

Gebäudesanierung mit begleitender Analytik

Bis in die 70er Jahre wurden Teeröle in Gebäuden unter anderem als Feuchtigkeitsschutz eingesetzt. Heute weiß man, dass diese Substanzen krebserregende und geruchsintensive Stoffe freisetzen. Viele kontaminierte Gebäude werden heute noch genutzt. Der Artikel stellt einen erfolgreichen

Bodenbereich und als Holzschutzmittel eingesetzt. Häufig sind diese Anwendungen als modrige und störende Gerüche wahrnehmbar. Erfahrungen mit chemischen Raumluftanalysen zeigen, dass die Luftkonzentrationen dieser Schadstoffe über Jahrzehnte unverändert bleiben und ohne Sanierung,

sonen. Welche Schutzmassnahmen nötig sind, kann anhand von Luftanalysen abgeschätzt werden.

Zum anderen stellen der hohe Anteil an riechbaren Stoffen und das besondere Brennverhalten der teeröhlhaltigen Bauabfälle besondere Anforderungen an die



Sanierungsfall vor, bei dem die begleitende Analytik der Luft und der verschiedenen Baumaterialien unentbehrlich war.

Im Jahr 2000 warnte das Schweizerische Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) vor krebserregenden Stoffen in imprägnierten Eisenbahnschwellen. Die Schwellen wurden mit Teeröl getränkt, das geruchsintensive und Krebs erzeugende Substanzen enthält. Analysen der Empa (Eidgenössische Material- und Prüfanstalt) zeigten, dass selbst nach 25 Jahren noch zwei Drittel der in den Schwellen enthaltenen Teeröle vorhanden sind und ständig verdampfen oder ausgewaschen werden. Teeröle wurden bis in die 70er Jahre auch in Gebäuden als Feuchtigkeitsschutz im

das heißt eine Entfernung der Quelle, keine Reduktion der Schadstoffe erzielt wird.

Noch wenig Erfahrung vorhanden

Die Krebs erzeugende Wirkung von Teerölen und die auftretenden Geruchsbelastungen führen vielerorts zum Sanierungsentscheid. Anders als bei Asbest und PCB, wo Sanierungsverfahren bereits etabliert sind und den Praxistest bestanden haben, gibt es bei der Sanierung von teerölkontaminierten Gebäuden und der Entsorgung kontaminierter Baustoffe wenig Erfahrungen. Zum einen verlangen die hohe Toxizität der Stoffe und die Gefahr, dass beim Entfernen von teeröhlhaltigen Bauabfällen Decken und Böden kontaminiert werden, erhöhte Schutzmassnahmen für Gebäude und Per-

Entsorgung und schließen eine klassische Deponierung sowie eine Verbrennung in Kehrichtverbrennungsanlagen oder in Zementwerken aus. Gegen eine Deponierung spricht der hohe Anteil an leicht wasserlöslichen Verbindungen. Die Verbrennung in Zementwerken kommt aufgrund des hohen Anteils an Riechstoffen nicht in Frage, und die Verbrennung in konventionellen Kehrichtverbrennungsanlagen ist aufgrund der Zähflüssigkeit des Materials nicht möglich.

Vollständige Entfernung schwierig

Bei einer Sanierung von geruchintensiven Stoffen hat die Entfernung der Quelle Priorität. Kleinste Mengen an Schadstoffrückständen können bereits den Sanie-



ST-4925-2005



ST-4923-2005

ST-4924-2005

rungserfolg in Frage stellen. Das Beispiel Eisenbahnschwelle zeigt, dass die Teeröle selbst bei ständigem Luftaustausch und nach vielen Jahren weiterhin Schadstoffe an die Umgebung abgeben. Die vollständige Entfernung von Schadstoffen bereitet jedoch in der Sanierungspraxis, insbesondere bei den Teerölen, größere Probleme. Teeröle wurden vielerorts vor Ort verschüttet, wodurch sie über die Jahre bis zu 20 Zentimeter tief in Beton und Mauerwerk eingedrungen sind.

Oft wurden die tragenden Konstruktionen der Gebäude kontaminiert, so dass eine vollständige Entfernung der Quelle kaum möglich ist und Abdichtungsmaßnahmen in Betracht gezogen werden müssen.

Für Bauwerksabdichtungen gegen Schad-

stoffe sind verschiedene Produkte auf dem Markt. Nicht alle genügen den Anforderungen in der Baupraxis. Neben der Dichtigkeit gegenüber den Geruchsstoffen müssen sie vor allem einfach anwendbar sein und Dichtigkeit bei schwierigen Anschlüssen garantieren.

