

213-736

DGUV Information 213-736



Empfehlungen Gefähr- dungsermittlung der Unfall- versicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoff- verordnung

Fräsen von Asphaltbelägen
mit BOMAG-Straßenfräsen
mit Elektroabscheider

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Gefahrstoffe des Fachbereichs Rohstoffe und chemische Industrie
der DGUV

Ausgabe: November 2021

DGUV Information 213-736
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p213736

© Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung,
auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bildnachweis

Abb. 1: Bomag GmbH

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

Fräsen von Asphaltbelägen mit BOMAG-Straßenfräsen
mit Elektroabscheider

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	5
1 Allgemeines	6
2 Anwendungsbereich und Hinweise	8
3 Begriffsbestimmungen	9
4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten	10
4.1 Beschreibung des Arbeitsverfahrens	10
4.2 Absauganlage mit Elektroabscheider und Rückführung	10
5 Gefahrstoff-Exposition	12
5.1 Gefahrstoffe	12
5.2 Arbeitsbereiche und Messstellen	15
5.3 Bewertung der Gefahrstoffexposition	16
6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung	19
6.1 Technische Schutzmaßnahmen	19
6.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen	19
6.3 Persönliche Schutzmaßnahmen	20
6.4 Verhalten bei Störungen	21
6.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge	21
7 Literatur	22
Anhang	25

Vorbemerkung

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung werden von der antragstellenden Organisation erarbeitet in Zusammenarbeit mit

- den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern (UVT) und dem
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) gemeinsam mit der
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und
- gegebenenfalls weiteren Messstellen, z. B. der Bundesländer.

Sie werden herausgegeben durch das Sachgebiet „Gefahrstoffe“, Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) und in das Regelwerk unter der Bestellnummer DGUV Information 213-701 ff. aufgenommen. Darüber hinaus erfolgt eine Verbreitung über das Internet sowie branchenbezogen durch die einzelnen Unfallversicherungsträger.

Diese Empfehlung wurde erstmals 2021 in Zusammenarbeit zwischen dem

- Institut für Gefahrstoff-Forschung der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, 44789 Bochum,
- der BG Bau und der
- Firma BOMAG GmbH, 56154 Boppard,

erarbeitet. EGU werden im Abstand von fünf Jahren durch die Projektgruppe „EGU“, Sachgebiet „Gefahrstoffe“ überprüft. Sollten Änderungen notwendig werden, werden diese veröffentlicht.

Diese DGUV Information enthält Hinweise zum Einsatz von Straßenfräsen mit Staubminderungsanlagen der Firma BOMAG beim Fräsen von Asphaltbelägen.

1 Allgemeines

Maßnahmen aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [1] und 7. Sozialgesetzbuch (SGB VII) [2] gegen arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren werden in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [3] und den zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) konkretisiert sowie durch Regeln, Vorschriften und Informationen der DGUV erläutert.

Die in den EGU nach GefStoffV beschriebenen Verfahren, Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen sind vorrangig auf die GefStoffV gerichtet. Die Arbeitsstätte und die Verwendung von Arbeitsmitteln sind in einer Gefährdungsbeurteilung gemäß der Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV) [4] und der Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (BetrSichV) [5] gesondert zu betrachten. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist in Absprache mit dem zuständigen Facharzt oder der zuständigen Fachärztin die arbeitsmedizinische Vorsorge gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) [6] festzulegen.

Die GefStoffV fordert die Unternehmen unter anderem auf, Gefahrstoffe durch nicht oder weniger gefährliche Stoffe zu ersetzen. Ist dies nicht möglich, sind Art, Dauer und Ausmaß der Exposition der Beschäftigten zu bewerten. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder gleichwertige, auch nicht-messtechnische Ermittlungsverfahren erfolgen. EGU nach GefStoffV sind eine wertvolle Hilfe bei der Gefährdungsbeurteilung, da sie für abzuleitende Schutzmaßnahmen und deren Wirksamkeitsüberprüfung entsprechend der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 400: „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ [7] als Handlungsempfehlung mit herangezogen werden können.

Darüber hinaus können diese EGU als nichtmesstechnisches Verfahren bei der Informationsermittlung und Durchführung der Expositionsbewertung nach der TRGS 402: „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ [8] verwendet werden. Somit können Unternehmen den eigenen Ermittlungsaufwand erheblich reduzieren. Dies ist insbesondere bei messtechnischen Ermittlungen von Bedeutung, die im Einzelfall ganz entfallen können.

