



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im  
Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung

BBSR-Berichte **KOMPAKT**

# Gefahrstoff Asbest

2 / 2010

## 1 Einleitung

Das vorliegende Heft wendet sich an Bauherren, Architekten, Ingenieure und Beauftragte, die mit Sanierungs- und Rückbauarbeiten und mit der Entsorgung von asbesthaltigen Bau- und Werkstoffen betraut sind. Es informiert über Gesundheitsgefahren, gesetzliche Regelungen und die Technologie zur Entsorgung von asbesthaltigen Bauprodukten in älteren Gebäuden.

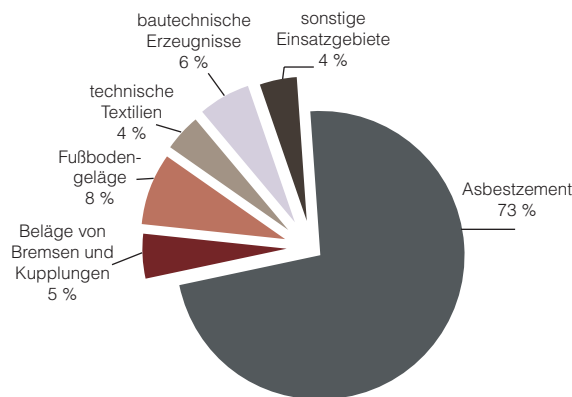
## 2 Herstellung und Anwendungsbereiche von Asbesterzeugnissen

Deutschland (BRD und DDR) importierte von 1950 bis 1990 insgesamt ca. 4,35 Mio. Tonnen Asbest. Aus dem Asbest wurden asbesthaltige Baustoffe, Verbundbaustoffe und asbesthaltige Werkstoffe hergestellt. Der Rohasbest verteilte

sich in den 70er Jahren etwa wie folgt auf Erzeugnisgruppen und Produkte [A.1] (alte Länder):

- Asbestzement 73 %
- Beläge von Bremsen und Kupplungen 5 %
- Fußbodenbeläge 8 %
- Technische Textilien: Gewebe, Schutzkleidung, Schläuche, Schnüre 4 %
- Bautechnische Erzeugnisse: Bitumen-, Dach- und Dichtungsbahnen, Kittmassen, Spachtel- und Vergussmassen, Feuerschutzmittel, Unterbodenschutz 6 %
- Sonstige Einsatzgebiete: Hochdruckdichtungen, Pappen- und Papiere, Filtermaterialien, Formmassen, Straßendeckschichten 4 %

**Bild 1**  
Verteilung der Asbestanwendung auf Erzeugnisgruppen  
[Daten nach A.1]



Quelle: BBSR und Datenbasis [A.1]

Bild 1 zeigt, dass Asbest hauptsächlich für die Herstellung von Asbestzement eingesetzt wurde.

**2.1 Asbesthaltige Erzeugnisse mit starker und schwacher Asbestbindung**

Vor allem bis Ende der 70er Jahre wurden asbesthaltige Baumaterialien in und an Gebäuden verwendet. Nach dem Asbestgehalt in den Erzeugnissen und nach der Art der Einbindung der Asbestfasern in die Bau- und Werkstoffe werden grundsätzlich zwei Asbestproduktgruppen unterschieden (Tab.1): Asbestzement (starke Asbestbindung) sowie Weichasbest und asbesthaltige Werkstoffe (schwache Asbestbindung).

**Tabelle 1**  
Unterscheidung von Asbestprodukten mit starker und schwacher Asbestbindung nach der Rohdichte sowie nach dem Asbest- und Bindemittelanteil [A.1, A.4, A.13, A.20].

Produktgruppe / Einstufung der Asbestbindung	Rohdichte	Asbest-anteil	Bindemittelanteil und Bindemittelart
	kg/m <sup>3</sup>	M.-%	M.-%
Asbestzement (starke Asbestbindung)	> 1400	10 – 15	85–90 Zementbindung
Asbesthaltige Kitte und Kleber (mäßige bis starke Asbestbindung)	> 1000 und < 1400	10 – 60	40–90 Polymere organische Bindemittel
Spritzasbest (schwache Asbestbindung)	< 1000	> 60	< 40 Bindemittel

Quelle: Datenbasis [A.1, A.4, A.13, A.20]

Die Art der Asbestbindung hat Konsequenzen für die Beständigkeit von Asbestergeugnissen, die Freisetzung von gesundheitsschädigenden Asbestfasern in die Umgebung infolge von natürlicher Verwitterung oder mechanischer Beanspruchung sowie für die anzuwendenden Verfahrensweisen bei Rückbau und Entsorgung von Asbestergeugnissen.

Beim Rückbau von Gebäuden, die Erzeugnisse mit schwacher Asbestbindung enthalten, ist die Gefahr der Asbestfaserfreisetzung wesentlich höher als beim Ausbau von Erzeugnissen mit starker Asbestbindung (Asbestzement).

Im Folgenden werden typische Anwendungen für Produkte mit starker und schwacher Asbestbindung vorgestellt.

**Bild 2**  
Dachdeckung aus Wellasbestzement [C.1]



**Bild 3**  
Luftschacht aus Asbestzement [C.2]



## 2.2 Baustoffe mit starker Asbestbindung

Baustoffe mit starker Asbestbindung sind überwiegend Asbestzementprodukte, aber auch asbesthaltige Kittstoffe. Typische Erzeugnisse mit festgebundenem Asbest sind Dachplatten aus Asbestzement (Bild 2) oder relativ kompliziert geformte Bauelemente, beispielsweise Luftschächte (Bild 3).

Ein im Bauwesen der ehemaligen DDR häufig verwendetes asbesthaltiges Erzeugnis ist der „Morinol“-Fugenkitt. Dieser wurde im Plattenbau zur Abdichtung von Bewegungsfugen, Fenster- und Türanschlüssen eingesetzt (Bild 4). „Morinol-kitt“ mit relativ geringen Asbestgehalten zwischen 10 bis 40 M.-% und Rohdichten von  $> 1000 \text{ kg/m}^3$  wird infolge der starken Einbindung in die organische Polyvinylacetat (PVAc)-Matrix den Baustoffen mit starker Asbestbindung zugeordnet [A.1, A.2]. Weitere asbesthaltige Produkte mit starker Asbestbindung und die entsprechenden Handelsbezeichnungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt worden.

## 2.3 Baustoffe mit schwacher Asbestbindung

Hergestellt und eingebaut wurde eine Vielzahl von Erzeugnissen mit schwacher Asbestbindung, und zwar in Form von asbesthaltigen Spritzbelägen, Asbestleichtbauplatten, Asbestgeweben, asbesthaltigen Gipsen und Putzen für Brandschutzbereiche, asbesthaltigen Wand- und Bodenbelägen etc. Ein typisches Weichasbestzeugnis ist Spritzasbest, der weltweit jahrzehntelang als Brandschutzmasse für

Tabelle 2  
Asbestzementprodukte mit starker Asbestbindung,  
Ausführungsformen und Handelsbezeichnungen

Anwendungsgebiet	Bauteil und Baumaterial
Dachplatten, Wandbekleidung, Fassadenelemente	Asbestzementplatten (gewellt, eben) Eternit* und Fulgurit* (bis 12/1991); Baufanit* in der ehem. DDR
kleinteilige Wandbekleidung und Dachdeckungen	Kunstschieferplatten, Dachschindeln Baufanit* in der ehem. DDR
Wasserleitungsrohre	Asbestzementrohre für Frisch- und Abwasserleitungen
Kanalelemente, Kabelkanäle	Asbestzement Lüftungs- und Heizungsbaulemente
Formstücke aller Art	Dachdeckungen
Freistehende Formteile	Blumenkästen, -gefäße, Tröge, Gartenmöbel, Betontischtennisplatten
Wand- und Bodenbeläge	Bodenbelagsplatten Vinyl-Asbest-Fliesen* und Flexplatten*
Straßenbau	Zuschlag zur Verringerung des Abriebs von Straßendecken
Großplattenbau	Fugenkitt, in der ehem. DDR z.B. Morinolkitt*
Andere asbesthaltige Kitt- und Schutzanstrichmassen	Flächenkitt, in der ehem. DDR z.B. Mangana* Gurokitt und z.B. Gurofix* für die Klebefestigung von Elektroinstallationsmaterial auf Phenolharzbasis

\*) Handelsbezeichnungen

Quelle: Datenbasis [A.4, A.13, A.20; B35]

Stahlskelettbauwerke verwendet wurde (Palast der Republik, Ost-Berlin; World Trade Center, New York). Bild 5 zeigt den Rückbau von Spritzasbest von der Stahloberfläche eines Stahlskelettbaus am Beispiel des Palastes der Republik in Berlin. Eine Übersicht von Produkten mit schwach gebundenen Asbestfasern enthält Tabelle 3.

Bild 4  
Morinol Kitt für die Abdichtung von Außenwandplatten [C.2]



Bild 5  
Entfernung von Spritzasbest als Brandschutzmasse vor dem Rückbau des Palastes der Republik Berlin [C.2]

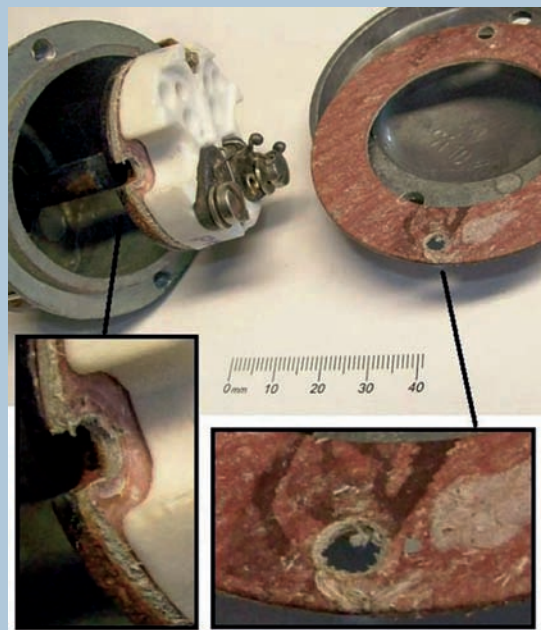


Tabelle 3  
Asbestprodukte mit schwacher Asbestbindung, Ausführungsformen und Handelsbezeichnungen

Anwendungsgebiet	Bauteil und Baumaterial
Asbesthaltige Spritzbeläge und Platten, Brandschutzplatten für den Schiffsbau	Deck- und Schutzschichten auf Trägern, Stützen und Streben aus Stahl und Stahlbeton; in der ehem. DDR Neptunit*, eine anorganische Feuerschutzplatte nach TGL 29312 und TGL 37478 [B.1, B.2]; Baufatherm 77*, eine anorganische Brandschutzplatte nach TGL 22973 [B.3]; in der BRD Fußbodenbeläge, so genannte Cushion-Vinyl-Beläge*, Novilon*, Asbesthartfliesen Asphalt-Tiles*
Leichtbauplatten	Brandschutzverkleidungen, untergehängte Decken, Heizkörpernischen; in der ehem. DDR Sokalit, eine anorganische Leichtbauplatte nach TGL 24452 [B.4]; in der BRD Promasbest-Platten*
Brandschutzvorrichtungen	Füllmaterial für Brandschutztüren und -klappen
Heizungs- und Elektroinstallationen, Technische Gebäudeausrüstung	Heizungsisolationen, Elektroinstallationen, Heizkessel-dämmtechnik, Auskleidung von Nachtstrom-Speicher-öfen; in der ehem. DDR z. B. Asbestplatten und -pappen Typ AP 40* und AP 70*
Isolationsputze für Brandabschnitte	Asbesthaltige Gipse und Putze
Rohrleitungsverbindungs-technik	Dichtungsmaterialien für Rohrleitungsflansche, Asbestschnüre und -bänder, Stopfbuchsenmaterial; in der ehem. DDR z. B. Kautasit*
*) Handelsbezeichnungen	

Quelle: Datenbasis [A.4, A.13, A.20; B1, B.2, B.3, B4]

Bild 6  
Weichasbestzeugnis „Kautasit“ als Dichtungsmaterial für wassertechnische Anlagen und für Rohrleitungsflansche [C.1]



Zum Weichasbest gehören auch Dichtungs- und Filtermaterialien (Bild 6). Weitere Bereiche, die hier nicht im Detail diskutiert werden, sind der Asbesteinsatz für Kupplungs- und Bremsbeläge, Unterbodenschutzmassen in der Automobil- und Fahrzeugtechnik (z. B. Ubotex), für feuerfeste Textilien in Form von Hitzeschutzanzügen und Handschuhen, der Asbesteinsatz in der Prozessverfahrenstechnik als Klär- und Filtermaterialien sowie in der Chlor-Alkali-Elektrolyse.

