Bewertung der Luftqualität in Aufenthaltsräumen eingeführt hat, wurde die durch Personen verursachte Luftverunreinigung mit Hilfe des relativ leicht erfaßbaren CO₂-Gehaltes in der Raumluft gemessen.

Für ausschließlich durch Personen hervorgerufene Belastungen der Raumluft ist das auch heute noch ein akzeptables Meßverfahren mit guter Genauigkeit. Da allerdings in modernen Gebäuden zusätzliche Quellen für die Luftverunreinigung hinzugekommen sind (s. oben), z. B. durch die Verwendung bestimmter Baustoffe, aber auch durch raumlufttechnische Anlagen, ist die reine CO₂-Bewertung der Luftqualität nicht mehr ausreichend. Dies um so mehr, als diese zusätzlichen Luftverunreinigungen oft erheblich größer sein können als die durch Personen verursachten.

Daraus resultierend hat Fanger zwei neue Einheiten zur Beurteilung der Raumluftqualität vorgeschlagen, die beide die vom Menschen empfundene Luftverunreinigung **unabhängig von der Verschmutzungsursache** beschreiben sollen: OLF und DECIPOL. Dabei ist **ein olf** die Luftverunreinigung durch eine Norm-Person, wobei die durch andere Ursachen hervorgerufenen Verunreinigungen denen von Personen gleichgesetzt werden, sofern sie eine gleichwertige Belastung darstellen.

Ein decipol ist die Verunreinigung, die durch eine Norm-Person (ein olf) in einem Raum verursacht wird, der mit 10 l/s (36 m³/h) sauberer Luft gelüftet wird:

$$1 \text{ decipol} = 0,1 \text{ olf} / (l/s)$$

Somit wird durch die Einheit decipol die Konzentration der Luftverschmutzung beschrieben in Abhängigkeit von der Größe der Verschmutzung (olf) und der durch die Lüftung erreichten Verdünnung (l/s).

Mit der veränderten Betrachtungsweise der Raumluftqualität und durch Einführung neuer Größen und Einheiten ergeben sich Konsequenzen für die Gebäudeplanung und für Planung und Betrieb von raumlufttechnischen Anlagen, die einige wichtige Fragen aufwerfen.

Fragen:

1. Erscheint die klassische Bewertung der Luftqualität in Aufenthaltsräumen (CO₂-Maßstab) verbesserungsbedürftig und können OLF und DECIPOL als geeignete Einheiten angesehen werden?
2. Was müßte in bezug auf Forschung und Entwicklung noch geschehen, damit diese Einheiten sich in der Praxis einführen und Planung und Betrieb raumlufttechnischer Anlagen sinnvoll beeinflussen? Sollte die Luftqualitätsbewertung genormt werden?
3. Wie weit muß man gehen in der Bestimmung von OLF-Werten von Ausbau-Materialien und von Teilen raumlufttechnischer Anlagen, um zu einer relativ genauen Bewertung der Luftqualität unter bestimmten Ausbau- und Betriebsbedingungen zu kommen? Wie können betriebsbedingte Veränderungen überwacht und möglichst ausgeregelt werden?
4. Läßt sich mit dem DECIPOL auch die sogenannte „Lüftungseffektivität“ in Aufenthaltsbereichen ausreichend beschreiben oder werden hierfür zusätzliche Kenngrößen erforderlich, wie z. B. das Strömungsbild der Luft?

Heute diskutieren in Ki:

Dipl.-Ing. Helmut Gilch, Geschäftsführer der Firma Sauter-Cumulus GmbH, Freiburg; Dr.-Ing. Klaus Fitzner, Direktor für Forschung und Entwicklung, Firma Heinrich Nickel GmbH, Betzdorf; Dr.-Ing. Achim Keune, Leiter der Niederlassung Butzbach der Fläkt Lufttechnik GmbH; Dipl.-Phys. Rudolf Saier, Berlin; Dr.-Ing. Franc Sodec, Abteilungsleiter bei der Firma H. Krantz GmbH & Co., Aachen; Prof. Dr.-Ing. Joachim Tischendorf, Wissenschaftlicher Berater, Luftgütelabor Aachen.

Dipl.-Ing. Helmut Gilch, Geschäftsführer der Firma Sauter-Cumulus GmbH, Freiburg



1

Erscheint die klassische Bewertung der Luftqualität in Aufenthaltsräumen (CO₂-Maßstab) verbesserungsbedürftig und können OLF und DECIPOL als geeignete Einheiten angesehen werden?

Fangers Konzept-Hypothese einer Vereinheitlichung von Luftverschmutzungsfaktoren und -quellen nach subjektiven Maßeinheiten ist ein kühner Vorstoß in das heikle Gebiet der Geruchs-Sinnes-Physiologie und -Psychologie. Denn „Luftverschmutzung“ gemäß OLF unterscheidet nun nicht mehr qualitativ und quantitativ nach Verunreinigung durch Stäube, Gase, Gerüche und Mikroorganismen, sondern zusätzlich

unter Einbeziehung der im Raum befindlichen Personenzahl wird erstmalig eine einheitliche relative Emissionsraten-Skala lediglich durch Riechempfindung eines Testkollektivs zusammengestellt. Diese eindimensionale Reduktion der vielfältigen Emissionen und Immissionen dürfte allerdings solange problematisch sein, bis die psychologische Bewertungsebene, die stets mehr oder weniger affektiv besetzt ist, ausgeklammert werden kann durch die Einführung eines objektiven Testgeräts. Vorerst muß es also fraglich bleiben, die Einheiten OLF und DECIPOL mit den technischen Meßeinheiten von lux und decibel zu vergleichen, da es sich hierbei lediglich um psychophysiologische und statistisch abgeschätzte Werte handelt.