Hier bringen Gussverfahren gegenüber mit Aluminium kaschierten Verbundfolien die besseren Resultate. Rohranschlüsse sind mit Verbundfolien nur schwer abzudichten. Demgegenüber sind viele Gussverfahren nicht auf ihr Schadstoffrückhaltevermögen geprüft, so dass nur bedingte Aussagen über das Langzeitverhalten dieser Verfahren gemacht werden können.

Sanierungsbegleitende Analytik

Damit in einem oft sehr teuren Sanierungsfall die richtigen Schritte eingeleitet werden können, sind objektive Beurteilungsdaten erforderlich. Ein zuverlässiges und empfindliches Analysenverfahren für flüchtige organische Komponenten ist die Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion. Für die Probenaufgabetechnik wird die thermi-

sche Desorption eingesetzt. Damit lassen sich sowohl Luftproben als auch Materialproben untersuchen. Dieses Verfahren ist bereits seit einigen Jahren beim Dräger Analysenservice etabliert. Die Vorteile der niedrigen Nachweisgrenzen und das große Substanzspektrum, das einen weiten Siedebereich umfasst (insbesondere hochsiedende Komponenten, wie z.B. die Naphthalin-Verbindungen), sind besonders bei diesem Applikationsbeispiel von großer Bedeutung.

Für die Entnahme der Luftproben vor Ort wurden Thermodesorptionsröhrchen (gefüllt mit Tenax TA) eingesetzt. Hierbei handelt es sich um wieder verwendbare Sammelröhrchen, die nicht zugeschmolzen sind, sondern in luftdichten Containern aufbewahrt werden.

Die Probenahme kann mit Pumpen, wie z. B. Dräger Accuro oder Quantimeter, erfolgen. Ein Probenahmenvolumen von nur drei bis fünf Litern ist ausreichend, um Naphthalin-Konzentrationen bis in den unteren $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Bereich sicher bestimmen zu können. Gleichzeitig lassen sich auch

kurze Probenahmezeiten realisieren. Das Chromatogramm zeigt deutlich den signifikanten Anteil der Naphthalin-Verbindungen an der Gesamtbelastung des Raumes.

Aus den Ergebnissen der Luftanalysen lässt sich ableiten, welche Räume belastet sind. Um herauszufinden, welche Materialien in diesen Räumlichkeiten als Schadstoffquellen in Frage kommen, wurden Proben von

verdächtigen Bausubstanzen entnommen. Im Labor des Dräger Analysenservice wurde die Direkt-Thermodesorption zur Untersuchung der verschiedenen Materialproben eingesetzt. Bei dieser Methode wird bei einer erhöhten Temperatur das eingewogene Material thermisch desorbiert und die freigesetzten Stoffe dem GC-System zugeführt. Die emittierten Substanzen werden in einer Kühlfalle fokussiert und anschließend gas-

chromatographisch mit massenselektivem Detektor analysiert. Bei diesem Vorgehen sind schon geringste Probenmengen ausreichend. Anhand der Chromatogramme (Bild 2) der verschiedenen Materialproben lässt sich die Schadstoffquelle eindeutig identifizieren. Auf diese Weise können die Quellen gezielt entfernt und eventuelle Sekundäremittenten gefunden werden.

