

1 Sanierungshinweise für die vorgefundenen Bauschadstoffe

1.1 Asbest

Grundsätzlich gelten für den Umgang mit Asbestprodukten im Rahmen von ASI-Arbeiten die Bestimmungen der Asbest-Richtlinie sowie der technischen Regeln 519 – Asbest. Oberstes Gebot beim Umgang mit Asbest ist das Minimierungsgebot. Dieses besagt, dass die Arbeiten so erfolgen müssen, dass eine Freisetzung von Asbestfasern so weit wie möglich vermieden wird. Um dieses Ziel zu erreichen sind bruch- und staubarme Arbeitsmethoden anzuwenden.

Wichtige Sanierungsgrundsätze gemäß Asbest-Richtlinie sind:

Asbestsanierungen müssen als in sich geschlossenes Konzept geplant und durchgeführt werden. Es dürfen nur Sanierungsfirmen beauftragt werden, die mit den Arbeiten, den einschlägigen Vorschriften, auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügen.

Gemäß Gefahrstoffverordnung muss der Umgang mit asbesthaltigen Gefahrstoffen unverzüglich, spätestens 7 Tage vor Beginn der Arbeiten der zuständigen Behörde (Gewerbeaufsicht, Landesamt für Arbeitsschutz und Berufsgenossenschaft) angezeigt werden. Bei der Anzeige ist der Nachweis zu erbringen, dass die personelle und sicherheitstechnische Ausstattung des Unternehmens für die Abbruch- und Sanierungsarbeiten (AS-Arbeiten) geeignet ist. Das beauftragte Unternehmen hat vor Beginn der Sanierungsarbeiten (Entfernen der asbesthaltigen Materialien) einen Arbeitsplan zu erstellen.

Gem. TRGS 519 sind Abfälle, die Asbeste enthalten, in geeigneten, sicher verschließbaren und gekennzeichneten Behältern ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu sammeln, zu lagern und zu entsorgen. Dieser Absatz regelt darüber hinaus die Abfallaufnahme, den Transport sowie die Abfallentsorgung. Diese findet in der Regel auf dafür zugelassenen Deponien statt. Asbesthaltige Abfälle dürfen Bauabfallsortier- und Abfallaufbereitungsanlagen nicht zugeführt werden.

1.2 PAK

Arbeiten an PAK-belasteten Materialien (> 50 mg/kg Benzo(a)pyren) unterliegen der Gefahrstoff-Verordnung und einschlägigen Regelwerken, insbesondere der TRGS 551 (Technische Regeln für Gefahrstoffe: Teer und andere Pyrolyse-Produkte aus organischem Material). Bei Sanierungsarbeiten gelten zudem die TRGS 524 „Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ sowie die BG-Richtlinien für „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“, (BGR 128, vorm. ZH 1/183).

Die Sanierungsarbeiten sind als in sich geschlossenes Konzept von Beginn der Arbeiten bis zur Abfallentsorgung zu planen. Es dürfen nur Firmen mit den Arbeiten betraut werden, die mit den dabei auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderliche Ausrüstung verfügen. Die Arbeiten dürfen nur nach einer Betriebsanweisung gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung von geschultem Personal durchgeführt werden. Weiterhin sind eine Gefährdungsbeurteilung und ein A+S-Plan gemäß BGR 128 notwendig. Die Notwendigkeit eines Sicherheits- und Gesundheits-Plans ist zu prüfen.

Hautkontakt ist durch Tragen von geeigneter Arbeitskleidung und Arbeitshandschuhen zu vermeiden. Bei staubfreisetzenden Arbeiten ist Atemschutz erforderlich.

Gemäß Baustellenverordnung hat der Bauherr die Baumaßnahme 14 Tage vor Einrichten der Baustelle bei der zuständigen Arbeitsschutzbehörde voranzukündigen. Der Auftragnehmer hat die Arbeiten gemäß BGR 128 vier Wochen vorher bei der zuständigen Berufsgenossenschaft anzuzeigen.

Festgestellte PAK-Belastungsquellen sind bis zu ihrer Entfernung in den Bauakten zu dokumentieren. Zwischenzeitlich sind betroffene Räume verstärkt feucht zu reinigen (wischen, ggfs. Textilien waschen) und zu lüften. Sanierungsarbeiten sollten zur Kostenminimierung, zeitlichen Koordinierung und sachgemäßen Ausführung von einem Fachbüro geplant, beaufsichtigt und messtechnisch begleitet werden.

