

Reinhold Rühl

Staub

auf Baustellen



Fraunhofer IRB  Verlag

Reinhold Rühl

Staub auf Baustellen

Reinhold Rühl

Staub auf Baustellen

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-7388-0125-5

ISBN (E-Book): 978-3-7388-0178-1

Herstellung und Satz: Fraunhofer IRB Verlag

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: BELTZ Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2019

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 970-2500

Telefax +49 7 11 970-2508

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1. Staub – je kleiner, umso gemeiner	11
2. E- und A-Staub	13
3. Stoffspezifische Stäube	15
3.1 Bleistaub	15
3.2 Holzstaub	17
3.3 Quarzstaub	18
3.4 Künstliche Mineralfasern	20
3.4.1 Mineralwolle-Dämmstoffe	22
3.4.2 Keramikfasern	23
3.5 Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen	23
3.6 Titandioxid	24
3.7 Dieselmotoremissionen	25
3.8 Gips	26
3.9 Nano	27
4. Staubvermeiden, eine Aufgabe der Bauherren	31
4.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz	31
4.2 Staubbelastungen durch Baustellen	32
4.3 Bauherren-Pflichten zur Staubminderung	33
5. Feinstaub in der Umweltdiskussion	39
6. Einstufungen, Grenzwerte, Regelungen	43
6.1 Blei	49
6.2 Quarz	51
6.3 Holz	56
6.4 Künstliche Mineralfasern	57
6.4.1 Mineralwolle-Dämmstoffe	58
6.4.2 Keramikfasern	59
6.5 E- und A-Staub	61
6.6 Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen	65
6.7 Titandioxid	67

6.8	Dieselmotoremissionen	68
6.9	Gips	70
6.10	Nano.	71
7.	Erkrankungen durch Stäube	73
7.1	Das deutsche Berufskrankheitensystem	74
7.2	Die BK-DOK	76
7.3	Staubbedingte Berufserkrankungen	77
7.3.1	Blei.	77
7.3.2	Holzstaub.	77
7.3.3	Quarz.	78
7.3.4	Künstliche Mineralfasern	80
7.3.5	Dieselmotoremissionen.	80
7.3.6	Asbest	81
8.	Staubbelastungen an Arbeitsplätzen	83
8.1	Messungen von Staub-Expositionen	83
8.2	Expositionsdaten sind verfügbar	86
8.3	Expositionen beim Bauen, Renovieren und Reinigen	88
8.3.1	Blei.	89
8.3.2	Holzstaub.	91
8.3.3	A-Staub und Quarzstaub	92
8.3.4	Mineralwolle-Dämmstoffe	96
8.3.5	Keramikfasern	96
8.3.6	Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen	96
8.3.7	Asphaltfrsen.	98
8.3.8	Dieselmotoremissionen.	101
8.3.9	Gips.	106
8.3.10	Nano	106
9.	Schutzmaßnahmen	109
9.1	Stationäre Absaugungen.	112
9.2	Staubarm reinigen mit Bau-Entstaubern	113
9.2.1	Entstauber mit hohen Absaugvolumina	115
9.2.2	L-, M- oder H-Sauger	115
9.3	Handmaschinen mit Absaugvorrichtung	116
9.4	Absaugbohrer / Absaugglocken	118
9.4.1	Absaugglocken	118
9.4.2	Absaugbohrer	120
9.5	Vorabscheider bei viel Staub	121

9.6	Staubarm arbeiten mit Luftreinigern	123
9.7	Staubschutzwände	125
9.8	Fuchsschwanzsägen	126
9.9	Staubarme Produkte einsetzen	126
	9.9.1 Einwegkartons	127
	9.9.2 Staubarme Produkte.	128
9.10	Besondere Schutzmaßnahmen	130
	9.10.1 Emissionsarme Verfahren bei Asbest.	130
	9.10.2 Blei.	132
	9.10.3 Dieselmotoremissionen.	132
	9.10.4 Nano	133
9.11	Atemschutz.	134
9.12	Betriebsanweisungen	137
Literatur.		139
Betriebsanweisung für Bleistaub		145
Betriebsanweisung für Keramikfasern.		146
Betriebsanweisung für Mineralwolle-Dämmstoffe, neu		147
Betriebsanweisung für Mineralwolle-Dämmstoffe, alt		148
Betriebsanweisung für Hartholzstaub		149
Betriebsanweisung für Weichholzstaub		150
Betriebsanweisung für Quarzstaub		151
Stichwortverzeichnis		152

Vorwort

Staub gibt es überall. Ob in der Wohnung, in der Natur, in den Städten, in der Landwirtschaft, beim Arbeiten. Staub ist allgegenwärtig. Staub ist auch lästig, aber er ist sozusagen normal, er ist sowieso da. Es ist üblich, dass in der Wohnung Staub gewischt oder gesaugt wird. Wenn es windig ist, wird Staub überallhin geweht und es gibt Arbeiten, die sind eine staubige Angelegenheit – es ist halt so. Aber muss es so sein?

Sicher, Hausstaub ist nahezu unvermeidlich und in der Nähe von landwirtschaftlichen Flächen wird auch in Zukunft bei der Getreideernte Staub in Wohngebiete ziehen. Aber es gibt auch Tätigkeiten, bei denen versucht wird, den Staub zu verhindern. Wenn ein Heimwerker oder eine Heimwerkerin ein Loch bohrt, um ein Bild aufzuhängen, steht da nicht regelmäßig der Partner oder die Partnerin mit dem Staubsauger daneben und saugt den aus dem Bohrloch kommenden Staub ab? Und gibt es nicht Handwerker, die damit werben, dass sie staubarm arbeiten? Dabei geht es immer um die Lästigkeit von Staub. Mit dem Absaugen möchte man das ansonsten notwendige, umfangreiche Reinigen vermeiden.

Staub ist aber auch gefährlich. Von Asbeststaub weiß das fast jeder, ebenso dürfte die Feinstaub-Diskussion der Umweltbehörden in Zusammenhang mit Dieselabgasen allgemein bekannt sein. Und was ist mit dem Staub von Mineralwolle-Dämmstoffen? Mit Holzstaub, der bei vielen Heimwerkerarbeiten und bei Bautätigkeiten anfällt? Wie ist das noch einmal genau mit dem Feinstaub? Was wird unter diesem Begriff in der Umweltdiskussion alles zusammengefasst? Ist Nano beim Bauen und Renovieren ein Thema? Und schließlich Quarzstaub; natürlich weiß man von den Lungenkrankheiten der Bergleute, aber ist Quarzstaub nicht auch Bestandteil der beim Bauen, in Steinbrüchen, in der Landwirtschaft anfallenden Stäube?

Zu diesen und weiteren Fragen zu Stäuben möchte dieses Buch Hintergrundinformationen liefern und Antworten geben. Der Schwerpunkt des Buches liegt bei Stäuben, die beim Bauen, Renovieren und Reinigen auftreten. Betrachtet wird der Staub vor allem aus Sicht des Arbeitsschutzes auf der Baustelle. Von den Stäuben, die bei diesen Arbeiten entstehen, sind nicht nur die jeweiligen Bauherren und Arbeiter, sondern ebenso die Bewohner der entsprechenden Gebäude und die Anwohner betroffen. Zudem werden viele dieser Arbeiten auch von HeimwerkerInnen durchgeführt.

Die Hintergründe für Einstufungen von Stäuben z.B. als krebserzeugend werden dargestellt, die Grenzwerte erläutert und auch die Feinstaubdiskussion im Umweltbereich wird thematisiert. Dabei wird nicht nur theoretisch über Grenzwerte geredet, sondern es werden die Konzentrationen von verschiedenen Stäuben, die bei unterschiedlichen Tätigkeiten auftreten können, dargestellt. Und es wird vor allem aufgezeigt, dass es fast immer möglich ist, staubarm zu arbeiten.

Asbest wird hier nur im Zusammenhang mit dem seit Mitte 2015 verstärkt diskutierten Vorkommen in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen behandelt.

Das Buch möchte für die Staubthematik sensibilisieren – weder verharmlosend noch dramatisierend. Es gibt Staubprobleme im privaten Bereich, in der Arbeitswelt und in der Umwelt. Meist ist es technisch möglich und erschwinglich, zumindest staubarm, wenn nicht staubfrei, zu arbeiten. Dies zu vermitteln ist das wesentliche Ziel dieses Buches.

1. Staub – je kleiner, umso gemeiner

Von Asbest, Blei, Holz, Quarz oder Mineralwolle geht im eingebauten Zustand in der Regel keine Gefahr aus. Auch werden diese Materialien zum Zeitpunkt ihres Einbaus nicht als Problem angesehen. Im Laufe der Zeit wurde aber deutlich, dass es sich hier um zum Teil krebserzeugende Stoffe und zum Teil um Stoffe mit anderen Eigenschaften handelt, die meist nicht im eingebauten Zustand, sondern erst bei einer Sanierung, also bei der Entfernung, zum Problem werden können. Erst in Staubform, als kleine Teilchen, werden sie problematisch. Staub ist vor allem dann gefährlich, wenn er eingeatmet werden kann oder sogar in die Lunge gelangt. Dann ist selbst Staub, der keine dieser Stoffe enthält, schädigend. Der früher für viele Stäube verwendete Begriff »inerte Stäube« war daher falsch gewählt.

Es fehlt in vielen Betrieben, aber auch bei den Beschäftigten, nach wie vor ein Bewusstsein für das Staubproblem. Für viele ist Staub harmlos, er wird vor allem als störend empfunden, weil er, einmal angefallen, mit Reinigungsarbeiten verbunden ist. Staub ist aber nicht nur störend, sondern tatsächlich gefährlich für Menschen. Zwar ist die Lunge grundsätzlich in der Lage, es mit kleineren Staubkonzentrationen aufzunehmen. Je tiefer der Staub jedoch in die Lunge vordringt, umso gefährlicher ist er. Gerade die feinsten Staubpartikel (0,1 – 1 µm; 1 µm entspricht einem Tausendstelmillimeter, also 0,001 mm) können besonders tief in die Lunge gelangen, wo sie anschließend die Lungenbläschen verkleben und über Monate und Jahre gelagert werden. Atmet man über lange Zeiträume hohe Staubmengen ein, bricht der natürliche Reinigungsprozess der Lunge zusammen. Abbildung 1 zeigt, wie die Größe der Staubpartikel bestimmt, wie tief Staub eingeatmet wird.

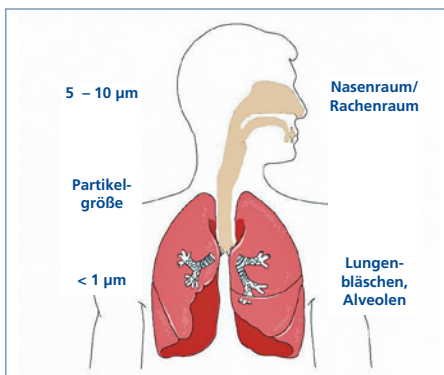


Abbildung 1: je kleiner, umso tiefer gelangen die Staubteilchen in den Körper

Auch bei »kurzfristigen« Arbeiten wird viel feiner Staub aufgewirbelt (z. B. beim laut Anhang der GefStoffV verbotenen Kehren mit dem Besen), der sich dann stundenlang in der Luft hält, bevor er durch Lüftung oder durch Absinken aus der Atemluft entfernt ist.

Sichtbar für die Betroffenen sind nur hohe Konzentrationen von größerem, einatembarem Staub (E-Staub), der sich deutlich schneller absetzt als alveolengängiger Staub (A-Staub). Ist der Staub erst einmal aufgewirbelt, bleibt er lange Zeit in der Luft. Fast sieben Stunden benötigt ein Staubpartikel der Größe von 1 μm , um einen Meter zu sinken (Abbildung 2). Entsprechend lange kann der Staub eingeatmet werden und den Menschen gefährden. Erschwerend kommt hinzu, dass besonders feine Staubpartikel mit dem menschlichen Auge nicht sichtbar und somit nicht als mögliche Gefährdung »gesehen« werden. Nur wenn dieser Staub im direkten Sonnenlicht ist, wird er sichtbar. Jeder kennt den Effekt, dass an den Stellen, an denen Sonnenstrahlen ins Zimmer scheinen, kleine Staubeilchen zu sehen sind. Natürlich sind diese Teilchen überall im Zimmer, nicht nur dort, wo die Sonnenstrahlen scheinen. Ob sich der gefährliche feine Staub »verzogen« hat, ist schwierig zu beurteilen. Er ist noch lange präsent, wenn er schon nicht mehr in der Luft gesehen bzw. vermutet wird.

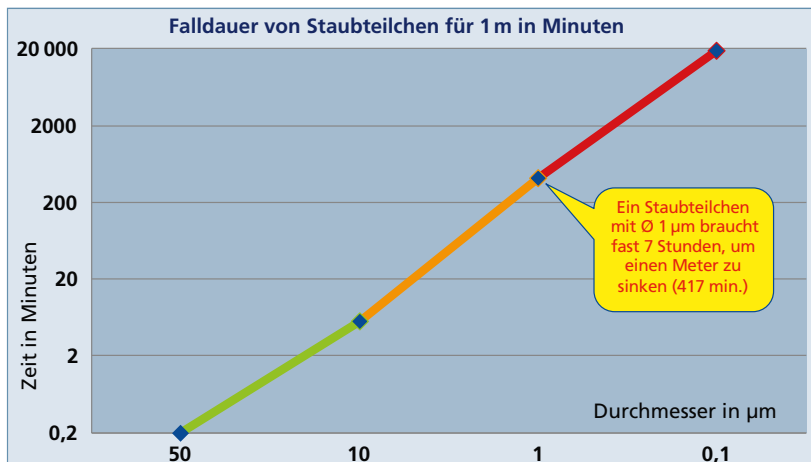


Abbildung 2: Wie schnell sinken Staubteilchen?

2. E- und A-Staub

In diesem Buch geht es um feine Stäube, Stäube die man einatmen kann und die dann zu chronischen Schäden führen können. Das ist der Staub, der gemeint ist mit »es ist aber ziemlich staubig hier«. Wobei – den wirklich gefährlichen, weil besonders feinen Staub kann man normalerweise gar nicht sehen.

Im Arbeitsschutz unterscheidet man zwischen einatembaren (E-) und alveolengängigen (A-) Staub. Einatembare ist alles, was der Mensch einatmen kann. Der Großteil davon bleibt in der Nase, im Mund oder den oberen Atemwegen hängen und wird durch Husten, Niesen und Nase putzen wieder entfernt. Nur die ganz kleinen Teilchen, Durchmesser etwa 1 µm, können bis in die Alveolen gelangen. Im Umweltschutz werden Feinstaub-Kategorien wie PM_{2,5} oder PM₁₀ verwendet. Auf Letzteres wird in Kapitel 5 eingegangen.

A- und E-Staub wurden früher auch als »inert« Staub bezeichnet. Zwar sind die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) für A- und E-Staub (siehe Kapitel 6.5) nicht anzuwenden für

- lösliche Stäube,
- Stäube, die anderweitig reguliert sind,
- Stäube mit spezifischer Toxizität, d. h. Stäube mit erbgutverändernden, krebserzeugenden (Kategorie 1 und 2 des AGS; siehe Seite 45), fibrogenen oder sensibilisierenden Wirkungen,
- Lackaerosole,
- Stäube mit Nanomaterialien.

Trotzdem sehen der Ausschuss für Gefahrstoffe und die MAK-Kommission erhebliche Gefahren, wenn die Arbeitsplatzgrenzwerte für A- und E-Staub überschritten werden (siehe Kasten nächste Seite). »Inert«, lateinisch »untätig«, also unbedenklich, sind Stäube daher keinesfalls, selbst wenn sie keine Stoffe enthalten, von denen gesundheitsschädliche Wirkungen bekannt sind.

Der Arbeitsplatzgrenzwert für A-Staub von 1,25 mg/m³ wurde aus Tierstudien abgeleitet, u. a. aus einer Tierstudie mit Tonerstäuben und einer Tierstudie mit Titandioxid (TiO₂). Für TiO₂ wurde im Juni 2017 von der ECHA, der Europäischen Chemikalienagentur, die Einstufung »krebverdächtig« vorgeschlagen. Hierzu hat die Diskussion gerade begonnen (siehe auch Kapitel 6.7). TiO₂ ist u. a. in weißen Farben enthalten und kann auf Baustellen beim Abschleifen dieser Farben in Staubform auftreten.

Letzten Endes bedeutet dies alles vor allem, dass die Grenzwerte eingehalten werden müssen. Wenn staubarm gearbeitet wird, gleichgültig, welcher Staub vorliegt, besteht meist keine Gesundheitsgefahr mehr.

Aus der Begründung für den Arbeitsplatzgrenzwert für A-Staub:

Ziel des AGW für A-Staub ist die Vermeidung von chronischen, partikelbedingten Entzündungsprozessen in der Lunge, womit auch gleichzeitig hieran gekoppelte pathologische Veränderungen, wie z. B. Fibrosen und die im Tierexperiment an Ratten beobachtete Entstehung von Lungentumoren verhindert werden.

Zusammen mit umweltmedizinischen Daten, die einen Einfluss von Staubpartikeln sogar im Mikrogramm-Konzentrationsbereich auf die herzkreislauf- und lungenbedingte Morbidität und Mortalität anzeigen, sprechen die in arbeitsmedizinischen Untersuchungen gewonnenen Informationen dafür, dass auch sehr niedrige Staubbelastungen nicht vernachlässigbare Effekte hervorrufen können.

3. Stoffspezifische Stäube

In den Stäuben auf Baustellen können zahlreiche Stoffe vorhanden sein. In der Regel handelt es sich dabei um Holzstaub oder mineralischen Mischstaub, der bei der Bearbeitung von Sand-, Kalksand-, Ziegelstein, Gips, Zement oder Beton entsteht.

Im Folgenden werden diese Stoffe einzeln besprochen, um die Besonderheiten und spezifischen Gefährdungen herauszuarbeiten. Obwohl Tabelle 1 sicher nicht vollständig ist, wird in diesem Buch vor allem auf Quarz, Blei, Holz und Künstliche Mineralfasern eingegangen. Asbest wird nur im Zusammenhang mit den möglichen Vorkommen in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen diskutiert.

Tabelle 1: Stäube auf Baustellen, Einstufungen und Regelungen

Asbeststaub	krebserzeugend, TRGS 517 und 519
Bleihaltiger Staub	fruchtschädigend, TRGS 505
Dieselmotoremissionen	krebserzeugend, TRGS 554
Gipsstaub	Arbeitsplatzgrenzwert, TRGS 900
Hartholzstaub	krebserzeugend, TRGS 553
andere Holzstäube	krebsverdächtig, TRGS 553
Keramikfasern	krebserzeugend, TRGS 558
Mineralwolle-Dämmstoffe	krebsverdächtig, TRGS 521
Quarzstaub	krebserzeugend, TRGS 559

3.1 Bleistaub

Blei und seine Verbindungen sind giftig und fruchtschädigend, d. h. das Kind im Mutterleib kann geschädigt werden. Daher sind vor allem Schwangere gefährdet und dürfen nicht exponiert werden. Da eine Schwangerschaft auch der Frau selbst in den ersten Tagen und Wochen nicht bekannt ist, bedeutet dies, dass alle Frauen, die schwanger werden können, Bleiverbindungen nicht ausgesetzt werden dürfen. Denn fruchtschädigende Stoffe können ihre Wirkung schon sehr früh in der Schwangerschaft entfalten. So traten die Schädigungen durch Contergan (Thalidomid) auf, wenn das

Schlafmittel in der so genannten »sensiblen Phase« der Organentwicklung zwischen dem 27. und 40. Tag nach der Empfängnis eingenommen wurde.

Bleivergiftungen nahmen im Zuge der Industrialisierung unter den beruflichen Schädigungen bald die erste Stelle ein. Inzwischen hat Blei diese »Führungsrolle« längst verloren. Auch die innere Bleibelastung der Allgemeinbevölkerung geht nach der Substitution der Bleizusätze in Kraftfahrzeugtreibstoffen und der Verminderung industrieller Emissionen stetig zurück.

Bleiverbindungen waren auch in Anstrichstoffen verbreitet. Die Gefährdung von Malern durch Arbeiten mit Mennige (Pb_3O_4) an Eisen- und Stahlkonstruktionen ist zumindest den Älteren geläufig. Ebenso dürfte vielen noch in Erinnerung sein, dass es gelegentlich zu Vergiftungen bei Kühen kam, nachdem auf der grünen Wiese ohne große Schutzmaßnahmen Strahlarbeiten an mit Mennige beschichteten Strommasten durchgeführt worden waren.

Bleiweiß (basisches Bleicarbonat; $2 \text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$) war vor allem in Holzanstrichen wegen seiner guten Deckkraft gebräuchlich. Blei wurde bis 1960 sowohl im Innenbereich wie auch im Außenbereich zur Beschichtung von Holzbauteilen in den alten Bundesländern verwendet. In den neuen Bundesländern wurden bleiweißhaltige Beschichtungen bis zum Jahr 1990 eingesetzt, vermutlich wurden Reste anschließend noch aufgebraucht. Im Bereich denkmalgeschützter Gebäude war auch danach die Verwendung von bleihaltigen Farben noch zulässig. Die Bleigehalte in den mit Bleiweiß pigmentierten Beschichtungsstoffen (Öl- oder Alkydharzlackfarben) betrugen üblicherweise zwischen 2 und 30 Massen-%, in Einzelfällen bis zu 50 Massen-%. Es ist offensichtlich, dass bei solchen Bleigehalten beim Bearbeiten dieser Flächen eine erhebliche Belastung der Beschäftigten vorliegen kann.

Bei der Bearbeitung entsprechender Holzbauteile (Türen, Fenster, Rahmen) muss daher immer von einer Bleiexposition der Beschäftigten ausgegangen werden. Bei der Bearbeitung der Oberflächen können zumindest in Teilbereichen wie Kanten oder bei Glättung von »Farbnasen« etc. auch tiefere Farbschichten erreicht werden. Insbesondere beim trockenen Abschleifen, beim Heißluftföhnen oder gar beim Abbrennen entstehen hohe Belastungen durch Bleistäube und -rauche, die es zu vermeiden gilt.

Das Risiko ist im Einzelfall insbesondere vom Bleigehalt des Anstrichstoffes abhängig. Aber auch das Arbeitsverfahren und die Arbeitsbedingungen haben einen wesentlichen Einfluss. Gefährdet ist nicht nur der Handwerker, sondern auch der Heimwerker bei Renovierungen von Fenstern, Türen und Möbeln.

3.2 Holzstaub

»Deutsche Eiche kann Krebs erzeugen« war 1985 die Überschrift eines Artikels über die neue Liste der MAK-Kommission [Welzbacher, 1985]. Buchen- und Eichenholzstaub wurde in die Gruppe der Stoffe eingestuft, die beim Menschen erfahrungsgemäß bösartige Geschwülste verursachen können. Beide Holzstaubarten wurden mit der Fußnote »Stäube epidemiologisch eindeutig krebserregend. Verursachendes krebserzeugendes Prinzip derzeit noch nicht identifiziert« versehen [Welzbacher, 1985]. Schon länger waren alle Holzstäube von der MAK-Kommission als Krebsverdachtsstoffe eingestuft, in dieser Kategorie blieben auch die anderen Holzstäube, die Stäube von Weichhölzern wie Kiefer oder Fichte.

1985 hieß es weiter »Die praktischen Auswirkungen dieser Einstufung in der Bevölkerung wird man abwarten müssen, ob nun also etwa deutsche Familienväter in Panik ihre eichenen Anbauschrankschrankwände und altdeutsche Küchenfronten auf den Sperrmüll werfen werden.«

Inzwischen ist klar – der beim Schleifen von Parkett und anderen Holzfußböden entstehende Holzstaub ist gefährlich. Stäube von Harthölzern wie Eichen- und Buchenholzstäube sind nicht nur in der MAK-Liste, sondern auch in der gesetzlich relevanten TRGS 905 als krebserzeugend eingestuft. Erste Anzeichen eines durch Harthölzer verursachten Nasenkrebses können sein: Behinderung der Nasenatmung, vermehrte Sekretabsonderung aus der Nase und häufiges, aber meist nur leichtes Nasenbluten.

Der durch Hartholzstäube ausgelöste Nasenkrebs, das Adenokarzinom, entwickelt sich relativ langsam. Der Krebs wächst von seinem Entstehungsort in der mittleren Nasenmuschel aus kontinuierlich zerstörend in das umliegende Gewebe, beispielsweise in die Augenhöhlen, die Nasennebenhöhlen und in die vordere Schädelbasis bis in das Gehirn. Tochtergeschwülste in den Halslymphknoten oder Streuung der Krebszellen auf dem Blutweg treten erst in sehr fortgeschrittenen, nicht mehr heilbaren Stadien auf. Die durchschnittliche Latenzzeit zwischen Holzstaubexposition und dem Beginn der Erkrankung liegt bei etwa 40 Jahren. Entsprechende Erkrankungen werden regelmäßig als berufsbedingt anerkannt (Kapitel 7.3.2).

Viele Holzarten sind zudem als hautsensibilisierend eingestuft (u. a. Akazie, Palisander, Mahagoni), sie können somit zu Allergien führen.

3.3 Quarzstaub

Quarz hat die chemische Formel SiO_2 und ist nach den Feldspäten das häufigste Mineral der Erdkruste. Bei höheren Temperaturen wandelt sich Quarz in die ebenfalls kristallinen Modifikationen Tridymit und Cristobalit um.

In technischen Datenblättern oder Sicherheitsdatenblättern wird häufig der Bestandteil SiO_2 genannt. Hierbei ist zu unterscheiden, ob es sich um die kristalline Phase SiO_2 (also Quarz, Cristobalit oder Tridymit) oder um den als Oxid ausgewiesenen Anteil von Siliciumdioxid einer chemischen Elementanalyse handelt (dabei wird Silicium bestimmt und als SiO_2 dargestellt). Das gilt z. B. für Silikate wie Feldspäte, Zeolith und Olivin. Hier sind immer noch andere Stoffe enthalten, z. B. Zirkonium beim Zirkon ($\text{Zr}[\text{SiO}_4]$) oder Magnesium und Eisen beim Olivin ($(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$).

Wenn somit der Gehalt an SiO_2 angegeben wird, ist die Summe aus Quarz (»freies« SiO_2) und rechnerischem SiO_2 -Gehalt der Nebenbestandteile des Rohstoffs (»gebundenes« SiO_2) gemeint. Der Quarz-Gehalt kann maximal gleich dem SiO_2 -Gehalt sein, in der Regel ist er kleiner. Es ist nicht möglich, aus dem Quarzgehalt eines Quarzrohstoffes den SiO_2 -Gehalt abzuleiten, oder umgekehrt¹.

Weiterhin kann auch nicht-kristallines SiO_2 (amorphe Kieselsäure) auftreten, dessen toxikologische Eigenschaften erheblich unproblematischer sind. Amorphe Kieselsäuren werden in der Bauwirtschaft als Hilfsstoffe bei Lacken, Farben oder Klebstoffen eingesetzt sowie als Zugabe zu Harzen. Auch werden ungesättigte Polyesterharze (UP-Harze) und Epoxidharze zur Einstellung unterschiedlicher Viskosität für die Herstellung von Industrieprodukten mit Kieselsäuren versetzt. Kieselgur ist natürliche amorphe Kieselsäure und besteht hauptsächlich aus den Schalen fossiler Kieselalgen (Diatomeen).

Quarz wird in reiner Form kaum zum Bauen verwendet (außer evtl. beim Abstreuen von Gussasphalt oder Bodenbeschichtungen). Allerdings sind sehr viele Baumaterialien quarzhaltig, manche sogar hoch quarzhaltig. Auf Baustellen gibt es vorwiegend Mischstäube, d. h. Stäube mit Quarzgehalten von wenigen Prozenten bis hin zu hochquarzhaltigen Stäuben. Dieser Quarzgehalt ist kein Problem im eingebauten Zustand, also im Putz, im Beton, in den Fliesen.

Quarz wird wie Asbest erst dann zum Problem, wenn die Bausubstanz bearbeitet wird. Beim Abbruch, Bohren, Schleifen, Dosen setzen, Schlitzfräsen usw. wird krebserzeugender Quarzstaub freigesetzt. Darüber wird in den Diskussionen über »Gebäudeschadstoffe« selten gesprochen. Vielleicht, weil Quarzstaub ubiquitär auf Baustellen ist. Vielleicht auch, weil man davon

¹ www.dguv.de/staub-info/was-ist-staub/quarzstaub/index.jsp

ausgeht, dass die Gefahren nicht so groß sind. Rational erklären lässt sich allerdings diese Zurückhaltung nicht, denn während Quarzstaub zu Krebs-erkrankungen beim Menschen führt, gilt dies z. B. für alte Mineralwolle nicht. Trotzdem ist alte Mineralwolle ein Gebäudeschadstoff, während Quarzstaub zumindest bisher kaum als solcher betrachtet wird. Dabei würde die Berücksichtigung von Quarzstaub in den Sanierungskonzepten von Gebäuden bei anderen Gebäudeschadstoffen vieles erleichtern. Denn die bei der Exposition gegenüber Quarzstaub zu ergreifenden Maßnahmen erleichtern es in vielen Fällen, auch andere Gebäudeschadstoffe sicher zu entfernen.

Quarz kommt überall vor, er ist ubiquitär in der Natur (Quarz macht 12 % der oberen Erdkruste aus) und der Arbeitswelt. Entsprechend sind auch die Stäube in der Natur und an vielen Arbeitsplätzen quarzhaltig. In der Steine- und Erden-Industrie, im Berg- und Tunnelbau, der Gießerei, in der Glas- und Porzellan-Industrie, in der Bau- und Landwirtschaft, usw. sind die Beschäftigten quarzhaltigen Stäuben ausgesetzt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über den Quarzgehalt von Baustoffen.

Tabelle 2: Quarzgehalte (Masse%) in Baustoffen

Roter Mainsandstein	ca. 50 – 80 %
Odenwälder Granit	ca. 30 – 40 %
Beton, Kalksandstein	ca. 25 – 60 %
Schiefer	bis 40 %
Ton	30 – 40 %
Porenbetonsteine	bis ca. 30 %
Mauerziegel	ca. 5 – 15 %
Kalkstein	bis 10 %
Porphyr	bis 10 %
Marmor	ca. 1 – 2 %
Zement	< 2 %

»Respirable crystalline silica is one of the substances with the highest respiratory health risk to construction workers, together with asbestos« [EU Commission, 2016]. Dies macht deutlich, wie gefährlich Quarzstaub ist, zusammen mit Asbest ist es eine der Substanzen mit dem größten Gesundheitsrisiko.

Wer jahrelang quarzhaltige Stäube einatmet, kann an einer Silikose oder Siliko-Tuberkulose erkranken und sogar Lungenkrebs bekommen. Quarzstaub kann narbige Veränderungen des Lungengewebes auslösen, wenn er tief in die Lungenbläschen gelangt. Normales Lungengewebe wird dann von narbigen Knötchen und Fasersträngen verdrängt, die sich zu größeren Schwielen und Knoten verbinden. Je mehr Lungengewebe zerstört ist, desto stärker sind Atemfunktion, Sauerstoffaufnahme und Durchblutung der Lunge eingeschränkt. Die beginnende Silikose zeigt ähnliche Symptome wie eine chronische Bronchitis mit Husten, Auswurf, zunehmender Infektanfälligkeit und Atemnot. Die durchschnittliche Expositionszeit für eine Erkrankung beträgt 20 Jahre, der Ausbruch der Erkrankung erfolgt meist erst über 40 Jahre nach Beginn der Exposition (siehe Kapitel 7.3). Silikosen können aber schon nach wenigen Jahren auftreten. Selbst nach Beendigung der belastenden Tätigkeit kann die Erkrankung fortschreiten.

Quarzstaub kann bei hoher Belastung auch zu akuter Silikose führen. So reichten wenige Monate bei türkischen Sandstrahlern von Jeans bei einer Exposition von 75 mg/m^3 Quarzstaub aus, um eine Silikose zu erlangen [Nies, 2017].

Vor Quarz im Sandkistensand braucht man sich deshalb aber nicht zu fürchten. Es gibt keine Silikosen bei Kindern, die in der Sandkiste gespielt haben und keinerlei Hinweise, dass sie später häufiger an der Lunge erkranken. Zwar liegt am Nordseestrand Quarzsand. Silikosen bei Strandurlaubern oder -anwohnern sind trotzdem nicht bekannt. Erkrankte Arbeiter waren sehr viel höheren Mengen an Quarzstaub in der Atemluft ausgesetzt als in der Sandkiste denkbar sind, und das über viele Jahre. Zudem haben vor allem frisch gebrochene Oberflächen (wie sie z. B. im Bergbau, aber auch wie sie beim Bauen und Sanieren entstehen, z.B. beim Bohren) eine besonders starke toxische Wirkung.

3.4 Künstliche Mineralfasern

Künstliche Mineralfasern (KMF) ist der Sammelbegriff für eine große Gruppe von mineralischen Fasern. Die Fasern werden aus aufgeschmolzenen Rohstoffen über unterschiedliche Düsen- oder Schleuderverfahren erzeugt. Dabei entstehen glasige (nicht kristalline) Fasern mit Durchmessern von 2 bis $20 \text{ }\mu\text{m}$. Zur Herstellung von Mineralwolle werden u. a. Mischungen aus Flaschen- oder Fensterglas mit Sand, Kalk, Soda oder Gestein wie Basalt eingesetzt. Den Fasern werden dann i. d. R. Bindemittel wie Naturharze, Phenol, Harnstoff oder Formaldehyd zugesetzt. Damit bei der Verarbeitung nicht zu viel Staub auftritt, wird häufig bis 1 % Mineralöl zugegeben.

KMF weisen eine Vielzahl hervorragender technischer Eigenschaften auf, was zu breiten Anwendungsmöglichkeiten geführt hat. Sie werden bei der Wärme-, Kälte- und Schallisolierung von Gebäuden, aber auch für Isolierungen von Rohrleitungen verwendet.

Den positiven technischen Eigenschaften der KMF stehen die Gesundheitsgefahren durch die Fasern gegenüber. Sind die Fasern in den Stäuben ausreichend klein und werden eingeatmet, gelangen sie bis in die Lunge. Ihre gesundheitsschädigende Wirkung hängt sowohl von der Geometrie als auch von der Biobeständigkeit ab. Als kritisch betrachtet man Fasern (so genannte WHO-Fasern; WHO = World Health Organisation, Weltgesundheitsorganisation)

- mit einer Länge $> 5 \mu\text{m}$,
- einem Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$ und
- einem Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis von > 3 zu 1.

Mit der Biobeständigkeit wird das Auflösungsverhalten der Fasern im menschlichen Körper beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die Fasern im Körper zu Reizungen führen (»die Faserspitzen reizen die Zellwände«). Die Fasern können diese Wirkung im Körper umso mehr entfalten, umso länger sie beständig sind. Zu diesen Biobeständigkeiten gibt es zahlreiche Untersuchungen. Abbildung 3 beruht auf den Angaben in der IARC Monographie 81 »Man-made vitreous Fibres« (2002). Sie macht die Unterschiede der Biobeständigkeiten verschiedener Fasern deutlich.

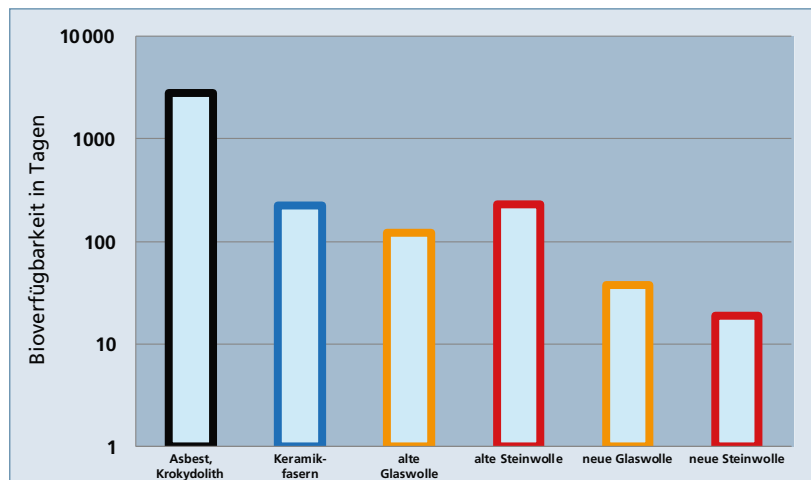


Abbildung 3: Tage, nach denen lt. IARC-Monographie 81, S. 258/259, 90 % der Fasern nicht mehr vorhanden sind (Zeitachse logarithmisch)

Um möglichen Gesundheitsrisiken durch KMF zu begegnen, wurde bereits 1980 in der MAK-Werte-Liste (MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration) der Deutschen Forschungsgemeinschaft eine Einstufung der künstlichen Mineralfasern als »möglicherweise krebserzeugend« vorgenommen. Diese Einstufung wurde von der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen.

Erst als die MAK-Kommission vorgeschlagen hatte, die Einstufung zu verschärfen und die Fasern zum Teil als krebserzeugend zu bewerten, horchte die Fachwelt auf und es erfolgten sehr heftige Auseinandersetzungen. Die strittigen Diskussionen waren in der Praxis kaum noch nachvollziehbar und führen bis heute zu einer großen Verunsicherung. Heute ist akzeptiert, dass Keramikfasern und alte Mineralwolle eingestuft sind, neue Mineralwolle hingegen nicht.

3.4.1 Mineralwolle-Dämmstoffe

Ca. 95 % der Produktion von künstlichen Mineralfasern entfallen auf die Herstellung von Mineralwolle-Dämmstoffen. Sie sind entsprechend ihren Rohstoffen vor allem bekannt als Glas- oder Steinwolle. Seit 2000 wird unterschieden in alte und neue Mineralwolle-Dämmstoffe. Der Einsatz der »alten« Mineralwolle-Dämmstoffe ist in Deutschland verboten. Die »neue« Generation von Dämmstoffen steht nicht mehr im Verdacht, krebserzeugend zu sein, bei der Verarbeitung dieser Produkte sind lediglich die Mindestschutzmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Stäuben zu ergreifen. Das zwischenzeitlich am Markt eingeführte RAL Gütezeichen ermöglicht ein einfaches Erkennen dieser Produkte durch den Verarbeiter und Verbraucher. Wesentlich mehr Schutzmaßnahmen sind beim Umgang mit »alten« Mineralwolle-Dämmstoffen notwendig. Grundsätzlich dürfen diese Produkte seit dem 1. Juni 2000 in Deutschland weder hergestellt noch verwendet werden. Unter »alten« Mineralwolle-Dämmstoffen werden Produkte zusammengefasst, die nicht die Kriterien des Anhangs II Nr. 5 der Gefahrstoffverordnung erfüllen. Nach der TRGS 905 »Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe« sind die aus »alter« Mineralwolle freigesetzten Faserstäube als krebserzeugend zu bewerten.

Der Umgang mit »alten« Mineralwolle-Dämmstoffen ist daher nur noch im Zuge von Demontage-, Abbruch-, Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten zulässig. Für diese Tätigkeiten sind besondere Arbeitsschutzmaßnahmen erforderlich, die z. B. in der Handlungsanleitung »Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen« [BG BAU, 2010] beschrieben werden. Auch sollten nur fachkundige Betriebe nach TRGS 521 diese seit einigen Jah-

ren nicht mehr anzeigepflichtigen Arbeiten durchführen. Die ausgebauten Dämmstoffe dürfen weder geworfen noch offen gelagert und transportiert werden.

Die heute auf dem Markt angebotenen Mineralwolle-Dämmstoffe (»neue« Mineralwolle-Dämmstoffe) sind auf Grund ihrer besseren Biolöslichkeit frei vom Krebsverdacht.

3.4.2 Keramikfasern

Keramikfasern werden vor allem im Hochtemperaturbereich eingesetzt, oberhalb 600°C bis zu 1.800°C. Das Hauptanwendungsgebiet der Keramikfasern liegt daher bei der Wärmedämmung von Industrieöfen und Abgasrohrleitungen. In der Bauwirtschaft werden Keramikfasern vor allem im Feuerfest-, Ofen- und Schornsteinbau verwendet. Sie werden heute oft als Aluminiumsilikatwollen (ASW-Wollen) bezeichnet.

Keramikfasern enthalten Anteile an einatembaren kritischen WHO-Fasern. Sie sind weniger biolöslich wie Mineralwolle-Dämmstoffe (Abbildung 3). Bestimmte keramische Mineralfasern wirken im Tierexperiment nachweislich krebserzeugend. Seit 1997 sind diese Fasern daher im Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG als krebserzeugende Stoffe der Kategorie 2 aufgelistet (Kategorie 1B nach CLP-Verordnung).

Sobald Keramikfasern einmal erhitzt wurden (auf Grund ihres Anwendungsbereiches i. d. R. über 800°C) kristallisieren sie, d. h. sie verlieren ihre gläserne, amorphe Struktur. Dann besteht kein Faserproblem mehr, sondern ein Staub-Problem. Denn bei der Kristallisation entsteht Cristobalit, eine Modifikation von Quarz die ebenfalls silikogen ist [Rühl, 1987].

3.5 Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen

Die Gefahren durch Asbest sind allgemein bekannt. Bis Ende der 70er Jahre wurde Asbest in großen Mengen in Industrie und Handwerk eingesetzt. Dann wurde langsam akzeptiert, dass Asbest beim Menschen Krebs verursacht. Es dauerte aber bis 1993, bis in Deutschland die Verwendung von Asbest verboten wurde.

Damit war das Asbestproblem aber keineswegs gelöst. Denn in Kraftwerken, in der Schifffahrt, in Schutzkleidung und natürlich auch in vielen Gebäuden musste und muss weiterhin Asbest entsorgt werden. Vor allem aber sind auf Grund der langen Latenzzeit (Zeitraum zwischen Asbestexposition und Aus-

bruch der Erkrankung, bei Asbest etwa 40 Jahre) noch immer eine steigende Zahl von Asbesterkrankungen zu verzeichnen.

Asbeststaub ist sehr gefährlich. Daher müssen Arbeiten, bei denen asbesthaltige Substanzen bearbeitet werden, von Spezialfirmen ausgeführt werden. Es würde den Rahmen dieses Buches sprengen, auf die notwendigen Schutzmaßnahmen bei solchen Arbeiten einzugehen.

