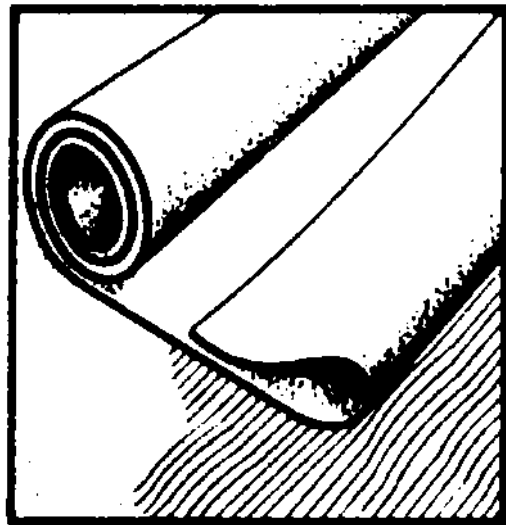
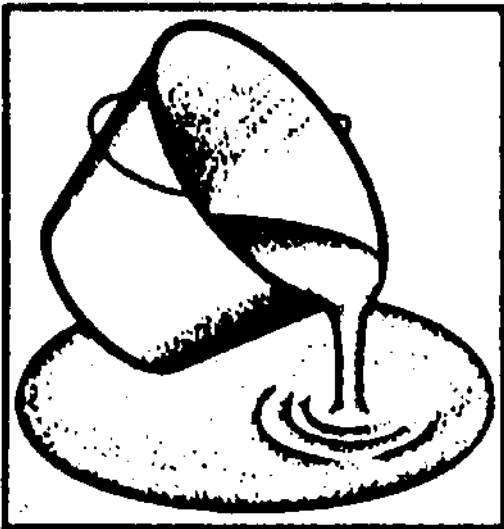


## FALLBEISPIELE ZU SCHADSTOFFEN IN ALTBAUTEN

Thema: "Schadstoffe aus Bodenbelagsklebern"

10/1999



- **Langanhaltende Geruchsbelastung aus Bodenbelagsklebern**
- **Gerade "umweltfreundliche" Kleber besonders betroffen**
- **Sanierung verursacht hohe Kosten**

## Einleitung / Problemaufriss

Seit langem ist bekannt, daß Bodenbelagskleber aufgrund ihres Gehaltes an leichtflüchtigen Lösemitteln zu den besonders problematischen Bauprodukten gehören. Leitkomponenten einer möglichen Innenraumbelastung mit leichtflüchtigen organischen Verbindungen, sogenannten VOC (volatile organic compounds) sind unter anderem verzweigte Aromaten (z.B. Toluol, Xylol) und Alkane. Häufig werden neben den synthetischen Lösemitteln auch natürliche Lösungsmittel, hier vor allem Terpene wie Limonen,  $\alpha$ - und  $\beta$ -Pinen,  $\Delta$ -3-Caren, Eucalyptol u.a. eingesetzt. Aufgrund ihres höheren Siedepunktes gehören sie zu den Stoffen, die über einen etwas längeren Zeitraum ausgasen. Die Folgen sind meist längeranhaltende, erhöhte Lösemittelkonzentrationen in der Raumluft.

Bei der Verklebung von Bodenbelägen ist es in der Vergangenheit immer wieder zu schweren Unfällen, teilweise mit Todesfolge gekommen. Grund dafür war fast immer der hohe Anteil von Lösemitteln in den Klebern, die zum größten Teil während der Verarbeitung verdunsten. Bei unzureichender Lüftung können die Lösemitteldämpfe in der Atemluft hohe Konzentrationen erreichen, die bei den Arbeitern zu Bewußtlosigkeit, Atemlähmung und schließlich zum Tod führen. Auch niedrigere Lösemittelgehalte in der Atemluft können auf Dauer vor allem Nerven, Leber und Nieren schädigen. Schließlich bilden hoch konzentrierte Lösemitteldämpfe explosive Gemische, die durch Zigarettenglut oder Funkenbildung an elektrischen Geräten gezündet werden können - ebenfalls oft mit katastrophalen Folgen. Aus diesen Gründen entwickelten die Hersteller von Bodenbelagsklebern in den vergangenen Jahren Klebstoffe, in denen die organischen Lösemittel durch Wasser ersetzt wurden. Allerdings gelang das nur teilweise; ein geringer Lösemittelanteil war in diesen sogenannten Dispersionsklebern meist immer noch enthalten, um während der Herstellung das Klebharz mit dem Wasser zu vermischen. Und für diese Aufgabe ist nicht jedes Lösemittel geeignet, denn es muß selbst mit Wasser mischbar sein. Verwendet werden vor allem Glykole und Glykolverbindungen wie z.B. 2-Butoxyethanol, 2-Phenoxyethanol, 2-Phenoxypropanol, Butyldiglykol, Butyldiglykolacetat und andere, welche im Gegensatz zu klassischen Lösemitteln mit Wasser mischbar sind, aber aufgrund ihres hohen Siedepunktes nur langsam verdampfen. Die Folge: nach Anwendung dieser Kleber ist die Luftbelastung anfangs niedriger als bei konventionellen, stark lösemittelhaltigen Produkten, nimmt aber mit der Zeit zu und kann über Monate und Jahre anhalten.