1.3 Künstliche Mineralfasern – KMF-

Beim Umgang mit künstlichen Mineralfasern empfiehlt die TRGS 521 „Faserstäube“ als persönliche Schutzausrüstung der Arbeiter selbst bei Arbeiten, bei denen der Luftgrenzwert von 500.000 Fasern/m³ unterschritten wird, das Tragen von Schutzbrille (speziell bei Überkopfarbeiten), Handschuhen, sowie Atemschutz (P1). Bei Arbeiten, bei denen krebserzeugende Faserstäube (Kategorie K2 und K1) freigesetzt werden, sind strengere Maßstäbe anzulegen. In diesen Fällen sind Atemschutzgeräte mit der jeweils nächsthöheren Schutzstufe zu verwenden (P2). Generell gilt die Verwendung von Schutzanzügen sowie Hautschutzcremes oder Handschutzlotionen als Gebot.

Das Entfernen von Produkten, die krebserzeugende Faserstäube freisetzen können, ist der zuständigen Behörde und der zuständigen Berufsgenossenschaft unverzüglich, spätestens 14 Tage vor Beginn des erstmaligen Umgangs anzuzeigen.

1.4 Schwermetalle

Zu den Schwermetallen gehören prinzipiell alle Elemente mit einer Dichte über 5 g/cm^3 , also der größte Teil der Metalle. Giftige Eigenschaften haben dabei vor allem Blei, Quecksilber, Thallium und Cadmium sowie das Halbmetall Arsen aber auch Kupfer, Mangan, Chrom (als CrVI), Mangan, Nickel, Zink, und Zinn (als TBT) und sogar Eisen mit teilweise weitaus weniger problematischen Eigenschaften. Oft entscheidet das Vorliegen einer chemischen Verbindung und/oder die Möglichkeit der Freisetzung und Aufnahme über die toxischen Eigenschaften.

Schwermetalle haben zum Teil biozide Eigenschaften, sind nicht abbaubar und können sich in der Nahrungskette und beim Menschen, insbesondere im Fettgewebe, in Leber und Nieren sowie teilweise im Knochengewebe anreichern. Schwermetallvergiftungen äußern sich u.a. durch Blutbild- und Knochenveränderungen, Schädigungen von Leber, Niere und Nervensystem und allgemeiner Schwäche. So wirkt sich z.B. Blei nachteilig auf die Entwicklung der Intelligenz von Kindern aus.

Die Verwendung von Schwermetallen für Trinkwasserrohre, als Stabilisator in PVC, in Rostschutzmitteln (Mennige), in Holzschutzmitteln, Imprägnier-Stoffen, Antifouling-Farben sowie zur Wasseraufbereitung wurde überwiegend in den 80er Jahren verboten oder mit Grenzwerten belegt. Z.B. wurde Bleiweiß (Bleicarbonat) in den 1920er Jahren für Innenräume verboten, aber im Außenbereich erst in den 1980er Jahren. Mennige (ein Bleioxid mit typischer orangefarbener Farbe) ist bis heute nicht verboten. Innenraumbelastungen durch Schwermetalle sind durch Außeneinträge (z.B. Blei aus dem Antiklopfmittel von Benzin), auch durch Anstriche wie Arsengrün oder Cadmiumgelb oder durch belastete Schlackeschüttungen möglich. Metallisches Quecksilber ist u.a. in Praxen, Laboren und Manufakturen (z.B. Spiegelherstellung) durch die Quecksilberthermometer relativ weit verbreitet. Quecksilberrhodanid wurde als Saatgutbeize auch in dessen Lagerräumen eingesetzt.

Schwermetalle in fixierten Verwendungen wie Kunststoffen (Cd und Pb als PVC-Stabilisator) geben keine relevanten Mengen ab, aus Lackanstrichen aber bereits in messbaren Spuren und aus mineralischen Farben oder beim Schleifen von Beschichtungen in relevanten Mengen. Für Arsen-, Cadmium- und Chrom(VI)-Verbindungen sind in der TRGS 910 Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen und in der TRGS 504 die Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Staub und in der TRGS 900 die Arbeitsplatzgrenzwerte vorgegeben. Für Schweiß- und Schneidarbeiten gilt die TRGS 528.

Schwermetallhaltige Produkte stellen ein langfristiges Risiko dar und müssen nach dem Ende der Nutzung aus dem Materialkreislauf ausgeschleust werden, um nicht über Umweltmedien und Nahrungsmittel wieder auf den Menschen einzuwirken. Materialien werden gemäß Hinweisen zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung als gefährlicher Abfall be-

handelt, wenn die Summe der Einzelkonzentrationen von als sehr giftig eingestuften Schwermetallen (As, Cd, Cr(VI), Hg, Pb, Ni, Tl) über 0,1 Massen-% (Blei ab 0,05% Massen-% gem. TRGS 505) liegt.

