



Alle Abb.: Dr. Thomas Haumann

Abb. 1: Diese OSB-Platte zeigte auffällige Ausdünstungen durch Terpene und Aldehyde.

Damit die Luft rein bleibt

Schadstoffemissionen bei der Planung von Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen berücksichtigen ■

Schadstoffemissionen werden bei Renovierungen und Sanierungen im Innenraum häufig durch Farben, Lacke, Lasuren und Kleber verursacht. Weitere Quellen sind Holzwerkstoffe, Kunststoffe, Teppiche, Möbel, Dichtungen, Dämmungen und Einrichtungen. Aber auch Langzeit-Wohngifte aus bereits vorhandenen Quellen werden gerade in alten Wohnungen und Häusern vorgefunden. Da viele Modernisierungsmaßnahmen den „natürlichen“ Luftwechsel verringern, ist neben einer Sanierung der bereits vorhandenen Schadstoffquellen und einem realistischen Lüftungskonzept auch die Wahl schadstoffarmer Bauprodukte entscheidend, um eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Bewohner zu vermeiden. Der folgende Artikel gibt einen Überblick über Schadstoffe in Bauprodukten und Hilfen bei der Produktwahl durch Bewertungskriterien, Zertifizierungen, sogenannte Ökosiegel, sowie Produkt- und Sicherheitsdatenblätter. **Dr. Thomas Haumann**

Häufig werden direkt nach einer Renovierung durch die neuen Bauprodukte und Einrichtungen chemische Stoffe an die Raumluft abgegeben. Im Fokus stehen hierbei Formaldehyd und Lösemittel oder Lösemittlersatzstoffe, die kurz- oder mittelfristig eine deutliche Raumluft- und Geruchsbelastung verursachen können. Einige dieser Stoffe sind chemische Additive und Hilfsstoffe, die das optische Erscheinungsbild, die Haltbarkeit und den Brandschutz von Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen verbessern sowie die Verarbeitung erleichtern sollen.

Neben diesen „flüchtigeren“ Schadstoffen sind häufig auch noch Langzeit-Wohngifte vorhanden oder werden neu eingebracht. Zu diesen zählen neben den altbekannten Insektiziden, Motten- und Holzschutzmitteln auch modernere Zusatzstoffe in Form von Topfkonservierern, Flammschutzmitteln, Weichmachern, Stabilisatoren und Hautbildungsverhinderern.

Chronische Einwirkungen geringer Konzentrationen sind bei gleicher Gesamtaufnahme gesundheitlich gefährlicher als einmalige hohe Konzentrationen. Dies spielt bei Innenraumbelastungen eine

besondere Rolle. Dabei liegt die schädliche Konzentration meist unter der wahrnehmbaren Geruchsschwelle.

Die gesundheitlichen Folgen von Schadstoffemissionen aus Baustoffen umfassen neben den krebserregenden Wirkungen auch Einflüsse auf Hormonstoffwechsel und Fruchtbarkeit. Sehr viele Schadstoffe weisen neuro- und psychotoxische Eigenschaften auf. Auch heute noch leiden viele Menschen durch die jahrelange Exposition gegenüber Holzschutzmitteln wie PCP und Lindan oder deren Verunreinigungen (Dioxine).



