

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 104 (1986)  
**Heft:** 46

**Artikel:** Sanierung von Spritzbelägen und messtechnische Beurteilung von Asbestimmisionen in Räumen  
**Autor:** Morkowski, Janusz S.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76305>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Plakette (vgl. Bild 3) und jede Asbestverkleidung mit einem Kleber (vgl. Bild 4) als solche zu kennzeichnen. Sie werden ferner in den Akten der Baupolizei als Pendenz vermerkt, damit bei späteren Umbauarbeiten oder bei Abbruch die asbesthaltigen Beläge entfernt werden können.

## Verfahrensrechtliche Aspekte

Die gesetzliche Grundlage der Asbestsanierung sind die §§ 239 und 341 des zürcherischen Planungs- und Baugesetzes, wonach Bauten weder bei ihrer Erstellung noch durch ihren Bestand, Personen oder Sachen gefährden dürfen und wonach die zuständige Behörde verpflichtet ist, den rechtmässigen Zustand ohne Rücksicht auf Strafverfahren und Bestrafung herbeizuführen.

Das Verfahren wird im einzelnen als vereinfachtes baupolizeiliches Verfahren durchgeführt. Danach ist eine einfache Bewilligung erforderlich. Mindestens vier Wochen vor dem Beginn der geplanten Sanierungsarbeiten muss dem Beauftragten ein Sanierungsgesuch eingereicht werden. Der Beauftragte prüft die Unterlagen (Beschrieb, Pläne/Skizzen, Ausführungs firma, Zeitplan der Arbeit) und erteilt schriftlich die Sanierungsfreigabe. Mittels Meldekarte meldet der Bauherr den Beginn der Sanierungsarbeiten, damit diese kritische

Phase speziell überwacht werden kann. Mit der Abschlussmeldekarte muss gleichzeitig eine Schlussmessung eingereicht werden, welche den Gehalt von lungengängigen Asbestfasern in der Raumluft von deutlich unter 1000 Fasern/m<sup>3</sup> nachweist. Der Beauftragte bestätigt den Abschluss der Sanierungsarbeiten mit einer formellen Bezugsfreigabe.

Wo keine Komplikationen eintreten, kann der Beauftragte entsprechend diesem Ablauf selbständig handeln und entscheiden. Der Beizug der Baupolizei und ein formeller Entscheid dieser Behörde ist nur dann erforderlich, wenn sich Eigentümer weigern, den aufgezeichneten Bestimmungen zu folgen.

## Erfahrungen

Als wichtigste Erfahrung unserer halbjährigen Tätigkeit steht im Vordergrund, dass ein *privates Büro als Vollzugsträger von den Bauherrschaften beinahe vorbehaltlos akzeptiert* wird. Voraussetzung dazu ist allerdings, dass der Bauherr sich über seine Verpflichtung im Klaren ist und – so meinen wir – dass sich der Beauftragte um eine echte Unterstützung und frühzeitige Information bemüht.

Zwischen dem Bemühen des Beauftragten, den Bauherrschaften eine umfassende Beratung und Dienstleistung zu

erbringen und dem Grundsatz, wonach die Kosten der Asbestsanierung durch den Verursacher zu tragen sind, besteht allerdings ein gewisses Spannungsverhältnis. Gerade im Bereich der Telefon-Beratung/Dienstleistung ist in der Anfangsphase ein grosser Aufwand entstanden und wir mussten lernen, uns selber weniger zu engagieren und den Bauherren an seinen eigenen Fachmann zu verweisen.

Ein Engagement eines privaten Büros im Vollzug (anstelle einer Behörde) bringt aber auch gewisse Verpflichtungen mit sich. Zur Vermeidung von Interessekonflikten haben wir konsequenterweise als Büro darauf verzichtet, auf dem Gebiet der Stadt Zürich zugleich als Berater für Asbestsanierungen tätig zu sein.

Wir können feststellen, dass die überwiegende Mehrheit der Bauherrschaften die Notwendigkeit der Asbestsanierung erkennt und aus eigenem Antrieb die erforderlichen Massnahmen trifft. Zu einem grösseren Anteil als erwartet wurden Objekte bereits saniert und mittels Abschlussmessungen kontrolliert. Die Arbeiten laufen insgesamt recht gut voran.

Adresse der Verfasser: Dr. iur. H.P. Burkhard, F. Iff, dipl. Bauing. ETH/SIA, H. Meier, Ing. HTL, Ernst Basler & Partner, Ingenieure und Planer AG, Zollikerstr. 65, 8702 Zollikon ZH.

