



MERKBLATT

Organische Luftschadstoffe in Innenräumen und Fogging (Schwarzstaub)

In den letzten Jahrzehnten haben gesundheitliche Beschwerden zugenommen, die im Zusammenhang mit dem Aufenthalt in bestimmten Räumen oder Gebäuden stehen. Immer häufiger wird die Ursache in der Vielzahl an organischen Verbindungen vermutet, die in Innenräumen nachgewiesen werden können. Sie gelangen mit Baustoffen, aber auch mit Einrichtungsgegenständen oder Haushaltschemikalien in die Räume und können sich dort anreichern, weil der Luftaustausch in Innenräumen generell gering ist und durch Dämmmaßnahmen zum Energiesparen noch weiter verringert wird.

Nachfolgend geben wir Ihnen einen knappen Überblick über mögliche Schadstoffe in Innenräumen, über ihre Quellen und über Maßnahmen zur Verringerung der Belastung. Allerdings lassen sich verlässliche Aussagen über eine Belastung nur nach differenzierten Untersuchungen treffen.

1. Was sind Innenräume?

Nach einer Definition des Sachverständigenrates für Umweltfragen verstehen wir unter Innenräumen alle Wohnräume vom Keller bis zum Dachstuhl, ebenso alle öffentlichen Gebäude wie Kindergärten, Schulen, Sporthallen, Krankenhäuser. Auch alle Arbeitsräume wie Büros und Läden zählen dazu, ebenso die Innenräume von Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln.

Diese Definition beinhaltet jedoch nicht die Arbeitsstätten, in denen bestimmungsgemäß mit Chemikalien umgegangen wird. Solche Räume unterliegen den besonderen Regelungen der Gefahrstoffverordnung. Die Kriterien für die Luftqualität orientieren sich hier an gesunden Erwachsenen, die sich dort nur begrenzte Zeit aufhalten, also i.d.R. nicht länger als 40 Stunden pro Woche.

In Innenräumen zeigen Stoffabbau, Stoffumwandlung und – transport einige Charakteristika, die sich z. T. von den Prozessen in anderen Umweltmedien deutlich unterscheiden:

- Im Freien z. Bsp. werden Schadstoffe rasch in der Außenluft verdünnt. Dies ist in Innenräumen nur eingeschränkt möglich.
- Die Adsorption von schwerflüchtigen Substanzen an Partikel und Oberflächen (z. B. Staub oder Teppiche, Möbel) spielt im Innenraum eine besondere Rolle.

In Innenräumen sind nicht nur Gesundheitsstörungen zu vermeiden, sondern auch Störungen des Wohlbefindens und der Konzentrationsfähigkeit, die z. B. auf unangenehme Geruchseindrücke zurückgehen.

2. Quellen für Schadstoffe in der Innenraumluft:

Primärquellen

- Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände (Möbel, Teppiche, Vorhänge, Tapeten, Tüfelungen,...),
- Elektrische Geräte, offene Feuerstellen, Lüftungsanlagen, Gastermen,
- Einsatz von Chemikalien (Reinigungs-, Pflegemittel, Büromaterialien, Biozide, Produkte aus dem Heimwerker- und Hobbybereich),
- Besondere Verhaltensweisen (Rauchen, Chemikaliengebrauch).

Sekundärquellen

- Oberflächen, an denen Schadstoffe adsorbiert sind (Bodenbeläge, Teppiche, Vorhänge, Tapeten, Möbel,...).

Verunreinigungen aus der Außenluft

- Straßenverkehr (Kohlenwasserstoffe, Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid, Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Partikel),
- Gewerbe (Chemische Reinigungen, Druckereien, Lackierbetriebe),
- Eindringen von Gasen aus dem Boden (Radon).

3. Wichtige Gruppen von Schadstoffen in Innenräumen

Grundsätzlich unterscheidet man in der Chemie anorganische und organische Verbindungen. Beide Gruppen kommen in Innenräumen vor.