Die Anwenderin oder der Anwender dieser EGU muss bei Änderungen im Arbeitsbereich oder bei Verfahrensänderungen sofort und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen dieser EGU überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt unter anderem die Prüfung der unveränderten Gültigkeit der Empfehlungen. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung.

Als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind auch Methoden und Fristen zur Überprüfung der Wirksamkeit bestehender und zu treffender Schutzmaßnahmen festzulegen. Grundsätze hierzu sind umfassend in der TRGS 500 [9] dargestellt; gibt es Besonderheiten werden diese in den EGU bei den Schutzmaßnahmen in Nummer 6 zusätzlich beschrieben.

Bei Anwendung dieser EGU bleiben andere Anforderungen der GefStoffV, insbesondere die Informationsermittlung (§ 6 GefStoffV) und die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 9 GefStoffV), bestehen.

2 Anwendungsbereich und Hinweise

Diese EGU geben dem Betrieb praxisgerechte Hinweise wie sichergestellt werden kann, dass Arbeitsplatzgrenzwerte und andere Beurteilungsmaßstäbe eingehalten sind oder anderweitig davon ausgegangen werden kann, dass ein Stand der Technik erreicht ist. Werden die Verfahrensparameter sowie die Schutzmaßnahmen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 Abs. 4 der GefStoffV erfüllt wird.

Diese EGU behandeln ausschließlich die inhalative Gefährdung. Es sind auch andere, z. B. dermale, orale oder psychische Gefährdungen möglich. Diese sind in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Diese EGU umfassen das schichtweise Abtragen von befestigten Flächen aus Asphalt mit BOMAG-Straßenfräsen mit Elektroabscheider.

3 Begriffsbestimmungen

Begriffe werden so verwendet wie sie im Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung bestimmt sind [10]. Im Sinne dieser EGU werden folgende Begriffe definiert:

- **Asphalt**

Asphalt ist ein Gemisch aus dem Bindemittel Bitumen und mineralischen Zuschlagstoffen, bei denen zwischen verschiedenen Gesteinskörnungen und dem Füller (Gesteinsmehl) unterschieden wird. Des Weiteren kann Asphalt noch diverse andere Zuschlagstoffe wie z. B. Gummiteile und Farbstoffe enthalten, die zur verwendungsspezifischen Modifizierung beigemischt werden.

- **Feinstaubabscheider**

Bezeichnet in dieser EGU ein System zur Minderung der Feinstaubbelastung beim Fräsen von Asphaltoberflächen und wird im Folgenden als Elektroabscheider bezeichnet.

- **Kompaktfräsen**

Maschinen mit Radantrieb und Fräsbreiten < 1000 mm mit Heckrotor (Kleinfräsen). Motorleistung bis ca. 150 KW. Frästiefe bis 220 mm.

Maschinen i.d.R. mit Kettenantrieb und Fräsbreiten > 1000 mm mit Heckrotor. Motorleistung bis ca. 350 KW. Frästiefe max. 330 mm

- **Großfräsen**

Maschinen mit Kettenantrieb und Mittelrotor. Fräsbreite ab 1500 mm. Motorleistung > 750 KW. Frästiefe bis 350 mm.

4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten

4.1 Beschreibung des Arbeitsverfahrens

Kaltfräsen dienen der Instandhaltung und Reparatur von Straßen. Sie erhalten natürliche Ressourcen durch recyclingfähiges Fräsgut.

Die Maschine wird von einem Bediener oder einer Bedienerin (im folgenden Maschinenführende genannt) auf einem über der Fräswalze angeordneten Fahrerstand bedient, die Feinjustierung der Frästiefe wird durch Bodenpersonal vorgenommen, das sich während des Fräsvorgangs neben der Maschine aufhält.

Das gewonnene Fräsgut (Ausbauasphalt) wird über ein integriertes Ladeband auf das Transportfahrzeug verladen. Für Kaltfräsen der Kompakt- und Großfräsenklasse gilt eine Absaugung des Frässtaubs an der Entstehungsstelle heute als Stand der Technik. Das System wird durch eine gezielte Wasserberieselung des Fräskastens ergänzt. Der abgesaugte Staub wird auf das Verladeförderband geblasen und tritt am Bandabwurf in die Umgebung aus. Der Staub wird damit aus dem Arbeitsbereich des Bedienpersonals in Richtung Bandabwurf verlagert.