Das WHO-Regionalbüro für Europa in Kopenhagen hat für das Konzept „Gesundheit 2000“ in seinen Luftqualitäts-Leitlinien für Europa 28 gesundheitsgefährdende Luftschadstoffe zusammengestellt, von denen nur sieben geruchsbelästigend sind. Vergessen hierbei wurden allerdings die Mikroorganismen, die als „Schimmel“ geruchsstark bemerkbar sein können, aber als Kokken geruchslos über die verschmutzte Klima-Waschanlage schon mehrfach tödliche Folgen hatten (sog. „Legionärskrankheit“). Unbeachtet blieb ebenfalls die zur Zeit heftig umstrittene Rauchergewohnheit in den Arbeitsräumen sowie seine Folgen hinsichtlich der objektiven und subjektiven Belastung bzw. Belästigung der Mitraucher. Da man sprichwörtlich über den Geschmack nicht streiten sollte, gilt das gleiche hier für den Geruch, da er vom Menschen individuell stark unterschiedlich wahrgenommen wird, wobei die subjektive Skala von Null bis zum allergischen oder hyperosmischen Erbrechen reicht, und mehrere Duftnoten sich positiv oder negativ verstärken oder aufheben lassen.

Wenn ein Testnasen-Kollektiv gefühlsmäßig einen Quadratmeter Teppichboden mit 0,4 OLF und den gleichen aus Linoleum mit 0,2 OLF bewertet, erscheint das auf den ersten Blick vom Staubanfall her nachvollziehbar. Vergessen sollte man jedoch nicht, daß ein frisch eingewachster Kunststoffboden schon ganze Bürobelegungen wegen der Geruchsbelästigung zur Verzweiflung getrieben hat, oder keimtötender Formalinreiniger bei Krankenhausbesuchern Beklemmungen verursachen kann.

Ein OLF ist der Verschmutzungsgrad einer Normperson (Hygienestandard 0,7 Bäder pro Tag) in einem Aufenthaltsraum über acht Stunden. Der Raucher entwickelt sechs bis 25 OLF. Je nach Belegungsdichte summiert sich der OLF-Anstieg mit der Personenzahl. Dagegen ist nichts einzuwenden. Nur strittig muß der Vergleich von Mensch und Materialart bzw. von Personen und Stoffausdünstung bleiben. Dabei soll eine Normperson mit der Luftverunreinigungszahl ein OLF einem 100 m² großen Marmorfußboden gleichgesetzt werden. Diese vergleichende Relation ist kühn, denn schließlich kann ein ungereinigter Afghanerteppich mehr duften als zehn ungewaschene Personen.

Der CO₂-Maßstab Pettenkofers ist allerdings keineswegs omnipotent! Zwar haben unsere eigenen Versuche eindeutig bewiesen, daß der CO₂-Anstieg zur Raumbelegungszahl linear mit dem verringerten Wohlbefinden verläuft, die Geruchsbelästigung jedoch sehr abweichend vom einzelnen Beobachter individuell verschieden empfunden wird. Tierforscher wollen festgestellt haben, daß schon eine CO₂-Konzentration

in Schweineställen von mehr als 0,2 % zu Gesundheitsstörungen der Tiere führt, kein Wunder bei der immensen Ammoniakausdünstung, die einige hundert OLF erreichen und vorrangig schädigen dürfte! Umgekehrt kann auch ein „kranker“ Stall gut riechen.

Die Gerüche sind ein Zwischenglied zur ätherischen feinstofflichen Welt und wie wir wissen verbreitet auch jeder Mensch eine Duftaura um sich herum, die sich, je nach Gesundheitszustand, noch ändert, und die wir als angenehm oder unangenehm empfinden.

Seit einiger Zeit werden bei uns in der Bundesrepublik Deutschland auch schon sogenannte „Raumparfüms“ angeboten, deren Molekularstrukturen den menschlichen Hormonen ähneln. Vom Einsatz solcher bewußt zugeführten Raumdüfte sollten wir in der Klimaindustrie jedoch vorerst absehen, was jedoch nicht heißt, daß wir die Benutzung eines individuellen Parfüms, speziell bei Damen, ablehnen.

Dr.-Ing. Klaus Fitzner, Direktor für Forschung und Entwicklung, Firma Heinrich Nickel GmbH, Betzdorf



Langfristig gesehen sind OLF und DECIPOL die geeigneten Einheiten, um Luftqualität in Räumen zu quantifizieren. Der CO₂-Maßstab ist als Indikator für anthropogene Verunreinigungen in vielen Fällen nach wie vor geeignet. Aber es besteht der begründete Verdacht nach Fangers Messungen in Kopenhagen, daß mehr OLFs aus anderen Quellen stammen. Ein Maßstab, der nur etwa zehn bis 30 % der Quellen berücksichtigt, ist nicht gut geeignet.