### 3 Altlastenumfang und gegenwärtige Entsorgungsmengen

#### Mengenbetrachtungen der asbesthaltigen Baustoffe nach ihren Bindungsformen

Eine Mengenabschätzung der im Zeitraum von 1950 bis 1990 erzeugten Baustoffe mit stark gebundenem Asbest ist wie folgt möglich. Statistisch ist belegt, dass ca. 75 % des importierten Asbests (Bild 1) für die Herstellung von Asbestzementprodukten (stark gebundener Asbest) verwendet wurden. Das heißt, von der Gesamtmenge 4,35 Mio. Tonnen Importasbest wurden rd. 3,18 Mio. Tonnen für die Herstellung von Asbestzementzeugnissen verwendet. Bei

einem durchschnittlichen Asbestbehalt von rd. 10 Masse-% entspricht das einer Produktionsmenge von rd. 32 Mio. Tonnen Asbestzement.

Die verbleibende importierte Asbestmenge, d. h. 1,17 Mio. Tonnen, wurde für die Herstellung von Erzeugnissen mit schwacher Asbestbindung verwendet [A.1]. Geht man bei diesen Erzeugnissen von einem mittleren Asbestgehalt von ca. 50 % aus, so heißt das, dass rd. 2,3 Mio. Tonnen Weichasbestzeugnisse hergestellt und eingesetzt wurden.

Ein Teil der asbesthaltigen Baustoffmenge wurde in der Vergangenheit im Zuge von Rückbaumaßnahmen bereits entsorgt. Das Gros der asbesthaltigen Baustoffe ist jedoch noch in Funktion, z. B. als Fassadenbekleidungen von Gebäuden, Wellasbestdächer, Brandschutzbekleidungen, Asbestzement-Wasserleitungen, und muss in den kommenden Jahren und Jahrzehnten entsorgt werden.

Eine genaue Abschätzung der bereits entsorgten bzw. noch im Gebäudebestand befindlichen Menge von Asbestzement- und anderen Asbestzeugnissen ist aufgrund der unzureichenden Datengrundlage nicht möglich. Nach Angaben des zuständigen Referats Abfall des Umweltbundes-

amts wurde die länderspezifische Erfassung und statistische Auswertung der Asbestentsorgung erst nach dem Erscheinen des LAGA-Merkblatts Asbest „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ und dem Inkrafttreten der Nachweisverordnung (Entsorgungsnachweis und Begleitscheinverfahren) im Jahr 1995 begonnen [B.5]. Für eine Datenerhebung wurden dem BBSR vom Statistische Bundesamt für den Zeitraum 2002 bis 2007 statistische Daten über die Asbestentsorgung in allen 16 Bundesländern bereitgestellt.

Die statistische Erfassung der asbesthaltigen Abfälle erfolgt seit dem 1. Januar 2002 nach dem Europäischen Abfallarten Verzeichnis (EAV) und der nationalen Abfallverzeichnis-Verordnung (AAV) [B.6]. Danach werden asbesthaltige Abfälle in zwei Abfallarten nach den Asbestbindungen und den im Abfall enthaltenen Asbestmengen unterteilt.

Es gibt für jeden Asbestabfall je zwei Abfallschlüsselnummern, eine Schlüsselnummer für ungefährlichen Abfall mit einem geringen Asbestgehalt und eine zweite gleichlautende Schlüsselnummer mit einer Sternchen(\*)-Kennzeichnung, einem so bezeichneten „Spiegeleintrag“ für gefährlichen Abfall mit hohem Asbestgehalt (Tab. 4).

**Tabelle 4**  
Kennzeichnung asbesthaltiger Abfälle nach Asbestbindungsart und -menge nach dem Europäischen Abfallarten Verzeichnis (EAV) und nach der nationalen Abfallverzeichnis Verordnung (AVV)

EAV	AVV-Nummer	Asbestbindung und -menge	Abfallgefährlichkeit
	170601	schwach, < 0,1 Masse-%	ungefährlich
	170601*	schwach, > 0,1 Masse-%	gefährlich
	170605	stark, < 0,1 Masse-%	ungefährlich
	170605*	stark, > 0,1 Masse-%	gefährlich

Quelle: [B.6]

Die statistischen Daten in Tabelle 5 zeigen, dass zwischen 2002 und 2007 in der Bundesrepublik ca. 1,9 Mio. Tonnen asbesthaltige Baustoffe und ca. 30.000 Tonnen asbesthaltiges Dämmmaterial entsorgt wurden. Im genannten Zeitraum zeigt die Mengenbilanz der Asbestentsorgung einen starken, angenähert linearen Anstieg. Der größte Anteil am Gesamtvolumen in der Bundesrepublik Deutschland entfällt auf die Länder Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern mit insgesamt 36 %.

**Tabelle 5**  
Entsorgung asbesthaltiger Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland und in drei ausgewählten Bundesländern zwischen 2002 und 2007 [A.3]

Jahr	Abfallart (EAV/AVV) in Tonnen	
	170601* Dämmmaterial, das Asbest enthält	170605* Asbesthaltige Baustoffe
<b>Bundesrepublik Deutschland</b>		
2002	6 100	255 200
2003	4 400	283 500
2004	4 600	295 300
2005	4 800	336 200
2006	5 500	342 700
2007	4 900	380 200
2002–2007	30 300	1 893 000
<b>Nordrhein-Westfalen</b>		
2002–2007	2 700	298 700
<b>Baden-Württemberg</b>		
2002–2007	500	222 400
<b>Bayern</b>		
2002–2007	1 400	160 600

Quelle: [A.3]

Aus den statistischen Daten sind zum einen länderbezogene Extrapolationen für den weiteren Bedarf an Deponieraum für gefährliche Asbestabfälle ableitbar. Zum anderen können die Daten als Grundlage für die Planung und Entwicklung von alternativen Konzepten für die Verwertung von Asbestabfällen verwendet werden (Abschnitt 8.5).

## 4 Technische Kennwerte und analytischer Nachweis von Asbest-erzeugnissen

Bei der Vorbereitung einer Sanierung oder eines Abbruchs besteht das Problem darin, die gebrauchten Asbestprodukte in der Vielzahl anderer, ebenfalls faserbewehrter Baustoffarten zu identifizieren, ihren Gefährdungsgrad einzuschätzen und sie ohne Gesundheitsgefährdung gesetzeskonform zu beseitigen.

### 4.1 Asbestfreie Faserzementprodukte

Die Asbesterkennung wird dadurch erschwert, dass anstelle von Asbestzementerzeugnissen schon seit etwa 1990 [A.1] asbestfreie Faserzementprodukte unter Verwendung von neu entwickelten Fasertypen wie z. B. Glasfasern, organischen Polymerfasern (z. B. Polyacrylnitrilfasern PAN)

und Zellulosefasern hergestellt werden. Diese asbestfreien Faserzementprodukte von Asbestzementprodukten zu unterscheiden ist schwierig, da es kaum eindeutige und leicht zu erkennende visuelle Merkmale gibt [A.1, A.4].

*Visuelle Bewertungskriterien –  
Kennzeichnungen auf asbestfreien Erzeugnissen*

Für einige Anwendungen gibt es eindeutige Kennzeichnungen für asbestfreie Produkte, wie z.B. Folgende:

- Bei asbestfreien Formstücken sind dies die Kennzeichnungen „NT“ (Neue Technologie) oder „AF“ (asbestfrei) (Bild 7).
- Bei asbestfreien Faserzementwellplatten kann der Prägestempel mit dem Herstellungsdatum, der „AF“-Kennung und der Nummer der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, z. B. Z 31.1-47, als Hilfe dienen (Bild 8).
- Großformatige Faserzementfassadentafeln (> 0,40 m<sup>2</sup>) besitzen ebenfalls eine Zulassungsnummer, die in Form eines Rollenstempels mit Produktions- oder Beschichtungsdatum auf der Plattenrückseite vorhanden sein kann.
- Asbestfreie Rohre tragen die Norm-Kennzeichnung „DIN EN 588“.

Fehlen derartige Kennzeichnungen, sollte in Zweifelsfällen unbedingt eine Materialprobe analysiert werden.

**4.2 Identifikation von Asbestzementerzeugnissen**

Einige optische und technische Eigenschaften von Asbest-erzeugnissen wie Form, Farbe, Struktur, Klang, Festigkeit, Ritzhärte, Unbrennbarkeit und Rohdichte geben wichtige

Hinweise für die Identifikation asbesthaltiger Bau- und Dämmstoffe und für die bei der Asbestentsorgung zu berücksichtigenden gesetzlichen Regelungen und einzuschlagenden Entsorgungswege [A.1, A.4, A.13, A.20]:

- Form Bauteilgeometrie, Wellplatte, ebene Platte, Rohr etc.
- Farbe in der Regel weißgrau oder grau, grau-braun oder bläulich
- Struktur Fasern visuell erkennbar; unter der Lupe manchmal durch sich aufspaltende Faserbündel gekennzeichnet
- Klang Hohler Klang lässt bei Wänden auf Leichtbau schließen; nähere Untersuchungen sind notwendig; harter schallender Klang kann auf Asbestzementplatten hinweisen.
- Festigkeit Spritzasbest ist weich und ist leicht einzudrücken.
- Ritzbarkeit Leichte Platten sind leicht ritzbar und leicht zu zerbrechen.
- Härte und Sprödigkeit Asbestzementplatten sind extrem hart und brechen spröde.

**4.3 Asbestverdacht und Nachweis**

Wenn der Verdacht besteht, dass z.B. ein Fußbodenbelag, ein Wellplattendach oder ein Blumenkasten Asbest enthalten könnte, ist im Zweifelsfall immer eine Analyse durch ein akkreditiertes Labor erforderlich. Eine eindeutige Asbest-Bestimmung erfordert die Anwendung der folgenden Analysenverfahren:

- Lichtmikroskopie/Stereomikroskopie/Polarisationsmikroskopie
- Phasenkontrastverfahren

Bild 7  
Asbestfreies Faserzementprodukt mit Kennzeichnung „AF“ asbestfrei [C.3]



Bild 8  
Asbestfreie Faserzementwelltafel mit Herstellungsdatum, „AF“-Kennzeichnung (asbestfrei) und Nummer der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des DIBt [C.3]



- Infrarotspektroskopie (IR)
- Röntgenbeugungsanalyse (XRD)
- Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit Röntgenmikroanalysator (EDX)

Der Nachweis oder der Ausschluss des Vorliegens von Asbestfasern kann durch strukturspezifische Merkmale sicher festgestellt werden. Die Beauftragung der Untersuchungen von Materialproben auf Asbest sollte aus Kostengründen in der hier angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden, wobei in der Regel die Lichtmikroskopie die preiswerteste und die Rasterelektronenmikroskopie die teuerste Analyse-methode ist.

#### *Lichtmikroskopie*

Die Lichtmikroskopie unterscheidet grundsätzlich zwei mikroskopische Verfahren, die Auflichtmikroskopie und die Durchlichtmikroskopie. Mit einer speziellen Methode der Auflichtmikroskopie, der Stereomikroskopie, sind feinteilige, mit einer Präpariernadel leicht aufspaltbare Faserbündel erkennbar, die auf Asbestfasern hinweisen. Im Vergleich dazu sind textile Glasfasern oder organische Fasern durch einen stabförmigen, massiv wirkenden Habitus mit konstanten Durchmessern gekennzeichnet. Deshalb sind diese Fasern leicht von Asbestfasern zu unterscheiden. Eine spezielle Methode der Durchlichtmikroskopie, die Polarisationsmikroskopie, gibt mit Hilfe von polarisiertem Licht Hinweise auf kristalline (z. B. Asbest) oder amorphe Fasern (z. B. Glasfasern).

