

INFORMATIONEN ZU WOHNIGIFTEN

Besonders im Hausstaub lassen sich viele mittel- und schwerflüchtige organische Schadstoffe nachweisen. Im Rahmen eines Forschungsprojektes untersuchte das Fürther Umweltlabor AnBUS e.V. bis 1997 den Hausstaub von 272 Privathaushalten. Dabei stellte sich heraus, dass neben den Pestiziden **PCP**, **Lindan** und **Permethrin** auch noch deutliche **DDT**-Konzentrationen messbar waren, obwohl das Insektizid DDT schon 1972 und das Holzschutzmittel PCP 1989 verboten wurde. **Lindan** wurde häufig zusammen mit PCP eingesetzt. Außerdem konnten erhebliche **Weichmacherkonzentrationen** und auch kritische Mengen **Flammschutzmittel** im Hausstaub beobachtet werden. Einige der mittelflüchtigen Schadstoffe zeigen auch ein deutliches Ausgasungsverhalten. Sie können in deutlichen Mengen in der Luft nachgewiesen werden und so zur Langzeitbelastung in Innenräumen beitragen.

Pestizide

Als Pestizide bezeichnet man eine große Gruppe von Giftstoffen, die direkt als solche verwendet werden, um lebende Organismen wie z.B. Bakterien, Pilze oder Insekten abzutöten. Pestizide werden nach ihrem Einsatzgebiet in Gruppen eingeteilt, einige besonders bedeutsame Stoffgruppen sind z.B. **Fungizide** (gegen Pilze) und **Insektizide** (gegen Insekten). Viele Pestizide finden Verwendung als Pflanzenschutz- und Holzschutzmittel, sind hochgiftig und haben die Aufgabe, in niedrigster Dosierung die maximale Wirkung zu erzielen. Die chemische Zusammensetzung von Pestiziden kann sehr unterschiedlich sein, oft handelt es sich jedoch um chlorierte Verbindungen. Zu den wichtigsten Pestiziden Schadstoffen, die sich in Innenräumen aufgrund der Verwendung von Holzschutzmitteln anreichern, zählen u.a. **Pentachlorphenol** (PCP), ein **Fungizid**, **Lindan** und **Permethrin**, beides **Insektizide**. Das Fungizid PCP wurde in den 70er und 80er Jahren auch großflächig in Innenräumen verwendet. PCP wurde in vielen Holzanstrichen mit bis zu 5% Gehalt beigemischt und war zudem mit **Dioxinen** verunreinigt. PCP und Lindan gehören neben den geruchsintensiven **Chloranisolen** (Fertighausgeruch) neben Formaldehyd und Schimmelpilzen zu den Problemen in **Fertighäusern** aus den 60er und 70er Jahren.

Insektizide wie Permethrin, Cypermethrin oder Deltamethrin sind Langzeitgifte aus der Familie der **Pyrethroide**, die über lange Jahre in bedenkbaren Konzentrationen in Wohnungen nachgewiesen werden können. Insektizide stammen häufig aus Elektroverdampern, Mottenkugeln und Insektensprays oder werden von Kammerjägern in Häusern verwendet. Schädliche Konzentrationen typischer Pestizide wie z.B. Permethrin findet man in **Teppichen**, bevorzugt in Schurwolleteppichen zum Schutz vor Mottenfraß, in einigen **Lederprodukten** und anderen Naturstoffen wie Sisal oder Kokos. Der Wirkstoff gelangt über den Feinstaub und Faserabrieb in die Innenraumluft und in die Lunge. Pyrethroide findet man auch in Flohhalsbändern für Tiere.

Flammschutzmittel

Holz und Holzwerkstoffe, Kunststoffe, Schäume und Textilien werden mit sogenannten "Flammschutzmitteln" schwerer entflammbar gemacht. Zu den häufig verwendeten und besonders gesundheitsschädlichen Verbindungen gehören die **chlorierten organischen Phosphorverbindungen**, die auch als starke Nervengifte bekannt sind. Sie kommen bevorzugt z.B. in Montageschäumen für Fenster und Türen, PU-Schaumstoffen und anderen Polyurethanprodukten, Matratzen, Möbeln, Elektrogeräten, Teppichen, Tapeten, Gardinen, Farben, Lacken, Versiegelungen vor. Sie sind im Hausstaub und in der Innenraumluft vieler Wohn- und Arbeitsbereiche zu finden. Bekanntester und häufigster Vertreter der Flammschutzmittel ist das Tris(chlorpropyl)phosphat (TCPP). Flammschutzmittel auf Organophosphorbasis werden inzwischen häufiger gefunden als die Pestizide PCP, Lindan oder Permethrin.

