

Styrolbelastungen in Innenräumen – Fallbeispiele

Dr. Nobert Weis, Michael Köhler, Gerd Lammers

Zusammenfassung

Ausgehend von Dichtungs- und Dämmmaterialien kann es zu erheblichen Styrolbelastungen im Innenraum kommen, auch wenn das Baumaterial im Außenbereich des jeweiligen Gebäudes Verwendung findet. Der Richtwert I (RW I) von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und auch der RW II ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) der ad-hoc Kommission aus Mitgliedern der IRK und AGLMB kann erheblich überschritten werden. Zur Richtwertüberprüfung ist das Thermodesorptionsverfahren der Anreicherung auf Aktivkohle vorzuziehen, da letztere zu Minderbefunden führt. An verschiedenen Fallbeispielen werden Erfahrungen mit Styrolbelastungen in Innenräumen erläutert.

Einleitung

In der Regel können wir in allen Innenräumen unserer modernen Wohnungen ein Gemisch verschiedenster Lösemittel, sogenannter VOC (volatile organic compound) im low-level-Bereich nachweisen. Einhergehend mit immer besser isolierten und dichteren Wohnungen und Häusern (Luftwechsel z.T. deutlich unter $0,5 \text{ h}^{-1}$) können bei der unsachgemäßen Verwendung von modernen Bauchemikalien aber auch beim „normalen“ Einsatz von Bauprodukten oder bestimmten Bedarfsgegenständen erhöhte Lösemittelbelastungen in Innenräumen auftreten. Vielfach handelt es sich dabei um Chemikaliengemische, es treten aber auch erhöhte Einzelstoffbelastungen auf. In der Praxis beobachten wir immer wieder Belastungssituationen mit dem als besonders kritisch einzustufenden Aromaten Styrol.

Styrol (Vinylbenzol) wird u.a. als Lösungsmittel und Reaktionspartner für ungesättigte Polyesterharze, hauptsächlich aber zur Herstellung von Polystyrol, und Styrol-Copolymeren beispielsweise mit Butadien, Acrylnitril etc. verwendet. Weiterhin ist Styrol eines der wichtigsten Monomere zur Herstellung von Thermoplasten [1]. Damit verbunden kommt es auch zu einem Einsatz von Styrol-haltigen Dichtungs- und Dämmmaterialien in Gebäuden.

Neurotoxizität und irritative Wirkungen an den Augen und auf den Atemtrakt stellen die wesentlichen Wirkungen einer Exposition dar [2]. Styrol wurde in der Gruppe der krebserzeugenden Arbeitsstoffe in die Kategorie III 5 (Stoffe mit geringer krebserzeugender und genotoxischer Wirkung) eingeordnet [3].

In einer Studie von Krause et. al. [4] wird für Styrolvorkommen in bundesdeutschen Wohnungen ein sog. 90 Perzentilwert von $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genannt. Der 90 Perzentilwert besagt, dass in 90 % aller untersuchten Wohnräume weniger oder maximal die angegebene Konzentration des jeweiligen Stoffes gefunden wurde. Werte, die darüber liegen, deuten auf eine besondere Emissionsquelle hin.

Eine toxikologische Einschätzung führte zu einem Richtwert II (RW II) von $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei dessen Überschreitung die Nutzung eines Wohnraumes umgehend ausgesetzt werden muss, und einem RW I von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bei dessen Überschreitung die Quelle eruiert und Minderungsmaßnahmen eingeleitet werden sollten. [2].

In folgenden Fallbeispielen wird deutlich, dass die Einhaltung der Richtwerte bei Verwendung Styrol-haltiger Produkte in der Umgebung des Innenraums nicht gesichert ist.

Bei der Überprüfung von Raumluftkonzentrationen spielt das gewählte Analyseverfahren zur Styrolbestimmung eine erhebliche Rolle.