Im Oktober 1994 wurde die Technische Richtlinie für Gefahrstoffe (TRGS) Nr. 610, in der die Definition von Lösemitteln niedergeschrieben ist, überarbeitet. Wichtigste Neuerung: Als Lösemittel galten ab sofort nur noch Substanzen mit einem Siedepunkt unterhalb von 200°C. Phenoxyethanol beispielsweise hat aber einen Siedepunkt von 245°C und ist damit laut TRGS 610 kein Lösemittel mehr. Der Hersteller, der fortan seinen wasserlöslichen und phenoxyethanolhaltigen Kleber als "lösemittelfrei" bezeichnete, verhielt sich im juristischen Sinne einwandfrei, auch wenn die gewählte Lösemittel-Definition unter Fachleuten sehr umstritten ist.

Über die toxikologischen Eigenschaften der Glykole und Glykolverbindungen ist nur sehr wenig bekannt. Die wenigen existierenden Grenzwerte liegen so hoch, daß eine Kennzeichnung der entsprechenden Produkte nicht notwendig ist.

Im Handel erhältlich ist mittlerweile eine schon beinahe unüberschaubare Vielfalt von unterschiedlichen Textilbelagsklebstoffen mit mehr oder weniger großem Lösemittelanteil. In neuester Zeit sind Textilbelagsklebstoffe auf dem Markt, die nach einem Klassifizierungssystem der Gemeinschaft Emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe e.V., Düsseldorf (GEV) als "sehr emissionsarm" (EMICODE EC 1) eingestuft sind. Dabei erfolgt die Einstufung des geprüften Klebstoffes anhand der Gesamtemission flüchtiger organischer Stoffe (TVOC) in einer standardisierten Prüfkammer nach 10 Tagen (10-Tage-Wert), welche nach den Zuordnungskriterien der GEV kleiner als 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen muß. Zudem dürfen nach diesen

## Fallbeispiele Schadstoffe in Altbauten "Schadstoffe aus Bodenbelagsklebern"

Vergabekriterien 24 Stunden nach Einbringen in die Prüfkammer die K-Stoffe (krebserregende bzw. krebverdächtige Stoffe nach TRGS 905) Benzol < 2 µg/m<sup>3</sup>, Acrylamid und Acrylnitril < 10 µg/m<sup>3</sup> sowie Vinylacetat, 1,4-Dioxan, Formaldehyd und Acetaldehyd < 50 µg/m<sup>3</sup> nicht nachweisbar sein.

GISCODE: Gefahrstoff-Informationssystem der Bau-Berufsgenossenschaft

D1-Kleber: enthalten keine Lösemittel mit Siedepunkt unter 200 °C (aber i. d. R. Hochsieder)

EMICODE: Klassifizierungssystem der Gemeinschaft Emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe e.V. (GEV)

Emissionsklasse	allgemeine Bezeichnung	EMICODE
< 500 µg/m <sup>3</sup>	sehr emissionsarm	EC 1
500 - 1500 µg/m <sup>3</sup>	emissionsarm	EC 2
> 1500 µg/m <sup>3</sup>	nicht emissionsarm	EC 3

