

27 (2000) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

M. Krus, M. Kehrler, K. Sedlbauer

## Innenbaustoffe als Schadstoffsenke?

- Erste meßtechnische Ergebnisse -

In Europa verbringt die Mehrzahl der Menschen die größte Zeit in geschlossenen Räumen. Entsprechend groß ist die Sensibilität der Öffentlichkeit gegenüber Beeinträchtigungen durch luftverunreinigende Stoffe. Verstärkend wirkt eine Vielzahl von Berichten, welche gesundheitliche Probleme mit der Emission von Schadstoffen aus Bauprodukten in Verbindung bringen. Inzwischen sind Methoden entwickelt worden, um das Emissionspotential von Bauprodukten unter normierten Standardrandbedingungen routinemäßig im Labormaßstab zu bestimmen [1]. Der sich in Wohnräumen aufgrund eines emittierenden Baustoffes real einstellende Konzentrationsverlauf hängt außer von der Raumgröße und Luft-

wechselrate auch davon ab, inwiefern diese Schadstoffe von anderen Produkten (vor allem solcher mit großen Oberflächen wie Innenputze, Tapeten, Holzverkleidungen, Teppiche) aufgenommen und zeitlich verzögert oder gar nicht wieder abgegeben werden. Um diese Effekte quantifizieren zu können, wurde eine Meßanlage aufgebaut. Als Schadstoff wird Formaldehyd ausgewählt, zum einen weil es in einigen Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen zu finden ist, und zum anderen weil bezüglich dieses Schadstoffes aufgrund dessen Gesundheitsbeeinflussung die Bevölkerung bereits sensibilisiert ist.

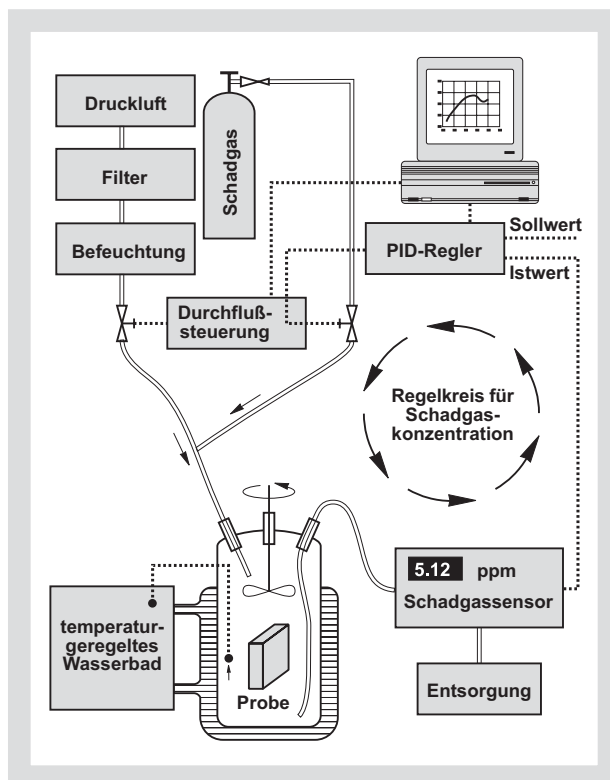


Bild 1: Skizze der Meßanordnung zur Ermittlung der Schadgasaufnahme von Baustoffen.