Seit Mitte 2015 ist aber eine Asbestanwendung verstärkt in der Diskussion, die durch eine Broschüre des VDI und des Gesamtverbandes Schadstoffsanierung einem größeren Publikum bekannt wurde: Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen [VDI, 2015]. In der Broschüre wird festgestellt, dass in bis zu 25 % der entsprechend untersuchten Gebäuden Asbest in sehr geringen Mengen (< 1 %) in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen enthalten sein kann. Diese Massen sollen von Herstellern mit Asbest versetzt worden sein, aber auch von Handwerkern soll Asbest vor Ort auf der Baustelle den Mörteln, Putzen und Fliesenklebern zugemischt worden sein. Da das Asbestverbot seit 1993 gilt und man davon ausgeht, dass anschließend noch Restbestände von den Handwerkern entsprechend verarbeitet wurden, vermutet man in Gebäuden, die vor 1996 errichtet wurden, solche »Asbestvorkommen«.

Weiterhin wird zumindest von einigen Experten davon ausgegangen, dass dieses Zumischen nur in den alten Bundesländern erfolgt ist. Offen bleibt, ob bei Sanierungen zwischen 1990 und 1995 auch in den neuen Ländern von den Handwerkern Asbest den Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen zugemischt worden ist.

Daher wird hier auf Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen eingegangen, denn es ist zu erwarten, dass es noch einige Zeit dauern wird, bis die notwendigen Umgangsregeln formuliert sind und eine ausreichende Zahl von Firmen qualifiziert worden ist.

Es muss in jedem Fall staubarm gearbeitet werden, wie in Kapitel »Schutzmaßnahmen« beschrieben wird. Damit wird die Asbestfaserkonzentration bei diesen Arbeiten zumindest minimiert [Rühl, 2017].

3.6 Titandioxid

Weltweit werden jedes Jahr mehrere Millionen Tonnen Titandioxid (TiO_2) in Farben und Lacken, in Zahnpasta, Kaugummis und Sonnencremes eingesetzt. Dieses wichtigste und meistgenutzte Weißpigment ist nach Ansicht des Ausschusses für Risikobeurteilung (RAC) der Europäischen Chemikalienagentur ECHA möglicherweise krebserregend [ECHA, 2017; s.a. Science Media Center, 2017].

Es ist nicht neu, dass von Titandioxidstäuben Gesundheitsgefahren ausgehen können. Der 2014 festgelegte Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für A-Staub von $1,25 \text{ mg/m}^3$ wurde u. a. an Stäuben von Titandioxid abgeleitet. In der Begründung für diesen AGW für A-Staub wird deutlich, dass der früher oft verwendete Begriff »inert Staub« nicht richtig war (siehe Kasten »Aus der Begründung für den Arbeitsplatzgrenzwert für A-Staub«; Kapitel 2). Diese Stäube können zu Problemen führen »wie z. B. Fibrosen und die im Tierexperiment an Ratten beobachtete Entstehung von Lungentumoren«.

Dabei handelt es sich um reine Partikeleffekte, denn Titandioxid gilt gemeinhin als Musterbeispiel für einen granulären biobeständigen Staub (GBS) ohne bekannte stoffspezifische Toxizität. Bei sehr hohen Dosen kann es aber durch GBS zu Überladungseffekten in der Versuchstierlunge kommen, mit der Folge von chronischen Entzündungen und schließlich Krebs. Der in Deutschland gültige AGW für A-Staub von $1,25 \text{ mg/m}^3$ schützt vor diesen Entzündungen und damit auch vor Tumoren, auch bei Titandioxid.

Für Baustellen bedeutet das, dass eine mögliche Einstufung von Titandioxid nicht zu erhöhten Schutzmaßnahmen führen würde. Beim Handanstrich mit TiO_2 -haltigen Farben und Lacken besteht ohnehin keine Gefahr, da TiO_2 nicht flüchtig ist. Werden TiO_2 -haltige Substanzen wie Lacke gespritzt, muss wie bei allen Spritzarbeiten Atemschutz verwendet werden. Auch beim Bearbeiten von Beschichtungen, ob TiO_2 -haltig oder nicht, sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen, z. B. abgesaugte Schleifmaschinen.

3.7 Dieselmotoremissionen

Das Abgas der Dieselmotoren enthält einen Feststoff-Anteil (Dieselrußpartikel), sowie gasförmige Anteile (Stickoxide (NO , NO_2), CO , CO_2). Von diesen Abgasbestandteilen gehen sowohl entzündliche (vor allem Stickoxide) als auch krebserzeugende (Dieselrußpartikel) Wirkungen aus. Dabei ist zu beachten, dass sowohl die Tierstudien als auch die epidemiologischen Studien zu Wirkungen des Dieselabgases, auf einer Belastung durch Abgase insgesamt basieren. Vor allem bei epidemiologischen Studien waren die einbezogenen Kollektive immer dem Abgas ausgesetzt, nicht nur den Partikeln oder nur den Stickoxiden. Natürlich gibt es Studien nur mit NO oder NO_2 , aber keine Studie nur mit dem Partikel-Anteil des Abgases. Eine Diskussion, welcher Anteil welche Wirkung hat, erscheint daher wenig hilfreich und lenkt nur davon ab, dass die Abgasbelastung insgesamt reduziert werden muss. Ein weiterer Aspekt sorgt immer wieder für Verwirrung. Im Arbeitsschutz werden die Dieselrußpartikel in der Arbeitsluft als Masseanteil gemessen (mg/m^3 elementarer Kohlenstoff). Dies wird derzeit noch als Dieselmotor-

emission (DME) bezeichnet. Mit der Überarbeitung der TRGS 554 »Abgase von Dieselmotoren« wird sich dies ändern. Auch dort wird dann von Dieselußpartikel die Rede sein. In der Umweltdiskussion wird mehr von Feinstaub gesprochen, es werden Partikel gezählt (Kapitel 8.3.8).

Da alle Studien, an denen Grenzwerte und Wirkungen der Dieselmotorabgase abgeleitet wurden, auf Konzentrationen in mg/m^3 basieren (und nicht auf Anzahl der Dieselußpartikel/ m^3), wird sich der Arbeitsschutz auch in Zukunft darauf beziehen. Denn schon der Tierschutz lässt es nicht zu, dass diese Studien wiederholt werden, nur damit man angeben kann, wie Grenzwerte und Wirkungen von der Partikelzahl abhängen.

Auch der Hinweis, dass die Dieselmotorabgase heute ja einen höheren Anteil an feineren Partikeln haben, ändert daran nichts. Denn der Anteil der feineren Partikel im Abgas ist vor allem deshalb höher, weil die größeren Partikel kaum noch vorhanden sind. Zudem lenkt auch diese Diskussion nur davon ab, dass die Abgase reduziert werden müssen.

Sowohl im Arbeitsschutz als auch in der Umweltdiskussion wird in letzter Zeit mehr über Stickoxide im Abgas diskutiert, wie über die Dieselußpartikel. Dies ist mehr als unverständlich. Denn die Dieselußpartikel sind als krebserzeugend eingestuft, die Stickoxide »nur« als reizend.

3.8 Gips

Gips ist ein in der Natur sehr häufig vorkommendes Mineral der Zusammensetzung $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Gips wird vorwiegend bergmännisch als Gipsgestein gewonnen, fällt aber auch als Nebenprodukt verschiedener großtechnischer Verfahren an.

Beim Erhitzen von Gips auf etwa 110°C entsteht gebrannter Gips (Hemihydrat), bei 130 bis 160°C Stuckgips, ein Gemisch aus viel Hemihydrat und wenig Anhydrit. Beim weiteren Erhitzen entsteht Anhydrit (reines CaSO_4). Technisch nutzt man das Vermögen des Gipses, das durch Erhitzen (Brennen) teilweise oder ganz verlorene Kristallwasser beim Anrühren mit Wasser wieder aufzunehmen und dabei abzubinden.

REA-Gips ist Gips aus **R**auchgas**e**n**s**chwefelungs**a**nlagen (»REA«) von Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen befeuert werden. Dabei reagiert das in den Abgasen enthaltene Schwefeldioxid mit Kalkstein zu Gips. Der so gewonnene REA-Gips ist chemisch identisch mit dem in der Natur vorkommenden Gips (Naturgips). Die Nutzung von REA-Gips spart den Aufwand für dessen Beseitigung oder Deponierung und schont gleichzeitig die natürlichen Ressourcen.

Auf dem Bau wird Gips meist in Form von REA-Gips für Gipswandbauplatten, sowohl für Zwischenwände als auch für Gipskartonplatten für den Trockenbau, als Grundstoff für verschiedene Putze und Trockenestriche verwendet, daneben auch als Grundierung und Füllmittel. Durch Vermengen mit Kalk erzeugt man für Stuckarbeiten Gipskalk, der formbar wie Plastilin wird, bevor er aushärtet.

Da der abgebundene Gips eine gewisse Wasserlöslichkeit besitzt, werden Gipsbaustoffe überwiegend für den Innenausbau verwendet.

Gips ist biolöslich, d. h. eingeatmeter Gipsstaub löst sich im Körper auf, bevor er eventuellen Schaden anrichten kann. Daher gehen von Gipsstaub kaum Gesundheitsgefahren aus.

3.9 Nano

Sind Nanomaterialien gefährlich oder nicht? Eine abschließende Beurteilung der Gefährdungen ist derzeit nicht möglich. Die möglichen Gefahren für Mensch und Umwelt bei Tätigkeiten mit Nanomaterialien werden seit vielen Jahren erforscht. Nicht nur das Umweltbundesamt weist darauf hin, dass bei Nanomaterialien neben den technischen Vorteilen, auch mögliche Gefährdungen für Menschen und Umwelt zu beachten sind.

Mit Nano werden Materialien bezeichnet, deren Teilchen in mindestens einer Dimension – also Länge, Breite oder Höhe – nanoskalig sind. Nanoskalig ist der Größenbereich von etwa 1 bis 100 nm (Nanometer). Ein Nanometer ist der milliardste Teil eines Meters, er verhält sich zu einem Meter wie der Durchmesser eines Fußballs zum Durchmesser der Erde ($1\text{ mm} = 1.000\text{ }\mu\text{m} = 1.000.000\text{ nm}$).

Nanomaterialien können in verschiedenen Formen auftreten: als Nanopartikel (alle Dimensionen nanoskalig), Nanofaser (zwei Dimensionen nanoskalig) oder Nanoplättchen (eine Dimension nanoskalig).

Seit vielen Jahren wird auch in der Bauwirtschaft über Nanomaterialien diskutiert. Was sind eigentlich Nanomaterialien, welche neuen technischen Möglichkeiten bieten sie, sind sie gefährlich, welche Schutzmaßnahmen sind zu treffen und vor allem, in welchen Baustoffen sind überhaupt Nanomaterialien drin?

Bei einer Vielzahl von Bau- und Reinigungsprodukten wird im Handelsnamen, auf den Gebinden, in der Werbung oder in technischen Merkblättern auf Nano oder neuartige bzw. verbesserte Eigenschaften hingewiesen. Nachfolgend beispielhaft einige Anwendungen:

- Das wohl bekannteste Beispiel für neuartige Eigenschaften ist die selbstreinigende Oberfläche durch den Lotus-Effekt. Dieser Effekt wurde dem Lotusblatt nachgeahmt und für Fassadenfarben und -putze »nachgebaut«.
- Selbstreinigende Oberflächen werden auch durch den photokatalytischen Effekt erzeugt. Es gibt mittlerweile viele Anwendungen, wie Fassadenbeschichtungen, Pflastersteine, Dachziegel oder Glasoberflächen. Auch Innenwandfarben oder -putze sowie Wand- und Bodenfliesen werden mit dem Effekt ausgestattet, um Gerüche abzubauen.
- Silber-Nanopartikel sind die am häufigsten eingesetzten Nanoteilchen. Man findet sie in vielen Alltagsprodukten sowie in Innenwandfarben.
- Zinkoxid- oder Titandioxid-Nanopartikel in Holzlasuren oder Klarlacke schützen das Holz vor UV-Licht. Durch den Einsatz von Siliziumdioxid-Nanopartikel werden Holzlacke kratzbeständiger.
- Ultrahochfester Beton bekommt mit einem Zusatz von Nanosilica und Mikrosilika eine stahlähnliche Druckfestigkeit. Man kann dadurch filigranere Bauwerke mit hoher Tragfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit erstellen.

Auf Grund vieler Anfragen zu diesem Thema hat die BG BAU eine Nano-Liste erstellt. Die Nano-Liste informiert über Produkte, die mit »Nano« ausgelobt werden oder nanotechnologische Eigenschaften (wie z. B. die antibakterielle Wirkung oder den photokatalytischen Effekt) nutzen. Es wird angegeben, ob diese Effekte auf den Zusatz von Nanoteilchen oder auf Nanostrukturen zurückzuführen sind. Auf der Webseite zu Nano in Bau- und Reinigungsprodukten² ist auch das Nanorama Bau zu finden, ein online-Tool zur Qualifizierung für den sicheren Umgang mit Nanomaterialien auf Baustellen. Mit dem »Nanorama Bau« können Vorkommen, Risiken und Präventionsmaßnahmen von Nano auf Baustellen auf spielerische Art erkundet werden.

Die Bedeutung der Nanotechnologien und -materialien für die Bauwirtschaft nimmt ständig zu. Oftmals ist jedoch nicht klar, ob die mit »nano« bezeichneten Produkte auch tatsächlich Nanomaterialien enthalten. Denn Nanotechnologie umfasst mehr als nur den Zusatz von Nanoteilchen in Produkten. Dazu zählen auch z. B. Materialien mit Nanostrukturen.

Für die Hersteller besteht keine gesetzliche Verpflichtung, Angaben zum Einsatz von Nanomaterialien in ihren Produkten auf dem Gebinde oder dem Sicherheitsdatenblatt zu machen. Zwar schlägt der Verband der Chemischen Industrie in einem Leitfaden vor, im Sicherheitsdatenblatt auf die enthaltenen Nanomaterialien hinzuweisen. Dies erfolgt aber für fast keines der Produkte

² www.bgbau.de/praev/fachinformationen/gefahrstoffe/nano/nanorama-bau

in der Nano-Liste. Das heißt, man kann aus den Herstellerangaben nicht eindeutig erkennen, ob Nanomaterialien in den Produkten enthalten sind. Schließlich ist Nano ein Begriff, der Fortschritt, neue Möglichkeiten und Innovationen verkörpert. Er wird daher gerne zu Marketingzwecken verwendet. Die Entwickler der Produkte und die Anwendungstechniker haben dann das Problem, dass sie bei Anfragen erklären müssen, dass in den Produkten unter Umständen keine Nanomaterialien enthalten sind und das Wort Nano von der Marketingabteilung eingefügt wurde. Dieser Trend, »Nano« zu Marketingzwecken zu verwenden, ist allerdings mittlerweile aufgrund der Diskussionen über die möglichen Gefährdungen durch Nanomaterialien rückläufig.

Die Nano-Liste der BG BAU soll Antworten auf diese offenen Fragen geben. Die Liste besteht aus Produktnamen, Hersteller, Anwendungen und einer kurzen Bemerkung, ob die Produkte nanotechnologische Effekte aufweisen sowie ggf., ob diese Effekte auf den Zusatz von Nanomaterialien oder auf Nanostrukturen zurückzuführen sind. Diese Angaben wurden bei den jeweiligen Herstellern ermittelt.

Insgesamt kann die Nano-Liste der BG BAU ohne Vorkenntnisse genutzt werden, es wird nicht vertieft auf Definitionsfragen eingegangen. Auch nimmt die Nano-Liste der BG BAU kein Nanoregister vorweg. Die Nano-Liste wurde aufgrund von Anfragen, die an die BG BAU herangetragen wurden, zusammengestellt. Sie soll eine Hilfe für die Anwender von Bau- und Reinigungsprodukten darstellen und nicht für Nanoexperten. Sie enthält Produkte, die mit »Nano« ausgelobt werden oder nanotechnologische Effekte nutzen.

Die Liste ist nicht vollständig und wird laufend aktualisiert. Es besteht auf der Internetseite der BG BAU³ die Möglichkeit, um die Aufnahme weiterer Nanoprodukte in die Liste zu bitten. Die Nano-Liste der BG BAU macht deutlich, dass die Zahl der Bau- oder Reinigungsprodukte, die tatsächlich Nanomaterialien enthalten, sich in Grenzen hält. Nicht immer ist Nano drin wo Nano drauf steht [Ziegler, 2010].

Nanofasern, vor allem Nano-Kohlenstoffröhrchen (Carbo-Nanotubes) werden (noch) nicht in der Bauwirtschaft eingesetzt. Beim Umgang mit diesen Nanomaterialien ist nach Ansicht vieler Experten erhöhte Aufmerksamkeit notwendig. Gibt es eine Analogie zum Asbest? Hier ist noch vieles unklar. Die in diesem Buch zu Nano gemachten Aussagen beziehen sich ausdrücklich nicht auf Carbo-Nanotubes.

3 www.bgbau.de, Webcode 3056845

4. Staub vermeiden, eine Aufgabe der Bauherren

Baustellen können zu Beeinträchtigungen und Belästigungen der Anwohner und in der Nachbarschaft führen. Neben dem Lärm hat hier Staub eine besondere Bedeutung. Vor allem während sommerlicher und trockener Wetterperioden gibt es immer wieder Beschwerden über Baustellen aus der Nachbarschaft. Verursacht werden Baustellen-Emissionen zwar von den Baufirmen, vergessen wird aber oft, dass nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz der Bauherr als »Anlagenbetreiber« hier Verantwortung trägt [Pischke et al, 2013; Berlin, 2011].

4.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz

Baustellen sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). Nach § 22 BImSchG sind Baustellen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. § 22 fordert auch, nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken (siehe Kasten »§ 22 Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG)«).

Als schädliche Umwelteinwirkungen gelten Immissionen (z.B. Luftverunreinigungen), die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren oder erhebliche Nachteile für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen (§ 3(1) BImSchG). Hierzu gehören u. a.

- Lärm,
- Stäube,
- Abgase von Baumaschinen und Baufahrzeugen.

Es reicht aus, wenn diese Immissionen erhebliche Belästigungen darstellen. Den in § 22 Abs.1 BImSchG geregelten Pflichten muss der Betreiber der Baustelle eigenverantwortlich nachkommen. Betreiber einer Baustelle ist, wer den bestimmenden Einfluss auf das Baugeschehen ausübt. Dies ist diejenige oder derjenige, die oder der über die Einrichtung einer Baustelle, den Bauablauf und die Art und Weise, wie und was gebaut wird, entscheidet. In der Regel ist der Bauherr der Betreiber der Baustelle.

§ 22 Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG):

§ 22 Pflichten der Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen

(1) Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass

1. schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind,
2. nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden und
3. die beim Betrieb der Anlagen entstehenden Abfälle ordnungsgemäß beseitigt werden können. ...

Kommt der Bauherr seinen Verpflichtungen, die sich aus § 22 Abs. 1 BImSchG ergeben, nicht nach, so kann die für den Vollzug des BImSchG zuständige Behörde die erforderlichen Maßnahmen anordnen (§ 24 BImSchG). Beachtet der Baustellenbetreiber eine solche Anordnung nicht, so kann die zuständige Behörde die Baustelle vorübergehend ganz oder teilweise stilllegen (§ 25 Abs. 1 BImSchG).

4.2 Staubbelastungen durch Baustellen

Auf Baustellen wird bei vielen Arbeiten Staub erzeugt. Nicht immer lässt sich dies völlig vermeiden, oft wird aber nicht genug getan, um die Entstehung oder zumindest die Verbreitung von Staub auf Baustellen zu vermeiden. Auf Grund der in § 22 Abs. 1 BImSchG geregelten Pflicht zur Immissionsverhinderung bzw. Immissionsreduzierung ist bereits dem Entstehen von Emissionen entgegenzuwirken.

Sicher wird der Bezug auf § 22 BImSchG nicht bei jeder Staubquelle auf Baustellen herangezogen werden müssen. So ist z. B. aber das trockene Schneiden von Steinen oder Betonteilen zwar noch oft üblich und es könnte deswegen zu einem Verfahren wg. § 22 BImSchG kommen. Die Gefahrstoffverordnung verbietet aber schon seit langem dieses trockene Schneiden, sodass hier vor allem die Baufirma gefragt ist.

Auch wenn

- Gebäude oder Gebäudeteile abgerissen werden,
- Staub von Baustellenfahrwegen aufgewirbelt wird,
- Staub bei Bodenvermörtelungsarbeiten entsteht,
- ...

können Belastungen der Umgebung der Baustelle auftreten, die unter den § 22 BImSchG fallen. Bei denen somit der Bauherr verpflichtet ist, die Entstehung von Staub zu verhindern oder zumindest zu vermindern.

4.3 Bauherren-Pflichten zur Staubminderung

Staubimmissionen werden im Zusammenhang mit dem Betrieb von Baustellen besonders wirkungsvoll verhindert bzw. verringert, indem der Entstehung von Stäuben vorgebeugt wird. Daher hat sich jeder Bauherr schon bei der Planung einer baulichen Maßnahme mit den möglichen Auswirkungen der Baustelle auf die Umwelt und die Nachbarschaft zu beschäftigen.

Bei der Baustellenplanung und -einrichtung sind die in den einzelnen Bauphasen erfolgenden staubemittierenden Arbeiten oder Vorgänge zu ermitteln und staubmindernde Maßnahmen festzulegen. Dabei sind die Nachbarschaft der Baustelle, die dort befindlichen Gebäude und die sensiblen Nutzungen zu beachten (Wohnungen, Sozialeinrichtungen, Spielplätze, intensiv durch Passanten genutzte öffentliche Verkehrsflächen u. ä.), wenn sie durch den von der Baustelle verursachten Staub beeinträchtigt werden können.

Für jede Tätigkeit und die eingesetzten Maschinen und Geräte sind diejenigen technischen und organisatorischen Maßnahmen festzulegen, die geeignet sind, unvermeidbare Staubemissionen auf ein Mindestmaß zu beschränken. Dazu ist eine frühzeitige Abstimmung mit allen Gewerken notwendig.

Dabei ist zu bedenken, dass von den aus Arbeitsschutzgründen notwendigen Schutzmaßnahmen im Rahmen der Rangfolge der Maßnahmen

- staubfreie bzw. -arme Arbeitsverfahren,
- kollektiv wirkende Schutzmaßnahmen (wie den Einsatz staubbindender Mittel),
- organisatorische Maßnahmen (wie Unterweisungen),
- persönliche Schutzmaßnahmen

nur die ersten beiden auch einen Schutz der Anwohner gewährleisten. Die organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen des Arbeitsschutzes sind keine Maßnahmen im Sinne des BImSchG. Es ist offensichtlich, dass der Bauherr insbesondere persönliche Schutzmaßnahmen (Atemschutz) nicht als »Nachbarschaftsschutz« einplanen kann.

Bei langandauernden Bauarbeiten (länger als 12 Monate) und umfangreichen Baustellen (Fläche des Baugrundstücks mehr als 5.000 m²) ist es empfehlenswert, die festgestellten emissionsrelevanten Tätigkeiten sowie die

zur Beschränkung der Staubemissionen festgelegten Maßnahmen in einem Staubbminderungskonzept festzuhalten.

Bei baurechtlich relevanten Vorhaben sollte das Staubbminderungskonzept auf der Baustelle bereit gehalten und den mit der Überwachung der Baustelle beauftragten Dienstkräften / Behördenvertretern auf Verlangen vorgelegt werden.

Betriebswirtschaftliche Erwägungen und die Bewertung der Verhältnismäßigkeit der eingesetzten Mittel müssen den Grundsatz der Vorsorge vor gesundheitlichen Gefahren oder erheblichen Belästigungen der auf der Baustelle beschäftigten Personen und der Nachbarschaft berücksichtigen. Der Bauherr muss daher auch durch Staubvermeidungs- bzw. -verminderungsmaßnahmen entstehende Mehrkosten tragen.

Vor allem bei Abbruch von baulichen Anlagen sind vorher mögliche Umweltprobleme abzuschätzen (Freisetzung von Gefahrstoffen in Luft, Boden und Grundwasser; Anfall und sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle).

Werden Bauleistungen ausgeschrieben, so sollten in den besonderen Bestimmungen und im Leistungsverzeichnis der Ausschreibung die zur Verminderung der Staubemissionen notwendigen Maßnahmen aufgenommen werden und im Bauvertrag Berücksichtigung finden.

Bei der Baustellenplanung und -einrichtung sind z. B. folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Verlade- und Umschlagorte (auch Silos), sowie Standorte von Aggregaten mit Verbrennungsmotoren sind so wählen, dass der Abstand zu benachbarten sensiblen Nutzungen möglichst groß ist.
- Die örtliche Lage und die Art der Befestigung von Baustraßen sind auch unter dem Aspekt der Abstände zu sensiblen nachbarschaftlichen Nutzungen und der Hauptwindrichtung sorgfältig zu erwägen.
- Maßnahmen zur Staubbindung auf Baustraßen (z. B. Befeuchtung unbefestigter Baustraßen) sind festzulegen; ggf. ist bei einem hohen Fahrzeugaufkommen oder langandauernder trockener Witterung eine mindestens tägliche Reinigung einzuplanen.
- Die Baustraßen sind insbesondere bei trockener Witterung nur mit Schrittempo zu befahren und die Aufstellung von diesbezüglichen Hinweisschildern ist vorzusehen (sind witterungsbedingte Staubaufwirbelungen nicht wahrscheinlich, sollte trotzdem eine Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 15 km/h festgelegt werden).
- Für staubemittierende Arbeiten sind nur solche Technologien, Maschinen und Geräte vorzusehen, die eine weitgehende Vermeidung bzw. Verminderung von Staubemissionen gewährleisten.
- Staubende Bereiche sind, sofern das möglich ist (z. B. an Gerüsten), durch Planen von der Umgebung zu trennen.

- Schuttrutschen und -container sind durch dichte Umhüllung als Staubquellen weitgehend auszuschließen (Abbildung 4).
- Regelmäßige Prüfungen der staubmindernden Einrichtungen und Maßnahmen (z. B. Siloaufsatzfilter und Überfüllsicherung bei Silos) sind vorzusehen, die Funktionstüchtigkeit der eingesetzten Maschinen und Geräte ist auch unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung bzw. Verminderung von Staubemissionen zu gewährleisten.
- Der Einsatz von ordnungsgemäß nach Herstellervorschrift gewarteten Diesellaggregaten ist sicherzustellen; möglichst Dieselmotoren mit Partikelfilter einsetzen.



Abbildung 4: Schuttrutschen und -container sind dicht umhüllt

Es sind emissionsarme Technologien auszuwählen:

- Verschmutzte Arbeitsbereiche regelmäßig mit Entstaubern reinigen, Kehren ist aus Arbeitsschutzgründen seit Langem verboten;
- Absaugen von Stäuben am Entstehungsort durch Einsatz von Maschinen mit Absaugungen;
- Bei Umschlagverfahren auf geringe Abwurfhöhen achten;
- Großflächige Abwürfe bei Abbruchobjekten in ein vorbereitetes Kiesbett vornehmen;
- Abbruch-/Rückbauobjekte möglichst grobstückig abtransportieren und an Orten zerkleinern, die über stationäre staubmindernde Einrichtungen verfügen (Recyclinganlagen);
- Niederschlagen von Stäuben bei Abbruchobjekten durch Wasservorhang;
- Bei staubverursachenden Arbeiten Maschinen und Geräte verwenden, die über technische Einrichtungen zum Erfassen von Stäuben oder zum Binden bzw. Niederschlagen von Stäuben verfügen (z. B. Steinsägen mit Befeuchtungseinrichtung für Nassschneideverfahren; Wasser regelmäßig erneuern!);
- Abdecken oder befeuchten von Ablagerungen bzw. beim Transport staubender Stoffe.

Bei Grabenarbeiten sollte aus Umwelt- und Arbeitsschutzgründen erwogen werden, ob nicht Flüssigboden ausgeschrieben werden kann. Mit Flüssigboden werden nicht nur Erschütterungen der Nachbargebäude und ggf. ein Absenken des Grundwasserspiegels vermieden, Flüssigboden führt auch zu staubarmem und abgasfreien Arbeiten (der Einsatz der krebserzeugende oder giftige Abgase erzeugenden Rüttelplatten und Stampfer ist nicht mehr notwendig). Weiter verhindert Flüssigboden Vibrationskrankheiten bei den Bedienern von Rüttelplatten und schließlich ereignen sich weniger Unfälle durch Verschütten (die Bauarbeiter müssen deutlich weniger in den Graben). Flüssigboden wurde daher Ende 2012 vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Rahmen des 9. Deutschen Gefahrstoffschuttpreises ausgezeichnet⁴.

Staubemissionen werden oft durch mangelndes Wissen über die erwähnten emissionsmindernden Maßnahmen und durch fehlende oder ungenügende Sorgfalt bei der Durchführung staubender Tätigkeiten bzw. der Be- oder Verarbeitung von staubenden Stoffen verursacht oder begünstigt. Daher hat der Bauherr oder ein von ihm Beauftragter dafür zu sorgen, dass die bau-

4 www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Gefahrstoffschuttpreis/Gefahrstoffschuttpreis_node.html

ausführenden Firmen über die Notwendigkeit der Vermeidung von Staubemissionen und die auf der Baustelle dafür vorgesehenen Maßnahmen und Technologien informiert werden. Der Bauherr hat darauf zu achten, dass nur Beschäftigte auf der Baustelle tätig sind, die entsprechend unterwiesen wurden.

Die Umsetzung der geplanten, festgelegten und bekannt gegebenen emissionsmindernden Maßnahmen ist durch den Bauherren oder ein von ihm Beauftragten regelmäßig zu überwachen (z. B. Kontrollgänge, Kontrollbuch, Baubesprechung). Ob der Sicherheits- und Gesundheitskoordinator (SiGeKo) nach Baustellenverordnung diese Aufgaben nach BImSchG mit übernimmt, bedarf der vertraglichen Vereinbarung zwischen Bauherr und SiGeKo.

Es ist ratsam, eine rechtzeitige und umfassende Information der Nachbarschaft über das Bauvorhaben und seinen Ablauf zu organisieren. Damit kann das Konfliktpotenzial beim Auftreten unvermeidbarer Staubemissionen vermindert werden. Dabei sind zumindest Angaben wie

- die vorgesehene Bauzeit,
- die emissionsverursachenden Bauarbeiten sowie
- deren voraussichtliche Dauer und
- eine Kontaktstelle für Beschwerden (Telefonnummer)

öffentlich zu machen. Neben den in Landesbauordnungen geforderten Baustellenkennzeichnungen (z. B. Baustellenschild) sind Aushänge in benachbarten Wohnhäusern oder eine Information in der Lokalpresse empfehlenswert.

Der Bauherr hat den Schlüssel für eine möglichst emissionsarme Baustelle in der Hand. Durch die Einplanung entsprechender Techniken, Aufklärung der beauftragten Baufirmen und deren Beschäftigten können die Emissionen deutlich verringert werden. Dies ist nicht nur im Interesse einer reibungslosen Baustelle und für eine gute Zusammenarbeit mit den Anwohnern notwendig, sondern die Pflicht der Bauherren nach § 22 BImSchG.

5. Feinstaub in der Umweltdiskussion

Feinstaub ist ein Teil des in der Umwelt vorkommenden Schwebstaubs. Unabhängig davon, ob die Staubpartikel natürliche oder industrielle Ursache haben oder ob sie sich aus gasförmigen Substanzen wie Schwefel- und Stickoxiden und Ammoniak bilden.

Die heutige Definition des Feinstaubes geht zurück auf den 1987 eingeführten »National Air Quality-Standard for **P**articulate **M**atter« (kurz als PM-Standard bezeichnet) der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde EPA (Environmental Protection Agency).

In der ersten Fassung der amerikanischen Richtlinie wurde der Standard PM10 definiert, für den seit Anfang 2005 auch in der EU ein Grenzwert einzuhalten ist. PM10 stellt keine scharfe Grenze der Immissionen bei einem aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern (10 μm) dar; vielmehr wurde versucht, das Abscheideverhalten der oberen Atemwege nachzubilden: Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 1 μm werden vollständig einbezogen, bei größeren Partikeln wird ein gewisser Prozentsatz gewertet, der mit zunehmender Partikelgröße abnimmt und bei ca. 15 μm schließlich 0 % erreicht. Technisch gesehen entspricht dies der Anwendung einer Trennfunktion auf die Immissionen (in der Praxis wird dies durch einen größe selektiven Einlass an den Messgeräten erreicht). Aus dem Verlauf dieser Trennfunktion leitet sich auch die Bezeichnung PM10 ab, da bei ca. 10 μm genau die Hälfte der Partikel in die Gewichtung eingehen (Kapitel 8.1 »Messungen von Staub-Expositionen«).

1997 wurde die amerikanische Richtlinie um PM2.5 ergänzt, die dem lungengängigen (alveolengängigen) Feinstaub entspricht. Die Definition ist analog zu PM10, allerdings ist die Gewichtungsfunktion wesentlich steiler (100 % Gewichtung < 0,5 μm ; 0 % Gewichtung > 3,5 μm ; 50 % Gewichtung bei ca. 2,5 μm).

Die mit dem US-Standard eingeführte PM-Kategorisierung stellte eine grundlegende Veränderung in der Bewertung von Immissionen dar: Während zuvor die Gesamtimmission betrachtet wurde, liegt der Fokus nun auf dem einatembaren Anteil der Immissionen. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass feine Partikel von den Schleimhäuten im Nasenraum/Rachenraum bzw. den Härchen im Nasenbereich nur teilweise zurückgehalten werden, während gröbere Partikel keine Belastung der Atemwege darstellen. Daher wird im Zusammenhang mit Feinstaub auch von inhalierbarem Feinstaub bzw. thorakalem Schwebstaub gesprochen.

Feinstaub wird vor allem durch menschliches Handeln erzeugt. Primärer Feinstaub entsteht durch Emissionen aus Kraftfahrzeugen, Kraft- und Fern-

heizwerken, Öfen und Heizungen in Wohnhäusern, bei der Metall- und Stahlerzeugung oder auch beim Umschlagen von Schüttgütern (Abbildung 5). Er kann aber auch natürlichen Ursprungs sein (beispielsweise Erdstaub). In Ballungsgebieten ist der Straßenverkehr die dominierende Staubquelle. Dabei gelangt Feinstaub nicht nur aus Motoren in die Luft, sondern auch durch Bremsen- und Reifenabrieb sowie durch die Aufwirbelung des Staubes von der Straßenoberfläche. Daher zählen die partikelförmigen Bestandteile der Dieselmotoremissionen auch zum Umweltfeinstaub.

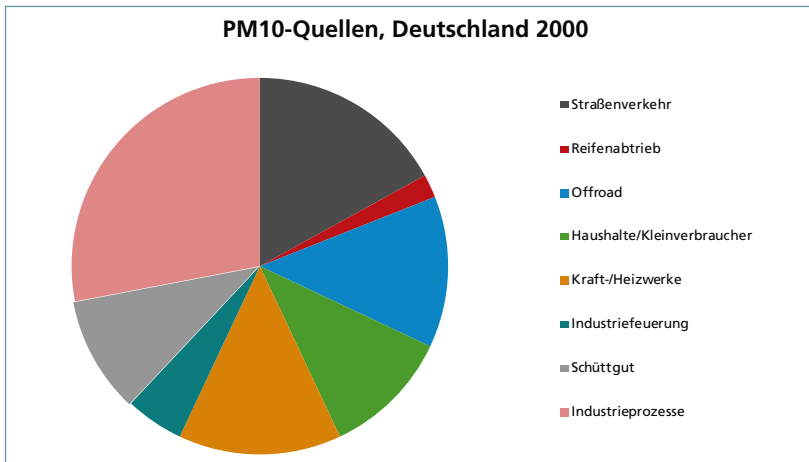


Abbildung 5: PM10-Quellen in Deutschland [nach Merget, 2006]

Eine weitere wichtige Quelle ist die Landwirtschaft. Die Emissionen gasförmiger Vorläuferstoffe, insbesondere die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung, tragen zur sekundären Feinstaubbildung bei.

PM10 kann beim Menschen in die Nasenhöhle, PM_{2,5} bis in die Bronchien und Lungenbläschen und ultrafeine Partikel bis in das Lungengewebe und sogar in den Blutkreislauf eindringen. Je nach Größe und Eindringtiefe der Teilchen sind die gesundheitlichen Wirkungen von Feinstaub verschieden. Sie reichen von Schleimhautreizungen und lokalen Entzündungen in der Luftröhre und den Bronchien oder den Lungenalveolen bis zu verstärkter Plaquebildung in den Blutgefäßen, einer erhöhten Thromboseneigung oder Veränderungen der Regulierungsfunktion des vegetativen Nervensystems (Herzfrequenzvariabilität).

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit gelten seit dem 1. Januar 2005 europaweit Grenzwerte für die Feinstaubfraktion PM10. Der Tagesgrenzwert

von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ darf nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden. Der zulässige Jahresmittelwert beträgt 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Für die noch kleineren Partikel $\text{PM}_{2,5}$ gilt seit 2008 europaweit ein Zielwert von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel, der bereits seit dem 1. Januar 2010 eingehalten werden soll. Seit 1. Januar 2015 ist dieser Wert verbindlich einzuhalten und ab dem 1. Januar 2020 dürfen die $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwerte den Wert von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht mehr überschreiten.

6. Einstufungen, Grenzwerte, Regelungen

In diesem Kapitel werden die Einstufungen der Stäube erläutert, die Grenzwerte vorgestellt und schließlich die oft bestehenden spezifischen Regelungen dargelegt. Um das Verständnis insbesondere für die Einstufungen und die sich z. T. in der Vergangenheit erheblich verschärften Grenzwerte zu erleichtern, wird auch auf deren Entwicklung eingegangen.

Nur zu wenigen Stoffen stehen nähere Regelungen in der Gefahrstoffverordnung. Meist wird in Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) erläutert, wie die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung auf den jeweiligen Stoff anzuwenden sind.

Die Einstufungen werden nicht nur mit den heutigen Symbolen und H-Sätzen nach GHS (Globally Harmonized System) beschrieben, sondern auch mit den früheren, oft noch vertrauteren Symbolen und R-Sätzen.

Einstufung von Stoffen hinsichtlich krebserzeugender Wirkungen

National und international werden Stoffe hinsichtlich ihrer krebserzeugenden Wirkungen von zahlreichen Gremien eingestuft. In Deutschland erfolgen solche Einstufungen von der MAK-Kommission und vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS). Die MAK-Kommission stuft nach selbst gesetzten wissenschaftlichen Kriterien ein, der AGS bewertet nach EU-Kriterien. Daher können die Einstufungen eines Stoffes hinsichtlich seiner krebserzeugenden Wirkung bei der MAK-Kommission und dem AGS durchaus voneinander abweichen, obwohl ein Teil der Mitglieder in beiden Gremien identisch ist. Die Einstufung des AGS setzt das Bundesministerium für Arbeit und Soziales durch Veröffentlichung im Gemeinsamen Ministerialblatt in nationales Recht um. Die MAK-Kommission (Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe) hat fünf Kategorien für eine mögliche krebserzeugende Wirkung (siehe Kasten »Kategorien der MAK-Kommission zur krebserzeugenden Wirkung«). Sie veröffentlicht regelmäßig im Sommer die MAK- und BAT-Werte-Liste mit allen von ihr eingestuften Stoffen, im Sommer 2018 die 54. Ausgabe⁵.

5 www.dfg.de/dfg_profil/gremien/senat/arbeitsstoffe/

Kategorien der MAK-Kommission zur krebserzeugenden Wirkung

- Kategorie 1: Stoffe, die beim Menschen Krebs erzeugen.
- Kategorie 2: Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind, weil durch Tierversuche oder epidemiologische Untersuchungen davon auszugehen ist, dass sie einen nennenswerten Beitrag zum Krebsrisiko leisten.
- Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben.
- Kategorie 4: Stoffe mit krebserzeugender Wirkung, bei denen genotoxische Effekte keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen. Bei Einhaltung des MAK-Wertes ist kein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten.
- Kategorie 5: Stoffe mit krebserzeugender und genotoxischer Wirkung, deren Wirkungsstärke jedoch als so gering erachtet wird, dass unter Einhaltung des MAK-Wertes kein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten ist.

Der Ausschuss für Gefahrstoffe⁶ kennt drei Kategorien für mögliche krebserzeugende Wirkungen (siehe Kasten »Kategorien des Ausschusses für Gefahrstoffe zur krebserzeugenden Wirkung«). Die TRGS 905 enthält ein Verzeichnis von Stoffen, die auf der Grundlage gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisse als krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend der Kategorien 1, 2 oder 3 entsprechend den Kriterien des Anhangs VI der RL 67/548/EWG eingestuft wurden.

Zudem stuft der Ausschuss für Gefahrstoffe bei bestimmten Stoffen die Tätigkeit mit diesen Stoffen als krebserzeugend ein (TRGS 906). Im letzteren Fall gibt es keine Unterkategorien, d.h. es wird nicht in krebverdächtig, krebserzeugend im Tierversuch oder krebserzeugend im Menschen differenziert.

6 www.baua.de

Kategorien des Ausschusses für Gefahrstoffe zur krebserzeugenden Wirkung

- Kategorie 1: Stoffe, die auf den Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken. Der Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und der Entstehung von Krebs ist ausreichend nachgewiesen.
- Kategorie 2: Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem:
- geeignete Langzeit-Tierversuche,
 - sonstige relevante Informationen.
- Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zu Besorgnis geben, über die jedoch ungenügende Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen.

Obwohl die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales veröffentlichten Einstufungen auf Vorschlag des AGS, also eines Arbeitsschutzgremiums erfolgen, haben sie Auswirkungen auch auf andere Rechtsbereiche wie Umweltschutz, Mutterschutz, ...

Die heutigen Kennzeichnungen von Stoffen beruhen auf der CLP-Verordnung (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures), der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. Die CLP-Verordnung unterteilt karzinogene Stoffe in drei Kategorien (siehe Kasten »Kategorien der CLP-Verordnung zur krebserzeugenden Wirkung«).

Kategorien der CLP-Verordnung zur krebserzeugenden Wirkung

Kategorie 1A: Stoffe, die bekanntermaßen beim Menschen karzinogen sind. Der Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und der Entstehung von Krebs ist ausreichend nachgewiesen.

