



Versteckte Schadstoffe im Baualltag - Bau- und Montageschäume

Dr. Thomas Haumann

Büro Umweltanalytik und Baubiologie, Essen

Am Ruhrstein 59, 45133 Essen

Tel: 0201 615 9862, eMail: thomas.haumann@gmx.net

Bau- und Montageschäume aus Polyurethan werden gerne als Universalfüllung für Hohlräume, Fugen, Ritzen und Spalten eingesetzt. Diese Montageschäume enthalten jedoch eine Reihe von Schadstoffen, welche kurzfristig und sogar über lange Zeit im Innenraum Raumluft- und Hausstaubbelastungen verursachen können. Als besonders kritisch gelten hierbei die Isocyanate als Reaktionskomponenten und die chlorierten organischen Phosphorverbindungen, welche als Flammschutzmittel eingesetzt werden.

Isocyanate sind Ausgangsprodukte der im Bau-, Wohn- und Heimwerkerbereich zunehmend verwendeten Polyurethan-(PU/PUR)-produkte. Sie werden z.B. auch in Schaumstoffen, Ortschaften, Matratzen, Teppichboden-Beschichtungen, Klebern und Lacken eingesetzt. Aufgrund Ihrer Flüchtigkeit kann es während und kurz nach der Anwendung von Montageschäumen im Innenraum zu bedenklichen Raumluftkonzentrationen kommen. Durch Feuchtigkeit werden diese chemisch wie biologisch reaktiven Isocyanate jedoch schneller abgebaut. Die hohe Giftigkeit der Isocyanate bewirkt:

- Schleimhautreizungen der Augen und der oberen Atemwege
- eine Schädigung der Lungenbläschen
- Asthma oder andere chronische Erkrankungen

Auch beim Wohnungsbrand werden bei der Verbrennung isocyanathaltiger Produkte zahlreiche Giftstoffe und sogar **Blausäure** freigesetzt. Die bekanntesten Vertreter der Isocyanate werden kurz MDI, HDI und TDI genannt. Die amerikanische Umweltbehörde EPA zählt TDI (Toluol-2,4-diisocyanat) zu den 403 giftigsten Chemikalien. Bei MDI (Diphenylmethan-diisocyanat) und HDI (Hexamethylen-diisocyanat) besteht zudem der Verdacht der genotoxischen und kanzerogenen Wirkung. Die EU-Kommission hat nun beschlossen, dass ab 01.12.2010 alle Produkte mit mehr als einem Prozent MDI mit "*Verdacht auf krebserzeugende Wirkung*" gekennzeichnet und sicher (Giftschrank) gelagert werden müssen.

Wichtiger für die Betrachtung einer Schadstoffbelastung für die Raumnutzer sind die in den Schäumen enthaltenen **Flammschutzmittel**. Es handelt sich um Chemikalien, die Materialien **flammhemmend** ausrüsten sollen. Hierdurch wird jedoch nur eine Reduzierung der Entflammbarkeit erreicht oder die Verbrennung der Materialien erschwert. Die in zunehmendem Maß im Bauwesen verwendeten PU-Schäume müssen mit Flammschutzmitteln ausgerüstet werden. Meist werden Halogenverbindungen (mit Chlor oder Brom) als Flammschutz-Additive verwendet. Die bei einem Brand freigesetzten Halogene verhindern oder unterdrücken die Oxidation der entstehenden brennbaren Gase. Zugleich können bei der Verbrennung in Gegenwart von diesen organischen Chlorverbindungen ätzende Salzsäure oder hochtoxische Dioxine entstehen. Der Einsatz von Flammschutzmitteln kann das Brandrisiko also vermindern, es können jedoch im Brandfall umweltbelastende oder giftige Verbindungen gebildet werden.

In PU-Schäumen, Montageschäumen, Matratzen, Möbeln, Elektrogeräten, Teppichrücken, Tapeten, Gardinen, Farben, Lacken, Versiegelungen und anderen Produkten findet man kritische Flammschutzmittel aus der chemischen Familie der **chlorierten Phosphorsäureester**. Im Staub vieler Wohn- und Arbeitsbereiche sind sie zu finden.

Studien weisen auf neurotoxische Effekte, Tumore und Nierenerkrankungen hin, es besteht Krebsverdacht. Bekanntester Vertreter ist **TCEP**, das Tris-2-chlorethyl-phosphat. Da TCEP im Arbeitsschutz seit 1998, da dieser Stoff fruchtschädigend ist und als möglicherweise krebserzeugend gilt, kritischer bewertet wird, ist das **TCPP** (Tris-chlorpropyl-phosphat) an dessen Stelle getreten. Es ist nicht wirklich davon auszugehen, das TCPP weniger gefährlich ist. Es liegen nur noch keine genaueren und belastbaren Daten für eine definitive arbeitsschutzrechtliche Bewertung vor. Das biologische Risiko ist bei den nicht chlorierten Phosphorsäureestern noch relativ unerforscht.