Dr.-Ing. Achim Keune, Leiter der Niederlassung Butzbach der Fläkt Lufttechnik GmbH

Richtig ist, daß die klassische Bewertung der Luftqualität in Aufenthaltsräumen mit Hilfe des CO₂-Maßstabes verbesserungsbedürftig ist. Wenngleich es keine Normung des Begriffes Luftqualität gibt, muß man folgende Einflußfaktoren festhalten: Temperatur, Feuchte, Gehalt an Gasen, Dämpfen, Stäuben und Mikroorganismen, Luftbewegung, Luftdruck, Lärm und Luftionisation. Die Einflüsse sind somit sehr vielschichtig und wie bekannt noch nicht immer in ausreichendem Maße untersucht bzw. neuerdings in Frage gestellt. Gleichzeitig ist ersichtlich, daß „Luftqualität“ nicht mit Geruch gleichzusetzen ist. Die Definition des „OLF“ basiert im wesentlichen auf einer Geruchsbasis und erfährt nur „riechbare Einflußgrößen“, d. h. nur einen bestimmten Teil der Luftqualität. Somit ist „OLF“ ein weiterer und dabei sehr wichtiger Maßstab neben



Achim Keune

anderen schon bekannten, wie z. B. Temperatur, Feuchte oder Staubgehalt, und weiteren noch zu definierenden. Der CO₂-Maßstab gibt gut den „Luftverbrauch durch Menschen“ an, berücksichtigt aber z. B. ungenügend den störenden Zigarettenrauch, dazu muß der CO₂-Gehalt gemessen werden. Kurz gesagt: Alle „Meßergebnisse“ zu o. g. Einflußfaktoren geben gemeinsam ein Maß für die Luftqualität an.

Dipl.-Phys. Rudolf Saier, Berlin

Für die klassische Bewertung der Luftqualität in Räumen gibt es bis jetzt keinen vernünftigen Ersatz. OLF und damit auch DECIPOL sind willkürlich definiert und nicht meßbar. Dagegen kann die Belastung der Raumluft durch Menschen inzwischen quasi kontinuierlich über den CO₂-Wert – natürlich mit den bekannten Einschränkungen – festgestellt und damit sogar in Klimaanlage eine lastabhängige Luftmengenregelung verwirklicht werden.

Dr.-Ing. Franc Sodec, Abteilungsleiter bei der Firma H. Krantz GmbH & Co., Aachen



Die klassische Bewertung der Luftqualität in Aufenthaltsräumen ist sicherlich verbesserungsbedürftig. Nicht umsonst spricht man vom „sick building syndrome“ in manchen Gebäuden, obwohl meßtechnisch der Luftzustand einwandfrei erscheint. Offensichtlich können Spuren von verschiedensten Stoffen in der Raumluft auftreten, die der Mensch unangenehm empfindet, und die nicht meßtechnisch nachweisbar sind und nicht unbedingt durch die RLT-Anlage erzeugt werden. Ob OLF und DECIPOL sich als die geeigneten Einheiten zur Bewertung der Luftqualität erweisen werden, hängt von der Praktikabilität, der Reproduzierbarkeit und dem Aufwand des Meßverfahrens ab.

Prof. Dr.-Ing. Joachim Tischendorf, Wissenschaftlicher Berater, Luftgütelabor Aachen

Allergene aus Pilzen sind meist gasförmig und können von mechanischen Filtern nicht zurückgehalten werden. Daß sich auf Staubteilchen Mikroorganismen ansiedeln, und daß diese ihre Allergene durch die Filter hindurch abgeben, ist bei verschmutzten Filtern zu erwarten. Man merkt es am Geruch. In meiner Anlage trockne ich die Filter abends durch Erwärmen und wechsele sie in kurzen Zeitabständen. (Nicht erst nach 90 Wochen!)

2

Was müßte in bezug auf Forschung und Entwicklung noch geschehen, damit diese Einheiten sich in der Praxis einführen und Planung und Betrieb raumluftechnischer Anlagen sinnvoll beeinflussen? Sollte die Luftqualitätsbewertung genormt werden?

H. Gilch

Die Meßverfahren aus der bioklimatischen Luftüberwachung (Folienpartikelzählung) sowie andere technische Geräte zur Aerosol-Konzentrations-Bestimmung (z. B. elektrostatische Präzipitator) sollten versuchsgemäß in Aufenthaltsräumen eingesetzt werden, um die vorgeschlagene OLF-Skala bei Geräten, Bauteilen, Mobiliar und Klimaanlage zu vergleichen bzw. zu komplettieren.

Da man sich über die zulässige Normzusammensetzung und Abweichung der Raumluft aus ärztlicher Sicht noch nicht im klaren ist, kann eine Normung der Luftqualitätsbewertung noch nicht vorgenommen werden. Bei der Bewertung können nicht nur technische, sondern es müssen auch medizinische Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Leider ist dieser Tatbestand bis heute nicht schlüssig untersucht. Zur Zeit beschäftigt man sich wieder mit dieser Frage, und es ist zu hoffen, daß in den nächsten Jahren Versuchsergebnisse zur Bewertung zur Verfügung stehen.