Prüfbedingungen: Kammerprüfung bei 23°C und 50 % rel. Luftfeuchte, 1/2 Luftwechsel/h, Klebstoffauftrag von 300 g/m<sup>3</sup> auf eine 50 x 40 cm große Glasplatte, Beladung 0,4 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, Zahnpachtel B1, Gesamtemission flüchtiger organischer Stoffe (TVOC) nach 10 Tagen (10-Tage-Wert)

### Auftrag

Im Juni 1996 erhielten wir eine Anfrage der Gefahrstoffbeauftragten der Humboldt-Universität. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eines Universitätsinstituts hatten sich über üble Gerüche und gesundheitliche Probleme beschwert, die seit ihrem Umzug in frisch renovierte Büroräume auftraten. Geplant war der Umzug des gesamten Instituts mit allen Beschäftigten, da die bisher genutzten Räume ebenfalls renoviert und umgebaut werden sollten. Aufgrund der Beschwerden konnte aber der Umzug nicht wie geplant durchgeführt werden, da auf Druck der Beschäftigten zunächst eine eventuelle gesundheitliche Gefährdung durch die vermuteten Schadstoffe in der Raumluft geklärt werden sollte. Die Arbeiten in den alten Büroräumen konnten natürlich auch nicht vor Abschluß des Umzugs begonnen werden.

Die Räume befanden sich in einem Gebäudekomplex, der bis zum Frühjahr 1996 grundsanitiert worden war. Unter anderem war in allen Büros Teppichboden verlegt worden. Die Arbeiten dauerten in Teilen des Gebäudes zum Zeitpunkt der Untersuchung noch an.

Bei der Begehung des Raumes beschrieb ein ALAB-Mitarbeiter den Geruch als "süßlich-muffig, dumpf". Da bei der Gebäudesanierung mit lösemittelhaltigen Produkten gearbeitet wurde, vermuteten wir die aus Farben, Lacken, Dichtmassen, Klebstoffen usw. ausgasenden Lösemittel als Ursache des Geruchs. Möbel und Einrichtungsgegenstände fielen als mögliche Quellen weg, weil sie bereits vor dem Umzug in Benutzung waren und in den alten Büros nie Beschwerden aufgetreten waren.

### Durchführung

Die erste Raumluftmessung auf Lösemittel fand im Juni 1996 statt. Die Ergebnisse entsprachen nur teilweise den Erwartungen; neben einer Vielzahl flüchtiger organischer Verbindungen, die üblicherweise als Lösemittel eingesetzt werden, wiesen wir eine Substanz namens "Phenoxyethanol" in hohen Konzentrationen nach, die uns bis dahin als Innen-

raumschadstoff nicht aufgefallen war<sup>1</sup>. Geruchsvergleiche legten den Schluß nahe, daß die Hauptursache des bemängelten Geruchs eben dieses Phenoxyethanol war. Nach weiteren Materialuntersuchungen der im Rahmen der Sanierungsarbeiten verwendeten Produkte stand fest, daß ein Bodenbelagskleber die Quelle für das nachgewiesene Phenoxyethanol war. Die verantwortlichen Bauleiter fielen damals aus allen Wolken, denn die verwendeten Teppichkleber waren größtenteils als besonders umweltfreundlich und als lösemittelfrei gekennzeichnet.

In der Folgezeit wurden bis zum Frühjahr 1999 mehr als 100 Raumluft- und Materialproben untersucht.

Anhand der Ergebnisse der Raumluftuntersuchungen wurde über die Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen entschieden. Als Orientierungswert diente dabei eine Richtkonzentration für Phenoxyethanol von 100 µg/m<sup>3</sup> (s. "Bewertungsprobleme").

Da bei den Verlegearbeiten unterschiedliche Teppichkleber verwendet wurden, mußte vor der Sanierung teilweise durch Materialuntersuchungen geklärt werden, in welchen Bereichen phenoxyethanolhaltige Produkte zum Einsatz gekommen waren. Dazu wurden Proben des verlegten Teppichs mit anhaftenden Kleberresten entnommen und untersucht.

Angaben über die Zusammensetzung, insbesondere den Lösemittelgehalt, der Bodenbelagskleber waren z.T. nur schwierig oder gar nicht erhältlich. Auch die sicherheitstechnischen Datenblätter boten kaum Orientierung. Zudem waren z.T. die Rezepturen der Kleber verändert worden, ohne daß dies durch eine geänderte Produktbezeichnung erkennbar war. Zur Sicherheit wurden daher die in Zukunft zu verwendenden Kleber auf Lösemittel untersucht.

