



## Formaldehydsanierung

# Schafe in der Schule

► Vom Neubau zum Sanierungsfall: Einige Wochen nach Erstbezug eines neuen Schulgebäudes klagten Kinder über Beschwerden. Ursache war eine viel zu hohe Konzentration an Formaldehyd. Schafwolle schuf Abhilfe.

Mit Beginn des neuen Schuljahres im August 2004 konnte der energetisch vorbildliche Neubau des Oberstufenzentrums Ost in Felben-Wellhausen (Kanton Thurgau, Schweiz) eröffnet werden. Das Schulhaus ist in Holzleichtbauweise erstellt, im Keller sorgt eine Holzpelletsheizung für Wärme und auf dem Dach produziert eine 11-kW-Photovoltaikanlage Strom.

Bereits im Spätsommer 2004 klagten Schulkinder über schlech-

te Raumluft, Kopfweh und Reizungen von Augen und Atemwegen. Im zweiten Sommer, 2005, beschwerten sich auch einzelne Lehrkräfte.

### Neubau wird zum Sanierungsfall

Im Herbst 2005 untersuchten Experten der Bau- und Umweltchemie Beratungen + Messungen AG die Komfortlüftung. Ergebnis: Die Anlagen sind sauber und bringen genügend Frischluft in die Klassenzimmer.

▲ „Gift im Schulhaus: Räumung“ titelte eine Zeitung. Schuld war eine viel zu hohe Formaldehydkonzentration

Im Januar 2006 wurde eine erste Formaldehydmessung durchgeführt. Die Ergebnisse aus zwei Klassenzimmern lagen mit je  $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zwar noch unter dem Richtwert des Schweizer Bundesamts für Gesundheit (BAG) von  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.1 ppm), sie lagen aber deutlich über durchschnittlich in der Schweiz gemessenen Werten von 35 bis  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hinzu kommt, dass Holzwerkstoffe in trockener und kühler Luft weniger Formaldehyd abgeben als in feuch-

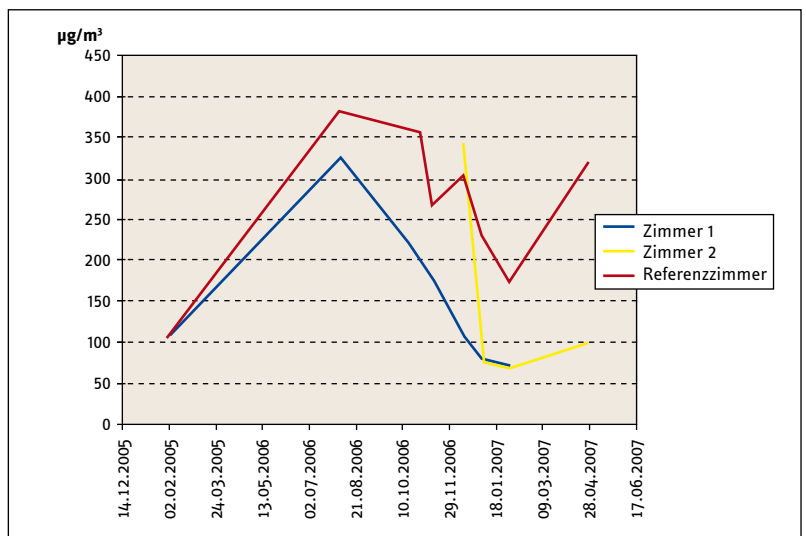
ter Luft. Bei dieser ersten Messung betrug die relative Luftfeuchtigkeit trockene 24 %. Die Experten ordneten deshalb eine zweite Messung im Sommer an, diesmal bei 50 % Luftfeuchte. Die Werte kletterten in denselben zwei Klassenzimmern bis auf 381  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Versuche zeigten zwar, dass mit der Komfortlüftung auf maximaler Leistung der Wert auf unter 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gedrückt werden konnte. Der hohe Lärmpegel und die Zuglufterscheinungen ließen einen geregelten Unterricht aber nicht zu. Die Schulbehörde beschloss daher, die erst zwei Jahre alte Schule zu schließen und das Gebäude zu sanieren. „Gift im Schulhaus: Räumung“ titelte daraufhin die Thurgauer Zeitung am 6. September 2006.