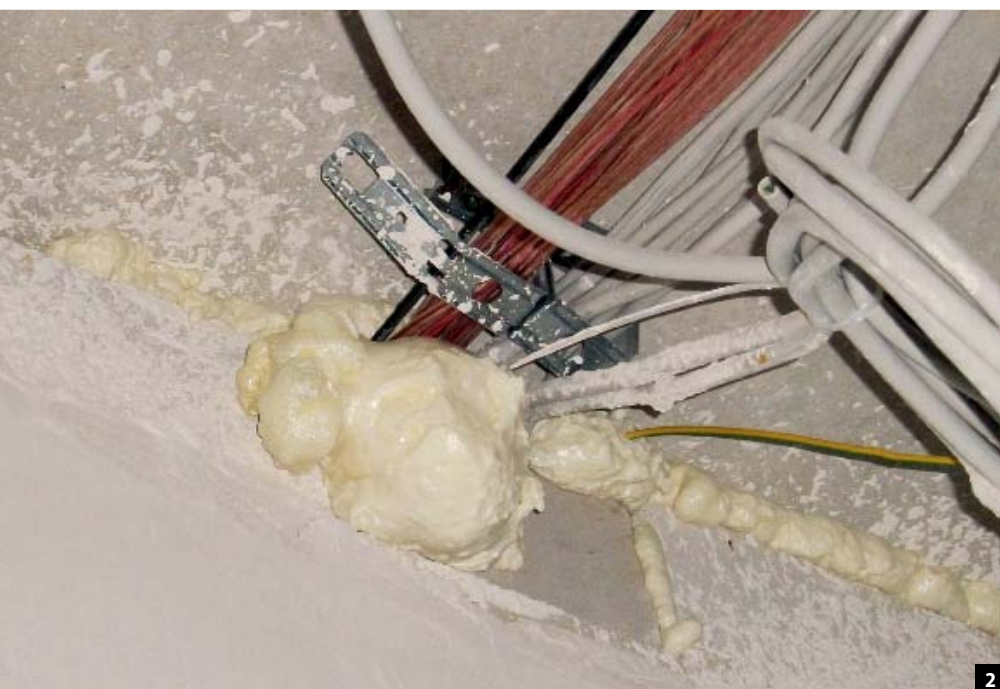


Abb. 2: Chlorierte Flammschutzmittel kommen zum Beispiel in PU-Schäumen vor.

Abb. 3: PAK-haltige Parkettkleber, wie dieser aus den 1950er-Jahre geben ihre Schadstoffe langandauernd an die Raumluft ab.

Lüftungskonzept ist wichtiger Faktor für gute Innenraumluft

Die Innenluft ist in der Regel deutlich schlechter als die Außenluft. Die nach DIN 1946-6 (2009-5) erforderlichen Luftwechselraten werden in der Praxis meist unterschritten und in modernen und energieoptimierten Wohnungen selbst mit regelmäßiger manueller Fensterlüftung der Raumnutzer nicht erreicht. Daher spielt die sorgfältige und realitätsbezogene Erstellung eines Lüftungskonzepts eine wichtige Rolle im Hinblick auf gute, schadstoffarme und geruchsneutrale Innenraumluft.

Bei der Planung auf das Kleingedruckte achten

Deutlich unterschieden werden muss zwischen Altlasten, den bereits vor Jahren oder Jahrzehnten eingesetzten Produkten in Wohnungen und Häusern, und dem aktuellen Angebot im Baustoffhandel. Zwar wurden im Laufe der Zeit einige besonders kritische Giftstoffe aus dem Verkehr gezogen, aber die Zahl eingesetzter Chemikalien und Additive ist gleichzeitig drastisch gestiegen. Alternative Naturprodukte gibt es für zahlreiche Anwendungen, häufig mit guten Eigenschaften und geringen Schadstoffgehalten. Es lohnt sich also, bei der Planung Weichen zu stellen und auf das Kleingedruckte

zu achten. Auf welche Schadstoffe ist dabei zu achten und mit welchen Gefahren sind diese verbunden?

Formaldehyd

Formaldehyd findet sich hauptsächlich in Spanplatten und anderen Holzwerkstoffen, aber auch in manchen Dämmstoffen, Farben, Reinigungs-, Konservierungs- und Putzmitteln. Häufig dient es als Ausgangsstoff für Kunstharze und Leim. So können alte Spanplatten bis zu 30 Prozent aus formaldehydhaltigen Leimen bestehen. In Wandfarben und Lacken können außerdem Verbindungen enthalten sein, die in der Lage sind, Formaldehyd abzuspalten.

Formaldehyd reizt Atemwege, Haut und Schleimhäute, verursacht Kopfschmerzen, löst Allergien aus und kann Krebs erzeugen. In einigen Fällen wurden auch Haarausfall und Nierenschädigungen beobachtet.

Auch heute sind die meisten Spanplatten nicht formaldehydfrei, wie oft angenommen wird. Die verkaufte und offiziell als unbedenklich geltende E1-Qualität ist nur relativ formaldehydarm.

Dies stellt keinen ausreichenden Schutz dar. Ein großer Einbauschrank oder ein Wand- und Bodenaufbau mit flächendeckenden E1-Spanplatten kann in kleinen Räumen den Innenraum-Richtwert der WHO von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Luft schnell übersteigen. Dabei sollte die Formalde-

hydkonzentration in Innenräumen langfristig unterhalb von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. Bei formaldehydhaltigen Spanplatten sind es besonders die offenen Kanten und Löcher, die das giftige Gas emittieren, weniger die Oberflächen.