### **Ergebnisse**

Von 63 untersuchten Büroräumen wiesen 27 Räume (43%) eine Raumluftbelastung mit Phenoxyethanol von über 100 µg/m<sup>3</sup> auf. In drei Räumen lag die Belastung sogar über 300 µg/m<sup>3</sup>. Alle Untersuchungen waren bei "worst-case" - Bedingungen (über Nacht geschlossene Fenster und Türen, Raumlufttemperatur > 18°C) durchgeführt worden.

### **Bewertung**

Zur Bewertung von Phenoxyethanol in der Atemluft existieren - wie für die meisten der hier behandelten Glykolverbindungen - keinerlei Richt- oder Grenzwerte. Die "Verordnung über Arbeitsstätten" (Arbeitsstättenverordnung, ArbStättV), in der die Anforderungen an den Arbeitsschutz in Büroräumen festgelegt sind, behandelt das Thema "Luftqualität" leider recht stiefmütterlich. Dort heißt es in § 5 lediglich: "In Arbeitsräumen muß (...) während der Arbeitszeit ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein". Die dazugehörige Richtlinie (Arbeitsstättenrichtlinie, ASR 5) wird nur wenig präziser: "Ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft ist in Arbeitsräumen dann vorhanden, wenn die Luftqualität im wesentlichen der Außenluftqualität entspricht (...)." Wortwörtlich angewendet auf Phenoxyethanol würde das bedeuten: wenn in der Büroluft die Substanz Phenoxyethanol, egal in welcher Konzentration, nachweisbar ist, liegt ein Verstoß gegen die Arbeitsstättenverordnung vor, denn Phenoxyethanol ist in der Außenluft nicht vorhanden. Gleiches gilt übrigens für viele andere flüchtige Verbindungen, die in Farben, Lacken, Klebstoffen, Kunstharzen und Dichtungsmaterialien enthalten sind und nach einer Renovierung die Luft belasten. Die Einhaltung der Arbeitsstättenverordnung wäre somit gegenwärtig nur möglich, wenn auf Bau- und Renovierungsmaßnahmen vollständig verzichtet würde.

---

<sup>1</sup>Bei chemischen Analysen können immer nur solche Substanzen nachgewiesen werden, nach denen gesucht wird. Vor Beginn einer Untersuchung muß also festgelegt werden, ob beispielsweise Formaldehyd oder Toluol (Lösemittelbestandteil) analysiert werden soll. Bei einer Untersuchung auf Formaldehyd bleibt eventuell vorhandenes Toluol unentdeckt, da das Probenahme- und Analyseverfahren für Formaldehyd für den Nachweis von Toluol ungeeignet ist.

Aufgrund der offenkundig fehlenden Anwendbarkeit der Arbeitsstättenverordnung in unserem konkreten Fall beauftragten wir im Frühjahr 1997 ein Fachinstitut<sup>2</sup> mit der Ableitung einer Innenraumluft-Richtkonzentration für Phenoxyethanol. In dem Gutachten wurden folgende Richtkonzentrationen angegeben:

Toxikologisch begründete Innenraum-Richtkonzentration:	300 µg/m <sup>3</sup>
Vorsorgeorientierte Richtkonzentration auf der Basis der Geruchsschwelle:	100 µg/m <sup>3</sup>

Da die Gutachter ausdrücklich auf den mangelhaften Kenntnisstand und fehlende toxikologische Daten zu Phenoxyethanol hinwiesen, wurde aus Vorsorgegründen und um lang anhaltenden Geruchsbelastungen vorzubeugen die niedrigere Richtkonzentration von 100 µg/m<sup>3</sup> als Maßstab zur Beurteilung der Raumluftqualität in den untersuchten Büroräumen gewählt.

### **Sanierung**

Anders als bei konventionellen Bodenbelagsklebern auf der Basis von leichtflüchtigen Lösemitteln klingt nach der Verwendung von wasserbasierenden Klebern mit hochsiedenden Glykolverbindungen die Luftbelastung nicht innerhalb von Tagen oder Wochen auf unkritische Werte ab. Es kann Monate bis Jahre dauern, bis sich die Hochsieder soweit verflüchtigt haben, daß die Geruchsschwelle unterschritten wird. Auch häufiges Lüften beschleunigt den Abdampfprozess nicht wesentlich. Abwarten und Lüften ist daher kein erfolgversprechendes "Sanierungskonzept".

