

AGÖF – Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (Hrsg.)

Umwelt, Gebäude & Gesundheit:

Innenraumhygiene, Asbest und Arbeitsschutz

AGÖF - Arbeitsgemeinschaft Ökologischer
Forschungsinstitute (Hrsg.)

Umwelt, Gebäude & Gesundheit

**Innenraumhygiene,
Asbest und
Arbeitsschutz**

Ergebnisse des 13. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer
Forschungsinstitute (AGÖF) am 20. und 21. Oktober 2022 in Hallstadt bei
Bamberg

2022

AGÖF – Springe-Eldagsen

In diesem Buch werden die Beiträge des 13. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V. vom 20. und 21. Oktober 2022 in Hallstadt bei Bamberg veröffentlicht.

Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V.

Geschäftsstelle:

Mathildenstraße 48
D – 90762 Fürth

Vorstand der AGÖF:

Elke Bruns-Tober, Dr. Sonja Pfeil, Dr. Stefan Schimpf

Wissenschaftlicher Beirat:

Elke Bruns-Tober, Umwelt- und Gesundheitsinstitut, Wittingen
Nicole Richardson, Sachverständigenbüro Richardson, Witten
Martin Wesselmann, Gebäuediagnostik Wesselmann, Hamburg
Jörg Thumulla, anbus analytik GmbH, Fürth

Redaktion:

Sabine Weber-Thumulla

Veranstalter:

Analyse und Bewertung von Umweltschadstoffen (AnBUS) e.V.
Mathildenstraße 48
D - 90762 Fürth

Umwelt, Gebäude & Gesundheit: „Innenraumhygiene, Asbest und Arbeitsschutz; Tagungsband des 13. AGÖF-Fachkongresses 2022 / AGÖF - Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V. Bearb. Sabine Weber-Thumulla. - Springe: AGÖF, 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung auch von Teilen außerhalb des Urheberrechtgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Autoreninnen, Autoren, Herausgeberin und Verlag, redaktionelle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Herstellungsbetriebe haben das Werk nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Inhaltliche und technische Fehler sind jedoch nicht vollständig auszuschließen. Die Wahl der Rechtschreibregeln lag bei den Autorinnen und Autoren.

© 2022 Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V.,

Springe-Eldagsen

Umschlagsgestaltung: Harald Hans Vogel, Fürth

Titelfoto: anbus analytik GmbH

ISBN 978-3-930576-12-8

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
I. Lüftung in Innenräumen und Energieeffizienz.....	9
II. Neues zum AGÖF-Geruchsleitfaden.....	15
Der neue AGÖF-Geruchsleitfaden 2.0	15
Sachstandsbericht aus dem Arbeitskreis „Gerüche“	16
<i>Sonja Pfeil</i>	16
BVS-Standpunkt: Geruchssanierung Fertighäuser	24
III. Asbest in Gebäuden.....	29
Geogener Asbest eine Handlungsempfehlung zur einheitlichen Analytik und Einstufung.....	30
<i>Stefan Schimpf, Nicole Richardson, Dominik Obeloer, Sascha Müller, Gunnar Ries, Lars Klapal und Jutta Mertens</i>	30
Aktuelle Probleme im Umgang mit Asbest in Wandoberflächen.....	49
<i>Nicole Richardson und Mathis Radzieowski</i>	49
IV. Gefahrstoffe und Schimmelpilze in Archiven und Depots.....	61
Sanierung von Schimmelpilzen an Archivgut	62
<i>Nicole Richardson und Lars Klapal</i>	62
Schadstoffe in Museums-Depots: Problematik aus Sicht des Germanischen Nationalmuseums, Nürnberg (GNM)	78
<i>Meike Wolters-Rosbach</i>	78
Arsenik – Detailerkennung von Schwermetallbelastungen mit Röntgen-Fluoreszenz-Analyse (RFA).....	93
<i>Markus Raquet</i>	93
Tätigkeitsbezogene Gefahrstoffmessungen zur Festlegung von Arbeitsschutzmaßnahmen beim Umzug von Archiven des GNM.....	101
<i>Jörg Thumulla und Carmen Kroczeck</i>	101
V. Schimmelpilze in Innenräumen	107
Ein mobiles Schimmelpilzdetektionssystem – Erste Ergebnisse des Forschungsvorhabens Fungus Detect*	108
<i>Michael Köhler, Angela Schramm, Schamsi Sadat, Norbert Weis; Antje Siol und Christian Holsten,</i>	108

III. Asbest in Gebäuden

Geogener Asbest eine Handlungsempfehlung zur einheitlichen Analytik und Einstufung

*Stefan Schimpf, Nicole Richardson, Dominik Obeloer,
Sascha Müller, Gunnar Ries, Lars Klapal und Jutta Mertens*

1. Einleitung

Knapp 30 Jahre nach dem bundesweiten Asbestverbot ist die Entfrachtung von Asbestprodukten in Gebäuden im vollen Gange. Es ist jedoch festzustellen, dass der Fokus von gut identifizierbaren Asbestprodukten, wie Spritzasbest, Wellasbest-Dacheindeckungen, oder Asbest-Fassadenplatten hin zu verdeckt eingebauten asbesthaltigen Baustoffen wie mineralischen Putzen, Spachtelmassen und Dünnbettklebern (vor allem Fliesenkleber) wandert.

Gemäß einer Veröffentlichung des VDI und GVSS vom Juni 2015 steht im Raum, dass in ca. 25 % aller in Deutschland vor 1995 errichteten/sanierten Gebäude asbesthaltige Putze, Spachtelmassen und Fliesenkleber zu finden sein könnten.

2011 wurde von der Schulbau Hamburg eine Methode entwickelt, die durch Aufkonzentration der Probe (durch Veraschung und Säurebehandlung) eine Nachweisgrenze von $<0,01$ % erreichte („SBH-Methode“). Aufgrund der niedrigen Nachweisgrenze konnte mit Hilfe dieser Methode der Verdünnung der Probe durch nicht asbesthaltiges Material entgegengewirkt werden. Somit war es möglich Mischproben zu erstellen. Damit wurde die Wirtschaftlichkeit der Untersuchungen von Putzen, Spachtelmassen und Fliesenklebern (PSF-Materialien) enorm verbessert.

Diese Methode wird in der VDI 3866 Blatt 5: 2017-06 konkretisiert. Für dieses Verfahren wurde rechnerisch sogar eine Nachweisgrenze von 0,001 % ermittelt.

Diese deutliche Verbesserung der Nachweisgrenze führt jedoch vermehrt zu Befunden in sehr geringen Konzentrationen, die in vielen Fällen auf eine geogene Hintergrundbelastung (durch Verunreinigung) – und nicht auf technisch zugesetztes Asbest (feinfaserige, lange Strukturen mit Länge zu Durchmesser Verhältnissen $> 10:1$) – zurückgeführt werden können. Als technisch zugesetzt gilt Asbest dann, wenn es eine technische Funktion im jeweiligen Baustoff erfüllt. Dazu gehören beispielsweise die Erhöhung der Zugfestigkeit und die Verbesserung der thixotropen Eigenschaften des bauchemischen Produktes. In diesen Fällen handelt es sich bei den zugesetzten Asbesten um lange Fasern oder Faseraggregate mit einem Massengehalt von i.d.R. $>1\%$. Bei geogenen Verunreinigungen handelt es sich im Vergleich zu den technischen Produkten in aller Regel nur um Spurenfunde (zumeist $\ll 0,1\%$). Typischerweise weisen die gefundenen Fasern dabei eine deutliche andere Morphologie auf (kurze, gedrungene Fasern und leistenförmige Komponenten) als die technischen Asbeste.

Hierbei ist insbesondere Tremolit hervorzuheben, welches vermehrt an Wandoberflächen identifiziert wird, dabei zum Teil auch in Bauteilen, welche weit nach dem Asbestverbot 1995 eingebaut/saniert/renoviert worden sind. Als Verdachtsmomente stehen hierbei insbesondere Füllstoffe, wie sie z.B. in Farben in größeren Mengen zum Einsatz kommen, im Vordergrund.

Der Nachweis von sehr geringen Mengen Asbest (<0,1 Massen%) führt zu einer Unvereinbarkeit der Bewertung des Umgangs mit diesen Materialien nach den derzeit geltenden deutschen Regelwerken. Gemäß der GefStoffV Anhang II zu § 16 Absatz 2 Nummer 1 gilt das Verbot sowie folgende Sicherheitsmaßnahmen beim Rückbau für Materialien die mehr als 0,1 Massen% Asbest enthalten. Das LAGA Merkblatt 23 hingegen definiert asbesthaltige Abfälle als „anfallende Materialien, Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die Asbest enthalten oder denen Asbestfasern anhaften“. Damit ergibt sich die Schwierigkeit, dass zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung kein Abschneidekriterium (bspw. <0,005% Asbestanteil = asbestfrei) definiert ist.

Zielsetzung dieses Diskussionspapiers ist es, auf das Thema „geogenes“ Asbest mit den aktuell erkennbaren Schwierigkeiten bei der Laboranalytik, aber auch auf die bei positiven Asbestbefunden entstehenden Konsequenzen für Sachverständige aufmerksam zu machen.

Die Autoren und Autorinnen stellen in diesem Papier eine Handlungsempfehlung für auswertende Labore und Sachverständige zur Diskussion.

1.1 Vorkommen / Geologie von Amphibolasbesten

Die Amphibolasbeste können in verschiedenen geologischen Zusammenhängen vorkommen. Häufig sind sie in regionalmetamorphen Gesteinen anzutreffen wie z.B. Gneisen, kristallinen Schiefen, unreinen dolomitischen Marmoren oder Amphiboliten. Welche Asbestart jeweils vorkommt, hängt von der chemischen Zusammensetzung des Edukts ab. Manche Amphibolasbeste können auch in magmatischen Gesteinen wie z.B. Gabbros oder auch Graniten vorkommen. Diese weite Verbreitung der Amphibolasbeste bedeutet, dass auch viele der in Deutschland vorkommenden und als Rohstoffe genutzten Gesteine als Quelle von Asbestkontaminationen in Frage kommen.

1.2 Mineralogie Asbeste

Von rund 400 faserförmigen Mineralen wurden sechs industriell genutzte und als kancerogen erkannte unter dem Begriff „Asbest“ gesetzlich reglementiert (Tabelle 1).

Asbest ist daher keine Mineralfamilie, sondern eine Sammelbezeichnung. Darunter fallen der Serpentin Chrysotil ebenso wie die Amphibole Krokydolith (Riebeckit), Amosit (Grunerit) sowie Anthophyllit, Aktinolith und Tremolit.

Im Weiteren werden nur die Amphibolasbeste behandelt, die sowohl in der Analytik als auch im Zuge der anschließenden gutachterlichen Bewertung oftmals problematisch sind.

Hinter dem Asbest Krokydolith oder Blauasbest verbirgt sich die feinfaserige bis nadelige Variante des Amphibols Riebeckit, $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_3\text{Fe}^{3+}_2[(\text{OH})_2|\text{Si}_8\text{O}_{22}]$ [Strunz & Nickel 2001]. Es existiert eine lückenlose Mischkristallreihe mit Magnesio-Riebeckit, bei dem das zweiwertige Eisen durch Magnesium ersetzt ist. Riebeckit kann sich unter verschiedenen Bedingungen bilden, meist kommt er in metamorph überprägten eisenreichen Quarziten und Dolomiten vor. Riebeckit kann aber auch in sauren, leukokraten magmatischen Gesteinen wie z.B. Alkaligraniten vorkommen [Okrusch & Matthes 2014] [Rösler 1988].

Es handelt sich hier um die Handelsbezeichnung für faserige Varianten des Minerals Grunerit, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_7[\text{OH}|\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ [Strunz & Nickel 2001]. Auch hier existiert eine Mischkristallreihe mit dem Cummingtonit mit derselben Formel, der das Magnesium-betonte

Endglied darstellt. Grunerit tritt in eisenreichen kontaktmetamorphen Gesteinen auf, kann aber auch in Blauschiefern vorkommen [Rösler 1988]. Verwendung fand Blauasbest bspw. insbesondere im sogenannten Spritzasbest oder in Asbestzementen.

Anthophyllit, $(\text{Mg}, \text{Fe}_{2+})_7[\text{OH}|\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ [Strunz & Nickel 2001] zeigt nur eine dem Grunerit sehr ähnliche Formel, kristallisiert aber anders als dieser im orthorhombischen System. Jedoch gibt es zur Grunerit-Cumingtonit-Reihe (Amosit) eine Mischungslücke, dagegen besteht eine Mischungsreihe zu Ferroanthophyllit, der ca 65 Mol% an $\text{Fe}_7[(\text{OH})_2/\text{Si}_8\text{O}_{22}]$ -Komponente enthalten kann. Zwischen den rhombischen bzw. monoklinen Mg-Fe-Amphibolen einerseits und der Reihe Tremolit – Ferroaktinolith andererseits besteht eine große Mischungslücke [Okrusch & Matthes 2014]. Er tritt in den Gesteinen der amphibolitfaziellen Regionalmetamorphose wie Gneisen und Serpentiniten mit Ca-armen und Mg-reichen Edukten auf, kann aber auch in Pegmatiten vorkommen [Rösler 1988]. Verwendung fand Amosit bspw. in Brandschutzplatten, Spritzasbesten, Asbestzementen oder auch Anstrichen.

