

Gesundheits- und umweltverträgliche Baustoffe

Einleitung

Seit dem Jahr 1995 wird das Thema Gesundheits- und Umweltverträglichkeit von Baustoffen intensiv diskutiert. Störungen der Befindlichkeit und gesundheitliche Probleme werden immer häufiger den Luftverunreinigungen, die aus Emissionen verschiedener Bau- und Ausbaustoffe resultieren, zugeschrieben. Ein Forschungsvorhaben zur Erarbeitung von Bewertungsprozeduren und -maßstäben ist durch das Fraunhofer-Institut für Bauphysik und das Institut für Toxikologie und Umwelthygiene der Technischen Universität München initiiert worden [1].

Mit Unterstützung der Baustoffindustrie und einer 50 prozentigen Forschungsförderung durch die Bayerische Forschungsförderung konnte ein Verbundvorhaben mit einer Laufzeit von vier Jahren und einem Gesamtumfang von ca. 4,9 Mio. DM im Jahr 1996 begonnen werden.

Nun ergibt sich die berechtigte Frage, wieso gerade Mauerziegel, die seit Jahrtausenden in nahezu unveränderter Rezeptur in Wohngebäuden eingesetzt werden, einer derartigen Bewertungsprozedur unterzogen werden sollen. Das Zusammenwirken verschiedener Baustoffe im Gebäudebereich, während der Erstellungsphase bis hin zur Bewohnung über lange Jahre und die anschließende Entsorgung bzw. Wiederverwertung der eingesetzten Produkte macht die Betrachtung der umwelt- und gesundheitsrelevanten Aspekte interessant. Darüber hinaus ist es unbedingt erforderlich, die Unschädlichkeit des Verwendens von Ziegeln unter Absicherung objektiver und quantitativer Kriterien im Vergleich zu anderen Baustoffen darzustellen. Nicht zuletzt das Bauproduktengesetz von 1992 verlangt bei in Verkehr bringen von Bauprodukten die Vorlage des Brauchbarkeitsnachweises

unter Einhaltung wesentlicher Anforderungen an die Hygiene, die Gesundheit und den Umweltschutz, sodass sich hieraus bauordnungsrechtliche Konsequenzen ergeben werden [2].

Forschungsschwerpunkte

Drei Forschungsschwerpunkte sind für eine umfassende Bewertung maßgeblich. Zum Ersten ist die chemische Analyse der aus den Baumaterialien emittierten Stoffe von Wichtigkeit. Danach erfolgt die Beurteilung der für die Luftqualität entscheidenden freigesetzten Geruchstoffmengen durch sog. humanolfaktometrische Untersuchungen [3]. Hiermit ist nichts anderes gemeint, als das Erriechen von Ausgasungen durch speziell trainierte Personen nach einem vorgegebenen Bewertungsmaßstab. Der letzte aber bezüglich der Auswirkungen auf den Nutzer wichtigste Punkt ist die toxikologische Beurteilung sowohl der Einzelstoffe als auch insbesondere der sich ergebenden Stoffgemische.

Die drei genannten Forschungsschwerpunkte sind immer vor dem Hintergrund der in der Regel bekannten bauphysikalischen Einsatzrandbedingungen zu behandeln, sodass sich die Nähe zur Bauphysik hier von selbst erklärt.

Die im Projekt erarbeiteten Beurteilungsmechanismen sollen mit international laufenden Untersuchungen abgeglichen werden, um eine einheitliche und objektive Bewertung in naher Zukunft zu ermöglichen. Darüber hinaus soll dem Planer und Nutzer, sowie der gesamten interessierten Öffentlichkeit eine Datenbank zur Verfügung stehen, der gesundheits- und umweltrelevanten Basisdaten entnommen werden können. Letztendlich führt ein normiertes Verfahren dazu, dass mögliche Schadenspotentiale erkannt werden und entsprechende Verbesserungen erfolgen können.

Untersuchungsverfahren

Die zu untersuchenden Materialien werden „fabrikfrisch“ in Prüfkammern eingesetzt, deren innere Randbedingungen denen eines Wohnraums ähneln. So werden Temperaturen, Luftfeuchte und oberflächennahe Luftgeschwindigkeiten sowie Lüftungsraten analog den Praxisbedingungen angesetzt. Nach 24 Stunden, 3, 10 und 28 Tagen werden chemische Analysen des Abluftstroms der Prüfkammerluft vorgenommen. Die Geruchsproben werden nach 3, 10 und 28 Tagen genommen. Neben dem Geruchspegel, der hedonischen Wirkung (äußerst unangenehm – äußerst angenehm), der Bestimmung der empfundenen Luftqualität werden die Reizempfindungen an Augen, Nase und Mund ausgewertet [4].