Dr.-Ing. K. Fitzner

Sie fragen, was müßte noch geschehen? Ich behaupte, es ist bei uns fast noch nichts geschehen. Es gibt für den Wohnungsreich sehr umfangreiche Untersuchungen des Bundesgesundheitsamtes. International ist das Thema IAQ (Indoor Air Quality) schon etwas häufiger ein Forschungsschwerpunkt. Auf den Konferenzen zum Thema Indoor Air, die letzte fand 1987 in Berlin statt, die nächste 1989 in Toronto, wurden sehr viele Untersuchungsergebnisse zu dem Thema Luftqualität vorgetragen. Für den KI gäbe es zum Veröffentlichen einen schier unerschöpflichen Vorrat von Arbeiten, die für Klimatechniker sehr lesenswert sind.

Zum Thema Luftqualität fehlt ganz allgemein das nötige Bewußtsein. Kennen Sie jemanden, der sein neues Auto nach dem Geruch im Innenraum beurteilt und gekauft hätte?

In bezug auf Luftqualität geht es uns so wie unseren frühen Vorfahren, die mit möglichst wenig Brennholz ihre Höhlen heizen wollten und weder Thermometer noch Zentralheizung hatten, die nicht die Celsiusskala kannten und auch nicht wußten, wieviel Wärme die dicken Wände ihrer Behausung aufnehmen würden.

Was muß also erforscht werden?

Wir brauchen das Meßgerät – als Provisorium können wir uns mit der Schnüffelparty begnügen – und wir brauchen die Daten aller Geruchsstoffquellen und Senken. Einen schönen ersten Eindruck gibt die Olfbar, an der jeder einmal riechen kann, ein Stück Wand, ein Stück Zeitung, ein Stück Filterpapier, eine verräucherte Gardine, ein Stück Schalldämpfer oder ein anderes Stück Klimaanlage riechen. Darüber hinaus weist Fanger mit der Olfbar und der weiter zum Olfmeter entwickelten Olfkonserve einen praktikablen Weg, das Thema bewußtzumachen und in den Griff zu bekommen.

So wie früher einmal alle Wärmequellen und Senken erfaßt werden mußten, um eine Kühllastrechnung durchführen zu können, müssen jetzt alle Materialien, die Gerüche abgeben, erfaßt werden, damit eine Stofflastrechnung und Begrenzung gemacht werden kann. Eine baldige Normung auf dieser Basis erscheint mir möglich und wünschenswert.

Dr.-Ing. A. Keune

Die Bedeutung des „OLF“ liegt meiner Meinung nach in dem erfolgreichen Versuch, an „Gerüchen“ in Aufenthaltsräumen eine Meßplatte anzulegen. Nunmehr ist nachgewiesen, daß nicht allein der Mensch die Quelle von Luftverschlechterungen darstellt. Die im Raum verwendeten Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände tragen ebenso dazu bei wie Reinigungsmittel etc., und sogar die Bauteile einer lufttechnischen Anlage. Bedeutungsvoll ist dabei zum Beispiel die Aussage, daß 2,5 m² Kunstfaserteppichboden genausoviel Lüftererneuerung benötigen wie eine Person. Die Bestimmung des „OLF“ sollte genormt werden.

Vom RW TÜV Essen e. V. wurde ein dynamisches Olfaktometer entwickelt und zur Geruchsbestimmung eingesetzt. Die VDI-Richtlinie 3881 führt dazu einiges aus. Neben dem Einfluß von Gerüchen müssen weitergehend als bisher untersucht werden und zu verwendbaren Richtlinien bearbeitet werden die Themen Stäube in Aufenthaltsräumen, Mikroorganismen, Luftionisation, Infraschall, nicht riechbare Gase. Mit den Fortschritten bei der Untersuchung des Einflusses der Luftgeschwindigkeit und der Luft- und Umgebungstemperatur (E. Mayer) auf den Menschen und der Definition des „OLF“ sind wir auf dem richtigen Weg. Diese Erkenntnisse müssen in entsprechenden DIN- bzw. VDI-Regeln ihren Niederschlag finden.

R. Saier

Für die Bewertung der Luftqualität geht ja nicht nur die Belastung durch den Menschen ein. Eine „Normierung“ läßt sich nur mit reproduzierbaren Meßmethoden sinnvoll verwirklichen. Forschung und Entwicklung müssen sich daher mit der Möglichkeit der exakten und möglichst kontinuierlichen Messung der zahlreichen für die Luftqualität maßgebenden Parametern befassen. Empirische Größen sind nur eine Notlösung, wenn überhaupt.

