

# Inhalt · Luft und Schadstoffe

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Luftverunreinigung	3
1.2 Innenraumbelastung	3
1.3 Toxikologie	6
1.4 Umwelttoxikologie der Luft	7
<b>2. Wissenschaftliche Grundlagen</b>	<b>9</b>
2.1 Gase, Volumen, Druck und Temperatur	9
2.2 Mikrobiologie	10
2.3 Fasern, Partikel und Allergene	12
<b>3. Leichtflüchtige Schadstoffe</b>	<b>14</b>
3.1 Lösemittel, Formaldehyd und Isocyanate	15
3.2 Toxikologie	20
3.3 Baubiologische Messtechnik	22
3.4 Empfehlungen und Sanierungsvorschläge	24
<b>4. Schwerflüchtige Schadstoffe</b>	<b>27</b>
4.1 Pestizide	29
4.2 Flammschutzmittel	32
4.3 Weichmacher	33
4.4 PCB und PAK	34
4.5 Toxikologie	36
4.6 Baubiologische Messtechnik	37
4.7 Empfehlungen und Sanierungsvorschläge	38
<b>5. Mikrobielle Belastungen in Wohnräumen</b>	<b>40</b>
5.1 Schimmel- und Hefepilze, Bakterien	40
5.2 Gesundheitsgefahren	46
5.3 Baubiologische Messtechnik	49
5.4 Empfehlungen und Sanierungsvorschläge	53
<b>6. Fasern und Partikel</b>	<b>56</b>
6.1 Asbestfasern	56
6.2 Künstliche Mineralfasern	60
6.3 Staub, Partikel und Allergene	63

<b>7. Raumklima</b>	<b>67</b>
7.1 Kohlendioxid	67
7.2 Luftionen	68
7.3 Luftfeuchte und Pilze	69
7.4 Lufttemperatur, Luftbewegung und Luftdruck	70
7.5 Lüftung und Luftwechsel	70
7.6 Baubiologische Messtechnik	71
<b>8. Schwermetalle</b>	<b>73</b>
8.1 Toxikologie	74
8.2 Baubiologische Messtechnik	75
8.3 Empfehlungen und Sanierungsvorschläge	76
<b>9. Grenz- und Richtwerte</b>	<b>76</b>
9.1 Leichtflüchtige Schadstoffe	80
9.2 Schwerflüchtige Schadstoffe	82
9.3 Schimmelpilze	84
9.4 Asbestfasern und Staub	86
9.5 Raumklima	87
9.6 Schwermetalle	87
<b>10. Schlussbetrachtung</b>	<b>88</b>
<b>Fragen zur Lernkontrolle</b>	<b>92</b>

**Isothiazolone** werden häufig in Dispersionsfarben als Konservierungsstoff (Topfkonservierer) eingesetzt und können zu allergischen Reaktionen und Hautekzemen führen. Daher ist ihre Anwendung nicht unproblematisch, da sie auch noch nach dem Trocknungsprozess an die Raumluft abgegeben werden.

<b>Produkt, Quelle</b>	<b>mögliche leichtflüchtige Inhaltsstoffe</b>
<b>Dispersionsfarben</b>	Glykole, Alkohole
<b>Duftöle</b>	Terpene ( <i>Pinen, Caren, Limonen</i> ), Alkohole
<b>Holzwerkstoffe</b>	Phenol, Terpene, Aldehyde, <i>Formaldehyd</i>
<b>Klebstoffe</b>	Aromaten, Ester, Ketone, <i>Isocyanate</i> , aliphatische Lösemittel
<b>Kork</b>	Phenol, Aldehyde, <i>Formaldehyd, Furfural</i>
<b>Parkettöle</b>	Aliphaten (Naphta, meist entaromatisiert)
<b>Parkettkleber (alt)</b>	<i>Naphthalin</i> , Phenole, Kresole
<b>Kunstharzlacke</b>	Aromaten ( <i>Toluol, Xylol, Benzol</i> ), Ketone, Ester, aliphatische KW
<b>Linoleum</b>	Aldehyde, Carbonsäuren, Aromaten ( <i>Toluol</i> )
<b>Lösemittellacke</b>	Ester, Aromaten ( <i>Toluol, Xylol, Styrol</i> ), Alkohole
<b>Mottenkugeln</b>	Aromaten ( <i>Naphthalin, 1,4-Dichlorbenzol</i> )
<b>Möbel, Möbellacke</b>	u.a. Siloxane, <i>Formaldehyd</i>
<b>Nadelholz</b>	Terpene ( <i>Pinen, Caren, Limonen</i> ), <i>Formaldehyd</i>
<b>Naturlacke</b>	Terpene ( <i>Pinen, Caren, Limonen</i> ), Aldehyde, aliphatische KW
<b>PVC-Beläge</b>	Alkohole, Weichmacher * ( <i>2-Ethyl-1-Hexanol</i> ), Vinylchlorid, Organozinn-Verbindungen
<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, Toluol</i> ), Amine, Weichmacher *, KW
<b>Wasserlacke</b>	Glykole, Ketone, Aldehyde, Ester
<b>Tabakrauch</b>	u.a. Aromaten, Amine, Ketone, <i>Formaldehyd</i>

\* zu Weichmacher siehe auch Kap. 4.3

Übersicht: **Leichtflüchtige Schadstoffe in Produkten** (Einzelstoffe in kursiver Schrift)

### 3.3 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, wann zuletzt **saniert** bzw. etwas **erneuert** wurde (Baustoffe, Möbel, Böden, Teppiche etc.), ob in den Räumen z.B. viel **geraucht** wird bzw. ob regelmäßig **Duftöle** oder ähnliche Produkte verwendet werden, die als mögliche Quellen für leichtflüchtige Verbindungen in Frage kommen und wie es sich mit den **Lüftungsgewohnheiten** verhält. Eine Suche nach möglichen Quellen ist unverzichtbar.