Kategorie 1B: Stoffe, die wahrscheinlich beim Menschen karzinogen sind. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem: geeignete Langzeit-Tierversuche, sonstige relevante Informationen.

Kategorie 2: Stoffe, bei denen ein Verdacht auf eine karzinogene Wirkung beim Menschen besteht. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um einen Stoff in Kategorie 1 einzustufen.

Die IARC (International Agency for Research of Cancer) ist eine Agentur der World Health Organisation (WHO) mit Sitz in Lyon. Die IARC prüft regelmäßig die Veröffentlichungen über krebserzeugende Wirkungen von Stoffen. Das Ergebnis dieser Prüfungen wird in Monographien veröffentlicht, in denen alle für einen Stoff verfügbaren Informationen über eine mögliche krebserzeugende Wirkung bewertet werden. Inzwischen hat die IARC mehr als 100 Monographien herausgegeben⁷. Die IARC kennt vier Kategorien hinsichtlich einer möglichen krebserzeugenden Wirkung von Stoffen (siehe Kasten »IARC-Kategorien zur krebserzeugenden Wirkung«).

⁷ www.iarc.fr

IARC-Kategorien zur krebserzeugenden Wirkung

Gruppe 1:	Die Substanz ist krebserzeugend für den Menschen
Gruppe 2A:	Die Substanz ist wahrscheinlich krebserzeugend für den Menschen
Gruppe 2B:	Die Substanz ist möglicherweise krebserzeugend für den Menschen
Gruppe 3:	Die Substanz ist nicht klassifiziert hinsichtlich einer krebserzeugenden Wirkung für den Menschen
Gruppe 4:	Die Substanz ist wahrscheinlich nicht krebserzeugend für den Menschen

Grenzwerte

Grenzwerte für den Arbeitsschutz werden von zahlreichen Institutionen aufgestellt. Die EU, die MAK-Kommission und der AGS leiten solche Grenzwerte ab. Rechtlich relevant werden Grenzwerte für die Luft am Arbeitsplatz aber nur, wenn die EU oder in Deutschland das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) die Werte veröffentlichen.

Die MAK-Kommission leitet ihre MAK-Werte nach streng wissenschaftlichen Kriterien ab und veröffentlicht regelmäßig im Sommer die MAK- und BAT-Werte-Liste mit allen von ihr abgeleiteten Grenzwerten.

Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)⁸ leitet Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW), sowie für krebserzeugende Stoffe Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen ab. Bei Einhaltung (also Unterschreitung) des AGW sind akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten (§ 2 Absatz 8 GefStoffV).

Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen beschreiben entsprechend der Exposition-Risiko-Beziehung (ERB) den Zusammenhang zwischen der Stoffkonzentration in der Luft und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung (siehe Kapitel 6.4.2 »Keramikfasern«). In letzter Zeit werden auch »Beurteilungsmaßstäbe« festgelegt (z. B. für Quarzstaub). Beurteilungsmaßstäbe sind ein Kompromiss zwischen AGW und ERB.

Zwar sind es vielfach die gleichen Personen, die die Grenzwerte in der MAK-Kommission bzw. im AGS ableiten, trotzdem können die beiden Institutionen zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Einerseits leitet die MAK-Kommission i. d. R. keine Grenzwerte für krebserzeugende Stoffe ab, andererseits berücksichtigt der AGS nicht nur wissenschaftliche Kriterien bei der Ableitung. Das BMAS setzt die Grenzwerte des AGS durch Veröffent-

8 www.baua.de

lichung in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 900 »Arbeitsplatzgrenzwerte« und 903 »Biologische Grenzwerte (BGW)« im Gemeinsamen Ministerialblatt in nationales Recht um.

Das »Scientific Committee of Occupational Exposure Limits« (SCOEL) berät die Europäische Union (EU). SCOEL leitet Occupational Exposure Limits (OEL) ab, die die EU als Arbeitsplatz-Richtgrenzwerte (IOELV) bzw. verbindliche EU-Arbeitsplatzgrenzwerte veröffentlicht (BOELV, Mindeststandards, sind von den Mitgliedstaaten zu übernehmen).

Der Vollständigkeit halber seien hier auch die DNEL erwähnt. Diese Derived No Effect Level (Abgeleitete Null-Effekt Grenzwerte) werden von den Herstellern für Stoffe abgeleitet, die entsprechend der europäischen REACH-Verordnung registriert werden. DNEL spielen aber bei den hier diskutierten Stäuben keine Rolle.

Der Arbeitgeber muss dafür sorgen, dass die Exposition seiner Mitarbeiter unter dem AGW liegt. Bei Stoffen mit Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen hat der Arbeitgeber eine Priorisierung der durchzuführenden Maßnahmen vorzunehmen und dies in der Gefährdungsbeurteilung zu beschreiben. Je höher die Konzentration eines krebserzeugenden Stoffes am Arbeitsplatz und damit das Risiko, desto dringlicher ist die Notwendigkeit zusätzlicher Risikominderungsmaßnahmen.

Auch Beurteilungsmaßstäbe sind zu unterschreiten. Hier gibt es je nach Stoff weitere Auflagen, z. B. muss bei Quarzstaub auch bei Konzentrationen unter dem Beurteilungsmaßstab weiter minimiert werden. Alle anderen »Grenzwerte« sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen, wenn es keine AGW oder ERB's gibt.

Bei Stoffen ohne Grenzwert gilt das Minimierungsgebot (§ 7(4) GefStoffV: Der Arbeitgeber hat Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat er sie auf ein Minimum zu reduzieren). Entsprechend wichtiger ist dieses Minimierungsgebot bei krebserzeugenden Stoffen (oder Stoffen, bei denen die Tätigkeit mit Exposition als krebserzeugend eingestuft ist). § 10(1) GefStoffV macht dies deutlich:

»Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B, für die kein Arbeitsplatzgrenzwert nach § 20 Absatz 4 bekannt gegeben worden ist, hat der Arbeitgeber ein geeignetes, risikobezogenes Maßnahmenkonzept anzuwenden, um das Minimierungsgebot nach § 7 Absatz 4 umzusetzen.«

Für viele der hier aufgeführten Stäube war 2005 eine Zensur in Bezug auf die Grenzwerte. Alle technisch basierten Grenzwerte und solche mit unzureichender Datenlage wurden damals zurückgezogen. Das betraf Quarz-

staub, künstliche Mineralfasern, Dieselmotoremissionen (DME), Stickoxide und Holzstaub. Für diese Stoffe galt ab 2005 nur noch das Minimierungsgebot, bis in den letzten Jahren zumindest für Quarzstaub, DME und Stickoxide Grenzwerte gesetzt wurden.

6.1 Blei

Blei und seine Verbindungen sind giftig und können das Kind im Mutterleib schädigen. Diese ›Reproduktionstoxizität‹ bedeutet im Prinzip, dass nicht nur Schwangere keinen Umgang mit diesen Stoffen haben dürfen. Da meist erst nach einigen Wochen oder gar Monaten klar ist, ob eine Schwangerschaft vorliegt, bedeutet dies, dass alle Frauen, die schwanger werden könnten (im gebärfähigen Alter), Bleiverbindungen nicht ausgesetzt sein dürfen. Bei Blei besteht neben der inhalativen Exposition zudem die Gefahr der oralen Aufnahme, also des Verschluckens von bleihaltigen Stäuben, die sich auf Flaschenrändern und Nahrungsmitteln abgesetzt haben, sowie durch entsprechend verschmutzte Hände.

Bleiverbindungen sind wie folgt eingestuft:		
		
Reproduktionstoxizität, Kategorie 1A Akute Toxizität, Kategorie 4, Einatmen * Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken * Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2* Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1 * Mindesteinstufung		
H360Df Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen H332 Gesundheitsschädlich bei Einatmen H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H373 Kann die Organe schädigen (alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) bei längerer oder wiederholter Exposition (Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht) H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.		
<div> <div>  Giftig </div> <div>  Umweltgefährlich </div> </div>		
Kann das Kind im Mutterleib schädigen (R61) Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken (R20/22) Gefahr kumulativer Wirkung (R33) Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen (R62)		

In Deutschland gibt es keinen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für Blei. Nach RL 98/24/EG gilt ein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert der Europäischen Gemeinschaft für anorganische Bleiverbindungen von 0,15 mg/m³. Unabhängig davon besteht national aber die Forderung, eine Arbeitsplatzkonzentration von 0,1 mg/m³ soweit wie möglich zu unterschreiten [TRGS 505 »Blei«; 4.2(1)]. Die Unterschreitung bedeutet allerdings nicht, dass es bei den Beschäftigten nicht zu erhöhten Blutbleispiegeln kommen kann. Vor allem bei Mängeln bei der Hygiene am Arbeitsplatz kann es zur Aufnahme von bleihaltigen Stäuben kommen, z.B. von den Rändern von Getränkeflaschen oder beim (verbotenen) Essen am Arbeitsplatz durch bleihaltige Stäube auf den Speisen.

Auch in der TRGS 505 »Blei« vom Februar 2007 wird vor allem auf die Gefahren durch mangelnde Hygiene hingewiesen. »Aufgrund der Kenntnisse über den Einfluss von persönlichem Verhalten und persönlicher Hygiene auf die Aufnahme von Blei in den Körper ist es neben den technischen und allgemeinen organisatorischen Maßnahmen erforderlich und von besonderer Bedeutung, individuell Schutzmaßnahmen mit Vorgaben für die persönliche Schutzausrüstung und die persönliche Hygiene festzulegen« [4.1 der TRGS 505].

Nach § 4(1) Mutterschutzgesetz dürfen werdende Mütter nicht mit Arbeiten beschäftigt werden, bei denen sie schädlichen Einwirkungen von gesundheitsgefährdenden Stoffen oder Strahlen, von Staub, Gasen oder Dämpfen, von Hitze, Kälte oder Nässe, von Erschütterungen oder Lärm ausgesetzt sind. Dies gilt auch für die Einwirkung von Bleiverbindungen. Die sehr komplexen Regelungen zum Mutterschutz werden in der Broschüre »Leitfaden zum Mutterschutz« des Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend und erläutert (2017). Eine Liste der für jedes Bundesland benannten Aufsichtsbehörden findet sich unter www.bmfsfi.de⁹.

Entsprechend § 22 Jugendarbeitsschutzgesetz dürfen auch Jugendliche nicht mit Arbeiten beschäftigt werden, bei denen sie schädlichen Einwirkungen von Gefahrstoffen im Sinne der Gefahrstoffverordnung (wie Bleiverbindungen) ausgesetzt sind.

In der TRGS 903 »Biologische Grenzwerte« wird für Blei ein BGW (Biologischer Grenzwert) von 400 µg/l, für Frauen unter 45 Jahre von 300 µg/l, aufgeführt. Als »Normalwert« für Blei im Blut gelten 200 µg/l [Elliehausen et al., 1995].

9 Suchtext Aufsichtsbehörden für Mutterschutz

6.2 Quarz

Einstufung

Für Quarz bzw. Quarzstaub ist in der Verordnung (EG) 1272/2008 (GHS) keine Einstufung festgelegt. Allerdings ist »Alveolengängiges kristallines Siliciumdioxid (Quarzfeinstaub)« in der Richtlinie (EU) 2017/2398 zur Änderung der Krebsrichtlinie 2004/37/EG mit einem Grenzwert aufgeführt. Die Krebsrichtlinie enthält Regelungen zum Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen am Arbeitsplatz [Bayer, 2018].

National ist Quarz bzw. Quarzstaub nicht als krebserzeugend eingestuft. Man sucht daher in der TRGS 905 »Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe« vergebens nach Quarz, Cristobalit oder Tridymit.

Quarz ist schon seit 2002 in der TRGS 906 »Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV« aufgeführt. Dort sind »Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte alveolengängigen Stäuben aus kristallinem Siliciumdioxid in Form von Quarz und Cristobalit ausgesetzt sind (ausgenommen Steinkohlengrubenstaub)« als krebserzeugend eingestuft.

Hintergrund dafür, dass nicht der Stoff, sondern die Tätigkeit eingestuft ist, sind auch Rücksichten auf die Hersteller von quarzhaltigen Produkten (die so diese Produkte nicht entsprechend kennzeichnen müssen).

Grenzwerte

Der Grenzwert für Quarzstaub lag über viele Jahre bei 0,15 mg/m³. Nachdem die MAK-Kommission Quarzstaub als krebserzeugend eingestuft hatte, zog sie ihren MAK-Wert zurück (1999). Tabelle 3 gibt einen Überblick über Entwicklung des Quarzstaub-Grenzwertes der MAK-Kommission und der TRGS 900.

Bis 1993 galt der staatliche Grenzwert für Quarzstaub (und für Asbeststaub) als Langzeitwert für eine Staubexposition von einem Jahr. Denn »die Wirkung der fibrogenen Stäube Quarz (einschließlich Cristobalit, Tridymit) und Asbest und die Beeinträchtigung der Atmungsorgane durch Stäube mit einem Allgemeinen Staubgrenzwert sowie von PVC und Siliciumcarbid sind Langzeiteffekte und hängen maßgeblich von der Staubdosis ab, die durch die über einen längeren Zeitraum einwirkende mittlere Feinstaubkonzentration bestimmt wird« [TRGS 900, Ausgabe 1993, Bemerkung 37].

Nach der staatlichen Einstufung von Tätigkeiten mit Quarzstaub als krebserzeugend wurde 2005 der staatliche Luftgrenzwert für Quarzstaub zurückgezogen. Ohne Grenzwert galt lediglich das Minimierungsgebot.

Tabelle 3: Entwicklung des Quarzstaub-Grenzwertes (mg/m³)

	1983	1994	1999	2005	2014	2015
MAK-Liste	0,15	0,15	Kein MAK-Wert			
TRGS 900	0,15*	0,15	0,15	Kein Grenzwert, Minimierungsgebot		Beurteilungs- maßstab 0,05
*bis 1993 war der Grenzwert von 0,15 mg/m³ ein Jahresmittelwert, 1994 – 2005 ein Schichtmittelwert						

Obwohl entsprechend dem Minimierungsgebot die Staubbelastung verringert werden müsste, hat sich nicht nur in der Bauwirtschaft seit 2005 kaum eine Verbesserung der Expositionen gegenüber Quarzstaub eingestellt. 2015 hat der Ausschuss für Gefahrstoffe einen Beurteilungsmaßstab für Quarzstaub von 0,05 mg/m³ (50 µg/m³) festgelegt. Dieser Beurteilungsmaßstab war ein Kompromiss sowohl was die Höhe des Wertes betrifft, als auch die Namensgebung. Normalerweise werden für krebserzeugende Stoffe sogenannte ERB (Exposition-Risiko-Beziehungen) verabschiedet. Dabei wird ein Toleranzwert festgelegt, der einem Risiko für eine Krebserkrankung von 1:1.000 entspricht und ein Akzeptanzwert (der einem Risiko von 1:100.000 entspricht). Vorgelegt worden war dem AGS von seinem Unterausschuss ein ausführliches Begründungspapier (2015), in dem einerseits die »Festlegung eines AGW-analogen Wertes und des AGW für Quarz-A-Staub von 100 µg/m³« begründet wird und andererseits, um »auch vor Lungenkrebs durch Quarz-A-Staub zu schützen« ein Wert »damit im Bereich von 10 – 25 µg/m³ liegen« muss. Denn »auf der Grundlage aller verfügbaren Informationen und Unsicherheiten wird ein Bereich zwischen 10 und 25 µg/m³ als Schwellenwert für die pulmonale Kanzerogenität von alveolengängigem Quarz jedoch mehrheitlich als möglich erachtet.«

Da beim Minimierungsgebot keine untere Grenze vorgesehen ist (es muss immer weiter minimiert werden), bedeutet der Beurteilungsmaßstab eine Erleichterung für die Betriebe, denn zumindest kurzfristig muss der Beurteilungsmaßstab nur unterschritten werden. Von einer Begeisterung der Unternehmer war aber bei der Verabschiedung des Beurteilungsmaßstabes für Quarzstaub nichts zu spüren.

Ein Beurteilungsmaßstab ist kein AGW. Er muss nicht sofort unterschritten werden, allerdings ist dann zu beschreiben, was der Betrieb unternimmt, um in Zukunft die Exposition der Beschäftigten unter den Beurteilungsmaßstab

zu senken. Es kann aber auch nicht davon ausgegangen werden, dass bei seiner Unterschreitung keine Gesundheitsgefahr mehr besteht. Es muss somit auch unter $0,05 \text{ mg/m}^3$ minimiert werden. Näheres hierzu wird die TRGS 559 »Mineralischer Staub« beschreiben, die aus diesem Grund aktualisiert und 2019 neu erscheinen wird.

Denn die TRGS 559 in der Version von 2010 wurde zu einer Zeit formuliert, als es keinen Grenzwert für Quarzstaub gab. An dieser Stelle wird daher nicht näher auf diese TRGS eingegangen.

Mitte 2019 ist vorgesehen, den Umgang mit dem Beurteilungsmaßstab dort wie folgt zu beschreiben:

1. Beurteilungsmaßstab unterschritten. Die betrieblichen Expositionen sind soweit möglich zu minimieren.
2. Beurteilungsmaßstab überschritten. Sofortige Umsetzung der branchenüblichen Verfahrens- und Betriebsweisen.
3. Beurteilungsmaßstab überschritten, Maßnahmen trotz der branchenüblichen Verfahrens- und Betriebsweisen nicht ausreichend: In begründeten Ausnahmen kann ein Schutzmaßnahmenkonzept beschreiben, wie innerhalb von drei Jahren der Beurteilungsmaßstab unterschritten werden kann.

Hier handelt es sich nicht um das grundsätzliche Minimierungsgebot nach § 10 GefStoffV. Das gilt ohnehin. Beim Beurteilungsmaßstab für Quarzstaub ist das Minimierungsgebot Bestandteil des AGS-Kompromisses, Minimierung ist Teil des Beurteilungsmaßstabes bei der Gefährdungsbeurteilung.

Was bedeutet das auf Baustellen in der Praxis? Werden Fliesen und Putz beim Sanieren eines Bades ohne Schutzmaßnahmen abgeschlagen, ist der Beurteilungsmaßstab deutlich überschritten. Hier müssen branchenübliche Verfahrens- und Betriebsweisen eingesetzt werden, Luftreiniger und abgesaugter Abbruchhammer. Es müssen beide Maßnahmen eingesetzt werden. Dann wird der Beurteilungsmaßstab unterschritten.

Die USA hat 2016 ebenfalls $50 \mu\text{g/m}^3$ als Grenzwert festgelegt. Bei dieser Halbierung des alten Grenzwertes erläuterte OSHA, die amerikanische Behörde für Arbeitsschutz:

»OSHA has issued a final rule to curb lung cancer, silicosis, chronic obstructive pulmonary disease and kidney disease in America's workers by limiting their exposure to respirable crystalline silica.

OSHA estimates that the rule will save over 600 lives and prevent more than 900 new cases of silicosis each year, once its effects are fully realized. The final Rule is projected to provide net benefits of about \$7.7 billion, annually. About 2.3 million workers are exposed to respirable crystalline silica in their workplaces, including 2 million construction workers who drill, cut, crush, or

grind silica-containing materials such as concrete and stone, and 300,000 workers in general industry operations such as brick manufacturing, foundries, and hydraulic fracturing, also known as fracking. Responsible employers have been protecting workers from harmful exposure to respirable crystalline silica for years, using widely-available equipment that controls dust with water or a vacuum system.«

In Kanada gilt sogar ein Grenzwert von 25 µg/m³ für Quarzstaub. 2017 hat auch die EU mit der Richtlinie EU/2017/2398 zur Änderung der Krebsrichtlinie einen Grenzwert für Quarzstaub veröffentlicht, 0,1 mg/m³ als BOELV (Binding Occupational Exposure Limit Value). Allerdings hat dies keinen Einfluss auf Deutschland, denn die Mitgliedsstaaten können jederzeit einen schärferen Grenzwert setzen.

Regelungen

Normalerweise setzt die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) nur allgemeine Schutzziele. Für Quarzstaub werden allerdings konkrete Maßnahmen vorgegeben. Anhang I Nummer 2 der GefStoffV »Partikelförmige Gefahrstoffe« gilt für Tätigkeiten mit Exposition gegenüber allen alveolengängigen und einatembaren Stäuben. Somit auch für Asbest und Quarzstaub. In Nummer 2.3 werden gegenüber dem Hauptteil der GefStoffV zusätzliche Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Staub-Exposition aufgeführt:

- (2) Bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber einatembaren Stäuben, für die kein stoffbezogener Arbeitsplatzgrenzwert festgelegt ist, sind die Schutzmaßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 so festzulegen, dass mindestens die Arbeitsplatzgrenzwerte für den einatembaren Staubanteil und für den alveolengängigen Staubanteil eingehalten werden.*
- (3) Maschinen und Geräte sind so auszuwählen und zu betreiben, dass möglichst wenig Staub freigesetzt wird. Staub emittierende Anlagen, Maschinen und Geräte müssen mit einer wirksamen Absaugung versehen sein, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist und die Staubfreisetzung nicht durch andere Maßnahmen verhindert wird.*
- (4) Bei Tätigkeiten mit Staubexposition ist eine Ausbreitung des Staubs auf unbelastete Arbeitsbereiche zu verhindern, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.*
- (5) Stäube sind an der Austritts- oder Entstehungsstelle möglichst vollständig zu erfassen und gefahrlos zu entsorgen. Die abgesaugte Luft ist so zu führen, dass so wenig Staub wie möglich in die Atemluft der Beschäftigten gelangt. Die abgesaugte Luft darf nur in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden, wenn sie ausreichend gereinigt worden ist.*

- (6) *Ablagerungen von Stäuben sind zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, so sind die Staubablagerungen durch Feucht- oder Nassverfahren nach dem Stand der Technik oder durch saugende Verfahren unter Verwendung geeigneter Staubsauger oder Entstauber zu beseitigen. Das Reinigen des Arbeitsbereichs durch Kehren ohne Staub bindende Maßnahmen oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig.*
- (7) *Einrichtungen zum Abscheiden, Erfassen und Niederschlagen von Stäuben müssen dem Stand der Technik entsprechen. Bei der ersten Inbetriebnahme dieser Einrichtungen ist deren ausreichende Wirksamkeit zu überprüfen. Die Einrichtungen sind mindestens jährlich auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen, zu warten und gegebenenfalls in Stand zu setzen. Die niedergelegten Ergebnisse der Prüfungen nach den Sätzen 2 und 3 sind aufzubewahren.*
- (8) *Für staubintensive Tätigkeiten sind geeignete organisatorische Maßnahmen zu ergreifen, um die Dauer der Exposition so weit wie möglich zu verkürzen. Ergibt die Gefährdungsbeurteilung nach § 6, dass die in Absatz 2 in Bezug genommenen Arbeitsplatzgrenzwerte nicht eingehalten werden können, hat der Arbeitgeber geeignete persönliche Schutzausrüstung, insbesondere zum Atemschutz, zur Verfügung zu stellen. Diese ist von den Beschäftigten zu tragen. Den Beschäftigten sind getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für die Arbeitskleidung und für die Straßenkleidung sowie Waschräume zur Verfügung zu stellen.*




Damit gibt die Gefahrstoffverordnung einen klaren Rahmen für die Schutzmaßnahmen vor. Es wird das TOP-Prinzip betont, technische, ggf. organisatorische Maßnahmen und erst wenn dies nicht ausreicht, persönliche Maßnahmen, also Atemschutz. Die TRGS 559 »Mineralischer Staub« gibt weitere Hinweise, wie ein sicherer Umgang mit Quarzstaub erreicht werden kann. Die TRGS 559 »Mineralischer Staub« legt auch fest, wann ein Staub als quarzhaltig anzusehen ist (Abschnitt 2.4): »*Mineralischer Staub gilt als quarzhaltiger Staub, wenn im Rahmen einer Expositionsmessung in der Luft am Arbeitsplatz mit behördlich oder berufsgenossenschaftlich anerkannten Standardmethoden ein Quarzfeinstaubanteil nachgewiesen wird.*« Mit den heutigen Analysemethoden findet man immer Quarz, sodass selbst an Arbeitsplätzen, an denen mit quarzfreien Materialien gearbeitet wird (z. B. im Trockenbau), Quarz im Staub zu finden ist.

6.3 Holz

»Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte Hartholzstäuben ausgesetzt sind«, sind in der TRGS 906 als krebserzeugend eingestuft [siehe auch Anhang I der Richtlinie 2004/37/EG]. Harthölzer sind u. a. Buche, Eiche, Kastanie, Birke.

Holzstaub (ausgenommen Hartholzstaub) ist nach TRGS 905 in K 2 des AGS eingestuft, er sollte daher als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden.

Sehr viele, vor allem exotische Holzarten, sind als sensibilisierend eingestuft. In Anlage 2 der TRGS 907 »Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen« werden fast 20 Holzarten (auch mit lateinischem Namen) aufgeführt, u. a. verschiedene Palisanderarten, Teak, Mahagoni, Limba.

Eichen- und Buchenholzstaub sind wie folgt eingestuft:	
 	H350i Kann bei Einatmen Krebs erzeugen H335 Kann die Atemwege reizen
Einstufung mit den früheren, vielfach noch vertrauteren Symbolen und R-Sätzen	
 Giftig	Kann Krebs erzeugen beim Einatmen (R49)

In der TRGS 553 »Holzstaub« vom August 2008 wird als technisch begründeter Grenzwert 2 mg/m³ angegeben, bezogen auf die einatembare (nicht die alveolengängige!) Fraktion des Staubes.

Mit der Änderung der Krebsrichtlinie 2004/37/EG durch die Richtlinie (EU) 2017/2398 hat die EU den Grenzwert für Hartholzstäube von 5 auf 2 mg/m³ abgesenkt. Bei Mischstäuben, die Hart- und Weichholzstäube enthalten, gilt dieser Wert ebenfalls.

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist bei Expositionen gegenüber Eichen- und Buchenholzstaub sehr wichtig, da bei rechtzeitiger Diagnose von Adenokarzinomen der inneren Nase gute Heilungschancen bestehen.

6.4 Künstliche Mineralfasern

Zur Krebsgefährdung durch künstliche Mineralfasern wurde 1994 vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) ein Bewertungsschema verabschiedet und in der TRGS 905 veröffentlicht, der Kanzerogenitätsindex $KI = \sum Na, K, B, Mg, Ca, Ba\text{-Oxide} - 2 \times Al\text{-Oxid}$.

Faserstäube mit einem KI größer oder gleich 40 sind nicht eingestuft. Liegt der Wert zwischen 30 und 40, sind die Faserstäube als krebserzeugende Stoffe der Kategorie 3, und bei einem $KI < 30$ als krebserzeugende Stoffe der Kategorie 2 einzustufen (entsprechend siehe Kasten Seite 45 »Kategorien des Ausschusses für Gefahrstoffe zur krebserzeugenden Wirkung«). Bereits 1993 war für (glasige) künstliche Mineralfasern eine Technische Richtkonzentration (TRK-Wert) von 500.000 F/m^3 festgelegt worden. Der TRK-Wert galt für »WHO-Fasern« (Länge $> 5 \mu\text{m}$, Dicke $< 3 \mu\text{m}$, Verhältnis Länge: Dicke $> 3:1$, WHO = Weltgesundheitsorganisation). 1999 wurde der Wert auf 250.000 F/m^3 herabgesetzt. Dieser Wert wurde 2005 wie viele andere Grenzwerte zurückgezogen. Seither gilt das Minimierungsgebot.

Im November 1997 wurde die EU-Richtlinie zur Einstufung künstlicher Mineralfasern gegen das Votum Deutschlands verabschiedet (Richtlinie 97/69/EG zur 23. Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG). Seither gelten Mineralfasern europaweit als karzinogen der Kategorie 3 (krebserzeugend) und hautreizend. Keramische Fasern wurden von der EU in die Kategorie 2 (krebserzeugend) und ebenfalls als hautreizend eingestuft. Daneben erfolgten aber in einer zusätzlichen Anmerkung (Nota Q) Freizeichnungskriterien, die es erlauben, Mineralfasern vom Krebsverdacht freizusprechen.

Aufgrund der unpräzisen und verharmlosenden Freizeichnungskriterien für Mineralfasern befürchtete die Bundesregierung eine Verschlechterung des in Deutschland bereits bestehenden Schutzniveaus. Unter Berufung auf § 118a des EWG-Vertrags, der es den Mitgliedsstaaten erlaubt, national strengere Umgangsbestimmungen festzulegen, lehnte sie deshalb die EU-Einstufung ab und ergänzte die Gefahrstoffverordnung durch die Dritte Änderungsverordnung, die zum 1. Juli 1998 in Kraft getreten ist. Diese Auflistung von Regeländerungen und -anpassungen macht deutlich, wie aufgeheizt das Thema war.

Heute regelt die Gefahrstoffverordnung im Anhang II Nummer 5 die biopersistenten Fasern (biopersistent bedeutet »im Körper schwer abbaubar«):

- (1) *Folgende mineralfaserhaltige Gefahrstoffe dürfen weder für die Wärme- und Schalldämmung im Hochbau, einschließlich technischer Isolierungen, noch für Lüftungsanlagen hergestellt oder verwendet werden:*

1. künstliche Mineralfasern (künstlich hergestellte ungerichtete glasige [Silikat-]Fasern mit einem Massengehalt von in der Summe über 18 Prozent der Oxide von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Barium),
 2. Gemische und Erzeugnisse, die künstliche Mineralfasern mit einem Massengehalt von insgesamt mehr als 0,1 Prozent enthalten.
- (2) Absatz 1 gilt nicht, wenn die künstlichen Mineralfasern eines der folgenden Kriterien erfüllen:
1. ein geeigneter Intraperitonealtest hat keine Anzeichen von übermäßiger Kanzerogenität ergeben,
 2. die Halbwertszeit nach intratrachealer Instillation von 2 Milligramm einer Fasersuspension für Fasern mit einer Länge von mehr als 5 Mikrometer, einem Durchmesser von weniger als 3 Mikrometer und einem Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis von größer als 3 zu 1 (WHO-Fasern) beträgt höchstens 40 Tage,
 3. der Kanzerogenitätsindex KI, der sich aus der Differenz zwischen der Summe der Massengehalte (in Prozent) der Oxide von Natrium, Kalium, Bor, Calcium, Magnesium, Barium und dem doppelten Massengehalt (in Prozent) von Aluminiumoxid ergibt, ist bei künstlichen Mineralfasern mindestens 40,
 4. Glasfasern, die für Hochtemperaturanwendungen bestimmt sind, die
 - a) eine Klassifikationstemperatur von 1.000 Grad Celsius bis zu 1.200 Grad Celsius erfordern, besitzen eine Halbwertszeit nach den unter Ziffer 2 genannten Kriterien von höchstens 65 Tagen oder
 - b) eine Klassifikationstemperatur von über 1.200 Grad Celsius erfordern, besitzen eine Halbwertszeit nach den unter Ziffer 2 genannten Kriterien von höchstens 100 Tagen.
- (3) Spritzverfahren, bei denen krebserzeugende Mineralfasern verwendet werden, sind verboten.
- (4) Die Absätze 1 bis 3 gelten auch für private Haushalte.

6.4.1 Mineralwolle-Dämmstoffe

Wie bereits im Kapitel 3.4.1 beschrieben, fallen die heute auf dem Markt angebotenen Mineralwolle-Dämmstoffe unter die oben zitierte Nr. 5(2) des Anhangs II GefStoffV, sind also nicht krebserzeugend. Hier sind die üblichen Staubschutzmaßnahmen auf Baustellen zu beachten. Zudem besteht die Möglichkeit, durch den Einsatz vorkonfektionierter, kaschierter, staubarmer Produkte oder Formteile die Staubbelastung vor Ort zu senken.

Krebserzeugende Mineralwolle-Dämmstoffe dürfen seit 2000 nicht mehr als Dämmstoffe in den Bereichen Hochbau und technische Isolierung vermarktet und verwendet werden.

Die TRGS 521 »Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle« beschreibt den sicheren Umgang mit den alten Wollen [siehe auch Johannsen, 2017].

6.4.2 Keramikfasern


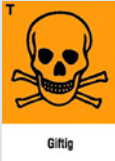
Seit 1997 sind Keramikfasern im Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG als krebserzeugende Stoffe der Kategorie 2 aufgelistet. In der CLP-Verordnung ist das die Kategorie 1B.

In der TRGS 910 »Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen« wird den verschiedenen Tätigkeiten mit Keramikfasern in Abhängigkeit von der Höhe der Faserkonzentration ein niedriges, mittleres oder hohes Risiko zugeordnet.

Ein hohes Risiko liegt vor, wenn die Toleranzkonzentration von 100.000 Fasern/m³ überschritten wird (Expositionskategorie 3 nach TRGS 558 »Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle«). Bis 2018 liegt die Akzeptanzkonzentration bei 10.000 Fasern/m³. 2018 endet die im Ausschuss für Gefahrstoffe vereinbarte Übergangszeit und die Akzeptanzkonzentration liegt bei 1.000 Fasern/m³ (Abbildung 6). Allerdings erfolgt diese Absenkung nicht automatisch, sondern nach Einzelprüfung für jeden Stoff durch den AGS (AGS, Januar 2018). Die TRGS 558 erlaubt kurzfristige Überschreitungen dieser Konzentrationen, auf die hier aber nicht eingegangen wird.

Mit der Änderung der Krebsrichtlinie 2004/37/EG durch die Richtlinie (EU) 2017/2398 hat die EU auch einen Grenzwert für »Feuerfeste Keramikfasern« in Höhe von 0,3 Fasern/ml (300.000 F/m³) festgelegt. Da dieser Wert deutlich über dem Toleranzwert liegt und die Staaten der EU jederzeit strengere Grenzwerte festlegen können, ändert sich dadurch für die deutschen Betriebe nichts.

Krebserzeugende Gefahrstoffe wie Keramikfasern müssen, soweit dies zumutbar und nach dem Stand der Technik möglich ist, durch Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko ersetzt werden. Dies gilt auch, wenn das Herstellungs- oder Verwendungsverfahren geändert werden muss. Hierzu gibt die TRGS 619 »Substitution für Produkte aus Aluminiumsilikatwolle« Hilfestellung.

Keramikfasern sind wie folgt eingestuft:	
	Karzogenität, Kategorie 1 B
Einstufung mit den früheren, vielfach noch vertrauteren Symbolen und R-Sätzen	
	Kann Krebs erzeugen beim Einatmen (R49)

Gerade für den Ofen- und Feuerfestbau können neben Keramikfaserprodukten auch andere Hochtemperaturdämmmaterialien wie feuerfeste Steine (FF-Steine) oder Massen sowie Hochtemperaturglasfasern (AES) eingesetzt werden. Die TRGS 619 »Substitution für Produkte aus Aluminiumsilikatwolle« enthält Kriterien, nach denen Ersatzstoffe für Keramikfasern insbesondere bei Anwendungstemperaturen oberhalb 900 °C ermittelt werden können.

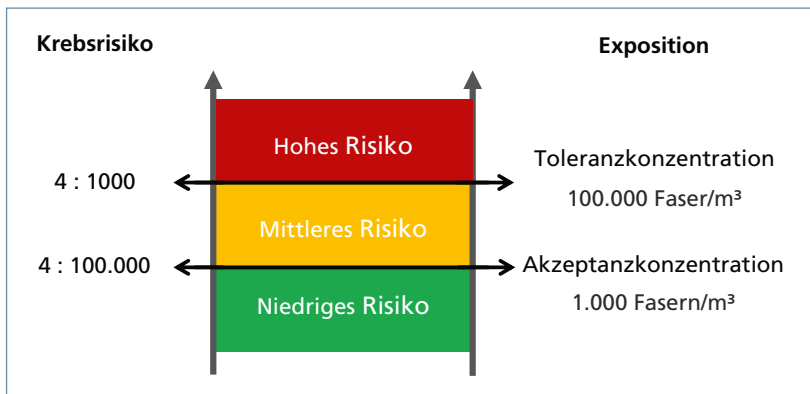


Abbildung 6: Krebsrisiken für Keramikfasern nach TRGS 910 ab 2018, bis dahin liegt das Akzeptanzrisiko bei 4:10.000 bzw. 10.000 Fasern/m³

6.5 E- und A-Staub

Für A- und E-Staub gibt es Arbeitsplatzgrenzwerte, die auch »Allgemeiner Staubgrenzwert« genannt werden. Ein verwirrender Begriff, denn es sind ja zwei Werte. Überhaupt sind die Begrifflichkeiten im Staub-Arbeitsschutz im schon lange anhaltenden und hoffentlich bald abgeschlossenen Wandel. Während Arbeitsplatzgrenzwerte üblicherweise schichtbezogen sind, waren diese Staubgrenzwerte bis 2001 Jahresmittelwerte. Damit konnten Expositionsspitzen auf das Jahr bezogen relativiert werden. Obwohl die A- und E-Staub-Grenzwerte inzwischen schon seit 17 Jahren auf die Schicht bezogen sind (Schichtmittelwerte), wird der Zeit der Jahresmittelwerte oft nachgetrauert.

Die Arbeitsplatzgrenzwerte für A- und E- Staub gelten im Prinzip nicht für Stäube auf Baustellen. Denn sie sind nicht anzuwenden für

- lösliche Stäube,
- Stäube, die anderweitig reguliert sind,
- Stäube mit spezifischer Toxizität, d. h. Stäube mit erbgutverändernden, krebserzeugenden (Kategorie 1A, 1B), fibrogenen oder sensibilisierenden Wirkungen,
- Lackaerosole,
- Stäube mit Nanomaterialien.

Abbildung 7 macht deutlich, dass Staub auf Baustellen immer solche anderweitig regulierten Stoffe enthält, vor allem Quarzstaub.

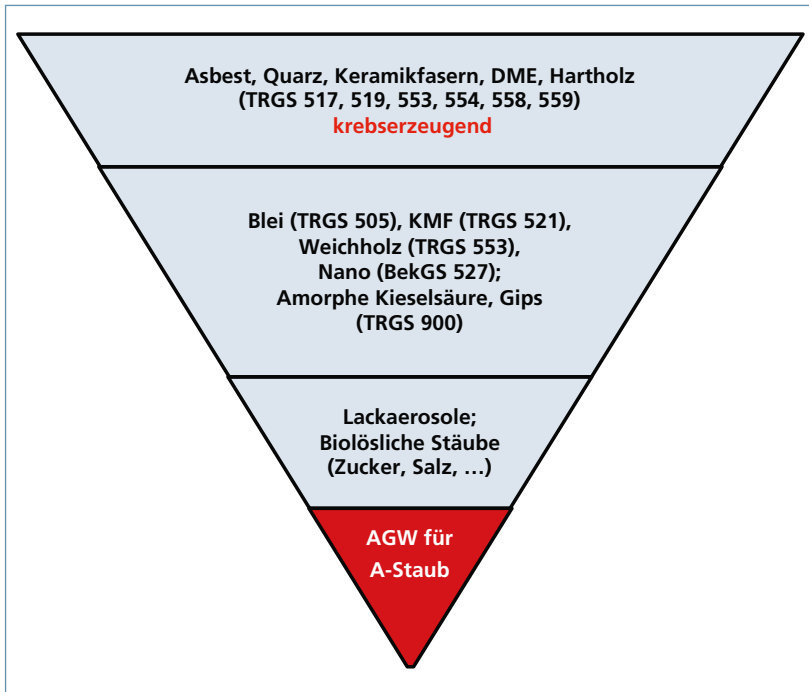


Abbildung 7: A-Staub – Staub, der nicht anderweitig geregelt bzw. nicht biolöslich ist

Der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für A-Staub umfasst zudem nur Stäube, die nicht biolöslich sind, also im menschlichen Körper nicht aufgelöst werden [TRGS 900, 2.4.1(1)]. Stäube von Zucker oder Kochsalz, die keine gesundheitsschädlichen Eigenschaften haben und damit unter den A- und E- Staub fallen müssten, lösen sich sehr schnell im Körper auf und können daher keine gesundheitsschädigende Wirkung in der Lunge entfalten. Biolöslich sind aber auch Stoffe, die allgemein als unlöslich oder schwerlöslich angesehen werden. In der Begründung zum AGW für A-Staub wird dazu festgestellt, dass selbst Stoffe mit einer Löslichkeit/Bioverfügbarkeit, die sich im Bereich von Calciumsulfat (Gips, der ja umgangssprachlich als unlöslich gilt) befinden, außerhalb des Geltungsbereiches dieses Grenzwertes liegen. Leider wird bei Diskussionen, in Veröffentlichungen und selbst im Regelwerk nicht bzw. kaum zwischen den erwähnten anderweitig geregelten Stäuben und den unter den AGW für A-Staub fallenden Stäuben unterschieden. In

der Begründung für den AGW für A-Staub¹⁰ werden viele Branchen (und die dort bestehenden Expositionen) aufgeführt, für die der AGW für A-Staub wenig Bedeutung hat. Denn in der Steine-Erden-Industrie, keramischen Industrie, Holzindustrie, Ziegelindustrie, Bauwirtschaft, ... liegen fast immer bereits geregelte Stäube (meist Quarzstaub) vor, die Einhaltung des AGW für A-Staub ist hier nicht ausreichend. Es müssen vor allem die stoffspezifischen Grenzwerte wie der Beurteilungsmaßstab für Quarzstaub unterschritten werden.

Für Branchen bzw. Tätigkeiten mit diesen bereits regulierten Stäuben bzw. Stäuben mit entsprechenden Eigenschaften ist der AGW für A-Staub lediglich insofern interessant, als er die Obergrenze zur Festlegung von Schutzmaßnahmen darstellt (siehe Kasten »Der AGW für A-Staub ist die Obergrenze für Stäube«). Auch hier gibt es Ausnahmen. Der biolösliche Gips ist mit einem AGW von 6 mg/m³ (alveolengängige Staubfraktion) der einzige Stoff, bei dem eine Staubkonzentration über dem neuen AGW für A-Staub vorliegen darf. Ungebrannter Kieselgur und amorphe Kieselsäure haben zwar mit 4 mg/m³ ebenfalls höhere AGW wie der A-Staub, aber diese 4 mg/m³ werden im E-Staub, also dem einatembaren und damit gröberen Staub ermittelt.

Der AGW für A-Staub ist die Obergrenze für Stäube

GefStoffV Anhang I Nr.2.3 (2) Bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber einatembaren Stäuben, für die kein stoffbezogener Arbeitsplatzgrenzwert festgelegt ist, sind die Schutzmaßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 so festzulegen, dass mindestens die Arbeitsplatzgrenzwerte für den einatembaren Staubanteil und für den alveolengängigen Staubanteil eingehalten werden.