### Schritt für Schritt

Für die anstehende Sanierung war das Ziel klar: Der Formaldehydwert musste unter dem BAG-Richtwert zu liegen kommen. In den Zimmern 1 und 2 erfolgte die Sanierung schrittweise, während im unveränderten Referenzzimmer alles beim Alten blieb (siehe Bild 1). Vergleiche der Raumluftkonzentrationen von Formaldehyd in sanierten Zimmern mit dem Referenzzimmer sollten der Erfolg einzelner Sanierungsschritte aufzeigen. Um mögliche klimatische Effekte zu eliminieren, wurden für die gesamte Sanierungszeit die Zimmer 1 und 2 sowie das Referenzzimmer konstant auf Sommerbedingungen (23 °C und 50 % relative Luftfeuchtigkeit) klimatisiert.

Emissionsmessungen machten die stärksten Formaldehydquellen auffindig. Die Untersuchungen zeigten, dass die 3-Schicht-Platten an den Wänden und die gelochten 3-Schichtplatten an der Decke am meisten Formaldehyd abgaben. Die Formaldehydabgabe ist hierbei das Produkt der gemessenen Emissionsrate ( $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ) und der verbauten Emissionsoberfläche ( $\text{m}^2$ ) der Holzwerkstoffe im Zimmer. Die Platten wurden im Zimmer 1 entfernt. Der Formaldehydwert senkte sich auf 204  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lag damit aber immer noch deutlich über dem BAG-Richtwert von 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

► Bild 1:  
Verlauf der Formaldehyd-  
konzentrationen  
von der  
ersten Messung  
bis zum  
Abschluss. Blau:  
Sanierung in  
Zimmer 1. Gelb:  
Sanierung in  
Zimmer 2. Rot:  
Ein Zimmer,  
das zum Vergleich  
unsaniert blieb



FOTOS UND GRAFIK: BAU UND UMWELTCHEMIE BERATUNG + MESSUNG AG

### ► Formaldehyd

Formaldehyd ist ein stechend riechendes, farbloses Gas. Erste Symptome einer Formaldehydbelastung sind Reizungen an Augen und Schleimhäuten der oberen Atemwege. In sehr hohen Konzentrationen kann Formaldehyd bei Versuchstieren Krebs verursachen. Solche Konzentrationen liegen aber um Zehnerpotenzen höher als Messwerte in der Innenraumluft. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) geht davon aus, dass bei der Einhaltung eines 30-Minuten-Mittelwerts von 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  das Risiko, an Krebs zu erkranken, vernachlässigbar klein ist.

Hauptquelle für Formaldehydbelastungen in Innenräumen sind Holzwerkstoffe, die formaldehydhaltige duroplastische Bindemittel enthalten. Insbesondere Harnstoff-Formaldehyd-Harze spalten über Jahre hinweg in großen Mengen Formaldehyd ab.

### ► Label E1

Das Gütezeichen E1 nach EN 13986 oder das Schweizer Pendant Lignum CH 6.5 begrenzen die maximal zulässige Formaldehydemission von Holzwerkstoffen. Die Hersteller müssen mit Prüfzeugnissen belegen, dass ihre Platten diese Werte unterschreiten. Aber: Die Verwendung von E1-Platten allein sichert noch keine Einhaltung des Formaldehyd-Richtwerts des Bundesamts für Gesundheit BAG von 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.1 ppm). Wird 1  $\text{m}^2$  Emissionsoberfläche einer E1-Platte in 1  $\text{m}^3$  Raum eingebracht, resultiert in diesem Raum exakt ein Formaldehydwert von 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im beschriebenen Sanierungsfall waren über 3  $\text{m}^2$  Holzwerkstoffe pro  $\text{m}^3$  Raum verbaut.

