

# **Formaldehyd in Bauprodukten und der Innenraumluft**

**Dr. Gerd Zwiener**

**Sachverständigen-Büro Dr. Zwiener**

## Der Status Quo:

**„Emissionen aus Bauprodukten beeinträchtigen die Qualität der Innenraumluft erheblich.“**

Umweltbundesamt, 6.6.2011

## Die Aufgabe:

**„In erster Linie muss bei der Baustoffauswahl darauf geachtet werden, dass nur noch emissionsarme Materialien angewandt werden.“**

Umweltbundesamt, 04/2009

## Zahlreiche Schäden durch Formaldehyd-Belastung (Presseberichte aus 2013/2014)

**Rölnner Stadt-Anzeiger**  
 LISE-MEITNER-GYMNASIUM  
 Stadt Leverkusen - 02.04.2013

**Container-Klassen sind geschlossen**



Die mit Formaldehyd belasteten Container am Lise-Meitner-Gymnasium können nicht mehr als provisorische Klassen genutzt werden. Wohin der Unterricht während der bevorstehenden Sanierung von Trakt 2 verlegt wird, ist noch unklar.

In der zweiten Jahreshälfte rücken im Lise-Meitner-Gymnasium wieder die Handwerker an. Mehrere Abschnitte der Gebäudesanierung haben Schüler und Lehrer bereits hinter sich. Nun ist Trakt 2 an der Reihe. Der zweigeschossige Gebäudeteil, errichtet in den 1950er und 1960er Jahren, beherbergt die Bibliothek, Klassen- und Biologie-Räume. Ausweichen ist also angesagt – doch wohin?

In den Containern am Lise-Meitner-Gymnasium wurden zu hohe Werte des betriebsgemässen Formaldehyd festgestellt.  
 Foto: Archiv; Ralf Krueger

Schwebisches Tagblatt  
**tagblatt.de**  
 22.09.2014

Im Erweiterungsgebäude der Betzinger-Hoffmannschule tritt Formaldehyd aus

**Komplettsanierung mit Rückbau bis zum Rohbau nötig**

Zwei Jahre nach dem Reutlinger Rathaus hat nun auch die Betzinger-Hoffmannschule ein Formaldehydproblem. Bei Messungen wurde eine fast fünffache Überschreitung des Richtwerts festgestellt. Eine Komplettsanierung ist unvermeidlich. Bis es soweit ist, heißt das Mittel der Wahl: Lüften, Lüften, Lüften.

**BR**  
 Amt für ländliche Entwicklung  
 Erhöhte Formaldehyd-Werte in Tirschenreuth

Im neuen Gebäude des Amtes für Ländliche Entwicklung in Tirschenreuth (ALE) sind erhöhte Formaldehyd-Werte festgestellt worden. Drei schwangere Mitarbeiterinnen wurden vorsichtshalber heimgeschickt.

Stand: 06.08.2013



**Formaldehyd: Baugenossenschaft entfernt Dämmung**  
 06.08.2013, 09:24



In Häusern der Baugenossenschaft Bochum klagen Mieter über hohe Formaldehydbelastung. © Baugenossenschaft Bochum

Sanierung und anschließend Formaldehydbelastung in den gerade energetisch optimierten Dachböden: Mit dieser Hiobsbotschaft sieht sich die Baugenossenschaft Bochum konfrontiert. Das Gesundheitsamt habe die Sperrung eines der Dachböden angeordnet, berichtet Oliver Krudewig, Vorstand der Baugenossenschaft Bochum. Nun wird der **Dämmstoff** entfernt. 30 Dachböden von Gebäuden, die in den vergangenen zwei Jahren saniert wurden, hat Krudewig vorsorglich ebenfalls dichtgemacht.

