

Kaum renoviert, schon ein Sanierungsfall

Reto Coutalides

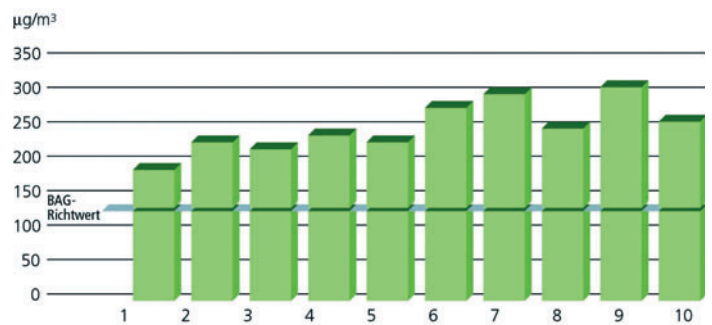
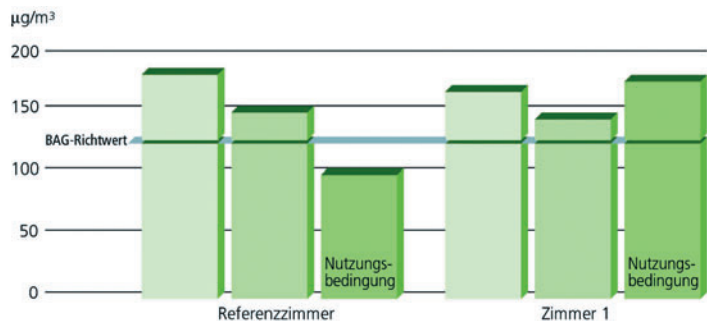
Kaum renoviert, schon ein Sanierungsfall

Hitze lockt Formaldehyd aus Furnierleim – die Folgen sind Gesundheitsprobleme und hohe Kosten

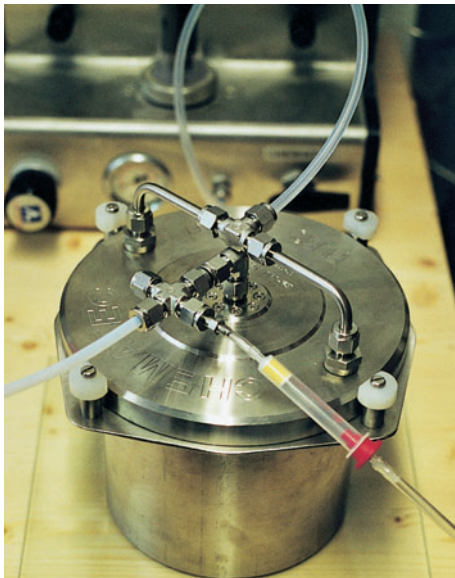
Augen- und Atemwegsreizungen bei Schülern und Lehrerinnen liessen in einer frisch renovierten Schule auf erhöhte Emissionen schliessen. Die Ursache war ein Furnierleim, der ursprünglich nur bei der Verarbeitung Formaldehyd freisetzen sollte. An der Wärme aber emittierte der Leim weiter Formaldehyd – ein Schadensfall trotz sorgfältiger Ausschreibung.

Eigentlich sind seit Mitte der Achtzigerjahre Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen und daraus gefertigten Produkten gesetzlich beschränkt (tec21, 13/02). Trotzdem kann es auch heute noch zu einem Formaldehyd-Schadensfall in einem Bau kommen (Tabelle 5). Das folgende Beispiel¹ zeigt, wie aufwändig die Suche nach der Formaldehydquelle sein kann. Das Stadtzürcher Schulhaus «Im Gut» mit Baujahr 1950 wurde zwischen 1999 und 2000 saniert. Die Schulzimmer erhielten neue Fenster und Brüstungsverkleidungen, sämtliche Oberflächen wurden erneuert. In zwei Schulzimmern lagen die Formaldehydkonzentrationen über dem Richtwert des Bundesamtes für Gesundheit (Bilder 1/2; der Richtwert liegt bei 0,1 ppm – dies entspricht 125 µg/m³). Drei Monate später hat sich die Situation in keiner Weise entspannt. Im Gegenteil: Auch aus weiteren Schulzimmern wurden Klagen laut. Lüften während der Pausen verminderte die Formaldehydbelastung nicht wesentlich.