Die Untersuchungen zur Toxikologie erfolgen an aus Prüfkammern freigesetzten Luftproben am 3. und 10. Tag. Es wird die zytotoxische und die mutagene Wirkung bewertet. Weiterhin sind Felduntersuchungen in frisch renovierten Wohnungen begonnen worden, um die Praxisrelevanz des Untersuchungsprogramms abzugleichen.

Untersuchte Produkte und Ergebnisse

Die Produkte der an dem Vorhaben beteiligten Industriepartner sind in drei Gruppen eingeteilt worden:

- Dämmstoffe
- mineralische Massivbaustoffe
- Holzwerkstoffe - Ausbaustoffe

Die chemische Beprobung eines $0,72 \times 1,02$ m² großen Ziegelwandausschnitts ergab nach dem ersten Tag 43 nachweisbare Substanzen in der Prüfkammerluft. Diese nahmen im zeitlichen Verlauf stark ab, sodass am 30. Tag nur noch 4 Substanzen nahe der Nachweisgrenze gefunden werden konnten.

Es wurden in den Hintermauerziegeln höhere Alkane gefunden, deren Herkunft aus der Transportverpackung vermutet wird und die sich hinter den relativ hohen TVOC - Werten (Gesamtmenge an flüchtigen organischen Verbindungen) im Vergleich zu anderen Massivbaustoffen verbergen. Die vorgefundenen Mengen gelten allerdings als wenig zytotoxisch und waren innerhalb Monatsfrist nahezu vollständig abgebaut (Bild 1).

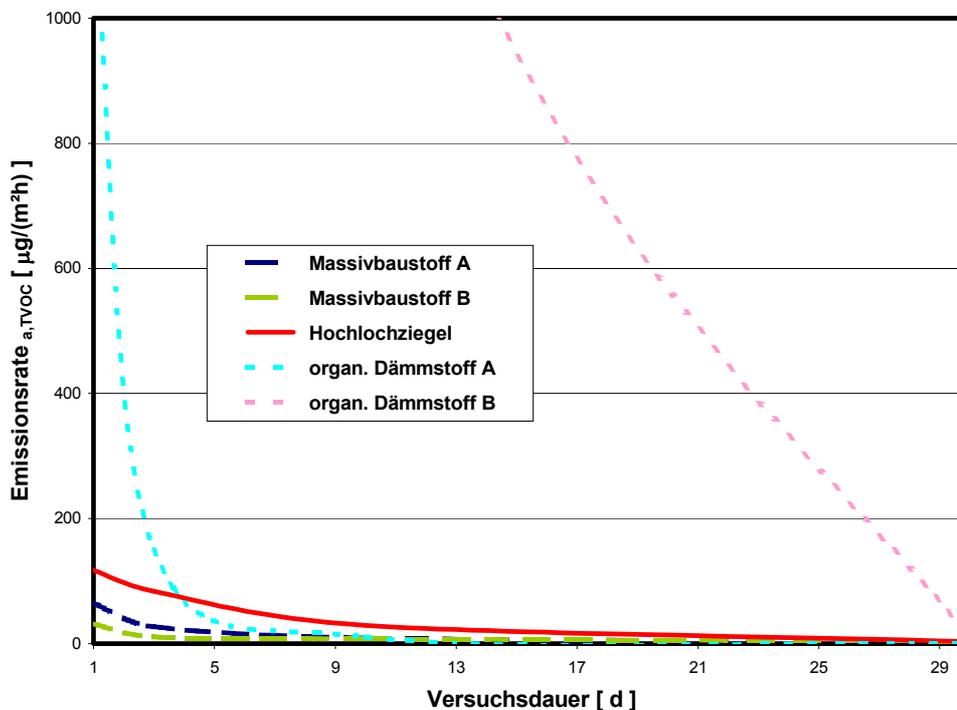


Bild 1: Oberflächenbezogene Emissionsrate der Gesamtmenge an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) verschiedener Baumaterialien nach [4].