**Horb** 11.7.2013  
 Nummer 158 www.schweiztagblatt-boch.de/horb-am-neckar



Formaldehyd Alarm im Schulzentrum auf dem Höhenberg: Eine umfangreiche Sanierung ist nun erforderlich. Foto: Hoop

**Formaldehyd: Messwerte alarmierend**

**all-in.de**  
 das allgäu online,  
 16.10.2014 · LINDENBERG

Schadstoffe an der Lindenerger Mittelschule: Richtwert für Formaldehyd überschritten

Gesundheit: An der Lindenerger Mittelschule wird zumindest in einigen Klassenzimmern der Richtwert für Formaldehyd überschritten.



13.05.2014 (Aktualisiert: 10:34 Uhr) Von Michael Hochheuser

**Bär: Wir haben die Formaldehyd-Werte im Griff**

Kreis will außerplanmäßig 125 000 Euro für die Sanierung der Erwin-Teufel-Schule geben

Spaichingen / sz Der Verwaltungsausschuss des Kreistags hat grünes Licht für außerplanmäßige 125 000 Euro gegeben zur Sanierung der Erwin-Teufel-Schule. Das Geld dient der Bekämpfung von Formaldehyd in der Raumluft und einem besseren Schall-

**WAZ**  
 OVERBERG SCHULE  
**Schulmöbel sollen Schuld an Formaldehyd-Belastung sein**  
 16.10.2013 | 12:37 Uhr

Wegen der erhöhten Schadstoff-Werte ist der Verwaltungsakt der Overbergschule in Lünen geschlossen.

## Toxizität von Formaldehyd

Bei inhalativer Aufnahme schnelle Resorption durch die Schleimhäute (Oxidation über Formiat zu Kohlendioxid und Wasser). Wirkung beschränkt sich auf die direkt der Luft ausgesetzten Gewebe.

- Akute Toxizität (inhalativ)  
Reizerscheinungen, unspezifische Beschwerden wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, Unwohlsein
  
- Geruchsbelästigungen  
Geruchsschwelle WHO: 10. Perzentil: 30 µg/m<sup>3</sup>  
50. Perzentil: 180 µg/m<sup>3</sup>  
90. Perzentil: 600 µg/m<sup>3</sup>
  
- Chronische Toxizität (inhalativ)  
Nachweislich krebserzeugend. Lang anhaltende hohe Belastung führt zu chronischer Entzündung der Nasenschleimhaut, aus der sich Krebs entwickeln kann.

## Richtwerte für Formaldehyd in der Innenraumluft

### Behördliche Richtwerte

- Deutschland: 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,1 ppm)
- WHO: 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Frankreich: 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Langzeit), 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2 Std.)

### BNB-Steckbrief 3.1.3 Innenraumhygiene

- 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  \*
- Für volle Punktzahl: < 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und VOC < 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

\* Eine einmalige Überschreitung führt nicht zum Ausschluss.

## Richtwert für Formaldehyd in der Innenraumluft – Vorsorgewert oder Gefahrenwert ?

- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU, 1987)  
"Es ist sicherzustellen, dass eine Konzentration von 0,1 ppm auch bei ungünstigen Bedingungen nicht überschritten wird."
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, 2006)  
Das BfR weist darauf hin, dass "bei wiederholter, deutlicher Überschreitung dieses Wertes gesundheitliche Risiken bestehen können".
- Dr. Birger Heinzow / Landesamt für soziale Dienste Schleswig-Holstein (VDI-Tagung Düsseldorf 25./26.11.2014)  
„Der Richtwert für Formaldehyd ist eindeutig kein Vorsorgewert, sondern ein Gefahrenwert, vergleichbar mit dem RW II.“
- Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraum-Richtwerte beim Umweltbundesamt (Protokoll der Sitzung vom 18.2.2014)  
„Neuere Studien unterstützen den 2010 von der WHO veröffentlichten Leitwert von 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Unsicherheiten bestehen derzeit in der Bewertung eines möglichen Asthma-auslösenden Potenzials und in der Bewertung des krebserzeugenden Potenzials.  
Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe beschließt, vor einer weiteren Bearbeitung dieses TOPs die abschließende verbindliche Entscheidung der EU-Kommission abzuwarten.“