Aktinolith $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5[\text{OH}|\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ und Tremolit $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[(\text{OH}, \text{F})\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$ [Strunz & Nickel 2001] sind Teil einer Mischkristallreihe (Mischung aus 2 Endgliedern festgelegter chemischer Zusammensetzung) mit dem nicht als Asbest definierten Ferroaktinolith $\text{Ca}_2\text{Fe}_5[(\text{OH}, \text{F})\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$. Als Minerale der niedriggradigen grünschieferfaziellen Regionalmeta-morphose kommen sie gerne in Amphiboliten und kristallinen Schieferen vor, aber auch in unreinen dolomitischen Marmoren. Letztere werden unter anderem als mineralische Füllstoffe bei der Herstellung von PVC und auch in der Papierindustrie verwendet. Tremolit ist dabei einer der am weitesten verbreiteten Amphibole, der selbst in Eruptivgesteinen bei vergleichsweise geringen Temperaturen oft sekundär aus Ca-Mg-Pyroxenen gebildet werden kann [Rösler 1988]. Eine wirklich relevante Verwendung der Minerale der Tremolit-Aktinolith-Mischreihe in technischen Asbestprodukten ist nicht bekannt. Einzig die Verwendung von Tremolit in Schiffslacken („Asbestine“, Mattenkloht (2001)) als feuerfeste Brandschutzfarbe sowie vereinzelt in Teerkorkplatten und Magnesiaestrichen bilden die Ausnahme.

Die weite (geologische) Verbreitung der Amphibol(asbest)-Minerale bedeutet, dass bei der Nutzung der entsprechenden Gesteine und Sedimente als Roh- oder Zuschlagstoff (<0,1 Gew.-% gilt als asbestfrei) diese als Asbest in technischen Produkten wieder auftauchen können. Oft lässt sich die Anwesenheit geogenen Asbests durch die Anwesenheit verschiedener Begleitminerale vermuten. Hier wären in erster Linie die Hornblenden zu nennen, aber auch Dolomite aus dolomitischen Marmoren können ein Hinweis sein. Weiterhin treten insbesondere die Asbeste der Tremolit-Aktinolith, aber auch Anthophyllit-Reihe immer wieder als Kontaminationen von Talk auf. Tremolit ist zudem als Kontamination von Vermiculit der Libby Mine in Montana, USA, bekannt, die zeitweise bis zu 80% der Weltproduktion an Vermiculit lieferte [McDonald et al. 1986]. Vermiculit findet bspw. Anwendung bei Feuerraumauskleidungen oder Dämmungen.

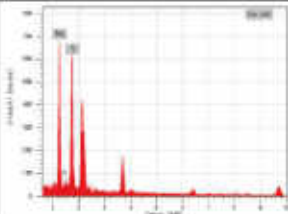
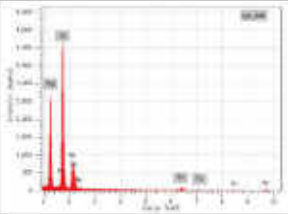
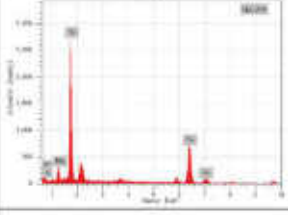
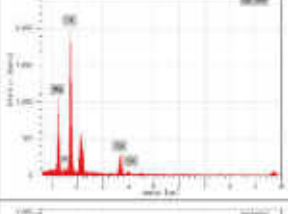
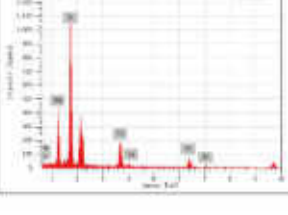
Bei **Krokydolith** sind die Linien von Silizium und Eisen deutlich, die Linie von Natrium gut sichtbar, die Linie von Magnesium dagegen schwach ausgeprägt [Mattenkloht 1998]. Amosit zeigt im EDX deutliche Linien von Silizium und Eisen, die Linie des Magnesiums ist schwächer ausgeprägt als die von Eisen, bis hin zu magnesiumarmen Varietäten [Mattenkloht 1998]. **Anthophyllit** zeigt im Elementspektrum deutliche Linien von Silizium und Magnesium, während die Linie des Eisens schwächer bis kaum sichtbar ausgeprägt ist. Calcium, Aluminium und auch Natrium sind begrenzt möglich, wobei das Verhältnis $\text{Si}/\text{Mg} > 1$ ist [Mattenkloht 1998]. **Aktinolith** zeigt im Elementspektrum deutliche Linien von Silizium, Magnesium und Calcium, Eisen ist etwas schwächer. Das Verhältnis Silizium zu Magnesium ist > 1 . Eisen kann ebenfalls auftreten, was die Abgrenzung zu

ebenfalls eisenfreien oder eisenarmen Talken erschwert (siehe morphologische Kriterien), Aluminium kann untergeordnet vorkommen [Mattenklott 1998]. Der **Tremolit** zeigt im Elementspektrum deutliche Linien von Magnesium, Silizium und Calcium, mit einem Si/Mg Verhältnis > 1. Eisen und Aluminium sind untergeordnet möglich [Mattenklott 1998].

Bei unklaren Ergebnissen können auch die Spanweiten der chemischen Zusammensetzung aus der VDI 3492:2013 genutzt werden.

Infobox 1: nähere Informationen zu den Spektren der einzelnen Amphibolasbeste in Tabelle 1

Tabelle 1: Chemische Summenformeln (Strunz & Nickel, 2001), CAS-Nummern (Gefahrstoffverordnung), sowie EDX-Spektren der 6 als Asbest definierten Minerale

Serpentinasbest			
Chrysotil	$(Mg,Fe^{2+},Ni)_3Si_2O_5(OH)_4$	12001-29-5 und 132207-32-0	
Amphibolasbest			
Anthophyllit	$(Mg,Fe^{2+})_2Si_6O_{11}(OH)_2$	77536-67-3	
Amosit (Sechseckige Variante von Grunerit)	$(Fe^{2+},Mg)_3Si_6O_{11}(OH)_2$	12172-73-5	
Tremolit	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-68-6	
Aktinolith	$Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$	77536-66-4	

2. Geogener Asbest – Was ist das und wie erkenne ich ihn?

2.1 Analytik

2.1.1 Stand der Technik

Für die Analyse von Asbest-Materialproben sind in Deutschland drei verschiedene raster-elektronenmikroskopische (REM-) Verfahren marktüblich. Lichtmikroskopische Verfahren, die in England noch häufig angewendet werden, werden in Deutschland nur noch selten angewandt und auch von vielen Auftraggebern nicht mehr akzeptiert. Einfache Materialproben werden in der Regel nach VDI 3866 Blatt 5:2017-06 analysiert. Hier sind Nachweisgrenzen von 1% (Standardverfahren) bzw. 0,1% bei einer weitergehenden Probenvorbereitung durch z.B. Heißveraschen erreichbar. Das Ergebnis ist qualitativ, wobei eine Abschätzung des Asbest-Massengehalts in den Klassen <1% („Spuren von Asbest“), 1-5%, 5-20%, 20-50% und >50% erfolgen kann. Eine genauere Quantifizierung ist bei diesem Verfahren nicht möglich. Insbesondere ist es nicht zulässig das Verfahren anzuwenden, um festzustellen, ob mehr oder weniger als 0,1% Asbest im Material vorhanden ist.

Bei diesen Nachweisgrenzen ist eine reproduzierbare Detektion geogener Asbeste in Materialproben aufgrund der in der Regel äußerst geringen Massenanteile in der Probe meist nicht möglich.

Ein deutlich leistungsstärkeres Verfahren ist das Verfahren nach VDI 3866 Blatt 5:2017-06 Anhang B. Hier sind Nachweisgrenzen im Bereich von 0,001 Masse-% rechnerisch möglich.

Bei diesem Verfahren wird die niedrige Nachweisgrenze durch eine zweistufige Aufkonzentration der Asbestfasern in der Matrix sowie durch einen erhöhten Auswerteaufwand erreicht. Die Aufkonzentration erfolgt zunächst durch eine Reduktion aller organischen Bestandteile in der Matrix mittels Heißveraschung bei 400 bis 450°C. In einem zweiten Schritt werden nicht säurebeständige Bestandteile durch Behandlung mit 5-10%iger Salzsäure reduziert. Der verbleibende asbesthaltige Rückstand wird abfiltriert, sodass eine dünne Filterbelegung entsteht, von der dann ca. 57 mm² (Gesamtauswertefläche der Suspension nach VDI 3866 Blatt 5 Anhang B) auf Asbestfasern abgesucht werden. Das Ergebnis ist wie beim Standardverfahren zunächst qualitativ. Eine Massen-gehaltsabschätzung, und damit eine Quantifizierung des Asbestgehaltes, ist hier nur unter deutlich erhöhtem Aufwand möglich.

Die Nachweisgrenze des Verfahrens nach VDI3866 Bl. 5 Anh. B von 0,001% ist niedrig genug, um auch geogene Asbeste detektieren zu können. Allerdings ist zu beachten, dass bei den qualitativen Methoden in der Asbestanalytik (anders in der chemischen Analytik) auch Asbestgehalte unterhalb der Nachweisgrenze des Verfahrens detektiert werden können, diese Befunde aber bei einer Nachanalyse nicht immer reproduzierbar sind. So ist bei einem Asbest-Massenanteil von 0,0001% und einem Verfahren mit einer Nachweisgrenze von 0,001% z.B. nur in einer von 10 Proben ein Positivbefund zu erwarten.

Kann ein Laborbefund nicht bestätigt werden, so muss geprüft werden, ob es sich um einen Zufallsfund unterhalb der Nachweisgrenze des Verfahrens handelt (Quantifizierung), um eine Verunreinigung im Rahmen der Präparation und Probenvorbereitung oder um einen Verfahrensfehler innerhalb des Labors. Im Rahmen der qualitätssichernden Maßnahmen des Labors, sollte das Originalpräparat neben einer Neupräparation stets in die Evaluierung mit einbezogen werden.

Infobox 2: Nachweisgrenzen in der Asbestanalytik

Das dritte häufig verwendete Verfahren ist das IFA-Verfahren 7487, oft auch als BIA-Verfahren bezeichnet. Hierbei handelt es sich um ein vollquantitatives Verfahren zum Nachweis von Asbest in homogenen Pulvern, Pudern und Stäuben mit einer Nachweisgrenze von 0,008%. Anders als die vorgenannten Verfahren eignet es sich auch für eine Beurteilung im Sinne der GefStoffV, zur Feststellung einer Über- oder Unterschreitung der 0,1%-Grenze für Asbest. An dieser Stelle möchten wir darauf hinweisen, dass das BIA-Verfahren nur für die Untersuchung homogener, einphasiger Materialien mit Asbestgehalten <1% geeignet ist. Für eine Untersuchung inhomogener Materialien ist das BIA-Verfahren aufgrund der geringen analysierten Materialmenge nicht geeignet. Proben, die aus mehreren Phasen bestehen, z.B. Bauschutt sind nach keinem der hier vorgestellten Verfahren zu untersuchen. Für belastbare Ergebnisse ist stattdessen das Verfahren nach VDI3876 anzuwenden.

Bei dem Verfahren nach IFA 7487 wird wie beim Verfahren nach VDI 3866 Blatt 5 Anhang B eine Suspension erstellt, die abfiltriert und dessen Filter untersucht wird. Anders als beim vorgenannten Verfahren erfolgt jedoch keine Aufkonzentration des Asbestgehaltes durch Veraschung und Säurebehandlung. Dies kann jedoch im Rahmen der jeweiligen Kompetenz des untersuchenden Labors durchaus vorgenommen werden. Dafür müssen dann nur zusätzliche Parameter, wie bspw. der Glühverlust etc., bestimmt werden, um letztlich vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Das IFA-Verfahren sieht zudem optional eine Unterscheidung vor, ob Asbestfasern als WHO-Fasern vorliegen. Das ist beispielsweise für eine Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 517 von Interesse. Eine Grenze des IFA-Verfahrens ist die quantitative Bestimmung von Asbest bei Gehalten >1% sowie bei stark inhomogenen Materialien. Die ohnehin in Abhängigkeit des Asbestgehaltes geschätzte hohe Messunsicherheit (bei 0,1% Massengehalt Asbest = 0,07% bis 0,16%!) wird mit zunehmendem Asbestanteil sowie größerer Inhomogenität des Materials noch verstärkt. Das Verfahren wird ungenauer. Diskutabel wurde das Verfahren beispielsweise in den vergangenen Jahren bei der Anwendung zur Quantifizierung von Asbest in Dachpappen. Dabei kam nicht nur die Inhomogenität des Materials zum Tragen, sondern auch die Art der Auswertung und die betrachtete Fläche (und damit der Stichprobengröße) des Filters. Wenn zudem die Proben zusätzlich gesiebt wurden, wie in der Vorschrift vorgegeben vergrößerte sich die Messunsicherheit und das Ergebnis ist nicht mehr so belastbar.