Dagegen sind Emissionen des geruchsintensiven Ammoniak und des umstrittenen Formaldehyds, die nicht zu den TVOC zählen, beim Hochlochziegel nicht nachweisbar, während die bindemittelgebundenen Massivbaustoffe A und B Emissionsraten aufweisen, die bei geringen Luftwechselraten in Wohngebäuden unangenehm spürbar werden. Ähnliches gilt für die untersuchten Dämmstoffe, die nach sehr hohen Anfangsemissionen von TVOC

und Formaldehyd ihre Emissionsprodukte bis zum 30. Tag allerdings stark abbauen.

Die Bewertung der Gerüche aus Baustoffen erfolgt durch die empfundene Luftqualität nach Fanger, die sich nach [4] analog zu Bild 1 auf eine oberflächenbezogene Emissionsrate umrechnen lässt. Dabei wird sichtbar, dass der Hintermauerziegel die geringsten Werte der durch die geschulten Probanden errochenen Ausdünstungen aufzeigt.

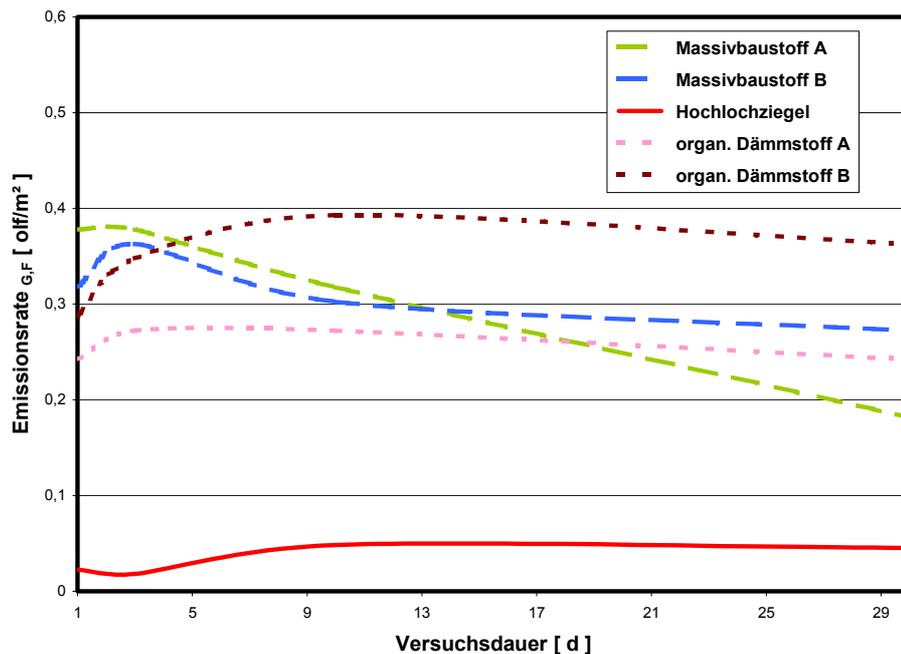


Bild 2: Oberflächenspezifische Emissionsrate der empfundene Luftqualität [olf/m²] verschiedener Baustoffe nach [4].

Die meisten untersuchten Baustoffe weisen nach den ersten Tagen eine Zunahme der Geruchsintensität auf. Dies wird auf die Feuchteabsorption der Materialien in der klimatisierten Prüfkammer zurückgeführt, da sich bei ansteigender Luftfeuchte Gerüche grundsätzlich stärker darstellen. Es zeigt sich weiterhin, dass die Geruchswahrnehmung des Hintermauerziegels gegenüber den übrigen untersuchten Produkten 4 bis 20 mal geringer ausfällt.

Vergleicht man die Zeitverläufe der Emissionen in Bild 1 mit Bild 2 erkennt man, dass die Menge der organischen TVOC-Emissionen nicht gleichermaßen auf die Intensität der Geruchsemissionen durchschlägt. Eine parallele chemische und sensorische Untersuchung ist daher zweckdienlich.

Die toxikologische Bewertung erfolgt anhand deutscher und internationaler Grenz- und Richtwerte zur Beurteilung der Innenraumluft und teilweise durch in-vitro-Untersuchungen isolierter Einzelsubstanzen. Dabei wird deren toxische oder mutagene Wirkung auf lebende Zellen und auf Bakterien untersucht.