**Neueinstufung von Formaldehyd** Verordnung (EU) Nr. 605/2014 der Kommission vom 5. Juni 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-V), Inkrafttreten:1.4.2015

Amtsblatt  
der Europäischen Union

L 167



Ausgabe  
in deutscher Sprache

Rechtsvorschriften

57. Jahrgang  
6. Juni 2014

605-001-00-5	formaldehyde ...%	200-001-8	50-00-0	Carc. 1B Muta. 2
--------------	-------------------	-----------	---------	---------------------

nachweislich krebserzeugend  
Verdacht auf erbgutschädigende Wirkung

**Liste der krebserzeugenden, mutagenen und reproduktions-toxischen Stoffe (KMR-Stoffe)**  
– Einstufungskategorien mit den neuen Bezeichnungen –

Stoffbezeichnung	CAS-Nummer	EG-Nummer	K	M	R <sub>E</sub>	R <sub>F</sub>
Formaldehyd (605/2014)	#	50-00-0	200-001-8	1B	2	

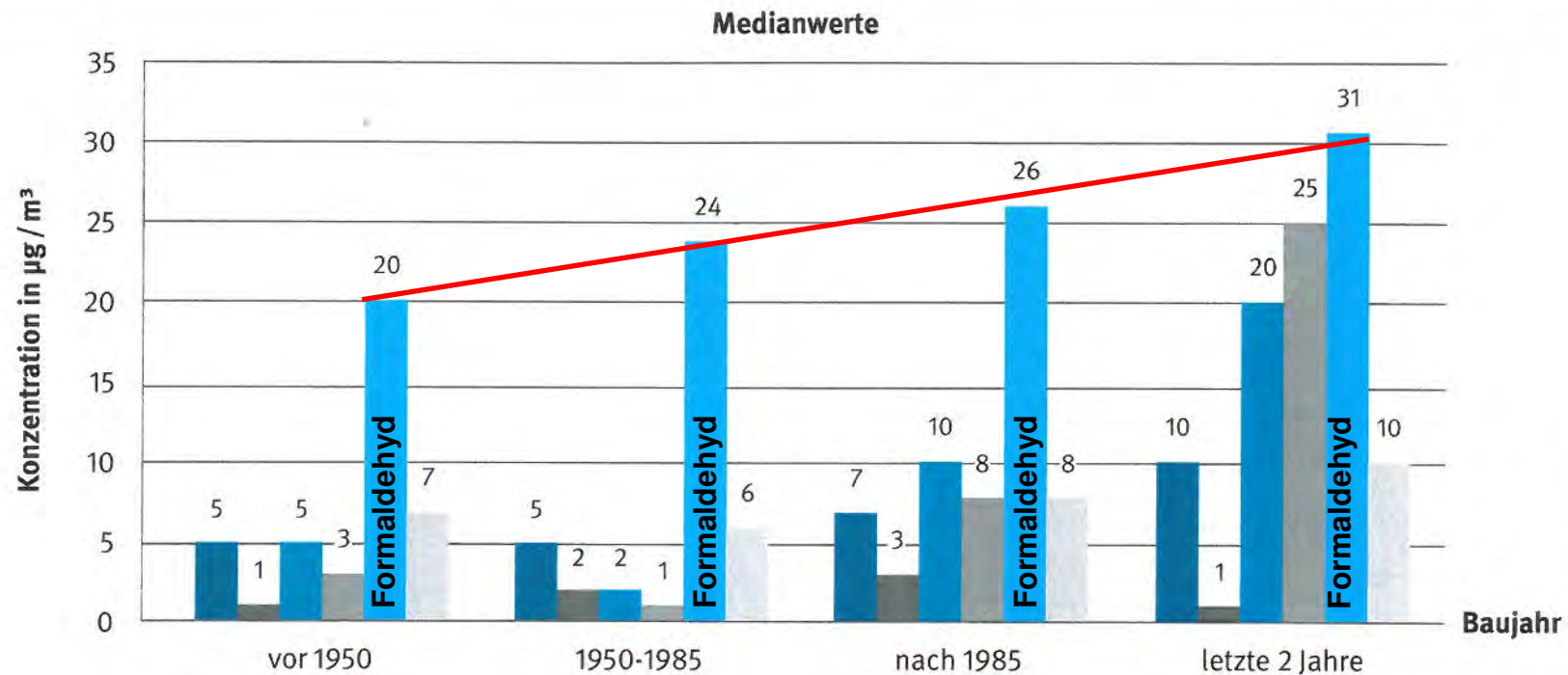




## Formaldehyd-Konzentrationen in der Innenraumluft in Abhängigkeit vom Baujahr

Luftmessungen in 381 beschwerdefreien Klassenräumen von 111 Schulen

UK NRW, 2003 - 2009, Projekt Gesunde Luft in Schulen, 10/2013





## **Bauprodukte als Formaldehyd-Quellen im Innenraum**

### Hauptquellen:

- Holzwerkstoffe
- Dämmstoffe
  - Melaminharzschaum-Dämmplatten (MHS)
  - Mineralwolle-Dämmstoffe
  - Ortschaum

### Weitere Quellen:

- Anstrichstoffe
- Klebstoffe