# Sanierung von Spritzbelägen und messtechnische Beurteilung von Asbestimmissionen in Räumen

Von Janusz S. Morkowski, Dübendorf

Die nachfolgenden Ausführungen behandeln zwei Kernfragen des Asbestproblems: einmal die bei Sanierungen zu beachtenden Grundsätze; dann die Fragen der messtechnischen Beurteilung verschiedener Immissionssituationen sowie die aus den Messergebnissen resultierenden Massnahmen. Die Aussagen beruhen auf den Erfahrungen der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA) bei der messtechnischen und beratenden Begleitung von Bauherren und Behörden in einigen hundert Gebäuden mit Spritzasbest.

Wie vorgängig bereits ausgeführt, ist seit einigen Jahrzehnten bekannt, dass das *Einatmen* von asbestfaserhaltigen Stäuben zu *Erkrankungen der Lunge* bzw. des Lungenbereichs führen kann, so auch zu Karzinomen. Heute weiß man, dass eingeatmete Asbestfasern gefährlich werden können, wenn sie «lungengängige» Abmessungen haben,

die eine dauerhafte Einlagerung in die Lungenbläschen ermöglichen. Kritisch sind Faserdurchmesser unter 3 µm bei Längen von mindestens 5 µm. Besonders problematisch ist die Tatsache, dass zwischen der Einwirkung des Asbeststaubes und dem Ausbruch der Krankheit 10 bis 40 Jahre vergehen können.

## Grenzwerte

Die bei der Gewinnung und Verarbeitung von Asbest tätigen Arbeiter werden in der Schweiz seit gut 15 Jahren durch eine Reihe von Massnahmen vor starker Asbestexposition geschützt. Im Bereich des Arbeitsschutzes besteht heute die Meinung, dass der Asbestgehalt an einem Arbeitsplatz 1 Million lungengängige Asbestfasern pro 1 m<sup>3</sup> Luft nicht überschreiten darf.

Eine vom *Bundesamt für Umweltschutz* (BUS) eingesetzte Expertenkommision gelangte zur Auffassung, die Allgemeinbevölkerung sei entsprechend einer Empfehlung des Berliner Bundesgesundheitsamtes auf erheblich tieferem Risikoniveau zu schützen als ein Arbeiter am exponierten Arbeitsplatz. Danach ist das Immissionsrisiko vertretbar, wenn die Gehalte an lungengängigen Asbestfasern *deutlich unter 1000 Fasern pro 1 m<sup>3</sup> Raumluft* liegen

(siehe BUS-Publikation «Asbest in schweizerischen Sportstätten/Gesundheitsrisiken und Sanierungsmöglichkeiten», Schriftenreihe Umweltschutz, Nr. 36, Bern 1985). Als Folge dieser Einschätzung des Risikos setzte in der Schweiz seit etwa Ende 1984 eine Sanierungswelle ein, von der Tausende von Gebäuden, Hunderte von Gemeindebehörden und nahezu alle Kantone betroffen sind. Die anstehenden Sanierungen dürften weit über 100 Millionen Franken in Anspruch nehmen.

## Verwendung des Spritzasbests

Spritzasbest dient in vielen Gebäuden als *Feuerschutz*. Ab Mitte der dreissiger Jahre wurde gefordert, dass in Gebäuden die tragenden Elemente von Stahlkonstruktionen mit einer unbrennbaren, wärmedämmenden Schutzschicht versehen werden. Diese soll verhindern, dass bei einem Brand die Stahlelemente sich wie erwärmte Schokolade verbiegen. Prädestiniert hierfür war das faserige, natürliche Mineral Asbest, welches im Gemisch mit einer kleinen Menge von Portlandzement eine nichtbrennbare, spritzfähige, gut isolierende und gut haftende Schutzschicht von etwa 20 bis 40 mm Dicke ergibt.

Ein Beispiel für eine solche Anwendung sind die vier in Spritzasbest eingehüllten Stützpfiler, auf denen die Kuppel des Zürcher *Hallenstadions* ruht. Diese durchaus sinnvolle und nützliche Massnahme war durch die Feuerpolizei Zürich im Herbst 1939 verordnet worden. Viele der nach 1945 erstellten und gegen Feuer geschützten Stahlkonstruktionen befinden sich heute verdeckt im Fassadenbereich moderner Bauten. Nicht immer sind diese Fassaden winddicht. In einigen Fällen wurde festgestellt, dass die in die Räume einströmende Außenluft feinste Asbestfasern mitführt, die offenbar von den im Fassadenbereich eingebauten Spritzasbestbelägen stammen.