Ein weiterer Kritikpunkt am IFA-Verfahren ist dessen Anfälligkeit dafür, dass die Höhe des quantitativen Ergebnisses von der Art der Probenvorbereitung im Labor abhängig sein kann. Im Rahmen der Laboranalytik ist ein Aufmahlen der Probe erforderlich. Dabei muss die Probenaufarbeitung so erfolgen, dass keine noch nicht ausgefaserten, asbestartigen Minerale zu Fasern zerkleinert werden. Bei der Analytik nach IFA 7487 ist darüber hinaus darauf zu achten, dass faserförmige Strukturen, die nicht unter das WHO-Faserkriterium fallen (<3 µm Durchmesser) nicht zu WHO-Fasern zermahlen werden. Ferner ist speziell bei der Nachanalyse Chrysotil-haltiger Proben mit dem BIA-Verfahren darauf zu achten, dass die Fasern im Zuge der Präparation nicht so fein aufgespleißt werden, dass sie analytisch nicht mehr nachweisbar sind. Die Labore sind angehalten bei der Validierung ihrer Prozesse auf diese Punkte besonderes Augenmerk zu legen.

Außerhalb Deutschlands wird in vielen Ländern die ISO 22262 Blatt 1 und Blatt 2 zur Asbestanalytik eingesetzt. Die ISO 22262-2 beinhaltet dabei verschiedene Methoden zur Probenvorbereitung, die auch in den VDI-Methoden genannt werden. Je nach Kombination der verschiedenen Möglichkeiten der Probenvorbereitung sind ähnlich niedrige Nachweisgrenzen wie bei dem Verfahren nach VDI 3866 Blatt 5 Anhang B möglich. Bei

einfacher Probenvorbereitung werden jedoch für die Detektion niedriger Asbestgehalte nur unzureichende Nachweisgrenzen erreicht.

In Deutschland ist es anerkannte Regel der Technik, dass bestimmte Materialien, bei denen sehr niedrige Asbestgehalte zu erwarten sind, mit der nachweisstärkeren Analyse-methode VDI 3886 Blatt 5 Anhang B analysiert werden. Dies betrifft u.a. Putze, Spachtel-massen und Fliesenkleber (PSF). Ferner zeigte sich in den vergangenen Jahren, dass es bei Estrichen und Dachpappen, die bisher häufig nur mit einfachen Methoden (bspw. Verfahren mit NWG 1%) analysiert wurden, zu falsch-negativen Ergebnissen kommen kann, wenn nicht das Verfahren nach VDI 3866 Blatt 5 Anhang B angewandt wird. Das IFA-Verfahren 7487 (BIA) wird an vielen Stellen ebenfalls für niedrige Gehalte gefordert, ist jedoch insbesondere dann relevant, wenn es um die Quantifizierung von Asbest-gehalten geht (bspw. Asphalte etc.).

2.1.2 Bestimmung der „richtigen“ Asbestart

Die Asbestcharakterisierung mittels REM-Verfahren findet üblicherweise in zwei Schritten statt: Zuerst werden asbestiforme Strukturen (mineralogisch wie Asbest ausge-bildet) bei bis zu 5000-facher Vergrößerung gesucht. Hierzu gehören längsgestreckte Partikel (nadelförmig, teilweise säulig bis prismatisch), die die deutliche Sichtbarkeit einer Längsspaltbarkeit und das damit verbundene Aufspießen an den Faserenden, sowie das Vorliegen von kleinsten Einzelfasern (Fibrillen) aufweisen. Daneben werden noch Einzelfasern die die Kriterien der WHO erfüllen (*Länge* (L) $> 5 \mu\text{m}$, *Durchmesser* (D) $< 3 \mu\text{m}$ und ein großes *Länge-Durchmesser-Verhältnis* (L/D) $> 3:1$, vgl. VDI 3492:2013) als Asbest eingestuft. Zum Nachweis, dass es sich bei den gefundenen Strukturen um Asbestfasern handelt und um den Asbesttyp zu charakterisieren, wird von diesen Strukturen eine Analyse der Elementzusammensetzung mittels energiedispersiver Röntgenanalytik (EDX-Analytik) durchgeführt. Für Letzteres empfiehlt sich ein Spektren-vergleich mit Ringversuchsmaterialien bekannter Zusammensetzung (zum Beispiel HSL, siehe auch Tabelle 1 und Infobox 1).

Gut charakterisierbare, asbestiforme Strukturen treten nur in einem Teil der gängigen Auswerteproben auf. In der Praxis wird die richtige Asbestbestimmung jedoch erschwert durch nicht-asbestiforme Varietäten der Asbestminerale, sowie dem Vorliegen von chemischen Mischkristallreihen.

Nicht asbestiforme Strukturen sind chemisch identisch zu den Asbestmineralen, kristallisieren jedoch nicht in denselben Dimensionen (Militello et al. 2021). Auch wenn diese Partikel oft selbst nicht das Faserkriterium erfüllen, so kann es im Zuge der mechanischen Bearbeitung zum Absplittern einzelner prismatischer oder nadeliger Einzelkristalle oder Spaltfragmente mit WHO-Faserabmessungen kommen (Dejardin et al. 2019; Kolmsee et al. 2010; Harper et al. 2008). Da die morphologische Identifikation der einzige Weg ist asbestiforme Minerale von ihren nicht asbestiformen Varietäten zu trennen, kann es bei Proben die eine mineralzerstörende Probennahme und/oder Proben-vorbereitung hatten, schwierig werden zu bestimmen, ob der gefundene Asbest tech-nischen oder geogenen Ursprungs ist. Aus diesem Grund sind zusätzliche Informationen zu Probenahme und Probenvorbereitung sowie dem Ausgangsmaterial zwingend notwendig und zu dokumentieren.

Tremolit und Aktinolith sind Teil einer Mischkristallreihe, wobei Aktinolith chemisch gesehen eine Mischung aus dem Magnesium-haltigen Endglied Tremolit und dem Eisen-haltigen Endglied Ferroaktinolith darstellt.

Die Trennung besonders der Asbeste der Mischkristallreihe ist analytisch nicht immer möglich oder sinnvoll. Insbesondere dann, wenn auch noch Partikel der Matrix mit dem EDX erfasst werden oder der Eisengehalt im Übergangsbereich zwischen Tremolit und Aktinolith liegt. Hier bietet sich an, die Asbestarten Tremolit und Aktinolith gemeinsam als eine Form auszuweisen (Asbestart: Tremolit / Aktinolith). Eine weitere Schwierigkeit bezüglich der Amphibolchemie bezieht sich auf die nicht als Asbestminerale definierten Amphibole Hornblende, Ferroaktinolith und Cummingtonite. Diese treten relativ häufig auf und sind nur mittels EDX von den Normasbesten trennbar.

2.1.3 Einstufung im Labor – „Eine Faser ist keine Faser“

Verfahrensbedingt lassen sich sehr kleine Strukturen <200 nm am REM nicht in allen Fällen sicher mittels EDX klassifizieren. Aus diesem Grund kann die Aussagesicherheit von dünnen Einzelfasern verringert sein.

Empfehlung zum Umgang mit unsicheren Befunden im Analyselabor – „eine Faser ist keine Faser“

Die Autoren und Autorinnen empfehlen Einzelstrukturen grundsätzlich nur als Asbest zu werten sofern hier eine klare Längsspaltbarkeit oder das Aufspießen an den Faserenden zu erkennen ist. Da dies nur bei großen Strukturen der Fall ist, sind kleine Einzelfasern oder Spaltfragmente nur als Asbest-positiv zu werten, wenn in der Probe weitere Hinweise gefunden werden, dass es sich tatsächlich um Asbest handelt. Diese sind:

- a) das Vorliegen von nicht faserförmigen Asbestmineralen gleicher chemischer Struktur
- b) eine Einbettung einer eindeutig identifizierbaren Asbestfaser in die Matrix der Probe
- c) der Fund reproduzierbar ist, d. h. mindestens eine zweite und dritte Asbestfaser oder Faserbündel des gleichen Typs auf einem oder mehreren Bildfeldern zu finden sind.

Um falsche Ergebnisse zu vermeiden, dürfen jedoch nur unsichere Einzelfasern bei der Wertung unberücksichtigt bleiben, die klein genug sind, um die angegebene Nachweisgrenze des jeweiligen Verfahrens nicht zu überschreiten. Einzelfasern, die einen Massenanteil von >0,001% der untersuchten Materialmenge ausmachen würden, sind erfahrungsgemäß sicher zu identifizieren, sodass hier ein eindeutiger Befund angegeben werden kann.

Das Problem der Wiederfindbarkeit von Proben

In der Praxis ergibt sich bei Spurenbefunden, insbesondere denen durch geogenen Asbest, dass ein Asbestfund bei Folgeanalytik oder Nachanalysen gelegentlich nicht bestätigt werden kann. Typische Beispiele hierfür sind quantitative Nachanalysen (aus Spurenbefunden bei 0,1-1% oder Anhang B Proben), die Vereinzelnung von positiven Mischproben, die Nachauswertung einer Anhang B Probe bei 0,1%, Nachuntersuchungen in einem Zweitlabor und interne Kontrolluntersuchungen (Ringversuche, Schulungen). Der Grund für diese nicht bestätigten Befunde sind häufig Asbest-Massenanteile unterhalb der Nachweisgrenze der angewandten Analysemethode und/oder eine inhomogene Verteilung der Asbestbestandteile in der Probe.

Im Zuge dieser Nachweisproblematik kann es zusätzlich dazu kommen, dass ein anderer Asbesttyp gefunden wird als in der Erstanalyse. Dies tritt vor allem bei Proben mit hohem

Anteil an geogenem Asbest auf (Beispiel Asphalt). Erschwerend kommt hinzu, dass jedes Asbestmineral auch als nicht asbestiforme Varietät in der Probe vorliegen kann (siehe oben). Diese nicht asbestiformen Minerale sind chemisch identisch zu Asbest, kristallisieren jedoch in anderen Dimensionen.

Aktuell ist die Interpretation, ab wann eine als Asbest zu wertende Faserstruktur bei noch nicht vollständig ausgefaserten Mineralien vorliegt von Labor zu Labor mitunter unterschiedlich. Die Autoren dieser Veröffentlichung haben eine Liste erarbeitet, um laborübergreifend (und in Ergänzung zu den jeweils geltenden Richtlinien) den gleichen Standard bei der Bewertung anzuwenden.

Es werden folgende Kriterien zur Asbestidentifikation vorgeschlagen:

- WHO-Fasern mit asbest-konformem EDX-Spektrum sind als Asbest zu werten. Als asbest-konform werden hierbei alle EDX-Spektren gewertet, deren Elementzusammensetzungen mit denen von Standardproben übereinstimmen und solche, bei denen Störeinflüsse auf die Umgebung des Messpunktes zurückzuführen sind.
- Längsgestreckte Partikel die nicht den Kriterien der WHO entsprechen sind als Asbest zu werten, wenn eine eindeutige, feine Spaltbarkeit nachzuweisen ist und deren Spektren mit Referenzspektren übereinstimmen.
- Sollten mehrere eindeutige und asbestiforme Befunde vorliegen, ist von einem technischen Asbest auszugehen. Hier ist insbesondere auf eine uniforme Faserausbildung mit langen, feinen Fasern ($L:D > 10:1$) zu achten. Andere Befunde sind als nicht-technisch zu betrachten.
- Sollte der Befund lediglich durch eine vermutlich nicht-technische Faser bedingt sein, sollte diese morphologisch besonders eindeutig und groß sein, ansonsten sind weitere Fasern durch Auswertung weiterer Bildfelder zu suchen (Reproduzierbarkeit – siehe oben).

3. Empfehlungen zur guten Praxis bei der Asbestanalytik

Für einen aussagefähigen und für die Sachverständigen bewertbaren Prüfbericht empfehlen wir die folgenden Punkte mit auszuführen.

Die Bestimmung der Asbestart ist dabei obligatorisch unabhängig von der Funddicke. Hierbei muss die Unterscheidung bis hin zur Asbestart reichen, wenn es um die Einstufung von Amphibolasbest geht. Das bedeutet, das Labor muss sagen können, ob es sich um einen Amosit, einen Anthophyllit, einen Krokydolith oder um Minerale der Tremolit-Aktinolith-Mischkristallreihe handelt. Eine einfache Einstufung, es handelt sich um einen Amphibol, reicht nicht mehr aus da die Bewertungsmaßstäbe die daraus folgen ganz unterschiedlich sein können.

3.1 Notwendige Informationen im Prüfbericht bei Spurenfunden und vermeintlich geogenen Hintergrundbelastungen

Wie ist das Elementspektrum zusammengesetzt?