Bild 1: Chromatogramm einer Luftprobe aus einem belasteten Raum

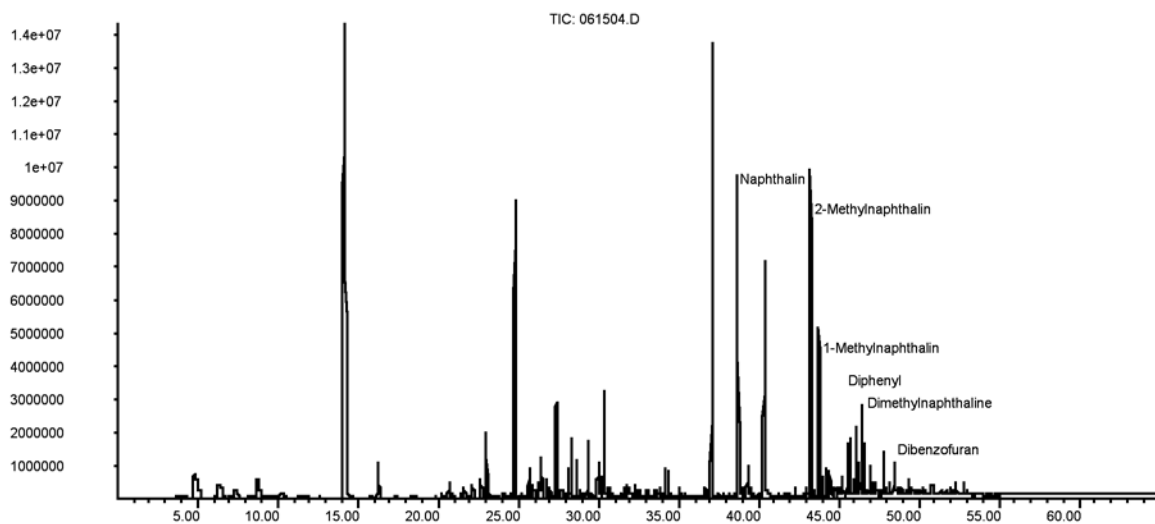
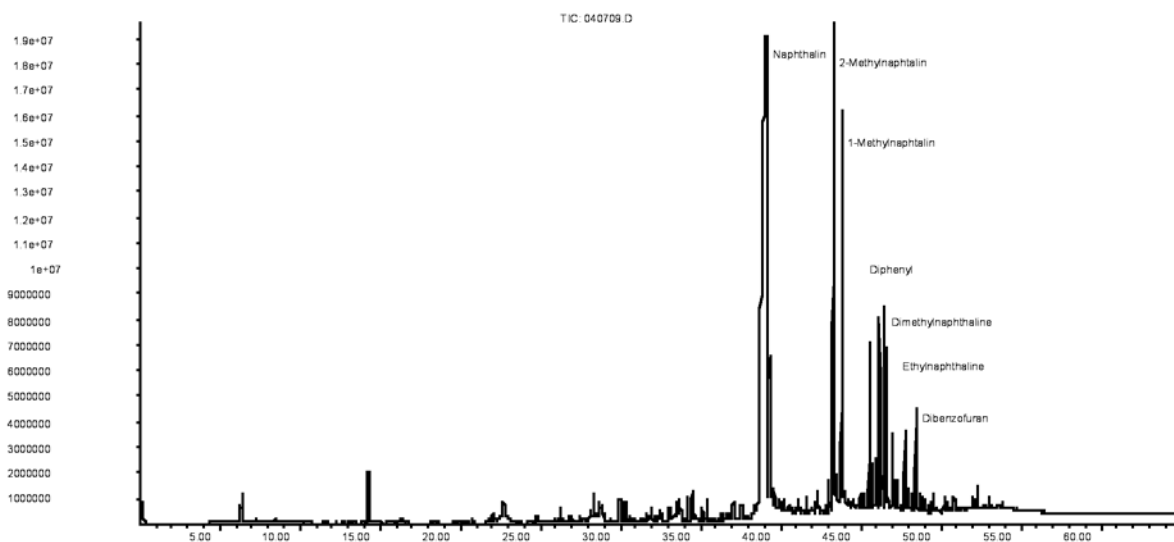


Bild 2: Chromatogramm einer Materialprobe (Fußboden)



Gussverfahren im Praxistest

Bei der Sanierung eines Schulhauses der Stadt Zürich wurde ein solches Gussverfahren angewendet und messtechnisch begleitet. Geruchsintensive Stoffe, wie die im Teeröl enthaltenen Naphthaline, die schon bei niedrigen Konzentrationen im Mikrogrammbereich geruchlich wahrnehmbar sind, können während dem Sanierungsverfahren grundsätzlich am besten mit der Nase beurteilt werden. Dies gilt ebenfalls, wenn es darum geht, Schadstoffquellen zu orten. Raumluftmessungen sind jedoch hilfreich, um den Sanierungsstand objektiv und quantitativ beurteilen zu können. Gerade bei hohen Lösemittelkonzentrationen, wie sie auf Baustellen anzutreffen sind, wird der Geruchssinn erheblich beeinträchtigt und irritiert. Chemische Luftanalysen zeigen sich diesbezüglich als günstige, robuste und zuverlässige Alternative.