Dr.-Ing. F. Sodec

Solange die menschliche Nase nicht durch ein geeignetes Meßgerät ersetzt wird, welches OLF und DECIPOL registrieren kann, sind die beiden Einheiten in der Praxis nicht durchsetzbar. Hierzu ist einiges an Entwicklungsarbeit erforderlich. Die Meßwerte müssen auch analysiert werden können, um die Ursache bzw. die Verursacher einer schlechten Luftqualität ermitteln zu können (ist z. B. der Verursacher der Teppichboden, der Farbenanstrich, die Möbel, die RLT-Anlage, die Personen etc.). Die Zusammenhänge zwischen den Meßwerten und den verschiedenen Stoffen bzw. Verursachern müssen erforscht werden. Die Bewertung der Luftqualität soll auf jeden Fall genormt werden. Sonst besteht die Gefahr, daß Äpfel mit Birnen verglichen werden.

Prof. Dr.-Ing. J. Tischendorf

Ich betreibe in unserer Hochschule und bei mir im Hause Luftwascher, die täglich entleert, gespült und getrocknet werden und vor dem Befüllen am nächsten Morgen ebenfalls gespült. Die Wasserkeimgehalte (Abendprobe) liegen bei 10² K/ml, also bei Trinkwasserqualität, unter VDI 3803, Tab. 9. Nötig ist, alle wasserführenden Teile inkl. der unter den Wäschern stehenden Pumpen zu entleeren. Meine Luftwäscher betriebe ich mit +6° Wassertemperatur, wodurch die Keimwachstumsbedingungen begrenzt werden. So kann es nicht dazu kommen, daß 10⁶ oder 10⁸ K/ml gefunden werden, wie in schlecht gewarteten Wäschern. Wir sollten künftig den Begriff „Abschlammung“ im Zusammenhang mit Wäschern streichen. Zu Schlamm, in dem sich Keime bilden können, darf es im Luftwascher nicht kommen. Reiniger müssen vor allem selbst sauber gehalten werden.

3

Wie weit muß man gehen in der Bestimmung von OLF-Werten von Ausbau-Materialien und von Teilen raumluftechnischer Anlagen, um zu einer relativ genauen Bewertung der Luftqualität unter bestimmten Ausbau- und Betriebsbedingungen zu kommen? Wie können betriebsbedingte Veränderungen überwacht und möglichst ausgeregelt werden?

H. Gilch

Mit Sensoren, die neben den trivialen Luftkomponenten auch Tabakrauch (CO), Formaldehyd, Kohlendioxyd (CO₂), spezielle Gerüche und Staubanfall erfassen, kann die Raumluft nach erforderlichen Frisch- und Raumluftverhältnissen optimal überwacht und geregelt werden.

Dabei könnte auch der Ozongehalt der Frischluft, der während der Sommermonate zum Teil weit über dem Grenzwert der WHO liegt, speziell in Lüftungs- und Kli-

maanlagen für Krankenhäuser gemessen und reduziert werden. Je nach Reaktionstyp wirkt sich der Ozongehalt der Frischluft übrigens unterschiedlich auf unser Befinden aus.

An der Entwicklung der gewünschten und notwendigen Sensoren für die Raumluftqualität wird heute schon an verschiedenen Instituten und in der Industrie gearbeitet.

Dr.-Ing. K. Fitzner

Sobald genügend Erfahrungen über die Geruchsstoffabgabe verschiedener wichtiger Materialien vorliegen, wird man Grenzwerte festschreiben müssen, die unter den zu erwartenden Betriebsbedingungen einzuhalten sind. Ähnlich wie man bei Schallquellen bestimmte maximale Schalleistungen vorschreibt, müßten Baustoffe auf bestimmte Geruchsstoffabgaben begrenzt werden. Betriebsbedingte Veränderungen werden verhältnismäßig unproblematisch sein, weil gerade in klimatisierten Gebäuden Feuchtigkeit und Temperaturen gering schwanken, die im wesentlichen das Betriebsverhalten der Ermittler beeinflussen.

Eine offene Frage ist natürlich noch die Reproduzierbarkeit der OLF-Wert- und der DECIPOL-Bestimmung. Läßt sich in einer bestehenden Anlage die Luftqualität auf 0,2 oder nur auf 0,3 DECIPOL bestimmen? Wie sieht es im Streitfall aus? Viele offene Fragen!

Dr.-Ing. A. Keune

Die Erarbeitung eines Kataloges von OLF-Werten für die wichtigsten Ausbau- und Möblierungsmaterialien halte ich für genauso richtig wie den für alle Teile der Lüftungstechnischen Anlagen, aber auch für Reinigungsmittel u. ä. Dies ermöglicht uns die notwendige Frischlufterneuerung hinsichtlich der Luftverbesserung unter dem Gesichtspunkt der Gerüche zu bestimmen. Dazu müssen dann jedoch auch Untersuchungen der Abhängigkeit des OLF-Wertes, z. B. von der Temperatur oder dem Alter u. a., vorliegen. So wird man zum Beispiel feststellen, daß der OLF-Wert eines Taschenfilters mit seiner Standzeit zunimmt oder der eines Teppichbodens nach ausreichender Belüftung abnimmt. Dies wird dann auch zu einem Umdenken führen müssen, daß neu er- und eingerichtete Räume sehr intensiv, vor allem bei Nichtbenutzung, gelüftet werden. Dies praktiziert jeder von uns in seiner Wohnung, nur bei Bürogebäuden hielt man es aus energetischen Gründen meist nicht für notwendig.