Das ist ein wichtiger Hinweis zur Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse und zur besseren Bewertung des eingestuftes Asbestes. Anhand des Spektrums lassen sich möglicherweise Rückschlüsse darauf ziehen, inwieweit die Matrix bspw. die Messung beeinflusst. Zudem lassen sich anhand der Spektren auch die Messeinstellungen der Labore nachvollziehen,

die Hinweise darauf geben wie repräsentativ zum Beispiel der Messpunkt war. In Kombination mit dem Bildmaterial ein wichtiger Punkt für die folgende Bewertung.

Wie sehen die Fasern aus? - Hinweise auf Morphologie und die Matrix aus Bilddaten

Ein weiterer wichtiger Baustein zur Bewertung sind mitgelieferte Bilder repräsentativer Faserfunde, die zur Einstufung „Asbest enthalten“ führen. An den Bildern lassen sich wichtige Eigenschaften der Minerale festmachen, wie zum Beispiel die Morphologie, die Verteilung der Fasern in der Probe, die Sichtbarkeit von Spaltflächen oder die Größe der Fasern. Daneben lassen die Bilder für die Bewertenden (die KundIn) auch Rückschlüsse über die Matrix der Probe bzw. der Fasern zu. Wie fein ist das umgebende Material? Gibt es größere Minerale die als Quelle dienen – bspw. durch Abspaltungen kleinerer Fasern oder Splitter? Wie ist das Länge-zu-Breite-Verhältnis? Aus diesem Verhältnis lassen sich mitunter Rückschlüsse darauf ziehen, inwiefern eine technische Verwendung überhaupt Sinn ergeben hätte. Mehrere gedrungene, leistenförmige Fasern mit treppenartigen Enden bspw. deuten eher darauf hin, dass es sich nicht um eine beabsichtigte Beimischung zur Verbesserung der technischen Eigenschaften handelt.

Wie sind die Fasern in der Probe verteilt?

Neben den Informationen, die sich aus der Bilddokumentation ggf. schon ergeben, sind weitere Details zur Verteilung der Faserfunde von großer Bedeutung. Spurenfunde können nämlich von ein bis zwei Fasern in einem Bildfeld über ein Aggregat oder Mineral das punktuell auftritt, bis zu vielen dünnen Einzelfasern im gesamten Präparat reichen - ohne dass der Befund über die Einstufung „in Spuren“ hinaus geht. Amphibole haben die Eigenschaft, dass die Analysierenden den Anteil zumeist überschätzen. Das liegt daran, dass die Amphibole, anders als Chrysotil, brechen und so in mehr kleinere und einzelne Fasern zerfallen, die sich stärker verteilen und so den Gesamteindruck der Verteilung und damit des Massenanteils verändern. Auf diesen Umstand weist auch die ISO 22262-2:2014-09 hin.

Um Asbest geogenen Ursprungs als solchen zu erkennen, sind neben den besprochenen Informationen im Prüfbericht auch Angaben zur Probenvorbereitung essentiell, da nur so ein realistischer Eindruck davon entsteht inwiefern das Aufbereitungsverfahren möglicherweise zu einer Dispersion von Einzelfasern aus Gesteinsbruchstücken mit Amphibolen / Amphibolmineralen führte (siehe Infobox 2).

- Wie ist die Probe angeliefert worden (Staub, Bruch, Produkt, Mischprobe o.ä.)?
- Um welches Material handelt es sich (sofern erkennbar)?
- Was ist mit der Probe im Zuge der Probenvorbereitung genau geschehen und welchen Behandlungen wurde sie ausgesetzt (Säurebehandlung, Ultraschallbehandlung, Homogenisierung)?

Infobox 3: Sachdienliche Hinweise des Labors über das bearbeitete Probenmaterial der AuftraggeberIn

3.2 Notwendige Informationen der AG / Probenehmer für die Bewertung / Einstufung als geogener Asbest

Für die Bewertung sind einige Informationen vom AG notwendig, um bei der Probenvorbereitung und Analyse die richtigen Entscheidungen zu treffen. Sachverständige, die ein Labor beauftragen, haben folgende Informationen bereitzustellen.

Welches Probenahme-Verfahren wurde angewendet?

Es ist dabei zu klären, ob es sich bei der PN um ein mineralzerstörendes (Bohren, Fräsen, Schleifen) oder ein mineralerhaltendes (Abschlagen, Brechen, Kratzen) Verfahren handelt. Diese Angabe ist wichtig für die Interpretation / Bewertung der Verteilung der Fasern in der Probe. Mineralzerstörende Verfahren führen erfahrungsgemäß zu einer erhöhten Faserfunddichte in entsprechenden Proben.

Handelt es sich um eine Mischprobe? Sind verschiedene Materialien / Materialschichten am Probenaufbau beteiligt?

Hierbei steht im Vordergrund, ob unterschiedliche Materialien zusammen beprobt wurden. Gibt es möglicherweise entscheidende Verdünnungseffekte? Lassen sich bei einer Vereinzelnung im Rahmen von Nachuntersuchungen Funde aus der MP wiederfinden? Je detaillierter die Angaben der AG sind, desto besser können die Funde eingeordnet werden.

Das Fließdiagramm in Abb. 2 soll die Zusammenhänge einmal verdeutlichen und einen Überblick über die wichtigsten Informationen zur Probe liefern.

3.3 Der Prüfbericht als Bewertungshilfe für Sachverständige

Der Prüfbericht als Dokument zur Bewertung der Materialproben ist das Produkt des ausführenden Labors. Es ist die Regel, dass Prüfberichte keine Meinungen oder Interpretationen des jeweiligen Prüfergebnisses enthalten. In diesem Falle kann es jedoch hilfreich sein, eine Hilfestellung zu geben – mit dem Ziel, den Sachverständigen eine Hilfe für Spurenfunde und die Unterscheidung zwischen technischem und geogenem Asbest an die Hand zu geben. Dies hat dann wiederum Auswirkungen auf den weiteren Werdegang in dem jeweiligen Projekt. Entweder im Bereich Arbeitsschutz oder im Hinblick auf mögliche Entsorgungswege und damit auf mögliche Kosten und den Nachhaltigkeitsaspekt.

Bezugnehmend auf zentrale Normforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 zu den Prüfberichten in Abschnitt 7.8, müssen einige Dinge beachtet werden. Die Norm fordert in Punkt 7.8.1.2, dass der Bericht alle für eine Interpretation erforderlichen Informationen liefern muss. In diesem Falle sollte das Labor daher alle in diesem Kapitel beschriebenen Punkte zur „Guten Praxis“ als Informationen in den Bericht einfließen lassen. Die Norm lässt zudem auch eine Meinungsäußerung oder Interpretation der Ergebnisse von kompetenten (und befugten) Personen zu, sofern dies angemessen ist (DIN EN ISO/IEC 17025:2018 Kapitel 7.8.3.1) und sich ausschließlich auf das vorliegende Material bezieht. Die abschließende Bewertung nehmen jedoch ausschließlich die beauftragenden Sachverständigen vor. Für eine ausreichend sichere Bewertung sind daher entsprechende Hinweise des Labors zu den Faserfunden aus Sicht der AutorInnen angemessen, sollte es Spurenfunde von Amphibolasbest in den ausgewerteten Proben geben. Zusätzliche

Informationen, wie sie in diesem Papier beschrieben werden und ggf. Hinweise als Hilfestellung für den AG, bedeuten jedoch einen erhöhten Aufwand für das auswertende Labor.

4. Empfehlung zum Umgang der Sachverständigen mit dem Befund „geogener Asbest“

Die Bewertung und vor allem auch der Umgang von Spurenfunden im Bereich der Asbestanalytik stellt die Fachwelt bei den Asbestarten Aktinolith / Tremolit vor Herausforderungen.

Die Bewertung, ob geogener Asbest vorliegt, kann nur durch die Zusammenarbeit der Sachverständigen mit dem Labor erfolgen. Nur durch die vom Labor zur Verfügung gestellten Informationen über die Verteilung, die Häufigkeit und die Form der Asbestfunde, sowie die vom Sachverständigen gesammelten Informationen zur Probenahme, zum Aufbau, zur Beschaffenheit und zum Alter des beprobten Baumaterials kann die Bewertung „geogener Asbest“ erfolgen.

Wie die vorangegangenen Kapitel und auch unsere Erfahrungen zeigen, liegen die Gehalte von geogenem Asbest in Bauteilen in der Regel deutlich unterhalb von 0,1 Masse-% Asbest. Die GefStoffV verweist bei diesen niedrigen Massengehalten von weniger als 0,1 Masse-% Asbest auf eine notwendige Quantifizierung. Bei Funden von Chrysotil oder anderen technischen Asbesten ist diese Vorgehensweise notwendig, da hier eine technische Beimischung wahrscheinlich erscheint. In Bauteilen, in denen geringe Mengen (Spuren) von Chrysotilasbest vorliegen, empfehlen wir, trotz der Kritik, die die AutorInnen an dem IFA-Verfahren 7487 (BIA) geäußert haben, dieses anzuwenden. Da aktuell kein besseres Verfahren für technisch zugesetztes Asbest vorliegt, kann es behelfsweise eingesetzt werden.

Tabelle 2: Empfehlung zur Quantifizierung von Funden ausschließlich als geogen eingestufteter Asbeste (diese Tabelle ist nicht auf Chrysotilasbest und etwaige Spurenfunde dessen anzuwenden!)

Material	Empfehlung bei Fund geogener Asbeste
Putze, Spachtelmassen, Fliesenkleber (PSF)	Es kann von <0,1% Asbestanteil ausgegangen werden
Bauschutt	Quantifizierung mittels VDI3876
Bodenbeläge	Es kann von <0,1% Asbestanteil ausgegangen werden
Bodenbelagskleber	Es kann von <0,1% Asbestanteil ausgegangen werden
Estriche	Es kann von <0,1% Asbestanteil ausgegangen werden
Asphaltproben	Quantifizierung mittels BIA 7487
Gesteine / Rohstoffe	Quantifizierung mittels BIA 7487

Bei Befunden von Tremolit oder Aktinolith, die auf Grundlage der Informationen aus dem Labor von Sachverständigen als geogene Hintergrundbelastung bewertet werden, kann aus Sicht der AutorInnen für die in der Tabelle 2 aufgeführten Materialien auf umfangreiche

Quantifizierungen verzichtet werden. Hier sind erfahrungsgemäß lediglich Hintergrundbelastungen mit geogenem Asbest festzustellen, die (deutlich) unter 0,1 Masse-% liegen. Da das IFA-Verfahren 7487 (BIA) zur Quantifizierung für Baumaterialien mit extrem geringen Massengehalten Asbest, wie Spachtel, Putze und (Fliesen)Kleber (PSF-Materialien) nicht ausreichend gut geeignet ist, empfehlen wir bei geogenen Hintergrundbelastungen darauf zu verzichten. Wie bereits oben erwähnt ist sowohl die Messunsicherheit für die geringen Mengen an Asbest zu hoch als auch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gering.

Wird der Laborbefund als geogene Hintergrundbelastung bewertet, stellt sich die Frage nach dem Umgang mit dieser Erkenntnis.

Im Detail beschreibt die GefStoffV folgendes: „Die Gewinnung, Aufbereitung, Weiterverarbeitung und Wiederverwendung von natürlich vorkommenden mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen, die Asbest mit einem Massengehalt von mehr als 0,1 Prozent enthalten“, ist verboten (vgl. GefStoffV Anhang II Nummer 1 Abs. 2).“

Es lässt sich daraus ableiten, dass Produkte (Bauteile) unter 0,1 Masse-% Asbest zum jetzigen Zeitpunkt erlaubt und damit auch verbaut worden sind. Darüber hinaus ergibt sich für Sachverständige bei einem Asbestfund (egal welchen Umfangs!) die Pflicht der Gefährdungsbeurteilung nach §6 GefStoffV (GefStoffV Anhang I Nummer 2 Abs. 2.3.2). Eine Gefährdungsbeurteilung ist demnach auch bei Funden mit geogenen Hintergrundbelastungen notwendig.

Die AutorInnen leiten daraus allerdings auch ab, dass für Arbeiten an Bauteilen mit < 0,1 Masse-% Asbest, keine komplette Umsetzung der in der TRGS 519 geforderten umfangreichen Schutzmaßnahmen nötig sind, da diese Produkte ohne Beschränkung durch die GefStoffV für die Nutzung zugelassen worden sind und somit nicht unter die Definition „asbesthaltige Bauteile“ der GefStoffV fallen, sofern diese Bewertung Niederschlag in einer Gefährdungsbeurteilung findet.