2 Zusätzliche Informationen zu den vorgefundenen Bauschadstoffen

2.1 Asbest

Asbest ist ein natürliches, faserartig orientiertes, kristallines Silikatmineral, das in Serpentin-asbest (Chrysotil = Weißasbest, textile Eigenschaften) und Amphibolasbeste (Krokydolith = Blauasbest, Amosit = Braunasbest, u.a., spröde Eigenschaften) unterteilt wird. Aufgrund ihrer chemischen und thermischen Resistenz sowie der mechanischen Zugbelastbarkeit fanden sie breite technische Anwendung in rund 3.500 Produkten, im Baubereich vor allem im Brandschutz und zur Verbesserung der Festigkeit. Der Einsatz von Spritzasbest wurde in der BRD 1973 und in der DDR 1969 verboten, von sonstigen schwachgebundenen Asbestprodukten im Baubereich 1982 und von Asbestzementprodukten (außer Druckrohren) 1992. Die Verwendung von Asbestzement-Druckrohren wurde 1995 verboten.

Asbest ist aber auch ein Gefahrstoff, der nach dem Einatmen bösartige Tumore auszulösen vermag. Das ehemalige Bundesgesundheitsamt (BGA) hat in einer Stellungnahme zum Erkrankungsrisiko für die Allgemeinheit festgestellt (BGA-Berichte 4/1981, Seite 1/7), dass bei Asbestfaserimmissionen ein Wert deutlich unter 1000 Fasern/m³ anzustreben ist. Nach diesen Ausführungen beträgt das Erkrankungsrisiko bei einer ständigen, lebenslangen Exposition mit 1000 Fasern/m³ - rein rechnerisch - etwa ein Zehntel des durch natürliche und zivilisatorische Radioaktivität bedingten Risikos.

Dieser Richtwert des BGA ist auch in die Asbest-Richtlinie der Länder eingegangen. Wird nach den Bewertungsgrundsätzen dieser Richtlinie ein dringender Sanierungsbedarf für eine Asbestverwendung erkannt, so kann der betroffene Raum dann weiter genutzt werden, wenn vorläufige Maßnahmen eine Faserkonzentration von höchstens 1000 Fasern/m³ zulassen. Die Messungen sind halbjährig zu wiederholen.

Nach den Ausführungen der aktuellen Asbest-Richtlinie (Fassung 1996, veröffentlicht im Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen - Nr. 51 vom 2. September 1997), ist die Sanierung von schwach gebundenen Asbestprodukten (Rohdichte < 1000 kg/m³) in Innenräumen entsprechend ihrer Sanierungsdringlichkeit erforderlich. Die Dringlichkeit der Sanierung oder Neubewertung ergibt sich aus der mit dem Formblatt (Anhang 1 der Asbest-Richtlinie) ermittelten Punktzahl und wird in Dringlichkeitsstufen ausgedrückt.

In Dringlichkeitsstufe I (≥ 80 Punkte) ist die Sanierung zur Gefahrenabwehr unverzüglich erforderlich. Falls die endgültige Sanierung nicht sofort möglich ist, müssen unverzüglich vorläufige Maßnahmen zur Minderung der Asbestfaserkonzentration im Raum ergriffen werden, wenn er weiter genutzt werden soll. Mit der endgültigen Sanierung muss jedoch nach spätestens drei Jahren begonnen werden.

Bei Einordnung in Dringlichkeitsstufe II (70 - 79 Punkte) sind diese Verwendungen mittelfristig, d.h. in Abständen von höchstens zwei Jahren, erneut zu bewerten. Ergibt eine Neubewertung die Dringlichkeitsstufe I oder III so ist entsprechend der Regelungen zu diesen Dringlichkeitsstufen zu verfahren.

In Dringlichkeitsstufe III (< 70 Punkte) ist die Neubewertung langfristig, in Abständen von höchstens 5 Jahren, neu durchzuführen. Ergibt eine Neubewertung die Dringlichkeitsstufe I oder II so ist entsprechend der Regelungen zu diesen Dringlichkeitsstufen zu verfahren.

Folgende Verwendungen lassen sich mit Hilfe des Formblattes nicht beurteilen; sie sind wie folgt einzustufen:

- asbesthaltige Brandschutzklappen in Dringlichkeitsstufe III;
- asbesthaltige Brandschutztüren, bei denen die Asbestprodukte vom Blechkörper - mit Ausnahme notwendiger Öffnungen zum Öffnen und Schließen - dicht eingeschlossen sind, in Dringlichkeitsstufe III;
- asbesthaltige Dichtungen zwischen Flanschen in technischen Anlagen in Dringlichkeitsstufe III.