### Meßanlage zur Bestimmung der Schadstoffaufnahme

Das Kernstück der Anlage bildet ein luftdichtes, doppelwandiges Sorptionsgefäß, das bereits zur Messung der Schwefeldioxydaufnahme von porösen Baustoffen verwendet wurde [2] (siehe Bild 1). Mittels eines Temperaturfühlers im Inneren des Gefäßes und eines extern regelbaren Wasserthermostaten kann die Temperatur im Gefäß im Bereich von etwa 10 K über bzw. unter Umgebungstemperatur durch Temperierung des Mantels konstant gehalten werden. Ein Propeller im Gefäß garantiert eine nahezu vollständige Durchmischung des Gases im Sorptionsraum, so daß bei der Messung vom Prinzip des idealen Rührkessels ausgegangen werden kann, d.h. die am Ausgang des Sorptionsgefäßes gemessene Schadgaskonzentration entspricht der Konzentration im Gefäß, also auch im Bereich der Probenoberfläche. Die Messung der Formaldehydkonzentration erfolgt mit einem elektrochemischen Sensor. Das Einlaufrohr des Sorptionsgefäßes endet direkt über dem Propeller, wodurch eine schnelle Vermischung des zugeführten Trägergas-Prüfgas-Gemisches mit dem Gas im Sorptionsgefäß garantiert ist. Als Trägergas fungiert getrocknete Druckluft, die direkt oder nach Befeuchtung im temperierten Wasserbad einer Durchflußsteuerung zugeleitet wird. Mittels eines thermischen Massendurchflußreglers wird das Prüfgas dem Trägergasstrom zudosiert. Um eine konstante Formaldehydkonzentration im Sorptionsgefäß einstellen zu können, wird die Prüfgaszudosierung durch einen adaptiven PID-Regler gesteuert, wobei der thermische Massendurchflußregler als Stellglied fungiert. Der Sensor liefert den Istwert für den PID-Regler, während der Sollwert (hier 1 ppm Schadstoff) per Hand eingestellt wird. Beim Aufbau der Meßeinrichtung wurde auf kurze Verbindungsleitungen zwischen dem Sorpti-

onsgefäß und der Prüfgasdosierung bzw. dem Sensor geachtet, um ein möglichst gutes Regelverhalten durch geringe Totzeiten zu erreichen. Während der Messung wird die Konzentration am Ausgang des Sorptionsgefäßes und die am Eingang zudosierte Prüfgasmenge mit Hilfe eines Personalcomputers kontinuierlich erfaßt. Die Differenz zwischen der zudosierten Prüfgasmenge bei mit Proben bestücktem und bei leerem Sorptionsgefäß entspricht der Formaldehydaufnahme der Prüfkörper.

### Meßergebnisse und Interpretation

In Bild 2 oben ist für drei unterschiedliche Materialien (Porenbeton, Rühthener Sandstein und Fichtenholz) der Verlauf der Massenaufnahme an Formaldehyd über der Zeit aufgetragen. Bild 2 unten zeigt die gleichen Meßergebnisse dargestellt über der Wurzel der Zeit.