TRGS 900, 2.4.1 (2) ... Für diese Stäube ist der ASGW als allgemeine Obergrenze zur Festlegung von Schutzmaßnahmen gemäß Anhang I Nummer 2.3 Absatz 2 GefStoffV anzuwenden, sofern keine stoffspezifischen AGW dieser TRGS oder keine risikobezogenen Beurteilungsmaßstäbe nach der TRGS 910 anzuwenden sind.

Mit dem AGW für A-Staub von 1,25 mg/m³ erfolgte 2014 zum wiederholten Mal eine Absenkung dieses Grenzwertes (Tabelle 4). Für den einatembaren E-Staub gilt schon lange ein staatlicher Grenzwert von 10 mg/m³.

10 www.baua.de, Gefahrstoffe, TRGS

Tabelle 4: Entwicklung der Grenzwerte für E- und A-Staub (mg/m³); bis 2001 Jahresmittelwerte, seither Schichtwerte

	bis 1997	seit 1997	seit 2002	seit 2005	seit 2011	seit 2014
MAK-Werte						
A-Staub	6	1,5			0,3	
E-Staub		4				
Staatliche Grenzwerte (TRGS 900)						
A-Staub			3/6	3		1,25
E-Staub			10			

Der MAK-Wert für A-Staub wurde aus Tierstudien abgeleitet, darüber hat die MAK-Kommission sehr offen berichtet. Aus einer Tierstudie mit Tonerstäuben wurde ein Wert von 0,11 mg/m³ bzw. mit Titandioxid (TiO₂) ein Wert von 0,25 mg/m³ abgeleitet. Eine weitere Berechnung auf Basis von anderen Tierversuchen kam zu 0,5 mg/m³. Als Mittelwert aus diesen drei Werten ergibt sich 0,3 mg/m³, die als MAK-Wert festgelegt wurde. Dieser MAK-Wert gilt für Stäube mit einer Dichte von 1 g/cm³. Der Vorsitzende der MAK-Kommission berichtete 2011, dass hier ›auf dem Weg zur Erkenntnis Hindernisse aus dem Weg zu räumen waren‹, wie schon ›die lange Bearbeitungszeit von mehr als neun Jahren‹ zeige [Greim, 2011].

Die Diskussionen im Ausschuss für Gefahrstoffe waren ähnlich schwierig. Schließlich führten die Übertragungen der Ergebnisse der Tierstudien auf den Menschen zu Werten von 0,1 bis 0,5 mg/m³ (bezogen auf eine Dichte von 1). Solche Unterschiede sind auf Grund der toxikologischen Unschärfe nicht ungewöhnlich. Letztlich hat sich der AGS auf den oberen Wert der erwähnten Bandbreite geeinigt und unter Berücksichtigung einer arbeitsplatztypischen Staubdichte von 2,5 g/m³ einen Arbeitsplatzgrenzwert für A-Staub von 1,25 mg/m³ ($0,5 \times 2,5 = 1,25$) festgelegt [Stropp, 2014].

Viele Diskussionen um angebliche Probleme bei der Messstrategie, unterschiedliche Dichten, Löslichkeiten, usw. beim AGW für A-Staub halten oft vom eigentlichen Ziel ab – der Minimierung von Staub. Der AGW von A-Staub ist ein Arbeitsplatzgrenzwert wie alle anderen und so sollte er auch verwendet werden. Eventuelle Messungenauigkeiten, Teilchengrößen, Dichteunterschiede usw. sind arbeitsplatzbezogen bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Letzten Endes muss der AGW für A-Staub eingehalten werden. Und das gelingt in den meisten Fällen, wenn staubarm gearbeitet wird.

Der Ausschuss für Gefahrstoffe hat die Probleme einiger Branchen erkannt, dort bei bestimmten Tätigkeiten den AGW für A-Staub, meist auch den Beurteilungsmaßstab für Quarzstaub, zu unterschreiten. Für »Tätigkeiten, bei denen der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für die alveolengängige Staubfraktion (A-Staubfraktion) von 1,25 mg/m³ nachweislich nicht eingehalten werden kann«, wurde übergangsweise bis Ende 2018 anstelle des AGW ein Grenzwert in Höhe des alten A-Staub-AGW von 3,0 mg/m³ erlaubt. Dies kann eine Branche jedoch nur in Anspruch nehmen, wenn sie ein Schutzmaßnahmenkonzept vorlegt, aus dem hervorgeht, wie sie plant, den neuen AGW einzuhalten [TRGS 900, 2.4.2]. Die TRGS 504 »Tätigkeiten mit Exposition gegenüber A- und E-Staub« beschreibt die Vorgehensweise für solche Fälle ausführlich. Sie wird nach Ende der Übergangszeit zurückgezogen.

6.6 Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen

Öffentliche und private Bauherren stehen seit einigen Jahren vor der Frage, ob asbesthaltige Putze, Fliesenkleber und Spachtelmassen bearbeitet werden dürfen und wenn ja, von wem. Im Anhang II Nr. 1 der Gefahrstoffverordnung steht, dass »Arbeiten an asbesthaltigen Teilen von Gebäuden, Geräten, Maschinen, Anlagen, Fahrzeugen und sonstigen Erzeugnissen« verboten sind. Weiter heißt es, dass dies nicht für Abbrucharbeiten, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) gilt.

Dann wird es kompliziert, denn Arbeiten, die zu einem Abtrag der Oberfläche von Asbestprodukten führen (insbesondere Abschleifen, Druckreinigen, Abbürsten, Bohren) sind auch im Rahmen von ASI-Arbeiten verboten. Es sei denn, es handelt sich um emissionsarme Verfahren, die behördlich oder von den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung anerkannt sind.

Eine Erneuerung von Bädern, Küchen, Wohnungen wird allgemein als Sanierung oder Renovierung bezeichnet. Das gilt auch für Modernisierung von Schulen, Kliniken, Universitäten, usw. Zumindest im allgemeinen Sprachgebrauch. In Bezug auf Asbest werden aber ASI-Arbeiten in der TRGS 519 definiert. Einer der wichtigsten Punkte dabei ist (angeblich), dass der Asbest vollständig entfernt werden muss. Ohne eine vollständige Entfernung des in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen enthaltenen Asbests sei ein Eingriff in diese Bausubstanz verboten – sie unterliege dem Asbestverbot. Zumindest sehen das einige Asbestspezialisten so.

Dann wäre jede Baumaßnahmen mit einem Eingriff in asbesthaltige Fliesenkleber, Spachtelmassen und Putzen verboten. Bei einer Badsanierung wird in der Regel nicht der komplette Putz, Fliesenkleber oder die Spachtelmasse entfernt. Wenn neue Schalter oder Steckdosen gesetzt werden, wird ebenfalls nicht der Asbest in der kompletten Wand entfernt, das gilt auch für das Bohren von Löchern, für das Aufhängen von Bildern, usw.

Unterliegen aber diese Arbeitsweisen wirklich dem Asbestverbot? Es gibt zahlreiche anerkannte emissionsarme Verfahren, die einen Eingriff und nicht das vollständige Entfernen asbesthaltiger Massen zum Ziel haben (Anbohren von Asbestzementrohren, Bohren von Löchern in ebenen Asbestzementfassaden, Bohren von Löchern in Fußböden mit asbesthaltigem Estrich, ...). Auch ist der Einsatz von Absaugglocken (siehe Kapitel 9.4) als emissionsarmes Verfahren anerkannt. Damit ist es möglich, Löcher sicher in asbesthaltige Bausubstanz zu bohren. 2008 wurde ein Verfahren mit dem Deutschen Gefahrstoffschutzpreis ausgezeichnet, das ebenfalls nicht das komplette Entfernen zum Ziel hat.

Selbst in der TRGS 519 heißt es lediglich bei der Definition von Abbrucharbeiten, dass sie im Sinne dieser TRGS das vollständige Abbrechen (Rückbau) baulicher Anlagen oder Teilen davon umfassen. Bei der Definition von Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten wird das vollständige Entfernen nicht erwähnt [Citrich et al., 2017].

Und natürlich kann wie bei jeder TRGS auch von den Regelungen der TRGS 519 abgewichen werden, wenn zumindest gleichwertige Schutzmaßnahmen getroffen werden und deren Wirksamkeit im Einzelfall nachgewiesen werden (Abschnitt 1(7)). Auch der Anhang der Gefahrstoffverordnung lässt eine Ausnahme zu. Wenn emissionsarme Verfahren entwickelt werden, gilt für diese Entwicklung das Asbestverbot nicht (Nr. 1(1)3.).

Festzuhalten bleibt, dass an asbesthaltigen Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen grundsätzlich gearbeitet werden darf, selbst wenn sie nicht komplett entfernt werden.

Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit Asbest dürfen nur von Fachbetrieben durchgeführt werden, deren personelle und sicherheitstechnische Ausstattung für diese Tätigkeiten geeignet ist. Bei den Arbeiten ist dafür zu sorgen, dass mindestens eine weisungsbefugte sachkundige Person vor Ort tätig ist. Die Sachkunde wird durch die erfolgreiche Teilnahme an einem von der zuständigen Behörde anerkannten Sachkundelehrgang nachgewiesen [GefStoffV Anhang I Nr. 2.4.2(3)].

Die große Asbest-Sachkunde kann mit einem 5-Tage-Lehrgang erlangt werden, für die kleine Sachkunde muss ein 2-tägiger Lehrgang besucht werden. Beide Lehrgänge enden mit einer Prüfung. Die Inhalte dieser Lehrgänge sind in den Anlagen 3 und 4 der TRGS 519 beschrieben.

In der Praxis gibt es zahlreiche Firmen, die nur einen Sachkundigen haben, aber mehrere Kolonnen. Somit kann nicht auf jeder Baustelle dieser Firmen eine sachkundige Person vor Ort sein. Weiterhin fallen bei ASI-Arbeiten einzelne Firmen immer wieder durch mangelnden Arbeitsschutz negativ auf. Eine Sanktion ist aber nur in jedem Einzelfall zulässig, die Sachkunde kann nicht entzogen werden. Dies soll bei einer Überarbeitung der TRGS 519 bzw. der GefStoffV möglich gemacht werden.

Zudem gibt es viel zu wenig sachkundige Firmen. Denn wenn wirklich in 25 % aller potentiell betroffenen Gebäude Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen enthalten ist, betrifft dies mehrere hunderttausend Firmen, die täglich entsprechende Arbeiten ausführen.

Es besteht somit ein rechtliches und ein Kapazitätsproblem. Diese Situation wird sich in Bezug auf den rechtlichen Aspekt nicht kurzfristig ändern, das Kapazitätsproblem ohne eine Änderung der derzeitigen Sachkunde-Schulungen auch nicht mittelfristig.

Festzuhalten bleibt, dass auch bei Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen staubarm gearbeitet werden muss. Dann ist vermutlich auch die Konzentration von Asbestfasern bei diesen Arbeiten unterhalb der Akzeptanzkonzentration von 10.000 Fasern/m³.

6.7 Titandioxid

Der Ausschuss für Risikobeurteilung (RAC) der ECHA hat am 09. Juni 2017 abgeleitet, dass die wissenschaftlichen Beweise [Heinrich et al., 1995] ausreichen, Titandioxid (TiO₂) als »a substance suspected of causing cancer through the inhalation route – category 2, through the inhalation route« einzustufen. Der RAC folgte damit nicht dem Vorschlag der französischen Behörde für Lebensmittelsicherheit, Umwelt- und Arbeitsschutz ANSES, die das Exposé für Titandioxid erarbeitet und die Kategorie 1B bezüglich der Kanzerogenität gefordert hatte.

Bereits 2010 hatte die Internationale Krebsforschungsagentur IARC Titandioxid in ihre Kategorie 2B »möglicherweise krebserregend für den Menschen« eingestuft (ECHA- und IARC-Kategorien s. Einführung zu Kapitel 6). Auf den Beschluss des RAC der ECHA folgt ein politischer Prozess bis hin zur EU-Kommission, an dessen Ende eine Entscheidung steht, ob und wie TiO₂-haltige Materialien künftig gekennzeichnet werden müssen.

Wie in Kapitel 3.5.1 erläutert, wurde der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für A-Staub von 1,25 mg/m³ u. a. von Studien an Titandioxid abgeleitet. Die Begründung für diesen AGW für A-Staub macht deutlich (siehe Kasten »Aus

der Begründung für den Arbeitsplatzgrenzwert für A-Staub«), dass auch diese Stäube zu Problemen führen können.

Gründe hierfür sind aber reine Partikeleffekte. Bei sehr hohen Dosen kann es durch kleine Partikel zu Überladungseffekten in der Versuchstierlung kommen, mit der Folge von chronischen Entzündungen und schließlich Krebs. Das gilt vermutlich für alle Partikel, nicht nur für TiO_2 .

Eine Einstufung von Titandioxid würde nicht zu erhöhten Schutzmaßnahmen führen, es ist weiterhin der Grenzwert für A-Staub einzuhalten. Ob die Einstufung und die damit verbundene Kennzeichnung TiO_2 -haltiger Produkte zu einer Änderung des Marktes führt, wird sich zeigen. Wichtig dabei wird sein, dass alle Beteiligten sachlich argumentieren.

Entsprechend der REACH-Verordnung werden bei immer mehr Substanzen endlich alle toxikologischen Eigenschaften abgeklärt. Dabei werden bei immer mehr Substanzen kritische Eigenschaften festgestellt. Dies führt bei bestimmten Substanzen zu Recht zu Beschränkungen oder gar Verboten. Bei anderen Stoffen wie Titandioxid muss lediglich eine grundsätzlich problematische Eigenschaft zur Kenntnis genommen werden.

Dies zu vermitteln muss das Ziel sein und nicht reflexartige Reaktionen bei neuen Erkenntnissen (»Verlust tausender Arbeitsplätze« ist ebenso wenig hilfreich wie »Alle Krebsstoffe müssen verboten werden«).

6.8 Dieselmotoremissionen

Die Internationale Krebsagentur IARC (International Agency for Research of Cancer) in Lyon hat 2012 Dieselmotoremissionen neu bewertet. Schon 1988 hatte die IARC eine Monographie zu Dieselmotoremissionen (DME) veröffentlicht. Damals wurden DME in die IARC-Kategorie 2A eingestuft »probably carcinogenic to humans«. 2012 kommt die IARC zu dem Schluss, dass Dieselmotoremissionen (DME) in die Kategorie 1, krebserzeugend bei Menschen, einzustufen sind.

In Deutschland werden Dieselmotoremissionen nach den Kriterien der RL 67/548/EWG seit 1994 als krebserzeugend Kategorie 2 bewertet. Diese Bewertung basiert auf der Einstufung der MAK-Kommission in Kategorie 2. Ab 2005 wurde diese stoffliche durch eine tätigkeitsbezogene Einstufung als krebserzeugend ersetzt. In der TRGS 906 lautet die Formulierung seitdem »Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte in Bereichen arbeiten, in denen Dieselmotoremissionen (DME) freigesetzt werden« sind als krebserzeugend eingestuft, ohne eine Kategorisierung. Eine Verschärfung oder Abschwächung dieser Einstufung ist daher im System nicht vorgesehen.

Bis 2005 gab es für DME einen Luftgrenzwert von $0,1 \text{ mg/m}^3$, der damals mit vielen anderen Grenzwerten zurückgezogen wurde. 2017 wurde nach langen Diskussionen im Ausschuss für Gefahrstoffe (die bereits 2011 begonnen hatten) ein Arbeitsplatzgrenzwert von $0,05 \text{ mg/m}^3$ verabschiedet, im Dezember 2017 veröffentlicht (Schlussfolgerung aus AGS, 2017).

»Insgesamt waren für eine Grenzwertableitung neben der krebserregenden Wirkung eine akut (Probandenstudien) und chronisch (tierexperimentelle Studien) inflammatorische Wirkung sowie die Beeinflussung der männlichen Fertilität als empfindlichste Parameter zu berücksichtigen. Die Befunde aus den Studien mit akuter Exposition beim Menschen wurden bei der Grenzwertableitung nicht gesondert betrachtet, da akut entzündliche Effekte wahrscheinlich Konsequenz von Kombinationswirkungen mit Stickoxiden sind.

...

Da geeignete Daten zur quantitativen Ableitung eines Wertes aus der Epidemiologie nicht verfügbar sind, werden Tierversuchsdaten für die Grenzwertableitung herangezogen. Bezüglich des Endpunktes chronisch inflammatorische Wirkung wird ... ein AGW von $50 \mu\text{g EC/m}^3$ vorgeschlagen.

Eine ERB-Ableitung auf Basis Tierversuch durch Extrapolation auf niedrigere Risikohöhen bei nichtlinearem Verlauf (»Knickfunktion«) der Dosis-Wirkungsbeziehung würde aktuell die Relevanz des AGW nicht beeinflussen. Die mit dieser Methode abgeleitete Akzeptanzkonzentration für das Akzeptanzrisiko 4:100.000 liegt um den Faktor 2,5 niedriger als der AGW.«

Obwohl DME als krebserzeugend eingestuft sind, wird somit keine Expositions-Risiko-Beziehung (ERB) festgelegt (wie bei Keramikfasern, Kapitel 6.4.2).

Weitere Regelungen beschreibt die TRGS 554 »Abgase von Dieselmotoren«, die in der Version von 2008 aber noch nicht Bezug nimmt auf den Arbeitsplatzgrenzwert. Eine aktualisierte TRGS 554 wird vermutlich Ende 2018 verabschiedet.

In dieser dann neuen TRGS 554 wird auch beschrieben werden, wie mit den Arbeitsplatzgrenzwerten für Stickoxide (NO und NO_2) umzugehen ist. Nachdem 2005 die damaligen Luftgrenzwerte für Stickoxide wie viele andere Grenzwerte zurückgezogen worden waren, galt »nur« noch das Minimierungsgebot. Zudem hätten sich die Betriebe an den Grenzwerten in der MAK-Liste der MAK-Kommission für die Stickoxide orientieren müssen (Tabelle 5). Als der Ausschuss für Gefahrstoffe 2016 die Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide festlegte und dabei für NO einen deutlich über dem MAK-Wert liegenden Wert, war trotzdem keine Begeisterung in der Indus-

trie zu spüren. Die Bergbauindustrie (5 Jahre) und die Bauwirtschaft (1 Jahr für den Tunnelbau und Arbeiten in geschlossenen Bereichen) haben sogar Übergangsfristen bis zur Einhaltung der neuen AGW eingeräumt bekommen (Bemerkung 22 der TRGS 900).

Zu der Bewertung der Exposition von Stickoxiden sind deren Arbeitsplatzgrenzwerte heranzuziehen. Ein Bewertungsindex gemäß TRGS 402, also eine Summenbildung, erfolgt für die Dieselrußpartikel (elementarer Kohlenstoff) und den Stickoxiden aus den Abgasen von Dieselmotoren nicht. Da, wie in Kapitel 3.5.2 beschrieben, sowohl die Tierstudien als auch die epidemiologischen Studien zu Wirkungen des Dieselabgases, auf einer Belastung durch Abgase insgesamt basieren. Der Arbeitsplatzgrenzwert für Dieselrußpartikel von 50 µg/m³ berücksichtigt daher die Wirkung aller Abgasinhaltsstoffe.

Tabelle 5: Entwicklung der Stickoxide-Grenzwerte (ml/m³, ppm)

		bis 2002	bis 2004	2005	seit 2009	seit 2015
MAK-Liste	NO	–	–	–	0,5	
	NO ₂	5	–	–	0,5	
TRGS 900	NO		25	Grenz- werte zurück- gezogen	–	2
	NO ₂		5		–	0,5

Gegebenenfalls darüber hinaus vorkommende luftgetragene Gefahrstoffe mit AGW unterliegen untereinander wie üblich der Bewertung durch entsprechende Bewertungsindexbildung. Auch Stickoxide, die aus anderen Quellen, als den Abgasen von Dieselmotoren herrühren, sind in die Indexbildung ein zu beziehen.

Bedauerlicherweise wird seit einiger Zeit mehr über die Stickoxide in den Abgasen diskutiert als über die krebserzeugenden Dieselrußpartikel.

6.9 Gips

Gips ist nicht eingestuft, hat aber einen Arbeitsplatzgrenzwert von 6 mg/m³, bestimmt in der A-Fraktion (in der TRGS 900 ist der chemische Name Calciumsulfat aufgeführt). Damit ist Gips der einzige Stoff, der in der A-Fraktion einen höheren Grenzwert als wie der A-Staub selbst.

6.10 Nano

Nano ist eine Sammelbezeichnung, orientiert sich nur an der Größe von Teilchen, nicht an dem Stoff, von dem Nanomaterialien vorliegen, ähnlich dem A- und E-Staub. Nanomaterialien sind mit 1 – 100 nm deutlich kleiner wie der A-Staub (etwa 1 μm = 1.000 nm).

Der sichere Umgang mit Nanoteilchen wird in der BekGS 527 »Hergestellte Nanomaterialien« dargestellt, nicht in einer TRGS (Technische Regel für Gefahrstoffe). BekGS bedeutet »Bekanntmachung für Gefahrstoffe«, BekGS sind rechtlich gesehen eine Stufe unter den TRGS an zu siedeln.

Zwar gibt die BekGS 527 »Hergestellte Nanomaterialien« einen Grenzwert für Nanomaterialien an (4.5.1(1) der BekGS 527; 0,5 mg/m^3 für granuläre biobeständige Stäube (GBS) von Nanomaterialien), allerdings sagt die BekGS 527 auch, dass die Nachweisgrenze bei 0,25 mg/m^3 , und damit nur geringfügig unter dem Grenzwert liegt. Eine Überwachung und Bewertung ist somit schwierig. In der Praxis wird sich weiterhin an dem AGW für A-Staub orientiert.

Trotzdem, die BekGS 527 gibt Hinweise auf Gefahren durch Nano und Schutzmaßnahmen. Allerdings widmet sich die BekGS 527 nur den hergestellten Nanomaterialien. Damit wird die Anwendung dieser BekGS deutlich eingeschränkt, »Natürliche und bei Prozessen anfallende Nanomaterialien werden in der vorliegenden Bekanntmachung nicht berücksichtigt.« (1(1) BekGS 527). Damit werden die in vielen Anwendungen schon lange vorhandenen Nanoteilchen nicht berücksichtigt. So bestehen viele Pigmente in Lacken schon immer aus Teilchen mit Größen im Nanobereich. Allerdings bieten die in der BekGS aufgeführten Schutzmaßnahmen auch gegenüber diesen Nano-Produkten Schutz.

Es soll an dieser Stelle nicht weiter über dieses Thema berichtet werden, denn einerseits ist die Diskussion um Nano weiter im Gange, andererseits wird die BekGS 527 aktualisiert.

Festzuhalten bleibt, dass verallgemeinernde Aussagen kaum möglich sind, ob Nanomaterialien – gleichgültig ob gezielt hergestellt oder nicht – prinzipiell gefährlich sind oder nicht. Aufgrund der Vielzahl der Materialien und ihrer verschiedenen Anwendungen müssen Nanomaterialien immer im Einzelfall bewertet werden.

7. Erkrankungen durch Stäube

Heute ist allgemein bekannt und akzeptiert, dass Quarz- und Holzstaub, Asbest und bleihaltige Stäube Erkrankungen verursachen können. Das war nicht immer so. Ein Blick zurück auf die Entwicklung der Erkenntnisse über die schädigenden Wirkungen von Stäuben ist auch ein Versuch, die Ursachen und Hintergründe darzustellen, um zu erläutern, warum diese Gefahren noch immer weitgehend unterschätzt werden.

Ende der achtziger Jahre war die Schlagzeile »Deutsche Eiche kann Krebs erzeugen« noch ein Aufreger. Natürlich ist es nicht die Eiche selbst, sondern der Eichenholzstaub, der zusammen mit Buchenholzstaub als krebs-erzeugend eingestuft worden war. Aber diese Überschrift macht deutlich, wie überrascht und skeptisch die Fachwelt war.

Die Aufnahme des Adenokarzinoms als Berufserkrankung in die Anlage zur Berufskrankheiten-Verordnung dauerte dann fünf Jahre. Es benötigt immer einige Zeit, bis der ärztliche Sachverständigenbeirat für Berufskrankheiten im Bundesministerium für Arbeit und Soziales¹¹ entscheidet, dass als krebs-erzeugend eingestufte Stoffe auch zu entsprechenden Berufserkrankungen führen können.

So sind Dieselmotoremissionen, also der Feinstaub aus dem Diesel-Auspuff, schon lange als krebserzeugend eingestuft, eine entsprechende Berufs-erkrankung hat der Sachverständigenbeirat noch nicht beschlossen. Er denkt allerdings derzeit darüber nach.

In diesem Kapitel wird vor allem auf berufsbedingte Erkrankungen eingegangen. Natürlich können auch Heimwerker solche Erkrankungen erleiden, z. B. wenn sie bleihaltige Farben an Fensterrahmen abflämmen.

Es gibt auch Stäube, von denen Berufserkrankungen weder geläufig sind noch diskutiert werden. So sind Berufserkrankungen durch A-, E-Staub- oder Gips-Expositionen nicht bekannt. Sie wird es vermutlich auch ohne eine Änderung des BK-Rechts nicht geben. Obwohl Tätigkeiten/Arbeitsplätze bekannt sind, an denen die Grenzwerte z. T. drastisch überschritten werden. Diese Überschreitungen belasten die Gesundheit und führen vermutlich auch zu Schäden. Da solche Schäden aber nicht spezifisch sind, sondern zu einer Verkürzung des Lebensalters führen, lässt sich ein Zusammenhang bei einem einzelnen Beschäftigten nicht herleiten. Ähnliches ist auch aus den Diskussionen über Umweltschadstoffe bekannt. Hier gibt es Hochrechnungen über Erkrankungszahlen und verkürzte Lebenszeiten auf Grund z. B. hoher

11 www.bmas.de/DE/Themen/Soziale-Sicherung/Gesetzliche-Unfallversicherung/der-aerztliche-sachverstaendigenbeirat-berufskrankheiten.html

Stickoxidkonzentrationen. 2018 hat das Umweltbundesamt eine Studie vorgestellt, die zu dem Schluss kommt, dass 2014 6000 vorzeitige Todesfälle auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen zurückzuführen seien, die mit einer Stickstoffdioxid-Langzeitexposition in Verbindung stehen. Man wird vermutlich aber nie bei einer bestimmten Person sagen können, dass sie wegen einer hohen NO₂-Belastung einige Jahre früher gestorben ist als ohne diese Belastung. Diese laienhafte Darstellung (der Autor ist Chemiker, kein Arzt) soll deutlich machen, dass Grenzwerte auch dann einzuhalten sind, wenn zu einem Staub keine oder nur wenige Berufserkrankungen bekannt sind. Staubbelastungen sind zu minimieren, Grenzwerte zu unterschreiten, unabhängig davon, ob Berufserkrankungen bekannt sind oder nicht.

7.1 Das deutsche Berufskrankheitensystem

In Deutschland gilt ein gemischtes Berufskrankheitensystem – Listen- und Einzelfälle. Nach § 9 Abs. 1 Siebtes Buch Sozialgesetzbuch (SGB VII) sind Berufskrankheiten:

»Krankheiten, die die Bundesregierung durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates als Berufskrankheiten bezeichnet und die Versicherte infolge einer den Versicherungsschutz nach den §§ 2, 3 oder § 6 begründenden Tätigkeit erleiden. Die Bundesregierung wird ermächtigt, in der Rechtsverordnung solche Krankheiten als Berufskrankheiten zu bezeichnen, die nach den Erkenntnissen der medizinischen Wissenschaft durch besondere Einwirkungen verursacht sind, denen bestimmte Personengruppen durch ihre versicherte Tätigkeit in erheblich höherem Grade als die übrige Bevölkerung ausgesetzt sind; sie kann dabei bestimmen, daß die Krankheiten nur dann Berufskrankheiten sind, wenn sie durch Tätigkeiten in bestimmten Gefährdungsbereichen verursacht worden sind oder wenn sie zur Unterlassung aller Tätigkeiten geführt haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können.«

§ 9 Abs. 2 SGB VII sieht vor, dass in Einzelfällen auch über die Liste der Berufskrankheiten hinaus eine Erkrankung anzuerkennen ist (»Wie-BK«), wenn nach neuen medizinisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen die sonstigen Voraussetzungen des Abs. 1 erfüllt sind. Die weit überwiegende Anzahl der anerkannten Berufskrankheiten sind allerdings »Listen-BKen«.

Die in der Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) aufgeführte Liste der Berufskrankheiten wird vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) aufgestellt. Der Ärztliche Sachverständigenbeirat für Berufskrankheiten berät hierzu das BMAS.

Wird eine Erkrankung als berufsbedingt angezeigt, ermittelt der zuständige Unfallversicherungsträger (Berufsgenossenschaften und Unfallversicherungen der Länder) die frühere Exposition und welche Erkrankung besteht. Dann wird geprüft, ob ein eindeutiger Zusammenhang besteht. Insbesondere bei länger zurückliegenden Expositionen ist der Beweis oft sehr schwer. Nur wenn dies belegt ist, erfolgt eine Anerkennung.

Die Listen-Berufskrankheiten beziehen sich in der Regel auf einen Stoff. Kombinationswirkungen werden kaum berücksichtigt (außer bei Exposition gegenüber Asbest und PAK, BK 4114), da der Staat hier bisher keine wissenschaftliche Basis für entsprechende Zusammenhänge sieht. Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Berufserkrankungen, die durch die hier diskutierten Stäube verursacht werden.

Tabelle 6: Durch Stäube verursachte Berufserkrankungen (in der Bauwirtschaft)

1101	Erkrankungen durch Blei oder seine Verbindungen
4101	Quarzstaublungerkrankung (Silikose)
4102	Quarzstaublungerkrankung in Verbindung mit aktiver Lungentuberkulose (Siliko-Tuberkulose)
4103	Asbeststaublungerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankungen der Pleura
4104	Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs in Verbindung mit Asbeststaublungerkrankung (Asbestose) in Verbindung mit durch Asbeststaub verursachter Erkrankung der Pleura oder bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Asbestfaserstaub-Dosis am Arbeitsplatz von mindestens 25 Faserjahren ($25 \times 106 \text{ [(Fasern/m}^3\text{) x Jahre]}$)
4105	Durch Asbest verursachtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Pericards
4112	Lungenkrebs durch die Einwirkung von kristallinem Siliziumdioxid (SiO_2) bei nachgewiesener Quarzstaublungerkrankung (Silikose oder Siliko-Tuberkulose)

4113	Lungenkrebs durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Dosis von mindestens 100 Benzo[a]pyren-Jahren [$(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{Jahre}$]
4114	Lungenkrebs durch das Zusammenwirken von Asbestfaserstaub und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Dosis, die einer Verursachungswahrscheinlichkeit von mindestens 50 Prozent nach der Anlage 2 entspricht
4203	Adenokarzinome der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen durch Stäube von Eichen- oder Buchenholz

Eine Rente wird bezahlt, wenn die MdE (Minderung der Erwerbsfähigkeit) mindestens 20 % beträgt. Bei einer MdE unter 20 % erfolgt eine Anerkennung ohne Rentenzahlung.

7.2 Die BK-DOK

Die Berufskrankheiten-Dokumentation (BK-DOK) wird bei der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) gepflegt. Die im Folgenden aufgeführten Statistiken über staubbedingte Berufserkrankungen kommen aus der BK-DOK. Alle Berufsgenossenschaften und seit einigen Jahren auch die Unfallkassen der Länder melden die bei ihnen angezeigten und die von ihnen entschieden beruflich verursachten Erkrankungen.

Dazu werden u. a. die Ursache, die Tätigkeit, die Erkrankung und die Entscheidung über die Anerkennung verschlüsselt. In der BK-DOK stehen somit keine Berufe, Stoffnamen oder Krankheiten, sondern Schlüsselnummern, nach denen die Auswertungen erfolgen. Die Grundlage für eine informative Auswertung ist somit eine gute Verschlüsselung. Falls jemand mehrere Berufe hat, wird immer der letzte Beruf verschlüsselt, bei dem eine Exposition bestand.

Die DGUV veröffentlicht zudem im Abstand von einigen Jahren eine Übersicht über die »Wie-BKen« nach § 9 Abs. 2 SGB VII, zuletzt 2013.

7.3 Staubbedingte Berufserkrankungen

Im Folgenden werden im Wesentlichen die Verläufe der durch die einzelnen Stäube verursachten Erkrankungen dargestellt. Die BK DOK enthält viele weitere Informationen von denen hier für einige Stauberkrankungen die Latenzzeiten aufgeführt werden (Tabelle 7).

Die Latenzzeit gibt die Zeit zwischen dem Beginn der Exposition und dem Ausbruch der Erkrankung an.

Tabelle 7: Latenzzeiten für einige beruflich verursachte Krebserkrankungen aus den Jahren 1978 – 2010 [Butz, 2012]

BK-Nr.	Einwirkungs- dauer (Jahre)	Latenzzeit (Jahre)	Fälle
4101/4102/4112	20,9	43,0	898
4104	21,0	38,5	15.079
4105	18,6	39,9	15.192
4203	26,1	43,1	785

7.3.1 Blei

In der Regel werden heute nur noch wenige Bleierkrankungen als beruflich verursacht angezeigt und anerkannt. Zwischen 2010 und 2016 wurden von allen Unfallversicherungsträgern insgesamt nur 25 BK 1101-Fälle (»Erkrankungen durch Blei oder seine Verbindungen«) anerkannt. Darunter waren ein oder zwei Fälle mit Bezug zur Bauwirtschaft. Zudem wurde in den Jahren 2005 – 2011 in 12 Fällen eine Erkrankung durch »Blei und seine Verbindungen« als »Wie-BK« entsprechend § 9 Abs. 2 SBG VII angezeigt, alle 12 wurden abgelehnt [DGUV, 2013].

7.3.2 Holzstaub

Die Zahl der bestätigten BK 4203-Fälle (»Adenokarzinome der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen durch Stäube von Eichen- oder Buchenholz«) liegt seit etwa 10 Jahren mit leicht steigender Tendenz bei rund 50 Fällen (Abbildung 8).

Von den 430 BK 4203-Fällen, die 2007 – 2016 bei allen UV-Trägern anerkannt wurden, waren u. a. 22 Personen, die im letzten Beruf als Fußbodenleger tätig waren, sowie etwa 40 weitere Personen aus der Baubranche. Die Mehrzahl waren zuletzt Tischler bzw. Modellbauer.

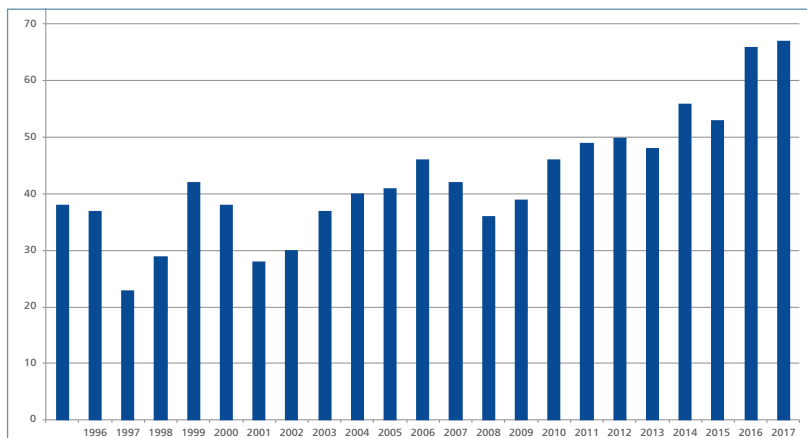


Abbildung 8: Adenokarzinome [BK 4203] bei den UV-Trägern (neue Fälle lt. BK-DOK)

Zudem wurde in den Jahre 2005 – 2011 in 16 Fällen eine Erkrankung durch ›Holzstaub‹ als »Wie-BK« entsprechend § 9 Abs. 2 SBG VII angezeigt, alle 16 wurden abgelehnt [DGUV, 2013].

7.3.3 Quarz

Die Anlage 1 der BKV enthält drei Berufskrankheiten, deren Ursache Quarzstaub ist:

- 4101 Quarzstaublungenerkrankung (Silikose)
- 4102 Quarzstaublungenerkrankung in Verbindung mit aktiver Lungentuberkulose (Siliko-Tuberkulose)
- 4112 Lungenkrebs durch die Einwirkung von kristallinem Siliziumdioxid (SiO_2) bei nachgewiesener Quarzstaublungenerkrankung (Silikose oder Siliko-Tuberkulose)

Abbildung 9 zeigt den Verlauf der anerkannten quarzbedingten Berufs-erkrankungen im Zuständigkeitsbereich der BG BAU. Unabhängig von den jährlichen Schwankungen bleibt festzuhalten, dass die Zahl dieser

Erkrankungen nicht abnimmt. Dies ist die Konsequenz der noch immer viel zu hohen Quarzstaub-Konzentrationen auf Baustellen. Quarzbedingte Erkrankungen sind weiterhin aktuell. Daran ändert auch der Hinweis nichts, dass die Latenzzeit bei diesen Erkrankungen oft sehr lang ist, die die Erkrankung verursachenden Expositionen somit vor langer Zeit bestanden. Wer mit offenen Augen Baustellen betrachtet, weiß, dass sich die Staubsituation seit Jahren kaum geändert hat. Der Anstieg 2012 ist vermutlich auf eine entsprechend der »Bochumer Empfehlung« erfolgte Änderung der Anerkennungspraxis zurückzuführen. Insbesondere Fälle mit geringen Schatten im Röntgenbild, die früher zur Ablehnung führten, können nun bei Einschränkungen der Lungenfunktion anerkannt werden [Merget, 2010]. Abbildung 10 macht deutlich, dass viele quarzbedingte Erkrankungen tödlich enden.

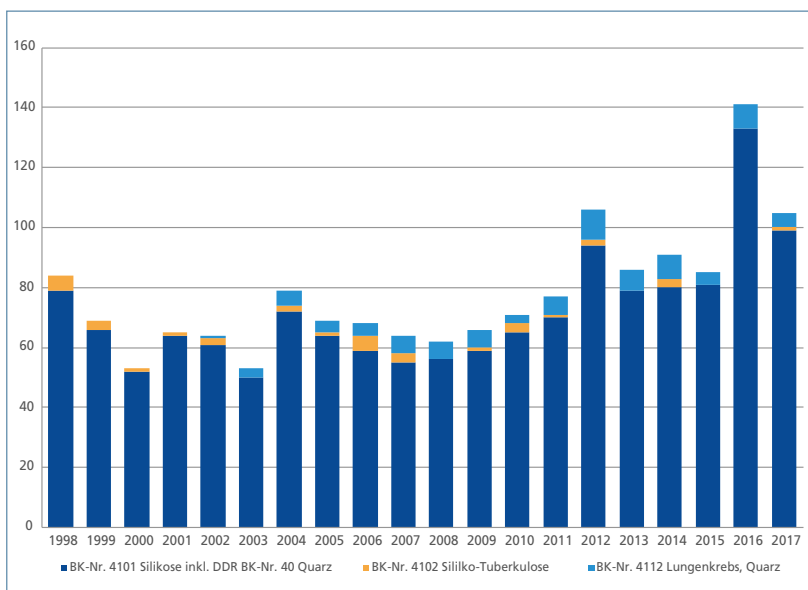


Abbildung 9: Anerkannte Berufskrankheiten durch Quarzstäube bei der BG BAU

Die Zahlen der Abbildungen 9 und 10 beziehen sich nur auf die Mitgliedsbetriebe der BG BAU. Die Elektriker, die überwiegende Anzahl der Heizung-, Sanitär-, Klimabetriebe, etwa die Hälfte der Steinmetze und Steinbearbeiter und etwa die Hälfte der Abbruchbetriebe sind nicht bei der BG BAU versichert. Die in diesen Betrieben auftretenden quarzbedingten Erkrankungen fehlen somit in den Abbildungen 9 und 10.

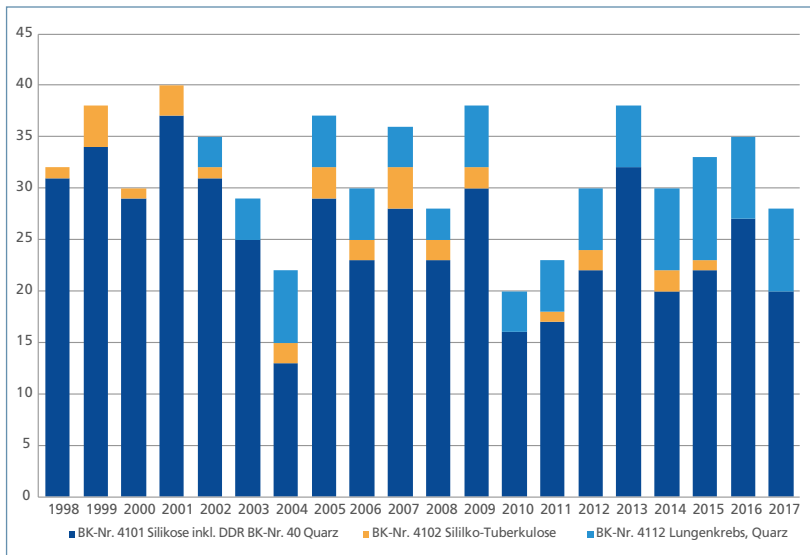


Abbildung 10: Todesfälle durch Quarzstäube bei der BG BAU

Zudem wurde in den Jahren 2005 – 2011 in 49 Fällen eine Erkrankung durch »Quarz« als »Wie-BK« entsprechend § 9 Abs.2 SBG VII angezeigt, 48 Fälle wurden abgelehnt [DGUV, 2013].

7.3.4 Künstliche Mineralfasern

Es gibt keine Listen-BK für Mineralwolle-Dämmstoffe und Keramikfasern. Allerdings wurden in den Jahren 2007 – 2016 von der BG BAU (in Klammer die Zahlen für alle UV-Träger) 2 (26) Atemwegserkrankungen [BK 4302] durch keramische Fasern bzw. Mineralwolle bestätigt sowie 110 Hauterkrankungen (540).

7.3.5 Dieselmotoremissionen

Die Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) kennt derzeit keine Erkrankung durch die in Dieselmotoremissionen enthaltenen Dieselrußpartikel in der Berufskrankheiten-Liste. Der Sachverständigenbeirat für Berufskrankheiten des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales führt eine Liste »Empfeh-

lungen für mögliche neue Berufskrankheiten« auf der (Mitte 2018) auch »Lungenkrebs durch Dieselmotoremissionen« steht¹².