2.2 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ist die Sammelbezeichnung für eine Gruppe chemischer Substanzen, deren Molekülgerüst sich vom Benzol ableitet. PAK entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischen Materialien und sind z.B. in Steinkohlenteerölen, Dieselabgasen, Tabakrauch, bestimmten Räucherwaren bzw. Grillprodukten enthalten. PAK kommen natürlicherweise in Erdöl und Kohle vor.

In den 50er bis 70er Jahren wurden im Wohnungsbau flächendeckend Asphaltkleber für Parkettboden eingesetzt. Im April 1998 sind durch das Umweltbundesamt in Berlin Empfehlungen für Wohnungen mit Parkettboden bekannt gegeben und durch die ARGEBAU¹ mit Veröffentlichung der „PAK-Hinweise“² konkretisiert worden (s. Ablaufschema im Anhang). Die Beurteilung von Maßnahmen erfolgt dabei in einem abgestuften Verfahren anhand von Material- und Hausstaubbelastungen, da das Ausgasungsverhalten von PAK-belasteten Parkettklebern von verschiedenen Faktoren bestimmt wird, insbesondere von Alter, Zustand, Art, Häufigkeit der Reinigung sowie von der Raumnutzung.

PAK verfügen über einen intensiv-chemischen Teergeruch und verursachen Reizungen, chronische Haut-, Nerven- und Lebererkrankungen. Ein Großteil der Substanzen aus der Gruppe der PAK sind krebserzeugend. Das größte Erkrankungsrisiko ist durch das Einatmen PAK-belasteter Stäube gegeben, die insbesondere bei Kork- und Parkettabbrucharbeiten auftreten.

Die in der Liste der Environmental Protection Agency (EPA) enthaltenen Substanzen entsprechen dem Analyseumfang. Der bekannteste Vertreter ist Benzo(a)pyren, das als Leitsubstanz bei der analytischen Erfassung und der toxikologischen Beurteilung von PAK-belasteten Umweltproben zu Grunde liegt.

¹ Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder

² Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden

2.3 Künstliche Mineralfasern – KMF-

Unter künstlichen Mineralfasern (KMF) werden aus mineralischen Rohstoffen synthetisch hergestellte amorphe (glasige) Fasern verstanden. Sie umfassen Endlosfasern Mineralwolle, keramische Fasern und Spezialfasern. Es handelt sich bei künstlichen Mineralfasern somit um eine Gruppe verschiedener Faserklassen mit unterschiedlichen physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften.

Das von künstlichen Mineralfasern ausgehende gesundheitliche Risiko besteht in der Freisetzung von lungengängigem, möglicherweise krebserzeugendem Feinstaub. Diese Teilchen verbleiben unterschiedlich lange in den Alveolen; der Verbleib der sich langsam auflösenden Partikel in den Lungen kann zwischen Wochen und Jahre dauern. Der Anteil lungengängiger Fasern sowie die biologische Löslichkeit sind produktabhängig unterschiedlich in den „alten“ KMF-Produkten (bis 1996 bzw. 2000) vorhanden.

Für die Raumluft allgemein genutzter Räume bestehen keine Maßgaben. Der „Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden“ einer entsprechenden Kommission des Umweltbundesamtes geht bei ordnungsgemäß eingebauten KMF-Dämmungen von keiner Raumluftbelastung als Erfahrungswert aus. Mineralwolle vorkommen ohne Rieselschutz und mit sichtbaren Freisetzungen sollen hingegen unabhängig von Raumluftkontrollen („Stand der Technik“) direkt ausgetauscht werden. Ein zeitlicher Verlauf wird aber nicht konkretisiert.

Glasartige Mineralfasern mit einem Durchmesser unter 1 µm wurden 1980 vorsorglich in die Gruppe III B „Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential“ der TRGS 500 (Technische Regeln für Gefahrstoffe) aufgenommen. 1993 wurden Mineralfasern, die gemäß Faserdefinition der TRGS 905 eine Länge von mehr als 5 µm, einen Durchmesser von weniger als 3 µm und ein Längen-Durchmesser-Verhältnis von mindestens 3:1 aufweisen (WHO-Faser = Faser kritischer Größe), in der MAK-Liste in die Gruppe „als ob III A2“ eingestuft.

Vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) wurde 1994 mit dem Kanzerogenitätsindex (K_i) ein neues Bewertungsschema eingeführt, das auch die chemische Zusammensetzung der Fasern berücksichtigt. Hauptkriterium für die Krebsgefahr durch eine Faser kritischer Größe ist deren biologische Beständigkeit, die ihrerseits maßgeblich von der chemischen Zusammensetzung bestimmt wird. Demnach werden Mineralfasern mit einem $K_i \leq 30$ als krebserzeugend (Kategorie 1B) eingestuft; K_i -Werte zwischen 30 und 40 gelten für Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung Anlass zur Besorgnis geben (Kategorie 2, krebverdächtig). Ab einem K_i von 40 und darüber erfolgt eine Einstufung als nicht gefährdend.

2.4 Blei

2.4.1 Allgemeines

Blei (Pb) darf gemäß CLP-Verordnung in damit belasteten Stoffen ab 0,05 Massen-% Metall nicht in Verkehr gebracht oder verwendet werden, wenn sie zum Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt sind. Bei Tätigkeiten mit Blei und bleibelasteten Materialien gelten die Schutzmaßnahmen der TRGS 505.

Seit dem 1. Januar 2005 gilt für die Außenluft in ganz Europa ein Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit. Er beträgt $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Er wird mit $10 \text{ ng}/\text{m}^3$ als Mittelwert aller städtischen Messungen deutlich eingehalten [15].

Es bestehen keine Innenraumluftwerte, an Arbeitsplätzen sind nach EU-Vorgabe 98/24/EG $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuhalten, gem. TRGS 505 sind aber auch bei Einhaltung eines Arbeitsplatzgrenzwertes von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ andere Übertragungspfade als die Raumluft eher relevant .

Blei ist aufgrund seiner Dichte von $11,34 \text{ g}/\text{cm}^3$, aber hier mehr noch aufgrund seiner kritischen Eigenschaften, als Schwermetall anzusehen. Das Metall ist bei Raumtemperatur verformbar und hat nach dem anritzen einen typischen dunklen Glanz. Blei wird vom Menschen seit Beginn der Metallverwendungen, also nunmehr seit Jahrtausenden vielfältig eingesetzt. Bleiverbindungen werden vor allem als Pigmente genutzt.

Die größte Quelle für Bleibelastungen war im 20. Jahrhundert das mit Tetraethylblei verbleite, klopfeste Benzin. In Deutschland wurde es seit 1983 schrittweise ersetzt und Anfang 2000 EU-weit verboten.

In Deutschland werden seit 1973 keine Bleirohre mehr als Wasserleitung im Haus verwendet, im süddeutschen Raum endete der Einbau bereits vor über 100 Jahren. Von den Kommunen gab es unterschiedlich konsequent ausgeführte Austauschprogramme. Der Grenzwert für Blei im Leitungswasser lag ab dem 1. Dezember 2003 bei $25 \mu\text{g}/\text{L}$ und wurde am 1. Dezember 2013 auf $10 \mu\text{g}/\text{L}$ reduziert. Bei der Anwesenheit von Bleirohren wird dieser Wert regelmäßig überschritten

2.4.2 Verwendung

Als Bleifarben bekannt sind vor allem die orangefarbene Bleimennige (ein Bleioxid), sowie Bleicarbonat als Weißpigment. Beide wurden seit antiker Zeit verwendet. Bleimennige besteht aus dem Oxid Pb_3O_4 . Andere Bleioxide haben braune bis rote Farbtöne und wurden ebenfalls als Lackfarbepigment eingesetzt. Die leuchtend orange Bleimennige diente vor allem als Korrosionsschutz auf Eisenwerkstoffen. Bleiweiß ist das Bleicarbonat $PbCO_3$, das innen bis in die 1920er Jahre und außen bis in die 1960er-Jahre, oft mit Zinkweiß vermischt, für Holz- und Metalllacke mit 2-50% Anteilen verwendet wurde.

Leinöl Firnis enthält Blei als Trockenstoff (Sikkativ) und ist darüber auch in alten Linoleumbelägen enthalten.

Auch in Estrichschüttungen (Schlacken) wird heute noch Blei nachgewiesen. Darüber hinaus wurde und wird metallisches Blei zum Teil für Akkumulatoren, Kabelummantelungen, Behälter und Rohre sowie im Strahlenschutz eingesetzt.

Als Stabilisator in PVC, in Rostschutz- (Mennige) und Holzschutzmitteln, Imprägnierstoffen, Antifouling-Farben sowie zur Wasseraufbereitung wurden ebenfalls Bleiverbindungen eingesetzt. Heute darf Blei nur noch im Denkmalschutz verwendet werden.