Wenn die Anwendung der Lichtmikroskopie den Verdacht auf das Vorliegen eines asbesthaltigen Baustoffs verstärkt hat, sollte mit einer zweiten Methode ein strukturanalytisch begründeter Asbestnachweis geführt werden, und zwar mit der Infrarot-Spektroskopie (IR) und/oder der Röntgenbeugungsanalyse (XRD) und/oder der Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit Mikrosonde (EDX).

#### *Infrarotspektroskopie (IR)*

Bei der Anwendung der Infrarotspektroskopie zeigen die Mineralabsorptionsspektren von Magnesiumsilicat- bzw. Eisen-Aluminium-Silicat-Baugruppen der Asbeste (Chrysotil-Asbest; Krokydolit-Asbest) typische Absorptionsbanden, die mit Standarddiagrammen verglichen werden. Stimmen die Wellenzahlen von Adsorptionsbanden im IR-Spektrogramm der Probe(n) mit den Asbeststandards überein, liegt ein zweifelsfreier Nachweis für Asbest im Probematerial vor [A.5].

#### *Röntgenbeugungsanalyse (XRD)*

Bei der Röntgenbeugungsanalyse wird die Strukturanalyse von kristallinen Substanzen, hier von asbesthaltigen Materialproben, für die Mineraldiagnose eingesetzt. Stimmen die Beugungswinkel und Intensitäten der verwendeten Röntgenstrahlung (Cu-K $\alpha$ -Strahlung) mit den Beugungswinkeln und Intensitäten aus einer international geführten Datei (z. B. ASTM-Datei) oder mit Vergleichsproben überein, ist dies ebenfalls ein zweifelsfreier Nachweis für Asbest [A.5].

#### *Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit Röntgenmikroanalysator (EDX)*

Mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie (REM) können die nadelförmigen Kristallformen der feinteiligen Asbestfasern mit Durchmessern von kleiner als 1 Mikrometer eindeutig identifiziert werden (Bild 9). Der Röntgenmikroanalysator (EDX) liefert zusätzlich eine Elementverteilungsanalyse der Probenoberfläche. Ein ortsbezogener Flächen- oder Linien-scan der Elementverteilung, der beispielsweise die Elemente Magnesium und Silizium in Deckungsgleichheit mit der Fasergeometrie anzeigt, identifiziert zweifelsfrei das Magnesiumsilikathydrat Chrysotil-Asbest. Zeigen die Elementverteilungsanalysen Eisen, Aluminium und Silizium an, dann liegt ein Eisen-Aluminium-Silicathydrat, das Asbestmineral Krokydolith, vor [A.5].

Bild 9 zeigt als Beispiel eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Bündels von Asbestfasern in der frisch freigelegten Bruchfläche einer zementgebundenen Kunst-schieferplatte unter Anwendung der ESEM-Technik (Environmental Scanning Electron Microscopy).

Für den Praktiker ist folgendes Vorgehen für das Erkennen von asbesthaltigen Erzeugnissen in Gebäuden zu empfehlen [A.6]:

- Eingrenzung verdächtiger Materialien nach den oben genannten makroskopischen Erkennungsmerkmalen, wie Form, Farbe, Klang etc.
- Gebäudetyp, Baujahr, Bauteil
- Entnahme von Materialproben
- Fundortprotokollierung unter Verwendung von Bauwerks-rissen, Etagenangaben etc.
- Baustoffanalyse(n)
- Bewertung
- Optional: Fundstellenkataster (nur wenn von den Ämtern gefordert [A.6]).

Nach der Identifizierung eines Asbesterzeugnisses wird festgelegt, wie das Asbesterzeugnis entsorgt wird (Abschnitt 7).

## 5 Gesundheitsrisiken – Asbestfreisetzung aus verbauten Produkten

Eine Freisetzung von Asbest ist durch äußere Einflüsse, mechanische Belastungen oder durch Verwitterung des Bindemittels und der Asbestfasern möglich. Fasern können in die Umgebungsluft und in die Raumluft abgegeben werden, was die Gesundheit gefährden kann. Die gesundheitliche Belastung durch Asbestfaserstaub ist ein akkumulativer Prozess, der von den Faserkonzentrationen und den Expositionszeiten abhängt. Deshalb werden diese Einflussgrößen hier näher diskutiert, speziell die Asbestfaserkonzentrationen in der Außenluft, an Außenarbeitsplätzen und an Innenarbeitsplätzen.

Die Hintergrundbelastung von Asbestfasern in der Umwelt (freier Außenraum) liegt heute bei ca. 100 bis 150 Fasern pro Kubikmeter ( $F/m^3$ ) [A.7, A.8, A.9]. Das Bundesgesundheitsamt (BGA) hat als Richtwert für die tolerierbaren Faserkonzentrationen in der Außenluft bei kontinuierlicher Belastung einen Wert von deutlich unter 1000 Asbestfasern je Kubikmeter ( $F/m^3$ ) Luft genannt. Dabei wird nicht zwischen den Asbestquellen (starke Bindung oder schwache Bindung), die zu dieser Belastung führen, unterschieden [A.9, A.10, A.11].

### 5.1 Asbestfreisetzung aus verbauten Produkten durch Verwitterung im Außenbereich

Durch die natürliche Verwitterung des Asbests und des Zementsteins von Asbestergezeugnissen sowie durch mecha-

nische Beanspruchung können Asbestfasern aus den im Außenbereich verbauten Produkten freigesetzt werden.

Die vorhandene Fläche Asbestzement im Hochbau beträgt in den alten Bundesländern etwa 900 Mio.  $m^2$ , davon sind etwa 300 Mio.  $m^2$  unbeschichtete Platten. Für die neuen Bundesländer wird die Fläche der Asbestzementplatten, die meist unbeschichtet sind, auf etwa 500 Mio.  $m^2$  geschätzt [A.12].

Diese riesige Plattenfläche war Anlass dafür, der Frage nachzugehen, ob in der Nähe großer Dachflächen mit Asbestzementdeckungen verwitterungsbedingt erhöhte Asbestfreisetzungen und Asbestkonzentrationen in der Außenluft auftreten. Die Verwitterung von Zementstein und von Chrysotil-Asbest wird durch die Einwirkung von Algen, Flechten und Moosen infolge der biogenen Ausscheidung von organischen Säuren verstärkt. Bild 10 zeigt eine angewitterte Wellasbestplatte.

In einer älteren Studie des Umweltbundesamts (1988) wurde die Immission von Asbestfasern aus abgewitterten Asbestzementprodukten in einer Größenordnung von 50 bis 1000 Fasern pro Kubikmeter Luft bestimmt [A.9]. Die gemessene Faserkonzentration lag damit in der Nähe der Nachweisgrenze von Asbestfasern in der Luft, die bei  $100 F/m^3$  liegt [A.9, A.10, A.13].

In zwei neueren Studien des Schweizerischen Bundesamts für Umwelt (BAFU) wurde in den Jahren 2004 [A.14] und 2005 [A.15] untersucht, welche Konzentrationen an Asbestfasern von verwitterten Asbestzementplatten auf Dächern in die Luft freigesetzt werden. In unmittelbarer Nähe der untersuchten Dächer lag die gemessene Konzentration von Asbest-

Bild 9  
ESEM-REM-Aufnahme von stark gebundenen Asbestfasern in der Bruchfläche einer zementgebundenen Kunstschieferplatte [C.4]

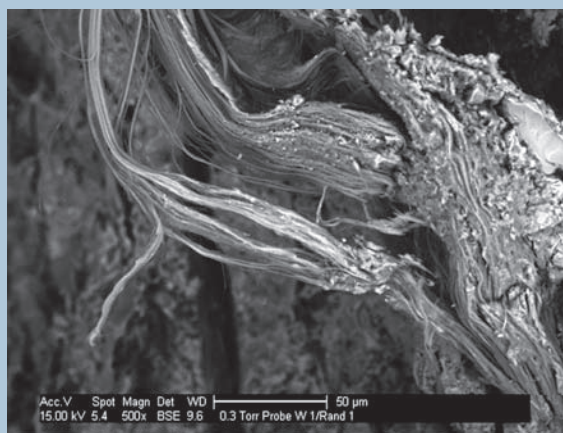


Bild 10  
Oberflächlich verwitterte Asbestzementwellplatten [C.1]





fasern bei allen im Jahr 2004 untersuchten drei Messstellen mit 45 Messungen und bei allen im Jahr 2005 untersuchten 61 Messstellen in Nähe der Nachweisgrenze von 100 F/m<sup>3</sup>. Neue Messdaten über die Freisetzung von Asbest aus natürlich verwitterten Asbestzementplatten in Deutschland konnten nicht ermittelt werden.

Die Untersuchungen zeigen, dass eine allgemeine Gesundheitsgefährdung durch eine natürliche Abwitterung von Asbestfasern aus Asbestzementprodukten äußerst unwahrscheinlich ist, weil diese Asbestkonzentration der Hintergrundbelastung von Asbestfasern in der Umwelt (freier Außenraum) von etwa 100 bis 150 F/m<sup>3</sup> entspricht [A.9, A.10, A.13].

## 5.2 Asbestfreisetzung aus verbauten Produkten durch Bearbeitung im Außenbereich

Die Asbestfaserkonzentrationen an Außenarbeitsplätzen können im Vergleich zur üblichen Hintergrundbelastung in der Außenluft um einen Faktor von 10<sup>3</sup> bis zu 10<sup>5</sup> höher liegen. Kritisch sind alle Arbeitsverfahren bei Abbruch, Sanierung und Instandhaltung, bei denen Asbestzement oder schwach gebundene Asbestzeugnisse zerstört werden (Zerbrechen, Zerschlagen, Bohren, Sägen, Schleifen, Fräsen) oder durch Abrieb Asbestfasern freigesetzt werden (z. B. Dampfstrahlen).

### Asbestfaser Grenzwerte aus der Sicht des Arbeitsschutzes

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe „Asbest – Abbruch, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“ (TRGS 519, [B.7]) unterscheiden nach der freigesetzten Fasermenge pro Kubikmeter Luft

- Arbeiten „geringer Exposition“ mit Asbestfaserkonzentration von weniger als 15.000 F/m<sup>3</sup>, ermittelt mit dem rasterelektronischen Verfahren nach BGI 505-46 [B.8];
- Arbeiten „geringen Umfangs“ mit Asbestfaserkonzentrationen von weniger als 100.000 F/m<sup>3</sup>;
- „Umfangreiche Arbeiten“ mit Asbestfaserkonzentrationen von mehr als 100.000 F/m<sup>3</sup>.

Bei den geprüften Verfahren „geringer Exposition“ handelt es sich um spezielle Arbeitsverfahren, die gewährleisten, dass bei strikter Einhaltung der Sicherheitsanweisungen die Exposition der Arbeitnehmer unter 15.000 F/m<sup>3</sup> liegt (BGIA-Handbuch und BGI 664) [B.9]. Bei Arbeiten „geringen Umfangs“ in einer Umgebungsluft mit < 100.000 F/m<sup>3</sup> wird die Gefährdung der Arbeitnehmer dadurch minimiert, dass eine zeitliche Begrenzung der Expositionszeit, eine Begrenzung

des Arbeitsumfangs (Flächenbezug) und eine Begrenzung der Zahl der mit den Arbeiten betrauten Arbeitnehmern festgelegt sind. Beispiel: Beim Entfernen von Asbestzementplatten im Außenbereich liegen „Arbeiten geringen Umfangs“ vor, wenn die Fläche weniger als 100 m<sup>2</sup> beträgt.

Sowohl bei den „Arbeiten geringer Exposition“ (TRGS 519, Nr. 14.2 [B.7]) als auch den „Arbeiten geringen Umfangs“ (TRGS 519, Nr. 15 [B.7]) dürfen Arbeitnehmer nur mit Einsatz von Körperschutzmitteln und persönlichen Schutzausrüstungen beschäftigt werden.

## 5.3 Asbestfreisetzung und Asbestkonzentrationen in Innenräumen

Die Asbestfreisetzung und die Asbestkonzentrationen in Innenräumen können sich in Abhängigkeit von der Art der Asbestbindung stark unterscheiden. Asbestzementprodukte mit stark gebundenem Asbest, die in Innenräumen eingebaut wurden, sind nicht der Witterung ausgesetzt. Daher werden im eingebauten Zustand auch praktisch keine Fasern freigesetzt. Eine Bewertung und Sanierung von Asbestzementprodukten in Innenräumen wird daher auch nicht gefordert. Allerdings muss beim Bearbeiten oder Entfernen von Asbestzementbauteilen nach den Arbeitsschutzvorschriften entsprechend der Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 519 [B.7] vorgegangen werden, damit der Raum nicht durch die Arbeiten kontaminiert wird.

