

Messtechnik und Aussagekraft der Resultate im Hinblick auf gutes Innenraumklima

Raumluftqualität – Messen, Interpretieren, Bewerten

Im Gegensatz zum Messen von Luftmengen, Temperatur und Luftfeuchte ist das Erfassen von chemischen Schadstoffen in der Raumluft aufwändiger. Dazu kommt, dass die Probenahme bei unterschiedlichen Bedingungen gemacht werden kann. Zudem müssen die erhaltenen Messwerte angemessen interpretiert werden. Einzelstoffbewertungen sind der Bewertung der Summe von Schadstoffen (TVOC) vorzuziehen.

Reto Coutalides*

■ In den letzten zwanzig Jahren fand eine zunehmende Sensibilisierung der Bevölkerung und der Behörden zum Thema «Raumluftqualität und Innenraumklima» statt. Auf der einen Seite durch negative Schlagzeilen von belasteten Neubauten, auf der anderen Seite im Zuge einer immer stärkeren Gewichtung von gesundheitlichen Belangen in der Gesellschaft. Das Bedürfnis, das Innenraumklima durch Messwerte zu charakterisieren, ist auch in der Bau- und Lüftungsbranche vorhanden. Für Lüftungstechniker sind Angaben zu Luftmengen, relativer Luftfeuchte (rL) und Temperatur (T) für die Beurteilung des Innenraumklimas tägliches Brot und eine diesbezügliche Normierung hat in verschiedenen Regelwerken seinen Niederschlag gefunden.

Neu geraten vermehrt auch chemische Substanzen in der Raumluft, Keime sowie Feinstaub in der Zuluft als belastende Faktoren in den Fokus der Betrachtung. Solche Belastungen sollen ebenso zuverlässig gemessen und bewertet werden.

Messtechnik unter diversen Bedingungen

Im Gegensatz zum Messen von Luftmengen, Temperatur und Luftfeuchte ist das Erfassen von chemischen Schadstoffen etwas aufwändiger und vor allem fehleranfälliger. Um chemische Substanzen in der Raumluft zu erfassen, wird über ein Trägermaterial (Adsorbens) eine definierte Luftmenge gesaugt oder passiv gesammelt (Luft diffundiert durch ein Röhrchen ohne dass aktiv angesaugt wird). Die Substanzen haften sich an das Trägermaterial oder verbinden sich mit ihm.

Je nach gewähltem Trägermaterial haften sie besser oder schlechter. So kann beispielsweise die gemessene Konzentration leichtflüchtiger Verbindungen (VOC) je nach Trägermaterial um Faktoren voneinander abweichen. Man er-



Reto Coutalides an der SWKI-Hygienetagung in Luzern: «Gebäudelabel, die sich an der Summe von Schadstoffen (TVOC) orientieren, haben nur eine beschränkte Aussagekraft bezüglich der Belastung des Innenraumklimas mit chemischen Schadstoffen.»

hält somit ein völlig anderes Bild der Belastungssituation. Im Moment wird in Deutschland daran gearbeitet, ein Trägermaterial zu finden, das ein breiteres Spektrum von unterschiedlichen Substanzklassen mit einer Messung erschliesst.

Im Labor werden dann die Verbindungen vom Adsorbens gelöst und mit unterschiedlichen Analysegeräten identifiziert und quantifiziert. Üblicherweise wird dann die Konzentration in Milligramm oder Mikrogramm pro Kubikmeter Luft angegeben.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Probenahme bei unterschiedlichen Bedingungen gemacht werden kann. Man unterscheidet zwischen zwei unterschiedlichen Ausgangslagen:

- Bei der Standardbedingung [1], wird am Vorabend der Messung gelüftet; (sofern eine Lüftungsanlage vorhanden ist, wird diese abgeschaltet). Anschliessend lässt man über Nacht circa acht Stunden eine Ausgleichskonzen-

tration einstellen und misst am darauffolgenden Morgen bei abgeschalteter Lüftung. Will man beurteilen, ob das Gebäude respektive die Materialien Schadstoffe emittieren, d.h. ob auch sauber und «gesund» gebaut wurde, ist die Messung unter Standardbedingungen angezeigt.

- Die zweite Möglichkeit stellt das Messen bei laufender Lüftung dar. Man spricht dann von der Probenahme unter Nutzungsbedingungen. Die Probenahme unter Nutzungsbedingungen kann sinnvoll sein, wenn über einen längeren Zeitraum eine Belastungssituation abgebildet werden sollte.