Bisher wurden den Unfallversicherungsträgern nur vereinzelt Verdachtsfälle gemeldet (im Zeitraum 2006 – 2011 insgesamt 57 Fälle). BK-Anerkennungen sind bislang nicht erfolgt.

Unabhängig davon sollten Ärzte, wenn sie einen Zusammenhang zwischen einer Erkrankung und einer beruflichen Exposition sehen, eine Anzeige beim zuständigen Unfallversicherungsträger erstatten. Zumindest theoretisch könnte auf Grund der in den Abgasen enthaltenen Stickoxide auch eine Anzeige auf BK 4302 gestellt werden. Denn im Merkblatt zur BK 4302 »Durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können« heißt es, dass »leicht flüchtige anorganische Arbeitsstoffe: z. B. Nitrose Gase« eine solche Erkrankung verursachen können.

Das Occupational Cancer Research Center (OCRC, Ontario) hat 2017 abgeschätzt, dass in Ontario etwa 300.000 Beschäftigte Dieselmotorabgasen ausgesetzt sind, etwa 30.000 Beschäftigte in der Bauwirtschaft. 170 Lungen- und 45 Blasenkrebs-Erkrankungen kalkuliert das OCRC für die Exponierten pro Jahr.

Bezogen auf Deutschland wären das (Ontario 13,6 Mio Einwohner, Deutschland 80 Mio Einwohner) etwa sechsmal so viele Erkrankungen pro Jahr. Dabei geht das OCRC bei 88 % der Exponierten von einer DME-Exposition von 1 – 10 µg/m³, bei 11 % von 20 – 40 µg/m³ und bei 1 % von 30 – 60 µg/m³ aus. In Kapitel 8.3.8 werden deutlich höhere Expositionen bei einigen Tätigkeiten in der Bauwirtschaft beschrieben (bis über 1.000 µg/m³).

7.3.6 Asbest

Die Berufskrankheiten-Verordnung kennt vier asbestbedingte Erkrankungen (Tabelle 6). Obwohl die Anwendung von Asbest seit 1993 verboten ist, ist die Zahl der jährlichen Neuerkrankungen unverändert hoch. Abbildung 11 zeigt den Verlauf der asbestbedingten Berufserkrankungen bei allen UV-Trägern, Bauarbeiter sind nicht nur bei der BG BAU versichert.

Das Tragische an diesen Zahlen ist, dass nichts mehr gegen die vielen Jahre, meist Jahrzehnte zurückliegende Ursache getan werden kann. Die lange Zeit

12 www.bmas.de/DE/Themen/Soziale-Sicherung/Gesetzliche-Unfallversicherung/der-aerztliche-sachverstaendigenbeirat-berufskrankheiten.html

vorausgesagte Rückgang der Erkrankungszahlen (für etwa 2015) ist noch nicht zu erkennen. Die Zahlen stiegen 2016 sogar wieder an. Ob durch unsachgemäße Sanierungen von Asbest im Bestand Erkrankungen auftreten, lässt sich noch nicht sagen. Schon bei extrem hohen Asbestexpositionen, wie sie früher vorkamen, ist die Latenzzeit, also die Zeit zwischen Exposition und Ausbruch der Erkrankung sehr lang (deutlich mehr als 30 Jahre, siehe Tabelle 7). Bei den erheblich niedrigeren Expositionen, wie sie bei Asbestsanierungen ohne bzw. mit unzureichenden Schutzmaßnahmen vorkommen können, wird die Latenzzeit noch länger sein.

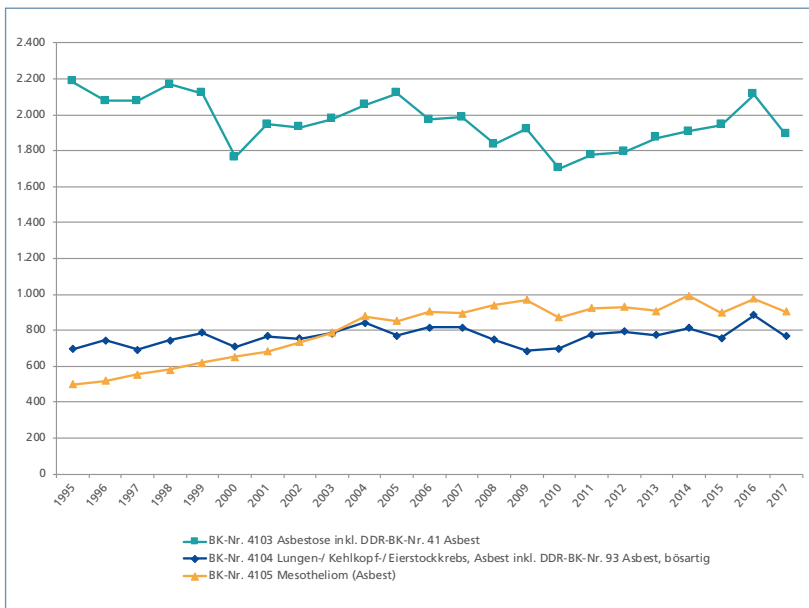


Abbildung 11: Asbestbedingte Berufserkrankungen bei den UV-Trägern

8. Staubbelastungen an Arbeitsplätzen

In diesem Kapitel werden die Messmethoden erläutert, die Zusammenstellung und Auswertung von Messdatenkollektiven dargestellt und auf die zahlreichen Quellen für Messdaten zur Staubbelastung bei Arbeiten auf Baustellen verwiesen. Bei diesen Quellen sind z. T. neuere Messdaten verfügbar, wenn die in Kapitel 8.3 beschriebenen Daten veraltet sein sollten.

Grundsätzlich ist es Aufgabe des Arbeitgebers, die Staubbelastungen (die Exposition) seiner Beschäftigten zu ermitteln (§ 6 GefStoffV). Wichtig ist hier »ermitteln«. Es muss nicht gemessen werden. Nur bei krebserzeugenden Stoffen bzw. Tätigkeiten gab es für viele Jahre eine Messpflicht. Da dies weder sinnvoll ist noch in der Praxis eingefordert wurde, gilt jetzt für alle Stoffe und Tätigkeiten die Ermittlungspflicht.

Ermitteln bedeutet, dass gemessen werden kann, aber nicht muss. Es kann auch auf Messdaten von ähnlichen Arbeitsplätzen bzw. bei ähnlichen Tätigkeiten zurückgegriffen werden. Weiterhin können Expositionen auch berechnet werden, allerdings ist das für nichtstationäre Arbeitsplätze wie auf Baustellen sehr schwierig (u. a. wegen den dort oft sehr rasch wechselnden Lüftungsverhältnissen) und spielt in der Praxis kaum eine Rolle.

Da nur wenige Betriebe selbst Messungen durchführen bzw. durchführen lassen (u. a. Großbetriebe der Chemie, Energie- und Automobilindustrie), besteht häufig das Problem, dass eine Bewertung der Exposition am Arbeitsplatz schon an fehlenden Daten scheitert.

Die Unfallversicherungsträger (UV-Träger) und z. T. auch die Arbeitsschutzbehörden der Länder führen daher Messungen durch, um die Situation am Arbeitsplatz beurteilen zu können.

Vor allem die früheren Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft und die 2005 durch deren Fusion entstandene BG BAU (Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft) haben sehr viele Messungen durchgeführt, ausgewertet und die Ergebnisse veröffentlicht. Insbesondere Letzteres erfolgt von anderen UV-Trägern oft sehr zögerlich. So sind aktuelle Daten zur Holzstaubbelastung kaum verfügbar.

8.1 Messungen von Staub-Expositionen

Hier wird nicht auf Details der Messtechnik bei Arbeitsplatzmessungen von Stäuben eingegangen. Um die im folgenden Kapitel beschriebenen Ergebnisse von Staubmessungen an Arbeitsplätzen richtig einordnen zu können, sind jedoch einige Kenntnisse notwendig.

Bei einer Arbeitsplatzmessung saugt eine Pumpe über einen Schlauch Arbeitsluft über einen Filter an. Die Arbeitsluft wird möglichst in der Nähe des Gesichts des Arbeiters angesaugt, um so auf dem Filter die Schadstoffe sammeln zu können, die in der Atemluft des Beschäftigten enthalten sind (Abbildung 12). Der Filter wird dann in ein Labor gesandt, dort werden die auf dem Filter gesammelten Schadstoffe qualitativ und quantitativ bestimmt. Die aufgefundene Menge eines Stoffes ergibt zusammen mit der von der Pumpe angesaugten Luftmenge die Konzentration des Stoffes in der Atemluft des Beschäftigten. Diese Art der Probenahme führt zu personengetragenen Messergebnissen.

Nicht immer ist es möglich, die Pumpen von den Beschäftigten tragen zu lassen (da nicht alle Stoffe auf einem Filter gesammelt werden können, sind oft mehrere Pumpen notwendig; auch sind manche Arbeitsplätze so eng, dass das Tragen von Pumpen nicht möglich ist). Dann werden die Pumpen an einem Stativ befestigt und das Stativ wird mitgeführt (personenbezogene Messung). Schließlich wird auch stationär gemessen, z.B. in Bereichen, in denen mehrere Beschäftigte die gleiche Tätigkeit ausführen. Dabei werden die Pumpen im Zentrum des Arbeitsbereiches an einem Stativ befestigt. Oft werden stationäre und personengetragene Messungen parallel vorgenommen.



Abbildung 12: Zwei Pumpen am Gürtel des Beschäftigten, die Filter sind oberhalb der Brust befestigt

Um die Höhe der Staubbelastung zu ermitteln, muss bei den Stäuben, die messtechnisch erfasst werden, der alveolengängige und der einatembare Teil getrennt bestimmt werden können. Dazu wurde 1951 in Johannesburg eine Konvention beschlossen, die eine Trennfunktion für Staubmessgeräte festlegt, die der Lungenfunktion nahekommt. Nach dieser Johannesburger Konvention ist Feinstaub ein Staubkollektiv, das aus einem Abscheidesystem austritt, dessen Wirkung der theoretischen Trennfunktion

eines Sedimentationsabscheiders entspricht, der Teilchen mit einem aerodynamischen Durchmesser von 5 μm noch zu 50 % und 7 μm zu 100 % abscheidet. Abbildung 13 zeigt die Trennfunktionen für die im Arbeits- und Umweltschutz (siehe Kapitel 5) relevanten Fraktionen.

Auf Basis der Johannesburger Konvention erfolgte 1971 die Aufnahme von Feinstaub in die MAK-Liste. Mit der Einführung der Norm EN 481 »Arbeitsplatzatmosphäre – Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel« im Jahr 1993 wurde die Konvention abgelöst. Die Norm EN 481 lässt die Verwendung von Messgeräten, die der Johannesburger Konvention folgen, zur Erfassung der alveolengängigen Fraktion weiterhin zu (da diese etwa 20 % höhere Ergebnisse anzeigen).

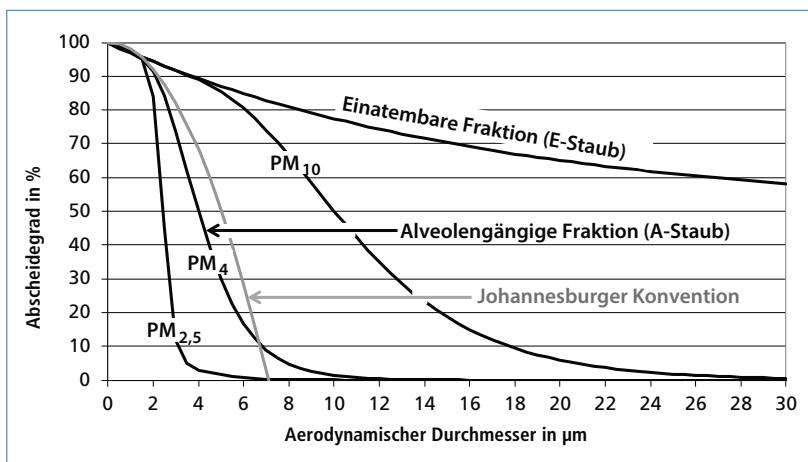


Abbildung 13: Konventionen definierter Staubfraktionen [nach Mattenklott und Höfert, 2009]

Dies bedeutet, dass die Filter, auf denen die Schadstoffe gesammelt und die im Labor dann ausgewertet werden, in etwa die gleiche »Filter«-Wirkung haben wie die Atemwege. Sie sammeln nur die Teilchen, die auch eingeatmet werden. Entsprechend ist es auch umgekehrt so, dass die Teilchen, die auf den Filtern gesammelt werden, bis in die Lunge gelangen. Abbildung 14 zeigt einen neuen Filter und einen Filter, nachdem er 30 Minuten mit Luft bei Arbeiten mit einem Stampfer in einem Graben mit Dieselrußpartikeln »beladen« wurde.



Abbildung 14: Filter einer DME-Messung im Graben, links neuer Filter, rechts Filter nach 30 min

8.2 Expositionsdaten sind verfügbar

Grundsätzlich müssten in jedem Betrieb die Expositionen aller Beschäftigten gegenüber Stäuben bekannt sein. Denn ohne Kenntnis der Exposition ist eine Gefährdungsbeurteilung nicht möglich, die Schutzmaßnahmen können nicht festgelegt werden und ein Beginn der Arbeit ist nicht zulässig.

§ 6 (1) der Gefahrstoffverordnung »Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung« ist hier eindeutig:

Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung als Bestandteil der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber festzustellen, ob die Beschäftigten Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausüben oder ob bei Tätigkeiten Gefahrstoffe entstehen oder freigesetzt werden können. Ist dies der Fall, so hat er alle hiervon ausgehenden Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten unter folgenden Gesichtspunkten zu beurteilen:

1. gefährliche Eigenschaften der Stoffe oder Gemische, einschließlich ihrer physikalisch-chemischen Wirkungen,
2. Informationen des Lieferanten zum Gesundheitsschutz und zur Sicherheit insbesondere im Sicherheitsdatenblatt
3. Art und Ausmaß der Exposition unter Berücksichtigung aller Expositionswege; dabei sind die Ergebnisse der Messungen und Ermittlungen nach § 7 Absatz 8 zu berücksichtigen.

Besonderen Wert legt die Gefahrstoffverordnung auf die Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen, also auch Quarzstaub. In § 14 (3) der GefStoffV wird bei Exposition gegenüber solchen Stoffen ein aktualisiertes Verzeichnis gefordert (siehe Kasten »GefStoffV § 14(3) «Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten»), u. a. mit Höhe und Dauer der Expositionen. Das Verzeichnis ist 40 Jahre nach Ende der Exposition

aufzubewahren und den Beschäftigten nach Ende des Beschäftigungsverhältnisses auszuhändigen.

In welchem Betrieb liegt ein solches Verzeichnis vor? Kaum ein Betrieb, nicht nur in der Bauwirtschaft, kommt dieser Vorschrift nach. Daher wird im Folgenden für viele Tätigkeiten auf Baustellen die Staubbelastung angegeben und es werden Hinweise darauf gegeben, wo aktuelle Daten verfügbar sind.

GefStoffV § 14(3) »Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten«

Der Arbeitgeber hat bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B sicherzustellen, dass

- 1. die Beschäftigten und ihre Vertretung nachprüfen können, ob die Bestimmungen dieser Verordnung eingehalten werden, und zwar insbesondere in Bezug auf*
 - a) die Auswahl und Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung und die damit verbundenen Belastungen der Beschäftigten,*
 - b) durchzuführende Maßnahmen im Sinne des § 10 Absatz 4 Satz 1,*
- 2. die Beschäftigten und ihre Vertretung bei einer erhöhten Exposition, einschließlich der in § 10 Absatz 4 Satz 1 genannten Fälle, unverzüglich unterrichtet und über die Ursachen sowie über die bereits ergriffenen oder noch zu ergreifenden Gegenmaßnahmen informiert werden,*
- 3. ein aktualisiertes Verzeichnis über die Beschäftigten geführt wird, die Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B ausüben, bei denen die Gefährdungsbeurteilung nach § 6 eine Gefährdung der Gesundheit oder der Sicherheit der Beschäftigten ergibt; in dem Verzeichnis ist auch die Höhe und die Dauer der Exposition anzugeben, der die Beschäftigten ausgesetzt waren,*
- 4. das Verzeichnis nach Nummer 3 mit allen Aktualisierungen 40 Jahre nach Ende der Exposition aufbewahrt wird; bei Beendigung von Beschäftigungsverhältnissen hat der Arbeitgeber den Beschäftigten einen Auszug über die sie betreffenden Angaben des Verzeichnisses auszuhändigen und einen Nachweis hierüber wie Personalunterlagen aufzubewahren,*

5. die Ärztin oder der Arzt nach § 7 Absatz 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge, die zuständige Behörde sowie jede für die Gesundheit und die Sicherheit am Arbeitsplatz verantwortliche Person Zugang zu dem Verzeichnis nach Nummer 3 haben,
6. alle Beschäftigten Zugang zu den sie persönlich betreffenden Angaben in dem Verzeichnis haben,
7. die Beschäftigten und ihre Vertretung Zugang zu den nicht personenbezogenen Informationen allgemeiner Art in dem Verzeichnis haben.

8.3 Expositionen beim Bauen, Renovieren und Reinigen

Das Ergebnis einer Messung sagt i. d. R. wenig über die typische Belastung am Arbeitsplatz aus. Um ein repräsentatives Ergebnis für die Exposition bei einer Tätigkeit zu erhalten, sind mehrere Messungen an verschiedenen Arbeitsplätzen erforderlich.

Besonders bei stark staubenden Tätigkeiten reichen oft wenige Messdaten. Wer das trockene Schneiden von Steinen ohne Absaugung einmal gesehen hat, benötigt nur wenige Messungen, um festzustellen, dass hier alle Grenzwerte um ein Vielfaches überschritten sind (Tabelle 11). Andererseits führt die Technik des Absaugbohrers zwangsläufig dazu, dass beim Bohren kein Staub austritt. Auch hier müssen nicht viele Messungen durchgeführt werden, um dies zu belegen.

Expositionsdaten werden vor allem in Expositionsbeschreibungen, Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger [EGU, früher BG/BIA-Empfehlungen]¹³ und Verfahrens- und stoffspezifischen Empfehlungen (VSK, in der Anlage zur TRGS 420) veröffentlicht. Früher haben auch die Länder solche Daten bekannt gemacht, inzwischen gibt es leider nur noch wenige dieser LASI-Papiere. Eine Zusammenstellung dieser Messdaten-Auswertungen, im Folgenden Expositionsbeschreibungen genannt, findet sich u. a. im Kapitel »Branchenlösungen« der jährlich erscheinenden Gefahrstoff-Broschüre des Universum-Verlages (2018).

Gemeinsam ist allen Expositionsbeschreibungen, dass die vorhandenen Messdaten entsprechend der TRGS 420 statistisch ausgewertet werden. Wenn mehr als 10 Messwerte vorliegen, wird zur Bewertung der Exposition der 95 %-Wert verwendet [TRGS 420, Abschnitt 4.2.1(4) »Für die Anzahl

13 [www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/empfehlungen-gefaehrderungsermittlung-der-unfallversicherungstraeger-\(egu\)/index.jsp](https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/empfehlungen-gefaehrderungsermittlung-der-unfallversicherungstraeger-(egu)/index.jsp)

der mindestens erforderlichen Messungen lässt sich keine allgemeingültige Regel aufstellen; sie muss vielmehr im Einzelfall in Abhängigkeit von der Validität und der Höhe der Messergebnisse, von deren Streuung und von den besonderen technischen Gegebenheiten am Arbeitsplatz festgelegt werden. Für die Befunderhebung wird das 95-Percentil der Messwertverteilung herangezogen.»).

Für die Bewertung (in der TGS 420 »Befunderhebung« genannt) von Messdaten ist nicht nur die statistische Auswertung wichtig, sondern vor allem die Kenntnis der betroffenen Branche bzw. Tätigkeit. So reichen an stationären Arbeitsplätzen oft wenige Messungen aus, um die Exposition beurteilen zu können. Selbst auf Baustellen mit vielen Variablen wie im Raum/im Freien, windig/windstill, großer Raum/kleiner Raum, ... gibt es Tätigkeiten, bei denen schon sehr wenige Messungen genügen, um zu validen Ergebnissen zu kommen.

Messdaten sind auch in Reports der Berufsgenossenschaften bzw. UV-Träger zu finden. Allerdings werden diese Reports, wie der BGIA-Report 8/2006 »Quarzexpositionen am Arbeitsplatz«, für die Ermittlung von Expositionen im Rahmen von Berufskrankheitsverfahren erstellt. Hier werden die 90 %-Werte der Datenkollektive aufgeführt, die oft deutlich niedriger sind als die 95 %-Werte!

8.3.1 Blei

Bleibelastungen treten in der Bauwirtschaft heute nur noch beim Bearbeiten bleihaltiger Beschichtungen auf. Im Bereich der neuen Bundesländer war die Verwendung bleihaltiger Farben für den Innenanstrich von Gebäuden ab 1953 verboten. Entgegen der Vorschrift wurden jedoch noch bis Mitte der sechziger Jahre bleihaltige Farben eingesetzt. Verwendungsverbote für bleihaltige Farben im Innenbereich von Gebäuden gab es bereits 1930. Diese Regelungen wurden in den Vorschriften der alten Bundesländer übernommen.

Bei der Sanierung von Altbauten werden die Anstriche an Fenstern und Türen oft mittels Propangasbrenner oder HeiBluftpistole abgebrannt. Dabei werden Temperaturen zwischen 600 und 1000° Celsius erreicht. Kleinere Flächen oder Farbreste werden nach dem Abbrennen mit dem Schwing schleifer bearbeitet. Elliehausen et al. haben 1995 über solche Arbeiten berichtet. Der Bleigehalt in Materialproben lag dabei im Mittel bei 130 g/kg. Sechs Arbeiter hatten die Holzfassade eines Hotels abgeschliffen. Die Bleigehalte im Blut lagen z.T. deutlich über dem biologischen Grenzwert.

Bei weiteren drei Handwerkern wurden die Bleikonzentrationen in der Luft beim Abschleifen von Farbresten nach dem Abbrennen der Farbe gemessen (0,20 und 0,98 mg/m³ (Innenraum), 0,03 mg/m³ (im Freien). Bei einem dieser Handwerker (mit der Exposition von 0,98 mg/m³) wurde auch der Blutbleiwert (423 µg/l) bestimmt, auch hier war der Biologische Grenzwert überschritten.

Werden bleiweißhaltige Beschichtungen mit abgesaugten Maschinen bearbeitet, werden die Grenzwerte eingehalten. Dies bestätigen Messungen beim An- und Nachschleifen bleiweißhaltiger Beschichtungen [Gunreben, 2012].

Mit dem Anschleifen bleiweißhaltiger Beschichtungen auf Holzbauteilen wird die Oberfläche der Beschichtung gereinigt, aufgeraut und/oder geglättet. Dabei ist von einer Exposition gegenüber bleihaltigen Stäuben auszugehen, auch wenn in den oberen Farbschichten kein Bleiweiß vorhanden ist.

2008/2009 erfolgten Messungen beim Anschleifen bleiweißhaltiger Beschichtungen auf Holz (personenbezogene Messungen; (Tabelle 8) – Expositionsbeschreibung zum Anschleifen“). Das Anschleifen erfolgte mit ausgewählten Maschinen (Rotationsschleifern, Schwingschleifern und Dreiecksschleifern) unter Verwendung von Entstaubern der Staubklasse M. Im Schleifstaub wurden Bleigehalte von 3.700 mg/kg bis zu 48.000 mg/kg gemessen.

Das dabei durchgeführte Biomonitoring (Blutuntersuchung) ergab in keinem Fall eine Überschreitung des Biologischen Grenzwertes (400 µg/l). Der maximale Anstieg des Blutbleispiegels nach der Schicht im Vergleich zum Vorschichtwert betrug 30 µg/l.

Zusätzlich zu den personengetragenen Messungen erfolgten einige stationäre Messungen im Abstand von 2 m vom Arbeitsplatz, dabei arbeiteten 2 Personen gleichzeitig im Raum. Die Ergebnisse lagen immer unter den Nachweisgrenzen (<0,001 mg/m³ bis <0,01 mg/m³).

Holzstaubkonzentrationen wurden nicht bestimmt, da in der Regel die Beschichtung nur bis zum Holz abgetragen wird, sodass Holzstaub nur in geringen Mengen entstehen kann.

Tabelle 8: Bleiexpositionen (mg/m³) beim Anschleifen bleiweißhaltiger Beschichtungen

Messwerte	Minimalwert	50 % Wert	95 % Wert	Maximalwert
24	0,0025	0,005	0,0298	0,0390

Auch beim Nachschleifen abgebeizter bleiweißhaltiger Beschichtungen wurden Messungen durchgeführt (Tabelle 9). Hierbei kann ein höherer Bleianteil im Schleifstaub auftreten, da direkt auf den Resten bleihaltiger Beschichtungen geschliffen wird.

Durch das Nachschleifen von Holzoberflächen wird die abgebeizte Oberfläche zum Zweck der Überholungsbeschichtung gereinigt, aufgeraut bzw. geglättet. Im Schleifstaub im Entstauber-Beutel lagen Bleigehalte bis zu 15 Masse% vor.

Beim Biomonitoring kam es in keinem Fall zu einem Anstieg des Blutbleispiegels nach der Schicht im Vergleich zum Vorschichtwert.

Zusätzlich zu den personengetragenen Messungen erfolgten einige stationäre Messungen im Abstand von ca. 2 Meter vom Arbeitsplatz. Die maximale Konzentration betrug auf Baustellen weniger als 0,0025 mg/m³, die Konzentration bei einer im stationären Betrieb durchgeführten Messung bei entsprechenden Arbeiten lag bei 0,0071 mg/m³.

Tabelle 9: Bleiexpositionen (mg/m³) beim Nachschleifen bleiweißhaltiger Beschichtungen

Messwerte	Minimalwert	Mittelwert	Maximalwert
8	0,0013	0,0116	0,037

8.3.2 Holzstaub

Hartholzstäube, aber auch Stäube anderer Hölzer, treten auf Baustellen vor allem beim Schleifen von Parkett und anderen Holzböden auf. Schon 1995 wurde in der Expositionsbeschreibung »Oberflächenbehandlung von Parkett und anderen Holzfußböden« sehr hohe Expositionen bis zu 115 mg/m³ (im E-Staub), trotz Einsatz von Schleifmaschinen mit integrierter Absaugung, beschrieben. Obwohl damals die TRGS 553 schon lange existierte, waren die Holzstaubbelastungen extrem hoch (Tabelle 10; [Rühl, Kluger, 1995]).

Tabelle 10: Ergebnisse von Holzstaubmessungen (mg/m³) beim Abschleifen von Böden

Messwerte	Min	95 %	Max
191	0,27	19,31	115,00

Zwar gibt es zahlreiche weitere Veröffentlichungen zu Holzstaubexpositionen, allerdings liegen auch diese meist schon über 20 Jahre zurück. Typisch ist die Aussage von Wüstefeld et al. (2002) »Zu den Beobachtungen während der Messungen gehörte u. a. auch, dass das Abblasen von Werkstücken und Maschinen ohne Absaugung in vielen Betrieben trotz der Festlegungen in der TRGS 553 weiterhin zur gängigen Praxis gehört«.

In einer internationalen Studie kommen Kauppinen et al. 2006 zu dem Schluss, dass in den 25 betrachteten EU-Ländern 563.000 Beschäftigte über 5 mg/m^3 Holzstaub exponiert sind. Für Deutschland wurden für 288.000 Beschäftigte eine Holzstaubexposition über 2 mg/m^3 ermittelt, darunter 110.000 Beschäftigte mit einer Exposition über 5 mg/m^3 .

8.3.3 A-Staub und Quarzstaub

Daten zu Expositionen gegenüber A- und Quarzstaub sind in vielen Quellen zu finden. Die Quarzstaubkonzentrationen bei sehr vielen Tätigkeiten, vor allem beim Bauen und Renovieren, sind im BGIA-Report 8/2006 »Quarzexpositionen am Arbeitsplatz« aufgeführt. Zwar ist dieser Report schon über 10 Jahre alt, viele dieser Angaben treffen aber auch noch auf die heutigen Verhältnisse zu. Denn eine Absenkung der Exposition auf Baustellen ist nicht zu beobachten.

Die Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft und die durch deren Fusion 2006 gebildete BG BAU haben sehr viele Staubbmessungen auf Baustellen durchgeführt. Mit dem vom Ausschuss für Gefahrstoffe 2015 verabschiedeten Beurteilungsmaßstab für Quarzstaub können die Ergebnisse dieser Quarzstaub-Messungen bewertet werden. Tausende von Messungen werden Tätigkeiten und den gemessenen A-, E- und Quarzstaub-Konzentrationen zugeordnet. Diese Arbeit ist noch (lange) nicht beendet, die bisherigen Erkenntnisse werden in der »Expomatrix der BG BAU« dargestellt¹⁴ (Tabelle 12). Die Expo-Matrix ist entsprechend dem STOP-Prinzip aufgebaut. Sie unterscheidet zwischen guter und schlechter Praxis und gibt ggf. an, ob A-, E- oder Quarzstaub über dem Grenzwert liegen. Tabelle 11 zeigt einige Expositionsdaten, die hinter den Angaben der Expomatrix stehen.

¹⁴ unter www.bgbau.de/koop/gespraechskreis-staubminderung

Tabelle 11: A- und Quarzstaub-Expositionen (mg/m³) bei Bauarbeiten ohne Schutzmaßnahmen (95 %-Werte der jeweiligen Datenkollektive, wenn nicht anders angegeben)

	A-Staub	Quarzstaub
Grenzwerte	1,25	0,05
Pflaster trocken schneiden	19,2	bis 5,7
Trockenbau, schleifen	28,9	0,2
Trocken kehren	8,4	0,4
Trocken strahlen	63,8	2,8
Bohren in Beton	7,0	2,2
Sägen von Beton	7,2	
Putz abschlagen	12,5	0,8
Stemmen, meieln, Wand	9,3	0,8
Dosensenken	bis 8,0	
Abstreuen mit Quarzsand	29,3	1,3
Steinmetzarbeiten, schleifen	bis 10,1	bis 2,2
Steinmetzarbeiten, schneiden	bis 8,8	bis 3,4

Tabelle 12: Auszug aus der Expomatrix der BG BAU (vereinfachte Darstellung)¹⁵

Tätigkeit	Abstufung entsprechend der Hierarchie der Schutzmaßnahmen (dem STOP-Prinzip)		
	Gute Praxis		Schlechte Praxis
Putzmaschine beschicken	Großsilo bzw. Einwegkarton; feuchte Eimerware	Abgesaugte Putzmaschine und abgesaugtes Sackhandling mit Luftreiniger	Sackware A, evtl. Q
Anmischen pulverförmiger Produkte	Staubarme Putze, Kleber, Spachtelmassen		Nicht staubarme Putze, Kleber, Spachtelmassen E, A
Verputzen, Glätten; Auftragskolonne	Fertigware, gebrauchsfertig	Putzauftrag außen A, Q	Putzauftrag innen A
Putz entfernen, ebene Flächen	Abgesaugte Putzfräsen (Liste BG BAU)	Abgesaugter Stemmmeißel und Luftreiniger (Liste BG BAU)	Putz abschlagen ohne Absaugung A, Q
Trockenbau, abschleifen	Abgesaugte Excenter-/Schwingschleifer (Liste BG BAU)		Abschleifen ohne Absaugung E; A, Q
Reinigen bei Bautätigkeiten	Bau-Entstauber bzw. Kehrmachine (Liste Bau-Entstauber)		Trocken Kehren A, Q
Stemmen, Meißeln; Bodenflächen aus Beton	abgesaugte Handmaschinen und Luftreiniger (Listen BG BAU)		Stemmen, Meißeln ohne Absaugung A, Q
Stemmen, Meißeln; Wand	abgesaugte Handmaschinen und Luftreiniger (Listen BG BAU)	abgesaugte Handmaschinen (Liste BG BAU)	Stemmen, Meißeln ohne Absaugung A, Q
Pflasterarbeiten ohne Schneiden	Pflaster verlegen		
Pflastersteine bearbeiten	Pflaster brechen	Nass schneiden mind. täglicher Wasserwechsel	Pflaster trocken schneiden ohne Absaugung A
Pflaster abrütteln		Pflasterflächen befeuchtet abrütteln	Pflasterflächen trocken abrütteln

¹⁵ aktuell unter www.bgbau.de/koop/gespraechskreis-staubminderung

Tätigkeit	Abstufung entsprechend der Hierarchie der Schutzmaßnahmen (dem STOP-Prinzip)		
	Gute Praxis		Schlechte Praxis
Massive Mauersteine schneiden	abgesaugte Handmaschinen (Liste BG BAU)	Nass schneiden; mind. täglicher Wasserwechsel	Trocken schneiden ohne Absaugung A
Schneiden in Beton	abgesaugte Trennschleifer (Liste BG BAU)		Beton ohne Absaugung trocken schneiden A
Fliesen abschlagen	abgesaugte Handmaschinen und Luftreiniger (Liste BG BAU)	abgesaugte Handmaschinen (Liste BG BAU)	Fliesen abschlagen ohne Absaugung
Fliesen brechen, legen (ohne Fliesen schneiden)	Staubarme Fliesenkleber, regelmäßige Reinigung mit Bau-Entstauber		
Dachziegel, -steine trennen		Dachziegel, -steine mit Absaugung trennen	Trocken schneiden ohne Absaugung A, Q
Biberschwänze trennen	brechen		Trocken schneiden ohne Absaugung
Bohren (Bohrer, Kernbohrer, Dosensenker)	Absaugbohrer (Liste BG BAU)	Bohren mit Absaugglocke	Bohren in Beton A, Q
Absanden von harzgebundenen Bodenbeschichtungen	Absanden mit beschichteten Kristallquarzen		Absanden mit Quarzsand A, Q
Verdichten von Boden/Planum	Rüttelplatten ferngesteuert bzw. am Baggerausleger; Flüssigboden	Material erdfeucht, handgeführte Verdichtungsmaschinen; Einsatz Staubbindemittel	Planieren mit handgeführten Verdichtungsmaschinen A, Q
Kabinen von Baumaschinen und Baufahrzeugen	Kabine geschlossen		Kabine offen, auch teilweise offen A, Q
Asphalt-Kleinfräsen	Im Freien, Nassbetrieb A, Q		Im Freien, Trockenbetrieb A, Q

8.3.4 Mineralwolle-Dämmstoffe

Zu Expositionen gegenüber KMF werden in der TRGS 521 »Abbruch-, Sanierungs und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle« keine Daten, sondern nur Expositionskategorien angegeben. In den Handlungsanleitungen »Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen« [Blaue Hefte, 1993] wurden in den 90er Jahren die folgenden Daten angegeben.

Bei Arbeiten an Trennwand-, Estrich- und Steildachisolierungen im Innenbereich und Fassaden- und Flachdachisolierungen im Freien wurden 65 Messungen durchgeführt, der 95 %-Wert liegt bei 400.000 F/m³.

Im Schiffsbau wurde bei Isolierarbeiten bei 24 Messungen ein 95 %-Wert von 490.000 F/m³ ermittelt. 40 Messungen bei Isolierarbeiten an betriebs- und haustechnischen Anlagen ergaben 480.000 F/m³ (95 %-Wert).

Leider werden u. a. in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe und der Handlungsanleitung der BG BAU »Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen« (2015) keine Expositionsdaten zur Faserbelastung angegeben, sondern nur Expositionskategorien.

8.3.5 Keramikfasern

Bei der Reparatur von Ofenwägen für die keramische Industrie (für Brennöfen für Porzellan oder Steingut) liegen Konzentrationen bis 2 Mio. Fasern/m³ vor [Guldner, 2015]. Ähnliche hohe Belastungen dürften auch bei Montage, Reparatur und Demontage von Ofenauskleidungen bestehen.

8.3.6 Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen

Nur wenn der Fliesenkleber, der Putz oder die Spachtelmasse bearbeitet wird, kann eine Asbest-Exposition vorliegen. Beim Bearbeiten dieser Massen wurden bei einzelnen Messungen sehr hohe Asbestfaser-Konzentrationen ermittelt [Scherer, 2016]. Diese Messungen erfolgten bei Arbeiten, die ohne jegliche staubmindernde Technik bzw. mit unzureichender Technik durchgeführt wurden. Daher waren auch die Arbeitsplatzgrenzwerte für A- und E-Staub und der Beurteilungsmaßstab für Quarzstaub weit überschritten, wenn sie denn gemessen wurden (Tabelle 13; [Citrich et al., 2017]). Es wurde somit in jeglicher Hinsicht illegal gearbeitet.

Tabelle 13: Asbest-Konzentrationen bei ungeschütztem bzw. unzureichend geschütztem Umgang mit asbesthaltigen Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmas-
sen

	Asbest	Quarz	A-Staub	E-Staub	Quelle
	F/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	
Grenzwerte	10.000	0,05	1,25	10	
Loch bohren, kleine Reparatu- ren*	bis 36.000	kA	kA	kA	Scherer, 2016
Fliesen abschla- gen [#]	bis 120.000	0,85 – 1,6	2,7 – 9,3	kA	Scherer, 2016
Mörtel schaben [#]	bis 320.000	0,85 – 1,6	2,7 – 9,3	kA	Scherer, 2016
Mörtel schleifen*	bis 3.900.000	kA	kA	kA	Scherer, 2016
Putz schleifen	bis 1.560.000	kA	kA	kA	VDI, 2015
Spachtelmassen entfernen	18.000	kA	kA	kA	VDI, 2015
Bohren in Fliesen	bis 36.000	kA	kA	kA	VDI, 2015
Abschlagen einzelner Fliesen	bis 77.000	kA	kA	kA	VDI, 2015
Abschleifen Fliesenkleber	bis 1.000.000	kA	kA	kA	VDI, 2015
Putz abstemmen	1.200.000	kA	kA	kA	SUVA, 2017
Putz abschleifen	1.800.000	kA	kA	kA	SUVA, 2017
Abfräsen von Putz	bis 27.700	<0,04	bis 2,8	bis 70,0	BG BAU, 2016
Fräsen von Schlitzen	bis 21.500	<0,04	bis 4,0	bis 21,8	BG BAU, 2016
Abschleifen von Beton und Farbe	bis 890.000	bis 9,7	bis 47,3	bis 184,0	BG BAU, 2016
kA: keine Angabe; * Mit Quellenabsaugung; # nass					

Tabelle 13 macht vor allem ein Problem deutlich. In der Regel wird nur auf die Asbestfaser-Konzentration geachtet, die Konzentrationen des krebserzeugenden Quarzstaubes und des A-Staubes werden oft nicht gemessen, auf jeden Fall nicht beachtet. Dabei ist Quarzstaub auf jeder Baustelle vorhanden, seine Konzentration ist immer zu berücksichtigen. Und die A-Staub-Konzentration muss unter $1,25 \text{ mg/m}^3$ liegen. Wenn die Quarzstaub-Konzentration unter dem Beurteilungsmaßstab liegt, also staubarm gearbeitet wird, dürften die Asbestfaser-Konzentrationen auch die Akzeptanzkonzentration unterschreiten.

8.3.7 Asphaltfräsen

Beim Sanieren von Asphaltstraßen werden die alten Straßendecken oft abgefräst. Auch beim Kanalbau wird der Asphalt oft nicht einfach aufgerissen, sondern abgefräst und recycelt. Da hierbei früher viel Staub frei wurde und auch heute noch oft gefragt wird, ob das nicht gefährlich ist, werden hier die heutigen Expositionen bei diesen Arbeiten beschrieben. Beim Fräsen von Asphaltflächen sind A- und E-Staub, quarzhaltige Stäube und Dieselmotoremissionen (DME) zu beachten. Zudem können auch Asbestfasern auftreten.

Asphalt wird mit Klein- oder Großfräsen gefräst. Kleinfräsen haben Breiten bis 1 m, Großfräsen bis 2 m. Kleinfräsen werden eingesetzt, um den Asphalt über zu erneuernden Kanälen oder Leitungen zu entfernen. Es sind meist kleinere Flächen, für die diese Fräsen eingesetzt werden.

Großfräsen entfernen den Asphalt bis über eine Fahrbahnbreite. Das Prinzip ist bei beiden Typen das Gleiche, auf einer Walze sitzen viele Meißel, die den Asphalt entfernen. Das anfallende Fräsgut wird entweder hinter der Fräse ausgeworfen oder über ein Förderband auf einen LKW geladen.

In Deutschland verfügen alle Großfräsen seit Ende 2014 über eine Absaugung [Rühl et al., 2013]. Bei Kleinfräsen wird zur Kühlung der Meißel deutlich mehr Wasser eingesetzt.

2011 und 2017 wurden Messungen beim Einsatz von Kleinfräsen durchgeführt (Tabelle 14, Tätigkeitswerte). Zwölf der sechzehn Werte für Quarzstaub liegen unter $0,05 \text{ mg/m}^3$ (darunter alle Messungen 2017). Bei der Messung mit $0,37 \text{ mg/m}^3$ wurde nicht nur eine 3 cm starke Asphalttschicht gefräst, sondern auch in die darunterliegende Betondecke. Daher erfolgte eine weitere Auswertung ohne diesen durch das Fräsen in eine Betondecke bestimmten Wert (siehe Tabelle 14, letzte Zeile).

Obwohl Fräsen notwendigerweise über sehr starke Dieselmotoren verfügen, lagen die Konzentrationen gegenüber Dieselmotoremissionen (DME) bei

allen 16 Messungen unter der Nachweisgrenze. Ausführlich und immer aktualisiert werden diese sowie die Daten zu den Großfräsen in den Expositionsbeschreibungen »Einsatz von Kleinfräsen auf Asphaltflächen« und »Einsatz von Großfräsen auf Asphaltflächen« erläutert¹⁶.