2.4.3 Wirkungen und Einwirkungspfade

Blei wirkt im Gehirn und beeinträchtigt die Funktionsfähigkeit des Nervensystems. Besonders Kinder sind gefährdet. Sie zeigen oft Intelligenz-, Lern- und Konzentrationsstörungen. Auch die Immunabwehr kann gestört sein, was die Infektanfälligkeit erhöht. Eine krebserzeugende Wirkung von Blei ist nicht auszuschließen. Da sich Blei in den Knochen ablagert und danach remobilisiert wird, wirken Bleibelastungen auch nachlaufend.

Blei wird vor allem über die Nahrung z.B. über das Trinkwasser, belastete Trinkgefäße und Lebensmittel aufgenommen. Bei der Verwendung von Bleifarben kann es zu sehr starken Vergiftungsfällen kommen, denn neben der Verschleppung kann Blei auch fest oder staubförmig oral aufgenommen werden, zum Beispiel durch Staub in belasteten Innenräumen sowie in Außenbereichen wie Gärten und Kinderspielplätzen bzw. über verschmutzte Hände, die zum Mund geführt werden.

Der Bleigehalt im Hausstaub wurde in verschiedenen Studien betrachtet. Das deutsche Umweltbundesamt hat im Rahmen eines 1. Umwelt-Surveys 1985/86 in Staubsaugerbeuteln Blei mit einem Median von 24,2 mg/kg, einem 90. Perzentil von 142 mg/kg und einem Maximum von 13.920 mg/kg Staub bestimmt. Im 2. Umweltsurvey 1990/1992 wurden für diese Kategorien 4,80 und 36.986 mg/kg Blei im Staub aufgeführt.

Das österreichische Umweltbundesamt hat in der Studie „Hausstaub – ein Indikator für Innenraumbelastungen“ Bleibelastungen mit einem Mittelwert von 350 mg/kg und Einzelwerten zwischen 38 und 4.100 mg/kg festgestellt. Diese Werte fallen in internationalen Studien niedriger aus, werden aber wegen der Wirkung von Blei auf Kleinkinder als besonders problematisch eingestuft. Bleifarben und Hausstaub werden dabei als relevante Quellen erkannt.

Die Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) hat Messdaten aus verschiedenen Messinstituten statistisch ausgewertet und dabei im Hausstaub Blei im Mittelwert von 20 mg/kg festgestellt. Die AGÖF hat daraus einen Hintergrundwert von 5 mg/kg sowie einen Auffälligkeitswert von 150 mg/kg abgeleitet. Daraus sind keine Richtwerte für den Innenraum abzuleiten, aus Sinne der Vorsorge kann aber bei Überschreitung der Hintergrundwerte eine Überprüfung möglicher Quellen erfolgen und in Abwägung der Belastungshöhe einerseits und Aufwand der Maßnahmen andererseits eine Reduzierung angestrebt werden.

2.4.4 Sanierungsverfahren und Arbeitsschutz

Blei wird als Metall oder in Gegenständen händisch durch bergen, abnehmen oder ggf. durch ausstemmen der umgebenden Baumaterialien entfernt. Farbanstriche mit Bleipigmente können durch Abbeizen mit entsprechenden Chemikalien oder durch abrasive Verfahren mit direkter Absaugung und Nachreinigung entfernt werden. Es sind Arbeitsschutzmaßnahmen notwendig. Da in Deutschland kein Arbeitsplatzgrenzwert genannt ist, sind nach EU-Vorgaben 150 ng/m³ einzuhalten.

Tätigkeiten mit Blei sind nach Baustellenverordnung „besonders gefährliche Arbeiten“. Die zu treffenden Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Blei, anorganischen Bleiverbindungen sowie bleihaltigen Zubereitungen sind konkret in der TRGS 505 „Blei“ geregelt. Tätigkeiten mit bleihaltigen Gefahrstoffen werden in der TRGS 505, Kap. 3 Abs. 3, Pkt. 16 explizit genannt, etwa das Entfernen bleihaltiger Beschichtungen durch Abtrennen mit abrasiven Verfahren wie Bürsten, Schleifen und Strahlen oder durch Abbeizen. Als Tätigkeiten mit bleihaltigen Gefahrstoffen gelten ferner das Schweißen oder Brennschneiden, das Bearbeiten von Blei, Bleilegierungen und bleihaltigen Deckschichten durch mechanische Verfahren wie Schleifen, Polieren und Zerspanen oder durch thermische Verfahren.