Als Schadstoffe in Innenräumen sind zunächst verschiedene anorganische Verbindungen zu nennen. Gasförmige Verbindungen wie Stickoxide (NO_x) und Kohlenmonoxid (CO) werden bei Verbrennungsprozessen freigesetzt, andere Gase auch als menschliche Stoffwechselprodukte.

Als bedeutsame Quellen im Innenraum für Emissionen von flüchtigen organischen Stoffen können Bauprodukte, technische Geräte, Einrichtungsgegenstände, Reinigungsmittel auftreten.

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die organischen Schadstoffe, da diese in großer Zahl in der Innenraumluft vorkommen. Entsprechend ihrer Flüchtigkeit werden leichtflüchtige (s. Abschnitt 3.1) und schwerflüchtige (s. Abschnitt 3.2) Verbindungen unterschieden.

Gasförmige anorganische Stoffe (z. B. Kohlenmonoxid, Stickoxide)

Verbrennungsvorgänge, z. B. Rauchen, Gasherde, Verkehr
Menschlicher Stoffwechsel

Leichtflüchtige organische Stoffe (VOC) -> leichter Übertritt in die Luft

Lösemittel in Klebstoffen, Lacken, Farben, Büromaterialien, Putzmitteln, Heimwerkerprodukten

Baumaterialien, Einrichtungsgegenstände, z. B. Formaldehyd¹ in Spanplatten

Biologische Quellen (Pilze, Bakterien) -> mikrobielle VOC (MVOC)

Verbrennungsvorgänge

Schwerflüchtige organische Stoffe -> Adsorption an Staub und Oberflächen

Baumaterialien, Einrichtungsgegenstände, z. B. Polychlorierte Biphenyle in Fugendichtungen, Phthalate (Weichmacher) in Kunststoffen

Biozide (Insektizide, Fungizide), z. B. Pentachlorphenol, Lindan, Permethrin: u.a. in Teppichen, Farben, Holz

Anorganische Partikel (Asbest, künstliche Mineralfasern)

Radioaktive Stoffe (Radon)

Biologische Belastungen (Hausstaubmilbe, Schimmelpilze, Bakterien und Viren)

3.1. Leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC)

Substanzen mit einer Siedetemperatur von etwa 50 bis 260 °C werden als leichtflüchtig bezeichnet. Der Begriff volatile organic compounds oder kurz VOC ist auch im deutschen Sprachraum etabliert.

Die wichtigste VOC-Quelle für Innenräume sind Lösemittel, die in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt werden (s. Tabelle 1). VOC können auch aus Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen freigesetzt werden und entstehen ferner bei unvollständiger Verbrennung.

Tabelle 1: Quellen von flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffen (VOC), aufgeschlüsselt nach Stoffgruppen. Quelle: Umweltbundesamt 2000	
Stoffgruppe	Quelle
Alkane	Außenluft, Erdgas (Methan bis Butan), Kraftstoffe, Lösemittel
Aromaten	Kfz-Verkehr, Tabakrauch, Lösemittel, höher siedende Aromaten (z. B. Phenylcyclohexen in Teppichböden), Hartschaumprodukte (Styrol)
Terpene	Holz, Lösemittel, „Geruchsverbesserer“
Olefine und Naphthene	Kfz-Verkehr, Lösemittel
Alkohole	Lösemittel, Abbauprodukte u. a. aus Weichmachern
Aldehyde	Formaldehyd: Holzwerkstoffe, Bindemittel, Kosmetika Höherwertige Aldehyde: Küchendunst, Desinfektionsmittel, Alkydharzfarben, Ölfarben, Linoleum, Korkfußböden
Ketone	Lösemittel (z. B. Aceton, Methylethylketon), Stoffwechselprodukt, UVgehärtete Lackoberflächen
Ester	Lösemittel, schwerflüchtige Lösemittel/Weichmacher, Heizkostenverteiler (Methylbenzoat)
Ether	Kraftstoffe, Lösemittel in wasserlöslichen Farben und Lacken
Halogenierte Verbindungen	Entfettung, Lösemittel, chemische Reinigung (Tetrachlorethen), Motenschutz, Toilettensteine (p-Dichlorbenzol)
Sonstige Verbindungen	Bindemittel (Phenol), Teerprodukte (Kresole)

Kontinuierlich emittierende Quellen können über längere Zeiträume eine relativ konstante Quellstärke aufweisen, beispielsweise die Freisetzung von Formaldehyd aus Spanplatten. In anderen Fällen, z.B. beim Einsatz von Klebmitteln, ist in der Raumluft zunächst eine Konzentrationsspitze zu beobachten, der sich ein langsamer Abklingprozess anschließt. Ein erneuter Einsatz des Klebers führt dann wiederum zu einem neuen Zyklus.