Lösemittel und Geruchsstoffe

Seit langer Zeit werden in vielen Farben und Lacken aliphatische und aromatische Lösemittel eingesetzt. Außerdem findet man in ihnen chlorierte Lösemittel als Konservierungsstoffe. Weit verbreitet sind auch Lösemittel aus der Gruppe der Aliphaten, Alkohole, Ketone und Ester, oft in Kombination mit aromatischen Lösemitteln.

Besonders hartnäckige und großflächige Quellen leichtflüchtiger Schadstoffe und unangenehmer Gerüche in Innenräumen sind großflächige synthetische Teppichböden. Vor allem in der Rückenbeschichtung und im Kleber finden sich leichtflüchtige Zusatzstoffe.

Lösemittel schädigen das Nervensystem, einige haben krebserregende und frucht-schädigende Wirkungen, andere schädigen Leber, Nieren und Blut oder führen zu Allergien, Früh- und Fehlgeburten sowie Sterilität. Erste Symptome sind zum Beispiel Kopfschmerzen, Sehstörungen, Atemwegs- und Schleimhautreizungen, Gliederschmerzen, Schwäche und Schwindel. Die Beschwerden werden oft durch Kombina-



Flammschutzmittel

Zu den häufig verwendeten und besonders gesundheitsschädlichen Verbindungen gehören die chlorierten organischen Phosphorverbindungen, die auch als starke Nervengifte bekannt sind. Ihnen wird auch eine mutagene (erbgutverändernde) Wirkung zugeschrieben. In belasteten Innenräumen wurden bereits akute Reizerscheinungen von Haut und Schleimhäuten beobachtet, die sich zum Beispiel in Augenbrennen und Halskratzen geäußert haben. Langzeitbelastungen können zu ähnlichen Symptomen führen, wie sie auch bei Bioziden auftreten: Müdigkeit und erhöhte Infektanfälligkeit.

Chlorierte organische Phosphorverbindungen kommen als Flammschutzmittel bevorzugt in PU-Schaumstoffen und -produkten, Matratzen, Schäumen, Teppichen, Tapeten, Gardinen, Farben, Lacken und Versiegelungen vor. Bekanntester und häufigster Vertreter ist derzeit das Tris(chlorpropyl)phosphat (TCPP).

Weichmacher

Viele Weichmacher stammen aus der Familie der Phthalate. Zu den bekanntesten und häufigsten Verbindungen gehört DEHP (Diethylhexylphthalat) und neuerdings auch das DINP (Diisononylphthalat).

Weichmacher werden seit etwa 40 Jahren weit verbreitet eingesetzt und reichern sich in Innenräumen stark an. Man findet sie bevorzugt in PVC-Produkten, Kunststoffmöbeln, Teppichen mit Schaumrücken, aufgeschäumten Struktur- und Vinyltapeten, Lacken und Klebern (Abb. 2). Der Weichmacheranteil von besonders elastischen Kunststoffprodukten kann sogar bis zu 70 Prozent betragen.

Bei Belastungen durch Weichmacher konnten unter anderem Frucht- und Leberschädigungen, Nerven- und Immunstörungen, Haut- und Augenreizungen sowie Blutbild- und Keimdrüsenveränderungen beobachtet werden. DEHP wird als Stoff mit krebserzeugender Wirkung eingestuft. Daher wurde er aus vielen Produkten wie Kinderspielzeug und Nahrungsmittelverpackungen bereits entfernt. Für andere Weichmacher besteht zumindest Krebsverdacht.

PCB und PAK

PCB (polychlorierte Biphenyle) werden im Innenraum zum Beispiel in älteren Parkettversiegelungen und Fugenmassen gefun- »

tionswirkungen unterschiedlicher Luftschadstoffe verursacht und hängen von der psychischen und physischen Verfassung des Menschen, von der Konzentration der Schadstoffe und der Dauer der Schadstoffeinwirkung ab.

Einige Hersteller produzieren auch aromatenfreie Produkte. Aber auch der Hinweis „lösemittelfrei“ garantiert bei Klebern, Farben und Lacken keine Unbedenklichkeit. Hier weichen die Hersteller zunehmend auf Glykole als Lösemittelerersatzstoffe aus. Diese besitzen einen höheren Siedepunkt und zählen daher nicht zu der Gruppe der klassischen Lösemittel, gasen viel langsamer aus und können die Raumluft noch monatelang belasten. Bei einigen Glykolverbindungen zeigen sich ähnliche toxische Wirkungen wie bei anderen konventionellen Lösemitteln.