Spritzasbest und andere Asbestzeugnisse mit schwacher Asbestbindung für den Brandschutz, z. B. Sokolith-Platten, Neptunit-Platten oder Baufatherm-Platten, sind eine Hauptquelle für Faserstoffe in Innenräumen. Nach der Asbestrichtlinie [B.10] sind der Schutz der Gebäudenutzer (Nutzer-schutz) und der Sanierungsbedarf von asbestkontaminierten Innenräumen sehr stark von der analytisch nachgewiesenen Faserzahl pro Kubikmeter Raumluft abhängig (Tab. 6).

Der Sanierungsbedarf bei öffentlichen Gebäuden wird in Deutschland nach einer Begehung und Messung durch Fach-

**Tabelle 6**  
Asbestfasern in Innenräumen und Dringlichkeitsstufen für die Sanierung nach der Asbestrichtlinie [B.10]

Dringlichkeitsstufe	Faseranzahl pro m <sup>3</sup> (F/m <sup>3</sup> )	Handlungsbedarf
I	> 1 000	sofort
II	500–1 000	mittelfristig
III	200–500	langfristig
IV	50–200	kein Bedarf

Quelle: [B.10]

kräfte festgelegt, die entsprechend der Asbest-Richtlinie nach einem Punktesystem vorgehen und die Sanierungsnotwendigkeit nach folgenden Kriterien beurteilen:

- Art der Asbestverwendung (Bauteilbezug)
- Oberflächenzustand
- Nutzung der Räume
- Schwingungsbelastung der Bauteile (z. B. Türschlagen)

Es können kritische Konzentrationen von Asbestfasern von bis zu einigen 1000 F/m<sup>3</sup> auftreten. Hier besteht sofortiger Sanierungsbedarf. Der theoretische Zielwert für die Sanierung von Innenraumbelastungen ist der Wert 0 F/m<sup>3</sup>. Der praktische Zielwert ist ein Wert von 200 F/m<sup>3</sup>. Dieser Wert wird zur Erfolgskontrolle von Asbestsanierungen herangezogen [A.4, A.10, A.11]; [B.10, B.11, B.12, B.13, B.14].

## 6 Rechtsgrundlagen für den Umgang mit Asbestergebnissen

Ein mit der Asbestentsorgung betrauter sachverständiger Verantwortlicher einer Behörde, einer kommunalen Einrichtung oder eines Entsorgungsbetriebes muss die umfangreichen Rechtsgrundlagen für den Umgang mit Asbestergebnissen kennen und Gesetze und Regelungen in der Entsorgungspraxis umsetzen.

Stoffe und Produkte mit hervorragenden technischen Eigenschaften können mitunter auch erhebliche Gesundheitsgefährdungen bedingen. Das betrifft unter einer Vielzahl von Stoffen nicht zuletzt den Gefahrstoff Asbest. Dem Staat obliegt eine Fürsorgepflicht zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe. Die maßgeblichen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften zu Tätigkeiten mit Asbest schließen die nachstehend genannten Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften bzw. technische Regeln ein:

- Chemikalien-Gesetz (ChemG) [B.15]
- Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) [B.16]
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [B.17]
- Bundesimmissionsschutz-Gesetz (BImSchG) [B.18]
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG) [B.19]
- Bundesimmissionsschutzverordnung (22. BImSchV) [B.20]
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 100 [B.21], TRGS 402 [B.22], TRGS 500 [B.23], TRGS 517 [B.24], TRGS 519 [B.7], TRGS 555 [B.25], TRGS 560 [B.26]), TRGS 900 [B.27])
- Verwaltungsvorschrift Technische Anleitung TA Luft und VDI-Vorschriften [B.11, B.12, B.13, B.14]

- UVV arbeitsmedizinische Vorsorge (VBG 100) [B.28]
- Europäisches Abfallartenverzeichnis (EAV) und dessen nationale Umsetzung, die Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) [B.6]

Darüber hinaus sind spezifische Regelungen der Bundesländer zu beachten.

### 6.1 Maßgebliche staatliche Arbeitsschutzvorschriften zu Tätigkeiten mit Asbest

#### *Chemikaliengesetz (ChemG)*

Die grundlegende Rechtsnorm zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe ist das „Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen“, kurz das Chemikaliengesetz (ChemG) [B.15]. Dieses Gesetz enthält keine direkten Bestimmungen zu Asbest. Auf der Basis der Verordnungsermächtigung wurde aufbauend auf dem Chemikaliengesetz u. a. die „Chemikalienverbotsverordnung“ (ChemVerbotsV) [B.16] und die „Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) [B.17] erlassen.

#### *Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV)*

Die Chemikalienverbotsverordnung regelt, unter welchen Bedingungen besonders gefährliche Chemikalien ab- oder weitergegeben werden dürfen. Nach der Verbotsverordnung (Abschnitt 2) dürfen Asbest sowie Zubereitungen und Erzeugnisse mit einem Massengehalt von mehr als 0,1 % nicht in den Verkehr gebracht werden. Davon ausgenommen sind Chrysotilhaltige Ersatzteile zum Zweck der Instandhaltung, soweit andere geeignete asbestfreie Erzeugnisse auf dem Markt nicht angeboten werden. Die Verbotsverordnung schließt auch natürlich vorkommende mineralische Rohstoffe und daraus hergestellte Zubereitungen und Erzeugnisse ein. Einzelheiten dazu sind in der TRGS „Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Zubereitungen und Erzeugnisse“ (TRGS 517) [B.24] geregelt.

#### *Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)*

Das Ziel der Gefahrstoffverordnung ist, dass mit den Verboten und Beschränkungen vorrangig die Gesundheit der Allgemeinbevölkerung und die Umwelt geschützt werden sollen. Die zweite Intention ist, dass die Verbote und Beschränkungen überwiegend dem Arbeitsschutz dienen. Hier liegt auch der Schwerpunkt der Verordnung.

Die Anwendung der Gefahrstoffverordnung erstreckt sich auf einen Gefahrenbereich. Die Definition des Gefahrenbe-

reichs schließt den Bereich ein, in dem mit einer Exposition der Beschäftigten gegenüber Gefahrstoffen zu rechnen ist.

Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen mit Gefährlichkeitsmerkmalen nach § 3a des Chemikaliengesetzes (ChemG) [B.15]. Sie sind in der Regel durch ihre Kennzeichnung erkennbar. Doch auch wenn keine Kennzeichnung vorhanden ist, können Stoffe/Zubereitungen mit gefährlichen Eigenschaften vorliegen, wie sie beispielsweise bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit asbesthaltigen Baustoffen freigesetzt werden können.

Die Arbeitsschutzregelungen der Gefahrstoffverordnung gelten nicht in Haushalten. Ausgenommen davon sind spezielle Verbote. Ein Beispiel dafür ist die Bearbeitung (Reinigung, Moosentfernung) von Dächern aus Asbestzementplatten, die auch in Privathaushalten untersagt ist (Bild 10). Durch die Gefahrstoffverordnung nicht erfasst ist außerdem die Schadstofffreisetzung aus eingebauten Baustoffen oder baulichen Einrichtungen im Ruhezustand. Hier ist etwa die Faserfreisetzung aus schwach gebundenen Asbestprodukten zu nennen. In diesem Fall ist die Vorschrift des Baurechts (die Asbest-Richtlinie) [B.10] anzuwenden. Die Vorschriften des Baurechts betreffen den Gebäudeeigentümer bzw. den Bauherrn. Die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung betreffen dann den Bauherrn, wenn dieser im Falle einer Sanierung auch gleichzeitig Arbeitgeber ist.

## 6.2 Wesentliche Verantwortlichkeiten der Arbeitgeber/ Bauherren

Bei geplanten Sanierungs- und Renovierungsarbeiten, die mit Abbruch- und Ausbaumaßnahmen verbunden sind, hat der Bauherr die Pflicht, vor Beginn der Arbeiten auf der Grundlage der vorhandenen Informationen über

- Gebäudetyp (z. B. Typenbauten der ehem. DDR),
- Gebäudefunktion,
- Gebäudeeinrichtung,
- technische Gebäudeausrüstung,
- Errichtungszeitraum u. a. Kenndaten,
- Gebäudebegehungen,
- Probenahmen

zu prüfen, ob asbesthaltige Baustoffe vorhanden sind oder nicht. Darüber hinaus sind die in Abschnitt 4 genannten Merkmale für die Asbesterkennung in Gebäuden anzuwenden.

Die Gefährdungsermittlung nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und die Gefährdungsbeurteilung sind die Grundlagen von wesentlichen Entscheidungen und Festlegungen für die Auswahl einer Sanierungstechnologie.

Wesentliche Arbeitgeber-/Bauherrenpflichten nach der Gefahrstoffverordnung sind die Einhaltung folgender Maßnahmen bei Arbeiten mit asbesthaltigen Gefahrstoffen:

- a) Gefährdungsermittlung einschließlich der Dokumentation (GefStoffV § 5)
- b) Betriebsanweisung und Unterweisung (GefStoffV § 14)
- c) Hygienemaßnahmen (GefStoffV §§ 9 (3), 9 (9))
- d) Festlegung der Schutzmaßnahmen (GefStoffV §§ 8, 9, 10 und 11)
- e) Pflichten bei der Beauftragung von Fremdunternehmen (GefStoffV § 7)
- f) Herstellungs- und Verwendungsverbote für Asbest (GefStoffV Anhang IV, Nr. 1), unter besonderer Berücksichtigung der Verbote von Überdeckungs-, Reinigungs- und Beschichtungsarbeiten von Asbestzement-Bauelementen

Die Gefährdungsbeurteilung erfordert ein hohes Maß an Fachkenntnissen und sollte deshalb durch einen akkreditierten Fachbetrieb erfolgen, der nach TRGS 519, Nr. 3.1, Nr. 5.4 [B.7] und nach der GefStoffV, Anhang III, Nr. 2.4.2., Abs. (2) [B.17] über sachkundige Mitarbeiter verfügt, die erfolgreich behördlich anerkannte Sachkundelehrgänge absolviert haben. Zum sachkundigen Personal zählen

- ein sachkundiger Verantwortlicher,
- eine sachkundige Aufsichtsperson (beide Funktionen kann eine Person wahrnehmen),
- sachkundige Beschäftigte mit Befähigung des sicheren Umgangs mit Arbeitsmitteln und Schutzausrüstungen,
- ein Gerätefachkundiger für die Prüfung der sicherheitstechnischen Einrichtungen und lufttechnischen Arbeitsmittel, wenn der Fachbetrieb überwiegend Arbeiten an schwach gebundenen Asbestprodukten ausführt,
- optional: ein Koordinator zwischen Arbeitgeber (Bauherr) und Fremdfirmen für die Entsorgungsaufgaben (TRGS 519, Nr. 5.4.4 [B.7]).

## 6.3 Technische Regel „Asbest – Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“ (TRGS 519)

Die TRGS 519 [B.7] konkretisiert die Forderungen der Gefahrstoffverordnung. Sie ist nach einem Stufenkonzept aufgebaut und unterscheidet zwischen

- Arbeiten mit geringer Exposition,
- Arbeiten geringen Umfangs,
- umfangreichen Arbeiten mit und ohne Begrenzung der Faserkonzentration,
- Instandhaltungsarbeiten.

### Die wichtigsten Regelungen der TRGS 519

Die TRGS gilt für den Umgang mit schwach und fest gebundenen Asbestprodukten im Zuge von Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten. Sie gilt nicht für Tätigkeiten mit asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen. Die Begriffe Abbrucharbeiten, Sanierungsarbeiten, Instandhaltungsarbeiten und die Definitionen der asbesthaltigen Produkte sind in der TRGS 519, Nr. 2, [B.7] geregelt.

