

## Informationen zu Formaldehyd und Lösemitteln

Die Innenraumbelastung durch leichtflüchtige Schadstoffe basiert in erster Linie auf der Ausgasung aus Spanplatten, Kunststoffen, Teppichen, Tapeten, Farben, Lacken, Klebern, Möbeln, Oberflächenbeschichtungen, Dichtungen, Dämmungen und Einrichtungen. **Formaldehyd** wird hier als Einzelstoff besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da es sich um ein sehr kritisches und leider noch weit verbreitetes Wohngift handelt. In modernen Wohnräumen findet man auch häufig **Lösemittel** und andere flüchtige Schadstoffe in kritischen Konzentrationen. Diese Stoffe können die Atemwege reizen und zu chronischen Beschwerden führen.

Die Innenluft ist fast immer schlechter als die Außenluft. Die erforderliche Luftwechselrate von einmal pro Stunde wird meist unterschritten und in modernen Bauten oder energetisch sanierten Altbauten findet man oft nur noch eine Luftwechselrate von unter 0,2.

### VORKOMMEN UND URSACHEN

**Formaldehyd** findet sich hauptsächlich in Spanplatten und anderen Holzwerkstoffen, aber auch in manchen Dämmstoffen, Reinigungs-, Konservierungs- und Putzmitteln, in Textilien, Autoabgasen und im Zigarettenrauch. Formaldehyd dient häufig als Ausgangsstoff für **Kunstharze** und **Leim**. Der Leim von Holzwerkstoffen wie z.B. Span-, Sperrholz und Tischlerplatten besteht meist aus Formaldehydverbindungen. Spanplatten können bis 30 % aus formaldehydhaltigen **Leimen** bestehen. Bei schichtverleimtem Vollholz beträgt der Leimanteil nur ca. 3 bis 5 %. Lackierte oder mit **Melamin** beschichtete Platten sind weitgehend dicht und gasen kaum Formaldehyd aus. Formaldehydrisiken gehen jedoch auch vom **Rauchen** und **Passivrauchen** aus.

Bei der Herstellung von **säurehärtenden Kunststofflacken** (SH-Lacken) wird ebenfalls Formaldehyd verwendet. Diese Lacke werden für Beschichtungsfolien im Möbelbau und für Oberflächenversiegelungen von Parkettböden verwendet. Nahezu 10 Millionen Kubikmeter Spanplatten wurden und

werden in der BRD jährlich verkauft und verbaut. Ein hoher Prozentsatz steckt davon vornehmlich in **Fertighäusern**, besonders in jenen älterer Bauart.

Besonders hartnäckige und großflächige Quellen leichtflüchtiger Schadstoffe und unangenehmer Gerüche in Innenräumen stellen viele **Teppichböden** dar.

**Aromatische** Lösemittel und verschiedene KW (Kohlenwasserstoff-Verbindungen) werden hauptsächlich in Nitro- und Kunstharzlacken als Verdüner eingesetzt. Die **chlorierten** Lösemittel findet man in chemischen Reinigern, als Abbeizmittel und z.B. in Korrekturflüssigkeiten. Die **Alkohole**, **Ketone** und **Ester** sind in lösemittelhaltigen Stoffen weit verbreitet, oft in Kombination mit aromatischen Lösemitteln.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Verwendung von leichtflüchtigen Schadstoffen in Produkten:

Produkt, Quelle	mögliche leichtflüchtige Inhaltsstoffe
<b>Dispersionsfarben</b>	Glykole, Acrylate, Alkohole
<b>Holzwerkstoffe</b>	Phenol, Terpene, <i>Formaldehyd</i>
<b>Klebstoffe</b>	Aromaten, Acrylate, Ester, Ketone, aliphatische Lösemittel
<b>Kork</b>	Phenol, Aldehyde, <i>Formaldehyd</i> , <i>Furfural</i>
<b>Kunstharzlacke</b>	Aromaten ( <i>Toluol</i> , <i>Xylol</i> , <i>Benzole</i> ), Ketone, Ester, aliphatische KW
<b>Linoleum</b>	Aldehyde, Carbonsäuren, Aromaten
<b>Lösemittellacke</b>	Ester, Aromaten ( <i>Toluol</i> , <i>Xylol</i> , <i>Styrol</i> ), Alkohole
<b>Mottenkugeln</b>	Aromaten ( <i>Naphthalin</i> , <i>Dichlorbenzol</i> )
<b>Möbel, Möbellacke</b>	u.a. Siloxane, <i>Formaldehyd</i>
<b>Nadelholz, Naturlacke</b>	Terpene ( <i>Pinen</i> , <i>Caren</i> , <i>Limonen</i> ), <i>Formaldehyd</i> , Aldehyde, aliphatische KW
<b>PVC-Beläge</b>	Alkohole, Weichmacher, TBT, DBT, ( <i>2-Ethyl-1-hexanol</i> ), <i>Vinylchlorid</i>
<b>Styropor</b>	Aromaten ( <i>Styrol</i> )
<b>Tapeten</b>	Ketone, Aromaten ( <i>Toluol</i> ), aliphatische KW, <i>Formaldehyd</i>
<b>Teppichböden</b>	Aromaten ( <i>Styrol</i> , <i>Toluol</i> ), Amine, Weichmacher*, KW
<b>Wasserlacke</b>	Glykole, Ketone, Aldehyde, Ester