Vor Aufnahme entsprechender Tätigkeiten ist durch eine fachkundige Person eine Gefährdungsbeurteilung gemäß Gefahrstoffverordnung zu erstellen. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind entsprechend der zu erwartenden Exposition nach TRGS 505 festzulegen. Bei Sanierungsarbeiten gelten zudem die TRGS 524 „Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ sowie die BG-Richtlinien für „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“, (DGUV 101 004 vorm. BGR 128). Die Sanierungsarbeiten sind als in sich geschlossenes Konzept von Beginn der Arbeiten bis zur Abfallentsorgung zu planen.

Es dürfen nur Firmen mit den Arbeiten betraut werden, die mit den dabei auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderliche Ausrüstung verfügen. Die Arbeiten dürfen nur nach einer Betriebsanweisung gemäß Gefahrstoffverordnung von geschultem Personal durchgeführt werden. Weiterhin sind eine Gefährdungsbeurteilung und ein A+S-Plan notwendig. Das Erfordernis, einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator einzuschalten und gegebenenfalls einen Sicherheits- und Gesundheitsplan aufzustellen, richtet sich nach den Vorgaben der Baustellenverordnung und ist anhand der konkreten Baustellengegebenheiten zu prüfen. Dabei sind insbesondere die Zahl der beteiligten Unternehmen sowie die Dauer der Baustelle zu berücksichtigen.

Wirksame Schutzmaßnahmen sind zum Beispiel Einhausungen, das Absaugen oder nasse Verfahren sowie die persönliche Schutzausrüstung. Diese Maßnahmen können finanziell geltend gemacht werden. Die Gewerke erhalten also mit relativ einfachen Mitteln Schutz vor allen Folgeschäden.

2.4.5 Abfallentsorgung

Die bei einer Bearbeitung anfallenden Abfälle werden grundsätzlich anhand der Abfallgenese eingestuft. Zum Beispiel kann Bauabfall als gefährlich eingestuft werden, wenn der Bleigehalt > 2.500 mg/kg beträgt.

2.5 Zink

Zink (Zn) ist als akut gewässergefährdend in EU-Kategorie 1 gemäß CLP-Verordnung eingestuft und wassergefährdend ab einer Konzentration von 0,1 Massen-%.

Das Schwermetall Zink ist ein für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen lebensnotwendiges Spurenelement. Höhere Konzentrationen sind jedoch giftig, besonders für Wasserlebewesen, wobei die Grenze zur Giftigkeit erst durch weit größere Mengen Zink überschritten wird, als z.B. bei anderen Spurenelementen wie beispielsweise Kupfer. Beim Menschen rufen größere Mengen von Zink-Salzen äußerlich Verätzungen, innerlich stark schmerzhafte Entzündungen der Verdauungsorgane hervor. Außerdem ist die Einnahme mit Metallgeschmack, Erbrechen usw. verbunden. Das Verschlucken von 1 bis 2 g Zink-Salzen (entspricht 275 bzw. 550 mg reinem Zink) führt beim Menschen zu einer akuten, aber vorübergehenden Übelkeit wenige Minuten nach der Aufnahme. Die Symptome können Unpässlichkeit, Schwindel, zugeschnürter Hals, Erbrechen, Kolik und Durchfall einschließen. Zinkchlorid und Zinksulfat können sich bilden, wenn saure Lebensmittel wie Salate, Früchte, Säfte in verzinkten Behältern zubereitet bzw. aufbewahrt werden.

Verringerte Zink-Aufnahme mit der Nahrung oder Zink-Ausschwemmung ruft bei Menschen und Versuchstieren einen Verlust der Geschmacksempfindung und Appetitmangel hervor, bei Kindern Störungen des Immunsystems. Zink ist metallischer Bestandteil von über 200 Enzymen.

Die Hauptmenge des erzeugten Zink wird zum Verzinken von Stahl gebraucht. Auch Anstrichstoffe mit hohem Zinkanteil wirken korrosionsschützend. Große Mengen Zink dienen ferner zur Erzeugung von Legierungen wie Messing oder Neusilber, zur Herstellung von galvanischen Elementen, Druckplatten, zum kathodischen Rostschutz, als Ätzmittel im Textildruck (Zinkstaub) und als Reduktionsmittel in der Metallurgie zur Gewinnung von Silber oder Gold sowie zur Herstellung von Zink-Verbindungen, z.B. in Pigmenten und Metallseifen.