Vor der Aufnahme von Arbeiten mit Asbest besteht eine Mitteilungspflicht gegenüber der zuständigen Behörde und der zuständigen Berufsgenossenschaft. Dabei ist zwischen unternehmensbezogenen und objektbezogenen Mitteilungen zu unterscheiden. Unternehmensbezogene Mitteilungen gelten für stationäre Betriebe, die mit der Asbestentsorgung betraut sind. In allen anderen Fällen, z. B. Baustellen, sind objektbezogene Mitteilungen an die für die Lage des Objekts zuständige Arbeitsschutzbehörde zu übergeben. Die Details der Mitteilungen über Umfang, Gefährdungsbeurteilung und Zeitpunkte sind in der TRGS 519, Nr. 3 und in der GefStoffV, Anhang III, Nr. 2.4.2 [B.17], geregelt.

Weitere wichtige inhaltliche Einzelheiten der TRGS betreffen:

- die Zulassung eines Betriebes für die Durchführung von Asbestarbeiten (TRGS 519, Nr. 3.1 [B.7])
- Verwendungsverbot bezüglich des Weiterbetriebs/ Nutzens von alten, Asbestzementbauteile enthaltende Gebäuden, z.B. mit Asbestzementdächern, für moderne Photovoltaikanlagen (TRGS 519, Nr.3, [B.7])
- Personelle Anforderungen an Leitung und Beaufsichtigung (TRGS 519, Nr. 5.4, [B.7])
- Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsplan (TRGS 519, Nr. 5.1 und 5.3, [B.7])
- Betriebsanweisung und Unterweisung (TRGS 519, Nr. 5.2, [B.7])
- Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen (TRGS 519, Nr. 5.8)
- Hygienemaßnahmen (TRGS 519, Nr. 5.9, [B.7])
- Arbeitsmedizinische Vorsorge und Beschäftigungsbeschränkungen (TRGS 519, Nr. 5.10, [B.7])
- Allgemeine sicherheitstechnische Maßnahmen (TRGS 519, Nr. 7; [B.7])
- Maßnahmen bei umfangreichen Arbeiten an schwach gebundenen Asbestprodukten (TRGS 519, Nr. 14.1, [B.7])
- Maßnahmen bei Arbeiten geringen Umfangs an schwach gebundenen Produkten (TRGS 519, Nr. 14.2, [B.7])
- Maßnahmen bei Arbeiten an Asbestzementprodukten (TRGS 519, Nr. 15, [B.7])
- Instandhaltungsarbeiten (TRGS 519, Nr. 16, [B.7])

Bild 11  
Asbestverbotsschild  
nach BGV A8 [B.29]



Die allgemeinen sicherheitstechnischen Maßnahmen nach TRGS 519, Nr. 7 [B.7] dienen dazu zu verhindern, dass Unbefugte asbestbelastete Arbeitsbereiche betreten. Diese Arbeitsbereiche sind deutlich abzusperrn und mit dem Verbotsschild nach BGV A8 (Bild 11) zu kennzeichnen. Bei den Arbeiten sind immer Verfahren und Techniken anzuwenden, mit denen weitgehend eine Faserfreisetzung und -ausbreitung verhindert wird.

Die Bewertungskriterien für das sichere Erkennen von Asbestzementprodukten und von anderen Asbestzeugnissen sind in Abschnitt 4 erläutert.

Im Zusammenhang mit der Abschätzung des gesundheitlichen Gefährdungspotenzials durch asbesthaltige Materialien und bei der Überwachung und Erfolgskontrolle von Sanierungsmaßnahmen sind weitere Asbestanalysen und -konzentrationsmessungen in der Umgebungsluft, im Baustoff selbst und in flüssigen Medien, die mit asbesthaltigen Werkstoffen im Kontakt sind (Trinkwasserleitungen aus Asbestzementrohren), erforderlich [A.4, A.13].

Die Asbestmessungen und -analysen lassen sich in drei Gruppen einteilen [A.4, A.13]:

#### 1) Luftmessungen

Bestimmung der Faserkonzentrationen in der Luft (Luftmessungen), untergliedert nach

- Außenluft,
- Innenluft,
- Arbeitsplatzluft,
- Emissionsabluft

aus Sanierungsbereichen. Die Durchführung erfolgt nach den VDI-Richtlinien 2262, 3492, 3861 und 3866 [B.11, B.12, B.13, B.14].

## 2) Materialproben

Die Untersuchung von Materialproben erfolgt nach einer Untergliederung zur Einstufung asbesthaltiger Produkte entsprechend der Asbestrichtlinie und zum Nachweis der Kontamination mit Asbestfasern mit Hilfe von Klebe- und Abdruckproben. Für die Analyse von Materialproben werden vorzugsweise die in Abschnitt 4 genannten Analyseverfahren einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt:

- Lichtmikroskopie/Stereomikroskopie/Polarisationsmikroskopie/Phasenkontrastverfahren
- Infrarotspektroskopie (IR)
- Röntgenbeugungsanalyse (XRD)
- Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit Röntgenmikroanalysator (EDX)

## 3) Flüssigkeitsanalysen (Trinkwasser, Abwasser u. a.)

Die Durchführung von Flüssigkeitsanalysen auf Asbest kann in Sonderfällen im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten von asbesthaltigen Kanal- und Druckrohren sowie Brunnenschächten erforderlich werden. Instandhaltungsarbeiten von Asbestzementrohren (AZ-Rohre) sind vom Herstellungs- und Verwendungsverbot für Asbest nach GefStoffV Anhang IV, Nr. 1 ausgenommen, insbesondere wenn geprüfte Arbeitsverfahren geringer Exposition zum Trennen von AZ-Rohren, z. B. mittels Kettenrohrschneider, bzw. zum Anbohren von AZ-Wasserrohrleitungen eingesetzt wurden.

# 7 Bauliche Maßnahmen: Abbruch, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten

## 7.1 Rückbau- und Sanierungsmethoden

Nach der sicheren Bestimmung und Kennzeichnung der asbesthaltigen Baustoffe wurde in den vergangenen Jahren die Sanierung von Gebäuden mit Asbest enthaltenden Baustoffen, vorzugsweise von schwach gebundenen Asbest-erzeugnissen nach folgenden Methoden [A.4, A.13, A.20] ausgeführt:

- Entfernen (Methode 1)
- Beschichtung (Methode 2)
- Räumliche Trennung (Methode 3)

Die Sanierungsmethode „Entfernen“ ist ein endgültiges Sanierungsverfahren. Sie wird daher bevorzugt angewendet. Die Methode hat den Nachteil, dass die entfernten Asbestbauteile wieder ersetzt werden müssen, um die bauphysikalischen Eigenschaften wie Brandschutz, Wärmeschutz und Schallschutz wiederherzustellen.

Die Sanierungsmethode „Beschichtung“ führt zu einem staubdichten Einschluss der Asbestfasern mittels Auftrag von Schutzlacken oder anderen schichtbildenden Schutzsystemen. Bei der Sanierungsmethode „Räumliche Trennung“ wird das asbesthaltige Bauteil durch Vorhängen oder Verbauen mit anderen Baustoffen staubdicht abgetrennt. Die Methoden „Beschichtung“ und „Räumliche Trennung“ nach der Asbestrichtlinie [B.10] werden heute nicht mehr propagiert, da sie „nur eine zeitliche Verschleppung eines ungelösten Problems“ sind [A.1].

Nur die Methode „Entfernen“ ist ein vernünftiges und problemlösendes Sanierungsverfahren. Sie wird heute bevorzugt angewendet, um den Gefahrstoff Asbest aus den Gebäuden zu entfernen.

## 7.2 Begriffsbestimmungen nach TRGS 519, Nr. 2

Die in der TRGS 519 [B.7] geregelten baulichen Maßnahmen für Abbruch, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten werden hier getrennt behandelt für den Ausbau von Asbestzementprodukten (stark gebunden) und den Ausbau von schwach gebundenen Asbestprodukten. Sie lehnen sich an das Stufenkonzept der TRGS an, das die unterschiedlichen Gefährungsgrade der spezifischen Verfahren berücksichtigt.

## 7.3 Ausbau von Asbestzement-erzeugnissen (starke Asbestbindung)

Beim Ausbau von Asbestzement treten erfahrungsgemäß nur geringe Fasereexpositionen auf. Deshalb unterscheidet die TRGS 519, wie oben bereits dargestellt, „Arbeiten mit geringer Exposition“ und „Arbeiten geringen Umfangs“.

Geprüfte Verfahren werden jeweils in Form einer Arbeitsvorschrift der Berufsgenossenschaft (BGIA-Handbuch und BGI 664 [B.9]) veröffentlicht. Der aktuelle Stand kann im Internet [B.30] abgerufen werden. Unter anderem gibt es folgende geprüfte Ausbauverfahren für „Arbeiten mit geringer Exposition“:

- Ausbau von Vinyl-Asbestbodenplatten
- Ausbau von CV-Bodenbelägen
- Trennen von Asbestzementrohren
- Anbohren von Asbestzementwasserrohrleitungen
- Bohren von Gerüstankern
- Abschleifen von asbesthaltigen Bitumenklebern
- Entfernen von asbesthaltigen Magnesia-Estrichen
- Reinigung und Beschichtung von Asbestzementfassadenplatten

Geprüfte Ausbauverfahren gelten jeweils nur für den beschriebenen Anwendungsfall bei konsequenter Einhaltung der Arbeitsvorschrift.

Die Planung und Ausführung des Ausbaus von Asbestzementprodukten folgt allgemein einem Planungs- und Ausführungsschema mit den folgenden Hauptpunkten:

- allgemeine Anforderungen an notwendige technische Arbeitsmittel
- eine ausreichende Zahl qualifiziertes Personal
- bauvorbereitende und organisatorische Maßnahmen
- Baudurchführung
- Abfallvorbehandlung und Verpackung
- Freigabe der Arbeitsstätte nach Abschluss der Arbeiten

Die Maßnahmen, die bei der Planung und Ausführung des Ausbaus von Asbestzementzeugnissen erforderlich sind, sind im Anhang in Form einer Checkliste (1) dargestellt. Der Ausbau von Asbestzementzeugnissen aus Innenräumen stellt erhöhte Anforderungen an eine bruchfreie Demontage, an die Absaugung der Raumluft und an den Luftaustausch.

#### 7.4 Ausbau von schwach gebundenen Asbestprodukten

Der Ausbau von schwach gebundenen Asbestprodukten kann nach dem Arbeitsumfang und dem Gefährdungspotenzial durch Faserfreisetzung nach zwei Verfahrensvarianten geplant und ausgeführt werden: umfangreiche Arbeiten an schwach gebundenen Asbestprodukten nach TRGS 519, Nr. 14.1, [B.7] und Arbeiten geringen Umfangs nach TRGS 519, Nr. 14.2 [B.7].

##### *Arbeiten geringen Umfangs*

Nach Angaben der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft [A.1] liegen Arbeiten „geringen Umfangs“ an schwach gebundenen Asbestprodukten dann vor, wenn die Faserkonzentration weniger als 100.000 F/m<sup>3</sup> beträgt und bei Einsatz von zwei Personen der Gesamtumfang der Arbeiten vier Stunden nicht überschreitet. Entsprechende Arbeiten können z. B. beim Entfernen von Asbestpappen unter Fensterbänken oder beim Entfernen von Türdichtungen vorliegen.

##### *Umfangreiche Asbestkontaminationen*

Werden umfangreichere Asbestkontaminationen in einem Gebäude nachgewiesen, beispielsweise Kontaminationen mit Spritzasbest für den Brandschutz von Stahlträgern und/oder die Bekleidung von Stahlstützen mit Promasbest-

Platten, dann sind „umfangreiche Arbeiten mit und ohne Begrenzung der Faserkonzentrationen“ nach TRGS 519, Nr. 14.1 [B.7] zu planen und auszuführen. Der Planungs- und Ausführungsaufwand für die Sanierung von Bauwerken mit schwach gebundenem Asbest ist wesentlich höher als bei Asbestzementzeugnissen. Das spiegelt sich auch in der Anzahl der zu berücksichtigenden Arbeitsstufen im Planungs- und Ausführungsschema wider:

- Vergabe der Sanierungsarbeiten mit Ablauf- und Terminplan
- Bauvorbereitung und organisatorische Maßnahmen
- Unternehmensbezogene Mitteilung an die Arbeitsschutzbehörde
- Objektbezogene Mitteilung an die Arbeitsschutzbehörde
- Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsplan
- Technische Schutzmaßnahmen
- Sicherheitstechnische Planungen
- Organisatorische Schutzmaßnahmen
- Persönliche Schutzmaßnahmen
- Maßnahmen bei Betriebsstörungen; Unfällen und Notfällen
- Abfallbehandlung/Abfallbereitstellung
- Freigabe der Arbeitsstätte nach Abschluss der Arbeiten

Die Aktivitäten und Maßnahmen, die bei der Planung und Ausführung des Ausbaus von schwach gebundenen Asbestzeugnissen erforderlich sind, sind im Anhang in Form einer Checkliste (2) dargestellt.