Sehr bald zeigte sich, dass Spritzasbestbeläge nicht nur vor Feuer schützen, sondern auch eine universell einsetzbare Massnahme zur *Wärmedämmung* darstellen; z. B. gegen Wärmebrücken oder unterkühlte Flächen, auf denen sonst Wasserdampf kondensiert. Diese Möglichkeit bot sich zu einer Zeit an, da es die meisten der heute üblichen Wärmedämmssysteme auf der Basis von Mineral- bzw. Glasfasern oder geschäumten Kunststoffen noch nicht gab. Nicht selten wurde diese Art von Wärmedämmung auf Betondecken über Druckbelüftungs-Hohldecken aufgebracht. Dies bewirkt, dass die frische Klimaluft unmittelbar vor dem Eintritt

in die zu belüftenden Räume entlang den lockeren Spritzasbestbelägen strömt und unter Umständen feine Asbestfasern mitreisst.

Die lockeren und porösen Spritzasbestbeläge vermögen zudem den Schall und damit den *Lärm zu absorbieren*. So wurde aus einem Nebeneffekt eine bedeutende Hauptanwendung. Das Gros der heute in der Schweiz vorhandenen Spritzasbestbeläge gehört, zumindest dem Namen nach, zu den Akustikputzen. Allerdings verdienen sie in vielen Fällen diese Bezeichnung nicht. Erstens, weil der Spritzbelag mit nur 10 bis 15 mm Dicke meistens zu dünn ist, und zweitens weil er überdies häufig durch Glätten oder Farbanstrich derart nachteilig verändert wurde, dass er Schall nur ungenügend oder überhaupt nicht absorbiert.

Ausgesprochen unerfreulich ist die Anwendung von Spritzasbestbelägen dort, wo offen laufende *Ventilatoren* in der Ventilationskammer starke Luftturbulenzen erzeugen und dabei die Luft entlang den asbesthaltigen Belägen in die zu belüftenden Räume drücken. Ebenfalls ungünstig sind Beläge in *Schulen* an Decken von Klassenzimmern und Treppenhäusern, wo sie von Schülern mutwillig immer wieder beschädigt, die niederrieselnden Flocken des Spritzasbestbelags zertrampelt und vom Schuhwerk zu Feinstaub zermahlen werden.

## Die Sanierungsverfahren

Eine «*Asbestsanierung*» soll bewirken, dass die in einem Gebäude bereits vorhandenen freiliegenden Asbestfasern so beseitigt werden, dass sie nicht mehr in die Raumluft gelangen können. Ferner soll durch die Sanierung eine erneute Kontamination, d. h. eine Verunreinigung des gereinigten Gebäudes durch lungengängige Asbestfasern, verhindert werden. Als endgültige Lösung des Problems wird vom BUS die *vollständige Entfernung der Spritzasbeste* empfohlen. Der Zeitpunkt hierfür hängt von einer ganzen Reihe von Bedingungen ab.

### Reinigung

Werden in einem Gebäude Kontaminationen durch asbesthaltigen Staub mess-technisch festgestellt oder vermutet, so sind Wände, Böden und Fenster ebenso wie Radiatoren, Möbel, Gardinen, Bücher und Aktenordner von den winzigen und daher unsichtbaren lungengängigen Asbestfasern gründlichst zu reinigen. Diese *Dekontamination* muss in jedem Fall stattfinden, d. h. unabhängig davon, ob eine Totalentfernung, Versie-

gelung oder Abdeckung der Spritzasbestbeläge vorausgegangen ist oder nicht. Erfahrungsgemäss erfordert dies mindestens den zehnfachen Zeitaufwand einer üblichen Raumreinigung. Die Wirkung der sonst üblichen Putzoperationen ist gegenüber der Asbestfaserkontamination meistens nahezu wirkungslos. Es bedarf nicht nur besonders leistungsfähiger Staubsauger mit sehr guten Staubfiltern, sondern auch einer bestimmten Methode des Vorgehens sowie fachlicher Qualifikation der Reinigungsequipe.

Man hat es hier nämlich mit einem aus winzigen, unsichtbaren Fasern bestehenden Schwebstoff zu tun, welcher einerseits über Stunden und Tage in der Raumluft verbleibt, sich aber auch in den kleinsten Poren und Nischen einlager oder auf allen möglichen Flächen haftet, z. B. infolge elektrostatischer Aufladungen. Immer wieder beobachten wir, dass Denkfehler oder Nachlässigkeiten des Putzenden den Erfolg Stundenlanger Reinigungsarbeit zu nichte machen. Besonders gravierend sind solche Fehler nach einer Totalentfernung von Spritzasbestbelägen, wenn es gilt, auch den letzten Asbestfetzen hinter jeder Leitung und aus jedem Spalt restlos zu entfernen. Die Folge eines Fehlers ist oft eine mehrfache und aufwendige Nachreinigung, so lange nämlich, bis die Messung der Gehalte an lungengängigen Asbestfasern in der Raumluft nach Aufwirbelung des im Raum noch befindlichen Staubes ein befriedigendes Ergebnis liefert.