Die Suche nach der Emissionsquelle begann: Eine erste Spur wies auf die gestrichene Gipskartondecke hin. Sowohl das Farbmuster wie auch eine Materialprobe der Decke wiesen hohe Formaldehydemissionsraten auf. Zur Bestätigung der Befunde entfernte man in einem Schulzimmer die gesamte Gipskartondecke inklusive Akustikisolation und lüftete anschliessend den Raum. Die darauf folgende Messung zeigte keiner-



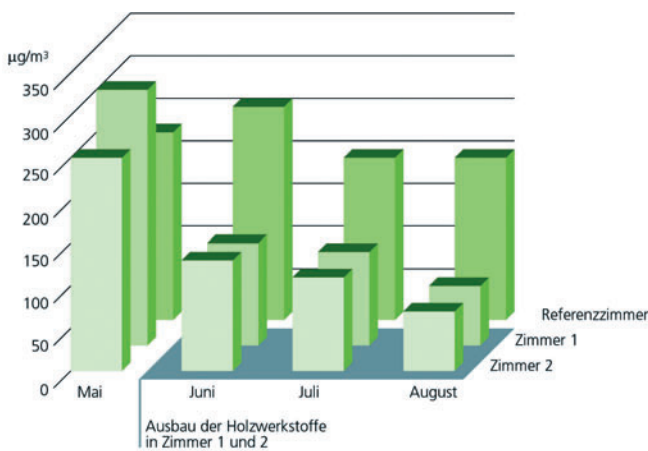
- 1
Messungen unter Nutzungsbedingungen können je nach Zimmer unterschiedliche Resultate liefern
- 2
Nachgewiesene Formaldehydkonzentrationen in zehn Klassenzimmern bei eingeschalteter Heizung



lei Reduktion der Formaldehydkonzentration in der Raumluft. Die Gipskartondecke hat bloss als Formaldehydsenke funktioniert und wurde selbst zur Formaldehydquelle, obwohl sie ursprünglich gar kein Formaldehyd emittiert hatte.

Im gleichen Zimmer entfernte man dann sämtliche Holzwerkstoffe, die im Fensterbereich eingebaut worden waren, und entnahm von den verschiedenen Materialtypen Muster zur Emissionsmessung mit der FLEC (field and laboratory emission cell, Bild 3). Anhand des direkten Vergleichs konnten zwei Materialien als potenzielle Formaldehydquellen identifiziert werden. Die Raumluftkonzentration an Formaldehyd nahm im Verlauf von vier Monaten kontinuierlich ab, während in einem unveränderten Zimmer keine Abnahme der Schadstoffkonzentration festgestellt wurde (Bild 4).

Der für die Furnierung verwendete Leim war also die primäre Emissionsquelle. Die «Allgemeinen Bauökologischen Submissionsbedingungen» waren im vorliegenden Fall dennoch korrekt abgefasst.² Um die durch den Architekten gewünschte Oberflächenqualität zu erhalten, wurde damals entschieden, die verwendeten Tischlerplatten in der Werkstatt zu furnieren. Bei der Bereinigung der Arbeiten verlangte der Unternehmer eine Deklaration, um sicherzugehen, dass nach der Verarbeitung keine Schadstoffe mehr entweichen. Gemäss dieser Deklaration, wurde der Leim als «formaldehydabspaltend während der Verarbeitung (Furnierung)» ausgewiesen.



3

Emissionsmessungen in der Prüfkammer FLEC (field and laboratory emission cell)

4

Verlauf der Formaldehydkonzentrationen in zwei Zimmern, bei denen schadstoffabsondernde Materialien entfernt wurden. Im Vergleich dazu ein unverändertes Referenzzimmer

Furnierleim und Hitze

Die besagte Angabe war offensichtlich unvollständig, da auch nach Furnierung und Einbau des Materials kontinuierlich Formaldehyd in relevanten Mengen an die Raumluft emittiert wurde. Die Formaldehydabspaltungen im Bereich der nicht furnierten Lüftungsschlitze des Simses waren zudem deutlich höher als im furnierten Bereich. Einfräsungen, Bohrungen, nicht abgedeckte Kanten, Beschädigungen im Betrieb, sich lösende Beschichtungen u. a. sind daher Gründe, auch bei kunststoffbeschichteten Platten ein formaldehydarmes Trägermaterial zu verwenden.