## 8 Abfallbehandlung und Rezyklierung

Bei der Abfallbehandlung ist zu unterscheiden zwischen der Abfallaufnahme an der Baustelle, dem Transport, der Abfallbeseitigung (Deponierung) und der Abfallverwertung (Rezyklierung).

### 8.1 Abfallaufnahme auf der Baustelle

Bereits an der Baustelle müssen die Abfälle so behandelt werden, dass bei der Transportaufnahme, während des Transports und bei der anschließenden Entsorgung, z. B. auf Deponien, keine Asbestfasern freigesetzt werden. Asbesthaltige Abfälle müssen so gesammelt werden, dass ein Umfüllen vermieden wird.

Alle Abfallbehälter sind mit einer speziellen „Asbestkennung“ und die Transportfahrzeuge mit dem Gefahrenzettel Nr. 9 zu kennzeichnen.

Geeignete Sammelbehälter sind gut verschließbare Kunststoffgewebesäcke wie Big-Bags, Platten-Big-Bags (Bild 12), reißfeste PE-Kunststoffolie zum Verpacken von Plattenstapeln, reißfeste PE-Kunststoffsäcke zur Aufnahme von kleinen Bruchstücken, Befestigungsmitteln, Schutzkleidung, Atemschutzfilter, kontaminiertem Material u. a.

Bei der Transportbereitstellung der Abfälle sind die Anlieferbedingungen des Deponiebetreibers (oder ggf. des Verwerfers) zu beachten, um Umverpackungen zu vermeiden.

## 8.2 Transport zur Deponie bzw. zur Verwertung

Asbestabfälle dürfen gewerbsmäßig nur mit Genehmigung der zuständigen Abfallbehörde eingesammelt oder befördert werden. Bei der Beförderung von Asbestabfällen durch gewerbliche Transportunternehmen sind die Transportfahrzeuge nach dem Abfallrecht durch Warntafeln mit dem schwarzen „A“ und dem Gefahrenzettel Nr. 9 zu kennzeichnen. Davon ausgenommen ist der Transport von Asbestabfällen im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen. In diesem Fall muss der Baubetrieb eine Beförderungsnummer für den genehmigungsfreien Transport bei der zuständigen Abfallrechtsbehörde beantragen. Zertifizierte Entsorgungsbetriebe mit Zulassungen der für den Ort des Betriebsitzes zuständigen Behörde benötigen ebenfalls keine Transportgenehmigung.

Bei nicht verfestigtem Spritzasbest oder Asbeststäuben handelt es sich nach der Gefahrgutverordnung Straße/Eisenbahn/Binnenschifffahrt (GGVSEB) [B.31] um ein Gefahrgut der Klasse 9. Für den Transport werden besondere Anforderungen an die Verpackung, den Fahrzeugführer sowie die Kennzeichnung und Fahrzeugausstattung gestellt. Einzelheiten sind bei der für den Vollzug der GGVSEB [B.31] zuständigen Behörde zu erfragen (Polizei, Arbeitsschutzbehörde).

## 8.3 Beseitigung von asbesthaltigen Baustoffen

In der Vergangenheit wurde die Gesamtmenge an Baustoffen mit starker oder schwacher Asbestbindung generell nach den Festlegungen der LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Merkblatt „Entsorgung von asbesthaltigen Abfällen“ vom 6. September 1995 auf Bauschutt- und Hausmülldeponien durch Deponierung beseitigt [A.11].

Nach den geänderten Fassungen des LAGA-Merkblatts vom 20. Februar 2001, der TA Siedlungsabfall und der TRGS 519 [A.11], darf die Ablagerung (Deponierung) asbesthaltiger

**Bild 12**  
Platten-Big-Bag für den Transport von Asbestzementplatten [C.3]



Abfälle nur in abfallrechtlich dafür zugelassenen Deponien (Monodeponien) bzw. in speziellen Bereichen von Bauschuttdeponien erfolgen. Die Ablagerung von asbesthaltigen Baustoffen auf Erdaushub- oder Bauschuttdeponien der Deponieklasse 0 ist unzulässig.

## 8.4 Entsorgungsnachweis und Begleitscheinverfahren

Seit dem 1. Januar 2002 gelten Asbestabfälle nach dem Europäischen Abfallverzeichnis (EAV) und der nationalen Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) als gefährliche Abfälle und unterliegen dem abfallrechtlichen Nachweisverfahren [B.6]. Für gefährliche Abfälle ist ein Entsorgungsnachweis (EN) zu führen. Der Entsorgungsnachweis wird anhand von Formblättern geführt und enthält folgende Bestandteile:

- 1) Deckblatt (DE)
  - Angaben zum Nachweisverfahren
  - Angaben zum Abfallerzeuger
- 2) Verantwortliche Erklärung (VE)
  - Abfallherkunft
  - Abfallbeschreibung
  - Abfallmenge, Abfallhäufigkeit
  - Deklaration des Abfalls (DA)
- 3) Annahmeerklärung (AE) des Deponiebetreibers (*Stadt, Landkreis, Zweckverband*)
  - Angabe der Entsorgungsanlage
  - Unterschrift des Abfallerzeugers
- 4) Bestätigung der Behörde (BB)

Als Beleg zum Nachweis der ordnungsgemäß durchgeführten Entsorgung von gefährlichen Abfällen dient

das Begleitscheinverfahren (Verbleibkontrolle). Dafür sind spezielle Formulare mit mehrfachen Durchschlägen vorgesehen. Sie enthalten Angaben über Art und Menge des Abfalls sowie den Entsorgungszeitpunkt für die Register des Abfallerzeugers, der zuständigen Entsorgungsbehörde und des Abfallentsorgers. Die Formulare sind über die für den Firmensitz des Abfallentsorgers zuständige Behörde zu beziehen.

### 8.5 Alternative Konzepte für die Verwertung von Asbestabfällen

Asbest und asbesthaltige Abfälle müssen beseitigt, d. h. nach dem Stand der Technik deponiert werden. In der Vergangenheit ist wiederholt versucht worden, die gefährlichen Fasern aus asbesthaltigen Abfällen durch chemische, physikalische und thermische Verfahren zu zerstören und die so behandelten Abfälle einer Verwertung zuzuführen [A. 16, A. 17, A. 18]. Die gesetzliche Grundlage für die Versuche zur stofflichen Verwertung ist das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz [B. 19]. Dieses räumt den Vorrang der stofflichen Verwertung von Abfallstoffen vor der Beseitigung auf Deponien ein.

Technologische Untersuchungen zur thermischen Dekontamination von Asbestzement im Temperaturfeld von 1000 bis 1400 °C sind gelungen, erwiesen sich aber als sehr teuer [A. 16, A. 17, A. 18].

Die bisher praktizierte Problemlösung der Asbestdeponierung ist zweifelsfrei kostengünstig, sie verursacht jedoch wie radioaktiver Abfall ein „Ewigkeitsproblem“ der Nachsorge, weil die Asbestfasern unter den Bedingungen der Deponierung praktisch unverrottbar sind. Folgeprobleme sind die ungelösten Fragen des Bodenschutzes [A. 19] [B. 32] und des Grundwasserschutzes nach der Europäischen Wasser-Rahmenrichtlinie [B. 33] durch eine mögliche Kontamination von Boden und Grundwasser mit Asbestfasern, die aus Deponien ausgeht werden.

## 9 Zusammenfassung, Ausblick

Kein Baustoff hat so viel „Staub“ aufgewirbelt wie Asbest. Von der „Wunderfaser“ ist die einst so hoch geschätzte Asbestfaser zu einem Reizwort geworden. Nach Prognosen der Experten der Berufsgenossenschaften sind in Deutschland bis 2015 noch 190.000 Asbesterkrankungen von früher asbestexponierten Arbeitnehmern zu erwarten [A. 21]. Gegenwärtig klagen im europäischen Ausland frühere Asbestarbeiter und Angehörige von Asbestopfern auf Entschädigung wegen asbestbedingter Krankheits- und Todesfälle [A. 22]. Seit dem 1. Januar 2005 besteht ein totales Verbot für Herstellung, Verwendung und Inverkehrbringen von Asbest in allen EU-Ländern [B. 34]. Ein Umgang ist nur noch im Zuge von Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten zulässig. Gerade diese Arbeiten können bei einem sorglosen Umgang zu hohen Faserfreisetzungen führen und Beschäftigte, aber auch unbeteiligte Dritte gefährden. Um das zu verhindern liefert dieser Beitrag zum Thema Asbest grundlegende Informationen und soll zum verantwortungsbewussten Handeln motivieren.

Die heute praktizierte Entsorgung von Asbestprodukten durch Deponierung ist praktikabel und kostengünstig, steht aber im Widerspruch zu den Intentionen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes und ist keine endgültige Entsorgungslösung.

Vor dem Hintergrund der in Deutschland noch zu entsorgenden großen Mengen von Asbestzeugnissen, insbesondere von Asbestzementprodukten in einer Größenordnung von ca. 300.000 Tonnen pro Jahr [A. 3], sollten die bisher erarbeiteten chemischen, physikalischen und thermischen Verfahren zur Dekontamination und Verwertung von Asbest [A. 16, A. 17, A. 18] weiterentwickelt und novelliert werden.

### Quellennachweise

#### A) Literatur

- [A. 1] Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft BG Bau, Gefahrstoffe, Asbest, Informationen über Abbruch, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten, Berlin, Auflage 2008, Abruf Nr. 611.
- [A. 2] B. Leydolph: Ausbau von asbesthaltigen Fugendichtstoffen im Rahmen von Gebäuderückbau und Sanierung. Dissertation Bauhaus Universität Weimar, Lehrstuhl für Baubetrieb, Weimar 2007.
- [A. 3] Mitteilung aus dem Statistischen Bundesamt Wiesbaden an das BBSR/BBR Berlin: Entsorgung asbesthaltiger Abfälle 2002–2007; Herkunft der Abfallmengen in der Bundesrepublik Deutschland, die dem Überwachungsverfahren unterliegen, Kennziffer VII B/33215100, vom 08.09.2009.
- [A. 4] H. Löwinger et al.: Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten von asbesthaltigen Gefahrstoffen an und in Gebäuden und Objekten; expert verlag, 1998.
- [A. 5] H. J. Rösler: Lehrbuch der Mineralogie. Kapitel 3 Mineralanalytische Verfahren und Kapitel 11 Silikate. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig, 1981.
- [A. 6] O. Gräfe: Mitt. aus dem Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt, Dessau, August 2009
- [A. 7] F. J. Mönig et al.: Untersuchungen über Korrosion und Abwitterung von Asbest-Zement-Produkten sowie die krebserzeugende Wirkung der Verwitterungsprodukte. UBA Berlin, 1988
- [A. 8] Innenministerium Baden-Württemberg: Stellungnahme vom 19.3.1990: Aktenzeichen 5-7120, DIN 274.
- [A. 9] Bundesgesundheitsamt; Bundesdrucksache Nr. 11/7868 Umwelt; 11/90 (1990) S. 551.
- [A. 10] N. Konietzko, H. Wendel und B. Wiesner: Erkrankungen der Lunge. De Gruyter-Verlag, 1994; S. 458: Richtwerte des Bundesgesundheitsamts: Asbestkonzentrationen in der Luft.