- Glasfaser-Vliese (z.B. auf Abhangdecken), Glasfaser-Bewehrungsstreifen (für GK-Platten) sowie Produkte mit Glasfaser-Vliesen (z.B. spezielle Gipsplatten für Brandschutzzwecke)
- Betonzusatzmittel (Estrich)

## Formaldehyd-Quellen: Melaminharzschaum-Dämmplatten + Spanplatten

Raumluftbelastung: bis 297  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert: 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Mittelbayerische

Regensburg 9.9.2009

### Formaldehyd: Stadt schließt neue Turnhalle am Goethe-Gymnasium



Mit einer großen Feier wurde nach den Osterferien die neue Dreifachturnhalle des Goethe-Gymnasiums im Stadtwesten eingeweiht und in Betrieb genommen. Rund 24 Millionen Euro hatte der Neubau gekostet. Nun wurde er wieder geschlossen. Bei einer Messung wurden erhöhte Formaldehyd-Werte festgestellt. Die Ursache ist noch unklar.

Wie Ewald Procher, stellvertretender Leiter des städtischen Amtes für Hochbau und Gebäudeservice, der MZ am Mittwoch bestätigte, hatte es von Beginn an beim Betrieb der neuen Dreifachturnhalle gezwickt: Die Lüftungsanlage gab Rätsel auf. Schüler und Lehrer berichteten von

wochenblatt  
Die Zeitung für alle

28.09.2012 Regionales

Die wohl aufwändigste und nervenaufreibendste Sanierung einer Turnhalle, die es jemals in der Geschichte der Stadt Regensburg gab, ist nun zumindest baulich abgeschlossen. Oberbürgermeister Hans Schaidinger gab im Goethe-Gymnasium grünes Licht.