Fallbeispiele

Fallbeispiel 1

Aufgrund der Abdichtung eines Flachdaches auf einer Schule mit einer 2-Komponenten-Dichtmasse kam es (wahrscheinlich verbunden mit einem Verarbeitungsfehler) zu einer erheblichen Geruchsbelästigung in den darunter liegenden Klassenräumen. Nachdem durch den Betreiber Minderungsmaßnahmen veranlasst wurden (Abklebung der Decken und Einbau von Lüftern in die Deckenkonstruktion [Hohldecke]) wurden Raumluftanalysen in den betroffenen Klassenräumen durchgeführt. Bei dieser Gelegenheit wurden zwei unterschiedliche Verfahren - Adsorption auf Aktivkohle/CS₂/GC-FID und Adsorption auf Tenax/Thermodesorption/GC-MS - zur Bestimmung der Raumluftkonzentration verglichen. Zudem wurden die Räume nach einem 8 Stunden ungelüfteten Zustand („worst-case“) überprüft und mit einem Zustand verglichen, der sich ca. 45 Minuten nach einer 5minütigen Lüftung einstellt („nach Lüftung“). Mit der zweiten Messung sollte die zu erwartende Raumluftsituation nach einer Unterrichtsstunde simuliert werden (siehe Tabelle 1). Die verwendeten Methoden sind in der Abbildung 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Styrolkonzentrationen verursacht durch Dachabdichtung nach Minderungsmaßnahmen (Fallbeispiel 1)

Probe	Styrolkonzentration		
	worst case Aktivkohle [µg/m ³]	worst case Thermodesorption [µg/m ³]	„nach Lüftung“ Thermodesorption [µg/m ³]
Raum 311	4	17 22,9°C	14 22,6°C
Raum 310	9	32 23,1°C	14 22,4°C
Raum 307	30	69 22,6°C	32 22,0°C
Raum 309	20	76 22,7°C	14 23,1°C
Raum 312	24	76 22,8°C	26 22,6°C
Raum 308	3	13 22,6°C	12 22,4°C

Die Tabelle gibt Raumluftkonzentrationen des im Fallbeispiel geschilderten Objekts nach den bereits durchgeführten Minderungsmaßnahmen an! Es werden Ergebnisse zweier unterschiedliche analytischer Verfahren (Parallelmessung) und Nutzungssituationen verglichen. Die Untersuchung fand an einem sonnigen Herbsttag mit direkter Sonneneinstrahlung auf das betroffene Dach statt (Außentemperatur 22,3%). Indiziert werden die jeweiligen Raumtemperaturen angegeben.

Die mit dem Thermodesorptionsverfahren bestimmten Raumluftkonzentrationen sind deutlich höher als die mit dem Aktivkohleverfahren. Der Faktor beträgt ca. 3-4. Minderbefunde bei

Styrolbestimmungen mit Aktivkohle in unteren Konzentrationsbereichen sind auch von Fischer beschrieben worden [5].

Prüfverfahren zur Untersuchung von Raumluft auf Styrol („Aktivkohleverfahren“)

1. Probenahme mit Aktivkohleröhrchen nach VDI 3482
2. Desorption der Aktivkohle mit CS₂ unter Zugabe von Cyclooctan als internem Standard
3. Identifizierung und Quantifizierung kapillargaschromatographisch mittels GC-FID
gegebenenfalls GC-MS

Die Nachweisgrenze des Verfahren liegt bei einem Probenahmenvolumen von ca. 80 L (Probenahmezeit von ca. 1 Stunde) bei 0,5 µg/m³. Der gewählte Arbeitsbereich ist über die gesamte Spanne statistisch abgesichert. Die Verfahrensstandardabweichung S_{x0} liegt bei 0,2 µg/m³, die relative analytische Unpräzision am unteren Arbeitsbereich beträgt 50%.

Prüfverfahren zur Untersuchung von Raumluft auf Styrol („Thermodesorptionsverfahren“)

1. Probennahme mit Thermodesorptionsröhrchen auf Tenax TA
2. Thermische Desorption der Röhrchen
3. Identifizierung und Quantifizierung kapillargaschromatographisch mittels GC-MS.

Die Nachweisgrenze des Verfahren liegt bei einem Probenahmenvolumen von ca. 3 L (Probenahmezeit von ca. 15 Minuten) bei 1 µg/m³. Der gewählte Arbeitsbereich ist über die gesamte Spanne statistisch abgesichert. Die Verfahrensstandardabweichung S_{x0} liegt bei < 0,5 µg/m³.