Anders verhält es sich bei kurzzeitig wirksamen Quellen, beispielsweise einem Gasherd. Die Quelle ist nach dem Abstellen des Herdes geschlossen, die Konzentrationen der Verbrennungsprodukte sinken mit dem normalen Luftaustausch auf die Ausgangswerte ab, bis der Herd erneut benutzt wird. Je nach Nutzungsgewohnheiten können aus solchen Quellen regelmäßige oder variable Zeitmuster der Stoffkonzentrationen resultieren.

3.2. Schwerflüchtige organische Verbindungen

Organische Stoffe mit einer Siedetemperatur von über 260°C (bzw. einem Dampfdruck von weniger als 10 Pascal bei 20 °C) werden als schwerflüchtig bezeichnet. Viele dieser Substanzen können in der Raumluft noch in nennenswerten Konzentrationen auftreten. Die meisten schwerflüchtigen Stoffe haben eine ausgeprägte Neigung zur Adsorption an Staubpartikel und Oberflächen wie Tapeten, Gardinen und Einrichtungsgegenständen, die damit selbst zu Sekundärquellen dieser Schadstoffe werden.

Aufgrund von Gesundheitsstörungen oder aus anderen Gründen sind einzelne Stoffe in den Blickpunkt gerückt. Dazu zählt Pentachlorphenol (PCP), das bis 1985 auch im Innenbereich als Fungizid zum Holzschutz angewandt wurde. Insektizide fanden ebenfalls Anwendung im Holzschutz und werden gegenwärtig zum Schutz von Wollteppichen und zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt (z.B. Permethrin).

4. Maßnahmen zur Verringerung von Innenraumbelastungen

Es gibt einige sehr einfache Maßnahmen, mit denen man den Eintrag von Chemikalien verringern (s. Abschnitt 4.1) bzw. vorhandene Belastungen vermindern kann (s. Abschnitt 4.2). Nachdem die Quellen einer möglichen Belastung identifiziert wurden, können sie entweder entfernt oder abgedichtet werden (Beispiele s. Abschnitte 4.3 und 4.4). Besonderer Sorgfalt bedarf auch die Sanierung von Sekundärquellen.

4.1 Eintrag von Chemikalien verringern

- Einsatz überflüssiger Chemikalien vermeiden (Haushalt, Heimwerken),
- auf die Verwendung von Bioziden verzichten,
- nicht Rauchen,
- „Luftverbesserer“, Duftlampen, Räucherstäbchen o.ä. möglichst wenig benutzen,
- schadstoffarme Produkte kaufen (z. B. auf die Kennzeichnung „Blauer Engel“ achten),
- neue Möbelstücke, Einrichtungsgegenstände und Elektrogeräte erst ausgasen lassen (z.B. auf dem Balkon oder Dachboden),
- Waschen neuer Textilien vor dem ersten Tragen,
- Auslüften von Textilien, die aus der Reinigung kommen,
- Garagen und Heizungsräume gut zu den Wohnräumen hin abdichten,
- Lacke und Farben, Pinselreiniger etc. dicht verschlossen und nicht im Wohnraum aufbewahren. Reste über eine Schadstoffsammelstelle umweltfreundlich entsorgen.

4.2 Belastungen mindern

- Lüften, vor allem bei Belastungen mit Lösemitteln, die nach Renovierungsmaßnahmen mit der Zeit abnehmen,
- Staub entfernen: Staubsaugen (bei geöffnetem Fenster!) oder feucht wischen; besonders sinnvoll bei Belastungen mit schwerflüchtigen Substanzen, die stark an Staubpartikel adsorbieren (z.B. PCP, PAK),
- Zur Vorsorge oder bei geringfügiger Belastung (z.B. PAK-Kleber unter intaktem Parkett) zusätzlich: Staubfänger wie Gardinen und Vorhänge zweimal im Jahr waschen, Reinigung der Heizkörper, v.a. vor der Heizperiode.