Das Messen unter Nutzungsbedingungen mit laufender Lüftung sagt mehr über die Leistungsfähigkeit der Lüftungsanlage aus, als über die Sorgfalt bei der Baumaterialauswahl und deren Verarbeitung. Erschwerend kommt bei beiden Varianten hinzu, dass die Luftwechselraten meist nicht mitgemessen werden. Die Ver-

gleichbarkeit der Resultate ohne Angabe des Luftwechsels ist beschränkt. Neben dem Luftwechsel beeinflusst auch die Temperatur und die relative Feuchte die Messung. So können je nach Jahreszeit und Ausrichtung der Räume stark voneinander abweichende Resultate gefunden werden. Das Messen unter verschiedenen Bedingungen ist in entsprechenden Normen festgehalten [2].

Zusätzlich sei festgehalten: Es gibt Gebäudelabel die vorschreiben, dass unter Nutzungsbedingungen gemessen werden muss, andere Label verlangen Standardbedingungen.

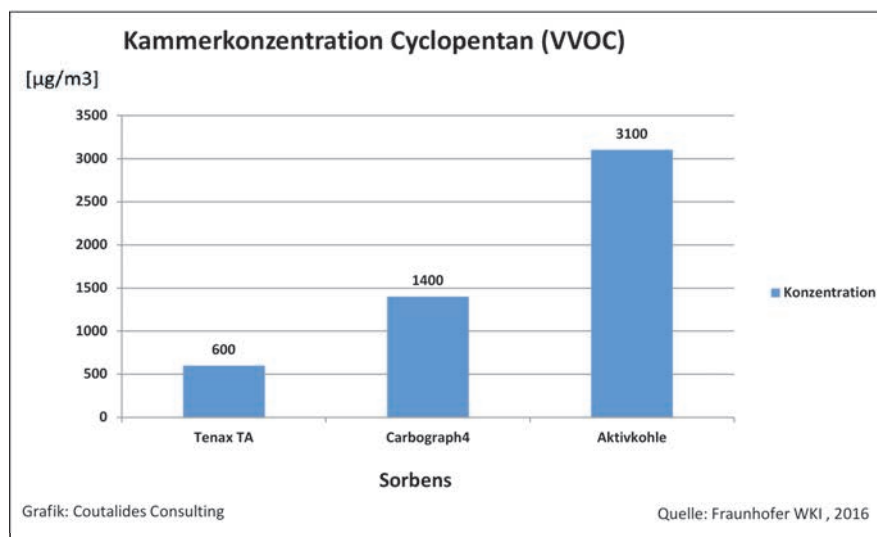
Bewertung und Interpretation

Die erhaltenen Messwerte müssen nun interpretiert werden. Dies ist im Gegensatz zu Angaben zur Temperatur und zur Luftmenge komplizierter. Woran kann man sich orientieren? Grenzwerte, welche durch eine nationale Behörde durchsetzbar sind, gibt es sehr wenige (z. B. Radon). Von der WHO sind einige Richtwerte für Industriechemikalien publiziert [3]. Unterschieden werden zudem Leitwerte und Richtwerte.

- Unter einem Leitwert versteht man gemäss dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) des Umweltbundesamtes Deutschland (UBA) «einen hygienisch begründeten Beurteilungswert eines Stoffes oder einer Stoffgruppe». «Leitwerte werden festgelegt, wenn systematische praktische Erfahrungen vorliegen, dass mit steigender Konzentration die Wahrscheinlichkeit für Beschwerden oder nachteilige ge-

sundheitliche Auswirkungen zunimmt, der Kenntnisstand aber nicht ausreicht, um toxikologisch begründete Richtwerte abzuleiten.» So wurden z. B. für die Summe aller flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) Leitwerte in 5 Stufen definiert und dazugehörige Massnahmen aufgestellt. Diese Leitwerte wurden auch vom Bundesamt für Gesundheit übernommen. Auch die für Kohlen-dioxid häufig verwendeten und zitierten Werte sind Leitwerte und sind ausschliesslich hygienisch begründet.