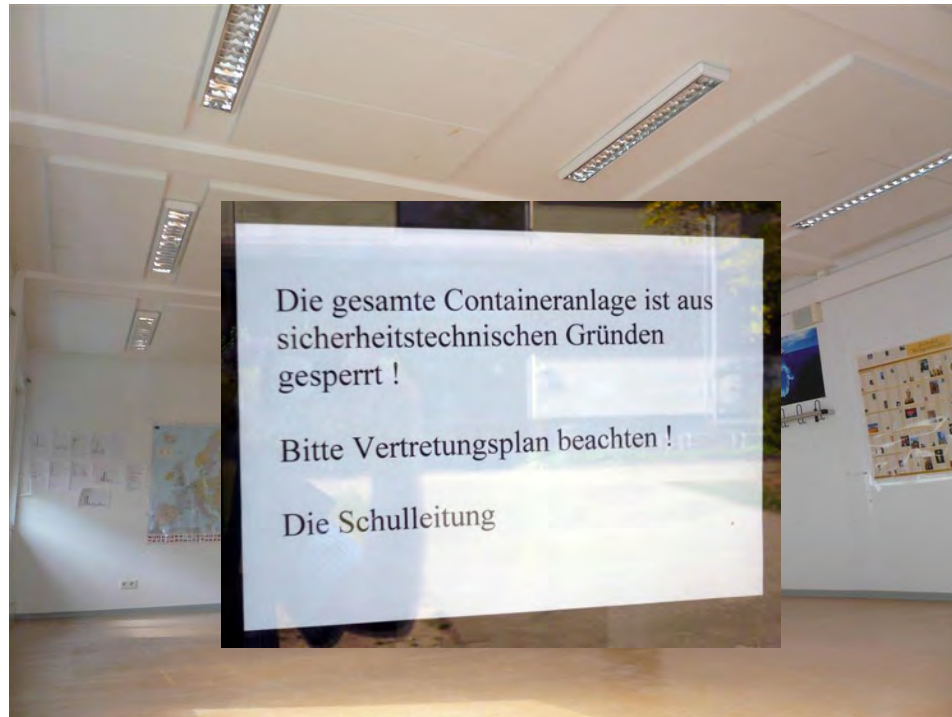
Formaldehyd-Emission der Melaminharzschaum-Platten: 251  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  (200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Gutachten Fraunhofer-Institut 11.8.2011)

#### Architekt:

„Die MHS-Platten sind ein Standard-Produkt. Das Material wurde x-fach in Gebäuden verbaut.“

„Natürlich fragt man sich, **wie kann es sein, dass so ein Produkt Formaldehyd emittiert.** ... Das Material ist mit allen erforderlichen Genehmigungen versehen.“

## Formaldehyd-Quellen: Spanplatten + Melaminharzschaum-Dämmplatten



- Spanplatten raumumschließend
- MHS-Platten an der Decke  
(Emission MHS-Platten: 134 µg/m³ bei Beladung 0,2 m²/m³ !)

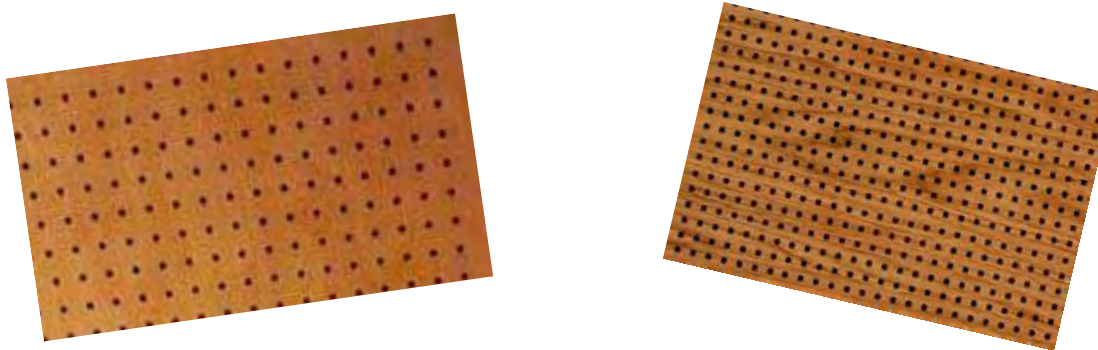
Messwerte Formaldehyd in der Raumluft:

FA-Konzentration	T / rF
<u>Status Quo:</u>	
406 µg/m³ (0,34 ppm)	19,5 °C / 61 %
<u>Unter Lüftungsbedingungen:</u>	
115 µg/m³ (0,096 ppm)	18,5 °C / 69 %
<u>Nach Ausbau Deckenplatten:</u>	
194 µg/m³ (0,16 ppm)	20,5 °C / 57 %