- [A.11] Asbestmerkblatt der LAGA: „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ vom 6. September 1995 in der Fassung vom 20. Februar 2001.
- [A.12] Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008: Asbest, Umwelt/Wissen, [www.ifu.bayern.de/umweltwissen/index.htm](http://www.ifu.bayern.de/umweltwissen/index.htm)
- [A.13] R. Hempfling und S. Stubenrauch: Schadstoffe in Gebäuden. Erkennen – Bewerten – Sanieren – Vermeiden. Eberhard Blottner Verlag, Taunusstein, 1994.
- [A.14] Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BAFU, vormals BUWAL 2004): Messungen von Asbestfasern bei Asbestzementdächern. [www.bafu.admin.ch/dokumentation/fokus](http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/fokus)
- [A.15] Schweizerisches Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BAFU, vormals BUWAL, 2005): Messungen von Asbestfasern bei Asbestzementdächern, Umwelt-Materialien Nr. 203.
- [A.16] H. Schmid: Thermische Vorbehandlung von Asbestzementabfällen für die Verwertung in der Zementindustrie. Pressemitteilung der Firmengruppe Hubert Schmid, 2002. [www.hubert-schmid.de/baunternehmen/html\\_sites/Meldungen/asbest.htm](http://www.hubert-schmid.de/baunternehmen/html_sites/Meldungen/asbest.htm)
- [A.17] S. Ambrosius, H. Gundlach und J. Kieser: Thermische Behandlung von zementgebundenen Asbestprodukten im Drehrohrofen. IBU-tec advanced materials AG, Weimar, F/E-Bericht 1996.
- [A.18] S. Ambrosius, H. Gundlach und J. Kieser: Thermische Verwertung von zementgebundenen Asbestprodukten in Zementöfen. Zement-Kalk-Gips ZKG International, 49 (1996) 8, S. 445–453.
- [A.19] B. Hudec: Sanierung von Altdeponien. Bewertungsmodell und Sanierungsvorschläge in Bezug auf die Europäische Wasserrahmenrichtlinie. Dissertation Technische Universität Berlin, 2003.
- [A.20] A. Berg: Schadstoffe in Innenräumen von Gebäuden. Erfassen, Bewerten, Beseitigen, Kapitel 2.3: Asbest; Herausgeber Gesamtverband Schadstoffsanierung GbR; Rudolf Müller Verlag Köln, Dezember 2009.
- [A.21] J. Breuer: Asbest – eine globale Herausforderung. Bundesarbeitsblatt des BMWA 10/2005, S. 20–25.
- [A.22] M. Zöller: Mörderische Fasern – Eternit-Manager müssen sich vor einem italienischen Gericht wegen 2800 Asbestopfern verantworten. Märkische Oderzeitung (MOZ) vom 12. Dezember 2009.
- B) Gesetze, Normen, Regelwerke**
- [B.1] TGL 29312:1973-10: Anorganische Feuerschutzplatte Neptunit. Technische Lieferbedingungen, verbindlich ab 1. Januar 1974.
- [B.2] TGL 37478:1982-07: Anorganische Feuerschutzplatten Neptunit. Technische Lieferbedingungen, verbindlich ab 1. Juli 1982.
- [B.3] TGL 22 973:1981-08: Anorganische Feuerschutzplatten Baufatherm 77. Technische Lieferbedingungen, verbindlich ab 1. August 1981.
- [B.4] TGL 24452-01: Leichtbauplatte Sokalit MFK. Technische Bedingungen, verbindlich ab 1. Juli 1981.
- [B.5] Asbest-Merkblatt der LAGA: Entsorgung asbesthaltiger Abfälle vom 6. September 1995 in der Fassung vom 20. Februar 2001.
- [B.6] Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) vom 10. Dezember 2001, BGBl. I, S. 3379 ff. (Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis), zuletzt geändert mit neuen abfallrechtlichen Regelungen vom 1. Februar 2007.
- [B.7] TRGS 519: Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten, Ausgabe März 2007. Geschäftsführung: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
- [B.8] BGI 505-46: Berufsgenossenschaftliche Informationen und Grundsätze für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz  
Asbestfasern: Verfahren zur getrennten Bestimmung der Konzentrationen von anorganischen Fasern in Arbeitsbereichen – Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren.
- [B.9] BGIA Handbuch und BGI 664: Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. BGI 664: Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten (bisher ZH 1/511); Herausgeber Hauptverband der Berufsgenossenschaften HVBG (BIA), Juli 2000.
- [B.10] Asbestrichtlinie: Richtlinien für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (Länderrichtlinie, z.B. NRW-Fassung vom Januar 1996; Ministerialblatt NRW Nr. 51 vom 2. September 1997)
- [B.11] VDI-Richtlinie 2262, Blatt 3: Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Lufttechnische Maßnahmen.
- [B.12] VDI-Richtlinie 3492: Messen anorganischer faserförmiger Partikeln – Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren.
- [B.13] VDI-Richtlinie 3861: Messen von Emissionen – Messen anorganischer faserförmiger Partikeln im strömenden Reingas – rasterelektronenmikroskopisches Verfahren.
- [B.14] VDI-Richtlinie 3866: Verfahren zur Messung niedriger Anzahlkonzentrationen anorganischer faserförmiger Partikel.
- [B.15] Chemikalien Gesetz (ChemG), Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen, BGBl. I Nr. 40 vom 27. Juni 2002, S. 2090, letzte Änderung vom 2. Juli 2008, BGBl. I, Nr. 28, S. 1146.
- [B.16] Chemikalienverbotsverordnung ChemVerbotsV, Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens von z. B. Asbest; Einzelverordnung § 17 des Chemikaliengesetzes, Novellierung vom 13. Juni 2003; BGBl. I, Nr. 26 vom 25. Juni 2003, S. 867.
- [B.17] Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) Verordnung zum Schutz vor Gefahren, vom 23. Dezember 2004, BGBl. I, Nr. 74 vom 29. Dezember 2004, S. 3759, Novellierung vom 23. Dezember 2008.
- [B.18] Bundesimmissionschutz-Gesetz (BImSchG), Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. 26. September 2002, BGBl. I, Nr. 71, S. 3830.
- [B.19] Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG). Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen vom 6. Oktober 1996, letzte Änderung vom 22. Dezember 2008, BGBl. I, S. 2986–2998.
- [B.20] 22. Bundesimmissionschutz-Verordnung (BImSchV), Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft, BGBl. I, Nr. 66 vom 11.09.2002, letzte Fassung BGBl. Nr. 25, vom 12.0 Juni 2007, S. 1007.
- [B.21] TRGS 100: Gefahrstoffe beim Bauen; 7/8 1995 aufgehoben; ersetzt durch TRGS 101: Auslöseschwelle von Stoffkonzentrationen.
- [B.22] TRGS 402: Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Expositionen, Novellierung Juni 2008.
- [B.23] TRGS 500: „Schutzmaßnahmen, Mindeststandards“; Ausgabe März 1998, Novellierung Ausgabe Januar 2008; GMBI. Nr. 11/12, S. 224–258 vom 13. März 2008.
- [B.24] TRGS 517: Tätigkeiten mit potentiell asbesthaltigen Rohstoffen und daraus hergestellten Zubereitungen und Erzeugnisse, Ausgabe Januar 2007, zuletzt geändert GMBI. Nr. 28, S. 606–608 vom 2. Juli 2009; Geschäftsführung: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
- [B.25] TRGS 555: „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“, Ausgabe Februar 2008; GMBI. Nr. 14 vom 25. März 2008, S. 287 und Novellierung vom 18. Mai 2009, S. 606. Betriebsanweisung nach § 20 GefStoffV, Pflicht-Sicherheitsbelehrung.
- [B.26] TRGS 560: Lüftrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, Ausgabe Mai 1996.
- [B.27] TRGS 900: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz; Luftgrenzwerte Ausgaben Oktober 2000, Bundesarbeitsblatt 10/2000 S. 34–63; 4/2001 S. 56; 9/2001, S.86; 3/2002 S.71; 10/2002 S. 76; 1/2003 S.110; 3/2003 S. 69, 4/2003 S. 80; 6/2003 S. 90.
- [B.28] VGB 100: Unfallverhütungsvorschrift „Arbeitsmedizinische Vorsorge“; Novellierung als BGV A 4 in Verbindung mit TRGS 100.
- [B.29] BGV A8: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnungen am Arbeitsplatz, Ausgabe 2002 vom 1. April 2002 (bisherige VGB 125); [www.bgfv.net/informationen/bgv/bgv\\_a8.pdf](http://www.bgfv.net/informationen/bgv/bgv_a8.pdf)
- [B.30] [www.dguv.de/bgia/de/pras/asbest/index.jsp](http://www.dguv.de/bgia/de/pras/asbest/index.jsp)
- [B.31] GGvSEB: Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt. Inkrafttreten am 1. Januar 2009. Ablösung der Verordnung GGvSE über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit der Eisenbahn. BGBl., Teil 1, Nr. 49, 2003, S. 1914 vom 10. September 2003.
- [B.32] Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG), BGBl. I, 1998 Nr. 16, S. 525–510 vom 17. März 1998 und Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung, BGBl. I, 1999, Nr. 36, S. 1554–1682 vom 16. Juli 1999.
- [B.33] Europäische Wasserrahmenrichtlinie WRRL, Inkrafttreten am 22. Dezember 2000; Anpassungen des nationalen Wasserhaushaltgesetzes (WHG) und Anpassungen in den deutschen Bundesländern 2003/2004.
- [B.34] Bundesarbeitsblatt, Stand 10/2005: EU-Asbestverbot 1999: Totales Verbot für die Herstellung, die Verwendung und das Inverkehrbringen von Asbest in allen EU-Ländern; Inkrafttreten ab 1. Januar 2005.
- [B.35] DIN 16950: 1977-04: Bodenbeläge Vinyl-Asbestplatten und Flexplatten, Anforderungen und Prüfung. Ausgabe April 1977.
- C) Bildquellen und Bildrechte**
- [C.1] <http://de.wikipedia.org/wiki/asbest>: Pauschale Publikationsgenehmigungen für alle Bilder mit Darstellungen von Asbest-erzeugnissen; GNU-Lizenz für freie Dokumentation.
- [C.2] O. Gräfe: Pers. Mitteilung aus dem Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt, Dessau, August 2009, E-Mail: Übermittlung von Bildern und den Rechten für die Bildnutzung: [owen.graefe@lav.ms.sachsen-anhalt.de](mailto:owen.graefe@lav.ms.sachsen-anhalt.de)
- [C.3] C. Siemer: Mit freundlicher Genehmigung der Berufsgenossenschaft des Baugewerbes BG Bau und der h.zwei.s-Werbeagentur GmbH, Hannover.
- [C.4] R. Herr und K. Adam, TU Berlin, Fachgebiet Baustoffe und Baustoffprüfung / BAM Berlin, Fachgruppe IV.21, ESEM-REM-Aufnahme im Rahmen des Untersuchungsberichts „Ursachen von Rissbildungen in Kunstdachschieferplatten“, 2006 (Eigenaufnahme des Autors).

**Anhang: Checklisten für ausgewählte Asbestentsorgungen**

Checkliste 1

Abbruch, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit stark gebundenem Asbest.