R. Saier

Die Feststellung von Stoffeigenschaften setzt noch mehr als in der Klimaführung objektive und reproduzierbare Größen voraus, die es bislang eben nicht gibt.

Dr.-Ing. F. Sodec

Nur wenn die OLF-Werte von verschiedenen Materialien und Einbauten bestimmt und zugeordnet werden können, kann uns die Meßmethode in der Praxis hilfreich sein. Nur dann läßt sich auf betriebsbedingte Veränderungen richtig reagieren.

Prof. Dr.-Ing. J. Tischendorf

Es werden wasserlösliche Luftschadstoffe wie z. B. SO₂ und Gerüche, die wasserlöslich sind, entfernt. Hydrophobe Schadstoffe kann man mit nassem Verfahren nicht ent-

fernen. Aber auch die Entfernung schon eines Schadstoffs ist eine wichtige Entlastung für das Immunsystem der Klimaanlagebenutzer.

4

Läßt sich mit dem DECIPOL auch die sogenannte „Lüftungseffektivität“ in Aufenthaltsbereichen ausreichend beschreiben oder werden hierfür zusätzliche Kenngrößen erforderlich, wie z. B. das Strömungsbild der Luft?

H. Gilch

Mit DECIPOL allein läßt sich eine Lüftungseffektivität in Aufenthaltsbereichen meines Erachtens nicht ausreichend beschreiben. Weitere Zusatzgrößen müssen meßtechnisch objektiv über Sensoren erfaßt und qualitativ und quantitativ bewertet werden. Die Klimaindustrie ist dann in der Lage, auch entsprechende neue Filterelemente für Lüftungs- und Klimaanlage zu entwickeln. Der Schlüssel zur Lösung des Problems liegt also in der Sensortechnik.

Dr.-Ing. K. Fitzner

Mit DECIPOL läßt sich die Lüftungseffektivität überhaupt nicht, sondern nur die Luftqualität bei einer Mischungsströmung beschreiben. Die Lüftungseffektivität ist für die Mischungsströmung nach Definition 1. Sobald sie von 1 abweicht, ergibt sich die örtliche Luftqualität aus dem Quotienten aus der Verunreinigung in DECIPOL und der Lüftungseffektivität. Beide Einheiten zusammen ergeben die Luftqualität einer beliebigen Raumströmung.

Für Schadstoffe im Raum kommt es darauf an, wo sie abgeben werden. Wenn man die Lüftungseffektivität mit einem Spurengas ermittelt hat, das an einer Versuchsperson in den Raum gebracht wurde, dann lassen sich die Schad- oder Geruchsstoffe, die die Person abgibt, in ihrer Auswirkung in DECIPOL dadurch ermitteln, daß man die DECIPOL durch die Lüftungseffektivität teilt.

Wegen der Kompliziertheit dieser Vorgänge sollte man zunächst so vorgehen, als gäbe es nur Mischungsströmungen mit der Effektivität $\epsilon = 1$. Die größeren Erfolge bei der Schaffung von besserer Luftqualität stecken in der Vermeidung oder Begrenzung der Geruchsquellen. Hier sind Verbesserungen um Größenordnungen möglich, während die Verbesserung der Lüftungseffektivität bestenfalls Faktoren von 2 bis 10 beinhalten.

Dr.-Ing. A. Keune

Die Definition des DECIPOL ist die Erweiterung der Lüftrate je Person unter Berücksichtigung der Erkenntnis, daß nicht nur der Mensch in Aufenthaltsräumen zur Luftverschlechterung beiträgt. Diese Einheit sagt jedoch nichts über die erreichte Verdünnung aus, da diese abhängig ist von der örtlichen Verteilung der OLF und der Luftführung im Raum. Geht man jedoch von einer „idealen“ Verteilung der OLF im Raum und z. B. einer „idealen“ Verdünnung durch die Zuluft aus, ist das DECIPOL

schon ein gutes Maß für die Konzentration der Luftverschmutzung und die mindestens notwendige Lüftererneuerung.

R. Saier

Da der DECIPOL vom OLF abgeleitet ist, gilt für ihn auch das oben Gesagte. Man muß sich schon die Mühe machen, die einzelnen Parameter für die Luftqualität zu definieren und meßbar zu quantifizieren; das bedeutet noch erhebliche Grundlagenforschung. Meines Erachtens läßt sich die Luftqualität gar nicht mit einer einzigen Größe beschreiben, genauso wenig wie z. B. der pH-Wert eine Aussage über den Gehalt des Wassers an gelösten und suspendierten Stoffen zuläßt.

Die Klimatechnik wird gut daran tun, dies einzusehen und möglichst bald Konsequenzen zu ziehen, bevor die Medien auch dieses Thema zur Desinformation von Land und Leuten entdecken.

Dr.-Ing. F. Sodec

Der DECIPOL-Wert hängt nicht nur von der Funktionsweise der RLT-Anlage ab. Deshalb läßt sich mit dieser Größe nicht die Lüftungsqualität korrekt beschreiben. Hierzu eignen sich besser Spurengasmessungen. Diese Messungen, von denen es verschiedene Methoden gibt, sollen allerdings genormt werden, um einzelne Lüftungssysteme im Hinblick auf die Lüftungseffektivität objektiver miteinander vergleichen zu können.