**Der Containerbau ist nicht sanierungsfähig.**

**Beschluss der Stadt Leverkusen 2013:  
Abbruch des Containerbaus**

## Formaldehyd-Quelle: Akustik-Platten auf Basis Holzwerkstoffplatten (MDF)



Holzwerkstoff-Platten (i.d.R. UF/MF-Bindemittel), Echtholz furnier / Melaminharzdekor, gelocht / genutet

Lochen/Nuten → Oberflächenvergrößerung → verändert das Emissionsverhalten

Beispiel-Rechnung: Platte d 16 mm, Herstellung von 3.900 Löchern / m<sup>2</sup>, Ø 10 mm



Vergrößerung der emissionswirksamen Oberfläche um ca. 1,7 m<sup>2</sup> / m<sup>2</sup> Platte !

**Fazit: Infolge Lochen / Nuten erheblicher Anstieg der Formaldehyd-Emission!**

**Darf die Akustik-Platte in Verkehr gebracht werden?**

## **Einflussfaktoren auf die Formaldehyd-Konzentration in der Innenraumluft**

(Quelle: Holzwerkstoffplatten)

- **Verhältnis Fläche Holzwerkstoffe zu Raumvolumen (Beladung)**  
Formaldehyd-Konzentration nimmt mit der Menge der Holzwerkstoffe im Raum zu
- **Art des verwendeten Leimes**  
Aminoplast-verleimte Holzwerkstoffe (UF, MF, MUF) neigen am stärksten zur FA-Abgabe
- **Raumlufttemperatur**  
Formaldehyd-Konzentration nimmt mit zunehmender Raumlufttemperatur zu
- **Luftfeuchte**  
Formaldehyd-Konzentration nimmt mit zunehmender rel. Feuchte zu
- **Luftwechsel**  
Formaldehyd-Konzentration nimmt mit zunehmender Frischluftzufuhr ab

## Formaldehyd-basierte Leime für Holzwerkstoffe

- Harnstoff-Formaldehyd (UF) **Anteil (Europa): > 90 % !**
- Melamin-Formaldehyd (MF)
- Melamin-Harnstoff-Formaldehyd (MUF)
- Melamin-Harnstoff-Phenol-Formaldehyd (MUPF)
- Phenol-Formaldehyd (PF)

## Formaldehyd-Quelle: UF-Ortschäume

### Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1987

„Es wird empfohlen, Ortschäume im Bauwesen nur dann zu verwenden, wenn ... sichergestellt ist, dass die Gesamt-Formaldehydbelastung im Innenraum die Konzentration von 0,1 ppm auch dann nicht überschreitet, wenn weitere Emittenten vorhanden sind.“

### DIBt 2009

Durch sorgfältige Einhaltung sämtlicher Randbedingungen ...

„ ... kann erreicht werden, dass keine Formaldehyd-Belastung über ein gesundheitlich unbedenkliches Maß von 0,1 ppm in den Innenräumen auftritt.“

Aber Mitwirkung der Bewohner erforderlich, um ...

„ ... unmittelbar nach dem Einbringen des Dämmstoffs ... durch sorgfältiges Lüften mögliche Anreicherungen von Formaldehyd im Gebäude zu vermeiden.“

Trotzdem kommt es „ ... zu längeranhaltenden erhöhten Formaldehyd-Belastungen.“

### Heinzow et al. 2012 (Gefahrstoffe, Reinhaltung der Luft, 72 (2012) Nr. 3

Formaldehyd-Messwerte in der Innenraumluft 3 Monate nach Dämmung mit UF-Ortschaum: 200 – 900 µg/m<sup>3</sup> !



## Formaldehyd-Quelle: Mineralwolle-Dämmstoffe

Mineralwolle enthält bis zu 7% Kunstharz, hergestellt aus Phenol, Harnstoff und Formaldehyd

Messwert Formaldehyd-Konzentration: bis 79 µg/m³

Vertraglich festgelegt: max. 40 µg/m³

Das Gesundheitsamt der Stadt Köln  
gibt den Containerbau nicht zur Nutzung frei.