Weichmacher

Die Plastizität und Dehnbarkeit von Kunststoffen und Kautschukmaterialien werden durch chemische Zusätze in Form von Weichmachern erhöht. Viele Weichmacher sind aromatische Esterverbindungen und kommen aus der Familie der **Phthalate**. Zu den bekanntesten und häufigsten Verbindungen gehören DEHP (Diethylhexylphthalat), BBP (Benzylbutylphthalat), DEP (Diethylphthalat) und DBP (Dibutylphthalat). Weichmacher werden seit ca. 40 Jahren weit verbreitet eingesetzt. Sie verteilen sich über den Staub im Raum und gelangen in die Atemluft. Man findet sie bevorzugt in z.B. PVC-Produkten, Kunststoffmöbeln, Teppichen (Schaumrücken), aufgeschäumten Struktur- und Vinyltapeten, Lacken und Klebern. Der Weichmacheranteil von elastischen Kunststoffprodukten kann sogar bis 70% betragen.

PCB und PAK

Zu den besonders giftigen schwerflüchtigen Schadstoffen gehören auch die **polychlorierten Biphenyle (PCB)** und **polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**.

PCB werden im Innenraum zum Beispiel in älteren Parkettversiegelungen und Fugenmassen gefunden. Sie werden im menschlichen Fettgewebe, Hirn, Knochen- und Rückenmark gespeichert. Bekannte Risiken sind Leber- und Nierenschäden, Störungen des Immunsystems, Gewichtsverlust, Chlorakne und andere Vergiftungserscheinungen. Studien weisen auf neurotoxische Effekte hin.

PAK finden sich als Teerkleber unter vielen alten Parkettböden, PVC-Böden und Fliesen in der Klebemasse. Sie können zu Gesundheitsschäden führen, zum Beispiel Haut- und Schleimhautreizungen, Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege, Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, spontanem Nasenbluten und anderen Symptomen. Einige PAK sind beim Menschen eindeutig als krebserzeugend eingestuft. Zudem kommt es häufig zu Innenraumbelastungen durch Naphthalin, was bei einer Untersuchung nicht übersehen werden darf.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über einige Produkte und deren mögliche schwerflüchtige und toxische Inhaltsstoffe, die bevorzugt über den Hausstaub aufgenommen werden.

Produkt	schwerflüchtige Inhaltsstoffe
Kleber, Lacke, Kunstleder, Kunststoffprodukte allg., PVC-Böden, Tapeten (Vinyl), Teppiche (Synthetik)	Weichmacher
Matratzen, Möbel, Montageschäume, Tapeten (Textil)	Flammschutzmittel
Textilien und Leder (Kleidung, Möbel), Teppiche (Wolle)	Pestizide
Elektroverdamper, Insektenspray	Insektizide (<i>Permethrin</i>)
Holz, Holzschutzfarben, ältere Fertighäuser	Pestizide (<i>Insektizide, Fungizide</i>)
Teerölprodukte, Kamin, Tabakrauch	PAK
Elektrogeräte (alt), Neonlampen (alt)	PCB (<i>in Kondensatoren</i>)
Schalldämmplatten, Fugendichtmassen, Parkettversiegelungen (alt)	PCB
PVC, PVC-Bodenbeläge	Organozinnverbindg. (<i>TBT, DBT</i>)

GESUNDHEITLICHE BEDEUTUNG

Die wichtigsten Wirkungen bei chronischen Innenraumbelastungen äußern sich in Schädigungen einzelner Organe, des Nervensystems und in erhöhter Krebswahrscheinlichkeit. Zahlreiche Schadstoffe rufen hormonähnliche Wirkungen im Organismus hervor. Hierdurch treten bei Frauen u.a. Eireifungsstörungen, eine herabgesetzte Befruchtungsfähigkeit, Eierstockzysten und gehäufte Fehlgeburten auf. Bei den Männern nimmt die Quantität und Beweglichkeit des Samens und somit ebenfalls die Befruchtungsfähigkeit ab. Häufig wurden derartige Wirkungen nur in Zusammenhang mit Hormonrückständen im Trinkwasser und in Nahrungsmitteln gebracht, die zusätzliche Belastung durch Wohngifte wurde lange vernachlässigt. Leidet ein Mensch unter MCS, dann können Reaktionen schon bei geringsten Konzentrationen der Schadstoffgemische oder Einzelsubstanzen ausgelöst werden. Als häufigste Symptome werden u.a. Kopfschmerzen, Schwindel, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, visuelle und motorische Störungen, Depression, Atem- und Hautprobleme sowie Muskel- und Gelenkschmerzen genannt. Pestizide und schwerflüchtige Schadstoffe werden an erster Stelle über die **Haut** (direkter Körperkontakt zum behandelten Material) und über den eingeatmeten und verschluckten kontaminierten **Staub** aufgenommen. Sie reichern sich so in den Atemwegen und auf Schleimhäuten an. Wenn sich einmal eine