Prof. Dr.-Ing. J. Tischendorf

Raucherprodukte lassen sich am schwersten entfernen und bleiben gewöhnlich geruchsverursachend in Filtern hängen. Für die Entfernung einiger Abgasprodukte sind Aktivkohle- und andere Sorptionsmittelfilter zum Teil geeignet. CO kann katalytisch nur mit getrockneter Luft entfernt werden. Auch diese Systeme verursachen Eigengerüche, wenn sie verschmutzt sind, und sollten deshalb vor den nassen Verfahren liegen. Hygienisch betriebene Oberflächen- und Sprühdüsenwäscher mit kaltem Wasser täglich geleert und getrocknet sind für die Herstellung hoher Luftgüten dann richtig, wenn sie groß genug sind. Ich selbst betriebe eine Nebelkammer und habe zwei Oberflächen- und einen Sprühdüsenwäscher hintereinander geschaltet, die vor allem die Geruchsqualität der Luft verbessern. Ein kostspieliges Verfahren, nur für Nichtraucher und hohe Komfortansprüche geeignet. So kann man Luftwäscher aber wieder ohne Anführungsstriche schreiben.

Als Nachtrag zu unserem Forum „Im Zusammenhang mit Untersuchungen der Raumluftqualität wird die Bedeutung geeigneter Filter-Systeme klar hervorgehoben“ in unserer letzten Ausgabe (Heft 7-8/89, Seite 357) erhielten wir von Herrn Dipl.-Ing. Hermann Höning, Abteilungsleiter Produkt-Management Entwicklung – Patente bei der Firma DELBAG-Luftfilter GmbH, Berlin, folgende Antworten auf die im Forum gestellten Fragen:

Zu 1: Zum Bereich „filternde Abscheider“ gehören nach unserem Verständnis alle mechanisch wirksamen Luftfilter, z. B. Faserfilter.

Die hierfür verwendeten Fasermaterialien sind in der Regel hydrophob. Die angesprochenen hygienisch untersuchten Filterele-

mente entsprachen der Filterstufe EU 3 bis EU 7.

Wenn bei derartigen Luftfiltern Pilzmyzelien durchwachsen, so ist dies der Beweis dafür, daß die Abscheidemechanismen des Filtermediums nicht ausreichend sind. Vergleichbare Untersuchungen mit Schwebstofffiltern der Klasse „S“ haben bewiesen, daß Mikroorganismen und auch Pilzsporen ebenso abgeschieden werden wie unbelebte Partikel. Dies gilt auch für Luftfeuchtigkeit bis 95 %. (Untersuchung von Prof. Dr. Rüden, Prof. Dr. Tofern, Prof. Dr. Botzenhart.) Ein weiteres Problem ist aber die Verkeimung der Innenteile von RLT-Anlagen. In diesem Zusammenhang können Dampfbefeuchter, wie irrtümlich behauptet, nicht ausgenommen werden. Vielmehr scheint der Schwerpunkt bei der Reinigungsmöglichkeit von RLT-Anlagen und bei der Auswahl geeigneter Luftfilter zu liegen. So muß an dieser Stelle auf die DIN 1946 verwiesen werden. Sollte sich bestätigen, daß die in der DIN 1946 festgeschriebenen Filterqualitäten nicht ausreichend sind, so müßte darüber diskutiert werden, ob für RLT-Anlagen nicht hochwertigere Luftfilter eingeplant werden müssen.

Zu 2: Bei dem DELBAG-LuftbefeuchtungsfILTER handelt es sich um eine integrierte

Bauform von Sprühbefeuchter und Filter mit Mehrfachfunktionen, die besonders für RLT-Anlagen prädestiniert sind. Zur Überwachung der Wasserqualität werden drei verschiedene Verfahren angeboten, mit denen indirekt auch auf eine mögliche Wasserverkeimung Einfluß ausgeübt werden kann. Über den Umweg der Leitfähigkeitsmessung kann eine bestimmte Wasserkeimzahl angesteuert werden. Diese Wasserkeimzahl ist abhängig von zufließendem Frischwasser, Wassertemperatur, Keimwachstumsrate und Verweilzeit. Hierdurch wird auch der Wasserwechsel beeinflusst, der besonders beim zweiten Verfahren angewendet wird (Eindickungsregelung).

Bei dem dritten Verfahren, der sogenannten Hygieneschaltung, wird das Wäscherwasser täglich gewechselt. Hierdurch werden Keime, Bakterien und absorbierte Schadgase entsorgt.

Zu 3: Das DELBAG-LuftbefeuchtungsfILTER ist auch bei extremen Luftzustandsbedingungen, wie Smog-Situation, einsetzbar. Untersuchungen haben bewiesen, daß SO_2 in Konzentrationen von $0,3 \text{ mg/m}^3$ bis $1,0 \text{ mg/m}^3$ sicher abgeschieden wird. Neben SO_2 werden aber auch andere wasserlösliche Schadgase abgeschieden, z. B. Formaldehyd.

Die vorliegenden, positiven Untersuchungen werden laufend ergänzt.