Ein Weg für eine Gefährdungsbeurteilung können Arbeitsplatzmessungen sein. Es wurden erste Messungen in Bereichen durchgeführt, in denen geogener Asbest in vielen Proben regelmäßig in Form einer Hintergrundbelastung detektiert wurde. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass keine Auffälligkeiten der Faserbelastung der Raumluft im Rahmen von Arbeiten (Enttapezieren, Bohren, Schlitzen etc.) an den entsprechenden Bauteilen entstanden sind (Richardson & Radzieowski 2022). Durch diese Arbeiten konnte also keine Belastung durch Asbestfasern für die Ausführenden oder die Umgebung festgestellt werden, die die wirtschaftlich erheblichen Schutzmaßnahmen nach TRGS 519 rechtfertigen würden. Eine Vertiefung dieser Untersuchungen wird zurzeit durch die AGÖF durchgeführt.

Statt Schutzmaßnahmen gemäß TRGS 519 empfehlen die AutorInnen bei solchen Befunden Sanierungen mit deutlich geringeren Schutzmaßnahmen z.B. in Anlehnung an die TRGS 521 zu konzipieren. Erfahrungen zeigen, dass Arbeitsplatzgrenzwerte für A&E-Stäube bei üblichen Bautätigkeiten trotz Absaugung überschritten werden können (Richardson & Radzieowski 2022). Werden Sanierungen mit geogenen Asbesthintergrundbelastungen durch das oben aufgeführte Vorgehen mit vereinfachtem Aufwand möglich, bleibt noch die aktuelle Notwendigkeit der Entsorgung als gefährlicher Abfall.

Gemäß LAGA-Merkblatt 23 ist Asbest auch mit geringsten Mengen als gefährlicher Abfall zu entsorgen. Ein Abschneidekriterium, welches die maximale Belastung von

Abfällen mit Asbest definiert, bevor sie als asbesthaltige Abfälle gelten, liegt nicht vor. Aus Gesprächen mit Verbänden ist jedoch bekannt, dass genau daran gearbeitet wird und somit der Befund „geogenes Asbest“ mit in die Abfallentsorgung einfließen könnte. Da es in Deutschland auch nur eine begrenzte Anzahl an Deponien gibt, wäre das sicherlich ein Schritt in eine nachhaltigere Zukunft.

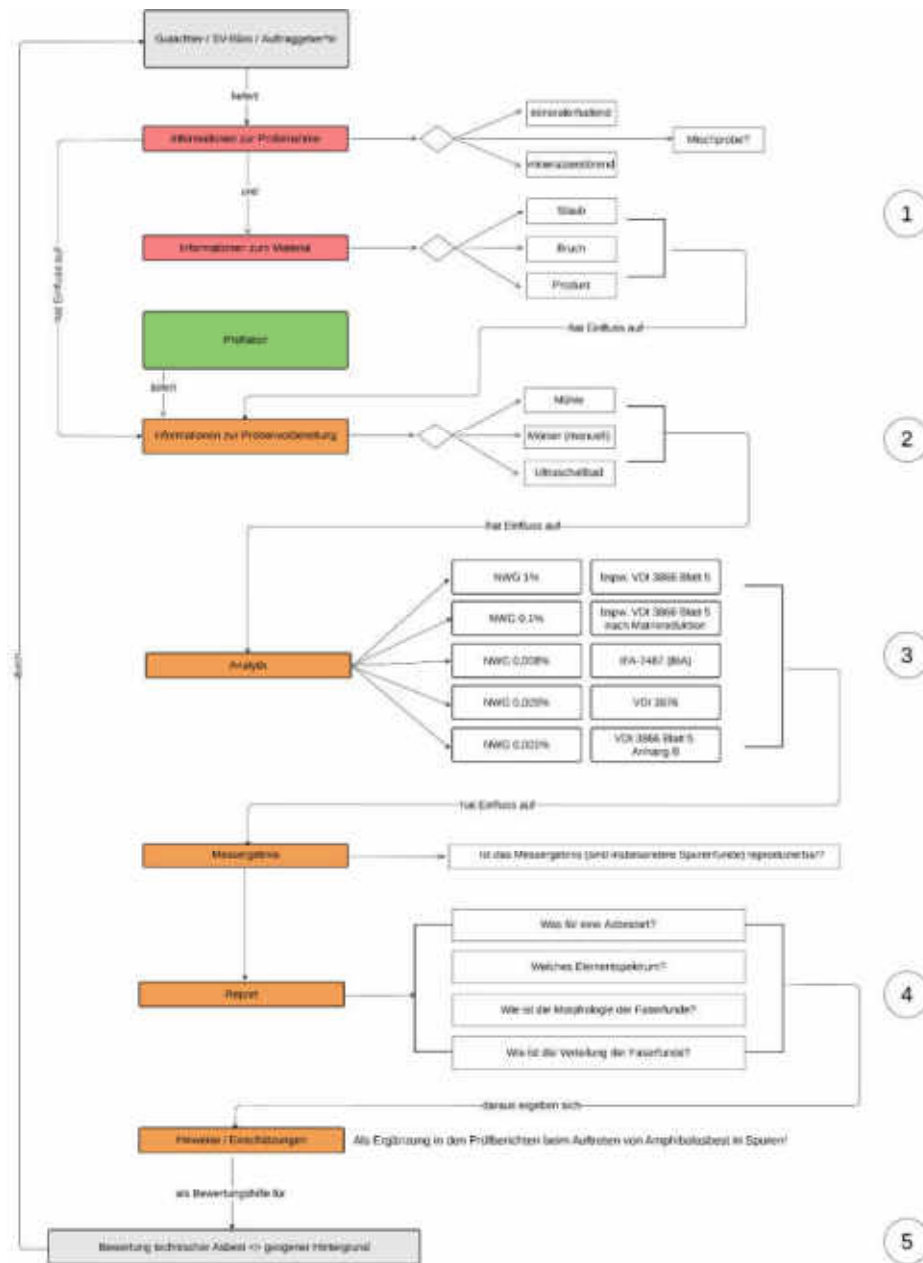


Abbildung 2: Fließdiagramm zum Informationsfluss und den Wirkzusammenhängen zwischen Gutachter*in und Labor sowie den verfügbaren Informationen und der Analytik

Punkt 1

Die Informationen zur Probenahme sind entscheidend, da sie für die Einschätzung des Auftretens möglicher geogen bedingter Amphibole und deren Verteilung in der Probe sein können.

Unterschiedliche Beprobungsstrategien sowie die Anlage von Mischproben haben entsprechenden Einfluss auf die Probenvorbereitung.

Ähnliches gilt auch für die Informationen über das beprobte Material und dessen Beschaffenheit. Hier ist das Labor gefordert, entsprechende Informationen in seinen Berichten transparent darzustellen und so viele sachdienliche Informationen für die KundInnen / die Sachverständigen bereitzustellen wie möglich.

Punkt 2

Die Informationen über die Probenvorbereitung sind für die Einschätzung der potenziellen Funde ebenso wichtig. Aus diesen ist u. U. am Ende ableitbar, ob es durch die Aufbereitung zu einer gleichmäßigen, ggf. übermäßig starken Verteilung von Fasern aus geogenem Hintergrund in der aufbereiteten Probe kam bzw. gekommen sein kann.

Eine übermäßige Zerkleinerung von Amphibolen kann zu einer deutlich stärkeren Verteilung von Einzelfasern im Präparat führen und somit ggfs. zu einer Überschätzung des Anteils an Asbest führen, hervorgerufen durch einen verzerrten visuellen Eindruck!

Ferner kann die übermäßige Zerstörung von Agglomeraten bzw. Mineralkörpern / Gesteinsbruchstücken mit Amphibolen zum Verlust an Informationen führen, so dass nicht mehr korrekt eingeschätzt werden kann, ob die Fasern aus einem oder mehreren Gesteinsbruchstücken oder Mineralen stammen oder ob es sich ggf. wirklich um eine gezielte Beimischung handelt. Der Erhalt einzelner Gesteinsfragmente und Minerale ist daher sehr hilfreich, um die Matrix bzw. die Füllstoffe der betreffenden Probe besser beurteilen zu können.

Punkt 3

Die Güte und Aussagekraft der Analytik basiert letztlich auf den vorgenannten Parametern Probenahme, Material und Probenvorbereitung.

Je schlechter die Probe vorbereitet wird (Übermahlung, fehlende Repräsentativität der Teilprobe, zu starke Verdünnung o.ä.), desto schlechter ist am Ende die Aussage des Messergebnisses. Dabei kann dann u. U. auch eine sehr sensitive Messmethode mit einer sehr niedrigen Nachweisgrenze (NWG) nicht mehr helfen.

Bei adäquat aufbereiteten Proben ist es dann entscheidend, welche Sensitivität das angewandte Verfahren am Ende hat.

Je niedrigschwelliger die NWG des jeweiligen Verfahrens, desto sensitiver die Methode. Mit der Folge, dass mit zunehmender Sensitivität auch häufiger Spuren asbestiformer Minerale oder Asbest gefunden werden. Im Rahmen der Auflösung von Mischproben äußerst sinnvoll - bei der Auswertung von einzelnen Materialproben mglw. der Grund für stark zunehmende Spurenfunde geogenen Asbests (i.d.R. Aktinolith - Tremolit) und damit zunehmender Probleme bei deren Bewertung.

Punkt 4

Die Qualität des Reports entscheidet über die Aussagekraft des Bewertenden. Insbesondere mit Blick auf die Bewertung, ob es sich um technischen oder geogenen Asbest handelt.

Daher ist es für einen guten Bericht unerlässlich, möglichst umfassend zu informieren, wenn es zu Spurenfunden im Bereich von Amphibolasbesten kam.

Hierzu sollten die nebenstehenden Parameter als Mindestanforderungen an die Dokumentation gelten.

Punkt 5

Am Ende eines Berichtes könnten Hinweise / Einschätzungen des Labors nach Zusammenführen aller vorhandenen Informationen stehen. Dies könnte den GutachterInnen wesentliche Informationen und Argumente liefern, um letztlich für das jeweilige Projekt die richtige Bewertung zu finden.

Textbox zu Abbildung 2: Erläuterungen für das Fließdiagramm zum Informationsfluss und den Wirkzusammenhängen zwischen Gutachter*in und Labor sowie den verfügbaren Informationen und der Analytik

Literatur

DeJardin, B., Scott, C., Tinsley, C.M., Cummings, E. (2019). It's All in the Form: Asbestiform vs. Non-Asbestiform. In-House Defense Quarterly. Fall 2019.

Harper, M., Gyung Lee, E., Doorn, S.S., Hammond, O. (2008). Differentiating Non-Asbestiform Amphibole and Amphibole by Size Characteristics. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. Vol. 5.

McDonald J.C., McDonald, A.D., Armstrong, B & Sebastien, P. (1986). Cohort study of mortality of vermiculite miners exposed to tremolite. , British Journal of Industrial Medicine

Mattenklott, M. (1998). Identifizierung von Asbestfasern in Stäuben, Pulvern und Pudern mineralischer Rohstoffe., Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft

Mattenklott, M. (2001) - Arbeitsumweltdossier Asbest. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 120 205, Seite 1 – 20, BIA-Handbuch 40.Lfg. XII/2001

Militello, G.M., Gaggero, L., La Maestra, S. (2021). Asbestiform Amphiboles and Cleavage Fragments Analogues: Overview of Critical Dimensions, Aspect Ratios, Exposure and Health Effects. Minerals, 11, 525.

Okrusch, M. & Matthes, S., (2014). Mineralogie - Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde., Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 526 S.

Richardson, N. & Radzieowski, M. (2022). Aktuelle Probleme im Umgang mit Asbest in Wandoberflächen. 13.AGÖF-Fachkongress „Umwelt, Gebäude & Gesundheit“, Bamberg.

Rösler, H.-J. (1988). Lehrbuch der Mineralogie, 844 S.

Strunz, H., & Nickel, E.H., (2001). Strunz Mineralogical Tables, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 9. Auflage

VDI/GVSS (2015). Asbesthaltige Putze, Spachtelmassen und Fliesenkleber in Gebäuden. Diskussionspapier zu Erkundung, Bewertung und Sanierung. Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Düsseldorf und Gesamtverband Schadstoffsanierung (GVSS), Berlin 2015.

http://www.gesamtverband-schadstoff.de/files/z04-diskussionspapier_asbest_web_2015_06_16.pdf

Virta, R. L. (2002). Asbestos: Geology, mineralogy, mining, and uses (p. 28). Washington, DC: US Department of the Interior, US Geological Survey.