### ► Label GI „Gutes Innenraumklima®“

„Ein Label hat gefehlt“, titelte das St. Galler Tagblatt am Tag nach der Schullausschließung. Heute existiert ein Label für gesunde Raumluft: das Label GI „Gutes Innenraumklima®“. Das Label setzt erstmals feste Grenzen für über 100 chemische Schadstoffe in der Raumluft und für Feinstaub und Schimmelpilze in der Zuluft von Lüftungsanlagen fest.

Weitere Informationen:

Schweizerische Zertifizierungsstelle für Bauprodukte, S-Cert AG,  
[www.s-cert.ch](http://www.s-cert.ch)



◀ Das Referenzzimmer: Formaldehyd dünstete aus Decken- und Wandverkleidung und den Fenstersimsen aus

wird. Die Filterwirkung hängt von der eingebauten Menge an Schafwolle, aber auch von der relativen Feuchte und vom pH-Wert der Wolle ab. Je mehr Wolle, je feuchter und je saurer die Wolle, desto mehr Formaldehyd kann sie binden. Messungen nach dem Einbau des Wollvlieses bestätigten das: Der Formaldehydwert konnte noch einmal um die Hälfte auf  $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduziert werden.

### Gefahrenquelle Fenstersims

Zuletzt wurde auch noch der Fenstersims demontiert. Die Sperrholzplatte war direkt über dem Heizkörper und hinter dem Fenster großen Wärmelasten ausgesetzt. Deshalb stellte die eher geringen Fläche im Zimmer eine starke Formaldehydquelle dar. Jetzt

Weitere Messungen zeigten, dass über und hinter den demontierten 3-Schicht-Platten zusätzliche Formaldehydquellen versteckt waren. Die tragende Holzdecke, eine Hohlkastenkonstruktion, bestehend aus einem Brettschichtholzträger mit beidseitiger Beplankung, war ebenfalls mit einer formaldehydhaltigen 3-Schicht-Platte verkleidet. Die Trennwand zum Nachbarzimmer war mit feuerfesten Gipsfaserplatten isoliert. Dieser Gips hatte Formaldehyd aus der Raumluft absorbiert und begann jetzt, da die Holzverkleidung fehlte, dieses Formaldehyd wieder abzugeben. Da weder die tragende Decke noch die Gipsfaserplatten der Zimmertrennwände demontiert werden konnten, entschieden die Experten, diese Flächen mit einem spezi-

ellen 1 mm dünnen Schafwollvlies zu bedecken. Schafwolle hat die Eigenschaft, Formaldehyd und andere Aldehyde anzulagern und diese irreversibel chemisch zu binden.

### Schafwolle bindet Formaldehyd

Wolle ist aus Proteinen aufgebaut, Hauptbestandteil ist mit rund 97 % Keratin. Proteine bestehen aus Aminosäuren. An den reaktiven Enden dieser Aminosäuren wird Formaldehyd chemisch irreversibel gebunden. Aufgrund von Laborversuchen mit extrem hohen Formaldehydkonzentrationen in Prüfkammern schätzten Wissenschaftler des Deutschen Wollforschungsinstituts in Aachen, dass die chemische Filterwirkung der Schafwolle über 20 Jahre anhalten

### ► Buchtipp



Innenraumklima – Keine Schadstoffe in Wohn- und Arbeitsräumen – von Reto Coutalides, Roland Ganz und Walter Sträuli zeigt, wie Bauherren, Planer und Handwerker eine gesunde Raumluft in Neu- und Umbauten erreichen können. Mit Fallbeispielen, planerischen Grundlagen, Raumluftmessungen, Adressverzeichnis und Glossar. Erschienen im Werd Verlag Zürich, 2002. 176 Seiten, zahlreiche farbige Abbildungen, ISBN 3-85932-419-5, 33 Euro, 49,90 Sfr.