Einzige relevante Formaldehyd-Quelle:  
Mineralwolle-Dämmstoffe raumumschließend



Containerbau für Schulklassen

### Formaldehyd-Emission von Mineralwolle (Literaturangaben \*)

Prüfkammeruntersuchung nach ISO 16000, Beladung: 1,38 m²/m³, Luftwechsel 0,5/h

Table 1. Formaldehyde emission rates, µg/m²h

1 day	3 days	7 days	28 days
72	72	65	50

\* Neuhaus, Oppl, Clausen: Formaldehyde emissions from mineral wool in building construction into indoor Air; Indoor Air 2008

Umrechnung Emissionsrate → Konzentration (für 28d-Wert)

Es gilt:  $SER = q \times c$  ( $q$  = Luftwechsel/Beladung)

→  $c = 50 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h} / 0,5/\text{h} \times 1,38 \text{ m}^2/\text{m}^3 = 138 \mu\text{g}/\text{m}^3$


## **Die 4 Faktoren für Formaldehyd-Belastungen in Innenräumen**

1. Hohe Produktemissionen
2. Mehrere Quellen im Raum
3. Hohe Raumbeladung  
(ggf. erheblich höher als in der Produkt-Prüfnorm festgelegt)
4. Geringer Luftwechsel

**Kommen mehrere Faktoren zusammen, kann die Raumluftbelastung sehr hoch sein !**

## Realitätsferne Prüfnorm zur Bestimmung der Formaldehyd-Abgabe von Bauprodukten

DIN EN 717-1, für die Prüfung von Holzwerkstoffen (ChemVerbotsV) und andere innenraumrelevante Bauprodukte (DIBt)

	DIN EN 717-1	
ICS 79.060.01	Ersatz für DIN V ENV 717-1:1999-02	
<b>Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode; Deutsche Fassung EN 717-1:2004</b>		





### 8.1 Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen müssen während der gesamten Prüfung beibehalten werden:

- Temperatur  $(23 \pm 0,5)$  °C;
- relative Luftfeuchte  $(45 \pm 3)$  %;
- Beladungsfaktor  $(1,0 \pm 0,02)$  m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>;
- Luftwechselzahl  $(1,0 \pm 0,05)$ /h;

## Festlegungen für die zulässige Formaldehyd-Emission von Bauprodukten

Gesetzgeber – Normen – Label

Festlegung	Bewertung der zulässigen Formaldehyd-Emission	Anmerkung
E1	sehr hoch (bis 120 µg/m³) <span style="color: red;">●</span>	Gesetzliche Mindestanforderung (gilt nur für Holzwerkstoffe)
F0	sehr niedrig (< 10 µg/m³) (hergestellt ohne Formaldehyd-basierte Leime) <span style="color: green;">●</span>	Hersteller-Angabe (freiwillig, gilt nur für Holzwerkstoffe)
DIN EN 15251 <sup>1)</sup>	Definition „Sehr schadstoffarme Baustoffe“: 20 µg/m³ (niedrig) <span style="color: green;">●</span> Definition „Schadstoffarme Baustoffe“: 50 µg/m³ (mittel) <span style="color: orange;">●</span>	
AgBB 	Formaldehyd-Emissionen bleiben unberücksichtigt (Grund: Formaldehyd gehört definitionsgemäß nicht zu den VOC, sondern zu den VVOC)	
Blauer Engel 	mittel (< 62 µg/m³) <span style="color: orange;">●</span>	Erlaubt sind 50 % der gesetzlich zulässigen Formaldehyd-Emission (Holzwerkstoffe)
natureplus 	niedrig (< 36 µg/m³) <span style="color: green;">●</span>	Insgesamt sehr anspruchsvolles Nachhaltigkeitslabel
Französisches Emissionslabel 	sehr niedrig (< 10 µg/m³) <span style="color: green;">●</span>	Außer für Formaldehyd kein anspruchsvolles Emissionslabel

<sup>1)</sup> DIN EN 15251 – Eingangssparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik. Die DIN EN 15251 legt Emissionsraten [mg/m²h] fest (0,02 bzw. 0,05 mg/m²h). Die Emissionen [µg/m³] wurden durch den Verfasser aus den Emissionsraten berechnet unter Annahme eines Luftwechsels von 1 h<sup>-1</sup> und einer Produktbelastung des Raumes (der Prüfkammer) von 1 m²/m³ (Szenario entspricht der Klassifizierungsprüfung nach DIN EN 717-1).