Konzentration dieser Schadstoffe im Innenraum aufgebaut hat, ist Lüften als Gegenmaßnahme nicht so effektiv wie bei den Lösemitteln oder bei Formaldehyd. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Wirkungen der aufgeführten schwerflüchtigen Schadstoffe zusammengefasst.

schwerflüchtige Schadstoffe	häufige Symptome und mögliche gesundheitliche Wirkungen
Pestizide (Holzschutzmittel / PCP, Lindan)	Taubheitsgefühle, Schmerzen in den Gliedmaßen, Schwächegefühl, Chlorakne, Haut- und Schleimhautreizungen, Leukämie, Leberschäden, Störungen des Nervensystems
Pyrethroide (Permethrin)	Hautreizungen, krampfartige Beschwerden, Konzentrationsstörungen und Störungen des Nervensystems
Weichmacher (Phthalate)	Speicherung im Fettgewebe, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Reiz der Schleimhaut, Fruchtbarkeitsstörungen, Störungen des Nervensystems
Flammschutzmittel (chlororganische Phosphorsäureester)	Allergische Effekte, erhöhte Infektanfälligkeit, mutagene Wirkung, Müdigkeit, Störungen des Nervensystems und Schleimhautreizungen
PCB (polychlorierte Biphenyle)	Schwächung des Immunsystems, Müdigkeit, Kopf- und Gelenkschmerzen, Chlorakne, Leber- und Nierenschäden, Störung des Immunsystems, Gewichtsverlust und Ödeme
PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe)	Eindeutig krebserregend, bevorzugt Leber- und Nierenschäden

Einige **Pestizide** sind krebserregend, erbgut- und fruchtschädigend. Andere werden für Unfruchtbarkeit verantwortlich gemacht. Die schwerflüchtigen Stoffe greifen das Nervensystem an, schädigen Leber und Nieren, werden mit Allergien, verschiedenartigen Schmerzen, Verhaltensstörungen, entzündlichen Erkrankungen und Herzbeschwerden in Zusammenhang gebracht. Man erkannte PCP als krankmachendes Langzeitgift mit erbgutschädigender und krebserzeugender Wirkung. PCP ist besonders wegen seiner technischen Verunreinigungen in Form von hochgiftigen **Dioxinen** und **Furanen** gefährlich. Ab 1978 wurde die Anwendung im Innenraum ausdrücklich verboten. Die besondere Gefahr der chlorhaltigen Gifte ist die **Anreicherung im Organismus**. Für das Gesundheitsrisiko ist neben der Höhe der Konzentration besonders die Zeitdauer der Exposition entscheidend. Die Konzentration in der Luft oder am Staub hängt vom Verhältnis der behandelten Oberflächen zum Raumvolumen,

vom Staubaufkommen sowie den Lüftungs- und Reinigungsgewohnheiten ab. Pestizide können noch nach Jahrzehnten in schädlichen Konzentrationen in der Luft, im Staub und im Material nachgewiesen werden. Sekundärkontaminationen an z.B. Staub, Polstern, Teppichen und Textilien könnten sich im Laufe der Zeit durch die lange Kontaktzeit sogar verstärken. So können Materialien, die niemals mit Giften behandelt wurden, im Laufe der Zeit selbst auffällig werden.

Lindan und **Permethrin** sind heute noch erlaubt. Lindan kann Krebs auslösen und reichert sich besonders im Fettgewebe an. Permethrin wurde von der U.S.-Umweltbehörde EPA als krebserregend eingestuft. Die biologische Gefahr der meisten PCP-Nachfolgeprodukte (z.B. Chlorthalonil, Dichlofluanid, Endosulfan, Heptachlor oder Deltamethrin) ist bisher zu wenig oder noch gar nicht erforscht worden. Toxikologen warnen vor Pyrethroidbelastungen, die zu Infektionen, Gedächtnisschwäche, Nerven und Bewegungsstörungen bis hin zu Lähmungserscheinungen führen können.

Das Gesundheitsrisiko durch **Weichmacher** ist trotz der großen Einsatzbreite noch wenig erforscht. Sie sind nahezu überall in Innenräumen zu finden. Wissenschaftliche Untersuchungen weisen auf verschiedene biologische Gefahren bis zum Krebsrisiko hin. Das Krebspotential der am häufigsten vorkommenden Verbindung (DEHP) gilt nach Tierversuchen als gesichert. Die US-Umweltbehörde EPA stuft es als kanzerogen ein. Für andere Weichmacher besteht zumindest Krebsverdacht.