Neben Alkoholen finden natürliche Lösemittel wie die Terpene Caren, Limonen oder Pinen Verwendung bei vielen Bio- oder Naturfarben. Terpene sind jedoch insbesondere für viele Allergiker ungeeignet. Vor allem sollte der Gehalt an Delta-3-Caren niedrig sein.

Auch OSB-Platten, die in Leichtbauweise und bei Renovierungen eingesetzt werden, können durch einen harzreichen Weich- und Nadelholzanteil bei großen Flächen kritische Terpenkonzentrationen in der Innenraumluft verursachen (Abb. 1).

Viele Wohngifte wirken über lange Zeiträume

Pestizide und Holzschutzmittel

Zu den wichtigsten bioziden Schadstoffen, die sich in Innenräumen aufgrund der Verwendung von Holzschutzmitteln bis in die 1980er-Jahre angereichert haben, zählen unter anderem Pentachlorphenol (PCP), Lindan, Permethrin oder andere Langzeitgifte aus der Familie der Pyrethroide. Das Fungizid PCP wurde in den 1970er- und 1980er-Jahren ebenfalls großflächig in Innenräumen verwendet und vielen Holzanstrichen mit bis zu fünf Prozent Gehalt beigemischt. Zudem war es mit Dioxinen verunreinigt.

Schädliche Konzentrationen von Permethrin findet man in Teppichen, bevorzugt in Woll- und Baumwollteppichen zum Schutz vor Mottenfraß.

Einige Pestizide sind krebserregend, erbgut- und fruchtschädigend. Andere werden für Unfruchtbarkeit verantwortlich gemacht und greifen das Nervensystem an, schädigen Leber und Nieren, werden mit Allergien, verschiedenartigen Schmerzen, Verhaltensstörungen, entzündlichen Erkrankungen und Herzbeschwerden in Zusammenhang gebracht. Ab 1978 wurde die Anwendung von PCP im Innenraum ausdrücklich verboten. Lindan und Permethrin sind heute noch erlaubt.



Abb. 4: In diesem Altbau fand sich biozidbelastetes Balkenholz (PCP, Lindan).

den (Abb. 3). 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 (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) finden sich als Teerkleber unter vielen alten Parkettböden, PVC-Böden und Fliesen in der Klebmasse. 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.

Produkte unterscheiden sich in ihrem Schadstoffgehalt

Wandfarben

Bei den meisten handelsüblichen Wandfarben handelt es sich um Kunstharz-Dispersionen mit guter Deckkraft. Diese weisen in Bezug auf ihren Schadstoffgehalt Qualitätsunterschiede auf. Auffällig werden

können Lösemittel, Glykole, Isothiazolone (Topfkonservierer), Terpene, Weichmacher und Formaldehyd.

Einige Naturfarbenhersteller bieten auch Naturharz-Dispersionen oder mineralische Wandfarben an, die in Bezug auf die Innenraumbelastung deutlich besser abschneiden. Allergiker sollten mineralische Farben in Form von reinen Silikat- oder Kalkfarben bevorzugen.

Latexfarben können bisher nur auf Kunstharz-Basis hergestellt werden. Sie dichten die Wände fast vollständig ab und verhindern den Feuchteausgleich. Bei diesen Farben können Glykole, Weichmacher, Styrol und Formaldehyd auffällig werden. Selten findet man auch halogenorganische Verbindungen. Wenn möglich, sollte lieber auf Latexfarben verzichtet werden. Naturfarben mit Latex-eigenschaften gibt es bisher nicht.

Lacke, Lasuren und Versiegelungen

Als Lacke, Lasuren und Versiegelungen werden meistens Kunstharzprodukte eingesetzt. Auffällig werden können hier aromatische und andere Lösemittel, Acrylate, Weichmacher, Flammschutzmittel und halogenorganische Konservierungsstoffe. Wer hier unkritisch wählt, kann unangenehme Überraschungen und Gerüche erleben. Besonders Wasserlacke haben hohe Glykolateile, selbst mit dem „Blauen Umweltengel“ ausgezeichnete.