Die in Aufenthaltsräumen resultierenden Expositions-Konzentrationen müssen besonders unter dem Aspekt der mittleren Luftwechsel betrachtet werden. Wird eine Wohnnutzung unterstellt, ergibt sich ein durchschnittlicher Mindestluftwechsel von 0,5 h⁻¹. Weiterhin interessieren die Emissionen in der Gebrauchsphase eines Gebäudes, sodass für die Beurteilung die 30-Tage Konzentrationen zu Grunde gelegt werden. Dabei ist eine repräsentative Befrachtung des Modellraumes mit dem zu untersuchenden Baustoff vorausgesetzt.

Für den Hintermauerziegel ergeben sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten

Emissionen im Vergleich zu den Richt-/ Grenzwerten verschiedener Standards:

Tabelle 1: Expositionskonzentrationen verschiedener Schadstoffe der untersuchten Hochlochziegel in der Gebrauchsphase im Vergleich zu Richt-/ Grenzwerten bei einem Luftwechsel von $0,5 \text{ h}^{-1}$ des Prüfkammervolumens nach [2].

| Substanz | Grenz-/Richtwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | | Gemessene Expositionskonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Ziegel |
|--|---|---------------------------------|---------------------------------------|---|
| | Deutsche Standards BGA / BImSchV / RWI | Weltgesundheitsorganisation WHO | European Collaborative Action ECA-IAQ | |
| Formaldehyd | < 120 | < 100 | | n. n. |
| PCB | < 0,3 | | | n. n. |
| Lindan | < 1 | | | n. n. |
| Trichlorethen | | < 1000 | | n. n. |
| Tetrachlorethen | < 100 | < 5000 | | n. n. |
| Benzol | < 10 | | $\leq 2,5$ | n. n. |
| Pentachlorphenol | < 0,1 | | | n. n. |
| Toluol | < 300 | < 8000 | | n. n. |
| Dichlormethan | < 200 | < 3000 | | n. n. |
| 1,2-Dichlorethan | | < 700 | | n. n. |
| Styrol | | < 800 | | n. n. |
| Vinylchlorid | | | ≤ 10 | n. n. |
| TVOC | | | ≤ 200 | 13,8 |
| $R = \sum (C_i / LCI_i)$ | | | $\leq 1 [-]$ | 0,0007 |
| nicht abschätzbare Substanzen $\sum C_i$ | | | ≤ 20 | n. n. |

RWI: Richtwerte für Innenraumluft, $R = \sum (C_i / LCI_i)$: Risikoindex = Expositionskonzentration/Lowest Concentration of Interest, n. n.: nicht nachgewiesen

Zusammenfassung

Die Bewertung der Gesundheits- und Umweltverträglichkeit der untersuchten Hochlochziegel kommt zu dem Schluss, dass unter realen Nutzungsrandbedingungen keine Beeinträchtigungen zu erwarten sind und die wenigen emittierten Substanzen sowohl nationale als auch international festgelegte Grenzwerte deutlich unterschreiten. Von den 9 untersuchten Modellprodukten ist der Hochlochziegel der einzige, der in diesem Rahmen keinerlei Auffälligkeiten aufweist und somit ohne Vorschläge für Produktverbesserungen bleiben kann.

Der in Kürze erhältliche Bewertungsbericht der forschenden Stellen wird diese günstigen Eigenschaften attestieren. Die untersuchten Massivbaustoffe A und B sowie die organischen Dämmstoffe können diese Beurteilung nicht ohne Einschränkungen für sich in Anspruch nehmen. Zukünftig

können alle Baustoffhersteller ihre Produkte der hier erarbeiteten Prüf- und Bewertungsprozedur unterziehen und die Ergebnisse der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung stellen.

Literatur

- [1] Mücke, W., Gertis, K.: Zur toxikologischen und bauphysikalischen Bewertung von Bauprodukten und Innenräumen. Bauphysik 17 (1995), Heft 5 S. 148 – 153.
- [2] Verschied. Autoren: Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten. Ref.sammlung der IBP/ DIBt Gemeinschaftstagung, 17.11.1999, Berlin.
- [3] VDI 3881: Geruchsschwellenbestimmung. Blatt 1-4, Beuth Verlag, Berlin (1986).
- [4] Breuer, K., Mayer, E.: Kann man die Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten ermitteln? Bauphysik 20 (1998), Heft 6 S. 226 – 232.

Bonn, 7. Februar 2000
Gi-GdJ AMz