- Die grösste Anzahl von Richtwerten stellt der AIR dem UBA zur Verfügung. Diese wurden für Substanzen, welche relevant und häufig in Innenräumen gefunden werden, abgeleitet [4]. Für diese Substanzen liegen ausreichende toxikologische Grundlagen vor. Diese Richtwerte sind auch in Deutschland rechtlich nicht verbindlich. Sie sind aber mit der Zeit in der Praxis de facto zu einer verbindlichen Vorgabe bei der Beurteilung von Innenraum-schadstoffen geworden. Man unterscheidet hier Richtwerte II (RW-II) und Richtwerte-I (RW-I).
- Man unterscheidet zudem zwischen Richtwerte II (RW-II) und Richtwerte-I (RW-I). Der RW-II ist «...ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist. Diese höhere Konzentration



Je nach gewähltem Adsorbens im Probenröhrchen erhält man andere Resultate, da sich die flüchtigen Verbindungen in der Raumluft unterschiedlich stark am Adsorbens anhaften. In einer Messkammer (simulierter Raum) wurde eine Testsubstanz (Cyclopentan) dazugegeben und vom Testgemisch mit unterschiedlichen Adsorbentien Proben gezogen und mit der gleichen Methode analysiert.

SAMSUNG JETSTREAM

Der formschöne Klimaturm schafft eine moderne und stilvolle Atmosphäre in ihrem Zuhause.



Turbo Jet Cooling



Energiesparend



Saubere und reine Luft



Platzsparend

**PIXEL
SYSTEMS**

PIXEL SYSTEMS AG

BIRKENSTRASSE 49 | 6343 ROTKREUZ

kann, besonders für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen, eine gesundheitliche Gefährdung sein.» Und weiter: «Je nach Wirkungsweise des Stoffes kann der Richtwert II als Kurzzeitwert (RW II K) oder Langzeitwert (RW II L) definiert sein».

Für derzeit 45 toxikologisch relevante Substanzen, welche häufig in Bauprodukten verwendet werden und deshalb in Innenräumen vorkommen, sind solche RW-II- und RW-I-Werte hergeleitet. Jedes Jahr kommen etwa zwei bis drei Substanzen dazu.

Abschlussmessungen bei Gebäudelabeln

a) Einzelstoff-Bewertungen

Gebäudelabel verlangen, das Innenraumklima nach Bauende mit Schadstoffmessungen zu überprüfen. Dabei wird bei den chemischen Parametern oft nur der TVOC-Wert angeschaut; zusätzlich wird neben Radon noch Formaldehyd als Einzelsubstanz gemessen und bewertet. Es ist in der internationalen Fachwelt jedoch unbestritten, dass Einzelstoffbewertungen gemacht werden müssen, um ein seriöse Beurteilung zu erhalten, und dass die Einzelstoffbewertung immer vor der Bewertung der Summe aller Schadstoffe (TVOC) kommt. Dies ist nachvollziehbar, da sich innerhalb des TVOC Substanzen in Konzentrationen finden könnten, welche toxikologisch relevant sind und entsprechende Richtwerte überschreiten könnten.

Aus diesem Grunde haben Gebäudelabel, die sich allein am TVOC orientieren, nur eine beschränkte Aussagekraft bezüglich der Belastung des Innenraumklimas mit chemischen Schadstoffen. Häufig wird argumentiert, es gebe tausende von Einzelstoffen in der Raumluft und nur wenige Richtwerte. Deshalb mache es keinen Sinn, für viele Einzelverbindungen Werte vorzuschreiben. Die Begründung ist nicht stichhaltig. Denn die häufig verwendeten Industriechemikalien sind bekannt und die Hersteller ändern nur ungern ihre Rezepturen.

Tauchen neue Substanzen regelmässig bei den Messfirmen auf und sind diese toxikologisch relevant, ist es durchaus sinnvoll einen Richtwert abzuleiten. Dies ist die Praxis wie sie in Deutschland erfolgreich seit Jahren gehandhabt wird. Ohne diese Richtwerte wäre die Arbeit vieler Messfirmen im In- und Ausland ungleich schwieriger. Die Verwendung solcher Richtwerte könnte auch für Gebäudelabel angezeigt sein. Juristisch von Interesse ist zudem die Frage, wie eine Richtwertüberschreitung einer Einzelsubstanz bei erfülltem TVOC zu beurteilen wäre; dies vor dem Hintergrund, dass einige Gebäudelabel damit werben, ihre zertifizierten Gebäude seien gesunde Gebäude.