Deutlich besser schneiden hier Naturfarbenhersteller ab, die Produkte ohne Kunstharzanteile anbieten. Auch für Heizkörperlacke und Parkettversiegelungen gibt es Naturprodukte.

Teppichböden und Kleber

Nach massiven Problemen mit Lösemitteln in der Raumluft werden viele Bodenbelags- und Teppichkleber inzwischen auch auf Wasserbasis hergestellt, was hohe Glykolkonzentrationen zur Folge hat. In Verbindung mit bestimmten Teppichrückenbeschichtungen und Feuchtigkeit können jedoch auch hier erhebliche Geruchsprobleme entstehen.

Wenn geklebt werden muss, dann sollten Kleber mit dem „EMICODE EC1-plus“-Siegel verwendet werden. EC1-plus-Produkte zeichnen sich durch ein besonders geringes Ausgasungsverhalten aus. Trotzdem kann es auch bei diesen Produkten bei großflächiger Anwendung zu Geruchsauffälligkeiten kommen.

In alten Wohnungen und Häusern lauern aktive Schadstoffe

Neben Asbest, Feuchtigkeit und Schimmelpilzen sind Schadstoffe wie Formaldehyd und schwerflüchtige Langzeitgifte in älteren, bis in die 1980er-Jahre gebauten Wohnungen und Häusern für die meisten gesundheitsrelevanten Innenraumprobleme verantwortlich. Besonders betroffen sind zum Beispiel

Fertighäuser (Formaldehyd, Biozide, Pilze), ältere Parkettböden (PAK, PCB), Holzflächen, -balken und -paneele im Innenraum (Pestizide, PCP, Lindan), Teppichböden (Pestizide) und in einigen Fällen Lacke und Beschichtungen (Pestizide, Weichmacher, Flammschutzmittel).

Manche Probleme lassen sich durch Versiegeln, Entfernen und Entsorgen der Quellen und abschließender Feinreinigung bei der Renovierung relativ leicht beseitigen. Leider fehlt hierbei in vielen Fällen der nötige Sachverstand, die richtigen Prüfungen und Bewertungen sowie die Festlegung der fachgerechten Vorgehensweise bei den Sanierungen. Deshalb empfiehlt sich im Verdachtsfall, einen erfahrenen Baubiologen oder Sachverständigen für Innenraumschadstoffe hinzuzuziehen (Abb. 4).

Schadstoffe erkennen, messen und bewerten

Um die Schadstoffbelastung in Innenräumen zu bestimmen, haben sich mittlerweile einige gängige Verfahren etabliert. Zu ihnen zählen die gezielte Probenahme von Raumluft, Hausstaub und Materialien für die Fachlaboranalytik.

Für Innenräume gibt es kaum rechtlich verbindliche Grenzwerte, die helfen könnten, die ermittelten Werte zu interpretieren. Arbeitsplatzgrenzwerte eignen sich hier für die Bewertung nicht. Die Situation von Risikogruppen wie Ungeborene, Schwangere, Kinder, Kranke, Sensible oder Allergiker sollte besonders berücksichtigt werden.

Es gibt jedoch einige Richtwerte von der Innenraumhygiene-Kommission des Umweltbundesamtes sowie von der WHO (air quality guidelines) und zahlreiche Datenbanken über Normal- und Hintergrundbelastungen in Innenräumen mit Orientierungswerten, zum Beispiel der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF). Mit ihnen lassen sich erste Auffälligkeiten erkennen. Mit einem Geruchsleitfaden bietet die AGÖF zudem eine gute Bewertungshilfe bei Gerüchen im Innenraum.

Der „Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten“ (AgBB), in dem neben den Ländergesundheitsbehörden auch das Umweltbundesamt (UBA) vertreten ist, hat weitere Prüfkriterien erarbeitet und daraus das so genannte AgBB-Bewertungsschema für Emissionen aus innenraum-

levanten Bauprodukten entwickelt. Dadurch soll eine Grundlage für eine einheitliche und nachvollziehbare gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in Deutschland bereitgestellt werden.

Die Vorgehensweise bei der Produktprüfung und -bewertung wird über das Umweltbundesamt herausgegeben. Im Mittelpunkt stehen Produktprüfungen über Prüfkammerverfahren in Bezug auf leicht-, mittel- und schwerflüchtige Schadstoffe (VOC/SVOC). Ziel ist es, langfristige ausdünstende Produkte – vor allem Produkte für Bodenbeläge – zu erkennen und bewerten zu können.