Es ist **vor** einer Raumluftanalyse (das gilt auch für den Geruchseindruck) auf Formaldehyd oder Lösemittel und andere leichtflüchtige Schadstoffe wichtig, die Fenster und Türen **mindestens 4**, besser **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, Übersichtsmessungen und vergleichende Messungen
- Probenahmen für die Laboranalytik
- Materialproben

#### Vortestverfahren, Übersichtsmessungen und vergleichende Messungen für Formaldehyd und Lösemittel (VOC)

- **Direktanzeigende Vortest-Verfahren:** Mit Probenahme-Pumpen wird eine definierte Menge Luft durch Röhrchen gezogen, die mit Substraten bzw. Reagenzien gefüllt sind. Die Röhrchen zeigen durch Verfärbungen **qualitativ** Schadstoffe bestimmter Stoffgruppen an, ohne die Einzelstoffe näher zu bezeichnen. Für Formaldehyd gibt es empfindliche und selektive Passivsammler mit Indikatorfenster (**Bio-Check F**). Der Grad der Verfärbung zeigt nach 2 Stunden die Formaldehyd-Belastung als ersten groben Orientierungswert für weitere Prüfungen an.



Abb.: **Bio-Check F** von Dräger

- **Direktanzeigende Prüfröhrchen:** Mit Probenahmepumpen wird eine definierte Menge Luft durch Röhrchen gezogen, die mit stoffspezifischen Substraten bzw. Reagenzien gefüllt sind. Jedes Röhrchen zeigt nur ein bestimmtes Gas direkt **quantitativ** durch Verfärbung an. Dieses Messverfahren zeigt oft unbefriedigende Nachweisgrenzen und liefert daher nur erste Hinweise.

## 4. Schwerflüchtige Schadstoffe

Bei den biologisch riskantesten Wohngiften handelt es sich in erster Linie um organische Molekülverbindungen, deren **Ausgasungstendenz** aufgrund eines höheren Siedepunkt gegenüber den leichtflüchtigen Stoffen deutlich geringer ausgeprägt ist. Die schwerflüchtigen Verbindungen (SVOC, POM) sind daher nur in sehr geringer Konzentration in freier Form (als Gas) in der Luft vorhanden, da sie sich schnell wieder an Ober-flächen, z.B. Staubpartikel (Hausstaub), Einrichtungsgegenstände, Polster, Tapeten und Vorhänge, abscheiden. Dadurch kann es zu einer für die **Innenraumbelastung** sehr bedeutsamen Anreicherung von Schadstoffen kommen. Zahlreiche dieser Schadstoffe sind viele Jahre, z.T. Jahrzehnte als giftige Stoffe in unseren Lebensräumen nachweisbar. Zu den wichtigsten schwerflüchtigen Schadstoffen, die oft nicht nur nach ihrer chemischen Zusammensetzung, sondern auch nach ihren Anwendungsbereichen eingeteilt und benannt werden, zählen:

- **Pestizide** (Holzschutzmittel, Insektizide)
- **Flammschutzmittel**
- **Weichmacher**
- **sonstige Schadstoffe** (PCB, PAK)

Die Analytik der schwerflüchtigen Schadstoffe bezieht sich im Wesentlichen auf die **Messung der Konzentrationen im Hausstaub**.

Die folgende Übersicht gibt einen Überblick über einige Produkte und deren mögliche schwerflüchtige und toxische Inhaltsstoffe.

Produkt, Quelle	mögliche schwerflüchtige Inhaltsstoffe
Autoinnenraum	Weichmacher
Elektrogeräte, alt	PCB in Kondensatoren (bis ~1989)
Elektroverdampfer	Insektizide (Permethrin)
Fugendichtmassen	PCB
Holz *	Pestizide (Holzschutzmittel), PAK
Holzschutzfarben *	Pestizide
Insektenspray	Insektizide (z.B. Permethrin)
Kamin	PAK
Kleber, Lacke	Weichmacher, Flammschutzmittel
Kunstleder	Weichmacher

<b>Produkt, Quelle</b>	<b>mögliche schwerflüchtige Inhaltsstoffe</b>
Kunststoffprodukte allg.	Weichmacher, Flammschutzmittel
Leder (Kleidung, Möbel)	Pestizide, Azo-Farbstoffe, Chrom 6
Matratzen	Flammschutzmittel, Pestizide, Weichmacher
Möbel *	Flammschutzmittel
Montageschäume	Flammschutzmittel
Leuchtstoffröhren, alt	PCB in Kondensatoren (bis ~1989)
PVC-Böden	Weichmacher, Organozinn-Verbindungen
Parkettversiegelungen (alt)	PCB
Parkettkleber (alt)	PAK, (PCB als Verunreinigung)
Schalldämmplatten	PCB (bis ~1978), Flammschutzmittel
Tabakrauch	u.a. PAK, (Pestizide)
Tapeten, Textil	Flammschutzmittel
Tapeten, Vinyl	Weichmacher
Teppiche, Synthetik	Weichmacher, Flammschutzmittel
Teppiche, Wolle	Pestizide (Weichmacher)
Teerölprodukte *	PAK, (PCB als Verunreinigung)
Textilien (Kleidung, Möbel)	Pestizide, Azo-Farbstoffe

\* vgl. Kurs "06 Holzschutz..."

Übersicht: **Mögliche schwerflüchtige Inhaltsstoffe in Produkten**