

## 1. Fachgespräch „Innenraum und Gesundheit“

### **Hausstaub – ein Indikator für Innenraumbelastung ?**

Dr. Sigrid Scharf, Umweltbundesamt

#### **1. Einleitung**

Forschungsergebnisse belegen: Nicht nur unsere Umwelt, auch die Raumluft und Staub in unseren Wohnungen, Büros, Schulen, öffentlichen Gebäuden, etc. sind häufig erheblich mit Schadstoffen belastet.

Dieser Hausstaub ist eine Mischung unterschiedlichster Stoffe, die von vielen Faktoren wie z.B. Lebensstil, Ausstattung, etc. abhängig ist: Hausstaub ist eine Sammelbezeichnung für partikel- und faserförmige Immissionen in Gebäuden, die sich auf Oberflächen absetzen. Es bilden sich durchschnittlich täglich rund 6 Milligramm Staub pro Quadratmeter: Mit den Schuhen trägt man feinste Staubpartikel in die Wohnung. Abrieb und Alterung von Teppichen, Polstermöbeln und anderen Wohnungseinrichtungsgegenständen tragen ebenfalls zum Staub bei wie der Mensch selbst. Die oberste Hautschicht des Menschen erneuert sich ständig, die abgestorbenen Hautzellen (ca. 1-2 Gramm täglich) fallen zu Boden und mischen sich dort mit anderen Bestandteilen (z.B. mit den abgefallenen Haaren) zum Hausstaub. Staub ist auch ein natürlicher Bestandteil der Luft und gelangt daher auch durch das geöffnete Fenster in die Wohnung. Baustoffe, Möbel und Raumtextilien können Schadstoffe in die Atmosphäre abgeben. Diese Stoffe verteilen sich auf allen Oberflächen und werden vom Hausstaub gebunden.

In Gebäuden finden sich daher einerseits die Schadstoffe der Außenluft, andererseits auch viele Chemikalien, die aus der Ausstattung, aus Artikeln des täglichen Bedarfs und der Bausubstanz etc. stammen. Studien zeigen, dass in Innenräumen bis zu 5.000 verschiedene Chemikalien gemessen werden können.

#### **2. Probenahme und Aufarbeitung von Hausstaub**

Die Probenahme von Hausstaub ist in der VDI-Vorschrift 4300, Blatt 8 beschrieben. Das Standardverfahren geht von einem Staub aus, der nach einer Grundreinigung der Wohnung über einen Zeitraum von sieben Tage in der Wohnung anfällt und dann z.B. mittels Staubsauger von der frei begehbaren Bodenfläche in einen neuen Staubsaugerbeutel gesaugt wird. Dadurch wird ein Probenmaterial gewonnen, dessen Inhaltsstoffe ein stabiles Verteilungsmuster zeigen.

Die Aufarbeitung der Hausstaub-Probe erfolgt aus dem Gesamtstaub oder daraus abgeseibten Fraktionen (< 2 mm, < 63 µm). Generell gilt, dass die Konzentrationen der Staubinhaltsstoffe mit abnehmender Korngröße zunehmen. Der Gehalt im Feinstaub (< 63 µm) kann bis um das Fünffache über dem Gehalt im Gesamtstaub liegen. Die Homogenität des Staubes nimmt ebenfalls mit abnehmender Korngröße zu. Aus praktischen Gründen kann jedoch das Absieben einer Probe auf < 63 µm in Ermangelung ausreichender Masse Schwierigkeiten bereiten. Vergleichsuntersuchungen aus der Literatur zeigen, dass übereinstimmende Ergebnisse bei den Fraktionen < 2mm und < 63 µm erhalten werden.

### 3. Ausgewählte Ergebnisse der Studie des Umweltbundesamtes

Im Oktober 2003 wurden insgesamt 24 Hausstaubproben aus verkehrsnahen und -entfernten Wohnungen und Büros gesammelt und auf einige Schadstoffe untersucht, die möglicherweise aufgrund Ihrer toxischen Eigenschaften negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben können:

#### *Schwermetalle:*

wurden in allen Proben nachgewiesen. Einsatzbereiche sind elektrische Leitungen, Wasserleitungen, Legierungen, Batterien, etc.. Blei, Chrom, Kupfer und Zink lagen mit ihren Medianwerten (140 mg/kg, 84 mg/kg, 230 mg/kg bzw. 970 mg/kg) deutlich über den von AGÖF (Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute) diskutierten Normalwerten (20 mg/kg, 70 mg/kg, 80 mg/kg bzw. 500 mg/kg).