Bewertet wird anhand der sogenannten NIK-Werte, worunter die niedrigsten (toxikologisch) interessierenden Konzentrationen für Innenräume im privaten und öffentlichen Bereich zu verstehen sind. Das AgBB-Schema stellt sicherlich einen guten Ansatz für Baustoffbewertungen und -prüfungen dar. Die derzeit gültigen NIK-Werte (Stand 2010) sind jedoch vergleichsweise hoch, und die AgBB-Bewertung kann somit nur die „Spitze des Eisbergs“ in Bezug auf innenraumrelevante Schadstoffausdünstungen kappen.

Auch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) berücksichtigt in ihrem Zertifizierungssystem die chemische Innenraumhygiene. Spätestens vier Wochen nach Fertigstellung dürfen festgelegte Grenzwerte in Bezug auf TVOC (Summe der Lösungsmittel) und Formaldehyd nicht überschritten werden.


Empfehlungen: Den Schadstoffeintrag beschränken

Mit allen Farben, Lacken, Klebern und Oberflächenversiegelungen – auch biologischen Produkten – sollte immer möglichst sparsam umgegangen werden. Während und nach einer Teppichverlegung, Parkettversiegelung, Möbellasierung, Tapezieren und Streichen sollte reichlich und anhaltend gelüftet werden. Sensible Personen sollten sich in der Anfangszeit nicht in den Räumen aufhalten.

Bei Teppichböden sollte auf garantiert biozidfreie Ware und textile Rücken aus Naturfasern geachtet sowie auf eine flächendeckende Verklebung verzichtet werden. Der Verzicht auf Spanplatten oder die Verwendung von wirklich formaldehydfreien Produkten schränkt die Formaldehydgefahr stark ein.

Orientierungshilfen bieten Hinweise wie lösemittelfrei, weichmacherfrei, halogenfrei, acrylatfrei, frei von Konservierungsstoffen (zum Beispiel ohne Isothiazolone), ohne Motenschutz und Biozide (zum Beispiel ohne Permethrin und andere Pyrethroide) usw. Weitere Hilfestellungen liefern Umweltlabels und -prüfungen wie die „Öko-Test“-Bewertung, das „Naturplus“-Qualitätszeichen und Prüfsiegel eines unabhängigen Prüfinstituts, wie beispielsweise dem eco-Umweltinstitut.

Auf PVC-Produkte (Bodenbelag), Vinyltapeten und Styroporplatten sollte im Innenraum möglichst verzichtet werden. Vorsicht ist bei Polyurethan-(PU)-Produkten geboten (Farben, Lacke und Matratzenschäume). Diese können giftige chlorierte Flammschutzmittel enthalten.

Wichtig ist es, produktbezogene technische Merkblätter oder Sicherheitsdatenblätter einzusehen. In ihnen sind wichtige Inhaltstoffe sowie Hinweise und Einstufungen nach GISCODES zu finden. Mit einer sorgfältigen Produktauswahl können die Schadstoffemissionen bei der Planung von Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen minimiert werden. 

Literatur

- [1] Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF): AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft (Fassung vom 10.10.2008), www.agoef.de
- [2] Gesamtverband Schadstoffsanierung GbR: Schadstoffe in Innenräumen und an Gebäuden. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller: Köln, 2010
- [3] Umweltbundesamt (Innenraumlufthygiene-Kommission IRK): Richtwerte für die Innenraumluft, www.uba.de
- [4] Zwiener, G.; Mötzl, H.: Ökologisches Baustoff-Lexikon. Verlag C.F. Müller: 3. Auflage, Heidelberg, 2006
- [5] Zwiener, G.; Lange, F.-M.: Handbuch Gebäude-Schadstoffe und gesunde Innenraumluft. Erich-Schmidt-Verlag: Berlin, 2012

Autor

Dr. Thomas Haumann
Sachverständigenbüro für Umweltanalytik
und Baubiologie
Essen

BauenimBestand  **.de**

 **Online-Archiv**
unter www.BauenimBestand24.de
Themen
Baustoffe und Materialien,
Innenwände, Böden, Bodenbeläge
Schlagworte
Gesundheitsschutz, Schadstoff,
Schadstoffsanierung