Chlorierte **Flammschutzmittel** auf Phosphorbasis gehören zu einer Verbindungsklasse, die als typische Nervengifte bekannt sind. Ihnen wird auch mutagene (erbgutverändernde) Wirkung zugeschrieben. In belasteten Innenräumen wurden bereits akute Reizerscheinungen von Haut und Schleimhäuten beobachtet, die sich z.B. in Augenbrennen und Halskratzen geäußert haben. Langzeitbelastungen können zu ähnlichen Symptomen führen, die auch bei den Pestiziden auftreten: Müdigkeit und erhöhte Infektanfälligkeit.

PCB wird im menschlichen **Fettgewebe**, Hirn, Knochen- und Rückenmark gespeichert. Bekannte Risiken sind z.B. Leber- und Nierenschäden, Störungen des Immunsystems, Gewichtsverlust, Chlorakne und andere Vergiftungserscheinungen. Die WHO hat 1987 in Bezug auf **PAK** für die lebenslange Exposition mit Benzo[a]pyren eine sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit von **Lungenkrebs** abgeleitet. Außerdem können Blasen-, Bronchial- und Magen-Darmkrebs verursacht werden. Im Arbeitsschutz sind viele PAK als krebserzeugend eingestuft.

BAUBIOLOGISCHE MESSTECHNIK

Bei der baubiologischen Meßtechnik stehen neben der gründlichen Bestandsaufnahme und Erfassung von Verdachtsmomenten (je nach Haustyp, Ausstattung und Baujahr) die Staub- und Materialprobe mit anschließender Fachlaboranalyse im Vordergrund. Weiterhin kommen auch Luft- und Wischproben in Frage. Viele schwerflüchtige Schadstoffe reichern sich im Hausstaub an und lie-

fern Hinweise auf Innenraumquellen. Mit Materialproben werden die Quellen zugeordnet und über die Luftmessungen sowie Wischproben von Oberflächen werden Sanierungs- oder Richtwertkontrollen durchgeführt.

EMPFEHLUNGEN

Oberflächenbehandlungen mit **Pestiziden** sind bei Hölzern fast immer unnötig. Wenn doch, dann sollten nur Borsalze oder geeignete biologische Produkte eingesetzt werden. Bei einer Pestizid-Sanierung sollten damit behandelte Materialien prinzipiell entfernt werden. Behandeltes Holz kann bis zu drei Millimeter abgehobelt und freiliegende Balken mit dampfdichten Folien (z.B. Alufolie) umkleidet werden. Ein Abschleifen sollte unbedingt vermieden werden, da sonst gefährliche Staubbelastungen auftreten können. In einigen Fällen hilft das Überstreichen mit schnelltrocknendem Schellack oder dampfdichten Maskierungslacken. Bei dem Gütezeichen 'Wollsiegel' ist bei einem Teppich mit einer **Permethrinbehandlung** zu rechnen. Eiche chemische Behandlung wird hier sogar gefordert. Ein Teppichboden sollte jedoch nicht mit Giftstoffen wie Pyrethroiden behandelt sein. Alternativ kann auch das natürliche Pyrethrum verwendet werden, welches von wilden Chrysanthemenblüten gewonnen wird sich schneller zersetzt. Auch ohne Behandlung mit Langzeitgiften kommt es bei regelmäßiger Wohnraumpflege sehr selten zu einem Insektenbefall.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

1. Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGOEF), **AGÖF-Orientierungswerte für Inhaltsstoffe von Raumluft und Hausstaub**, Tagungsband zum 7. AGÖF Fachkongress am 4./5. März 2004 in München (www.agoef.de)
2. Gesamtverband Schadstoffsanierung GbR: **Schadstoffe in Innenräumen** und an Gebäuden. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller: Köln, 2010
3. Zwiener, G; Mötzl, H.: **Ökologisches Baustoff-Lexikon**. Verlag C.F. Müller: 3. Auflage, Köln, 2006
4. Zwiener, G.; Lange, F.-M.: **Handbuch Gebäude-Schadstoffe und gesunde Innenraumluft**. Erich-Schmidt-Verlag: 1. Auflage, Berlin, 2012



© **UMWELTANALYTIK UND BAUBIOLOGIE**

DR. RER. NAT. THOMAS HAUMANN

AM RUHRSTEIN 59, D-45133 ESSEN

TEL: 0201 6159862, THOMAS.HAUMANN@GMX.NET

WWW.UMWELTANALYTIK-BAUBIOLOGIE.DE