Abbildung 1 : Verwandte Verfahren zur Bestimmung der Styrolkonzentration in der Luft

Fallbeispiel 2

Durch eine Fachfirma wurden im Sommer 1998 Risse in einem Estrich eines Wohnzimmers mit einer 2-Komponenten-Kunstharzmasse verfüllt. Infolge anhaltender Geruchsbelästigungen veranlassten die Bewohner im November eine Raumluftuntersuchung, bei der eine deutlich erhöhte Styrolkonzentration festgestellt wurde. Es wurde daraufhin eine Minderungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen veranlasst, deren Erfolg anschließend überprüft wurde. Die Styrolkonzentration ließ sich durch einfaches Ausheizen des Raumes mittels der vorhandenen Raumheizung und verstärktes Lüften nicht unter den RW I absenken. Erst durch die gezielte Erhitzung der Kunstharzmasse bei kontrollierter Lüftungsführung durch eine Sanierungsfachfirma konnte ein Sanierungserfolg erzielt werden.

Tabelle 2: Styrolkonzentrationen in der Raumluft verursacht durch Verfüllen von Rissen im Estrich mit styrolhaltiger Kunstharzmasse

Datum	Styrolkonzentration [µg/m ³]	Bemerkung
11/98	250 _{21,9°C}	Bestandsaufnahme
12/98	51 _{20,2°C}	Fliesen über Estrich angehoben, Erwärmen des Raumes über die Raumheizung, erhöhter Luftwechsel
01/99	12 _{22,3°C}	Sanierung durch Fachfirma

Verwendet wurde die in Abbildung 1 als Aktivkohleverfahren bezeichnete Methode. Indiziert werden die Raumtemperaturen genannt. Die Kunstharzmasse wurde zuvor mittels Headspaceanalyse untersucht und als Emissionsquelle für die Styrolbelastung identifiziert.

Fallbeispiel 3:

Nach Abdichtung eines Balkonanschlusses zum Mauerwerk von außen mittels einer drei-Komponenten-Dichtmasse durch eine Fachfirma wurde noch einige Monaten nach der Baumaßnahme eine erhebliche Geruchsbelästigung reklamiert. Festgestellt wurde mit dem oben beschriebenen „Aktivkohleverfahren“ eine Styrolkonzentration von 270 µg/m³ im Wohnzimmer (bei geschlossenem Wohnraum). Per Headspace-Untersuchung wurde die nicht ausgehärtete Dichtmasse als Styrolquelle identifiziert. Es lag in diesem Fall höchstwahrscheinlich ein Herstellungs- oder Verarbeitungsfehler vor. Als Sanierungsmaßnahme wurde die Dichtmasse vollständig entfernt und der Balkonanschluss mit einem Zinkblech emissionsfrei abgedichtet.

Diskussion

Mehrkomponenten-Dichtmassen oder Kleber bergen eine erhöhte Gefahr der Fehlanwendung (z.B. falsches Mischungsverhältnis, zu niedrige Temperatur, zu große Schichtdicke), die in der Folge zu einer erheblichen Belastung der Raumluft mit Lösemitteln und darunter insbesondere der als kritisch einzustufenden Substanz Styrol führen kann.

Die 1998 etablierten RWI und RW II-Werte für Styrol können im Innenraum in ungünstigen Fällen auch dann überschritten werden, wenn die Anwendung der Bauchemikalien im Außenbereich stattfindet.

Bei der Einschätzung der Situation sollte bedacht werden, dass das z.Z. noch wesentlich häufiger eingesetzte „Aktivkohleverfahren“ zur Bestimmung der Raumluft auf VOC zu deutlichen Minderbefunden bei Styrol führt. Es ist davon auszugehen, dass es unter Verwendung des für den Styrol-Nachweis geeigneteren Thermodesorptionsverfahrens zu deutlich häufigeren RW I und RW II Überschreitungen kommt. Wird beispielsweise mit dem „Aktivkohleverfahren“ eine Styrolkonzentration von „nur“ 100 - 150 µg/m³ festgestellt, kann tatsächlich bereits eine RW II-Überschreitung vorliegen.

Literatur

[1] Römpp: Chemie-Lexikon 9.Auflage

- [2] Ad-hoc-Arbeitsgruppe des UBA und der AGLMB (1998): Richtwerte für die Innenraumluft: Styrol. Bundesgesundhbl. 9, S. 392 - 398
- [3] Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): MAK- und BAT-Werte-Liste 2001. Wiley-VCH, Weinheim
- [4] Krause, C. et al. (1991): Umwelt-Survey, Band III c: Wohn-Innenraum: Raumluft - Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin 1991 (WaBoLu Hefte 4/1991)
- [5] Fischer und Böhm: Erkennung und Bewertung von Schadstoffemissionen aus Möbellacken. Erich Schmidt Verlag, Berlin 1994 Seite 42 f.