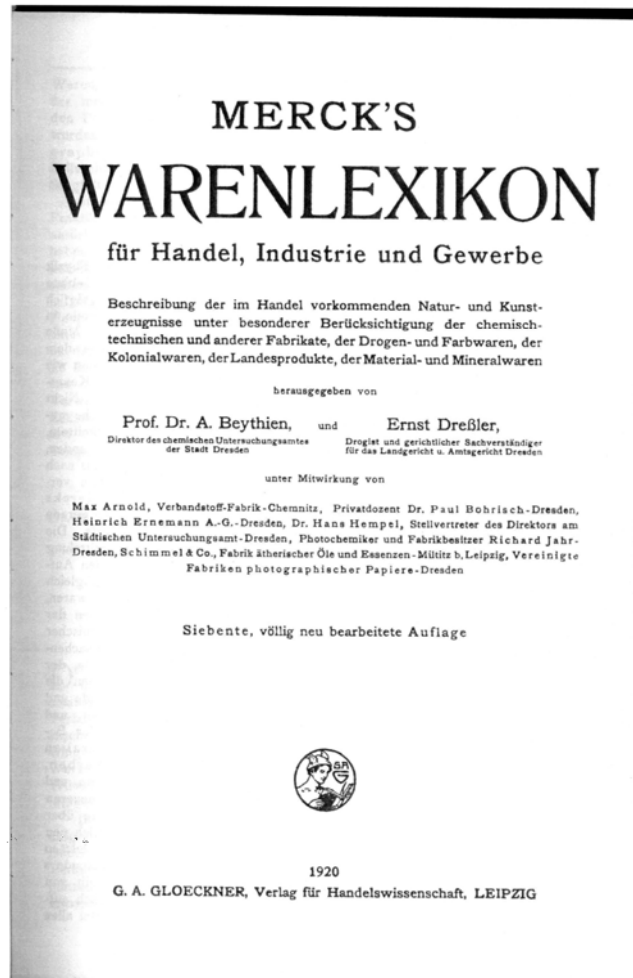
## Maßnahmen zur Verbesserung der Innenraumluft-Qualität hinsichtlich Formaldehyd

### Mittelfristig:

- Verzicht auf die Verwendung von Formaldehyd in Bauprodukten (insbesondere für Holzwerkstoffplatten)

### Möglichst kurzfristig:

- Deutliche Herabsetzung
  - des Grenzwertes (ChemVerbotsV / DIBt) für Produktemissionen (aktuell: 0,1 ppm = 120 µg/m<sup>3</sup>)
  - des Grenzwertes Blauer-Engel für Produktemissionen (aktuell: 0,05 ppm = 60 µg/m<sup>3</sup>)  
(RAL-UZ 38 Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen)
  - des Richtwertes für die Innenraumluft – und Ableitung von Richtwerten RW I und RW II
- Anpassung der Prüfbedingungen nach DIN EN 717-1 an reale Verhältnisse (Luftwechsel !)
- Prüfpflicht für nachträglich bearbeitete (gefräste/genutete) Holzwerkstoff-Produkte (z.B. Akustikplatten)
- Sicherstellung eines ausreichenden Luftwechsels in Innenräumen



128

Formaldehyd

anatomischer Präparate und zum Einbalsamieren von Leichen. \* Bekannt ist auch seine Anwendung als Mittel gegen zu reichliche Schweißabsonderung