#### *Phthalate:*

sind Weichmacher, welche Kunststoffen zugemischt werden, um deren Verwendbarkeit und Handhabbarkeit zu verbessern. Die am häufigsten eingesetzten Weichmacher sind Di-2-(ethylhexyl)-phthalat (DEHP), Di-n-Butylphthalat (DBP), Butylbenzylphthalat (BBP) und Diethylphthalat. In Österreich waren 1998 ca. 15.000 bis 20.000 Tonnen im Umlauf. Da die Weichmacher nicht fest in die Kunststoffmatrix eingebunden sind, werden sie trotz des niedrigen Dampfdruckes und der geringen Wasserlöslichkeit an angrenzende Medien abgegeben. Die Konzentration in Innenräumen ist am höchsten, wo neue Fußbodenbeläge und Wandverkleidungen angebracht wurden.

Von den untersuchten Phthalaten wurde das reproduktionstoxische DEHP am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen (Maximalwert: 3.300 mg/kg) gemessen. Auch hier überschritt der Median mit 460 mg/kg den von AGÖF vorgeschlagenen Normalwert von 400 mg/kg.

#### *Pyrethroide:*

finden seit Beginn der 80er Jahre zunehmend Einsatz. Sie werden als Insektenvernichtungsmittel bzw. zum Textilschutz, Holzschutz und für Dauerimprägnierungen verwendet. Im Jahre 2002 betrug der österreichische Import an diesen hochwirksamen Nervengiften ca. 223 Tonnen. Von den untersuchten Pyrethroiden wurde Permethrin am häufigsten nachgewiesen (in 13 von 22 Proben). Die Maximalkonzentration betrug 35 mg/kg. Der Medianwert für Permethrin in den Hausstaubproben lag bei 0,86 mg/kg und überschritt den von der AGÖF vorgeschlagenen Normalwert von 0,5mg/kg. Die restlichen Pyrethroide wurden nur vereinzelt bestimmt.

#### *Polybromierte Diphenylether:*

erschweren als Flammschutzmittel die Entzündbarkeit von Materialien, insbesondere von Kunststoffen und werden daher im Elektro-, Elektronik-, Bau-, Transport- sowie Textilsektor eingesetzt. Kunststoffe und Polyurethanschäume enthalten oft PBDE im %-Bereich. Das zumindest in den USA am meisten verbreitete eingesetzte Kongener # 209 wurde in allen Proben in der höchsten Median-Konzentration (0,022 mg/kg) bestimmt. Ähnliche Konzentrationen dieser persistenten fettlöslichen Stoffe können auch im Klärschlamm nachgewiesen werden.

*Nonylphenol und Bisphenol A:*

2002 wurden ca. 1700 Tonnen Bisphenol A und ca. 62 Tonnen Nonylphenol (Isomere und Salze) nach Österreich importiert. Alkylphenole sind Ausgangsmaterial für Kunstharze und –lacke sowie in Klebern, Reinigungsmitteln und Imprägnierungen enthalten. Bisphenol A ist ein Ausgangsprodukt für Polycarbonate und Epoxidharze sowie Antioxidans in Kunststoffen und Kosmetika. In fast allen Proben wurden diese endokrin wirksamen Industriechemikalien nachgewiesen. Die Maxima betragen für Nonylphenol 14 mg/kg, für Bisphenol A 8,8 mg/kg. Die Konzentrationen im Hausstaub sind wiederum mit jenen im Klärschlamm vergleichbar.

*Organozinnverbindungen:*

wurden in den letzten Jahren in PVC-Fußböden, Sportkleidung, Badeartikeln, Lebensmittelverpackungen, Kindergummitiefeln oder Barbiepuppen nachgewiesen. Eine besondere Rolle als Quellen zinnorganischer Verbindungen in Innenräumen spielen großflächig behandelte Einrichtungsgegenstände bzw. Belege. In PVC-Artikeln dienen zinnorganische Substanzen als Stabilisatoren und werden während des Fertigungsprozesses zugegeben. Andere Quellen sind der direkte Eintrag durch früher übliche, TBT-haltige Desinfektions-, Material- bzw. Holzschutzmittel. Der Einsatz in diesem Bereich geht wohl stark zurück, es ist jedoch in betroffenen Gebäuden weiterhin mit einem diffusen, aber anhaltenden Eintrag der betreffenden bioziden, persistenten Substanzen zu rechnen. In Europa wurden 1995 12.000 bis 15.000 Tonnen verbraucht. Mono- und Dibutylzinn wurden in fast allen Proben (Maximalwerte um 20 mg/kg), Tributylzinn in einem Drittel der Proben nachgewiesen. Die erhaltenen Messwerte sind wiederum mit Ergebnissen aus Klärschlammanalysen vergleichbar.