### Wahl des Sanierungsverfahrens

Zur eigentlichen Sanierung der in einem Gebäude vorhandenen Spritzbeläge sind grundsätzlich zwei Wege möglich: die Totalentfernung der Spritzbeläge und die Anbringung geeigneter Ersatzstoffe an ihrer Stelle oder die *Verseiegelung* bzw. Abdeckung der Spritzbeläge in einer Weise, die gewährleistet, dass bei Normalgebrauch der Räumlichkeiten ein Austreten von Asbestfasern unmöglich wird. Unter Normalgebrauch werden hier auch gelegentlich Stöße mit harten Gegenständen gegen die geschützten Spritzbeläge verstanden. Beide Verfahren haben ihre Vorteile und Nachteile.

### Totalentfernung

Die Totalentfernung löst das Problem endgültig, sofern sie fachmännisch und gewissenhaft durchgeführt wird. Dabei muss der betroffene Gebäudeteil vom übrigen Gebäude in einer Weise abgekapselt werden, die gewährleistet, dass weder die Luft noch der entstehende Staub und Spritzasbestabfall in die nichtsanierten Gebäudeteile verfrach-

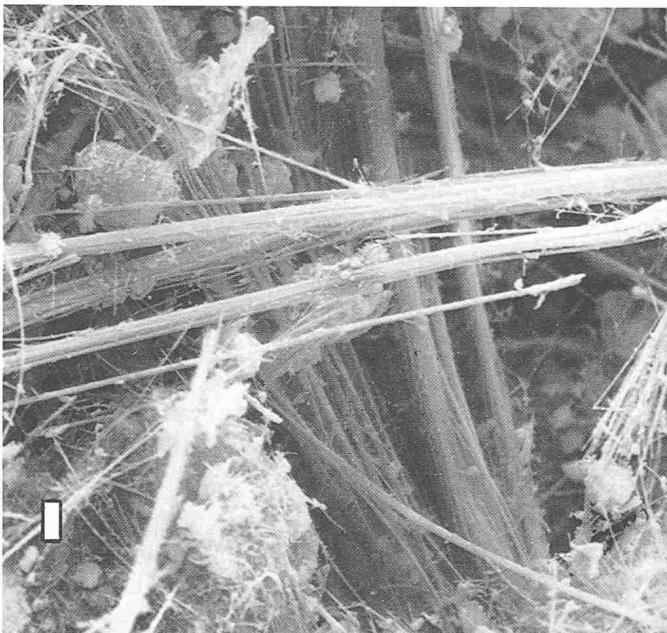


Bild 1. Aufnahme eines Spritzasbests (Krokydolith) im Rasterelektronenmikroskop. Neben dicken Bündeln des Minerals feinste Asbestfasern und dazwischen Brocken von Portlandzement als Bindemittel. Der weiße Balken entspricht 10  $\mu\text{m}$ .



Bild 2. Zum Entfernen des Spritzasbests wird der Raum vollständig mit Kunststofffolien ausgekleidet und gegenüber der Umgebung auf Unterdruck gesetzt. Der Sanierende ist durch Schutzanzug und Vollgesichtsmaske mit Schwefelstofffilter von der staubhaltigen Atmosphäre abgeschirmt.

tet werden können. Dies geschieht, indem man den Gebäudeteil während der Sanierung permanent auf Unterdruck hält und die asbesthaltigen Abfälle direkt in Säcke abfüllt. Sofern zum übrigen Gebäude eine begehbarer Verbindung besteht, muss diese mit einem Schleusensystem versehen werden. Überdies sind die mit der Asbestentfernung beauftragten Leute gegen Asbeststaub mit Masken und entsprechenden Anzügen zu schützen. Die eminente Bedeutung der anschliessenden Reinigung wurde bereits hervorgehoben.

Unsachmässige Totalentfernungen durch Möchtegernspezialisten können schwerwiegende Folgen haben, z. B. eine massive Kontamination durch Asbestfasern von bis dahin sauberen Gebäudeteilen bzw. Einrichtungen. Ein genereller Nachteil von Totalentfernungen ist die wochenlange Stillegung der zu sanierenden Räume. Überdies kostet die Totalentfernung zwischen 90 und einigen Hundert Franken/m<sup>2</sup> Spritzasbestbelag, je nach Schwierigkeitsgrad und Grösse der zu reinigenden Gesamtfläche. Oft ist jedoch eine temporäre Stillegung ganzer Betriebsbereiche, z. B. in einem Fabrikationsbetrieb, in einem Geschäftshaus oder in einer Bank, nur schwer möglich.