Der Einsatz furnierter Holzwerkstoffe im Bereich der Heizung oder bei direkter Sonneneinstrahlung stellt erhöhte Anforderungen an den Furnierleim. Hohe Wärmebeständigkeit ist gefragt, damit sich die Platten nicht verziehen. Elastizität und Zugfestigkeit sind weitere Anforderungen an den Leim. Mit zunehmender Wärmebelastung wird dies immer wichtiger. Daher muss der Unternehmer einen Leim mit einem duroplastischen Harz verwenden (Tabelle 5). Produkte auf der Basis von Harnstoff-Formaldehyd-Kondensationsprodukten erfüllen diese Anforderung, können allerdings während Jahren Formaldehyd abgeben. Deklarationen und Submissionsbedingungen sind daher nützliche Hilfsmittel, schützen aber nicht vor Innenraumbelastungen, weil man sich nur auf einzelne Materialien beschränkt und keine genauen Emissionswerte angibt. Erhöhte Belastungen können beim Zusammenfügen und Weiterverarbeiten der Materialien entstehen. Schon beim Einbau solcher Produkte sind die Emis-

Furnierleim-Typ	Eigenschaften
Aminoplaste	
Harnstoff-Formaldehyd(UF)-Harze Melamin-Formaldehyd(MF)-Harze Phenol-Formaldehyd(PF)-Harze Phenolresorcinharze	Duroplastische Harze, d. h. hohe Wärmebeständigkeit, weitgehend wasserbeständig, geeignet für teilweise witterungsgeschützte Bauteile (z. B. Haustüren) bis voll bewitterte Furniere (z. B. Bootsbau). Teilweise Formaldehydemissionen über Jahre hinweg möglich
Dispersionsleime	
Polyvinylacetat (Weissleim, EC1-Leim)	Dispersionsklebstoffe sind thermoplastisch und erweichen in der Wärme. Sie zeigen kalten Fluss, d. h. sie geben unter dauernder Spannung nach. Nur für Innenanwendung in Wohnräumen geeignet. Nicht geeignet für den Einsatz in Feuchträumen oder im Aussenbereich, da nicht wasserbeständig. Gelten als praktisch formaldehydfrei

5

Eine ursprünglich emissionsarme Platte kann je nach verwendetem Furnierleim als Endprodukt erhöhte Formaldehydemissionen aufweisen. Emissionsarme Furnierleime (EC1) sind Polyvinylacetatleime (Weissleime)

Planungsschwerpunkt	Qualitätsanforderungen	Fachbereich	Beispiele
Chemie	<ul style="list-style-type: none"> - Tiefe chemische Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft - Materialien: chemisch nicht reaktiv, tiefe Emissionsraten, geruchsneutral 	<ul style="list-style-type: none"> - Baumaterialien - Lüftung 	<ul style="list-style-type: none"> - Ölen eines Bodenbelages¹ - Verwendung von Fugendichtungsmassen¹ - Wohnungsrenovation mit Dispersionsfarben¹ - verleimte Holzwerkstoffe¹
Biologie	<ul style="list-style-type: none"> - tiefe Keimzahlen in der Zuluft - kein Tauwasser an Oberflächen und in Konstruktionen 	<ul style="list-style-type: none"> - Lüftung - Gebäudekonzeption 	<ul style="list-style-type: none"> - Keimbelastung in einer Lüftungsanlage¹ - Schimmelbefall in der Unterkonstruktion¹
thermische Behaglichkeit (inkl. CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> - ausreichender Frischluftwechsel - geringe Temperaturschwankungen der Raumluft und an Oberflächen - keine störenden Zugerscheinungen - Vermeidung zu tiefer resp. zu hoher Luftfeuchten 	<ul style="list-style-type: none"> - Lüftung - Gebäudekonzeption - Sonnenschutz 	<ul style="list-style-type: none"> - Klimamessung in einer neuen Kinderkrippe¹ - Einfluss von Gebäudeteilen¹
Lärm, Erschütterungen, Staub	<ul style="list-style-type: none"> - keine störenden Erschütterungen - ausreichender Schallschutz gegen Innen- und Aussenlärm - keine erhöhte Staubbelastung in Innenräumen an exponierten Standorten 	<ul style="list-style-type: none"> - Lüftung - Gebäudekonzeption 	<ul style="list-style-type: none"> - Einbau von Lärmschutzfenstern
elektromagnetische Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> - Vermeidung von erhöhten Strahlungswerten 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektroinstallationen - Standortwahl 	<ul style="list-style-type: none"> - Platzierung von Natelantennen
ionisierende Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> - Vermeiden von erhöhten Radonbelastungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Standortwahl 	<ul style="list-style-type: none"> - natürliche Quellen