4.2 Absauganlage mit Elektroabscheider und Rückführung

Der von der BOMAG GmbH entwickelte Elektroabscheider (Ion Dust Shield) erweitert das beschriebene System um einen Abscheider. Das System arbeitet in drei Stufen (siehe Abb. 1):

1. In der ersten Stufe wird der entstehende Frässtaub gemäß dem Stand der Technik aus dem Fräskasten abgesaugt. Dazu erzeugt ein hydraulisch angetriebener Ventilator (Pos. 1) einen Unterdruck im Fräskasten (Pos. 2). Über einen Staubkanal und einen Schlauch DN 175 (Pos. 3) wird der Staub mit einer Leistung von 3500 – 5000 m³/h abgesaugt.

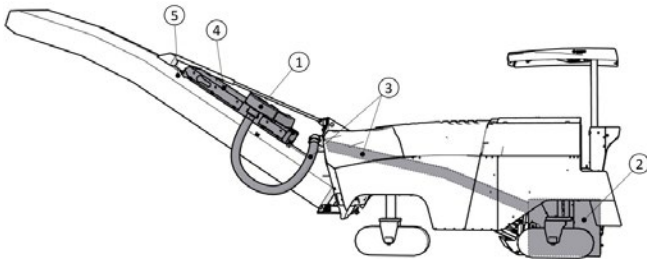


Abb. 1
Schematische
Darstellung einer
BOMAG-Straßenfräse
mit Elektroabscheider.

2. Der Ventilator sitzt unmittelbar auf dem Gehäuse des Elektroabscheiders. Der abgesaugte Staub wird rechtwinklig zur Hauptströmungsrichtung (ist gleich der Fahrtrichtung) in das Abscheidergehäuse (Pos. 4) geleitet. Der Elektroabscheider basiert auf dem Prinzip der positiven Ionisierung. Das Abscheidergehäuse besteht aus zwei Kammern in der jeweils zwei Elektroden gespannt sind. Ihre spezielle Form und die Hochspannung, ionisieren die feinen Staubpartikel. Diese positiv geladenen Partikel werden nach der Aufladung an den negativ geladenen Gehäusewänden abgeschieden.
3. Dem Abscheidergehäuse nachgeschaltet ist ein Sprühbalken (Pos. 5). Positiv geladene Partikel, die aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit nicht an der Gehäusewand abgeschieden wurden, werden durch den feinen Wassernebel gebunden und auf das Fräsgut geblasen. Dieser Abscheideeffekt wird weiter verstärkt, da das Wasser und das Förderbandgehäuse negativ geladen sind und Partikel anziehen.
4. Zur Reinigung des Abscheiders ist dieser von außen über Wartungsklappen zugänglich. Der Elektroabscheider kann dann einfach ausgewaschen werden. Der im Abscheider gebundene Staub wird auf das Förderband gespült, mit dem Fräsgut auf ein Transportfahrzeug verladen und entsorgt.

Durch den Einsatz des Elektroabscheiders kann die Exposition im Arbeitsbereich gegenüber A-Staub, E-Staub und Quarz im A-Staub noch einmal verringert werden. Abhängig vom Fräsmaterial haben die Untersuchungen auch eine Minderung der Faserbelastung am Arbeitsplatz ergeben. Durch den Einsatz des Elektroabscheiders kann darüber hinaus die Umweltbelastung signifikant reduziert werden.

5 Gefahrstoff-Exposition

5.1 Gefahrstoffe

Beim Kaltfräsen können die im Asphalt verwendeten Gesteine zerkleinert werden, wodurch einatembarer Staub (E-Staub), alveolengängiger Staub (A-Staub), alveolengängiger Quarzstaub und Asbestfasern (wenn mineralische Rohstoffe mit natürlichem Asbestgehalt verwendet wurden) freigesetzt werden. Messwerte aus den letzten Jahren zeigen, dass die Maschinenführenden und das Bodenpersonal von Standard-Fräsmaschinen Expositionen über den Beurteilungsmaßstäben ausgesetzt sein können [11].