Bild 1: Einsatz von Bauschäumen auf PU-Basis im Haus und Wohnungsbau

Flammschutzmittel in Bau- und Montageschäumen

Besonders in Dämmstoffen und -schäumen auf Polyurethanbasis (PU/PUR) sind die chlorierten Flammschutzmittel wie TCEP und TCPP in sogar zweistelligen Prozentanteilen enthalten. Typische Anwendungen sind Montage- bzw. Zargenschäume für die Tür- und Fenstermontage. Hierbei weisen PUR-Spritzschäume gegenüber PUR-Hartschaumplatten einen deutlich höheren Gehalt mit bis zu 20-25% auf. Bei hohem Anteil von Isocyanurat-Strukturen im Schaum (PIR-Schaum) kann bei gleich hoher Brandschutzeinstufung auf einen Teil der FSM verzichtet werden. Dieser sich abzeichnende Trend eröffnet ein bedeutendes Substitutions- und Einsparpotential bei FSM für PUR-Dämm- und Montageschäume.

Bei dem vor Ort verschäumten Spritzschaum („Dachspritzschaum“) ist aus Verarbeitungsgründen ein Übergang von PUR zu PIR nicht realisierbar. Im Bereich der Montageschäume sind inzwischen auch PIR-Schäume mit geringerem FSM-Gehalt erhältlich. Als wichtigstes Hindernis bei der Umstellung der Schaumformulierungen sehen die Dosenschäumhersteller allerdings die Kostenfrage, da der Dosenschäum mit der Neuformulierung teurer würde.

Öko-Test hat schon im Oktober 2001 aus verschiedenen Baumärkten 23 Schäume untersuchen lassen. Alle Produkte schnitten **ungenügend** ab und in allen Schäumen wurde das chlorierte Flammschutzmittel TCPP im Prozentbereich nachgewiesen. Auch in neueren Tests (2008) zeigen sich ähnliche Ergebnisse. Auch in **Lacken** auf PU-Basis können chlorierte und/oder halogenfreie Flammschutzmittel enthalten sein.

Flammschutzmittel in Dämmstoffen

In den USA werden bereits ganze Dach-, Innen- und Außendämmungen in der Leichtbauweise als "spray-foam-insulation" mit PU-Schaum angeboten. Seit über 10 Jahren sind Firmen auf dem Markt, die diese kritischen Chemieprodukte im großen Maßstab in Häuser, bei wenigstens konsequenter Schutzausrüstung mit Schutzanzug und Gasmaske, einbringen und als besonders ökologische und biologische Art der Dämmung vermarkten.

Andere Dämmstoffe aus Kunststoff sind beliebt und billig. Eine weit verbreitete Variante ist ein aus Polystyrol wie Styropor hergestellter Expandierter Polystyrolschaum **EPS** (auch: Polystyrol-Partikelschaum, expandierter Polystyrol-Hartschaum) als ein harter Dämmstoff. Die Dämmwirkung wird durch den Einschluss von Luft in den aufgeblähten Zellen erzeugt. Dämmstoffe aus EPS hatten 2005 einen Marktanteil von ca. 30,5% am Dämmstoffmarkt in Deutschland. Bei Dämmstoffen aus Polystyrol (EPS und XPS) wird als Flammschutzmittel **Hexabromcyclododecan** (HBCD) eingesetzt. HBCD ist in der Umwelt schwer abbaubar, reichert sich im Körper an und gilt als giftig für Mensch, Ökosystem und Organismen.

Flammschutzmittel in Matratzen

Auch in Matratzen werden häufig Polyurethanschäume zum Einsatz. Die Zeitschrift Öko-Test hat im Jahr 2002 bereits 17 Schaumstoffmatratzen untersuchen lassen. Fast die Hälfte der getesteten Matratzen war derart mit Schadstoffen belastet, dass sie nur mit »mangelhaft« oder »ungenügend« bewertet werden konnten. Neben Organozinnverbindungen wie TBT und DBT wurden auch Flammschutzmittel in Form der organischen Phosphorsäureester gefunden. In einigen Länder wie z.B. in den USA müssen sogar alle Schäume für Möbel und Matratzen mit Flammschutzmitteln ausgestattet werden.

Typische Konzentrationen von chlorierten Flammschutzmitteln liegen im Hausstaub bei unter 0,5 bis 5 mg/kg. TCEP, TCPP und andere Flammschutzmittel wie TBEP, TdCPP oder TEHP werden ähnlich oft gefunden wie die Pestizide PCP oder Permethrin. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über das Vorkommen und Grenz-, Richt- und Vergleichswerte von Flammschutzmitteln in der Luft und im Hausstaub.