6

Alles, was ungesund ist, im Überblick: Störende Einflüsse sind nicht nur chemischer Natur. Auch die Biologie und die Physik können Unangenehmes beisteuern, wenn es um unser Wohlbefinden geht

7

Ursachen von Belastungen der Innenraumluft: Beispiele chemischer und biologischer «Wohngifte»

Innenraumluftschadstoffe	Beispiele
flüchtige organische Verbindungen	Lösemittel, Duftstoffe, Formaldehyd
Tabakrauch	
photochemische Oxidantien	Aldehyde, Säuren
Weichmacher	Stoffe aus Weich-PVC, Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Holzschutzmittel	Lindan, Pentachlorphenol (PCP)
Schädlingsbekämpfungsmittel	Stoffe wie etwa Pyrethroide
anorganische Luftschadstoffe	Asbest, Feinstaub, Radon, Ozon, Stickoxide, Kohlendioxid (kein eigentlicher Schadstoff)
biologische Keime	Schimmelpilze, Bakterien

Gute Raumluftqualität kann geplant werden

Es gibt heute die Möglichkeit, ein gutes Innenraumklima zu planen. Dies bedingt die Berücksichtigung des Themas von Beginn der Planung weg bis zur Abnahme der Baute. Die Planung kann in die Planungsmethodik der SIA-Ordnung 112 eingebettet werden, und die Bauherrschaft soll konkrete, überprüfbare Werte für ein gesundes Innenraumklima verbindlich vorschreiben und verlangen, dass die Einhaltung kontrolliert wird. Weil die rechtlichen Grundlagen fehlen, müssen übergeordnete Planungs- und Teilphasenziele präzise beschrieben sowie zu erwartende Ergebnisse und vorgesehene Schlusskontrollen bereits festgelegt werden. Eine optimale Planung beugt daher auch juristischen Problemen vor.

Planungsteams aus dem Bereich Architektur stossen oft schon bei Materialbeurteilungen an ihre Grenzen. Bereits die Interpretation der SIA-Empfehlung 493 erfordert ein Zusatzwissen in einem Gebiet, für das der Planer in der Regel nicht ausgebildet ist. Zudem sind die heute vorhandenen Positiv-/Negativlisten zu wenig verbindlich bezüglich der zu erreichenden Qualitätsanforderungen an das Innenraumklima (Ökologisches Bauen, Merkblätter nach Baukostenplan [BKP] für Ausschreibungen, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, 1999).

Planungsleistung Innenraumklima

Zuerst legt man schriftlich eine Zielvorgabe fest, um die Planung einer guten Raumluftqualität festzuhalten. Diese führt zur Zielvereinbarung, in der überprüfbare Planungsschwerpunkte enthalten sind (Tabellen 6 und 7). Bauträger und Planer übernehmen dann im Planungsvertrag eine «Planungsleistung Innenraumklima». Sie enthält projektspezifische Anforderungen und Massnahmen zur Verbesserung des Innenraumklimas. Die Leistungen sind in den Blättern «Leistungsbeschriebe Innenraumklima» für alle Planungsphasen als Modul und nicht als Checkliste beschrieben. Zeitpunkt der Bereitstellung und Detaillierung der Angaben variieren je nach Auswahlverfahren und Anbieter (www.eco-bau.ch, unter der Menüoption Ökowerkzeuge kann dazu ein pdf-file heruntergeladen werden).

