

„VOC-Emissionen aus Baustoffen“

Hans-Dieter Bossemeyer

Innenraumluft

In Innenräumen halten wir uns durchschnittlich 20 Stunden des Tages auf, in der Privatwohnung, im Büro oder in Produktionsstätten. Mit der Energieeinsparung werden diese Räume immer besser abgedichtet. Wurde bei älteren Gebäuden noch ein gesamter Austausch der Raumluft in 15 bis 30 Minuten (Luftwechselrate, LWR, 2 bis 4 h⁻¹) gemessen, so braucht es heute 1 bis 2 Stunden (LWR = 0,5 bis 1 h⁻¹) dafür. Da fallen alle Ausgasungen in die Raumluft schon deutlicher auf. „Natürlich“ – nicht alle Emissionen stammen aus Baustoffen; Personen und Tiere geben CO₂, Feuchte, Wärme, Staub und organische Verbindungen ab, mit der Zeit riecht man das. Auch aus der Außenluft stammen einige Luftinhaltsstoffe und erst recht durch Kochen, Waschen, Rauchen, Kerzen und Feuerstätten wird die Raumluft befrachtet. Aber eines addiert sich ja zum anderen, und hier betrachten wir darum nur die sogenannten VOC aus Baustoffen.

VOC

Volatile Organic Compounds, zu deutsch Flüchtige Organische Verbindungen, werden heute gesucht und gefunden. Organische Verbindungen sind im Gegensatz zu Mineralien die klassischen Bausteine des Lebens. Die chemischen Verbindungen aus Kohlenstoffatomen (C) mit sich selbst, und vor allem mit Wasserstoff (H), mit Sauerstoff (O), mit Stickstoff (N) und mit Phosphor (P), um nur die wichtigsten sogenannten Heteroatome aufzuzählen. Die daraus gebildeten Moleküle können sehr komplex oder sehr langkettig aufgebaut sein. Wir finden sie in der gesamten biologischen Welt (Knochen

wiederum sind eher mineralisch) oder im Kunststoff und in Erdöl (übrigens, Mineralöl heißt dieses nur, weil es aus dem mineralischen Erdmantel stammt). Mit 6 bis 16 Kohlenstoffatomen im Molekül sind sie von mittlerer Flüchtigkeit, darunter gelten sie als leichtflüchtig (Very-VOC), darüber bis zu 22 Atomen als schwerflüchtig (Semi-VOC).

Die Quellen

Die typischen Quellen für VOC sind die Lacke, Farben und Imprägnierungen, die Fugendichtstoffe, die Beläge und deren Kleber oder Verlegewerkstoffe. Aber auch naturbelassenes Holz

und Holzwerkstoffe (z.B. Spanplatten) gasen aus, und bei Anwesenheit von Baufeuchte und Fäulnis geben organische Materialien weitere flüchtige Verbindungen ab, die den Fäulnisgeruch bilden. Alkohole entstehen zum Beispiel bei der Fäulnis, in Reinigungsmitteln sind sie mit Glykolen angewendet. Aromatische Verbindungen sorgen



Abbildung 1: Baustoffe

für meist intensive Gerüche, Terpene schützen das Holz von Natur aus und reizen Allergiker. Aldehyde und Ketone entstehen aus Linoleumböden und werden z.B. in Lackfarben eingesetzt, Ketone und Ester sind Lösemittel und steuern die Eigenschaften mancher Farbbeschichtung. Auch organische Säuren und schwerflüchtige Weichmacher werden vielfältig eingesetzt und gefunden, ohne dass die Stoffliste damit beendet werden könnte.

Probenahme aus der Raumluft

Um die Belastung der Innenraumluft mit flüchtigen organischen Substanzen bewerten zu können, ist eine Probenahme vor Ort durch mobile Mess-Systeme erforderlich. Organische Materialien lagern bevorzugt organische Verbindungen ein. Das macht man sich zunutze, indem man die zu beprobende Raumluft mit einer Pumpe über ein Sammelröhrchen mit einem sogenannten XAD-Harz leitet und so in das Analyselabor verbringen kann.