Zur Erprobung verschiedener Sanierungsschritte wurde an der Humboldt-Universität in einem Versuchsraum zunächst lediglich der Teppichboden entfernt. Am Estrich anhaftende Kleberreste blieben an Ort und Stelle. Anschließende Untersuchungen ergaben eine lediglich geringe Abnahme der Raumluftbelastung, ohne daß die Richtkonzentration von 100 µg/m<sup>3</sup> unterschritten wurde.

In einem weiteren Schritt wurden nun sämtliche Kleberreste entfernt. Diese Arbeiten gestalteten sich sehr mühsam und aufwendig, da die elastischen Kleberreste nur schwierig zu entfernen waren. Beim Arbeiten mit Bodenschleifmaschinen verklebte selbst größtes Schleifpapier schnell. Der Einsatz von Lösemitteln verbot sich aus naheliegenden Gründen von selbst. Schließlich wurden die Kleberreste in aufwendiger und anstrengender Handarbeit mit Spachteln und Messern entfernt. Diese Maßnahme bewirkte eine Abnahme der Raumluftkonzentration auf deutlich unter 100 µg/m<sup>3</sup>.

Als mögliche Sanierungsmaßnahme wurde auch das Überstreichen des Estrichs mitsamt anhaftender Kleberreste mit einem absperrenden Lack diskutiert. Bei einer solchen Maßnahme ist aber zu erwarten, daß Phenoxyethanol durch die Lackschicht hindurchdiffundiert und früher oder später die Luftbelastung wieder die ursprüngliche Höhe erreicht. Da außerdem keinerlei Erfahrung mit einer solchen Maßnahme vorlag, wurde auf entsprechende Versuche verzichtet.

Auch das Abdichten des Bodens mit einer dampfdichten Metallfolie wurde nach eingehender Diskussion verworfen. Problematisch erschien hier neben dem dauerhaft dampfdicht auszuführenden Wandanschluß der Folie vor allem die Überlegung, daß bei einem Verbleib der phenoxyethanolhaltigen Kleberreste auf dem Estrichuntergrund unkalkulierbare Migrationsvorgänge früher oder später zu Luftbelastungen in angrenzenden Räumen führen könnten.


Als einzige langfristig erfolgversprechende Sanierungsmaßnahme wurde daher die vollständige Entfernung des Teppichbodens und der am Estrich anhaftenden Kleberreste praktiziert.

---

<sup>2</sup> Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (FoBiG) GmbH, 79098 Freiburg

## Fazit

- Bei der Verklebung von Bodenbelägen sollte, um späteren Emissionsproblemen vorzubeugen, ausschließlich auf sehr emissionsarme Produkte der Klasse EC1 nach EMICODE, dem Klassifizierungssystem der Gemeinschaft Emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe e.V. (GEV), zurückgegriffen werden. Klebstoffe, die nach GISCODE, dem Gefahrstoff-Informationssystem der Bau-Berufsgenossenschaft, als "lösemittelfrei" bezeichnet werden, dürfen gemäß TRGS 610 Substanzen mit einem Siedepunkt > 200°C enthalten und bieten daher keine Gewähr gegen spätere Beanstandungen.
- Beim Auftreten von länger anhaltenden (länger als 14 Tage) Geruchsproblemen oder Gesundheitsproblemen nach der Verlegung von Fußbodenbelägen sollte durch Raumluftmessungen die Ursache geklärt werden.
- Ein sicheres Verfahren zur dauerhaften Verminderung der Luftbelastung nach Verwendung von hochsiederhaltigen Fußbodenbelagsklebern ist das vollständige Entfernen des Bodenbelags und der am Estrich anhaftenden Kleberreste.

 <p>Deutscher Akkreditierungs- Rat DAP-PL-1478.00</p>	<p>Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. u. a. für die Prüfgebiete: <b>Innenraumschadstoffe</b> (Luft, Staub, Bau- und Ausstattungsmaterial einschließlich <b>Prüfkammer- bzw. Prü fzellenuntersuchungen</b>) sowie gasförmige Luftinhaltsstoffe bei <b>Arbeitsplatzmessungen</b>. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.</p>
--	--