Überprüfung der Zielvereinbarung (Beispiel)

Die Bauherrschaft führt nach einer etwa einmonatigen Auslüftzeit (ab Beendigung der raumluftrelevanten Bauarbeiten) und vor der Möblierung stichprobenartig Raumlufmessungen unter Standard- und Nutzungsbedingungen durch. Die Anforderungen an die chemische Verunreinigung der Innenraumluft (inkl. CO₂) sind unter Standardbedingungen gemäss VDI-Richtlinie 4300 (Fenster über Nacht geschlossen, Temperaturen mind. 20 °C, Lüftungsanlagen ausgeschaltet, www.vdi.de) die Folgenden: Die Formaldehydkonzentration liegt unterhalb von 62 µg/m³, die Konzentration flüchtiger organischer Verbindungen unterhalb von 1000 µg/m³. Es sind keine für Menschen krebserregenden Verbindungen (Kat. 1 und 2) nachweisbar, oder deren Konzentrationen liegen höchstens 25 % über der Aussenluft. Unter Nutzungsbedingungen (Lüftung eingeschaltet) müssen obige Anforderungen für Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen eingehalten werden. Zusätzlich gelten folgende Anforderungen: Die CO₂-Konzentration darf den Mittelwert von 1000 ppm resp. den Spitzenwert von 1500 ppm während der Nutzungszeit der Räume nicht überschreiten. Der Anteil Unzufriedener aufgrund der geruchlichen Belästigung darf 15 % nicht überschreiten.

sionswerte zu verlangen. Werden Produkte nachträglich in der Werkstatt bearbeitet (etwa furniert), sollten alle verwendeten Materialien deklariert und das fertige Produkt getestet werden. Besser ist es, Konstruktionsteile zu verschrauben statt zu verkleben. Die Produkte sind möglichst unveredelt einzusetzen, auf zusätzliche Bearbeitung ist zu verzichten. Entscheidend für die Schadstoffbelastung ist nämlich die Menge des verwendeten Emittenten und sein Emissionspotenzial. Bei Formaldehydemissionen von Produkten, die als Lignum 6.5 oder E1 deklariert sind, können im ungünstigen Fall schon geringe Flächenanteile genügen, um die Richtwerte zu überschreiten. Alle Fensterleibungsverkleidungen der erwähnten Schule ergeben eine Fläche in der Grössenordnung einer halben Wand pro Zimmer. Holzwerkstoffe, die die zulässigen Werte vollständig ausschöpfen, sollten daher nicht oder nur kleinflächig angewendet werden – weniger als 0,1 m² Plattenoberfläche pro Quadratmeter Rauminhalt.

Um das Problem im erwähnten Schulhaus zu entschärfen, verwendete man bei der Sanierung des Schadensfalls eine emissionsarme Spanplatte, die nachträglich geprüft wurde. Diese Spanplatte ist phenolharzgebunden, wasserfest und mit einem EC1-Kleber industriell furniert (Tabelle 5). Die mit diesem Material ausgerüsteten Zimmer wiesen keine erhöhten Raumluftwerte auf.

Reto Coutalides, dipl. Chem. HTL, Bau- und Umweltchemie, Beratungen + Messungen AG
Leutholdstr. 12, 8037 Zürich
coutalides@raumluftthygiene.ch

Literatur und Anmerkungen

- 1 R. Coutalides (Hrsg.), R. Ganz, W. Sträuli: Innenraumklima. Keine Schadstoffe in Wohn- und Arbeitsräumen. Werd-Verlag, Zürich 2002. ISBN 3-85932-419-5
- 2 Die «Allgemeinen Bauökologischen Submissionsbedingungen» der Bauherrschaft als verbindliche Beilage zur Submission hielten im vorliegenden Fall fest: «Sofern Spanplatten nicht durch Massivholz, Tischlerplatten u. a. ersetzt werden können, müssen sie das Label Lignum CH10 oder E1 tragen [CH10 ist die ältere Bezeichnung für CH 6.5; dieses Gütezeichen der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für das Holz (Lignum) entspricht den Deutschen Anforderungen für E1. E1-gelabelte Produkte dürfen in einem definierten Prüfraum eine Ausgleichskonzentration an Formaldehyd von 125 µg/m³ nicht überschreiten]. Werden andere Holzwerkstoffe, etwa Mitteldichte Faserplatten (MDF), verwendet, müssen auch sie die Kriterien von Lignum-CH10 bzw. E1 erfüllen.» Bei der Ausschreibung wurden im Leistungsbeschrieb ausdrücklich Holzwerkstoffplatten E1 verlangt.