Tabelle 14: Ergebnisse der Staub-Messungen (mg/m³) beim Betrieb von Asphalt-Kleinfräsen (Tätigkeitswerte)

	Messwerte	Min	50 %	95 %-Wert	Max
A-Staub	16	<0,14	0,31	1,59	1,90
E-Staub	16	<0,25	0,95	2,70	3,14
Quarzstaub	16	0,0025	0,019	0,20	0,37
Quarzstaub*	15	0,0025	0,019	0,11	0,14
*ohne die Messung, bei der in den Beton unter der Asphaltdecke gefräst wurde					

Naturbedingt (da in einigen Steinbrücken sehr geringe Mengen Asbest in den Gesteinen enthalten sind [TRGS 517]) können beim Fräsen von Straßen Asbestfasern freigesetzt werden. Bei drei Messungen wurden Amphibolasbest-Fasern gefunden: 17.200, 5.900 und 2.600 Faser/m³. Bei zwei weiteren Messungen 2017 war Amphibolasbest im Fräsgut, in der Luft am Fahrerstand wurden keine Asbestfasern gefunden.

Beim Fräsen einer teerhaltigen Asphaltdecke wurden 16 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) bestimmt. Bei 12 PAK (auch Naphthalin) lag die Konzentration unter der Nachweisgrenze, gefunden wurden Anthracen (0,03 µg/m³), Benzo(a)anthracen (0,05 µg/m³), Benzo(a)pyren (0,04 µg/m³), Chrysen (0,05 µg/m³) und Phenanthren (0,25 µg/m³).

Bei der Beurteilung der Exposition beim Einsatz von Kleinfräsen ist zu berücksichtigen, dass die reinen Fräszeiten unter zwei Stunden pro Tag liegen. In der verbleibenden Schichtdauer werden staubarme Arbeiten mit den Fräsen sowie Verlade- und Fahrtätigkeiten ausgeführt. Schichtbezogen ist daher von einer Unterschreitung der Grenzwerte der verschiedenen Stäube sowie von DME auszugehen.

2017 hat die BG BAU Messungen beim Einsatz von Großfräsen mit Absaugung durchgeführt (Tabelle 15). Bei einer Messung lag »eine starke Beeinflussung der Staubwerte durch den Straßenverkehr vor, der durch den

16 www.bgbau.de/praeuv/fachinformationen/gefahrstoffe/kaltfraesen

abgefrästen Bereich der Straße fuhr und den Staub aufwirbelte« (Maximalwert beim A-Staub in Tabelle 15 1,38 mg/m³).

An fünf der sechs Messungen waren Asbestfasern im Fräsgut (max. 22.213 Fasern/mg). Dabei wurden lediglich bei zwei Messungen Asbestfasern in der Luft gefunden (1.800 und 10.600 F/m³).

Tabelle 15: Ergebnisse der Staubmessungen beim Betrieb von Asphalt-Großfräsen

	Messwerte	Min	50%	95 %-Wert	Max
A-Staub	11	<0,08	0,22	0,98	1,38
E-Staub	7	0,17 bis 1,52			
Quarzstaub	8	<0,003 bis 0,045			
DME	3	Alle Messwerte unter der Nachweisgrenze (NWG)			
Asbest	5	3 × < NWG; 1.800 und 10.600 Faser/m ³			

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass beim Einsatz von Klein- und von Großfräsen auf Asphaltdecken im Freien ohne weitere Schutzmaßnahmen gearbeitet werden kann.

Die beim Beladen von Fräsgut über ein Förderband auf einen LKW zu beobachtende »Staubfahne« besteht nicht aus Staub, sondern ist Wasserdampf, der durch das Kühlen der heißen Meißel mit Wasser entsteht.

Dieses staubarme Fräsen ist auch ein Erfolg der 2011 vereinbarten Branchenlösung »Asphaltbeläge staubarm abtragen mit Kaltfräsen«, die inzwischen umgesetzt wurde. Sie ist zudem ein Beispiel dafür, wie Probleme gemeinsam unbürokratisch gelöst werden können. Die Branchenlösung hat im Wesentlichen beinhaltet, dass die Mitglieder des VESF e.V. (Verband der Europäischen Straßenfräsunternehmungen)¹⁷ vereinbart haben, bis spätestens Ende 2014 Großfräsen nur noch mit wirksamer Staubreduzierung zu verkaufen bzw. einzusetzen.

8.3.8 Dieselmotoremissionen

Die Abgase von Verbrennungsmotoren können zahlreiche Stoffe enthalten, wie nicht verbrannte Kohlenwasserstoffe, Dieselrußpartikel, Stickoxide (NO

¹⁷ www.vesf-ev.com

und NO_2), Kohlenmonoxid (CO) oder Kohlendioxid (CO_2). Im Wesentlichen werden bei Dieselmotoren die krebserzeugenden Dieselmotoremissionen betrachtet. Seit für die Stickoxide NO und NO_2 Arbeitsplatzgrenzwerte festgelegt wurden, werden auch diese Stoffe verstärkt berücksichtigt.

Da immer wieder der Beitrag der Baumaschinen und -fahrzeuge zur Feinstaubbelastung vor allem in den Städten diskutiert wird, werden hier die Expositionen gegenüber Dieselrußpartikel aufgeführt, die im Rahmen der Umweltdiskussion von Interesse sind. Eine Übersicht über alle bekannten Dieselrußpartikel-Expositionen bei Bauarbeiten findet sich bei Rühl et al. (2017). Die Expositionsbeschreibungen »Expositionen gegenüber Dieselmotoremissionen von Baumaschinen und -fahrzeugen« und »Expositionen beim Einsatz von Stampfern und Rüttelplatten« geben den jeweils aktuellen Stand wieder.

Um den Bezug zur Feinstaubdiskussion im Umweltbereich zu verstehen, sind u. a. folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- im Umweltbereich wird die Zahl der Partikel gemessen, bei Messungen auf einer Baustelle sind aber nicht nur Dieselrußpartikel vorhanden, sondern – wie in diesem Buch beschrieben – auch viele andere Staubpartikel;
- im Arbeitsschutz wird von Dieselmotoremissionen (DME) gesprochen, gemessen als EC, elementarer Kohlenstoff; bei der Analyse der auf dem Filter am Arbeitsplatz gesammelten Schadstoffe wird somit nur der Schadstoffanteil bestimmt, der aus den Abgasen kommt.

In Kapitel 3.7 wurde bereits erläutert, dass man sich im Arbeitsschutz weiterhin an der Masse orientiert, auch wenn im Umweltbereich die Zahl der Partikel gemessen wird.

Im Rahmen der Belastungen in den Städten wird in letzter Zeit verstärkt über die Stickoxide aus Abgasen diskutiert. Daher werden hier einige Arbeitsschutz-Messdaten erläutert.

Dieselsbetriebene Baumaschinen in Schächten bzw. Baugruben

Insgesamt liegen 38 DME-Expositionswerte in Baugruben und Schächten vor (Abbildung 15). Sind die Grundflächen größer 100 m^2 , ist auch beim Einsatz von Baumaschinen ohne Dieselpartikelfilter (DPF) der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für DME unterschritten (Tabelle 16).

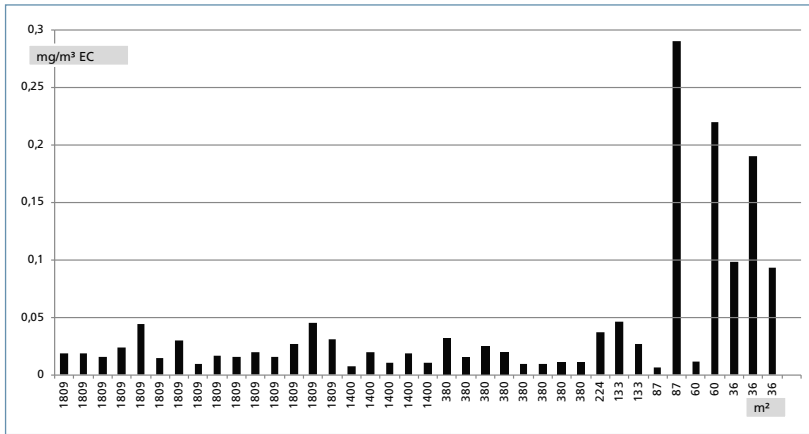


Abbildung 15: DME-Expositionen in Baugruben und Schächten beim Einsatz von Baumaschinen ohne DPF in Abhängigkeit von der Grundfläche

Dieselbetriebene Baumaschinen können daher in nach oben offenen Schächten bzw. Baugruben mit einer Grundfläche über 100 m² ohne Dieselpartikelfilter eingesetzt werden, unter 100 m² sind Dieselpartikelfilter erforderlich. Diese Aussage gilt nicht, wenn eine ganze oder teilweise Abdeckung der Baugrube vorliegt, z. B. durch Fahrzeugplatten.

Tabelle 16: DME-Expositionen (mg/m³) beim Einsatz dieselbetriebener Baumaschinen in Schächten bzw. Baugruben

	Messwerte	Min	50 %-Wert	95 %-Wert	Max
ohne DPF, Grundfläche >100 m²	31	0,008	0,019	0,045	0,046

Dieselbetriebene Rüttelplatten in Gräben im Freien

Im Rahmen zweier Messkampagnen wurden 2011 – 2015 Messungen bei simulierten Arbeiten mit dieselbetriebenen Rüttelplatten ohne DPF in einem 1,5 m breiten, 2 m tiefen und 15 m langen Graben und 2003/2004 in einem 1 m breiten, 6 m langen und 2 bzw. 4 m tiefen Graben durchgeführt (Tabelle 17). Die neueren Motoren führen zwar zu einer geringeren DME-Exposition (allerdings war hier der Graben auch breiter als 2003/2004), der Arbeitsplatzgrenzwert für DME (0,05 mg/m³) bleibt aber überschritten. Da

am Markt keine Rüttelplatten mit DPF verfügbar sind, ist beim Einsatz von dieselbetriebenen Rüttelplatten Atemschutz (Halbmaske mit P3-Filter) zu tragen.

Tabelle 17: DME-Expositionen beim Einsatz dieselbetriebener Rüttelplatten (mg/m³)

	Mess- werte	Min	50 %-Wert	95 %-Wert	Max
2003/2004 Stampfer und Rüttelplatten; 1 m breiter Graben	31	0,05	0,27	1,51	3,79
2011 – 2015 Rüttelplatten; 1,5 m breiter Graben	12	0,032	0,047	0,078	0,083

Messungen auf Baustellen bestätigen diese Ergebnisse. Dabei finden sich auch noch höhere Konzentrationen. Abbildung 14, Seite 86 macht die Belastung optisch deutlich. Auf einer Baustelle wurde beim Verdichten während lediglich einer halbstündigen Arbeit mit einer Rüttelplatte im Graben unter Volllast der Filter des Messgerätes völlig schwarz. Entsprechend würde die Lunge des Bedieners die Dieselmotoremissionen aus der Atemluft filtern, wenn er keinen Atemschutz tragen würde. Während der halben Stunde wurde eine DME-Belastung von 3,5 mg/m³ gemessen. Bei wenigen Messungen beim ebenerdigen Einsatz dieselbetriebener Rüttelplatten im Freien wurden niedrige DME-Werte (maximal 0,02 mg/m³) gemessen.

Dieselbetriebene Baumaschinen und -fahrzeuge ebenerdig im Freien

Von 1994 bis 2016 (mit einem Schwerpunkt 2010/2011) wurden DME-Messungen beim Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen und -fahrzeugen ebenerdig im Freien durchgeführt. In der Regel erfolgte die Probenahme in der Fahrerkabine. Die Türen der Fahrerkabinen waren fast immer offen. Bei 27 Messungen lagen die Ergebnisse unter der Nachweisgrenze (Tabelle 18). Der Maximalwert von 0,081 mg/m³ wurde 1994 gemessen. Ein Trend war nicht festzustellen, die Baumaschinen hatten alle keinen Dieselpartikelfilter.

Tabelle 18: DME-Expositionen beim Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen und -fahrzeugen ebenerdig im Freien (mg/m³)

Messwerte	Min	50 %-Wert	95 %-Wert	Max
39	0,006	0,019	0,043	0,081

Beim Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen und -fahrzeugen ebenerdig im Freien ist zur Einhaltung des AGW daher aus Sicht des Arbeitsschutzes kein Dieselpartikelfilter erforderlich.

Hintergrundbelastung durch Straßen- und Eisenbahnverkehr

Auf fünf Baustellen wurden Messungen durchgeführt, um eine mögliche DME-Belastung der Beschäftigten durch den Straßenverkehr zu ermitteln. Dabei wurde an Stellen gemessen, an denen keine DME-Exposition durch Baumaschinen bzw. -fahrzeuge bestand. Nur bei einer der acht Messungen lag die DME-Konzentration mit 0,011 mg/m³ über der Nachweisgrenze. Weiterhin wurden vier Messungen in einem Straßentunnel durchgeführt. Dort fanden Bauarbeiten ohne Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen oder -fahrzeugen statt, eine der beiden Spuren war gesperrt. Trotz hoher Windgeschwindigkeiten (1,5 – 5,1 m/s; Mittelwert: 3,0 mg/m³) wurden messbare vom Straßenverkehr verursachte DME-Konzentrationen (Hintergrundbelastung) von 0,009 – 0,019 mg/m³ im Arbeitsbereich ermittelt.

Stickoxidbelastungen bei Bauarbeiten

Die Messung von Stickoxiden auf Baustellen ist schwierig. Hier müssen die Messgeräte tragbar und robust sein. Erst in den letzten Jahren existieren geeignete Geräte mit Empfindlichkeiten unter den Arbeitsplatzgrenzwerten. Messungen wurden vor allem bei Tunnelarbeiten durchgeführt, da dort die höchsten Konzentrationen in der Bauwirtschaft zu erwarten sind. Die Ergebnisse werden hier aufgeführt, da die Diskussion um Stickoxidkonzentrationen in den Städten inzwischen die Diskussion um die krebserzeugenden Dieselpartikel in den Hintergrund gedrängt hat.

Tabelle 19: Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide

		Arbeitsplatzgrenzwerte		Bezogen auf eine 10-Stunden-Schicht
Stickstoffmonoxid	NO	2 ml/m ³ (ppm)	2,5 mg/m ³	1,6 ml/m³ (ppm)
Stickstoffdioxid	NO ₂	0,5 ml/m ³ (ppm)	0,95 mg/m ³	0,4 ml/m³ (ppm)

Bei der Bewertung der in Tabelle 20 aufgeführten Expositionen wird von einer 10- Stunden-Schicht ausgegangen, jeweils zu einem Drittel bohren, schuttern und sichern. Damit bewegt man sich auf der sicheren Seite, denn 3 Stunden schuttern (mit den höchsten Expositionen) sind weniger wie ein Drittel einer 10 Stunden-Schicht. Die folgenden Expositionen sind in Relation zu den in der letzten Spalte der Tabelle 19 aufgeführten, auf eine 10-Stunden-Schicht bezogene Grenzwerte zu setzen.

Tabelle 20: Schichtbezogene Bewertung der NOx-Expositionen beim Tunnelbau

	NO (ppm)		NO ₂ (ppm)	
	Tätigkeit	Schicht	Tätigkeit	Schicht
Schuttern	2,7	0,9	0,9	0,27
Bohren	0,6	0,2	0,4	0,13
Sichern	1,8	0,6	0,3	0,1
Schicht		1,7		0,5

Mit 1,7 ppm für NO und 0,5 ppm für NO₂ liegt die schichtbezogene Exposition gegenüber Stickoxiden im Bereich der auf eine 10 Stunden Schicht umgerechneten AGW.

In der Expositionsbeschreibung »Expositionen gegenüber Stickoxiden von Baumaschinen und -fahrzeugen bei Tunnelarbeiten« werden diese Daten und Bewertungen näher erläutert. Auch wird angegeben, mit welchen (einfachen) Maßnahmen diese Expositionen verringert werden können.

Insgesamt legen es diese Expositionsdaten für die Stickoxidbelastung bei Bauarbeiten unter Tage nahe, dass bei Arbeiten im Freien die Arbeitsplatzgrenzwerte für die Stickoxide eingehalten werden.

8.3.9 Gips

Vor allem beim Trockenbau werden Gipskartonplatten eingesetzt. Auch beim Einsatz von Wärmedämmung (z. B. Mineralwolle-Dämmstoffen) unter den Dachziegeln werden oft Gipskartonplatten als Abschluss verwendet. Beim Bearbeiten dieser Platten (bohren sägen, schneiden, schleifen) wird Gipsstaub frei.

Obwohl es für Gips (CaSO_4 , Calciumsulfat) mit 6 mg/m^3 (bezogen auf den A-Staub) einen Arbeitsplatzgrenzwert gibt, erfolgen keine Arbeitsplatz-Messungen auf Calciumsulfat. Auf Baustellen wird immer A- und E-Staub sowie Quarzstaub gemessen, auch bei Trockenbau-Arbeiten. Wenn die Grenzwerte für diese drei Staubarten unterschritten werden, wird auch der AGW für Gips eingehalten.

Beim Einbau von Gipsestrich, wird kein Gipsstaub frei, da dies in nasser Form erfolgt, wie schon der Name ›Fließestrich‹ verdeutlicht.

8.3.10 Nano

Messdaten zur Exposition gegenüber Nano-Teilchen sind nur wenige bekannt, sie reichen für eine valide Betrachtung nicht aus. Allerdings kann das Expositionsrisiko mit Analogieschlüssen zumindest abgeschätzt werden. Wird beispielsweise ein Holzlack eingesetzt, der Zinkoxid-Nanopartikel als UV-Schutz enthält, besteht beim Auftragen dieses ›Nanolacks‹ keine Gefahr durch Einatmen. Denn Nanoteilchen sind nicht flüchtig, sie verdampfen nicht. Sie sind fest im Lack gebunden. Ähnliches gilt für nanomaterialhaltige Versiegelungen für Holzfußböden oder Beschichtungen.

Werden diese Produkte allerdings im Spritzverfahren aufgetragen, sind – wie immer bei Spritzarbeiten – Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Einzelne Messungen zum Zerstäubungsverhalten nanomaterialhaltiger Lacke lassen darauf schließen, dass die Nanoteilchen auch in feinsten Tröpfchen des Sprühnebels vom Lackmaterial umhüllt bleiben [DGUV-Information, 2014].

Wie sieht die Exposition aus, wenn diese Beschichtungen bearbeitet werden, z. B. wenn eine nanomaterialhaltige Beschichtung abgeschliffen wird? Einerseits zeigen Untersuchungen der technischen Universität Dresden zur Freisetzung von Zinkoxid-Nanopartikeln aus Beschichtungen (Parkettlack, Möbellack), dass die zugesetzten Nanopartikel so nicht freigesetzt werden. Sie bleiben fest in dem dabei entstehenden Abrieb eingebunden und werden nicht aus der Matrix herausgelöst (Abbildung 16; [Vorbau et al., 2008]). Andererseits müssen beim Schleifen von Beschichtungen aber wegen der

hohen Staubbelastung ohnehin abgesaugte Geräte eingesetzt werden, ggf. auch Atemschutz getragen werden (siehe Kapitel 9.10.4).

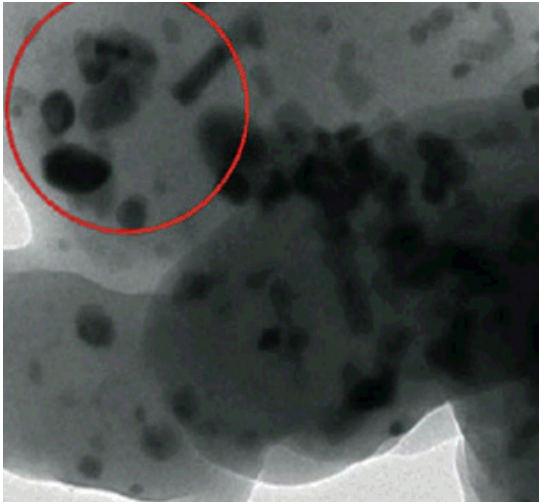


Abbildung 16: Nanopartikel in Abriebteilchen gebunden (Vorbau et al., 2008)

9. Schutzmaßnahmen

Für fast alle Tätigkeiten in der Bauwirtschaft mit einer Belastung durch Stäube gibt es staubmindernde Techniken. Oft sogar Techniken, die ein staubfreies Arbeiten ermöglichen. Und diese Techniken sind meist nicht teuer. Der Hauptgeschäftsführer der BG BAU, Herr Klaus-Richard Bergmann, hat dazu im Herbst 2016 bei der Unterzeichnung des Aktionsprogrammes ›Staubminimierung beim Bauen‹ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales erklärt »Für sehr viele Staubprobleme auf Baustellen haben wir finanzierbare Lösungen, selbst für die vielen, vielen kleinen Betriebe der Bauwirtschaft. Bau-Entstauber, Luftreiniger, Vorabscheider kosten keine Unsummen, insgesamt kann man für nicht einmal 3.000 Euro auf sehr vielen Baustellen staubarm arbeiten. Zudem greift hier die finanzielle Unterstützung der BG BAU bei der Anschaffung staubarmer Techniken im Rahmen unseres Anreizsystems.«

Im Arbeitsschutz gilt das STOP-Prinzip, d. h. es muss zuerst geprüft werden, ob eine Substitution möglich ist, somit ein Ersatzstoff oder ein Ersatzverfahren eingesetzt werden kann. Viele Baustoffe gibt es inzwischen in weniger staubender, also weniger gefährlicher Form. Beim Bearbeiten von Quarz-, Blei-, Holz- oder faserhaltigen Bauteilen stellt sich die Ersatzstofffrage nicht, hier ist alles vorgegeben. Aber statt staubenden können staubarme bzw. sogar staubfreie Techniken eingesetzt werden.

Ist eine Substitution nicht möglich, sind technische Schutzmaßnahmen einzusetzen, also abgesaugte Maschinen statt Maschinen ohne Absaugung. Ist auch das nicht möglich, sind organisatorische Maßnahmen zu ergreifen. Das bedeutet vor allem, dass möglichst wenige Personen dem Staub ausgesetzt sind. Nur wenn dies alles nicht möglich ist bzw. nicht ausreicht, darf den Beschäftigten Atemschutz zugemutet werden.

Das Tragen von Atemschutz bedeutet nicht nur Masken kaufen und tragen lassen. In Kapitel 9.11 werden die bei Stäuben einzusetzenden Masken und Filter ebenso erläutert wie die arbeitsmedizinische Vorsorge und die Begrenzungen der Tragedauern für Atemschutz.

Die Schutzmaßnahmen werden hier für alle Stäube gemeinsam behandelt. In der Regel sind die beschriebenen staubarmen Techniken bei Quarz, Gips, Holz, Blei, KMF, ... wirksam. Zu einigen Stäuben, Blei, Dieselmotoremissionen, Nano, werden Besonderheiten erläutert. Bei Asbest sind z. T. weitere Maßnahmen notwendig. Hierauf wird ebenfalls kurz eingegangen. Abgesaugte Handmaschine, Bau-Entstauber und Luftreiniger sind die Minimalausstattung auf jeder Baustelle (Abbildung 17). Vorabscheider sind vor allem bei hohem Staubanfall zweckmäßig, um den Bau-Entstauber zu

entlasten. Abschottungen sind immer sinnvoll, bei Arbeiten im Bestand schon aus Rücksicht auf die Bewohner unabdingbar.



Abbildung 17: Luftreiner, abgesaugte Handmaschine und Bau-Entstauber gehören auf jede Baustelle

Tabelle 21 listet die von der BG BAU 2018 geförderten staubarmen Techniken auf¹⁸. Da inzwischen viele Baubetriebe ihre Maschinen leasen, fördert die BG BAU nicht nur den Kauf der staubarmen Techniken, sondern auch das Leasing dieser Geräte.

Mitgliedsbetriebe der BG BAU müssen nur die Rechnung für eine der auf diesen Listen aufgeführten Maschinen vorlegen und erhalten die Förderung. Für alle anderen Firmen sowie für diejenigen, die auch privat mit Profimaschinen arbeiten wollen, werden die in den Förderlisten aufgeführten Maschinen empfohlen. Denn alle geförderten Maschinen müssen besondere, auf Baustellen wichtige Kriterien erfüllen.

In der Regel werden sie auch auf ihre Wirksamkeit geprüft. Die von der BG BAU empfohlenen Bau-Entstauber werden dann mit Elektrowerkzeugen (z. B. Mauernutfräsen) getestet, die viel Staubabtrag in kurzer Zeit erzeugen. Dabei müssen die Geräte, bei Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte, ohne Behälterentleerung mindestens eine halbe Stunde auf hohem Niveau funktionieren. Nur Bau-Entstauber, die mit Elektrowerkzeugen erfolgreich getestet wurden, werden von der BG BAU gefördert.

¹⁸ www.bgbau.de/praev/arbeitschutzpraemien

Tabelle 21: Von der BG BAU geförderte staubmindernde Techniken (Stand 8/2018)

Bau-Entstauber der Staubklasse M: 50 % der Anschaffungskosten, max. 200 €
Luftreiniger: 25 % der Anschaffungskosten, max. 500 €
Entstauber höherer Leistungsfähigkeit: 35 % der Anschaffungskosten, max. 500 €
Vorabscheider: 35 % der Anschaffungskosten, max. 200 €
Handmaschinen mit Absaugung: 25 % der Anschaffungskosten, max. 200 €
Führungswagen für Langhalsschleifer und Entstauber: 50 % der Anschaffungskosten, max. 750 Euro
Staubschutzwand-Schnellspannvorrichtung: 40 % der Anschaffungskosten, max. 20 €
Absaugbohrer: 50 % der Anschaffungskosten, max. 200 €
Abgesaugte Fuchsschwanzsägen: 50 % der Anschaffungskosten, max. 150 €
Einwegkartons: 500 €

Wenn mit staubarmen Techniken gearbeitet wird, ist auch die Belastung durch evtl. noch nicht erkannte Schadstoffe – sollten sie einmal unentdeckt vorhanden sein – zumindest erheblich reduziert. Und bei der erwähnten Mindestausstattung für jede Baumaßnahme ist der Mehraufwand für bekannte weitere Schadstoffe relativ gering.

Dabei muss es das Ziel sein, die enormen Staubbelastungen zu senken, die beim Arbeiten ohne Schutzmaßnahmen vorliegen. Es ist unbedingt notwendig, von diesen extrem hohen Staubbelastungen (siehe Kapitel 8) wegzukommen. Wenn das erreicht ist, also die sehr hohen Staubbelastungen abgesenkt wurden, ist es an der Zeit, auch auf die Einhaltung der Grenzwerte zu achten. Das ist zwar schon jetzt vielfach möglich. Aber allzu oft wird argumentiert, dass die jetzt mögliche Technik nicht zur Einhaltung der Grenzwerte führt und man daher abwartet, bis es die perfekte Lösung gibt. Das darf nicht sein. Wenn die Grenzwerte nicht sofort eingehalten werden können, muss der Weg dorthin das Ziel sein. Und dieser Weg muss sofort begonnen werden, auch wenn das Ziel erst morgen erreicht wird.

Erfahrungen in der Vergangenheit zeigen, wie schwer dieser Weg ist. Bereits vor über 40 Jahren wurde festgestellt »Die Zeiten, da man das Tragen von Atemschutzmasken als praktikable Schutzmaßnahme ansah, sind endgültig

vorbei. Persönlicher Atemschutz muss heutzutage, wo irgend möglich, durch technische Staubschutzmaßnahmen unnötig gemacht werden« [Schulz, 1973].

Bei den hier zu Debatte stehenden Beträgen von ca. 3.000 Euro kann kein wirtschaftlicher Grund bestehen, die staubarmen Techniken nicht einzusetzen. Am Beispiel der im Kapitel 9.4.2 beschriebenen Absaugbohrer sollen kurz auch die finanziellen Vorteile der staubarmen Techniken dargestellt werden.

Absaugbohrer sind teurer als »normale« Bohrer mit dem gleichen Durchmesser. Ein Vergleich der Anschaffungspreise greift aber für eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu kurz. Auf Grund der Absaugung durch Löcher am Kopf des Bohrers wird dieser gekühlt, was zu einer Verlängerung der Standzeit führt. Vor allem aber müssen beim Bohren mit konventionellen Bohrern aufwendige Maßnahmen ergriffen werden:

- Beim Einsatz konventioneller Bohrer ohne Absaugung ist Atemschutz zu tragen, selbst von den Beschäftigten in der Umgebung. Auch bei anschließenden Arbeiten im Raum ist von allen Beschäftigten Atemschutz zu verwenden, da der Staub noch lange im Arbeitsbereich verbleibt; wg. der Tragezeitbegrenzungen sind Pausen einzulegen bzw. es sind weitere Beschäftigte notwendig;
- Wird eine Absaugglocke eingesetzt (siehe Kapitel 9.4.1), kann beim Bohren zwar auf Atemschutz verzichtet werden, aber
- soll in das Bohrloch ein bauaufsichtlich zugelassener Dübel eingeführt werden, muss das Bohrloch ausgeblasen werden. Dies kostet Zeit und Geld und verursacht eine erhebliche Staubbelastung im Arbeitsbereich mit den bekannten Folgen und der Pflicht für alle, Atemschutz zu tragen.

9.1 Stationäre Absaugungen

Auf Baustellen sind stationäre Absaugungen nur sehr selten möglich. Zu kurz sind die Baustellen in Betrieb, zu schnell ändern sich die Rahmenbedingungen, als dass eine stationäre Anlage effektiv betrieben werden könnte. Die im Kapitel 9.6 beschriebenen Luftreiniger erfüllen aber ähnliche Funktionen wie stationäre Absauganlagen.

9.2 Staubarm reinigen mit Bau-Entstaubern

Der Besen ist Standard beim Reinigen, auch auf Baustellen. Dabei ist das »Reinigen des Arbeitsbereichs durch Kehren ohne Staub bindende Maßnahmen oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft grundsätzlich nicht zulässig« [GefStoffV, Anhang I, 2.3(6)]. Mit Abbildung 2 wurde deutlich gemacht, dass der durch das Fegen mit dem Besen aufgewirbelte Staub über Stunden den Arbeitsbereich belastet.

Staub muss aufgesaugt werden. Die im Handwerk und in der Industrie eingesetzten Staubsauger sind in die Kategorien L, M und H unterteilt (Abbildung 18). Dabei sind im Regelfall die Staubsauger der Kategorie L am günstigsten und Entstauber der Kategorie H die teuersten Geräte. Entstauber der Kategorie H sind vor allem bekannt durch ihren Einsatz bei Asbestsanierungen.



Abbildung 18: Kennzeichnung von L-, M- und H-Saugern nach DIN EN 60335-2-69, Anhang AA; L-Sauger sind nicht zulässig

Da keine Arbeitskolonne für das Aufsaugen von auf dem Boden liegendem Staub einen Staubsauger und zur Absaugung von elektrischen Handmaschinen einen Entstauber mitführt, hat die BG BAU Bau-Entstauber definiert. Bau-Entstauber haben eine besondere Ausstattung, damit sie im harten Baustellen-Alltag möglichst lange eingesetzt werden können (Abbildung 18). Sie erfüllen die Voraussetzungen mindestens der Staubklasse M. Um Verstopfungen der Filter vorzubeugen und um diese, sollten sie doch einmal auftauchen, leichter und ungefährlich beseitigen zu können, sind wasserbeständige, auswaschbare Filterelemente eingebaut.

Zudem können diese Filter von der vollautomatischen Filterabreinigung der Bau-Entstauber besser gereinigt werden als herkömmliche Papierfilter. Das extrem staubintensive manuelle Ausklopfen von Filterelementen wird überflüssig.

Bau-Entstauber zeichnen sich durch die folgenden Eigenschaften aus und müssen folgende Kriterien erfüllen:

- zugelassen für die Staubklasse M [EN 60335-2-69, Anhang AA],

- Grobschmutztaugliche Ausrüstung, kleinster Sauginnendurchmesser 28 mm,
- Leitungen in H 07 RN-F – Ausstattung (bis 4 m Leitung auch H 05 RN-F),
- auswaschbare Filter,
- feuchtschmutzbeständiger Vlies-Entnahmesack oder Plastik-Entsorgungssack,
- Behältergröße mind. 20 l (Nettogröße),
- vollautomatische Filterabreinigung oder Warneinrichtung für erhöhte Absaugvolumina.

Die Bau-Entstauber haben für die Aufnahme von feuchtem Schmutz entweder feuchtschmutzbeständige Vliesfiltertüten oder oben offene Plastik-Entsorgungssäcke zur Staubentnahme.

Damit die Bau-Entstauber nicht nur beim Absaugen von Handmaschinen und Reinigen ihre Aufgabe erfüllen, sondern auch das Leeren staubfrei erfolgt, müssen sie mit Entsorgungsbeuteln betrieben werden. Die Entsorgungsbeutel werden nach dem Öffnen der Bau-Entstauber verschlossen und dann entsorgt. Bau-Entstauber, die die Kriterien erfüllen, sind auf der Förderliste der BG BAU aufgeführt.

Bei der Auswahl der Bau-Entstauber sollte beim Nettovolumen des Staubbehälters abgewogen werden zwischen möglichst großem Volumen, um nicht dauernd entleeren zu müssen, und dem wirklich benötigten Volumen. Denn ist der Staubbehälter groß, ist er vollgefüllt auch sehr schwer. Wenn man den Bau-Entstauber nur zum Absaugen von Bohrlöchern benötigt, reicht auch ein Gerät mit geringem Nettovolumen.

Die Bodendüse, der Schlauch, Muffen und Verbindungsstücke (Innendurchmesser mindestens 28 mm) müssen bei größerem Schmutz aufeinander abgestimmt sein. Die Bodendüse sollte immer den kleinsten Durchmesser im Saugsystem haben, sonst besteht die Gefahr, dass aufgesaugtes Material durch die Bodendüse gelangt, danach an irgendeiner Stelle hängen bleibt und es zu Verstopfungen kommt. Die anschließende Suche nach der Verstopfungsstelle und die Reinigung ist lästig, sie kostet wertvolle Arbeitszeit und mindern die Akzeptanz bei den Benutzern. Hier ist der Unternehmer gefordert, geeignete Betriebsmittel zur Verfügung zu stellen.

9.2.1 Entstauber mit hohen Absaugvolumina

Bei größeren Flächen werden für eine wirtschaftliche Reinigung Entstauber mit hohen Absaugvolumina benötigt. Mit diesen Entstaubern ist das Aufsaugen größerer Staubmengen in kurzer Zeit selbst bei stärkerer Verschmutzung möglich. Durch die höhere Motorleistung ist auch in Saugschläuchen mit größeren Durchmessern (gebräuchlich sind Schläuche mit ca. 50 mm Innendurchmesser und mehr) genügend Saugkraft vorhanden, um schwerere Schmutzpartikel in den Staubsammelbehälter befördern zu können oder breitere Bodendüsen zur rationellen Reinigung verwenden zu können.

Entstauber mit hohen Absaugvolumina besitzen i. d. R. größere Filterflächen oder mehrstufige Filtersysteme mit einer ersten Filterstufe, die auf einen hohen Staubanfall ausgelegt ist. Häufig sind die Filtereinheiten mit einer Abreinigungsverrichtung oder einem integrierten Vorabscheider kombiniert. Insofern sind diese Entstauber auch eine Alternative bei »schwierigen« Stäuben (Stäube, die Filterelemente schnell zusetzen), wie feinen Gipsstäuben und/oder faserhaltigen Stäuben.

Bei den von der BG BAU geförderten staubarmen Systemen finden sich auch Komplett-Systeme mit Saugschlauchlängen von ca. 7 m. Damit wird ein ausreichender Aktionsradius sichergestellt. Um den Saugkraftabfall im relativ langen Saugschlauch bei diesem Anwendungsfall auszugleichen, kann eine Kombination mit einem Entstauber höherer Leistung sinnvoll sein. Im Einzelfall können auch zwei kleinere Bau-Entstauber über ein Y-Stück angekoppelt werden.

9.2.2 L-, M- oder H-Sauger

L-Sauger sind auf Baustellen nicht zulässig (siehe Kapitel 9.2). Denn die TRGS 559 »Mineralischer Staub« fordert in Abs. 4.8 mindestens die Verwendung der Staubklasse M zur Reinigung der auf Baustellen vorkommenden mineralischen Stäuben. In Abschnitt 4.6 der TRGS 559 werden die Anforderungen an die Luftfilterung der vom Arbeitsprozess verunreinigten und in den Atembereich des Beschäftigten zurück geführten Luft beschrieben. Für die Absaugung von Handmaschinen werden (in Verbindung mit Abschnitt 4.8 der TRGS 559) ebenfalls mindestens Entstauber der Staubklasse M gefordert. Das gilt somit für das Absaugen von Mauernutfräsen, Wandschleifern, Bohrmaschinen oder Trennschleifern.

Die TRGS 504 »Tätigkeiten mit Expositionen gegenüber A- und E-Staub« stellt darüber hinaus klar, dass nicht nur bei mineralischem Staub, sondern bei allen Stäuben im Geltungsbereich dieser TRGS nur Entstauber/Staub-

sauger der Staubklasse M zulässig sind (siehe Kasten »Auszüge aus der TRGS 504«). Die TRGS 504 wird zwar 2019 zurückgezogen, aber diese Forderungen werden in der TRGS 500 übernommen.

Auszüge aus der TRGS 504

4.1.2 Technische Schutzmaßnahmen

- (5) Werden handgeführte Maschinen (z. B. Trennschleifer, Schlitz- oder Putzfräsen oder Schleifgeräte) verwendet, so sind diese mit Entstaubern mindestens der Staubklasse M auszustatten, soweit es nach dem der Stand der Technik möglich ist.

4.2.5 Reinigungsarbeiten

- (3) Geeignet sind für den industriellen Bereich auch Staub beseitigende Maschinen oder Geräte, wie z. B. Industriestaubsauger (mindestens Staubklasse M) und Kehrsaugmaschinen mit wirksamer Staubfilterung.
- (4) Für die Unterhaltsreinigung sollten Staubsauger mit Filtern der Staubklasse M verwendet werden.

Da es kaum Arbeitsplätze gibt, auf denen weder Stäube vorkommen, die unter die TRGS 504 fallen, noch Stäube, die unter die TRGS 559 fallen, sind folglich in Industrie und Handwerk grundsätzlich nur noch Entstauber/Staubsauger mindestens der Staubklassen M zulässig. Darüber sollte beim Kauf deutlich hingewiesen werden. Staubsauger der Staubklasse L dürfen nicht eingesetzt werden.

In den Betrieben muss sich darauf eingestellt werden, dass bei dieser Rechtslage L-Sauger stillgelegt werden, wenn sie bei Kontrollen an Arbeitsplätzen angetroffen werden.

Viel diskutiert wird der höhere Abscheidegrad der H-Sauger (Durchlassgrad M-Sauger: < 0,1 %; H-Sauger: < 0,005 %). Allerdings wird hier oft vergessen, dass der Abscheidegrad aller Sauger im Betrieb zunimmt. Das bedeutet im Prinzip, dass ein M-Sauger oft schon nach kurzer Zeit den Abscheidegrad (den Durchlassgrad) eines H-Saugers hat.

9.3 Handmaschinen mit Absaugvorrichtung

In fast allen Baubranchen werden handgeführte Maschinen und Geräte eingesetzt, um Putz, Ziegel, Mauersteine, Beton oder Kalksandstein zu bearbeiten. Die Beschäftigten sind bei diesen Arbeiten mit Mauernut- oder

Putzfräsen, Trenn- oder Schwingschleifer, Abbruchhämmer usw. teilweise sehr hohen Staubbelastungen ausgesetzt.

Allerdings gibt es am Markt längst Bearbeitungssysteme (Maschine mit Absaugvorrichtung und Bau-Entstauber), die die Staubemission zumindest vermindern. Deren Effektivität ist in der Praxis bisher wenig bekannt, verlässliche Informationen sind also dringend erforderlich. Die BG BAU führt daher seit vielen Jahren gemeinsam mit den Herstellern Untersuchungen an den am Markt verfügbaren Bearbeitungssystemen durch¹⁹. Beim Einsatz dieser handgeführten Maschinen mit Bau-Entstaubern ist staubarmes Arbeiten garantiert.

Noch ist das Arbeiten mit den abgesaugten Handmaschinen für viele Handwerker ungewohnt. Ausnahmslos zeigt sich aber, dass nach der erstmaligen Verwendung der Effekt derart positiv ist (»Hätte nicht gedacht, dass man auch ohne Staub arbeiten kann«), dass man darauf nicht mehr verzichten will.

Die Bearbeitungssysteme (Maschine mit Absaugvorrichtung und Bau-Entstauber) werden nach Kriterien getestet, die von der BG BAU mit den Herstellern festgelegt wurden. Nur für Maschinen mit Absaugvorrichtung, die diese Tests bestehen, werden von der BG BAU Zuschüsse gezahlt, wenn sie von Mitgliedsfirmen angeschafft werden. Sowohl die Maschinen als auch das Fördersystem werden permanent weiterentwickelt (Tabelle 21). Es erfolgen immer wieder Messungen beim Einsatz dieser Maschinen auf Baustellen. Werden dabei Defizite festgestellt, werden Verbesserungen angestoßen.

Das sollte eigentlich selbstverständlich sein, ist es aber bei den emissionsarmen Verfahren, mit denen sicher mit Asbest umgegangen werden soll, nicht. Emissionsarme Verfahren werden auf Baustellen entwickelt, getestet und schließlich nach Freimessung als emissionsarm anerkannt. Arbeitsplatzmessungen sind dann bewusst nicht mehr vorgesehen, da bei der Entwicklung belegt wurde dass 10.000 Fasern/m³ unterschritten werden. Emissionsarme Verfahren werden somit in der Praxis nicht messtechnisch überprüft. Es muss an dieser Stelle nicht betont werden, dass dies eine merkwürdige Vorgehensweise ist. Man geht somit davon aus, dass jeder, der ein emissionsarmes Verfahren einsetzt, dies perfekt macht.

Für die abgesaugten Maschinen und Bau-Entstauber werden permanent weitere Hilfen entwickelt. Für Langhalsschleifer, mit denen Wände und Decken geschliffen werden, werden Führungswagen angeboten, auf denen auch der Bau-Entstauber montiert wird. Mit dem Führungswagen werden die körperlichen Belastungen erheblich reduziert.

19 unter www.bgbau.de (Webcode WCNjVi) werden Listen der empfohlenen staubarmen Systeme gepflegt

9.4 Absaugbohrer / Absaugglocken

Beim Bohren von Löchern wird viel Staub freigesetzt, das ist so beim Heimwerker, der ein Bild, eine Lampe oder ein Regal aufhängen will und nicht viel anders im Handwerk. Im Handwerk sind der Durchmesser der Dübel und damit der Bohrer z. T. größer und die Bohrmaschine professioneller. Aber der Vorgang ist im Prinzip der Gleiche. Immer wird mindestens die dem Volumen des Dübels entsprechende Menge Staub erzeugt, und zwar sehr feiner Staub, der über Stunden den Raum belastet.