### Formaldehydfrei ?

Auch heute sind die meisten Spanplatten **nicht formaldehydfrei**, wie oft angenommen wird. Die verkaufte und offiziell als unbedenklich geltende E-1-Qualität ist nur relativ **formaldehydarm**. In der Praxis bedeutet dies, dass in der mit Spanplatten bestückten amtlichen Prüfkammer unter definierten Laborbedingungen eine Luftkonzentration von **120 Mikrogramm pro Kubikmeter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )** nicht überschritten werden darf. Dies ist aus baubiologischer Sicht kein ausreichender Schutz. Ein Kleider- oder Einbauschränk nebst flächendeckenden E-1-Spanplatten (Kanten offen) übertrifft diese Konzentrationen in der Luft von kleinen Räumen schnell. Bei formaldehydhaltigen Spanplatten sind es besonders die offenen **Kanten** und **Löcher**, die das giftige Gas emittieren, weniger die Oberflächen. Langfristig sollte die Formaldehydkonzentration in Innenräumen unterhalb von **30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  liegen.

### Lösemittelfrei ?

Auch der Hinweis '**lösemittelfrei**' auf z.B. Klebern, Farben oder Lacken bedeutet **keine** Garantie für Unbedenklichkeit. Weil die bekannten aromatischen Lösemittel wie z.B. Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Testbenzin oder sonstige Kohlenwasserstoffe ins Gerede gekommen sind, weichen die Hersteller zunehmend auf **Glykole** aus. Natürliche Lösemittel wie die **Terpene** Caren, Limonen oder Pinen finden Verwendung bei vielen **Biofarben**.

#### • Teppichböden und Kleber

Besonders die **Wasserlacke**, **Teppich-** und **PVC-Kleber** haben hohe Glykolanteile, auch die mit dem 'Blauen Umweltengel'. Glykole gasen viel langsamer aus und können die Raumluft noch monatelang belasten. Außerdem zeigen sich mittlerweile bei den noch wenig untersuchten Glykolverbindungen teilweise ähnliche toxische Wirkungen wie bei anderen konventionellen Lösemitteln. In Verbindung mit bestimmten Teppichrückenbeschichtungen und Feuchtigkeit können jedoch auch hier erhebliche **Geruchsprobleme** entstehen.

#### • Holz und Holzprodukte

Das naturbelassene und in frischem Zustand verarbeitete Holz kann vorübergehend eine Quelle für leichtflüchtige Schadstoffe (Terpene, Formaldehyd) in Innenräumen darstellen. Besonders die verwendeten **Nadelhölzer** enthalten von Natur aus flüchtige und geruchsintensive Terpene wie *Pinen*, *Limonen* und *Caren*. Bei gut abgelagertem und harzarmem Holz, wie es im Wohnbereich eingesetzt werden sollte, tritt jedoch in der Regel keine kritische Belastung durch Terpene mehr auf.

## • Korkprodukte

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Gesundheit geförderten Forschungsvorhabens wurden einige **Fußboden-** und **Wandbeläge** aus **Preßkork** untersucht. Es wurde festgestellt, dass auch **Korkfußbodenbeläge** eine potentielle Quelle leichtflüchtiger Schadstoffe (VOC) für den Innenraum darstellen können. Im Vordergrund des Interesses stand **Furfural** (ein Aldehyd), das in der MAK-Liste als möglicherweise krebserregend eingestuft ist. Neben einigen VOC und den geruchsintensiven Komponenten Phenol und Essigsäure konnte auch für das toxiologisch relevante Furfural in Prüfkammerversuchen z.T. hohe Emissionswerte festgestellt werden.

## BIOLOGISCHE WIRKUNGEN

**Lösemittel** schädigen das Nervensystem, einige haben krebserregende und fruchtschädigende Wirkungen, andere schädigen Leber, Nieren und Blut oder führen zu Allergien, Früh- und Fehlgeburten sowie Sterilität. Erste Symptome sind z.B. Kopfschmerzen, Sehstörungen, Atemwegs- und Schleimhautreizungen, Gliederschmerzen, Schwäche und Schwindel. Beschwerden werden oft durch **Kombinationswirkungen** unterschiedlicher Luftschadstoffe verursacht und hängen von der psychischen und physischen Verfassung des Menschen, von der Konzentration der Schadstoffe und der Dauer der Schadstoffeinwirkung ab. Diese leichtflüchtigen Gifte werden über die **Atemluft** aufgenommen, seltener und ausnahmsweise auch über die Haut. Bei **Formaldehyd**, ist seit den siebziger Jahren bekannt, dass das Gas krank machen kann, Atemwege, Haut und Schleimhäute reizt, Kopfschmerzen verursacht und Allergien auslöst. In einigen Fällen werden auch **Haarausfall** und Nierenschädigungen beobachtet. Zudem erzeugt Formaldehyd **Krebs** (WHO/IARC 2006, höchste Einstufung in Gruppe 1).