#### Entsorgung der Spritzbeläge

Der Spritzasbestabfall ist in Plastiksäcke mit der Aufschrift «Asbest» zu versorgen. Bewährt hat sich dabei eine Befeuchtung des staubenden Asbests und das Einstreuen einer geringen Menge

Zement zur Abbindung der Abfallmasse. Der primäre Abfallsack ist beim Verlassen des Sanierungsbereichs in einen weiteren Plastiksack zu verstauen und in einer geschlossenen Mulde zu einer geordneten Abfalldeponie abzutransportieren. Die Deponierung von Asbestabfall ist beim Gewässerschutzamt bzw. beim Kantonschemiker be willigungspflichtig und dort einige Tage im voraus anzumelden. Die Depo nierung der asbesthaltigen Abfallsäcke erfolgt in der Regel in eigens hierfür ausgehobenen Erdgruben, welche anschliessend wieder abgedeckt werden. Von Vorteil ist die Markierung dieser Stellen, damit sie versehentlich nicht wieder aufgegraben werden, was ver schiedentlich geschehen ist.

#### Hartversiegelung oder Abdeckung

Ohne wesentliche Betriebsunterbrüche und mit einem relativ kleinen Kosten aufwand lässt sich anderseits eine *unbrennbar und schlagfeste Versiegelung* anbringen oder der Spritzasbestbelag mit einer *Schutzfläche*, z. B. mit einer untergehängten Decke, abtrennen.

Bei Anwendung dieser Verfahren ist darauf zu achten, dass sowohl bei der Versiegelung als auch bei der Abdeckung die Spritzasbestbeläge unbeschädigt bleiben, und dass weder bei den Arbeiten noch nach abgeschlossener Sanierung Asbestfasern in den Raum freigesetzt werden. Dies muss auch dann gelten, wenn die abgedeckten Spritzbeläge nachträglich mit einem Pressluft strahl angeblasen werden. Von einer

blossen Übermalung des Spritzasbest belages wird indes abgeraten, da ein einfacher Anstrich den Spritzbelag vor weiteren Beschädigungen nicht wirksam zu schützen vermag.

Zu den Vorteilen der Versiegelung bzw. Abdeckung gehört die Tatsache, dass die an sich erwünschten Eigenschaften des Spritzbelags wie Feuerschutz und Wärmedämmung voll erhalten bleiben. Nachteilig dabei ist aber, dass sie ein Provisorium bleiben, welches bei einem nächsten Umbau beseitigt werden sollte. Damit der abgedeckte Spritzbelag nicht in Vergessenheit gerät, muss ein entsprechendes Hinweistäfelchen angebracht und in der Baudokumentation ein diesbezüglicher Vermerk geführt werden. Außerdem dürfen in solchen sanierten Gebäuden Handwerker ohne besondere Instruktion durch einen ausgewiesenen Fachmann keine Eingriffe in die abgedeckten Spritzas bestbeläge vornehmen (z. B. Leitungen einziehen), denn durch unsachgemäßes Verhalten könnten die Räume erneut mit Asbestfasern kontaminiert werden.

Bei Versiegelungen ist darauf zu achten, dass die verwendeten Materialien nicht nur *unbrennbar, elastisch und schlagfest*, sondern auch *nicht allzu schwer* sind, damit der Spritzbelag die Versiegelung zu tragen vermag. Sowohl bei diesem Verfahren als auch bei der Verlegung von Schutzflächen wie z. B. von untergehängten Decken darf während der Durchführung der Arbeiten kein Asbeststaub in den Raum austreten.

*Tabelle 1. Gehalte an lungengängigen Asbestfasern in der Luft. Vorkommen in Aussenluft und Massnahmen in Innenräumen*

Gehalte der Luft an lungengängigen Asbestfasern [F/m <sup>3</sup> ]	Klasse	Aussenluft im schweiz. Mittelland (Boden Nähe)	Innenluft vor Sanierung (Ist-Zustand)	Innenluft nach Sanierung
bis 500	A	bis 300 üblich, gelegentlich höher	vorläufig keine Massnahmen, period. Kontrollen	Sanierung erfolgreich
500-1000	B	besondere Asbestquelle vorhanden	Kontamination vorhanden; Sanierung nicht dringlich, aber vorzusehen	bessere Reinigung empfehlenswert bis notwendig
1000-2000	C	bis heute noch nicht festgestellt	akute Kontamination, Ursache abklären, Sanierung dringlich	sofortige und bessere Reinigung sowie erneute Kontrolle notwendig.
mehr als 2000	D	wie oben	gleiche Massnahmen wie oben, aber mit erhöhter Dringlichkeit	