Tabelle 1: Grenz-, Richt- und Vergleichswerteübersicht für die Summe der Flammschutzmittel (halogeniert)

In der Luft	nur TCEP, RWII (Umweltbundesamt)	50000	ng/m ³
	nur TCEP, RWI (Umweltbundesamt)	5000	ng/m ³
	Auffälligkeitswert, 90. Perzentil (Ingerowski 2001)	40	ng/m ³
	Normalwert, 50. Perzentil (Ingerowski 2001)	10	ng/m ³
Außenluft		< 1	ng/m ³
Im Staub	Baubiologische Richtwerte SBM2008 (extreme Auffälligkeit)	über 10	mg/kg
	Baubiologische Richtwerte SBM2008 (schwache Auffälligkeit)	über 0,5	mg/kg
	nur TCPP, Auffälligkeitswert 90. Perzentil (Thumulla 2007)	8,1	mg/kg
	nur TCPP, Normalwert 50. Perzentil (Thumulla 2007)	1,2	mg/kg
Im Material	Chlorierte Flammschutzmittel in PU-Schäumen	bis 250000 (25 %)	mg/kg
	Bromierte Flammschutzmittel in EPS-Dämmplatten (meist HBCD)	10000 (1 %)	mg/kg

Hier fällt auf, dass die RWI- und RWII-Werte für das schwerflüchtige TCEP unrealistisch hoch und praktisch unerreichbar sind.



Fazit und Empfehlungen

Grundsätzlich ist der Einsatz von Polyurethanprodukten, speziell als Bau- und Montageschäume, aus baubiologischer und innenraumhygienischer Sicht kritisch zu betrachten und sollte konsequent **minimiert** oder sogar **vermieden** werden. In Einzelfall kann evtl. auch auf Schäume auf Silan-Basis zurückgegriffen werden. Beim Einbau von Türen und Fenstern können, mit einem geringen Mehraufwand, als Alternative klassisch ausgestopft werden. Hierbei können Materialien aus künstlichen Mineralfasern (KMF) oder sogar auch Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen mit z.B. natureplus-Zertifikat verwendet werden. Schafwolle, Hanf oder Jute genügen von Natur aus der Baustoffklasse B2. Um die Naturstoffe für Motten ungenießbar zu machen, werden sie mit Boraten behandelt, die gleichzeitig auch flammhemmend wirken. Hanffasern werden mit Soda besprüht, um sie flammhemmend auszustatten.

Es ist davon auszugehen, dass der Markt auf die neue EU-Verordnung reagiert und vermehrt Produkte mit geringerem Gehalt an Isocyanaten auf den Markt bringt. Produkte mit einem höheren MDI-Gehalt (>1 %) müssen mit dem Zusatz „**R40**“, d.h. „Verdacht auf krebserzeugende Wirkung.“ versehen werden. Trotzdem bleibt das Risiko bei der Anwendung durch Isocyanate und langfristig durch die chlorierten Flammschutzmittel.

Bei der Anwendung von Schäumen

- müssen Schutzhandschuhen getragen werden
- bei Asthma, ekzematösen Hauterkrankungen oder Hautproblem sollte der (Haut-) Kontakt vermieden werden
- bei Personen, die bereits für Diisocyanate sensibilisiert sind, kann der Umgang mit dem Produkt allergische Reaktionen auslösen
- das Produkt nicht bei ungenügender Lüftung verwenden bzw. Schutzmaske mit entsprechendem Gasfilter (Typ A1 nach EN 14387) tragen
- überschüssiger Schaum nach dem Aushärten abschneiden und möglich luftdicht verschließen

Literatur

1. Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖEF), "AGÖF-Orientierungswerte für Inhaltsstoffe von Raumluft und Hausstaub" im Tagungsband zum 7. AGÖF-Fachkongress in München 4. bis 5. März 2004.
2. Haumann, T. and Thumulla, J., "Semi Volatile Organochemicals in Indoor Environment - Chlorinated Phosphorus and Organotin Compounds in Material and House Dust Samples", in Indoor Air 2002 Proceedings: 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate Monterey, California, June 30-July 5, 2002, Vol 4, pp 865 - 870.
3. Ingerowski, G., Friedle, A. und Thumulla J., "Chlorinated ethyl and isopropyl phosphoric acid triesters in indoor environment – an inter-laboratory exposure study", Indoor Air 2001 (11), pp 145-149.
4. Pöhner, A., Simrock, S., Thumulla, J., Weber, S. and Wirkner, T., (1997) "Hintergrundbelastung des Hausstaubes von Privathaushalten mit mittel- und schwer-flüchtigen organischen Schadstoffen", AnBUS e.V., Fürth, Germany 1997.
5. Pardemann, J., Salthammer, T., Uhde, E. und Wensing, M., (2000) „Flame Retardants in the Indoor Environment, Part 1: Specification of the Problem and Results of Screening Tests“ in Proceedings of Healthy Buildings 2000, Helsinki, Finland, Vol. 4, pp. 125-130.
6. Sagunski, H., Ingerowski, G., Mattulat, A. und Scheutwinkel, M., (1997), "Tris(2-chlorethyl)-phosphat – Exposition und umweltmedizinische Bewertung“, Umweltmedizin in Forschung und Praxis, 2 (3), 185-192.
7. Thumulla, J., "AGÖF-Orientierungswerte für den Hausstaub - Ein Vorschlag für eine Aktualisierung" im Tagungsband zum 8. AGÖF-Fachkongress in Fürth 19. bis 20. September 2007.