b) Keime, Feinstaub

Fast noch keinen Eingang in die raumluft-hygienische Beurteilung des Innenraumklimas bei Neubauten, hat das Messen von Keimen und Feinstaub in der Zuluft bei vorhandenen Lüftungsanlagen gefunden. Aufgrund der Auswertung vieler Feinstaubmessungen im Hinblick auf das Label «Gutes Innenraumklima» sieht man, dass es durchaus Sinn macht, die Zuluft zu kontrollieren. Häufig stellte man bei Zuluftmessungen in Gebäuden fest, dass die Lüftung nicht ordnungsgemäss eingestellt war, oder wie in einigen Fällen gar keine Luft zuströmte, dies obwohl die Gebäude abgenommen waren. Zudem sah man zum Beispiel aufgrund des Umfangs des Feinstaubeintrages, ob die Lüftung vor der Bauübergabe gereinigt wurde [5].

Innenraumklima – Wege zu gesunden Bauten

Gesundes Bauen ist heute in aller Munde. Ein gesundes Innenraumklima bietet in Wohnräumen und am Arbeitsplatz einen Mehrwert nicht nur für die Benutzer. Auch für Bauherren sind Investitionen in diesem Bereich sinnvoll. Die Autoren Reto Coutilides und Walter Sträuli zeigen in ihrem Buch anhand von zertifizierten Praxisbeispielen wie dem Erweiterungsbau Uetlihof 2 der Credit Suisse und dem renovierten Ständeratssaal im Bundeshaus, wie ein gesundes Innenraumklima erreicht und überprüft werden kann.

Ein umfassender Serviceteil mit relevanten Gebäude- und Produktelabels, weiteren Planungshilfsmitteln, gesetzlichen Grundlagen, Adressen sowie Prüfungsverfahren runden das Thema ab. Damit bietet das Buch auch für Laien eine Orientierungshilfe zum gesunden und nachhaltigen Bauen – ein wichtiger Begleiter und ein unentbehrliches Arbeitsinstrument, wenn es ums Bauen und Renovieren geht.

ISBN 978-3-85932-751-1, Format 16,5 x 21 cm, broschuriert, 244 Seiten, 53 Abbildungen, Fr. 49.–.

Bezug unter www.werdverlag.ch



Fazit

Was soll man nun von Messwerten und Vorgaben zur Raumluftqualität halten? Inwiefern sind diese für die Praxis anwendbar? Wie gezeigt, ist die Messung und Interpretation von chemischen Substanzen in der Raumluft anspruchsvoll. Es können viele Fehler gemacht werden, sei dies bei der Probenahme, bei der Analyse im Labor, oder bei der Bewertung und Interpretation. Deshalb ist die Wahl qualifizierter Messfirmen und Fachleute die primäre Voraussetzung, um ein Mindestmass an Vergleichbarkeit und Qualität sicherzustellen. Eine gewisse Qualitätsgarantie bieten Firmen, welche an Ringversuchen teilnehmen [6]. Vorgaben für die Raumluftqualität sind sinnvoll, es besteht in der Schweiz, insbesondere bei den Gebäudelabels jedoch noch Entwicklungspotenzial. Für den Lüftungstechniker gilt es deshalb, die Vorgaben, Resultate und ihr Zustandekommen jeweils kritisch zu hinterfragen. ■

www.coutilides.ch

**Reto Coutilides ist Umweltchemiker und arbeitet als selbstständiger Berater zu Themen Innenraumschadstoffe und Gesundes Bauen. Er ist Mitglied der Innenraumlufthygiene-Kommission im Umweltbundesamt Deutschland.*

Literatur:

- [1] Ermittlung und Beurteilung chemischer Verunreinigungen der Luft von Innenraum-arbeitsplätzen, Bundesgesundheitsblatt 2014, 57, 1002–1018.
- [2] DIN EN ISO 16000 ff. und VDI 4300.
- [3] WHO-Guidelines for Indoor Air Quality, Selected pollutants, 2010.
- [4] Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten, Bundesgesundheitsblatt 2007, 7, 990–1005.
- [5] Innenraumklima-Qualitätssicherung bei Neu- und Umbauten, Coutilides R., Eymann L., Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 74, Nr. 3, 2014, S. 105–111, Download: www.coutilides.ch
- [6] www.s-cert.ch