*Hinweis:* In der Regel wird während der in einem Raum laufenden Probenahme jede Oberfläche, das heisst Wände, Böden, Einrichtungen und ähnliches, mit einem mässigen Luftstrahl angeblasen, um auf diese Weise verborgene Depots asbesthaltigen Staubes messtechnisch aufzuspüren. Die Schlusskontrolle nach Sanierung sollte in der Regel nach dem Entfernen der Kunststofffolien von Wänden und Böden erfolgen

## Wahl der Sanierungsfirma

Die Anzahl von Firmen, welche schon heute Totalentfernungen, Versiegelungen und Abdeckungen von Spritzasbestbelägen anbieten, ist eindrucksvoll. Der Bauherr steht in diesem Neuland vor der Qual der Wahl. Preisvergleiche alleine genügen auch in diesem Bereich der Baubranche nicht. Welche Auswahlkriterien sollten neben Preisen und Terminen gelten? Aufgrund unserer Erfahrungen scheint es uns ganz besonders wichtig, dass die Firma befähigt ist, nach vollzogener Sanierung ein Gebäude zu hinterlassen, in welchem freie Asbestfasern weder gegenwärtig sind noch zukünftig vorkommen können. Diese Fähigkeit sollte die Firma durch entsprechende *Kontrollmessungen unabhängiger Fachstellen* belegen können, sei es an Referenzobjekten, sei es nach abgeschlossener Sanierung in den betroffenen Gebäuden selber.

Schliesslich sollten nur Firmen herangezogen werden, die tatsächlich imstande sind, die in jedem Fall nach der Asbestsanierung notwendige Schlussreinigung effizient durchzuführen.

der Dringlichkeit einer Asbestsanierung eine nützliche Orientierungshilfe. (Der Ferris-Index ist eine Kennzahl zur orientierenden Abschätzung des Immissionsrisikos durch lungengängige Asbestfasern, ermittelt anhand eines Punktesystems, welches u. a. die Zugänglichkeit, den Asbestgehalt, den Zustand und die Brüchigkeit des Spritzasbestes bewertet.) Insbesondere dort, wo die Situation offensichtlich bedenklich ist, führt dieser Weg zu sachlich begründeten Schlüssen. Wo aber infolge schlechter Zugänglichkeit oder mangels entsprechender Bauunterlagen die Lage bzw. der Zustand der asbesthaltigen Spritzbeläge nicht bekannt oder unklar ist und die Immissionsrisiken nur schwer abzuschätzen sind, kann die Messung des Gehalts dieser Fasern in der Raumluft über das tatsächliche Gefährdungspotential eine direktere und objektivere Auskunft geben. In diesem Sinn ergänzt die Messung die Aussage des zuvor erhobenen Ferris-Indexes, indem sie die vermutete Bedenlichkeit der Immissionssituation entweder bestätigt oder abschwächt.

## Die Risiken in einem Raum

Bei der Charakterisierung eines Raumes hinsichtlich potentieller Immissionsrisiken durch lungengängige Asbestfasern interessieren verschiedene Fragen:

*Erstens*, ob beim üblichen Gebrauch des Raumes bzw. bei den üblichen Betriebsbedingungen solche Fasern in der Raumluft auftreten.

*Zweitens*, ob der Raum, d. h. die in diesem befindlichen Oberflächen (Wände,

Böden, Ausrüstungen wie Radiatoren, Leitungen und Einrichtungen, z. B. Möbel, Bilder, Gardinen), oder die dort aufbewahrten Bücher und Akten mit asbesthaltigem Staub kontaminiert sind und, falls ja, ob bei den im Raum möglichen Luftbewegungen kritische Fasern in die Raumluft gelangen.

*Drittens*, ob die in den Raum eintretende Aussen- bzw. Klimaluft asbestfrei ist und, falls nicht, woher diese Immission kommt.

*Viertens*, sofern die Klimaluft mit Asbestfasern kontaminiert ist, gilt es zu klären, ob diese aus allfälligen asbesthaltigen Spritzbelägen in der Klimaanlage bzw. in den Zuluftleitungen kommen oder aber aus asbestkontaminierten Gebäudeteilen über die im Gebäude zirkulierende Klima-Umluft eingeschleppt werden.