Trennanalyse mit dem Gaschromatographen (GC)

Am GC wird es mit einem warmen Trägergas wieder von dem Sammelrohr desorbiert und dann in der Kälte gleich noch einmal aufgefangen, jetzt aber in einem viel kleineren Rohr aufkonzentriert. Der Fachausdruck dafür ist Cryo-Fokussierung. Das kleine Röhrchen ist bereits Bestandteil eines Gaschromatographen. Durch einen elektrischen Heizstrom wird das Röhrchen schlagartig erwärmt und die freigesetzten Gase ebenso knackig in eine nachfolgende Trennkapillare injiziert. Das lange und hauchdünne Glasröhrchen liegt aufgewickelt in einer Art Backkasten und wird von dem Trägergas weiter durchspült. Während der Ofen langsam aufwärmt und den Trennvorgang stetig beschleunigt, drückt das Trägergas die Moleküle weiter. Dem entgegengesetzt wirkt ein organischer Film auf den Innenwänden der Kapillare zurückhaltend. Diese beiden gegensätzlichen Kräfte wirken auf jede Molekülart unterschiedlich, ganz nach Größe, räumlichem Bild und Polarität des Moleküls. Reine Kohlenwasserstoffe sind die unpolaren Verbindungen, sie werden stärker zurückgehalten auf dem ebenfalls unpolaren Film. Am Ende des Kapillarrohrs tritt eine Verbindung nach der anderen wieder aus, alle Moleküle derselben Art aber zum gleichen Zeitpunkt. Schließlich hatten wir durch die schlagartige Aufgabe auf die Säule für eine konzentrierte Molekülwolke gesorgt. Die Verweilzeit der Molekülwolke im Kapillarrohr haben wir gemessen (Retentionszeit), sie ist das erste Erkennungsmerkmal, mit dem wir die Verbindung bestimmen können. Da wir aber sehr viele gesuchte Verbindungen erwarten, gibt in dem Gedrängel der Retentionszeiten eine zweite Bestimmungsmethode die notwendige Sicherheit, die GC-MS.

Massenselektive Detektion (GC-MS)

Welche Art von Molekülen soeben erscheint, lässt sich feststellen, wenn die Moleküle z.B. durch Elektronenbeschuss zerschlagen werden. Wie jeder andere Körperverbund auch, haben die Moleküle Sollbruchstellen und zerfallen in charakteristische Bruchstücke, die sich durch ihr Gewicht unterscheiden. Passenderweise sind diese Bruchstücke an den Bruchenden ionisch, ihre freien Bindungselektronen machen sie zu polaren Gebilden, die in einem elektrischen Feld beschleunigt werden können. Einmal beschleunigt schießen sie über das elektrische Feld hinaus und beharren dabei ganz nach Eigengewicht auf dieser Fahrtrichtung. Jetzt wirkt ein weiteres Feld auf sie ein, und bringt sie ganz wie das Erdmagnetfeld wieder zur Landung. Auf der „Landebahn“ registrieren Detektoren die



Abbildung 2: GC-MS Analysengerät

eintreffenden Teilchen, und die absolvierte Länge der Bahn verrät ihr Gewicht, ihr typisches Gewicht in der Verteilung über die charakteristischen Bruchstücke – einem Fingerabdruck gleich. Beim Suchvorgang nach der dazu passenden Verbindung hilft eine sehr große Datei und die Erfahrung des Operators mit den Gesetzmäßigkeiten der GS-MS-Kennmuster. Zuletzt sei noch erwähnt, dass zuerst viele bekannte Substanzen auf dem Geräte eingeeicht werden müssen, dann läuft die unbekannte Probe. Im Abgleich mit den Standardsubstanzen wird aus der Art des Signals die chemische Verbindung erkannt, aus der Intensität des Signals aber die Menge des Stoffes. Mit einer kurzen Rückrechnung ergibt sich jetzt die Raumluftkonzentration.