Zu 4: Uns sind keine negativen Erfahrungen bekannt. Als Hersteller von Luftfiltern garantieren wir verständlicherweise nur für den Filterwirkungsgrad nach DIN und nicht für Folgeursachen, die beim Betrieb der RLT-Anlagen entstehen. Für Ursachen, die wartungstechnisch bedingt sind oder bei der Planung der RLT-Anlagen nicht berücksichtigt worden sind, können Hersteller von Luftfiltern nicht verantwortlich gemacht werden.

Die Erfahrungen mit dem DELBAG-LuftbefeuchtungsfILTER sind gut. Die Kundenreferenzen zeigen eindeutig, daß mit diesem Gerät, von hygienischer, wartungstechnischer und energietechnischer Seite gesehen, eine deutliche Verbesserung erreicht worden ist, die sich auch positiv auf die erzeugte Raumluftqualität auswirkt.

Das DELBAG-LuftbefeuchtungsfILTER-Smog-Filter ist geeignet, aktuelle Probleme, z. B. bei der Krankenhausbelüftung in Smog-Situationen, zu beseitigen. Auch in den industriellen Fertigungsbereichen, in denen schon geringe SO_2 -Konzentrationen zu Korrosion und daraus resultierend zu hohen Fertigungsausfallraten führt, ist das DELBAG-LBF-SMOG FILTER einsetzbar.

Nächstes Diskussionsthema:

Sollten die Bestimmung der Gebäudedichtheit und die Messung des Luftaustausches mit in das deutsche Normenwerk aufgenommen werden?

Im April dieses Jahres war die ISO-Arbeitsgruppe „Bestimmung des Luftaustauschs mit Hilfe einzelner Spurengase“ zu einer ihrer letzten Arbeitssitzungen zusammengekommen. Ziel ist die Festlegung einer genormten Meßtechnik, mit der der Luftaustausch zwischen dem Gebäudeinneren und der Außenluft sowie zwischen den Räumen eines Gebäudes zu bestimmen ist. Dabei sollen Spurengasmethoden, wie z. B. die Methode konstanter Konzentration oder die Abklingmethode, zum Einsatz kommen. Diese neue ISO-Norm baut auf anderen bereits in Kraft getretenen auf. Eine davon ist der amerikanische ASTM Standard E 779 „Testmethode für die Bestimmung des Grades der Gebäudeundichtheit mit Hilfe von Überdruckerzeugung durch Ventilatoren“. Auch die sogenannte „blower door“ findet inzwischen in einer Reihe von Ländern praktische Anwendung.

In der benachbarten Schweiz steht eine Veröffentlichung entsprechender Normen unmittelbar bevor, und in Schweden wurde z. B. im letzten Jahr die Norm SS 021556 „Bestimmung der Außenluftfrate in Gebäuden“ eingeführt. Schaut man in diejenigen Länder, die demnächst den europäischen Binnenmarkt bilden werden, so stellt man fest, daß die meisten nicht nur Vorstellungen über den Grad der wünschbaren oder erreichbaren Dichtheit der Gebäudehülle und des erforderlichen Luftwechsels haben, sondern auch über Anleitungen und Vorschriften darüber verfügen, wie diese Begriffe „Dichtheit“ und „Luftwechsel“ zu definieren sind und wie sie meßtechnisch erfaßt werden sollen.

Die eingangs genannte ISO-Norm wird voraussichtlich im Oktober dieses Jahres abschließend beraten. In der zurückliegenden April-Sitzung hatte übrigens zum ersten Mal ein deutscher Teilnehmer mitgearbeitet. In der Wärmeschutzverordnung sind die Werte der Fugendurchlaßkoeffizienten angegeben, die nicht überschritten werden dürfen. Ansonsten heißt es in der gleichen

Verordnung sinngemäß, daß die sonstigen Fugen der Umfassungsfläche entsprechend dem Stand der Technik luftundurchlässig abzudichten seien.

Für uns in der Bundesrepublik Deutschland ergeben sich angesichts des internationalen Standes und der sich abzeichnenden Entwicklungen folgende Fragen:

1. Kann man wirklich in jedem Fall davon ausgehen, daß im Sinne der Wärmeschutzverordnung die „sonstigen Fugen der Umfassungsfläche luftundurchlässig abgedichtet sind“?
2. Welche Methoden zur Bestimmung der Gebäudedichtheit und des Luftwechsels halten Sie für die praktische Anwendung für genügend erprobt oder aus anderen Gründen für besonders geeignet?
3. Besteht in der Bundesrepublik Deutschland nach wie vor ein Forschungs- und Entwicklungsbedarf für die Weiterentwicklung von Methoden zur Bestimmung von Dichtheit und Luftwechsel?
4. Sollte die meßtechnische Erfassung von Dichtheit und Luftwechsel in eigenen deutschen Normen niedergelegt werden oder sollten wir in der Bundesrepublik Deutschland vielmehr internationale Normen übernehmen?
5. Würde die deutsche Bau- oder Klimabranche solche Normen begrüßen oder eher als marktstörende Elemente auffassen?

Diskutieren Sie mit?

Redaktionsschluß: 12. Oktober 1989