## Das Messverfahren

Die oben gestellten Fragen sollen mit Hilfe der Messung möglichst eindeutig beantwortet werden. Mit der Durchführung solcher Messungen sollten nur ausgewiesene, neutrale Fachstellen beauftragt werden. Die Messung selber erfolgt gemäss Empfehlung des Bundesamtes für Umweltschutz entsprechend der Richtlinie 3492 (1) des Vereins deutscher Ingenieure (VDI) in drei Arbeitsschritten:

Entnahme einer repräsentativen Probe der in der Luft vorhandenen Schwebstoffe auf ein spezielles Staubfilter.

Analytische Auswertung der Probe im Laboratorium. Dabei werden sämtliche vorhandenen Fasern ausgemessen und beurteilt, ob sie lungengängige Abmessungen haben, d. h. ob sie dünner sind als 3 µm und mindestens 5 µm lang sind. Jede (!) Faser mit lungengängigen Abmessungen wird anschliessend auf ihre chemische Zusammensetzung analysiert. Dank dieser Analyse werden nicht nur verschiedene Asbestarten, sondern auch die Art und Zahl der übrigen Nichtasbestfasern erfasst.

Berechnung des Gehalts an lungengängigen Asbestfasern pro 1 m<sup>3</sup> Luft aus den Daten von Probenahme (Luftprobevolumen) und Analyse (Anzahl Asbestfasern auf der Filterfläche).

Je nach Fragestellung erfolgt die Probenahme auf unterschiedliche Weise: Soll nur der Zustand der ruhenden Raumluft bestimmt werden, genügt es, einige Kubikmeter dieser Luft während 3 bis 5 Stunden durch das Staubfilter zu saugen. Interessiert auch die Frage nach Asbestfasern in dem im Raum abgela-

## Zum Immissionsrisiko in Räumen

### Ferris-Index und Luftmessung

Die Feststellung des Asbestgehalts in einem Spritzbelag und anschliessend daran die Ermittlung des sogenannten *Ferris-Indexes* ist bei der Beurteilung

gerten Staub, wird während der Luftprobenahme dieser Staub unter möglichst praxisnahen Bedingungen in die Raumluft aufgewirbelt. Zu diesem Zweck werden sämtliche Oberflächen im Umkreis bis zu 5 m um den Probenahmeort mit einem mässig starken Luftstrahl angeblasen. Dabei tritt der Staub aus Depots wie aus Ritzen, Spalten und Löchern in Mauerwerk und Ausrüstungen in die Raumluft.

## Beurteilung der Messresultate

Jede einzelne Probe beschreibt lediglich die momentanen Verhältnisse in ihrer unmittelbaren Umgebung, d. h. im Umkreis bis zu einigen Metern. Bei grösseren Räumen ist daher die gleichzeitige Entnahme von mehreren Proben notwendig.

Bei der Beurteilung einer Fasergehaltsmessung unterscheiden wir drei Grund-

situationen: *Belastung der Aussenluft*, z. B. beim Ansaugen in eine Lüftungsanlage, *Ist-Zustand der Raumluft im Gebäude* sowie *Reinheit eines Raumes nach der Asbestsanierung*, d. h. nach Totalentfernung bzw. Versiegelung oder Abdeckung der asbesthaltigen Spritzbeläge und nach gründlicher Reinigung aller relevanten Oberflächen.

Zur Beurteilung des Ist-Zustandes in grösseren Gebäudekomplexen ist es aus Kostengründen üblich, nur in ausgewählten, für die Fragestellung repräsentativen Räumen eine genügende Anzahl von Stichproben zu erheben, anhand welcher man anschliessend versucht, die verschiedenen Risiken für den ganzen Gebäudekomplex abzuschätzen. Der gemessene Ist-Zustand erfasst auch Kontaminationen aus früherer Zeit, nicht aber Immissionsrisiken, wie sie in der Vergangenheit bestanden oder wie sie für die Zukunft denkbar sind, wenn z. B. an den Spritz-

belägen aus irgendwelchen Gründen Staubemissionen erzeugt werden.

Bei der Beurteilung der Messergebnisse ist es aus technischer und organisatorischer Sicht nützlich, Bewertungsklassen der Asbestgehalte in der Luft zu gebrauchen. Für diese vier Klassen lassen sich, ausgehend von den Empfehlungen des zitierten BUS-Berichtes und den von uns zwischenzeitlich gesammelten Erfahrungen, die in der nachfolgenden Tabelle genannten Massnahmen ableiten. Die Einteilung soll vor allem ein einheitliches Vorgehen bei der Planung, Beurteilung und Durchführung von Sanierungen gewährleisten; sie ist nicht ohne weiteres mit einer medizinisch-hygienischen Beurteilung der Exposition gleichzusetzen.