## BAUBIOLOGISCHE MESSTECHNIK

Die baubiologische Meßtechnik beginnt in Bezug auf leichtflüchtige Schadstoffe zunächst mit dem Geruchseindruck und der subjektiven Beurteilung des Raumklimas. Zunächst sollte erfragt werden, ob in den Räumen z.B. viel geraucht wird, ob regelmä-

ßig Duftöle oder ähnliche Produkte verwendet werden, die als mögliche Quellen für leicht flüchtige Verbindungen in Frage kommen und wie es sich mit den Lüftungsgewohnheiten verhält. Eine Suche nach möglichen Quellen ist unverzichtbar. Es ist **vor** einer Raumluftanalyse auf Lösemittel und andere leichtflüchtige Schadstoffe wichtig, die Fenster und Türen **8 bis 12 Stunden** zu schließen und normal zu heizen. Temperaturen von 20° bis 24° C sind günstig. Zu den üblichen baubiologischen Meßverfahren zählen Vortestverfahren, Probenahmen für die Laboranalytik und Materialprobenahmen.

## BEWERTUNG UND GRENZWERTE

Bei der Bewertung der Innenraumluft ist es besonders sinnvoll, Maßstäbe für Verbindungsklassen (Gruppen von Chemikalien ähnlicher Eigenschaften) herzuleiten. Hierfür sollen nun Ziel- und Richtwerte für die Summenkonzentration flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC) in der Innenraumluft vorgestellt werden. Die Zielwerte beruhen nicht auf toxikologischen Daten, sondern geben die erreichbaren Möglichkeiten unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Kenntnisse und Beobachtungen wieder.

TVOC* (Lösemittel u. leichtflüchtige Stoffe)	µg/m <sup>3</sup> (Luft)
Zielwerte (BGA, Molhave)	200 - 300
Umweltbundesamt (AIR), hygienisch auffällig	über 1000
DGNB (SOC1.2), höchste QS-Stufe	500
Normalwerte in Innenräumen (AGÖF 2013)	360

\* TVOC = Summe aller leichtflüchtigen Schadstoffe (Lösemittel)

Bei Formaldehyd liegen die durchschnittlichen Innenraumkonzentrationen bei ca. 35 µg/m<sup>3</sup>. Seit 2001 beträgt der MAK-Grenzwert für Arbeitsplätze 370 µg/m<sup>3</sup>. Das BGA und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz empfehlen bereits 1984, die Luftkonzentration von 120 µg/m<sup>3</sup> nicht zu überschreiten. Die Reizschwelle für die Atemwege und die Schleimhaut liegt bei ca. 50 µg/m<sup>3</sup>.

Richtwerte für Formaldehyd	µg/m <sup>3</sup> (Luft)
BGA-Empfehlung (BGA)	120
LQL-Richtwert (WHO, air quality guidelines)	100
Umweltbundesamt (AIR), RW I	100
DGNB (SOC1.2), höchste QS-Stufe	60
AGÖF-Orientierungswert	30
Normalwerte in Innenräumen (AGÖF 2013)	35

## EMPFEHLUNGEN

Mit allen Farben, Lacken, Klebern und Oberflächenversiegelungen - auch biologischen Produkten - sollte immer sparsam umgegangen werden. Während und nach einer Teppichverlegung, Parkettversiegelung, Möbellasierung, Tapezieren und Streichen sollte reichlich und anhaltend gelüftet werden. Belastungen durch Lösemittel werden hierbei schon erheblich reduziert. Bei Teppichböden sollte auf textile Rücken aus Naturfasern geachtet werden und auf eine flächendeckende Verklebung verzichtet werden.

Der Verzicht auf Spanplatten oder die Verwendung von wirklich **formaldehydfreien** Produkten schränkt die Formaldehydgefahr stark ein. Vollholz, stabverleimtes Holz sowie Tischlerplatten sind zu bevorzugen. Offene Spanplattenkanten der Schrank-Einlegeböden und Bohrlöcher zur Befestigung sollten immer durch z.B. Furniere, Plastikkappen, Spachtelmassen und Lacke abgedichtet werden.

## WEITERFÜHRENDE LITERATUR

1. Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF): **AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft** (Fassung vom 28.11.2013), erstmals veröffentlicht im Tagungsband zum 8. AGÖF-Fachkongress am 19. und 20. September 2007 in Fürth (siehe [www.agoef.de](http://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**, siehe [www.uba.de](http://www.uba.de)
4. Zwiener, G.; Mötzl, H.: **Ökologisches Baustoff-Lexikon**. Verlag C.F. Müller: 3. Auflage, Köln, 2006
5. 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](mailto:THOMAS.HAUMANN@GMX.NET)

[WWW.DRHAUMANN.DE](http://WWW.DRHAUMANN.DE)