**POPPERS**



## Gaskartuschennagler Frame Pro GT90CH

- Verarbeitet magazinierte Nägel bis 90 mm
- Kabel-, Schlauch- und Druckluftunabhängig
- Werkzeuglose Schnellverstellung der Eintreibtiefe
- Leicht, handlich und stabil



Poppers Senco Deutschland GmbH • Dortmunder Strasse 34 • 28199 Bremen  
Tel: 0421-52 08 09-0 • Fax: 0421-52 08 09-250 • info@poppers-senco.de • www.poppers-senco.de

ergaben die Messungen einen Formaldehydwert von  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Somit war alles bereit für die Montage der neuen, formaldehydfrei verleimten 3-Schicht-Platten an Decken und Wänden. Die Formaldehydkonzentration hat dadurch erstaunlicherweise sogar noch etwas abgenommen und lag neu bei  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In Zimmer 2 wurden alle vier Sanierungsschritte von Zimmer 1 innerhalb weniger Tage ausgeführt. Anstelle des speziellen Vlieses bauten die Handwerker jedoch eine handelsübliche und deutlich günstigere 30 mm dicke Schafwollmatte ein. Das Ergebnis war eine praktisch identische Raumlufkonzentration. Diese Beobachtung bestätigt Forschungsergebnisse, wonach die Wolleverarbeitung keine Rolle spielt.

In derselben Zeit hat aber auch die Formaldehydkonzentration im Referenzzimmer abgenommen – ein klimatischer Effekt der trockenen Raumluf im Winter. Mit der Raumklimatisierung konnte der Sommer offenbar nicht perfekt simuliert werden, vermutlich weil die Luftfeuchtigkeit bei laufender Komfortlüftung nicht ganz ins Material einzudringen vermag. Die Messergebnisse zeigen deutlich, wie im sanierten Zimmer die Formaldehydkonzentration im Frühling kaum mehr zunimmt, während sie im Referenzzimmer wieder stark ansteigt und Werte über  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht. Ein klarer Beweis für den Erfolg der Sanierung. Nun konnten nun auch die übrigen Zimmer und

► Neun Monate nach der Sanierung und dem Einsatz von Schafwolle war der Unterricht wieder ohne Bedenken möglich



die Aula des Schulhauses saniert werden. Nach über neun Monaten zogen Schüler und Lehrer wieder ein. Die Sanierung hat rund 700 000 SFr. (ca. 450 000 Euro) gekostet. Holzwerkstoffe mit formaldehydhaltigen

Bindemitteln können die Raumluf massiv und langanhaltend belasten. Ursachen sind die hohen Emissionsraten und die Menge von verbauten Werkstoffen. Beides kann so geplant werden, dass es funktioniert. ■

#### ► Der Autor

**Dipl.-Umweltnaturwissenschaftler (ETH) Stefan Schrader** ist Mitglied der Geschäftsleitung der Bau- und Umweltchemie, Beratungen + Messungen AG in Zürich. Er unterstützt Bauherren und Planer bei der Festlegung, Planung, Realisierung und Erfolgskontrolle von gesunden und ökologischen Neu- und Umbauten. Zu seinen Aufgaben gehören die zielorientierte Fachplanung zur Erlangung von Auszeichnungen für gesunde und ökologische Gebäude sowie die Planung und Erfolgskontrolle von Sanierungen schadstoffbelasteter Gebäude.  
stefan.schrader@raumlufthygiene.ch | www.raumlufthygiene.ch



## Statik ist unsere Stärke

Feuerwiderstand REI 30, 60 und 90

LIGNATUR Decken- und Dachelemente haben hervorragende statische Eigenschaften bei geringem Eigengewicht und minimaler Höhe. Sie wollen mehr wissen? Wir beraten Sie gerne.

LIGNATUR AG  
CH-9104 Waldstatt  
www.lignatur.ch

Tel. +41 (0)71 353 04 10  
Fax +41 (0)71 353 04 11  
info@lignatur.ch

**LIGNATUR®**  
Das tragende Element. Aus Holz.