Adresse des Verfassers: *J. S. Morkowski, dipl. Ing.-Chemiker, EMPA, 8600 Dübendorf*.

# Chemiefasern: Composites (CFK) und Alternativen für Asbest

## 25. Internationale Chemiefasertagung in Dornbirn

Der Einladung des Österreichischen Chemiefaserinstitutes, Wien, zur alljährlichen Internationalen Chemiefasertagung in die Textilstadt Dornbirn folgten vom 24. bis 26. September 830 Besucher aus 30 Industriestaaten von vier Erdteilen. Das Jubiläumsprogramm stand unter dem Thema «25 Jahre Chemiefaserforschung – Fortschritt und Ziele».

In drei Arbeitsgruppen «Chemiefasern/Textilindustrie», «Composites – Chemiefaserverstärkte Kunststoffe» und «Substitution von Asbest» kamen Themenkreise zur Sprache, welche die ursprünglich auf den Textilbereich begrenzte Zielsetzung des Kongresses angesichts der heutigen Bedeutung der Chemiefasern deutlich ausgeweitet haben. In 82 Vorträgen berichteten Fachleute aus 16 Ländern und boten die Möglichkeit zum Gedankenaustausch zwischen Forschung, Verarbeitungsindustrie und Wirtschaft. Fachausstellungen führender europäischer Faserhersteller und Textilmaschinenfirmen ergänzten die Referate der drei Sektionen.

## Wirtschaftliche Bedeutung

Die Entwicklungsgeschichte zeigt, dass die Chemiefasern heute die Hälfte des Weltverbrauchs an Fasern decken und die Welt-Baumwollproduktion beinahe eingeholt haben. Die europäische Faser- und Textilindustrie, die seit den 80er Jahren ihre Überkapazitäten unter Opfern durch Produktionsstilllegungen abgebaut haben, um Angebot und Nachfrage ins Gleichgewicht zu bringen, bedürfen deswegen aber auch des freien Zugangs zu den Weltmärkten, der heute durch Handelshemmnisse und Dumpingimporte behindert und verzerrt ist. Die Internationale Chemiefaservereinigung (CIRFS) in Paris und die EG-Kommission in Brüssel sollen hier helfen.

## Chemiefasern als Asbest-Alternativen

Die ausserordentlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Asbest sind der Grund für seine vielfältige Verwendung. Asbest wurde zeitweise in über 3000 Produkten verwendet.

Diesen Vorteilen steht gegenüber, dass Asbest gesundheitsgefährdend ist, weshalb heute versucht wird, ihn möglichst in allen Endprodukten zu ersetzen. Dies ist leichter gesagt als getan, zumal Asbest in der Regel seiner spezifischen Eigenschaften wegen Anwendung fand. Diese Eigenschaften aber lassen sich ohne die unangenehme Begleiterscheinung der Gesundheitsgefährdung mit Hilfe alternativer Produkte nicht immer erreichen. Trotzdem ist es der For-

schung gelungen, zumindest für einige Anwendungsgebiete Asbest erfolgreich durch Chemiefasern zu ersetzen und für andere Alternativen vorzuschlagen.

Der Asbestverbrauch ist dank dieser Entwicklung inzwischen entscheidend gesunken (BRD, Verbrauch 1976: 189 000 t; 1980: 157 000 t; 1985: 66 000 t). Die derzeitige Lage des Asbestmarktes – erfolgreiche Substitution in verschiedenen Artikeln und Diskussionen über Alternativen für andere – führte in Dornbirn zu einer besonderen Arbeitsgruppe «Chemiefasern – Alternativen für Asbest» mit 24 Vorträgen.

Im ersten der vier grundsätzlichen Fachvorträge behandelte Dr. B. Kauffmann, Bonn, die Tendenzen in der Gesetzgebung bei der Asbestsubstitution; sie befindet sich innerhalb der EG in einer Phase der Neuordnung [1 - 4]. Dann zeigte Dr. E. Poeschel, Frankfurt am Main, Möglichkeiten auf, Asbest in den verschiedenen Einsatzbereichen (Bild 1) und Produktgruppen (Tabelle 1) zu substituieren, wobei die alternativen Fasern mit ihren charakteristischen Kenndaten besprochen wurden (Tabelle 2) [5 - 7].

Die technischen und medizinischen Prophylaxemassnahmen für asbeststaubexponierte Personen waren Gegenstand des Vortrages von Dipl.-Ing. E. Hoffmann, Düsseldorf [8 - 9]. Für die epidemiologische Asbestforschung ist es notwendig, die medizinischen Befunde mit staubmesstechnischen Daten zu korrelieren. Deshalb berichtete Dipl.-