Daher ist es im privaten Bereich üblich, dass ein Partner das Loch bohrt und der andere Partner den Staubsaugerschlauch unter das Loch hält (Abbildung 19). Das ist nicht notwendig, es gibt entsprechende Techniken, um auch alleine staubarm bzw. sogar staubfrei Löcher bohren zu können (Absaugglocke und Absaugbohrer).



Abbildung 19: So kennt man das – die Staubsaugerdüse wird unter bzw. neben das Bohrloch gehalten (links), rechts mit Absaugglocke

9.4.1 Absaugglocken

Absaugglocken (Abbildung 20) sind schon lange auf dem Markt. Der Bohrstaub wird am Bohrlochmund durch einen Staubsauger abgesaugt. Dabei wird in der Absaugglocke ein Unterdruck erzeugt, der die Absaugglocke an der Wand und sogar an der Decke »kleben« lässt. Das funktioniert auch an strukturierten Oberflächen (siehe Abbildung 19).



Abbildung 20: Eine Auswahl von Absaugglocken verschiedener Hersteller

Damit kann eine Person die Löcher bohren und es entsteht trotzdem kein Staub, der sich gerade beim Bohren in der Decke über Stunden im Raum verteilen würde [N.N., 2018].

Allerdings wird so nur der während des Bohrvorgangs über die Bohrerwendel heraus geförderte Bohrstaub entfernt. Ein nicht unerheblicher Teil des Staubes bleibt im Bohrloch. Dieser Staub verkürzt die nutzbare Bohrlochtiefe, da er beim Einbringen des Dübels nach hinten geschoben wird. Er verschlechtert somit die Tragfähigkeit des Dübels. Daher fordern die Zulassungen (Europäische Technische Zulassungen / Bewertungen – ETA – oder DIBt-Zulassungen) von Dübeln und nachträglichen Bewehrungsanschlüssen das Ausblasen von Staub aus dem Bohrloch. Dies ist Bestandteil der Montage-Vorschrift, obwohl die Gefahrstoffverordnung das Abblasen von Staub verbietet (Anhang I 2.3.6 GefStoffV »Das Reinigen des Arbeitsbereichs durch Kehren ohne Staub bindende Maßnahmen oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig.«). Denn beim Ausblasen werden planmäßig große Mengen von feinem quarzhaltigem Staub in die Arbeitsumwelt geblasen (und die Beschäftigten müssen Atemschutz tragen).

Auch die Verwendung von Dübeln ohne Zulassung, soweit dies für den konkreten Anwendungsfall überhaupt möglich ist, führt nicht weiter, da auch diese Dübel empfindlich auf Staubreste im Bohrloch reagieren. Hier sind Lösungen gefragt, die ein Ausblasen des Bohrlochs entbehrlich machen, in diesem Fall die Absaugbohrer.

9.4.2 Absaugbohrer

Herkömmliche Bohrer haben eine Bohrwendel zur Förderung des Bohrstaubes aus dem Loch heraus. Absaugbohrer haben im Gegensatz dazu einen weitgehend glatten Zylinderschaft und Öffnungen an der Spitze (Abbildung 21), durch die der Staub über eine im hinteren Teil des Bohrers angebrachte Kupplung in den daran angeschlossenen Bau-Entstauber abgesaugt wird. Der Staub von Bohrlöchern, z. B. für Dübel und nachträgliche Bewehrungsanschlüsse, wird somit an der Entstehungsstelle entfernt. Ein Ausblasen des Bohrlochs, das für bauaufsichtlich zugelassene Dübel zum Erreichen der Tragfähigkeit vorgeschrieben wird, ist nicht notwendig [Rühl et al., 2014].



Abbildung 21: Spitzen von Absaugbohrern und Absaugbohrer mit Absaugstutzen [Quelle: H.Zwei.S]

Die Absaugung des Bohrstaubes unmittelbar im Bereich des Hartmetall-Schneidkopfes bewirkt, dass die Absaugbohrer herkömmlichen Bohrern mit Förderwendel bezüglich Bohrgeschwindigkeit, Standzeit und Verhalten bei Bewehrungstreffern im Beton in nichts nachstehen. Die Spitzen dieser Bohrer werden durch die angesaugte Luft gekühlt, so dass die Bohrer weniger heiß laufen.

Für den Arbeitsschutz besonders wichtig ist, dass die Absaugbohrer nur mit Absaugung funktionieren. Wird nicht abgesaugt, wird der Bohrstaub nicht aus dem Bohrloch entfernt, und der Bohrfortschritt ist vollkommen unbefriedigend, sodass der Monteur schon aus technischen Gründen den

Entstauber anschließen und einschalten wird. Der Arbeitsschutz ist somit zwangsläufig gewährleistet. Absaugbohrer sind geradezu ein Symbol für staubarmes Arbeiten.

9.5 Vorabscheider bei viel Staub

Vorabscheider werden zwischen abgesaugten Maschinen und Entstauber geschaltet [Gunreben et al., 2016]. Sie fangen einen großen Teil des Staubs ab und werden vor allem bei »schwierigen« Stäuben und hohem Staubanfall eingesetzt.

Vorabscheider arbeiten nach rein physikalischen Verfahren, i. d. R. einer Fliehkraft-Abscheidung in einem Zyklon. Als »Antrieb« des Vorabscheiders fungiert der Entstauber. Dessen Absaugleistung bestimmt die Fliehkraft, die den Staub an die Wandung des Zyklons drückt. Durch die Schwerkraft wandert der Staub nach unten und die relativ saubere Luft wird aus der Mitte des Zyklons in den Entstauber abgesaugt.

Filter werden hierbei nicht benötigt. Das einzige Verschleißteil ist der Zyklon selbst, dessen Wandung nach und nach abgetragen wird. Je nach Staubart und Einsatzzeiten können Standzeiten bis zu vielen Jahren erreicht werden. Da der Bau-Entstauber selbst nur noch nachrangig mit Staub beaufschlagt wird, erfolgt dies ohne nennenswerten Leistungsabfall über viele Stunden. Durch die geringere Belastung der Filterelemente der Entstauber werden Wartungsaufwand und Kosten für Ersatzfilter deutlich vermindert.



Abbildung 22: Vorabscheider (rechts) und Bau-Entstauber (mitte) beim Einsatz einer Bodenschleifmaschine

Die Vorabscheider können auch bei öligen oder klebrigen Stäuben leicht gereinigt werden und sind relativ kostengünstig in der Anschaffung. Meist ist es zudem möglich, stabile handelsübliche Müllbeutel zu verwenden, sodass staubintensive Umfüllvorgänge entfallen. Die eingelegten Müllbeutel müssen nur mit zwei kleinen Schlitzen versehen werden, um im Behälter einen Druckausgleich herbeiführen zu können. Diese lassen sich nach Entnahme zukleben oder man stülpt einen zweiten Müllsack darüber.

Da der Einsatz von Zyklonen in der Bauwirtschaft noch nicht üblich ist, wurden Tests durchgeführt, um die Praxistauglichkeit zu verdeutlichen. Zwei Vorabscheider wurden zur Absaugung von Parkettschleifmaschinen getestet. Dabei erreichten die verwendeten Vorabscheider bei dem anfallenden Holzstaub Abscheideleistungen von ca. 99 %. Nur etwa 1 % des Holzstaubes gelangte in den angeschlossenen Entstauber.

Auch beim Trennschleifen von Betonplatten wurde ein Vorabscheider getestet. Bei der Arbeit mit Trennschleifern entsteht sehr feiner mineralischer Staub, da der Beton im wahrsten Sinn des Wortes zermahlen wird. Bei dieser Anwendung mit sehr feinem Staub wurde ein Abscheidegrad von über 96 % erreicht: Bei 4 kg Staub im Entstauber sind 96 kg Staub im Vorabscheider.

Vorabscheider sind eine wirtschaftliche Ergänzung zu kleineren Entstaubern, aber auch zu Entstaubern mit höherer Leistungsfähigkeit. Wird zur Reinigung großer Flächen mit hohem Grobschmutzanteil ein leistungsfähigerer, größerer Entstauber verwendet, um genügend Saugkraft für das Aufsaugen des Grobschmutzes zu haben, kann durch den Vorabscheider der Filter geschont und durch die Verwendung stabiler Müllbeutel der Entleerungsvorgang gleichzeitig vereinfacht werden. Dies ist bei hohem Staubaufkommen vorteilhaft, u. a. in Abbruchunternehmen und bei Ausbaugewerken beim Aufsaugen von Staub im Gebäudeinneren sowie generell bei Umbauarbeiten.

Vorabscheider sind somit bei allen Tätigkeiten sinnvoll, bei denen viel Staub im Arbeitsprozess anfällt. Nicht nur auf Baustellen, sondern auch in Betrieben, in denen häufig Handmaschinen über längere Zeiträume eingesetzt werden, wie bei Steinmetzbetrieben. Hier bietet sich deren Verwendung insbesondere bei der Bearbeitung von Sandstein (klebriger Staub) an. Weiterhin sind Vorabscheider geeignet, auch andere schwierige Stäube, die Filterelemente schnell zusetzen, vor dem Entstauber abzuschneiden.

Im Handwerk ist die Verwendung von Vorabscheidern, im Gegensatz zur Industrie, derzeit noch weitgehend unüblich.

9.6 Staubarm arbeiten mit Luftreinigern

Nicht für jede Arbeit auf der Baustelle gibt es abgesaugte Handmaschinen, nicht immer kann der Staub bei der Entstehung vollständig oder nahezu vollständig von der Bearbeitungsmaschine abgesaugt werden. Wenn Fliesen oder Putz abgeschlagen werden, entsteht Staub, der nicht nur den Beschäftigten belastet, der diese Arbeiten ausführt. Auch in der Umgebung ist dann Atemschutz zu tragen. Hier sind Luftreiniger die Alternative, um Baustellen staubfrei zu halten. Sie sollten v. a. eingesetzt werden bei:

- Umbauarbeiten,
- Abbrucharbeiten,
- Stemm-, Schleif-, Schneid- und Fräsarbeiten,
- Putzarbeiten,
- Abschlagen von alten Putzen oder Fliesen,
- Strahlarbeiten.

Luftreiniger können zur Erfassung von Stäuben an der Entstehungsstelle sowie zur Reinigung staubiger Raumluft eingesetzt werden, in jedem Fall wird die Verunreinigung benachbarter Räume verhindert

- Wird der Staub in der Nähe der Entstehungsstelle gerichtet aus dem Arbeitsbereich der Beschäftigten abgeführt und im Luftreiniger abgeschieden, erfüllen Luftreiniger ähnliche Funktionen wie stationäre Absauganlagen;
- Luftreiniger können auch zur Reinigung von Raumluft eingesetzt werden. Hier wird der Luftdurchsatz der Luftreiniger dazu genutzt, den Staub aus der Raumluft zu entfernen und damit für saubere Luft im Raum zu sorgen.

Die Übergänge zwischen beiden Anwendungsfällen sind oft fließend. Wichtig ist die Verwendung eines Ansaug-/Abluftschlauches. Damit ist zum einen eine Nachführung der Absaugung bei fortschreitendem Arbeitsverlauf möglich. Zum anderen ist durch den Abstand zwischen Ansaug- und Abluftöffnung sichergestellt, dass die dazwischen befindliche Raumluft ausreichend erfasst und gereinigt wird.

Abbildung 23 macht die Effektivität der Luftreiniger deutlich. Ein Raum wurde »eingestaubt«, nach einer Stunde wurde ein Luftreiniger eingeschaltet. Das Ergebnis ist »selbstredend«. Vor dem Einschalten des Luftreinigers ist über 60 Minuten kaum ein Rückgang der A-Staub-Konzentration erkennbar, nach dem Einschalten des Luftreinigers erfolgt in ca. 5 Minuten eine Halbierung der Staubkonzentration.

Luftreiniger bestehen vereinfacht ausgedrückt aus einem Ventilator und Filter(n) sowie Ansaug- und Abluftöffnungen mit Ansaug- oder Abluftschlauch. Wie bei den Bau-Entstaubern wurden auch für Luftreiniger von der BG BAU mit den Herstellern Anforderungen festgelegt, die eine hohe Praxistauglichkeit auf Baustellen gewährleisten.

Diese Luftreiniger verfügen nicht nur über hochwertige Filter. Auch die innere Dichtigkeit dieser Geräte wird geprüft. Damit ist gewährleistet, dass die verunreinigte Luft nicht am Filter vorbeiströmt. Weiterhin haben diese Luftreiniger eine Volumenstromkontrolle, die anzeigt, wenn die Filter gewechselt werden müssen. Der Anwendungsbereich ist auf den Luftreinigern durch Angabe der maximal empfohlenen Raumgröße in m² klar ersichtlich.

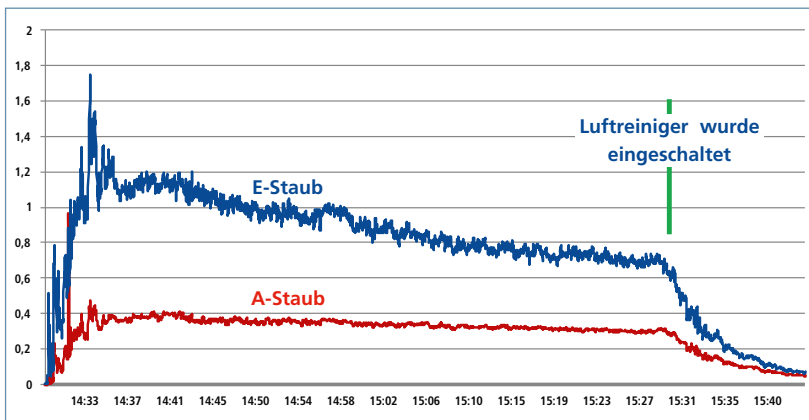


Abbildung 23: Wirksamkeit eines Luftreinigers

Ob neben dem Einsatz eines Luftreinigers weitere Schutzmaßnahmen notwendig sind, hängt im Wesentlichen von dem Abstand des Ansaugschlauches von der Staubquelle, der Art und Höhe der bei der Tätigkeit auftretenden Staubemission und der Leistung des Luftreinigers ab (Abbildung 24). Nicht immer wird sich das Tragen von Atemschutz beim Verursacher des Staubes vermeiden lassen.

Die BG BAU fördert die Anschaffung der Luftreiniger finanziell²⁰.

20 Die Liste der von der BG BAU geförderten Luftreiniger (und Bau-Entstauber) ist verfügbar unter <https://www.bgbau.de/praev/arbeitschutzpraemien/foerderkatalog>



Abbildung 24: Luftreiner (links) und Bau-Entstauber im Einsatz

9.7 Staubschutzwände

Um die Ausbreitung von Staub in angrenzende Bereiche zu verhindern, ist es sinnvoll, eine räumliche Abtrennung zu errichten. Oft reicht es, die Türöffnung mit einer Folie oder Lamellen zu verschließen. Aber auch die Abtrennung der Teile der Räume, in denen die stauberzeugenden Arbeiten durchgeführt werden, ist meist sinnvoll. Ein Aufbau von Staubschutzwänden kann notwendig werden z. B. bei Renovierungsarbeiten wie Badsanierung, Arbeiten an Trockenbauwänden, Abschottungen bei Schadstoffsanierungen. Die Staubschutzwände verhindern die Ausbreitung von Stäuben auf unbelastete Bereiche, in denen andere Arbeiten ausgeführt werden bzw. die während der Arbeiten bewohnt werden. Zudem wird die Wirkung von Luftreinigern verstärkt, wenn das Raumvolumen durch Abschottung verkleinert werden kann. Damit reduzieren Staubschutzwände zweifach die Belastung der Beschäftigten.

Gerade beim Bauen in Bestandsgebäuden ist es wichtig, eine Staubausbreitung auf angrenzende unbelastete Arbeitsbereiche zu verhindern.

Am Markt sind vorgefertigte Komplettsysteme als Staubschutzwände erhältlich. Doch der Praktiker vor Ort realisiert solche Staubschutzwände gerne kostengünstig durch eine Konstruktion aus Holzlatten und Folien. Diese individuellen Lösungen zur Einhausung müssen aber jeweils für den nächsten Einsatz komplett ab- und aufgebaut werden.

Die BG BAU fördert eine Schnellspannvorrichtung, die die zum Aufbau der Einlassung eingesetzten Latten sekundenschnell ohne Schrauben verbindet.

Die mit der Schnellspannvorrichtung verbundenen Latten können wie eine Art »Holzteleskop« in der Höhe verändert werden. Zuschneiden und Verschrauben ist somit nicht mehr notwendig.

9.8 Fuchsschwanzsägen

Ein elektrischer Fuchsschwanz – auch Säbelsäge genannt – ist eine Pendelhub-Säge. Sie wird über Kabel oder einen Akku betrieben.

Auf Baustellen sollten Fuchsschwanzsägen bei der Holzbearbeitung im Zimmerer- und Dachdeckerbereich sowie bei Rohbauarbeiten als Ersatz für die zurzeit häufig verwendeten Kettensägen eingesetzt werden. Durch Unfälle beim Arbeiten mit Kettensägen kommt es z. B. durch den Kickback (Hochschlagen der Sägeschiene, wenn es mit der Schienenspitze zum Kontakt mit dem Werkstück oder im Gefahrenbereich befindlichen anderen Materialien kommt) zu schwersten Verletzungen im Bereich des Kopfes und/oder des Oberkörpers.

Die elektrisch betriebenen Fuchsschwanzsägen mit Absaugung sind u. a. bestens geeignet für die Holzbearbeitung. Sie bieten eine hohe Schnittleistung und gute ergonomische Randbedingungen. Ob bei Dacharbeiten, Zimmerarbeiten, beim Renovieren und Ausbauen – die Sägen sind vielseitig einsetzbar.

Gleiches gilt für die mit Akku betriebene Handkreissäge, welche, je nach Größe, für die unterschiedlichsten Holz-Sägearbeiten einsetzbar ist. Durch den Einsatz möglichst leistungsfähiger Akkus wird ein hohes Maß an Mobilität erreicht, das macht die Akku-Handkreissäge auch auf der Baustelle zu einem nützlichen Helfer. Da hier die Gefahren deutlich geringer sind wie bei Kettensägen und durch die Absaugung auch die Holzstaubbelastung deutlich gesenkt wird, fördert die BG BAU die Anschaffung dieser Maschinen.

9.9 Staubarme Produkte einsetzen

Beim Einsatz von staubförmigen Baustoffen, wie Zement, Mörtel, Gips, Putze, Spachtelmassen, kann man durch den Einsatz von Absaugungen die Staubbelastungen der Beschäftigten verringern. Man kann die Staubbentwicklung aber auch dadurch verringern, dass die Baustoffe weniger stauben oder weniger staubend eingesetzt werden.

So werden seit vielen Jahren Großsilos eingesetzt, wenn große Mengen staubförmiger Baustoffe benötigt werden. Aus diesen Großsilos wird dann z. B. der Mörtel oft direkt in einen Mischer geleitet, mit Wasser vermischt

und an den Verarbeitungsort gepumpt. Staub kann hier im Prinzip nicht frei werden.

Werden kleinere Mengen Mörtel, Putze und ähnliche Materialien benötigt, wird immer noch Sackware verwendet. Das mag bei einigen Säcken, etwa bis zu einer Palette Säcke, noch sinnvoll sein. Wenn aber eine LKW-Ladung oder mehr Sackware auf einer Baustelle eingesetzt wird, ist das staubtechnisch und ergonomisch ein Problem. Beim Transport durch beschädigte Säcke, beim Ausschütten des Inhaltes, beim Anmischen des Produktes, und, häufig unterbewertet, bei der anschließenden Sackverdichtung und Entsorgung der Säcke entsteht viel Staub. Hier bieten sich Einwegkartons an. In den letzten Jahren kommen immer mehr Produkte staubarm auf den Markt. Hier wird durch Zusatz von Ölen oder durch besondere Herstellungsverfahren dafür gesorgt, dass die an sich sehr feinteiligen Baustoffe bei der Verarbeitung wenig bis gar nicht stauben. Viele dieser Produkte wurden im Rahmen des Deutschen Gefahrstoffschuttpreises des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales ausgezeichnet²¹.

9.9.1 Einwegkartons

Wo ein Silo zu groß und das Aufstellen somit unwirtschaftlich wäre, werden Mörtel und Putze nach wie vor zumeist als Sackware verarbeitet. Die einzelnen Säcke sind aber schwer zu tragen, zudem stauben sie beim Öffnen und Ausschütten des pulverförmigen Materials in den Mischer. Schließlich werden die Säcke meist auch noch zusammengedrückt, um das Volumen für die Entsorgung zu verkleinern.

Eine praxisgerechte Alternative, die die Staubbelastung der Beschäftigten senkt und das Tragen der Säcke überflüssig macht, sind Einwegkartons (Einwegsilos, Minisilos, OneWayContainer). Ein Einwegkarton enthält ungefähr so viel Mörtel, Spachtelmasse, ... wie eine Palette Sackware. Die Baufirma muss eine Dosierwelle in den Einwegkarton einschieben, die das Material heraus transportiert (Abbildung 25). Anschließend kann das Material mit Wasser vermischt und an den Verbrauchsort gepumpt werden.

Einwegkartons sind im Normalfall mit unter einer Tonne Gewicht auch mit Anhängern für PKW/Kleintransporter von einer Baustelle zur anderen Baustelle transportierbar. Die BG BAU fördert die Anschaffung von Einwegkartons durch ihre Mitgliedsbetriebe mit bis zu 500 Euro.

21 www.baua.de, unter Gefahrstoffschuttpreis



Abbildung 25: Einwegkarton im Einsatz

9.9.2 Staubarme Produkte

Inzwischen werden viele Baustoffe angeboten, die staubarm angemischt werden können. Die Hersteller sind sehr innovativ bei der Herstellung solcher staubarmer Produkte.

Bei den ersten dieser Produkte auf dem Markt waren Öle zugesetzt worden, die staubbindend wirken. In der Expositionsbeschreibung »Anmischen staubarmer Trockenmörtel, Fliesenkleber und Spachtelmassen« wird beschrieben, dass damit die Arbeitsplatzgrenzwerte für A- und E-Staub beim Anmischen deutlich unterschritten sind.

Allerdings gab es Probleme bei Bewohnern der mit diesen staubarmen Produkten erstellten Räume. Denn die Öle verdunsteten und belasteten die Räume über eine längere Zeit. Im Freien können solche staubarmen Produkte problemlos eingesetzt werden.

Auf dem Markt gibt es mittlerweile weitere Produktsysteme wie z. B. staubreduzierende Granulate von Fliesenklebern und Spachtelmassen ohne Ölzusatz. Messungen belegen, dass die Staubbelastung beim Anmischen dieser Granulate ebenso deutlich reduziert wird wie beim Einsatz z. B. als Einstreumittel bei Kunstharzböden zur Aufrauung der Oberfläche. Damit wird in hohem Maße die Gesundheitsgefährdung der Verarbeiter sowie anderer Beteiligter verringert.

Viele dieser staubarmen Produkte wurden im Rahmen des Gefahrstoffschuttpreises des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales ausgezeichnet²². Hier werden beispielhaft einige solcher staubarmen Produkte beschrieben. Dieser Markt ist sehr in Bewegung, es lohnt sich, bei »seinem« Hersteller/Händler nachzufragen oder auf der Webseite der BG BAU zu Arbeitsschutzprämien²³ bzw. bei den staubarmen Produkten²⁴ nachzusehen.

Mörtelpellets statt Werk trockenmörtel

Die »Compact Mörtel Pellets« der Fels-Werke wurden mit dem Deutschen Arbeitsschutzpreis 2015 ausgezeichnet. Beim Anmischen des Mörtels wird die gewünschte Menge Pellets aus dem Sack in einen Kübel gegeben, anschließend kommt Wasser dazu. Die Vermischung erfolgt praktisch von selbst.

Eine gute Wasserdurchdringung ist bereits nach 1 bis 2 Minuten ohne zusätzliche Geräte oder Kraftaufwand erreicht. Nach der üblichen Reifezeit wird der Mörtel kurz aufgerührt und ist einsatzbereit.

Staubarme Spachtelmassen, Fliesenkleber und Mörtel

Die staubarmen Produkte der Firma Henkel AG & Co. wurden 2008 mit dem Deutschen Gefahrstoffschuttpreis ausgezeichnet.

Beim Einsatz dieser staubarmen Produkte unter den Marken Ceresit und Thomsit werden die Staubbelastungen am Arbeitsplatz bis zu 90 % reduziert. Das schont die Gesundheit der Beschäftigten, ist aber auch bei Renovierungs- und Sanierungsarbeiten in bereits bewohnten oder benutzten Räumlichkeiten von Vorteil. Neben der Staubreduzierung wurden auch technische Anwendungseigenschaften des Produkts verbessert, sodass bei dieser Produktentwicklung Arbeitsschutz und Innovation Hand in Hand gehen.

Mit staubarmem Quarzmehl beschichten

Die Firma Gebrüder Dorfner GmbH & Co. Kaolin- und Kristallquarzsand-Werke KG hat Dorsicoat entwickelt, staubarme Kristallquarze und deren Mischungen, die mit einer Spezialbeschichtung versehen wurden.

Mit Dorsicoat kann bei der Verlegung von Fußbodenbeschichtungen oder in der Keramikproduktion die Bildung von Staub nahezu vollständig vermieden werden. Zudem wird die Qualität der Beschichtung besser, weil staubbedingte Oberflächendefekte nicht mehr auftreten. Und die Quadrat-

22 www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Gefahrstoffschuttpreis/Gefahrstoffschuttpreis_node.html

23 www.bgbau.de/praev/arbeitschutzpraemien

24 www.bgbau.de/gisbau/fachthemen/staub/staubarme-produkte/staub_pro.htm

meterleistung der Verlegeteams und somit die Produktivität können mühelos gesteigert werden. Für die Entwicklung von Dorsicoat wurde die Fa. Dorfner 2016 mit dem Deutschen Gefahrstoffschuttpreis ausgezeichnet.

Die Technologie kann auch auf andere Quarzprodukte, die auf Baustellen eingesetzt werden, appliziert werden. Selbst Quarzmehle wurden erfolgreich beschichtet und kommen bereits großtechnisch zum Einsatz.

Mörtelpads

Die Mörtelpads der Fa. Unipor bestehen aus Trockenmörtel, einem wasserlöslichen Schmelzkleber und einem Glasfasergewebe, das der Trockenmörtelplatte zusätzliche Stabilität verleihen soll. Der Maurer befeuchtet den Untergrund und legt die trockenen Mörtelpads auf die Ziegelreihe. Danach wässert er das Mörtelpad mit einem speziellen Wasserauftragsgerät, bis die Vertiefungen auf der Oberfläche des Pads mit Wasser gefüllt sind. Nach etwa einer Minute kann der nächste Ziegel aufgelegt und wie gewohnt festgeklopft werden.

Der Hersteller verspricht, dass Mauerwerk mit dem Mörtelpad deutlich schneller und einfacher herzustellen ist.

9.10 Besondere Schutzmaßnahmen

Bei Bleistaub und Dieselmotoremissionen sind besondere Schutzmaßnahmen notwendig, emissionsarme Verfahren bei Arbeiten mit Asbest stellen besondere Maßnahmen dar und bei Baustoffen mit Nanomaterialien sind keine zusätzlichen Maßnahmen notwendig. Daher wird hier auf diese Spezialfälle eingegangen.

9.10.1 Emissionsarme Verfahren bei Asbest

Emissionsarme Verfahren sind entsprechend der TRGS 519 »Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten« (Abschnitte 2.8 und 2.9) Techniken, bei deren Einsatz im zur Asbestbearbeitung weniger als 10.000 Fasern/m³ auftreten. Arbeitsplatzmessungen bei ASI-Arbeiten werden nicht für nötig gehalten, da »während der Verfahrensentwicklung bereits nachgewiesen wurde, dass der Arbeitsbereich während und nach Ende der Arbeiten die Forderungen der TRGS 519 erfüllt« [von der Heyden, 2015].

Diese doch recht merkwürdige Interpretation der Praxis auf Baustellen findet ihre Fortsetzung bei der Beurteilung von Asbestexpositionen im Rahmen

von Berufskrankheiten-Verfahren. Laut Faserjahre-Report [DGUV, 2013] »kann davon ausgegangen werden, dass die Asbestexposition bei ASI-Arbeiten – bedingt durch den Einsatz von Atemschutzgeräten oder die Anwendung geprüfter Arbeitsverfahren – seit September 1991 deutlich unter 15.000 F/m³ gelegen hat« [Faserjahre-Report, S. 139]. Damit ist »ist auszuschließen, dass der 90 %-Wert der Asbestexposition bei über 0,15 F/cm³ liegt« [Faserjahre-Report, S. 189].

Es wird somit davon ausgegangen, dass bei ASI-Arbeiten immer von allen Personen entsprechend den Vorschriften gearbeitet wird. Obwohl sicher auch sachkundige Firmen in der Praxis nicht immer perfekt arbeiten.

Unbekannt ist in der Regel, ob beim Einsatz emissionsarmer Verfahren die meist auch bestehenden Expositionen gegenüber A- und Quarzstaub unterhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes bzw. des Beurteilungsmaßstabes liegen. Ohne diese Expositionsdaten ist eine Gefährdungsbeurteilung eigentlich nicht möglich und somit ein Beginn der Arbeiten nicht zulässig. Denn Quarzstaub ist krebserzeugend, ebenso wie Asbest (für die EU-Kommission ist »respirable crystalline silica one of the substances with the highest respiratory health risk to construction workers, together with asbestos.« (EU Commission, 2016)).

Wenn die Aussagen der Broschüre des VDI und des Gesamtverbandes Schadstoffsanierung (2015) zutreffen, dass in bis zu 25 % der entsprechend untersuchten Gebäude Asbest in sehr geringen Mengen (< 1 %) in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen enthalten sein kann, sind täglich auf tausenden entsprechenden Baustellen die Beschäftigten, falls sie ohne Staubschutzmaßnahmen arbeiten, erheblichen A-Staub-, Quarzstaub- und Asbestfaser-Konzentrationen ausgesetzt.

Asbesthaltige Putze, Fliesenkleber und Spachtelmassen sicher zu bearbeiten ist technisch weder ein Problem noch besonders teuer. Rechtlich ist sehr viel möglich, auch wenn mittelfristig noch kleinere Probleme bestehen, die aber pragmatisch gelöst werden könnten [Citrich et al., 2017].

Die technischen Lösungen sind in diesem Kapitel »Schutzmaßnahmen« beschrieben: abgesaugte Maschinen (Abbruchhammer, Excenterschleifer, Mauernutfräse, Dosensenker, ...), Bau-Entstauber (Staubklasse M), Luftreiniger und Abschtottung.

Damit kann staubarm gearbeitet werden (A-, E- und Quarzstaub-Grenzwerte eingehalten) und vermutlich liegt die Asbestfaser-Konzentration dann auch unter 10.000 Fasern/m³.

9.10.2 Blei

Üblicherweise wird im Arbeitsschutz vor allem darauf geachtet, dass gefährliche Stoffe, insbesondere Stäube, nicht eingeatmet werden. Denn die wesentliche Gefahr besteht hier durch die Aufnahme über die Atemwege. Weniger bei Stäuben, sondern vor allem bei Lösemitteln oder aggressiven Substanzen wie Epoxidharzen muss auch auf einen Schutz vor dermalen Exposition geachtet werden. Dies ist auch bei Faserstäuben der Fall, die zu Juckreiz und Hautreizungen führen können.

Bei Blei bzw. Bleiverbindungen kann aber zudem die Aufnahme durch Verschlucken eine wesentliche Quelle für Gesundheitsschäden sein. Wird im Arbeitsbereich getrunken, kann es durch bleihaltigen Staub auf Flaschenrändern zu einer Bleiaufnahme in den Körper kommen. Besonders problematisch ist es selbstverständlich, wenn im Arbeitsraum sogar gegessen wird. Der bleihaltige Staub schlägt sich auf den Speisen nieder und wird so aufgenommen.

9.10.3 Dieselmotoremissionen

Auch bei Abgasen wird die Hierarchie des Arbeitsschutzes durch das STOP-Prinzip verdeutlicht: Substitution vor technischen, vor organisatorischen und vor persönlichen Schutzmaßnahmen. Substitution bedeutet hier, emissionsfreie Antriebe einzusetzen, also Elektro- oder Akkuantrieb bzw. emissionsarme Antriebe wie Gasantrieb.

Für Verdichtungsarbeiten in Gräben gibt es noch eine andere »Substitutions-Lösung«, nämlich Flüssigboden. Dabei wird die aus dem Graben entnommene Erde verflüssigt und wieder in den Graben gegeben. Verdichtungsarbeiten und damit Abgase fallen nicht mehr an. Weiter verhindert Flüssigboden Vibrationskrankheiten bei den Bedienern von Rüttelplatten und schließlich ereignen sich weniger Unfälle durch Verschütten, da die Bauarbeiter kaum noch in den Graben müssen. Flüssigboden wurde daher 2012 vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Rahmen des 9. Deutschen Gefahrstoffschuttpreises ausgezeichnet²⁵.

Durch das Erfassen der Abgase am Auspuff mit einer Absaugung und die Ableitung ins Freie kann verhindert werden, dass Abgase im Arbeitsbereich frei werden. Diese technische Maßnahme ist jedoch nur möglich, wenn die

25 www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Gefahrstoffschuttpreis/pdf/Poster-Gefahrstoffschuttpreis-2012.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Maschine nicht bzw. kaum bewegt wird und in der Nähe des Arbeitsbereichs eine Öffnung ins Freie vorhanden ist.

Dieselpartikelfilter (DPF) als technische Schutzmaßnahme führen ebenso zu emissionsarmem Arbeiten, jedoch ist hier auf die Belastung durch Stickoxide zu achten. Daher kann auf manchen Baustellen (z. B. Tunnelbaustellen) eine technische Lüftung als zusätzliche Maßnahme zum DPF erforderlich sein, um die Arbeitsplatzgrenzwerte der gasförmigen Anteile (insbesondere der Stickoxide) einzuhalten.

Technische Lüftungen als alleinige Maßnahme, um auf DPF zu verzichten, sind auf Baustellen nicht praktikabel. Zudem muss der Arbeitgeber die Wirksamkeit dieser Schutzmaßnahmen regelmäßig überprüfen (§ 7(7) der GefStoffV), was bis zum Vorliegen der Messergebnisse bedeutet, dass die Beschäftigten durch Atemschutz geschützt werden müssen.

Organisatorische Maßnahmen sind z. B.:

- das unnötige Laufen lassen der Maschinen verhindern,
- arbeitsmedizinische Vorsorge veranlassen bzw. anbieten.

Nur wenn eine Substitution, technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen nicht durchführbar sind bzw. nicht zu einer ausreichenden Reduzierung der DME in der Luft am Arbeitsplatz geführt haben, ist vorübergehend Atemschutz zulässig. Das Tragen von Atemschutz ist keine Alternative für den Dieselpartikelfilter. Die TRGS 554 »Abgase von Dieselmotoremissionen« beschreibt die Expositionen und Schutzmaßnahmen. Sie wird im Frühjahr 2019 aktualisiert erscheinen.

9.10.4 Nano

Beim Bearbeiten von nanohaltigen Beschichtungen (Parkettsiegel, Lacke auf diversen Untergründen, ...) tritt Staub auf, vor dem man sich schützen muss. Allerdings reichen die üblichen Staubschutzmaßnahmen aus. Wie im Kapitel 8.3.10 dargestellt, werden die zugesetzten Nanopartikel beim Abschleifen der Beschichtungen nicht freigesetzt. Sie bleiben fest in dem dabei entstehenden Abrieb eingebunden und werden nicht aus der Lackmatrix herausgelöst (Abbildung 16).

Andererseits müssen beim Schleifen von Beschichtungen aber ohnehin wegen der hohen Staubbelastung abgesaugte Geräte eingesetzt werden, ggf. Atemschutz getragen werden (siehe Kapitel 9.11).

Schützen Atemschutzfilter aber auch gegen die extrem kleinen Nanopartikel bzw. ultrafeine Partikel? Aufgrund ihrer Größe sollten diese grundsätzlich in der Lage sein durch die Zwischenräume des Filtermaterials zu »schlüp-

fen«. Allerdings gelten für die winzigen Nanopartikel andere physikalische Gesetze.

Größere Partikel über 300 nm werden u. a. dadurch abgeschieden, dass sie gegen die Filterfaser prallen und dort haften bleiben (Impaktion). Partikel unter 300 nm haben durch ihre Zusammenstöße mit den Luftmolekülen eine unregelmäßige zuckende Bewegung (Brownsche Molekularbewegung) die das Zusammenstoßen mit dem Filtermaterial (Diffusion) wahrscheinlicher macht [Ziegler, 2010].

Bei Tätigkeiten mit Bau- und Reinigungsprodukten, die Nanomaterialien enthalten, sind folglich nach heutigem Wissenstand die üblichen Schutzmaßnahmen ausreichend. Bei Einsatz von Nanofasern (Carbo-Nanotubes, Kohlenstoff-Nanoröhrchen) sind auf Grund der diskutierten asbestähnlichen Gesundheitsgefahren strengere Schutzmaßnahmen erforderlich [BekGS 527]. Bisher werden Carbo-Nanotubes aber in der Bauwirtschaft nicht eingesetzt.

9.11 Atemschutz

Ist eine Substitution nicht möglich, sind technische Schutzmaßnahmen einzusetzen, also abgesaugte Maschinen statt Maschinen ohne Absaugung. Ist auch dies nicht möglich, sind organisatorische Maßnahmen zu ergreifen. Das bedeutet vor allem, dass möglichst wenige Personen exponiert, also dem Staub ausgesetzt sind. Nur wenn dies alles nicht möglich ist bzw. nicht ausreicht, darf den Beschäftigten Atemschutz zugemutet werden.

Die Verwendung von belastender persönlicher Schutzausrüstung darf aber keine Dauermaßnahme sein. Dauermaßnahme bedeutet, dass eine Tätigkeit nicht ohne Atemschutz durchgeführt werden kann. Belastend bedeutet, dass das Gewicht und der Atemwegswiderstand der Atemschutzgeräte den Träger belasten. Wird trotzdem Atemschutz eingesetzt, muss eine Ausnahmegenehmigung von § 7(5) eingeholt werden. Zudem sind Tragezeitbegrenzungen zu beachten (was entweder die Arbeitsleistung verringert oder zu erhöhtem Personalaufwand führt) und schließlich muss beim Einsatz einer Halbmaske mit einem P3-Filter eine arbeitsmedizinische Vorsorge veranlasst werden. Das Tragen von Atemschutz ist für jeden Beschäftigten auf das unbedingt erforderliche Minimum zu beschränken (der Einsatz von belastender PSA auf Dauer ist eine Ordnungswidrigkeit § 22 (1) 3a).

Das Tragen von Atemschutz bedeutet nicht nur Masken kaufen und tragen (lassen). Es müssen

- die richtigen Atemschutztypen und -filter ausgewählt,
- Tragezeitbegrenzungen berücksichtigt und
- Vorsorge organisiert werden.

Auf fast jeder Baustelle sind FFP-Masken (»Pappmasken«) vorhanden, in der Regel nicht ‚am Mann‘ sondern irgendwo auf Lager. Wenn die »Pappmasken« getragen werden, wird meist deutlich, dass sie lediglich ein Alibi sind. Nasenbügel nicht fest, völlig zerknautschte Maske, kaum »Dichtsitz« sind nur die gravierendsten Fehler (Abbildung 26). Dabei handelt es sich nicht um Kleinigkeiten, sondern um Defizite, die dazu führen, dass krebserzeugende Stoffe eingeatmet werden. FFP-Masken gehören nicht auf Baustellen. Natürlich sind die FFP-Masken die billigsten, aber auch die am wenigsten effektiven Atemschutzmasken. Das hängt nicht nur mit den geschilderten Tragefehlern zusammen, sondern u.a. auch mit der wieder stärker verbreiteten Mode, Bart zu tragen. Schließlich kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, dass Atemschutz nur in absoluten Ausnahmefällen und dann auch nur kurzfristig getragen werden darf – wenn technische Schutzmaßnahmen noch bzw. vorübergehend nicht möglich sind.



Abbildung 26: Typisches Trageverhalten von FFP-Masken auf Baustellen



Abbildung 27: Mit dem Loch für die Zigarette in der Atemschutzmaske wird die Filterwirkung der Maske reduziert wenn nicht aufgehoben

Wenn es wirklich einmal nicht möglich sein sollte, mit technischen Maßnahmen die Staubbelastungen der Beschäftigten unter die Grenzwerte zu senken, sind Halb- bzw. Viertelmasken mit P2-Filtern einzusetzen. Da damit die Atmung erschwert wird, müssen die Beschäftigten vorher untersucht werden, ob sie körperlich geeignet sind. Zudem sind Tragepausen zu berücksichtigen (Tabelle 23). Werden Halb- oder Viertelmasken eingesetzt, ist nach einer Tragedauer von 120 Minuten eine Pause von mind. 30 Minuten einzulegen. Insgesamt darf dies pro Schicht nur dreimal erfolgen. Das bedeutet, dass eine Person pro Schicht maximal sechs Stunden eine Halb- oder Viertelmaske tragen darf [DGUV Regel 112-190, 2011]. Sollen entsprechende Arbeiten über die komplette Schicht durchgeführt werden, ist somit eine zweite Person notwendig.

Tabelle 23: Tragezeitbegrenzungen beim Einsatz von Atemschutz [DGUV, 2011]

Schutzaus- rüstungen	Trage- dauer (min)	Erholungs- dauer (min)	Einsätze pro Arbeits- schicht	Arbeits- schichten pro Woche
Filtergeräte ohne Gebläseunterstützung				
Vollmaske	105	30	3	5
Halb-/Viertelmaske	120	30	3	5
Filtrierende Halbmaske ohne Ausatemventil	75	30	5	4 (2–1–2)
Filtrierende Halbmaske mit Ausatemventil	120	30	3	5
Filtergeräte mit Gebläseunterstützung				
Vollmaske	150	30	3	5
Haube oder Helm (keine Tragezeitbegrenzung)				
Filtergebläsegerät mit Atemschutz- anzug und eingeschränkter Ventilation [z. B. nach prEN 1073-3]	60	30	3	5

Auf Tragepausen (und somit ggf. mehr Personal) sowie Vorsorge (und damit Ausschluss bestimmter Mitarbeiter) kann verzichtet werden, wenn fremdbelüftete Helme bzw. Kappen verwendet werden.