TRGS 519 Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten (Ausgabe 2014)

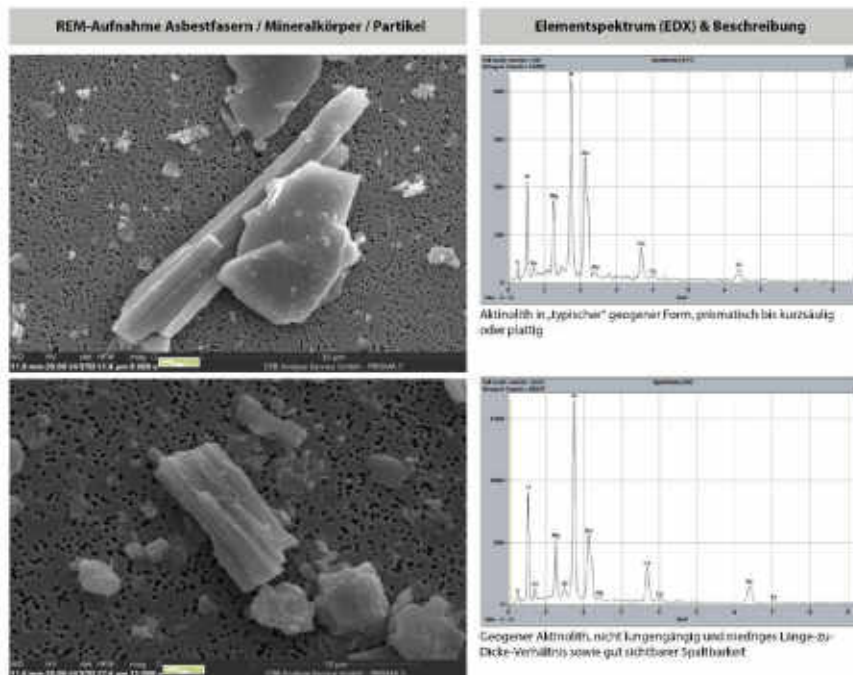
TRGS 517 Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen (Ausgabe 2013)

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 23 (2015). Vollzugshilfe zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle.

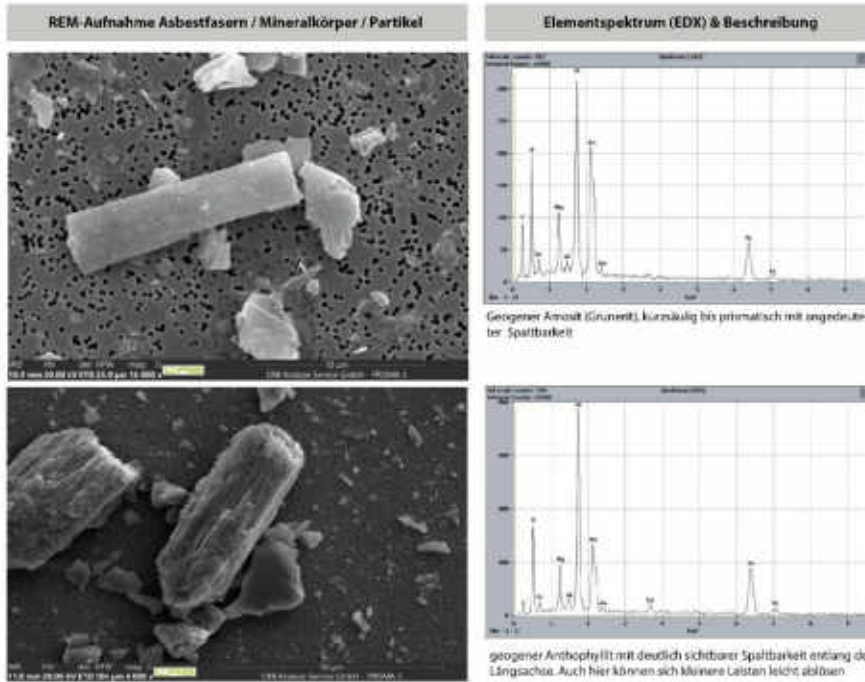
TRGS 521 Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle (Ausgabe 2008)

ISO 22262-2:2014-09 Luftqualität – Feststoffe – Teil 2: Quantitative Bestimmung von Asbest mit gravimetrischen und mikroskopischen Verfahren.

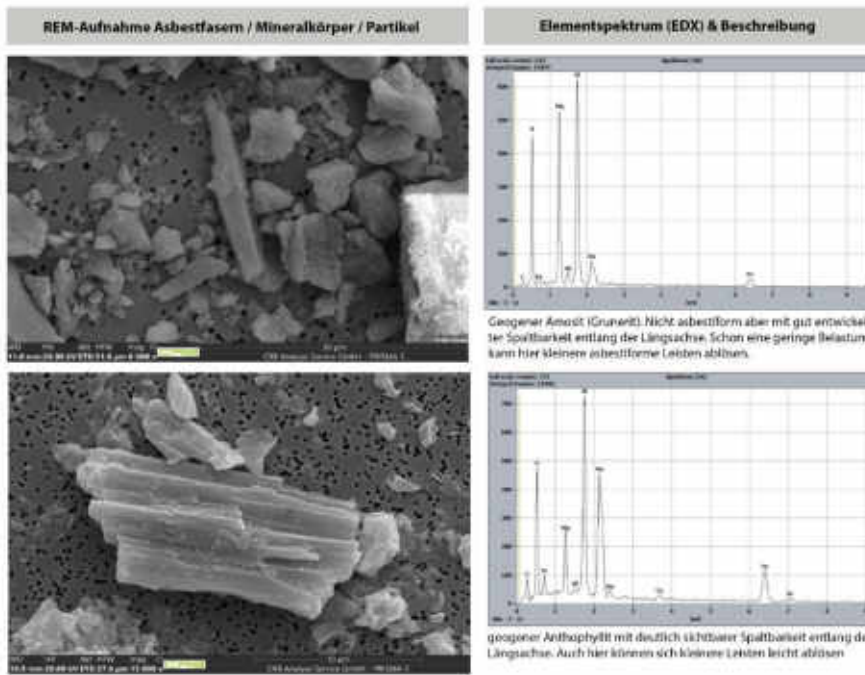
Anhang



A1

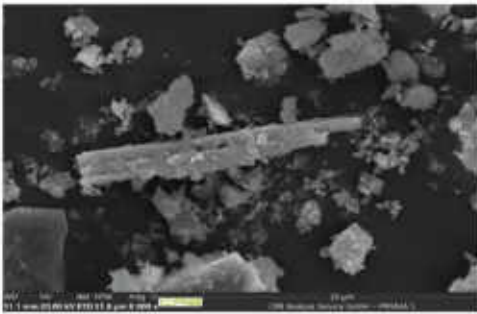


A2

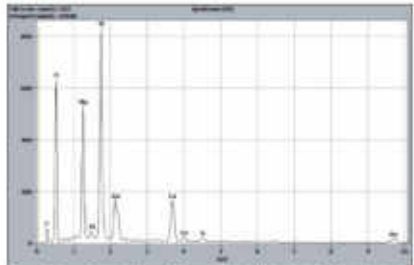


A3

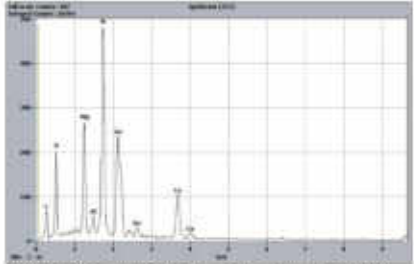
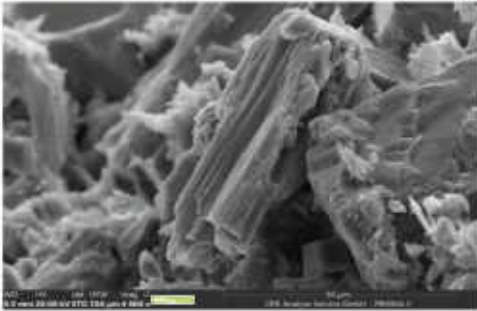
REM-Aufnahme Asbestfasern / Mineralkörper / Partikel



Elementspektrum (EDX) & Beschreibung



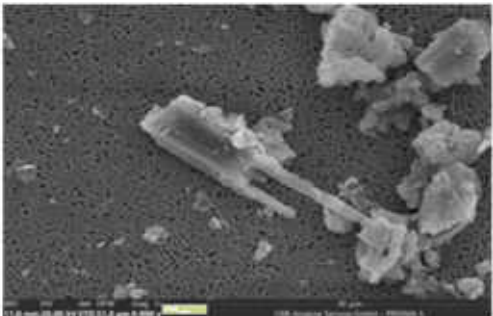
Tremolit aus dolomitischem Marmor. Auch hier ist die Spaltbarkeit gut entwickelt.



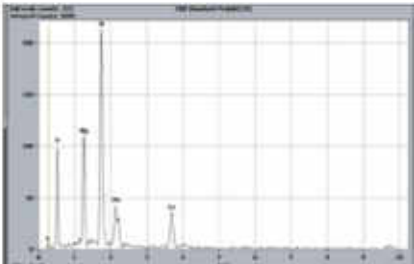
Tremolit in PVC, vermutlich mit dolomitischem Marmor als Zuschlagstoff in das Produkt gekommen.

A4

REM-Aufnahme Asbestfasern / Mineralkörper / Partikel



Elementspektrum (EDX) & Beschreibung



Geogener Tremolit mit gut entwickelter Spaltbarkeit. Gut erkennbar die Ablösung feiner Lamellen.

A5

Aktuelle Probleme im Umgang mit Asbest in Wandoberflächen

Nicole Richardson und Mathis Radzieowski

Einleitung

Das vergangene Jahr 2021 stellt eine Zäsur im Bereich der Asbesterkundungen und der Bewertungen dar. Mit der Einführung der neuen VDI 6202 Bl.3 [1], der Publikation des Diskussionspapiers zur aktuellen Asbestdiskussion von dem Kollegen Lehmann [2] sowie aus eigenen Erfahrungen muss das Thema Asbest in Putzen, Spachtelmassen, Fliesenkleber (PSF) neu gedacht werden.

Großen Einfluss auf die Bewertung von Asbestnachweisen geht von der Ablösung der SBH-Methode als Standard in der Laborpraxis durch die Analysemethode nach VDI 3866 Blatt 5 [3] Anhang B aus. Mit dieser Methode wurde die Nachweisgrenze für Asbest um den Faktor 10 herabgesetzt. Wurde zuvor überwiegend technisch zugesetzter Asbest nachgewiesen, werden heute in großem Umfang geogene Verunreinigungen nachgewiesen. Da auch in neuen, heute standardmäßig eingesetzten Baumaterialien geogene Asbestverunreinigungen nachzuweisen sind, muss der Umgang mit diesen diskutiert werden und ein Konsens in der Fachwelt gefunden werden.

Anhand dreier Beispiele sollen aktuelle Probleme bzw. Fragestellungen im Umgang mit Asbest in Wandoberflächen erörtert und die dringend zu beantwortenden Fragen dargestellt werden.

Fallbeispiel 1:

Bei dem vorliegenden Objekt handelt es sich um ein Verwaltungsgebäude mit drei Gebäudeteile aus den 60er und 70er Jahren. Das Hauptgebäude verfügt über 16 Etagen, das Nebengebäude und der Verbindungsbau über jeweils 6.

Methodik

Bei der technischen Erkundung (im laufenden Betrieb) wurden etwa 700 Verdachtsstellen asbesthaltiger Spachtelmassen beprobt und analysiert. Zu Mischproben vereint wurde jeweils die typischen Verdachtsmomente wie Fensterlaibungen, Heizungs-nischen, gestörte Wandbereiche, Wand- und Deckenputze etc. Die Laboranalyse der Proben erfolgte nach der SBH-Methode, welche technischen Asbest mit einer Nachweisgrenze von 0,01 Massenprozent identifiziert.

Ergebnis Teil 1

Auffällige (technischer) Asbestbefunde lagen in weniger als 1 % der untersuchten Verdachtsstellen vor.

Abgesehen von der sehr niedrigen Anzahl auffälliger Asbestproben konnte überdies auch keine Systematik in den Befunden abgeleitet werden.

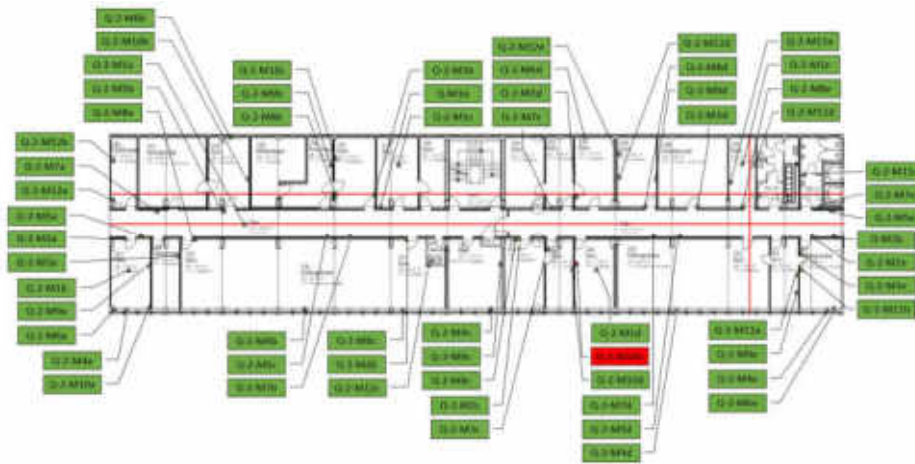


Abbildung 1: Probenahmeplan einer exemplarischen Etage; 1/60 Verdachtsstellen mit Asbestnachweis (Wand ungestört, tapeziert), grün: unauffällig; rot: Asbest Nachweis

Neben der in Abbildung 1 dargestellten auffälligen Asbestprobe aus einem ungestörten Wandbereich wurde in einer weiteren Etage eine Türzarge sowie eine Decke positiv beprobt. Es konnte weder eine lokale noch eine bauteilspezifische Systematik in der Asbestverwendung in diesem Gebäude abgeleitet werden.