4.3 Schadstoffquellen entfernen

- Ersatz von belasteten Spanplatten durch Faser- oder Gipskartonplatten,
- belastete Teppichböden entfernen,
- mit bioziden Holzschutzmitteln behandelte Hölzer entfernen,
- Abhobeln von Hölzern: Eindringtiefe ca. 2mm, Baustelle luftdicht von Wohnräumen abdichten, Atemschutz, Handschuhe, Werkzeuge mit Staubabsaugung.

Achtung: Die Sanierung sollte unbedingt fachgerecht erfolgen. Daher sollte möglichst eine Fachfirma mit spezieller Ausrüstung und Erfahrung beauftragt werden. Sollten Sie sich jedoch entschließen, die Arbeiten selbst durchzuführen, ist unbedingt auf den Selbstschutz zu achten (z. B. Atemmasken verwenden).

4.4 Schadstoffquellen abdichten

- Bei belasteten Spanplatten (Formaldehyd): Abdichten der Plattenoberflächen, Sägeschnitte mit Umleimer abkleben, Bohrungen versiegeln, Schutzanstriche (nicht dauerhaft, besonders auf Schadstellen achten), Dampfsperre: Aluminium- oder Verbundfolie,
- Mit Holzschutzmitteln behandelte Dachböden gut gegen die Wohnräume abdichten (Staub!),
- Parkett sanieren und neu versiegeln, überbauen oder mit einer durchgehenden und stabilen PE-Folie abdecken, vorher Dehnungsfugen am Rand mit Dichtungsmasse abdichten und Ränder der Folie mit Klebeband gründlich befestigen.

4.5 Sekundärkontaminationen beseitigen

- Sekundärquelle gründlich reinigen, z. B. Vorhänge waschen, Tapeten abwaschen, Möbel und Gegenstände im Raum abwischen,
- Sekundärquelle entfernen, z. B. Tüfelungen, Möbel, Teppichböden.

Zur Bewertung gesundheitsgefährdender Einflüsse sind in bestimmten Fällen eigene Untersuchungen und Laboranalysen durch das Gesundheitsamt erforderlich. Auf der Basis der Ergebnisse erfolgt eine Beurteilung der gesundheitlichen Gefährdung. Wenn erforderlich, werden in Zusammenarbeit mit dem Untersuchungslabor Empfehlungen für Maßnahmen ausgesprochen.

Literatur

Bayrisches Landesamt für Umwelt (2008): Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Überblick

Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes und des Ausschusses für Umwelthygiene der AGLMB (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. Bundesgesundheitsblatt 11, 422-426

Deutscher Verband Unabhängiger Prüflaboratorien e.V. (Hrsg., 1998): Empfehlungen zur Vergabe und Kontrolle von Laborleistungen im Umweltbereich

Deutsche Forschungsgemeinschaft (2002): MAK- und BAT-Werte-Liste 2002. Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Mitteilung 38. WILEY-VCH, Weinheim

Landeshauptstadt München (Hrsg., 1999): Wegweiser Umweltmedizin. München. PDF unter

http://www.muenchen.de/cms/prod2/mde/_de/rubriken/Rathaus/70_rgu/04_vorsorge_schutz/umweltmedizin/pdf/adressen_aerzte_umweltmedizin.pdf

Pluschke P. (1996): Luftschadstoffe in Innenräumen – Ein Leitfaden. Springer-Verlag, Berlin

Stiftung Warentest (2002): Wohnen ohne Gift: sanieren, renovieren, einrichten. Berlin

Umweltbundesamt:

(2000): Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden. Berlin

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/1824.pdf>

(2003): Attacke des schwarzen Staubes – das Phänomen „schwarze Wohnungen“. Ursachen – Wirkungen – Abhilfe. Berlin

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2276>