In der DGUV-Regel Benutzung von Atemschutzgeräten [DGUV, 2011] werden für krebserzeugende Stoffe generell P3-Filter gefordert. Allerdings wird davon in vielen Einzelstoff-Vorschriften abgewichen, auch in der TRGS 559 für Quarzstaub. Selbst wenn auf Baustellen eigentlich immer Quarzstaub und damit ein krebserzeugender Stoff vorliegt bzw. Quarz ein Bestandteil des Staubes ist, reichen in der Regel P2-Filter. Wichtig ist ohnehin weniger die Frage P2 oder P3, sondern die Wahl des Atemschutztyps – Papiermaske (FFP), Halb- oder Viertelmaske, fremdbelüfteter Helm oder Kappe.

9.12 Betriebsanweisungen

Der Unternehmer muss seine Beschäftigten über die Gefahren bei ihren Tätigkeiten sowie die notwendigen Schutzmaßnahmen informieren. Entsprechend der Gefahrstoffverordnung erfolgt dies anhand der Betriebsanweisung im Rahmen der Unterweisung (§ 14).

In der TRGS 555 »Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten« werden Einzelheiten dazu beschrieben. In der Betriebsanweisung werden in sechs Kapiteln die Gefahren, die betrieblichen Umgangsregelungen, Erste Hilfe Maßnahmen und die Entsorgung in der Sprache der Beschäftigten dargestellt.

Im Anhang dieses Buches sind Entwürfe für Betriebsanweisungen für die im Buch behandelten Stäube abgebildet:

- Bleistaub
- Hartholzstaub
- Weichholzstaub
- Quarzstaub
- Neue Mineralwolle-Dämmstoffe
- Alte Mineralwolle-Dämmstoffe
- Keramikfasern

Diese Entwürfe müssen durch betriebsinterne Angaben wie Name des Ersthelfers ergänzt und durch Unterschrift des Unternehmers in Kraft gesetzt werden.

Die Betriebsanweisungs-Entwürfe im Anhang orientieren sich an den WIN-GIS-Betriebsanweisungen. WINGIS steht für **Windows** und **G**efahrstoff-**i**nformationssystem und ist die Informationsplattform von GISBAU, dem

Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft.

Unter www.wingis.de werden Informationen zu allen in der Bauwirtschaft und im Reinigungsgewerbe eingesetzten Chemikalien angeboten. Man kann in WINGIS zwischen Informationen für den Unternehmer und Informationen für den Beschäftigten wählen. Letzteres sind die Betriebsanweisungen. Entwürfe für Betriebsanweisungen werden in WINGIS in 16 Sprachen angeboten.

Literatur

Die Artikel aus dem BauPortal sind unter www.bgbau.de²⁶, die TRGSen und BekGS sowie die GefStoffV unter www.baua.de²⁷, die Expositionsbeschreibungen unter www.bgbau.de²⁸ verfügbar.

AGS Ausschuss für Gefahrstoffe – AGS-Geschäftsführung – BauA: Begründung zum Beurteilungsmaßstab zu Quarz (Fassung v. 13.8.2015). www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/900/Quarz.pdf?__blob=publicationFile&v=2

AGS Ausschuss für Gefahrstoffe – AGS-Geschäftsführung – BauA: Abgeleiteter Wert für nicht krebserzeugende Wirkung (AGW): 50 µg EC/m³. 26.09.2017. www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-dieselmotorenemissionen-dme-russpartikel-als-ec.pdf?__blob=publicationFile&v=2

AGS Ausschuss für Gefahrstoffe – AGS-Geschäftsführung – BauA: Informationen des Ausschusses für Gefahrstoffe – AGS -zur Absenkung der Akzeptanzkonzentration gemäß TRGS 910 im Jahr 2018. 19.Januar 2018. www.baua.de/DE/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/AGS-TRGS-910.pdf?__blob=publicationFile&v=3

BAuA Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Gefahrstoffschutzpreis – Umgang mit Gefahrstoffen sicherer machen, Innovationen fördern. www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Gefahrstoffschutzpreis/Gefahrstoffschutzpreis_node.html

Bayer, Philipp: Änderung der Krebsrichtlinie. Sicher ist sicher 03/18, 114 – 117

BekGS 527 »Hergestellte Nanomaterialien«. GMBI Juni 2016, Nr.38, 754 – 767

Berlin: Vermeidung und Verminderung von Staubemissionen auf Baustellen. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz – Öffentlichkeitsarbeit, Berlin; August 2011, https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/download/leitfaden_staub_baustellen.pdf

BG BAU: Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle). Ausgabe: 04/2015; Abruf-Nr. 341; www.bgbau.de/gisbau/publikationen/brosch/downloads/341_MineralwolleDaemstoffe_42015_Ansicht.pdf

BGIA-Report 8/2006: Quarzexpositionen am Arbeitsplatz. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dezember 2006; www.dguv.de

26 www.bgbau.de/presse/fach-tief

27 www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS.html

28 www.bgbau.de/gisbau/fachthemen/expo

- Blaue Hefte: Handlungsanleitungen, Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle) für Technische Isolierungen und für Hochbau. Hrg. mehrere Industrieverbände und Berufsgenossenschaften, 1993
- Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. August 2009 (BGBl. I S. 2723)
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend: Leitfaden zum Mutterschutz. 2017
- Butz, Martin: Beruflich verursachte Krebserkrankungen. Eine Darstellung der im Zeitraum 1978 – 2010 anerkannten Berufskrankheiten. DGUV, Berlin, April 2012
- Citrich, Gerhard; Leihner-Weygandt, Wolfgang und Rühl, Reinhold: Asbest in Putzen – wo liegt eigentlich das Problem? Sicher ist sicher 11/2017, 486 – 491
- DGUV: Erfahrungen mit der Anwendung von § 9 Abs. 2 SGB VII (6. Erfahrungsbericht). Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV); Berlin; 2013
- DGUV Regel 112-190 »Benutzung von Atemschutzgeräten«. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin, Dezember 2011
- DGUV: BK-Report 1/2013; Faserjahre. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin, April 2013
- DGUV-Information »Beschichtungsstoffe mit Nanopartikeln«. DGUV Fachbereich Holz und Metall, Berlin, Februar 2014
- ECHA: Titanium dioxide proposed to be classified as suspected of causing cancer when inhaled. Helsinki, 9. Juni 2017; <https://echa.europa.eu/de/-/titanium-dioxide-proposed-to-be-classified-as-suspected-of-causing-cancer-when-inhaled>, Helsinki, European Chemicals Agency
- EGU, früher BG/BIA-Empfehlungen; [www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/empfehlungen-gefaehrderungsermittlung-der-unfallversicherungstraeger-\(egu\)/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/empfehlungen-gefaehrderungsermittlung-der-unfallversicherungstraeger-(egu)/index.jsp)
- Ellihäusen, H.-H.; Böhm, R.; Feikert, G.; Gross, D.: Bleigefährdung bei der Entfernung älterer Holzanstriche. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed., 30, 1995, 499
- EU Commission: Guidance for National Labour Inspectors on addressing risks from worker exposure to respirable crystalline silica (RCS) on construction sites. Senior Labour Inspectors' Committee (SLIC), Oktober, 2016
- Expositionsbeschreibung »Anmischen staubarmer Trockenmörtel, Fliesenkleber und Spachtelmassen«. BG BAU 4/2008
- »Bearbeiten von bleiweißhaltigen Holzoberflächen – Expositionsbeschreibung zum Anschleifen«. BG BAU 1/2011
- »Bearbeiten von bleiweißhaltigen Holzoberflächen – Expositionsbeschreibung zum Nachschleifen«. BG BAU 1/2011
- Expositionsbeschreibung »Expositionen von Stampfern und Rüttelplatten«. BG BAU, 05/2018

- Expositionsbeschreibung »Expositionen gegenüber Dieselmotoremissionen (DME) von Baumaschinen und -fahrzeugen«. BG BAU 07/2018
- Expositionsbeschreibung »Einsatz von Kleinfräsen auf Asphaltflächen«. BG BAU 3/2018
- Expositionsbeschreibung »Einsatz von Großfräsen auf Asphaltflächen«. BG BAU 3/2018
- Expositionsbeschreibung »Expositionen gegenüber Stickoxiden von Baumaschinen und -fahrzeugen bei Tunnelarbeiten«. BG BAU 3/2018
- Greim, Helmut: Neuer Staubgrenzwert. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 71 (2011) 409
- Guldner, Karlheinz: Handlungsanleitung für Tätigkeiten mit Aluminiumsilikatfasern in der Branche Glas und Keramik. VBG, September 2015
- Gunreben, Walter: Behandlung bleiweißhaltiger Beschichtungen auf Holz mit Handschleifmaschinen. BauPortal 7/2012, 22 – 24
- Gunreben, Walter: Staubfreie Baustellen mit Luftreinigern. BauPortal 5/2014, 26 – 28
- Gunreben, Walter; Merkle, Stefan und Kersting, Klaus: Vorabscheider und Entstauber höherer Leistungsfähigkeit. BauPortal 1/2016, 32 – 33
- Heinrich U. et al.: Chronic Inhalation Exposure of Wistar Rats and two Different Strains of Mice to Diesel Engine Exhaust, Carbon Black, and Titanium Dioxide. Inhalation Toxicology 1995 7:4, 533 – 556
- IARC: Man made vitreous fibres. Volume 81, IARCPress, Lyon, 2002
- IARC: Carbon Black, Titanium Dioxide, and Talc. Volume 93, IARCPress, Lyon, 2010
- IARC: Diesel and Gasoline Engine Exhausts and Some Nitroarenes. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 106, IARCPress, Lyon, 2014
- Johannsen, Stefan: Das will keiner einatmen. Künstliche Mineralwolle-Dämmstoffe (KMF) sachgerecht ausbauen und entsorgen, B + B, 6/2017, 67 – 69
- Kauppinen, Timo et al.: Occupational exposure to inhalable wood dust in the member states of the European Union. Ann. Occup. Hyg. 50 (2006) 549 – 561
- Mattenklott, M. und Höfert, N.: Stäube an Arbeitsplätzen und in der Umwelt – Vergleich der Begriffsbestimmungen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 4/2009 127 – 129
- LFUBW: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2003, <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18793/>
- »Leitfaden zum Mutterschutz« des Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend und erläutert (2017)
- Merget, Rolf: Empfehlung für die Begutachtung von Silikosen – Änderungen durch die »Bochumer Empfehlung«. IPA-Journal, 3/2010, 6 – 9
- Merget, Rolf: Gesundheitliche Gefährdungen durch mineralischen Staub. 2006, www.bgbau.de/gisbau/fachthemen/staub/fachvortraege

- Merkblatt zur BK 4302: Durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 10.7.1979, Bundesarbeitsblatt 7/8/1979, S. 74
- Mutterschutzgesetz: Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (MuSchG; Fassung vom 20. Juni 2002 (BGBl. I S. 2318), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 23. Mai 2017 (BGBl. I S. 1228)
- N. N.: Gegen mineralischen Staub. LSV kompakt, 01/2018, 8 – 9
- Nies, Eberhard: Fallbeispiel Quarz. Symposium »Grenzen der Grenzwertableitung«, Berlin, 28.06.2017
- Norm EN 481 »Arbeitsplatzatmosphäre – Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel«. DIN EN 481:1993, Berlin, Beuth
- OCRC: Burden of occupational cancer in Ontario. Occupational cancer research center, Toronto, Ontario, 2017
- Pischke, Volker; Wilhelm, Harald und Rühl, Reinhold: Vermeiden und Vermindern von Emissionen auf Baustellen als Aufgabe der Bauherren. BauPortal 11/2013, 19 – 21
- Rühl, Reinhold: Der Einfluss der Rekristallisation keramischer Fasern und deren Wirkung auf den Menschen. Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz, Prophylaxe und Ergonomie, 37 (1987) 302 – 314
- Rühl, Reinhold: Quarz – ein unterschätzter Gebäudeschadstoff. Gebäudeschadstoffe und Innenraumluft, 2/2017, 40 – 51
- Rühl, Reinhold; Sieber, Ralph; Citrich, Gerhard, Dietz, Jutta und Höber, Dieter: Zwischen Branchenlösung und TRGS 517. Fräsen von Asphalt. Asphalt, 8/2013, 39 – 40
- Rühl, Reinhold und Gunreben, Walter: Mit Bau-Entstaubern zur staubarmen Baustelle. BauPortal 11/2013, 45 – 47
- Rühl, R.; Reuter, M. und Holland-Letz, T.: Staubfrei Dübel setzen. BauPortal 5/2014, 29 – 31
- Rühl, Reinhold und Kluger, Norbert: BIA/BG-Empfehlung Oberflächenbehandlung von Parkett und anderen Holzfußböden Handbuch der Bau-Chemikalien; Landsberg am Lech: Ecomed-Verlag, 1. Erg.-Lfg. 12/95
- Rühl, Reinhold; Spod, Ulf und Ziegler, Corinne: Abgase von Baumaschinen und Baufahrzeugen aus Sicht des Arbeitsschutzes. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, 77 (2017) 224 – 230
- Scherer, S.: Erfahrungsbericht Schweiz: Staubende Arbeiten an asbesthaltigen Fliesenklebern. SUVA; 3. Erfahrungsaustausch »Asbest« am 15. Juni 2016, BAuA, Dortmund
- Schulz, Wolfgang: Die Staubgefahr. Mitteilungen der Bau-Berufsgenossenschaft Frankfurt am Main, Oktober 1973, 116 – 130
- Science Media Center: Titandioxid als möglicherweise krebserregend eingestuft. 14. 06.2017. www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/rapid-reaction/details/news/titandioxid-als-moeglicherweise-krebserregend-ingestuft/

- Stropp, Gisela: Neuer Allgemeiner Staubgrenzwert (A-Staub) in der TRGS 900. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 74 (2014) 113
- SUVA: Asbestfasermessungen während dem Abtragen von Innenputz. Luzern, 2017
- Teich, Elfi; Rühl, Reinhold und Blome, Helmut: IARC stuft Dieselmotoremissionen neu ein. BauPortal 1/2013, 21–22
- TRGS 402 »Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition«. GMBI 2010, Nr. 12, 231 – 253, ergänzt GMBI 2016, Nr. 43, 843 – 846
- TRGS 420 »Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition«. GMBI 2014, Nr. 48, 997 – 1002, ergänzt GMBI 2018, Nr. 7–11, 194
- TRGS 504 »Tätigkeiten mit Exposition gegenüber A- und E-Staub«. GMBI 2016, Nr. 31, 609 – 622; Berichtigt: GMBI 2016, Nr. 40, 791
- TRGS 505 »Blei«. GMBI 2007, Nr. 12, 254
- TRGS 517 »Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen«. GMBI 2013, Nr. 18, 382 – 396; zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2015, Nr. 7, 137 – 138
- TRGS 519 »Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten«. GMBI 2014, Nr. 8/9, 164 – 201; geändert und ergänzt: GMBI 2015, Nr. 7, 136 – 137
- TRGS 521 »Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle«. GMBI 2008, Nr. 14, 279 – 286
- TRGS 553 »Holzstaub«. GMBI 2008, Nr. 46/47, 955 – 969
- TRGS 554 »Abgase von Dieselmotoren«. GMBI. 2008, Nr. 56–58, 1179 – 1212
- TRGS 555 »Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten«. GMBI 2017, Nr. 15, 275 – 281
- TRGS 558 »Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle«. GMBI 2010, Nr. 43, 902 – 911
- TRGS 559 »Mineralischer Staub«. GMBI 2010, Nr. 22/23, 459 – 493
- TRGS 619 »Substitution für Produkte aus Aluminiumsilikatwolle«. GMBI 2013, Nr. 34, 654 – 668
- TRGS 900 »Arbeitsplatzgrenzwerte«. B ArbBl. 1/2006, 41–55, zuletzt berichtigt: GMBI 2018, Nr. 1, 9
- TRGS 903 »Biologische Grenzwerte (BGW)«. GMBI 2013, Nr. 17, 364 – 372; zuletzt berichtigt: GMBI 2018 Nr. 1, 9
- TRGS 905 »Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe«. GMBI 2016, Nr. 19, 378 – 390; zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2017, Nr. 20, 372
- TRGS 906 »Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren«. B ArbBl. 7/2005, 79 – 80; zul. geänd. GMBI. (2007), 514
- TRGS 910 »Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen«. GMBI 2014, Nr. 12, 258 – 270, ergänzt: GMBI 2018, Nr. 28, 545

- UBA: Stickstoffdioxid führt zu erheblichen Gesundheitsbelastungen. UBA-Studie ordnet Gesundheitsbelastung durch Stickstoffdioxid in Deutschland ein. Umweltbundesamt, 18.03.2018, <https://www.umweltbundesamt.de/no2-krankheitslasten>
- Universum: Gefahrstoffe 2018. Wiesbaden: Universum Verlag GmbH, 2017
- VDI: Asbesthaltige Putze, Spachtelmassen und Fliesenkleber in Gebäuden; Diskussionspapier zu Erkundung, Bewertung und Sanierung. Juni 2015
- Vorbau, Manuel; Hilleman, Lars und Stintz, Michael: Method for the characterization of the abrasion induced nanoparticle release into air from surface coatings. *Journal of Aerosol Science*, Vol 40, March 2009, 209 – 217
- von der Heyden, Thomas; Rudolf, Edgar und Wahmhoff, Andreas: Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit der DGUV Information 201-012. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 75 (2015) 408 – 411
- Welzbacher, Ulrich: Deutsche Eiche kann Krebs erzeugen. *Die BG*, September 1985, 561 – 562
- Ziegler, Corinne: Nano-Materialien in der Bauwirtschaft. *BauPortal*, 2/2010, 90 – 93

Betriebsanweisung für Bleistaub

Betriebsanweisung Nr.
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung
Baustelle / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum:



Stäube von Bleiverbindungen

(Bleiweiß, Mennige, ...)



Gefahren für Mensch und Umwelt

Blei kann das Kind im Mutterleib schädigen!

Blei kann die Fortpflanzungsfähigkeit möglicherweise beeinträchtigen!

Einatmen oder Verschlucken kann zu Gesundheitsschäden führen. Reichert sich im Körper an. Vorübergehende Beschwerden (Kopfschmerzen, Müdigkeit, Übelkeit, Hautverfärbung) möglich. Kann Blutbildveränderungen, Darmkoliken, Nierenschaden, Sehstörung, Bluthochdruck verursachen. Bleibende Gesundheitsschäden möglich (Nervenschaden).

Eindringen in Boden, Gewässer und Kanalisation vermeiden!

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Arbeiten bei Frischluftzufuhr! Bei Stäuben oder Dämpfen nur mit Absaugung arbeiten! Staubentwicklung vermeiden! Berührung mit Augen und Haut vermeiden!

Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände und Gesicht gründlich reinigen! Verunreinigte Kleidung wechseln!

Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren!

Beschäftigungsbeschränkungen beachten: Schwangere und Jugendliche dürfen hier nicht arbeiten!



Augenschutz: Gestellbrille!

Handschutz: Handschuhe aus Polychloropren, Nitrilkautschuk, Polyvinylchlorid. Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert.

Atemschutz: Partikelfilter P____ (weiß)

Hautschutz: Für alle unbedeckten Körperteile fetthaltige Hautschutzsalbe verwenden

Körperschutz: Staubsichte Schutzkleidung!

Verhalten im Gefahrenfall

Unter Staubvermeidung aufnehmen und entsorgen! Produkt ist nicht brennbar.

Zuständiger Arzt:

Unfalltelefon:

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.

Nach Augenkontakt: 10 Minuten unter fließendem Wasser bei gespreizten Lidern spülen oder Augenspüllösung nehmen. Immer Augenarzt aufsuchen!

Nach Hautkontakt: Mit viel Wasser und Seife reinigen. Keine Verdünner! Stark verunreinigte Kleidung ausziehen.

Nach Einatmen: Frischluft!

Nach Verschlucken: In kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen. Keine Hausmittel.

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Nicht in Abguss oder Mülltonne schütten!

Zur Entsorgung sammeln in:

Betriebsanweisung für Keramikfasern

Betriebsanweisung Nr.
Gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung
Baustelle / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 08.10.2017



Tätigkeiten mit Keramikfasern

Stäube von Keramikfasern können Krebs erzeugen!

Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen von Staub kann zu Gesundheitsschäden führen. Vorübergehende Beschwerden (Reizungen der Atemwege, der Haut (Juckreiz) sowie der Augen durch faserhaltige Stäube/ Bruchstücke) möglich.

Kann Bronchitis, Lungenschaden verursachen. Keramikfasern können Krebs erzeugen

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Staubentwicklung vermeiden! Verschleppen der Stäube vermeiden. Arbeiten bei Frischluft-zufuhr! Staubarme Arbeitsverfahren / -geräte verwenden. Bei Stäuben nur mit Absaugung arbeiten! Möglichst vorkonfektionierte, kaschierte, staubarme Produkte oder Formteile verwenden. Dämmstoffe erst vor Ort auspacken. Material nicht werfen oder reißen; nur mit Messer, Scheren oder Handsägen schneiden. Elektrische Sägen mit Absaugung verwenden.

Arbeitsplatz sauber halten. Regelmäßig reinigen durch feuchtes Aufwischen oder Aufsaugen. Nicht trocken kehren! Nicht mit Druckluft abblasen! Entstauber mindestens der Staubklasse M verwenden. Abfälle wie Produktreste, Bruchstücke, bzw. kontaminiertes Material und Staubsaugerinhalte sofort zur Entsorgung sammeln. Nach Beendigung der Arbeiten nochmal alle Oberflächen feucht reinigen oder absaugen.

Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Einwegschutzanzüge nach Schichtende im vorgesehenen Abfallbehälter sammeln. Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

Augenschutz: Bei Überkopfarbeiten und starker Staubentwicklung: Korbbrille!

Handschutz: Schutzhandschuhe aus Leder oder Nitrilgetränkte Baumwollhandschuhe.

Atemschutz: Partikelfilter P3 (weiß) an Halbmaske. Empfohlen wird die Verwendung von Atemschutz wie Vollmaske mit Gebläseunterstützung Typ TM2P bzw. Helm oder Haube mit Gebläseunterstützung Typ TH3P.

Körperschutz: Um eine Verschleppung von an der Arbeitskleidung anhaftenden Faserstäuben zu vermeiden, bei allen Arbeiten einen atmungsaktiven Einweg- oder Mehrwegschutzanzug (Typ 5) (staubdichte Arbeitsschutzkleidung) tragen.



Verhalten im Gefahrenfall

Produkt ist nicht brennbar. Störungen an Einrichtungen zur Stauberfassung bzw. Staubbiederschlagung unverzüglich dem Vorgesetzten melden.

Zuständiger Arzt:

Unfalltelefon:

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.

Nach Augenkontakt: Bei Augenreizungen nicht reiben, sondern mit viel Wasser spülen. Augenarzt aufsuchen!

Nach Hautkontakt: Mit viel Wasser reinigen. Stark verunreinigte Kleidung ausziehen.

Nach Einatmen: Frischluft!

Nach Verschlucken: Mund mit Wasser ausspülen. In kleinen Schlucken viel Wasser trinken lassen.

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Abfälle wie Bruchstücke, kontaminiertes Material und Staubsaugerinhalte aus dem Abbruch thermisch belasteter Dämmstoffe direkt am Entstehungsort in PE-Säcke oder Big-Bags sammeln und verpacken. Staubentwicklung dabei gering halten. Beim Verschließen die enthaltene Luft nicht herausdrücken.

Produktreste / Abfälle ggf. befeuchten. Abfall mit Aufkleber kennzeichnen: "Inhalt kann krebserzeugende Faserstäube freisetzen!"

Zur Entsorgung sammeln in:
Produktreste:

Betriebsanweisung für Mineralwolle-Dämmstoffe, neu

Betriebsanweisung Nr.
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung
Baustelle / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 08.10.2017

„Neue“ Mineralwolle-Dämmstoffe

Faserstäube frei von Krebsverdacht

Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen von faserhaltigem Staub kann zu Gesundheitsschäden führen. Kann die Atemwege, Augen, Haut reizen.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Möglichst vorkonfektionierte, kaschierte, staubarme Produkte oder Formteile verwenden. Dämmstoffe erst vor Ort auspacken. Staubentwicklung vermeiden! Staubarme Arbeitsverfahren / -geräte verwenden. Material nicht werfen. Material nicht reißen; nur mit Messer, Scheren oder Handsägen schneiden. Elektrische Sägen nur mit Absaugung verwenden. Arbeiten bei Frischluftzufuhr! Fenster oder Türen öffnen, kein Durchzug! Arbeitsplatz sauber halten.



Regelmäßig reinigen z.B. durch Aufsaugen und/oder feuchtes Aufwischen. Nicht mit Druckluft abblasen! Nicht trocken kehren! Berührung mit Augen und Haut vermeiden! Nach Arbeitsende freiliegende Hautpartien mit Wasser und Seife gründlich reinigen.

Abfälle / Produktreste sofort zur Entsorgung sammeln. Hautpflegemittel verwenden! Nach Arbeitsende Kleidung wechseln!

Augenschutz: Bei Überkopfarbeiten und starker Staubentwicklung: Korbbrille!

Handschutz: Schutzhandschuhe aus Leder oder Nitrilgetränkte Baumwollhandschuhe.

Atemschutz: Empfohlen wird die Verwendung von (z.B. Bei Arbeiten mit höheren Staubbelastungen bzw. Faserkonzentrationen: und in engen, unbelüfteten Räumen): Partikelfilter P1 (weiß) an Halb-/Viertelmaste.

Hautschutz: Für alle unbedeckten Körperteile fetthaltige Hautschutzsalbe verwenden

Körperschutz: Geschlossene, langärmelige Arbeitskleidung tragen.

Verhalten im Gefahrenfall

Produkt ist nicht brennbar.

Zuständiger Arzt:

Unfalltelefon:

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.

Nach Augenkontakt: Bei Augenreizungen nicht reiben, sondern mit viel Wasser spülen.

Augenarzt aufsuchen!

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Nicht in Mülltonne oder Bauschutt werfen. Produktreste, Abfälle und Staubsaugerinhalte direkt am Entstehungsort in PE-Säcke oder Big-Bags sammeln und verpacken.

Produktreste:

Betriebsanweisung für Mineralwolle-Dämmstoffe, alt

Betriebsanweisung Nr.
Gemäß § 14 Gefährstoffverordnung
Baustelle / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum: 09.10.2017



Tätigkeiten mit „alter“ Mineralwolle-Dämmstoffe
Stäube alter Mineralwolle-Dämmstoffe können möglicherweise krebserzeugend wirken

Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen von faserhaltigem Staub kann zu Gesundheitsschäden führen. Alte Mineralwolle-Dämmstoffe können dünne Fasern abgeben, die in der Lunge möglicherweise krebserzeugend wirken. Vorübergehende Beschwerden (Reizungen der Haut (Juckreiz), der Atemwege sowie der Augen durch faserhaltige Stäube) möglich.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Ausgebaute Mineralwolle nicht wiederverwenden. Arbeits-/Sanierungsbereiche von anderen Arbeitsbereichen abgrenzen. Kennzeichnung durch Hinweisschild: "Zutritt für Unbefugte verboten!" Staubarme Arbeitsverfahren / -geräte verwenden. Immer mit Absaugung arbeiten! Arbeiten bei Frischluftzufuhr! Fenster oder Türen öffnen, kein Durchzug! Arbeitsplatz sauber halten. Staubeentwicklung vermeiden! Material nicht reißen; nur mit Messer, Scheren oder Handsägen schneiden. Elektrische Sägen mit Absaugung verwenden. Material nicht werfen.

Regelmäßig reinigen z.B. durch Aufsaugen, und/ oder feuchtes Aufwischen. Nicht mit Druckluft abblasen! Nicht trocken kehren! Nur Entstauber bzw. Industriesauger der Staubklasse M (mindestens) verwenden.

Abfälle / Produktreste sofort zur Entsorgung sammeln. Berührung mit Augen und Haut vermeiden! Nach Arbeitsende freiliegende Hautpartien mit Wasser und Seife gründlich reinigen. Hautpflegemittel verwenden! Nach Arbeitsende Kleidung wechseln! Getrennte Umkleieräume für Straßen- und Arbeitskleidung sowie Waschraum mit Duschen benutzen (Schwarz-Weiß-Anlage) Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Einwegschutanzüge nach Schichtende im vorgesehenen Abfallbehälter sammeln. Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

Augenschutz: Bei Überkopfarbeiten und starker Staubeentwicklung: Korbbrille!

Handschutz: Schutzhandschuhe aus Leder oder nitrilgetränkte Baumwollhandschuhe.

Atemschutz: Immer Atemschutz tragen. Partikelfilter P2 (weiß) anlegen. Empfohlen wird die Verwendung von: Vollmaske mit Gebläseunterstützung TM1P bzw. ... Helm oder Haube mit Gebläseunterstützung TH2P. Bei Arbeiten mit höheren Staubbelastungen z.B. Abbruch thermisch belasteter Dämmstoffe: Atemschutz P3 (weiß) an Halbmaske anlegen.

Körperschutz: Atmungsaktiven Einweg- oder Mehrwegschutanzug (Typ 5) tragen.

Verhalten im Gefahrenfall

Produkt ist nicht brennbar. Störungen an Einrichtungen zur Stauberfassung bzw. Staubbiederschlagung unverzüglich dem Vorgesetzten melden.

Zuständiger Arzt:

Unfalltelefon:

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.

Nach Augenkontakt: Bei Augenreizungen nicht reiben, sondern mit viel Wasser spülen.
Augenarzt aufsuchen!

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Nicht in Mülltonne oder Bauschutt werfen. Abfälle nicht vermischen. Abfälle, Bruchstücke, Staubsauger-inhalte etc. direkt am Entstehungsort in PE-Säcke oder Big-Bags sammeln und verpacken. Staubeentwicklung dabei gering halten. Beim Verschließen die enthaltene Luft nicht herausdrücken. Abfall mit Aufkleber kennzeichnen: "Inhalt kann krebserzeugende Faserstäube freisetzen!"
Ausgebautes Material:
Schutzkleidung / Filtermaterialien:

Betriebsanweisung für Hartholzstaub

Betriebsanweisung Nr.
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung
Baustelle / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum:



Arbeiten mit Hartholzstäuben (z.B. Eichen- und Buchenholzstaub)

Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen die Beschäftigten Hartholzstäuben ausgesetzt sind, sind krebserzeugend!



Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen von Holzstaub kann zu Gesundheitsschäden führen. Stäuben von Hartholzern wie Eichen- und Buchenholzstaub können Krebs erzeugen! Kann die Atemwege, Augen, Verdauungsorgane reizen.

Holzstaub verschiedener Tropenhölzer kann zu Allergien der Atemwege und der Haut führen. Personen mit Holzstaub-Allergie sollten keinen Kontakt mit diesem Stoff haben.

Stäube können zusammen mit einer Zündquelle und Luftsauerstoff Brände und Explosionen auslösen.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Bei Stäuben nur mit Absaugung arbeiten! Handschleifarbeitsplätze müssen abgesaugt werden. Die optimale Einstellung der Stauberfassungselemente an der Staubentstehungsstelle ist vor Aufnahme der Arbeit zu kontrollieren. Zur Verbesserung der Absaugwirkung sind die Schieber an den Anschlußleitungen der nicht benutzten Maschinen zu schließen.



Arbeitsplätze und Maschinen müssen regelmäßig von Staubablagerungen und Spänen durch Absaugen gereinigt werden. Abblasen mit Druckluft und Kehren sind nicht zulässig. Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

Atemschutz: Atemschutz muss im Betrieb bereitgestellt und bei Staubentstehung benutzt werden. Partikelfilter P____ (weiß)

Verhalten im Gefahrenfall

Im Brandfall sind die Feuerlöschrichtungen zu benutzen und die Feuerwehr ist zu verständigen! Glimmbrände in Staubablagerungen nicht mit vollem Wasserstrahl aufwirbeln - Gefahr von Staubexplosionen! Bei Bränden von Silos und Filteranlagen nur mit stationärer Löschanlage löschen.

Zuständiger Arzt:

Unfalltelefon:

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.

Nach Hautkontakt: Stark verunreinigte Kleidung ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen.

Nach Einatmen: Frischluft!

Nach Verschlucken: Mund mit Wasser ausspülen.

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Abfälle nicht vermischen.

Schleifstäube:

Betriebsanweisung für Weichholzstaub

Betriebsanweisung Nr.
Gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung
Baustelle / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum:



Holzstaub (Weichholz, ohne Eichen- und Buchenholzstaub)
Tätigkeiten mit Weichholz stehen im Verdacht, Krebs erzeugen zu können!



Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen von Holzstaub kann zu Gesundheitsschäden führen. Kann die Atemwege, Augen, Verdauungsorgane reizen.

Holzstaub verschiedener Tropenholzer kann zu Allergien der Atemwege und der Haut führen. Personen mit Holzstaub-Allergie sollten keinen Kontakt mit diesen Stäuben haben.

Eine krebserzeugende Wirkung von Holzstaub wird vermutet!

Stäube können zusammen mit einer Zündquelle und Luftsauerstoff Brände und Explosionen auslösen.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Bei Stäuben nur mit Absaugung arbeiten! Handschleifarbeitsplätze müssen ebenfalls abgesaugt werden.

Die optimale Einstellung der Stauberfassungselemente an der Staubentstehungsstelle ist vor Aufnahme der Arbeit zu kontrollieren.

Zur Verbesserung der Absaugwirkung sind die Schieber an den Anschlußleitungen der nicht benutzten Maschinen zu schließen.

Arbeitsplätze und Maschinen müssen regelmäßig von Staubablagerungen und Spänen durch Absaugen gereinigt werden. Abblasen mit Druckluft und Kehren sind nicht zulässig. Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

Atemschutz: Partikelfilter P____ (weiß)

Verhalten im Gefahrenfall

Glimmbrände in Staubablagerungen nicht durch scharfen Löschmittelstrahl aufwirbeln - Staubexplosionsgefahr!

Bei Bränden von Silos und Filteranlagen nur mit stationärer Löschanlage löschen.

Zuständiger Arzt:

Unfalltelefon:

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.

Nach Hautkontakt: Stark verunreinigte Kleidung ausziehen. Mit viel Wasser und Seife reinigen.

Nach Einatmen: Frischluft!

Nach Verschlucken: Mund mit Wasser ausspülen.

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Schleifstäube:

Betriebsanweisung für Quarzstaub

Betriebsanweisung Nr.
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung
Baustelle / Tätigkeit:

Betrieb:

Datum:



Tätigkeiten mit quarzhaltigen Stäuben

Tätigkeiten und Verfahren, bei denen die Beschäftigten quarzhaltigem Staub (silikogenem Staub) ausgesetzt sind, sind krebserzeugend!

Gefahren für Mensch und Umwelt

Die feinen, bis in die Lunge gehenden Stäube sind kaum sichtbar und können über Stunden in der Luft schweben (Schwebstaub). Einatmen von quarzhaltigen Stäuben kann zu Gesundheitsschäden führen. Vorübergehende Beschwerden (Husten, Bronchitis) möglich. Bleibende Gesundheitsschäden möglich (Silikose). Quarzstaub kann Krebs erzeugen!

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Arbeits-/Sanierungsbereiche, in denen quarzhaltige Stäube freigesetzt werden können, von anderen Arbeitsbereichen abgrenzen. Zahl der Personen im Arbeitsbereich so gering wie möglich halten. Arbeiten bei Frischluftzufuhr! Fenster oder Türen öffnen, kein Durchzug! Staubarme Arbeitsverfahren / -geräte verwenden (abgesaugte Handmaschine, Entstauber, Luftreiniger).



Bei Stäuben nur mit Absaugung arbeiten! Nur Entstauber bzw. Industriesauger mindestens der Staubklasse M verwenden. Während der Arbeiten die Funktion und Absaugleistung überprüfen. Verstopfungen im Ansaugschlauch sofort beseitigen.



Arbeitsplatz sauber halten. Regelmäßig reinigen durch Aufsaugen oder Feuchtreinigung. Nicht mit Druckluft abblasen! Nicht trocken kehren!

Einatmen von Staub bzw. quarzhaltigem Staub (silikogenem Staub) vermeiden. Nach Arbeitsende und vor jeder Pause Hände gründlich reinigen! Hautpflegemittel verwenden! Nach Arbeitsende Kleidung wechseln! Straßenkleidung getrennt von Arbeitskleidung aufbewahren! Einwegschutanzüge nach Schichtende im vorgesehenen Abfallbehälter sammeln. Im Arbeitsbereich keine Lebensmittel aufbewahren, nicht essen, trinken, schnupfen, rauchen! Beschäftigungsbeschränkungen beachten!

Augenschutz: Bei Überkopparbeiten und starker Staubentwicklung: Korbbrille!

Atemschutz: Bei Staubentwicklung: Partikelfilter P2 (weiß). Bei Überkopparbeiten und starker Staubentwicklung: und/oder bei unzureichender Belüftung Partikelfilter P2 (weiß) an Halb-/Viertelmaske bzw. oder TM3P (Vollmaske) bzw. TH3P tragen.

Körperschutz: bei Tätigkeiten mit hoher Staubentwicklung geschlossene staubdichte Arbeitsschutzkleidung (Atmungsaktiven Einweg- oder Mehrwegschutanzug (Typ 5) Kategorie III) tragen.

Verhalten im Gefahrenfall

Störungen an Einrichtungen zur Stauberfassung bzw. Staubniederschlagung unverzüglich dem Vorgesetzten melden.

Zuständiger Arzt:

Unfalltelefon:

Erste Hilfe

Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.

Nach Augenkontakt: Mit Wasser ausspülen.

Nach Einatmen: Frischluft!

Ersthelfer:



Sachgerechte Entsorgung

Staubsaugerinhalte bzw. Staubsaugerbeutel staubdicht verpacken. Staubentwicklung dabei gering halten. Schutzkleidung / Filtermaterialien:

Sonstige:

Stichwortverzeichnis

A

Akzeptanzkonzentration 47, 59, 67, 98
Akzeptanzwert 52
amorph 23
Ausschuss für Gefahrstoffe
– AGS 43, 47

B

Berufskrankheiten-Verordnung
– BKV 75, 80, 81
Beurteilungsmaßstab 47, 48, 52, 63
biolöslich 23, 27, 62
biopersistent 57
BOELV 48
Branchenlösung 100
Bundes-Immissionsschutzgesetz
– BImSchG 31, 32, 33, 37

C

Carbo-Nanotubes 29
CLP-Verordnung 45
Cristobalit 18, 23, 51

D

Derived No Effect Level
– DNEL 48
Dieselrußpartikel 25, 26, 70, 101

E

Europäische Chemikalienagentur
– ECHA 24
Exposition-Risiko-Beziehung
– ERB 47, 52, 69
Expositionsbeschreibungen 88

F

Flüssigboden 36, 132

G

Gefahrstoffschutzpreis 36, 66, 129, 132
granuläre biobeständiger Staub
– GBS 25

I

International Agency for Research of
Cancer
– IARC 46
IOELV 48

J

Johannesburger Konvention 85
Jugendarbeitsschutzgesetz 50

K

Kanzerogenitätsindex 57
Kieselsäure
– amorphe 18

L

Latenzzeit 23

M

MAK-Kommission 43, 47
Minderung der Erwerbsfähigkeit
– MdE 76
Minimierungsgebot 48, 51, 52, 53, 57, 69
Mutterschutzgesetz 50

N

Nano-Liste 28, 29
Nanorama 28

O

Occupational Exposure Limits
– OEL 48

R

REACH-Verordnung 68
REA-Gips 26
Rüttelplatte 102

S

Schwangerschaft 15, 49
Scientific Committee of Occupational
Exposure Limits
– SCOEL 48
Sicherheits- und Gesundheitskoordinator
– SiGeKo 37
Stickoxide 25, 26, 69, 101, 104, 133
STOP-Prinzip 109, 132
Substitution 132, 134

T

Toleranzkonzentration 47
Toleranzwert 52
Tridymit 18, 51

V

Verfahren
– emissionsarm 65, 66, 130

Reinhold Rühl

Staub auf Baustellen

Staub auf Baustellen lässt sich kaum vermeiden, aber von Baustellenstaub können auch Gefahren ausgehen. Bei Arbeiten in geschlossenen Räumen sind die Staubkonzentrationen oft so hoch, dass Gesundheitsschäden wie Silikosen, Nasen- und Lungenkrebs drohen.

Aus Sicht des Arbeitsschutzes zeigt das Buch Staubbelastungen an Arbeitsplätzen auf und stellt Schutzmaßnahmen wie Absaugvorrichtungen oder Atemschutzmasken vor, die in den meisten Fällen erschwingliche, staubarme Arbeitstechniken ermöglichen. Dabei werden die Probleme und Erkrankungen von Stäuben erläutert, die beim Bauen, Renovieren und Reinigen auftreten. Auch die aktuellen Themen rund um den Staub wie Titandioxid, Asbest in Putzen, Fliesenklebern und Spachtelmassen, Nanopartikel sowie Feinstaub aus Dieselmotoren werden diskutiert. Betriebsanweisungen für verschiedene Stäube ergänzen den Band.

Der Autor:

Dr. Reinhold Rühl hat das Gefahrstoff-Informationssystem GISBAU aufgebaut und den Bereich »Gefahrstoffe« der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft geleitet. Er war lange Mitglied im Ausschuss für Gefahrstoffe und arbeitet derzeit an der Aktualisierung der TRGS 554 »Abgase von Dieselmotoren« und der TRGS 559 »Mineralischer Staub« mit.

Darüber hinaus war er an der Entwicklung des Aktionsprogramms »Staubminimierung beim Bauen« des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales beteiligt und leitete dort auch das Themenfeld »Technik«. Derzeit liegen seine Schwerpunkte bei der Arbeit als Obmann der Gesprächskreise BITUMEN sowie in der Leitung des Arbeitskreises »Staubarme Techniken«, in dem Weiterentwicklungen zum staubarmen Bauen diskutiert und vorangetrieben werden.

ISBN 978-3-7388-0125-5



9 783738 801255

Fraunhofer IRB  Verlag