Wegen der ungewöhnlich niedrigen Anzahl auffälliger Asbestbefunde, die unserer Erfahrung eher widersprach, wurde empfohlen, Teilbereiche zu enttapezieren und eine Nachbeprobung im Zuge der Sanierungsarbeiten durchzuführen. Die Tapeten wurden im Sanierungsbereich unter Feuchthaltung mit einem Kunststoffschaber entfernt.

Obwohl die Analyse, der nach Enttapezierung beprobten Spachtelstellen, Asbest nachweist (s. Ergebnis Teil 2), findet sich durch die mit üblichen Mitteln umgesetzte Enttapezierung keine Asbestauffälligkeit in den Raumlufmessungen. In der Tabelle 1 ist das Ergebnis der Asbest Raumlufmessung nach Enttapezieren und nach Verpacken der Tapeten und der Grobreinigung im Detail dargestellt.

Tabelle 1: Asbest-Raumlufmessungen (nach VDI 3492 [4]) nach Enttapezieren

Nr.	Faserklassen	Messwert [F/m ³]	95 %ige [F/m ³]	Poissonverteilung
1	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	190		686
	sonstige	190		686
2	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	2370		3500
	sonstige	95		529

Nr.	Faserklassen	Messwert [F/m ³]	95 %ige [F/m ³]	Poissonverteilung
3	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	759		1500
	sonstige	udN		284
4	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	1230		2110
	sonstige	udN		284
5	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	475		1110
	sonstige	95		529
6	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	949		1750
	sonstige	95		529
7	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	854		1620
	sonstige	95		529
8	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	1140		1990
	sonstige	udN		284
9	Asbest	udN		284
	KMF	udN		284
	Gips	759		1500
	sonstige	udN		284

Ergebnis Teil 2

Die enttapezierten Wände offenbarten viele weitere Verdachtsstellen, welche gezielt beprobt wurden. Die Laboranalyse der Spachtelmassen wurde nach der VDI 3866 Bl. 5 Anhang B [3] durchgeführt.

In Abbildung 2 ist der Probenahmeplan einer exemplarischen Etage im enttapezierten Zustand dargestellt.

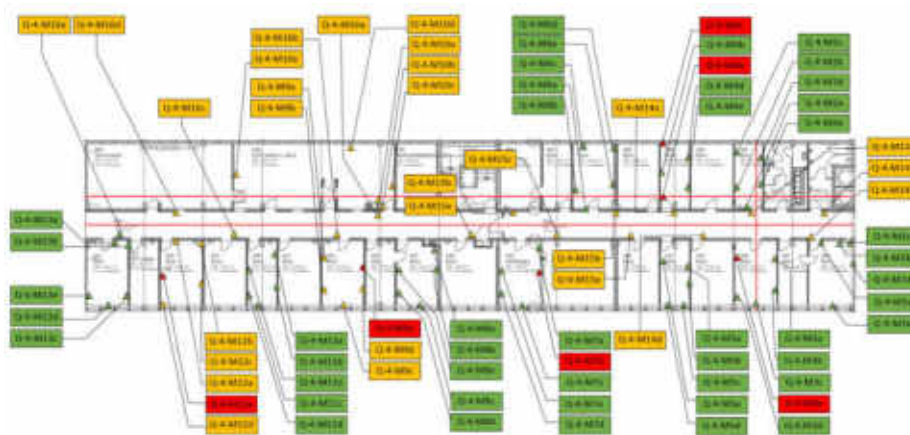


Abbildung 2: Probenahmeplan einer exemplarischen Etage im enttapezierten Zustand; 6/80 Verdachtsstellen mit Nachweis von technischem Asbest, weitere 6 Mischproben mit Tremolit-Nachweis, grün: unauffällig; gelb: geogener Nachweis; rot: technischer Nachweis

Das Ergebnis der gezielt beprobten Spachtel hat uns überrascht.

Technischer Asbest wurde in 8 % der untersuchten Verdachtsstellen nachgewiesen. Zusätzlich wurde in 8 bis 38 % (Unschärfe, da keine Einzelaufschlüsselung der Mischproben stattgefunden hat) der Verdachtsstellen die Asbestart Tremolit nachgewiesen, die in technischen Produkten üblicherweise nicht eingesetzt wird.

Talkum wird als Zuschlagsstoff in Farben, Lacken und Spachtelmassen verwendet und kommt in der Natur vergesellschaftet mit Tremolit (auch Aktinolith) vor. Natürlicher Tremolit (wie er in den untersuchten Proben der enttapezierten Bereiche) liegt brockenartig vor und zeigt keine asbestiforme Faserstruktur.

Nach Rücksprache mit dem Labor, der Einbeziehung der rasterelektronenmikroskopischen Analyse und der Beprobungsmethodik wurden die Tremolitbefunde als geogene Verunreinigungen des Talkums bewertet.

Ergebnis Teil 3

Da in ganzen Bauabschnitten ausschließlich geogene Asbestnachweise vorgelegen haben, wurden Arbeitsplatzmessungen für übliche Instandhaltungsarbeiten wie Bohren, Enttapezieren, Schlitzern und Stemmen durchgeführt. Dies diente dazu zu prüfen, ob bzw. wie hoch die Expositionen bei der Bearbeitung der mit geogenem Asbest verunreinigten Wandflächen sind.

Dazu wurden je Verfahren drei kleine Schwarzbereiche von ca. 10 m² bzw. ca. 25 m³ und einer zu bearbeitenden Fläche von etwa 12,5 m² eingerichtet. Die Arbeiten wurden innerhalb von zwei Stunden von zwei Mitarbeitern durchgeführt (inkl. Nebenarbeiten wie beispielsweise die Feuchtreinigung). Bohr- sowie Schlitzarbeiten wurde unter Dauerabsaugung mit einem H-Sauger durchgeführt, Enttapezieren und Stemmarbeiten unter steter Feuchthaltung. Neben der Faserkonzentration wurden auch die Konzentrationen der A-Stäube (alveolengängige) E-Stäube (einatembare) erfasst.

Beim Bohren wurden je Schwarzbereich mit fünf unterschiedlichen Bohrem (Durchmesser: 5, 6, 7, 8, 10 cm) insgesamt 400 Bohrlöcher erstellt.



Abbildung 3: Arbeitsplatzmessungen: Bohren

In dem vierten bis sechsten Schwarzbereich wurden beim Enttapezieren je Schwarzbereich etwa 12,5 m² Fläche bearbeitet.

Im siebten bis neunten Schwarzbereich wurden etwa 25 m Schlitzte von 2 cm Tiefe unter Absaugung erstellt.



Abbildung 4: Arbeitsplatzmessungen: Enttapezieren



Abbildung 5: Arbeitsplatzmessungen: Schlitzen

Zum aktuellen Zeitpunkt liegen die Auswertungen für Bohren, Enttapezieren und Schlitzen vor. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2: Arbeitsplatzmessungen (Bohren, Enttapezieren und Schlitzen); angegeben sind jeweils die Durchschnittswerte der sechs Einzelmessungen

	A-Stäube [mg/m ³]	E-Stäube [mg/m ³]	Gesamtfasern [F/m ³]	Asbestfasern [F/m ³]
Bohren	< NWG	0,46	12.237	–
Enttapezieren	1,24	2,41	21.298	–
Schlitzen	2,84	8,83	28.516	–

Grenzwert A-Staub: 1,25 mg/m³

Grenzwert E-Staub: 10 mg/m³

Bei keiner der drei begleiteten Arbeiten, die mit üblichen staubmindernden Maßnahmen durchgeführt wurden, wurden Asbestfasern in der Raumluft nachgewiesen.

Der Staubgrenzwert wurde lediglich bei Schlitzarbeiten überschritten.

Beim Bohren wird im Durchschnitt der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) [5] sowohl für die alveolengängige ($1,25 \text{ mg/m}^3$) als auch für die einatembare Staubfraktion (10 mg/m^3) eingehalten. A-Stäube wurden oberhalb der Nachweisgrenze keine, E-Stäube mit $0,46 \text{ mg/m}^3$ nachgewiesen. Die Gesamtheit der A- und E-Stäube wird als Allgemeiner Staubgrenzwert (ASGW) bezeichnet [5], welcher als Schichtmittelwert festgelegt ist. In Anbetracht der unrealistischen Anzahl an Bohrungen (400 Stück) pro Schwarzbereich und Zeit (ca. 2 h) ist davon auszugehen, dass unter den hier verwendeten Bedingungen (stete Absaugung mit H-Sauger) der AGW dauerhaft eingehalten wird.

Der AGW wird beim Enttapezieren für die A-Staubfraktion mit $1,24 \text{ mg/m}^3$ gerade noch eingehalten, für die E-Staubfraktion mit $2,41 \text{ mg/m}^3$ deutlich. Eine Intensivierung der Benetzung mit Wasser halten wir in diesem Fall zur Minderung der A-Staubfraktion für erforderlich, da bei der Enttapezierung keine ungewöhnlich große Fläche pro Zeit bearbeitet wurde.

Trotz steter Direktabsaugung wird bei Schlitzarbeiten der AGW für A-Stäube deutlich überschritten, während der der E-Stäube noch eingehalten wird. Es ist jedoch festzustellen, dass innerhalb der etwa zwei Stunden Arbeit eine ungewöhnlich hohe Anzahl an Schlitzten (etwa 25 m) durchgeführt wurde. Daher ist davon auszugehen, dass der ASGW (Schichtmittelwert) bei realistischen Arbeiten eingehalten wird. Diese Annahme wird zu überprüfen sein.

Fazit

Probenahmeumfang

Im tapezierten Zustand muss die Probenanzahl deutlich erhöht werden, um eine ähnliche Aussagekraft zu erhalten wie im enttapezierten Zustand. Durch das Fehlen der Tapete liegen die Verdachtsstellen frei und können direkt beprobt werden, womit die angenommene Trefferwahrscheinlichkeit 1 beträgt. Nach der VDI 6202 Bl. 3 [1] wird die angenommene Trefferwahrscheinlichkeit folgendermaßen definiert: materialspezifische Kennzahl, die die Wahrscheinlichkeit beschreibt, mit der regelmäßig bei der Beprobung eines Verdachtsmoments ein einheitlicher Analysebefund zu beobachten ist. Für flächige oder linienförmige Spachtelmassen ist in der VDI 6202 Bl. 3 eine angenommene Trefferwahrscheinlichkeit von 0,2 angegeben. Das bedeutet, dass ein einheitlicher Analysebefund dieser Verdachtsmomente nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 20 % zu erwarten ist.

Des Weiteren zeigte sich im enttapezierten Zustand, dass viele Verdachtsstellen eher als eigenes Verdachtsmoment (Verdachtsmoment nach VDI 6202 Bl.3: möglicherweise schadstoffhaltiges Material/Produkt, das an einem oder mehreren Bauteilen gleichartig lokalisiert wird) zu betrachten sind, da diese nicht gleichartig an Bauteilen lokalisiert sind [1]. Dies führt bei der Ableitung von Systematiken zu weiteren Herausforderungen, insbesondere im Spannungsfeld Probenahmeumfang (Aussagesicherheit) und Wirtschaftlichkeit.

Fazit Nachweis geogene Asbestverunreinigungen

Unabhängig vom Einsatz ist gem. GefStoffV [6] sowie REACH-Verordnung [7] (heißt also EU-weit) ein Produkt ab 0,1% Asbestmassenanteil als Asbestprodukt zu bewerten.

Unter Nummer 6 des Anhangs XVII der REACH-Verordnung (früher: Anhang 1 der Richtlinie 76/769/EWG) wird das Inverkehrbringen und die Verwendung von Asbest und asbesthaltigen Erzeugnissen mit speziellen Ausnahmen für Chrysotil verboten.

Nach Nummer 28 Anhang XVII dieser Verordnung muss in Stoffen und Gemischen, die in Verkehr gebracht werden und zum Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt sind, der Massengehalt an Asbest unter 0,1 % liegen.

Die möglicherweise im Talkum enthaltenen Asbestverunreinigungen liegen unterhalb von 0,1 Masseprozent.

Mit dem in der VDI 3866 Bl. 5 Anhang B [3] beschriebenen, erweiterten sehr empfindlichen Analyseverfahren, können diese natürlichen Asbeststrukturen erkannt werden. In Kapitel 2.2 Punkt (3) definiert die GefStoffV die Silikate Aktinolith, Amosit, Anthophyllit, Chrysotil, Krokodyolith und Tremolit mit Faserstruktur als Asbest, eine Unterscheidung zwischen technischem Zusatz oder natürlicher Belastung wird dort nicht vorgenommen.