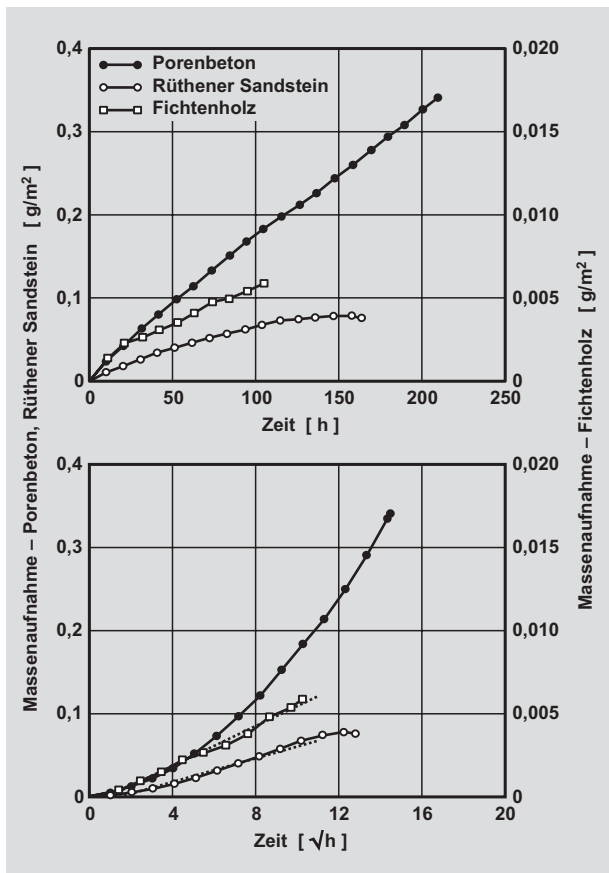


Bild 2: Verlauf der Massenaufnahme an Formaldehyd für Porenbeton, Rühthener Sandstein und Fichtenholz.  
Oben: Darstellung linear über die Zeit  
Unten: Darstellung über der Wurzel der Zeit.

Beim Fichtenholz ergibt sich eine Schadstoffaufnahme linear mit der Wurzel der Zeit (Bild 2 unten). Dies bedeutet, daß die Schadstoffaufnahme durch Diffusions- und Sorptionsvorgänge bestimmt ist [3]. Beim Porenbeton ist eine konstante Schadstoffaufnahme mit der Zeit zu beobachten (Bild 2 oben). Dies bedeutet, daß die Schadstoffaufnahme unabhängig von der bereits aufgenommenen Menge und nur von den Stoffübergangsbedingungen abhängig ist. Dies heißt aber, daß im Porenbeton eine vollständige Umsetzung des Formaldehyds stattfindet. Dabei könnte es sich um die sogenannte Canizzaro-Reaktion [4] handeln. In alkalischer Umgebung setzt sich das Formaldehyd bei Vorhandensein geringer Mengen von Wasser um in Methanol und dem Salz der Ameisensäure. Beim Sandstein ergibt sich ebenfalls eine fast lineare Aufnahme mit der Wurzel der Zeit. Nach etwa 12 √h knickt die Kurve nach unten ab. Zu diesem Zeitpunkt ist der Schadstoff bis zum Probenende diffundiert.

### Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die dargestellten zeitabhängigen Meßergebnisse zeigen, daß mit Hilfe der vorgestellten Meßanlage das Schadstoffaufnahmeverhalten (hier Formaldehyd als Schadstoff) ermittelt und beurteilt werden kann. Für Materialien, die eine Schadstoffaufnahme linear mit der Wurzel der Zeit zeigen, kann nach Erreichen des Endwertes aus dem Verlauf der Diffusionswiderstand sowie die Sorptionsisotherme für dieses Material und diesen Schadstoff ermittelt werden. Zeigt sich eine mit der Zeit lineare Aufnahme, bedeutet dies, daß die Schadstoffaufnahme im Meßzeitraum unabhängig von der bereits aufgenommenen Menge ist. Dies heißt aber, daß, wie zum Beispiel beim Porenbeton, eine vollständige Umsetzung des Formaldehyds stattfindet. Ein derartiges Material kann damit als "Formaldehydfalle" dienen. Unter diesem Hintergrund wäre es von Interesse, ob ein zementgebundener und damit alkalischer Innenputz denselben Effekt zeigt und damit im Wohnraum eingesetzt werden kann, um eventuell auftretende Formaldehydemissionen unschädlich zu machen.

### Literatur

- [1] Breuer, K., Mayer, E.: Kann man die Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten ermitteln? Bauphysik 20 (1998), H. 6, S. 226-232.
- [2] Künzel, H.M.; Krus, M., Kießl, K.: Meßtechnische Erfassung der Schwefeldioxidaufnahme poröser Gesteine. Bauphysik 13 (1991), H. 4, S. 106-110.
- [3] Künzel, H.M., Kießl, K.: Bestimmung des Wasserdampfdiffusionswiderstandes von mineralischen Baustoffen aus Sorptionsversuchen. Bauphysik 12 (1990), H. 5, S. 140-144.
- [4] Schröter, W. et al.: Nachschlagebücher für Grundlagenfächer. Chemie. VEB Fachbuchverlag Leipzig.



Fraunhofer  
Institut  
Bauphysik

## FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis  
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0