2.6 Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall LAGA – mineralischer Abfall

Bodenaushub oder anfallender Bauschutt sind, wenn sich der Besitzer seiner Entledigen will oder muss, als Abfall anzusehen, der gemäß Abfallrecht ordnungsgemäß zu entsorgen, d.h. zu verwerten oder zu beseitigen ist. Nach dem Verwertungsgebot gem. § 5 Abs. 2 + 3 KrW-/AbfG ist im Einzelfall eine Verwertbarkeit zu prüfen, wobei eine unkontrollierte Verlagerung belasteten Materials in bislang unbelastete oder sensibel genutzte Bereiche ausgeschlossen werden sollte.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) hat 2003 die 5. Auflage der "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln" vorgelegt³.

In der aktuellen Version der LAGA₂₀ wurde der Allgemeine Teil der Technischen Regeln überarbeitet, wobei die dargestellten Anforderungen hinsichtlich der materialspezifischen Regelungen noch nicht konkretisiert sind. Eine Konkretisierung wurde bislang nur für den mineralischen Abfall Boden erarbeitet, der im Entwurf vorliegt, aber noch nicht verabschiedet ist.

Die LAGA₂₀ gilt in der oben genannten Version (11/03) für die Verwertung

- mineralischer Abfälle in technischen Bauwerken,
- mineralischer Abfälle, die zur Herstellung von Bauprodukten verwendet werden,
- von Boden, welcher unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht verwertet wird.
- Ziel dieser technischen Regeln ist die stoffliche Verwertung von Reststoffen/Abfällen zur Reduzierung der Abfallmengen und der Deponieentlastung, wobei gleichzeitig eine diffuse Verunreinigung der Umwelt durch die Verwertung verhindert werden soll.

Zur Beurteilung der mineralischen Reststoffe/Abfälle (Boden, Schlacke, Asche, Bauschutt) wurde ein mehrstufiges System verschiedener Einbauklassen mittels **Zuordnungswerten** Z 0 bis Z 5 eingeführt. In Abhängigkeit der festgestellten Schadstoffgehalte werden die Recyclingbaustoffe, der nicht aufbereitete Bauschutt bzw. der Bodenaushub diesen Einbauklassen zugeordnet.

³ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen/Reststoffen, 6. 11. 2003; 5. erw. Auflage; E. Schmidt Verlag

Tabelle 1: Einbauklassen gem. LAGA

Einbauklasse	Zuordnungswert als Obergrenze der Einbauklasse
uneingeschränkter Einbau	Z 0
eingeschränkter offener Einbau	Z 1.1
in hydrogeologisch günstigen Gebieten unter Beachtung der Vorbelastung (Verschlechterungsverbot)	Z 1.2
eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, z.B. Lärmschutzwall, Straßen- und Wegebau unter befestigten Flächen	Z 2
Deponierung auf entsprechend zugelassenen Deponien	Z 3 - Z 5

Die Zuordnungswerte sind Orientierungswerte, Abweichungen können zugelassen werden, wenn im Einzelfall der Nachweis erbracht wird, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird⁴. Diese Werte sind allgemein anerkannt und werden bei der Rechtsprechung berücksichtigt, besitzen jedoch nicht die Rechtsverbindlichkeit von Grenzwerten. Daneben können weitere Einzelheiten oder abweichende Regelungen in länderspezifischen Gesetzen, Erlassen u.a. Regelungen festgelegt sein, die dann ebenfalls heranzuziehen sind.

Für die **Einbauklasse Z 0** werden nur Recyclingbaustoffe sowie Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von Baustoffen zugelassen. Sie lässt eine uneingeschränkte Verwertung außer (aus Vorsorgegründen) bei sensibler Folgenutzung zu.

Bei Einhaltung der **Z 1-Werte** ist ein offener Einbau unter bestimmten Nutzungseinschränkungen möglich. Für die Verwertung gelten generell die Z.1.1-Werte, in hydrogeologisch günstig gelegenen Gebieten (durch bindige Deckschichten geschützter Aquifer) können im Einzelfall auch die Z 1.2.-Werte angewandt werden und das Material offen, aber mit Erosionsschutz (z.B. geschlossene Vegetationsdecke) eingebaut werden.

Die Zuordnungswerte **Z 2** stellen die Obergrenze für den Einbau von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar.

Bei einer Überschreitung der Z 2-Werte (**Z3 bis Z5**) bleibt lediglich die Entsorgung auf einer Deponie, einer entsprechend zugelassenen Anlage oder Maßnahme bzw. chemisch-physikalische, thermische oder mikrobiologische Vorbehandlung als möglicher Entsorgungsweg.

⁴ LAGA, Kap. 6.2; Hervorhebung durch WBI