Beispiel für den Ausbau von Vinyl-Asbestbodenplatten und Flexplatten nach DIN 16950, Ausgabe 4/1977 [B.35]

Nr.	Aktivität	Detailangaben Ausführung	ja	nein
1	Anwendungsbereich, Art des asbesthaltigen Materials	Vinyl-Asbestbodenplatten auf Bitumenkleber		
2	Durchführung des Ausbaus/Rückbaus; Gerätetyp	Handspachtel		
3	Unternehmensbezogene Mitteilung an zuständige Behörde und Berufsgenossenschaft	Meldung der Maßnahme 7 Tage vor der Aufnahme der Arbeiten; Meldung entspr. TRGS 519, Nr. 3.2 [B.10] und GefStoffV, Anhang II; Nr. 2.4.2 [B.18]		
4	Organisatorische Schutzmaßnahme	Benennung eines sachkundigen Verantwortlichen; Benennung nach TRGS 519, Nr. 5.4.1 [B.10]		
5	Durchführung von Prüfaufgaben des sachkundigen Verantwortlichen	Nachweis des Asbests Nachweis des Bitumenklebers		
6	Ausstellung der Gefährdungsbeurteilung, einer Betriebsanweisung und eines Arbeitsplanes für die Sanierungsmaßnahme	Ausstellung durch den sachkundigen Verantwortlichen, Ausstellung nach TRGS 519, Nr. 5 [B.10] und GefStoffV, §§ 7 und 14 [B.18]		
7	Arbeitsausführung durch fachkundige und eingewiesene Personen	Nennung der Personen, Namen, Anzahl, Fachkundigen- und Ausbildungsnachweise		
8	Arbeitsvorbereitung	Abgrenzung und Kennzeichnung des Arbeitsbereichs mit Warnschildern, Absperrbändern etc.		
9	Gerätebereitstellung/Arbeitsmittelbereitstellung	Gerätebereitstellung, z. B. Handspachtel, Schere, Messer, Sprühgeräte mit tensidhaltigem Wasser, Staubsauger Klasse H nach TRGS 519 Nr. 7.2, Abs. 6 [B.10]		
10	Materialbereitstellung <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arbeitsplatzkennzeichnung</li> <li>■ Behälter-/Verpackungsmittelauswahl</li> <li>■ weitere Arbeitsmaterialien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arbeitsplatzabspernung/Schilder mit Zutrittsverbotskennzeichnung</li> <li>■ Behälter, verschließbar nach TRGS 519, Nr. 9.3(2) [B.10] zur staubdichten Verpackung der asbesthaltigen Abfälle</li> <li>■ Klebeband</li> <li>■ Abdeckfolie</li> <li>■ Reinigungstücher</li> <li>■ Haftdispersion zur Restfaserbindung</li> <li>■ Atemschutzmasken; Schutzstufe gleich oder größer P2</li> </ul>		
11	Arbeitsausführung <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schaffung von Baufreiheit</li> <li>■ Staubschutz von unbeweglichem Inventar</li> <li>■ Verhinderung von Asbestkontaminationen der Umgebung</li> <li>■ Verpackung des ausgebauten asbesthaltigen Materials und Bodengrobreinigung</li> <li>■ Werkzeugreinigung</li> <li>■ Bodenreinigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Entfernung von beweglichen Einrichtungen (Möbeln, Teppichen)</li> <li>■ Schutz von Einbaumöbeln, Heizungen etc. durch Folienabdeckungen und Verklebungen mit Klebeband</li> <li>■ Schließen von Fenstern und Türen, Abschalten und Verschließen von Lüftungsanlagen</li> <li>■ Ausbauplatten befeuchten, in Behälter/Abfallsäcke verpacken</li> <li>■ Maximalgewicht von 25 kg pro Sack/Behälter einhalten</li> <li>■ Abfallsäcke kennzeichnen und mit Klebeband verschließen</li> <li>■ verpackten Abfall in Transportbehälter Big-Bag und/oder Container verbringen</li> <li>■ Werkzeuge mit Wasser reinigen</li> <li>■ Bodenreinigung durch Staubsaugen, Wischen und Restfaserbindung mit Haftdispersion</li> </ul>		
12	Abfallbeseitigung	Entsorgungsanlage kontaktieren, Entsorgung nach TRGS 519, Nr.13 [B.10] und nach länder-spezifischen Regelungen		
13	Verhalten bei Störungen	Kontaktieren des sachkundigen Verantwortlichen zwecks Abstimmung der weiteren Vorgehensweise		

## Checkliste 2

## Abbruch, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit schwach gebundenen Asbestprodukten

Nr.	Aktivität	Detailangaben Ausführung	ja	nein
1	Unternehmensbezogene Mitteilung zu Tätigkeiten mit asbesthaltigen Gefahrstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schreiben an die zuständige Arbeitsschutzbehörde;</li> <li>• Beschreibung der geplanten Tätigkeit;</li> <li>• Stationäre Arbeitsstätte;</li> <li>• Beschreibung von Gebäude; Bauteil, Asbestprodukt, Zustand des Asbestprodukts, Ausdehnung (Lageplan)</li> <li>• Name des/der sachkundigen Verantwortlichen vor Ort;</li> <li>• Maßnahmen zur Begrenzung der Asbestexposition;</li> <li>• Verfahren/Ort der Abfallbehandlung;</li> <li>• Mitteilung an die Berufsgenossenschaft;</li> <li>• Mitteilung an den Betriebsrat der betroffenen Beschäftigten.</li> </ul>		
2	Objektbezogene Mitteilung zu Tätigkeiten mit asbesthaltigen Gefahrstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitteilung an die zuständige Arbeitsschutzbehörde;</li> <li>• Beschreibung der geplanten Tätigkeit;</li> <li>• Nennung der Anschriften der Arbeitsstätten;</li> <li>• Beschreibung von Gebäude, Bauteil, Asbestprodukt, Zustand des Asbestprodukts, Ausdehnung (Lageplan)</li> <li>• Name des/der sachkundigen Verantwortlichen vor Ort;</li> <li>• Maßnahmen zur Begrenzung der Asbestexposition;</li> <li>• Verfahren/Ort der Abfallbehandlung;</li> <li>• Mitteilung an die Berufsgenossenschaft;</li> <li>• Mitteilung an den Betriebsrat der betroffenen Beschäftigten.</li> </ul>		
3	Gefährdungsbeurteilung mit Arbeitsplan, einschließlich der ergänzenden Angaben zum Arbeitsplan	Ausführung durch den sachkundigen Verantwortlichen nach TRGS 519, Anlage 1.4, und der Ergänzungen nach TRGS 519, Anlage 1.5 [B.7] und GefStoffV, § 7 und Anhang III, Nr. 2.4.4 [B.17]		
3.1	Art des asbesthaltigen Materials	Spritzasbest und/oder Leichtbauplatten und/oder Dichtungsschnüre und/oder sonstige schwach gebundene Asbestprodukte		
3.2	Ausführung der Tätigkeit	innerhalb von Gebäuden sowie außerhalb von Gebäuden		
3.3	Beschreibung der Tätigkeit	Entfernung von Spritzasbest etc.		
3.4	Bewertung des Faserfreisetzungspotenzials bzw. der Arbeitsmenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tätigkeit mit geringer Exposition, BGI 664, [B.9];</li> <li>• Option: Tätigkeit geringen Umfangs, schwach gebundener Asbest</li> <li>• Option: Tätigkeit nicht geringen Umfangs, schwach gebundener Asbest</li> </ul>		
3.5	Technische Schutzmaßnahmen einschließlich der erforderlichen Wirksamkeitskontrollen	Anwendung der Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 519 [B.7]: TRGS 519 Nr. 14.1; TRGS 519 Nr. 14.2; TRGS 519 Nr. 14.3; BGI 664 [B.9]; TRGS 519 Nr. 15.2; TRGS 519 Nr. 15.3; TRGS 519 Nr. 16.2; TRGS 519 Nr. 16.3; TRGS 519 Nr. 16.4		
3.6	Sicherheitstechnik, sicherheitstechnische Einrichtungen zum Schutz der Beschäftigten und zum Schutz Dritter im Gefahrenbereich Angaben zu Absturzsicherungen (bei Dacharbeiten) Hygieneeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raumlufttechnische Anlage mit Abluftfiltration zur Unterdruckhaltung</li> <li>• Personal-Dekontaminationsanlage (Anforderungen in TRGS 519, Nr. 14.1 und 14.2 [B.7])</li> <li>• Material-Dekontaminationsanlagen (Anforderung in TRGS 519, Nr. 14.1.5 [B.7])</li> <li>• Hochleistungsvakuumsauggerät</li> <li>• Unterdrucküberwachungsgerät</li> <li>• Spritzgerät zum Aufbringen von Faserbindemittel</li> <li>• Industriestaubsauger K1 bzw. K1/C oder H</li> <li>• Einsatz von Hubgeräten</li> <li>• Demontearbeiten unter dem Dach</li> <li>• Einrichtungen zur Reinigung von Schutz-, Arbeits- und Unterbekleidung</li> <li>• Sozial- und Sanitärbereich für Pausen, Umkleiden, Waschen und Duschen</li> </ul>		
3.7	Organisatorische Schutzmaßnahmen Zulassung des Betriebes durch die zuständige Arbeitsschutzbehörde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorsorgeuntersuchungen</li> <li>• Pflichtuntersuchungen nach TRGS 519, Nr. 10.1 [B.7]: Angebote arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen nach TRGS 519, Nr. 10.2 an die Beschäftigten bei Tätigkeiten nach BGI 664 oder nach TRGS 519, Nr. 16 [B.7]</li> <li>• die Zulassung liegt vor</li> <li>• die Zulassung wurde beantragt</li> </ul>		
3.8	Persönliche Schutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemschutz</li> <li>• Halbmaske Typ P2; Filternde Halbmaske Typ FFP2; Vollmaske Typ P3 mit Gebläseunterstützung;</li> <li>• sonstige Atemschutzgeräte</li> <li>• Schutzanzüge</li> <li>• Einweg, Typ.....; Mehrweg, Typ...</li> </ul>		
4	Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen	spezifisch unterschiedlich bei konkreten Sanierungsaufgaben, Kontaktieren des sachkundigen Verantwortlichen und (wenn vorhanden) den Koordinator zwecks Abstimmung der weiteren Vorgehensweise		
5	Koordinator für Abbruch, Sanierungs- und Instandsetzungsarbeiten nach TRGS 519, Nr. 5.4.4 [B.7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorhanden, Name des Koordinators</li> <li>• nicht erforderlich</li> </ul>		
6	Abfallbehandlung, Abfallbereitstellung an der Arbeitsstätte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfestigungsanlage (bei Spritzasbest)</li> <li>• Staabdichte Verpackung</li> <li>• Behandlung mit Faserbindemittel und staubdichte Verpackung</li> <li>• sonstige Behandlung.....</li> </ul>		
7	Verfahren/Ort der Abfallbehandlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit der Beseitigung wird ein Entsorgungsfachbetrieb beauftragt</li> <li>• Beseitigung (Deponierung) erfolgt durch ausführende Firma auf folgender für Asbest zugelassener Deponie</li> </ul>		
8	Freigabe der Arbeitsstätte nach Abschluss der Arbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach abschließender Reinigung und visueller Sichtprüfung;</li> <li>• nach abschließender Reinigung, visueller Sichtprüfung und mehrfachem Raumluftwechsel;</li> <li>• nach abschließender Reinigung und Freigabemessung.</li> </ul>		

## Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) Deichmanns Aue 31–37 53179 Bonn

## Bearbeitung / Ansprechpartner

Dr. Roland Herr  
roland.herr@bbr.bund.de

## Redaktion

Christian Schlag

## Satz und Gestaltung

Marion Kickartz

## Druck

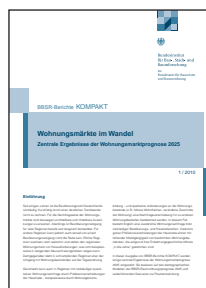
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

## Bestellungen

Silvia Haupt  
silvia.haupt@bbr.bund.de

Die BBSR-Berichte KOMPAKT erscheinen in unregelmäßiger Folge. Interessenten erhalten sie kostenlos.

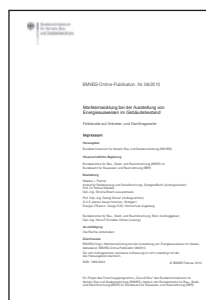
ISSN 1867-0547 (Printversion)  
ISBN 978-3-87994-387-6



Wohnungsmärkte im Wandel.  
Zentrale Ergebnisse der  
Wohnungsmarktprognose 2025.  
BBSR-Berichte KOMPAKT  
Heft 1/2010, Hrsg.: BBSR,  
Bonn Januar 2010

*Kostenlos zu beziehen bei:*  
forschung.wohnen@bbr.bund.de

*Download:* [www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de)  
→ Veröffentlichungen  
→ BBSR-Berichte KOMPAKT



Marktentwicklung bei der  
Ausstellung von Energieausweisen  
im Gebäudebestand.  
BMVBS-Online-Publikation  
Nr. 06/2010, Hrsg.: BMVBS,  
Berlin Februar 2010

*Download:* [www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de)  
→ Veröffentlichungen  
→ Veröffentlichungen des BMVBS  
→ BMVBS-Online-Publikation



Beobachtung und Evaluation  
der Energieausweispraxis im  
mitteleuropäischen Vergleich.  
BMVBS-Online-Publikation  
Nr. 02/2010, Hrsg.: BMVBS,  
Berlin Februar 2010

*Download:* [www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de)  
→ Veröffentlichungen  
→ Veröffentlichungen des BMVBS  
→ BMVBS-Online-Publikation