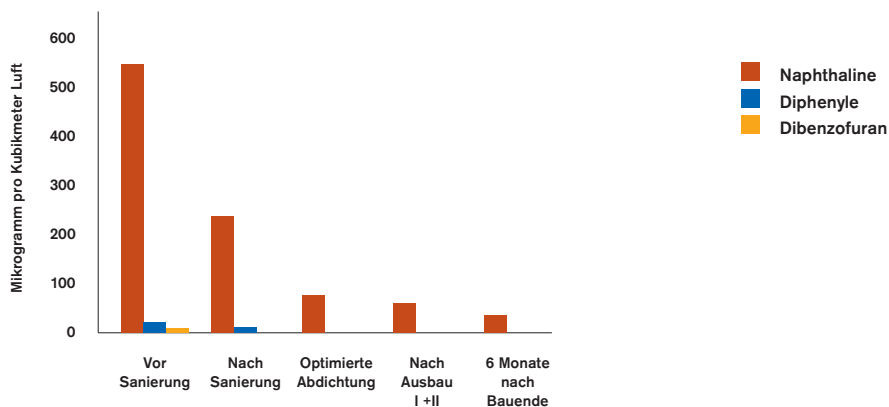
Die Messungen im Rahmen der Schulhaus-sanierung zeigen, dass mit dem Gussverfahren die im Teeröl enthaltenen Schadstoffe Naphthaline, Diphenyle und Dibenzofuran in der Raumluft deutlich reduziert werden können. Allerdings mussten die betroffenen Räumlichkeiten für die Entfernung der wichtigsten Schadstoffquellen zuvor in den Rohbauzustand zurückversetzt werden.

Die anschließende Abdichtung im Bodenbereich reduzierte die Schadstoffkonzentration um etwas mehr als die Hälfte (Bild 3: „Nach Sanierung“). Diese Abdichtung wurde in einem zweiten Schritt noch optimiert und dabei u. a. an den Rohranschlüssen besser angepasst und auf den Sockelbereich ausgedehnt. Dies verbesserte das Sanierungsergebnis deutlich, wie die dritte Säule in der Grafik zeigt.

Sanierungsziel erreicht

Da mit diesen Maßnahmen das Sanierungsziel erreicht war – die Stoffe sollten nicht mehr in gesundheitsrelevanten Konzentrationen vorliegen und nicht mehr zu riechen sein – wurde der Rohbau anschließend für die Ausbauphasen I und II freigegeben. Nach Abschluss aller Sanierungsarbeiten wurde dann eine weitere Luftmessung durchgeführt.

Bild 3: Schadstoffkonzentrationen



Diese zeigt zum einen, dass Estrich, Bodenbeläge und mineralische Putze keinen zusätzlichen abdichtenden Effekt haben, da sich die Schadstoffkonzentration durch den Ausbau kaum weiter verringerte (siehe 4. Säule in Bild 3). Zum anderen erweist sich die Gussvariante im Kurzzeitverhalten, d.h. zwei Monate nach der Abdichtung, als sehr gut. Erste Dichtigkeitsprüfungen nach einem halben Jahr nach Abschluss der Bauarbeiten sind ebenfalls positiv verlaufen (siehe 5. Säule in der Grafik in Bild 3, „6 Monate nach Bauende“) und lassen ein gutes Langzeitverhalten der gewählten Variante vermuten.

Die Sanierungsbegleitung mit Luftmessungen machte ebenfalls deutlich, dass mit einer aufwändigen Sanierung die Diphenyle und Dibenzofurane vollständig eliminiert werden können. Die geruchsintensiven Naphthaline konnten im vorliegenden Fall um den Faktor 10 reduziert und damit unter den Geruchsschwellenwert gebracht werden. Die Elimination gelingt aber nicht vollständig, da die verbleibenden Schadstoffe im Innern der Mauern aufsteigen und diffus in den Innenraum ausdünsten. Ein Blick auf vergleichbare Sanierungsfälle in Deutschland zeigt aber, dass mit anderen Sanierungsmethoden sogar nur Schadstoffreduktionen um den Faktor 2 bis 5 erzielt werden.

Qualität der Baumeisterarbeiten entscheidend

Sanierungen von geruchsintensiven Schadstoffen können also mit möglichst vollständiger Entfernung der Quellen und einer Abdichtung im Gussverfahren erfolgreich durchgeführt werden. Konnten sich Schadstoffe aber über längere Zeit in einem Gebäude ausbreiten und die Mauerwerke durchdringen, bleibt eine vollständige Eliminierung jedoch schwierig. Mit Nachbesserungen und einer optimierten Abdichtung im Bereich der kritischen Stellen konnten die Schadstoffkonzentrationen nochmals um den Faktor drei reduziert werden. Dies zeigt, dass die Sanierung von geruchsintensiven Stoffen höchste Anforderungen an die Qualität der Baumeisterarbeiten und die Wahl der Materialien stellt.

Philipp Thalman und Reto Coutalides
Beratungen + Messungen AG
buc@raumlufthygiene.ch
www.raumlufthygiene.ch
Dirk Rahn-Marx
Dräger Safety AG & Co. KGaA
dirk.rah-marx@draeger.com
www.draeger.com/analysenservice