Bewertung

Zur Gesamtsumme der VOC-Verbindungen sind von einer Kommission unter Führung des Umweltbundesamtes (UBA) Beurteilungswerte herausgegeben worden. Sie sind oberhalb des Zielwertes (von $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $0,3 \text{ mg}/\text{m}^3$) mit Handlungsempfehlungen versehen worden, Empfehlungen von der verstärkten Raumlüftung und Kontrollmessung bis hin zur gestaffelten Eingrenzung der Raumnutzung bei hygienisch bedenklichen oder inakzeptablen Werten. Die Werte wurden nicht exakt, sondern als Bereiche definiert, damit nicht eine übertriebene Exaktheit in die Beurteilung einzieht. Weiterhin wurden und werden für Einzelstoffe mit stärkerer Bedeutung durch ihr Vorkommen und durch den gesundheitlichen Aspekt gesonderte Richtwerte (RW) herausgegeben, jeweils für den Zielwert (RW I) und den Eingreifwert (RW II) für Maßnahmen.

Analyse der Baustoffe

Es hat sich viel getan in den letzten 10 bis 20 Jahren, aber noch ist es durchaus möglich, dass mit Baustoffen eine Ausgasungsquelle in die Gebäude eingebracht wird. Aber auch hier an der Quelle kann der Analytiker eine Bestimmung vornehmen und für die Beurteilung bereitstellen. Dazu wurde eine Prüfkammer entwickelt, die im kleinen Maßstab die Verhältnisse von Baustoffmenge und Raumvolumen eines Musterraumes widerspiegelt. 1:1 können hier die schwankenden Verhältnisse der Realität nicht vorweggenommen werden, aber das Kriterium gilt von einem Fabrikat zum anderen gleichermaßen und hilft selbst bei geringen Vorkenntnissen sehr wohl bei der Baustoffauswahl.

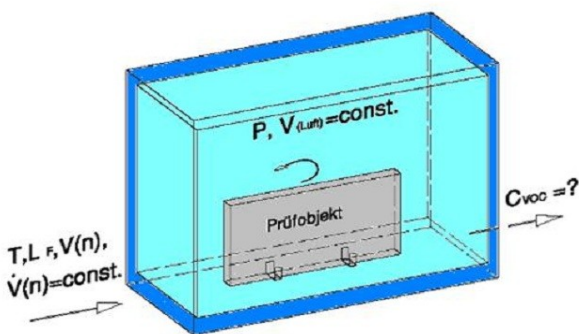


Abbildung 3: Prüfkammerschema

Prüfkammertests

In einer Kammer von ca. 24 Litern für homogene flüssige oder pastöse Baustoffe, von vielleicht 100 Litern für feste Materialien wie Beläge oder im Maßstab von 1 bis 24 m^3 für entsprechend große

Bauteile, Einrichtungen und Gerätschaften werden exakte Rahmenbedingungen eingestellt. Nach drei und 28 Tagen gleichmäßig geringen Luftwechsels werden Raumlufproben am Kammerausgang gezogen und zur Analyse gegeben.

Bewertung der Prüfkammerergebnisse

Das AgBB-Schema (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten am Umweltbundesamt), durch eine weitere Expertenkommission erstellt, gibt die Bewertung der Baumaterialien vor. Aus den Summen der Stoffkonzentrationen und aus Gruppenwerten für Stoffe mit kanzerogener Wirkung sowie aus den Gehalten der Einzelverbindungen wird ein Beurteilungsfeld gebildet, das der komplexen Lage der vielen Substanzen gerecht werden soll. Wenn der Baustoff diesen Test bestanden hat, wird er dem Stand der Technik gemäß Bauproduktverordnung gerecht. Mit noch besseren Werten kann der Baustoff auch einem der RAL-Umweltzeichen (Blauen Engel) oder anderen Emissionslabeln, wie z.B. Emicode, für die jeweilige Produktgruppe gerecht werden. Auch für die europäischen und andere Märkte bestehen Prüflabel, und um Doppelmessungen für Exporte zu vermeiden, werden sie zunehmend harmonisiert.

Kontakt:	Schlaue Fuchs
 <p>Hans-Dieter Bossemeyer WESSLING Holding GmbH & Co. KG Oststraße 1 48341 Altenberge Tel.: +49 (0)2505 89-547</p>	<p>Unsere Schlaue-Fuchs-Frage zu diesem Beitrag lautete:</p> <p>Warum wird Erdöl auch Mineralöl genannt?</p>
 <p>WESSLING Quality of Life</p>	<p>http://www.wessling.de/</p>