*Lineare Alkylbenzolsulfonate (LAS):*

sind die mengenmäßig wichtigsten anionischen Tenside und in Wasch-, Spül- und Reinigungsmitteln enthalten. Weltweit wurden 1998 ca. 2,2 Mio. Tonnen eingesetzt, davon entfielen auf Westeuropa 400.000 Tonnen. In allen Hausstaubproben konnten LAS in Konzentrationen von 37 bis 660 mg/kg nachgewiesen werden. Diese Tenside gehören somit mengenmäßig nicht nur zu den bedeutendsten Komponenten im Klärschlamm sondern auch im Hausstaub.

*Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe:*

entstehen bei Erhitzungs- oder Verbrennungsprozessen unter Sauerstoffmangel (Pyrolyse) und sind daher in großen Mengen in Ruß enthalten. PAK sind auch Bestandteil der Emissionen vieler industrieller Prozesse und des Kfz-Verkehrs. Daher sind sie inzwischen in der Umwelt ubiquitär verbreitet. Innenraumhygienisch relevant sind PAK vor allem durch den Einsatz von Steinkohlenteer als Parkettkleber bis Ende der 60er Jahre, weitere Quellen sind z.B. alte Teeranstriche sowie Kamin- und Zigarettenrauch.

Das krebserregende Benzo(a)pyren (BaP) wird üblicherweise als Leitsubstanz für PAHs herangezogen. Die AGÖF definierte den Normalwert für Benzo(a)pyren im Hausstaub mit 0,2mg/kg. In der vorliegenden Untersuchung lag der Median für BaP bei 0,06 mg/kg.

*Trisphosphate:*

sind als Weichmacher und Flammschutzmittelwirkstoffe im Einsatz. Ihr Anteil am weltweiten Weichmacher-Markt liegt bei etwa 5 %; ihr Hauptanwendungsbereich sind

PVC-Produkte. Ihre akute Toxizität liegt über der von DEHP und ihr Abbauverhalten ist im Vergleich zu DEHP ungünstiger. Während anorganische Flammschutzmittel festgebunden im Material vorliegen, kann der Einsatz organischer Flammschutzmittel zu erheblichen Kontaminationen in Innenräumen führen. Beispielsweise können Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP) und Tris(monochlor-propyl)phosphat (TCPP) von behandelten Oberflächen in die Raumluft und den Staub übergehen. Diese Stoffe finden Einsatz in PU-Schäumen, Farbanstrichen und Tapeten. Ein weiterer Phosphorsäureester, der in Innenräumen von Relevanz ist, ist Tris(2-butoxyethyl)phosphat (TBEP). Diese Substanz wird z.B. in rutschhemmenden Fußbodenpflegemitteln eingesetzt. Die AGÖF-Normalwerte der verschiedenen Trisphosphate liegen bei 0,1-1 mg/kg, z.B. für Tributylphosphat. 0,5mg/kg. In der vorliegenden Studie lagen die Maximalwerte der verschiedenen Trisphosphate unter 10 mg/kg. Tributylphosphat wurde in 4 von 10 Proben über 5 mg/kg nachgewiesen

#### 4. Schlussfolgerungen

Hausstaub ist ein Spiegel der chemischen Schadstoffbelastung unserer Innenräume. Er ist ähnlich wie Klärschlamm oder Sediment eine Senke für viele Chemikalien, da sich mittel- und schwerflüchtige Schadstoffe in Innenräumen an den Staubpartikeln anlagern. Hausstaub eignet sich aufgrund seiner Adsorptionskapazität sehr gut für Screeninguntersuchungen und ist somit ein Indikator für die Exposition mit Schadstoffen. Die Frage, ob ein Innenraum nennenswert mit Schadstoffen belastet ist und damit zu einer Gesundheitsgefährdung führen kann, lässt sich oft schon durch eine Hausstaubanalyse und / oder eine Raumluftanalyse beantworten. Wenn die Analysen positiv ausfallen, können weiterführende Untersuchungen zur Identifizierung der Quellen durchgeführt werden, die schlussendlich bis zu einer Sanierung führen können.

#### 5. Literatur

M. Uhl, P. Hohenblum, S. Scharf: Hausstaub – ein Indikator für Innenraumbelastung; Umweltbundesamt, BE 258 und dort zitierte Literatur

DIN EN ISO 16000-1; Entwurf November 2005

VDI 4300, Blatt 8, Juni 2001

[www.agöf.de](http://www.agöf.de)

[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

Mag. Dr. Sigrid Scharf

Leiterin der Abt. Umweltwirksame Stoffe und Metaboliten  
Umweltbundesamt

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien

Tel: 01 31304/5290

Fax: 01 31304/5222

Email: [sigrid.scharf@umweltbundesamt.at](mailto:sigrid.scharf@umweltbundesamt.at)