Allerdings liegt ein Widerspruch in der GefStoffV vor. Auf der einen Seite wird in Kapitel 2.4.1. gefordert, dass bei Nachweis von Asbest eine Gefährdungsbeurteilung notwendig ist. Auf der anderen Seite steht im Anhang II Nummer 1(2), dass die Gewinnung und Wiederverwendung von natürlichen mineralischen Rohstoffen mit bis zu 0,1 % Asbest erlaubt ist.

Fallbeispiel 2:

In einer Gesamtschule aus dem Jahr 1991 wurde eine technische Erkundung mit der Motivation 2 nach VDI 6202 Bl. 3 [1] Baumaßnahmen (Instandhaltung/ Sanierung/ Wartung bei Erhalt des Bestands) vorgenommen, hier im Besonderen als Sanierungsvorbereitung (Brandschutzertüchtigung).

Das in massiver Bauweise gemauerte Gebäude ist in 4 Geschossen errichtet.

Methodik

Zur Vorbereitung der anstehenden Brandschutzertüchtigung inkl. einiger Modernisierungen an diversen Bauteilen wurde eine umfangreiche Gefahrstofferkundung durchgeführt. Besonderer Fokus lag dabei auf den üblichen PSF-Verdachtsstellen (Putze, Spachtelmassen, Fliesenkleber). Die Laboranalyse der Spachtelmassen wurde nach der VDI 3866 Bl. 5 Anhang B [3] durchgeführt

Ergebnis Teil 1:

In insgesamt 40 Mischproben von Wandoberflächen zeigten 9/40 Mischproben Spuren von Tremolit (Laboranalyse: VDI 3866 Bl. 5 Anhang B [3]). In Einzelaufschlüsselung von fünf dieser auffälligen (Tremolit-Befund) Proben wurde wiederum kein Asbest nachgewiesen.

Dies deutet zum einen auf den sehr geringen Anteil von Tremolit in den Wandoberflächen und zum anderen auf den Einfluss der Probenvorbereitung hin. Wegen der extrem niedrigen Konzentration von teilweise unter 0,001 % (unterhalb der Nachweisgrenze), ist eine Wiederholbarkeit geogener Befunde im Gegensatz zu technischen häufig nicht gegeben.

Fazit:

Unsere Vorschläge zum Umgang mit den geogenen Belastungen wie der Entwicklung gebäudebezogener expositionsarmer Verfahren durch Arbeitsplatzmessungen oder lokale Entfrachtungen von Wandbereichen mit geplanten Eingriffen wurden vom Auftraggeber abgelehnt.

Eine vollständige Entfrachtung der mit geogenem Asbest belasteten Wandoberflächen wurde bevorzugt. Das Resultat dieses Vorgehens sind dreifache Kosten für die Entfrachtung und den Wiederaufbau sowie die hohe Wahrscheinlichkeit erneut Materialien mit geogenen Asbestbelastungen einzubauen. Hier zeigt sich ein weiteres großes Problem im Umgang mit geogenen Asbestbelastungen. Insbesondere bei Bauherren entsteht große Verunsicherung durch derartige Befunde, da häufig sogenannte „Schadstofffreiheit“ gewünscht ist. Dass dieser Begriff nicht zielführend ist, zeigt sich unter anderem durch die Tatsache, dass Materialien mit geogenen Asbestbelastungen beim Wiederaufbau erneut in das Gebäude eingebracht werden können.

In die Praxis zeigt sich, dass insbesondere beim Nachweis von geogenen Spuren (z. B. Tremolit) bei Nachanalysen, wie Einzelaufschlüsselungen von Mischproben, Befunde nicht bestätigt werden. Der Grund dafür ist, dass die Asbest Massenanteile häufig unterhalb der Nachweisgrenze der Methodik bzw. eine inhomogene Verteilung der asbesthaltigen Bestandteile innerhalb der Probe vorliegt.

Fallbeispiel 3:

Im dritten Beispiel geht es ebenfalls um eine technische Erkundung in Vorbereitung von Sanierungs- und Modernisierungsarbeiten eines Verwaltungsgebäudes aus der Nachkriegszeit (~ 1950), errichtet in massiver Bauweise über drei Etagen. Dort wurden (auf Grund fehlender Informationen) Wandoberflächen in Bereichen beprobt, die 2010 vollständig erneuert wurden. (Putz und Anstrich erneuert)

Ergebnis:

Bei der Asbesterkundung wurden insgesamt 23 Mischproben, verteilt auf drei Etagen untersucht.

In 9/23 Mischproben wurde kein Asbest nachgewiesen. In fünf der 23 Mischproben wurde Chrysotil nachgewiesen (technisch zugesetzter Asbest).

In weiteren neun Mischproben wurde Tremolit nachgewiesen. Diese neun Proben wurden in Bereichen entnommen, welche vor etwa zehn Jahren vollständig renoviert worden sind.

Diese auffällig (Tremolit Nachweis) befundenen Bauteile (Wand- und Deckenflächen inkl. Farbanstrich) sind weit nach dem Asbestverbot eingebaut worden. Daher waren die Befunde zunächst nicht erklärbar und wurden über einer Nachbeprobung bestätigt.

Zur Ermittlung des Asbestgehaltes wurden insgesamt 15 Proben von Wandoberflächen genommen, in denen zuvor Tremolit nachgewiesen wurde und nach IFA-7487 [8] analysiert. Mit dieser Analyseverfahren sollte der Versuch unternommen werden, den Asbestgehalt zu bestimmen. Dieses Verfahren ist jedoch für Wandoberflächen nur wenig gut geeignet, da es zur Bestimmung geringer Massengehalte von Asbestfasern in Pulvern, Pudern und Stäuben entwickelt wurde.

In allen 15 Proben der Wandfarbe wurden Massengehalte von < 0,1 % Asbest festgestellt. In 8/15 wurde gar kein Asbest nachgewiesen

Fazit:

Anhand der Ergebnisse kann nachvollzogen werden, dass es sich nicht um einen technischen Zusatz von Asbest im Putz handelt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es sich bei den geogenen Tremolitbelastungen um Funde aus Zuschlagsstoffen in Wandfarben handelt. Für die Bereiche, in denen Asbest nachgewiesen wurde, ist laut GefStoffV [6] eine Gefährdungsbeurteilung erforderlich, sofern dort Eingriffe geplant sind.

Zusammenfassung und offene Fragen

Aus den vorgestellten Beispielen ergeben sich Fragen bzw. Denkanstöße zu den Themenbereichen Asbesterkundung, Bewertung geogener Asbestbefunde sowie Entsorgung.

1.) Asbesterkundung

Wie Beispiel 1 verdeutlicht, stellt bei Asbesterkundungen im laufenden Betrieb (z. B. im tapezierten Zustand) die Definition bzw. Einordnung von Verdachtsmomenten/-stellen wie sie die VDI 6202 Bl. 3 [1] vorschlägt eine größere Herausforderung dar als angenommen.

Insbesondere öffentliche alte Gebäude durchlaufen mehrere Umbau- bzw. Renovierungszyklen. In den allermeisten Fällen liegen über die durchgeführten Maßnahmen wenig bis keine Informationen vor. Daher müssen entsprechende Bereiche intensiver beprobt werden, da insbesondere dort viele unabhängige Verdachtsmomente vorliegen können.

Das Freilegen der Wandoberfläche durch Enttapezieren zur deutlichen Erhöhung der angenommenen Trefferwahrscheinlichkeit bzw. klareren Einordnung von Verdachtsmomenten, stellt in der Praxis und vor allem in der Nutzung selten einen gangbaren Weg dar. Sachverständige sollten daher aus Haftungsgründen, vor allem bei der Bewertung von Gebäuden, die vor 1993 erbaut worden sind, mit dem Vorhandensein asbesthaltiger Spachtelmassen rechnen. In diesem Zusammenhang könnte empfohlen werden, exemplarische Bereiche zur Enttapezierung und Nachbeprobung auszuwählen, bevor eine abschließende Bewertung der Asbestsituation vorgenommen wird. Des Weiteren sind wegen der im tapezierten Zustand relativ niedrigen angenommenen Trefferwahrscheinlichkeit Einzelnachweise deutlich ernster zu nehmen.

2.) Bewertung geogener Asbestbefunde

Des Weiteren stellt sich die grundsätzliche Frage, wie mit geogenen Asbestbefunden umgegangen werden muss.

Erzeugen mit geogenem Asbest verunreinigte Wandoberflächen denselben Handlungsbedarf wie bei technischem Zusatz? Sind also bzgl. des Arbeitsschutzes in beiden Fällen die Schutzmaßnahmen nach der TRGS 519 [9] anzuwenden?

Obwohl laut GefStoffV die Verwendung von natürlichen Rohstoffen mit Asbestgehalt bis zu 0,1 % erlaubt ist, fordert die GefStoffV dennoch eine Gefährdungsabschätzung bei Arbeiten an Asbest. Wie erste orientierende Arbeitsplatzmessungen (Fallbeispiel 1) zeigen scheinen bei der Bearbeitungen geogen belasteter Wandoberflächen (Tapetenanstrich) die Staubfraktionen die maßnahmenbestimmenden Faktoren zu sein und nicht die Freisetzung von Asbestfasern.

Hier wurden bei keinem der verwendeten Verfahren (Bohren, Schlitzen, Enttapezieren) Asbestfasern nachgewiesen. Bearbeitet wurden Wandbereiche mit geogenen Tremolit-

Befunden. Demnach sind Schutzmaßnahmen nach der TRGS 519 [9] nicht notwendigerweise einzuhalten. Überschreitungen von ASGW erfordern laut GefStoffV Anhang I 2.3 [6] geeignete persönliche Schutzmaßnahmen sowie staubmindernde Maßnahmen.

3.) Entsorgung

Neben dem Arbeitsschutz gestaltet sich zurzeit auch die Entsorgung von Materialien mit geringen geogenen Asbestbelastungen als Herausforderung.

Da es nach Auslegungen gemäß LAGA Merkblatt 23 [10] kein Abschneidekriterium für asbesthaltige Baustoffe gibt, müssen die geogen verunreinigten Baumaterialien als gefährlicher Abfall gemäß Abfallverzeichnisverordnung [11] mit der Abfallschlüsselnummer 17 06 05* entsorgt werden. Im Merkblatt 23 der LAGA [10] heißt es konkret, dass Asbesthaltige Abfälle zur Entsorgung anfallende Materialien, Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse sind, die Asbest enthalten oder denen Asbestfasern anhaften (asbestkontaminierte Abfälle).

4.) Politische Forderung

Die von der GefStoffV geforderten Gefährdungsabschätzungen münden insbesondere bei geogenen Asbestbelastungen in Arbeitsplatzmessungen und letztlich in gebäudebezogenen Genehmigungen für bestimmte Tätigkeiten. Da dies mit einem hohen wirtschaftlichen Aufwand verbunden ist, da gebäudebezogen, muss eine grundsätzliche Lösung im Umgang mit diesen Belastungen gefunden werden.

Daher fordern wir eine sofortige Bewilligung von Forschungsgeldern zur Finanzierung von Arbeitsplatzmessungen, um das Emissionspotential von geogen verunreinigtem Asbest einschätzen zu können.

Solange es keine eindeutigen Regelungen gibt, kann mit dem Angstwort Asbest ein hoher Aufwand für eine Sanierung gerechtfertigt werden. Dies erzeugt ein Gefühl der Unverhältnismäßigkeit, was das Beispiel 2 im Besonderen deutlich macht. Die geplante Sanierung nach TRGS 519 [9] sorgt im Vergleich zu einem konventionellen Rückbau für erheblich höheren Aufwendungen. Bundesweit wird der wirtschaftliche Schaden in die Milliarden gehen. Ob die gefühlte Unverhältnismäßigkeit gerechtfertigt ist, muss durch umfangreiche in-situ-Messungen bei der Demontage geogen belasteter Wandbereiche noch umfangreicher gezeigt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] „VDI 6202 Bl. 3: Schadstoffbelastete bauliche technische Anlagen - Asbest - Erkundung und Bewertung,“ 09/2021.
- [2] R. Lehmann, „Zur aktuellen Asbestdiskussion“, Der Bausachverständige,“ 04/2021.
- [3] „VDI 3866 Bl.5: Bestimmung von Asbest in technischen Produkten - Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren,“ 06/2017.
- [4] „VDI 3492 - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Messen von Immissionen - Messen anorganischer faserförmiger Partikel - Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren,“ 06/2013.

- [5] „Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 900 "Arbeitsplatzgrenzwerte",“ 02/2014.
- [6] „Gefahrstoffverordnung - Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen,“ 10/2021.
- [7] „Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie “.
- [8] „Institut für Arbeitsschutz der DGUV: Verfahren zur analytischen Bestimmung geringer Massengehalte von Asbestfasern in Pulvern, Pudern und Stäuben mit REM/EDX,“ 1997.
- [9] „Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 519: Asbest - Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten,“ 01/2014, geändert 03/2015.
- [10] „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 23 - Vollzugshilfe zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle,“ 06/2015.
- [11] „Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV),“ 10/2001 geändert 06/2020.