Tabelle 1 Gefahrstoffe, Beurteilungsmaßstäbe und Einstufung

Gefahrstoffe	Einstufung*	Beurteilungsmaßstäbe
Alveolengängiger Staub	keine	1,25 mg/m ³ (AGW) TRGS 900 [12]
Staub Einatembare Fraktion	keine	10 mg/m ³ (AGW) Überschreitungsfaktor 2 (II) TRGS 900
Quarzstaub (A-Fraktion)	Krebserzeugend Kat. 1 (MAK)	0,05 mg/m ³ Über- schreitungsfaktor 8 TRGS 559 [13] TRGS 906 [14]
Asbest	Karzinogenität Kat. 1A; H350 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kat. 1; H372	10.000 F/m ³ (AK) und 100.000 F/m ³ (TK) Überschreitungsfaktor TK 8 (II) TRGS 910 [15]

* Mindesteinstufung bzw. Herstellerangaben – Quelle: www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank

Erläuterungen TRGS 900 [12]

Überschreitungsfaktor X (I): Als Mittelwert über 15 min darf eine 2-fache AGW-Konzentration nicht überschritten werden (Stoffe, bei denen die lokale Wirkung grenzwertbestimmend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe).

Überschreitungsfaktor X (II): Als Mittelwert über 15 min darf eine 2-fache AGW-Konzentration nicht überschritten werden (Resorptiv wirksame Stoffe). Hier sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig. Solange das Produkt aus Überschreitungsfaktor (ÜF) und Überschreitungsdauer eingehalten wird (Bsp.: Bei einem ÜF von 8 ist auch ein ÜF 4 über 30 min oder ein ÜF 2 über 60 min möglich.)

AGW: Arbeitsplatzgrenzwert (TRGS 900).

Erläuterungen TRGS 910 [15]

AK: Akzeptanzkonzentration; **TK:** Toleranzkonzentration

Weitere Erläuterungen

MAK: Maximale Arbeitsplatz-Konzentration nach MAK- und BAT-Werte-Liste der Deutschen Forschungsgemeinschaft. [16]

CLP-Verordnung:

H350: Kann Krebs erzeugen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht). **H372:** Schädigt die Organe (alle betroffenen Organe nennen) bei längerer oder wiederholter Exposition (Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht).

- **A- und E-Staub**

Für A- und E-Staub gilt der Allgemeine Staubgrenzwert, welcher die Beeinträchtigung der Funktion der Atmungsorgane in Folge einer allgemeinen Staubwirkung verhindern soll und in jedem Fall in Ergänzung spezifischer Luftgrenzwerte einzuhalten ist. Nach TRGS 900 liegt der Allgemeine Staubgrenzwert für die alveolengängige Fraktion zurzeit bei $1,25 \text{ mg/m}^3$, während für die einatembare Fraktion ein Wert von 10 mg/m^3 (ÜF = 2(II)) gültig ist [12].

- **Quarzstaub**

Liegen für Stoffe keine Arbeitsplatzgrenzwerte vor, müssen nach TRGS 402 Nr. 5.4 zur Bewertung der Exposition und zur Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen andere Beurteilungsmaßstäbe herangezogen werden. Diese können mögliche akute und chronische Schäden der Gesundheit berücksichtigen oder Informationen zum Stand der Technik liefern.

Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte alveolengängigem Staub aus kristallinem Siliziumdioxid (Quarzstaub) ausgesetzt sind, werden nach TRGS 906 [14] als krebserzeugend bewertet. Demnach sind besondere Schutzmaßnahmen nach § 10 GefStoffV einzuhalten und im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung so umzusetzen, dass die Belastung entsprechend dem Stand der Technik minimiert wird.

Die TRGS 559 „Quarzhaltiger Staub“ [13] gilt zum Schutz der Beschäftigten bei Tätigkeiten, bei denen quarzhaltige Stäube auftreten können. Für quarzhaltigen Staub gilt demnach ein Beurteilungsmaßstab von $0,05 \text{ mg/m}^3$. Der maximale Überschreitungsfaktor beträgt 8. Der Beurteilungsmaßstab ist in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen und zu unterschreiten.

- **Asbest**

Asbest ist gemäß CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 als krebserzeugender Gefahrstoff der Kategorie 1A eingestuft [17]. Für krebserzeugende Gefahrstoffe werden in Deutschland Exposition-Risiko-Beziehungen abgeleitet, welche den Zusammenhang zwischen der Stoffkonzentration (inhalative Aufnahme) und der statistischen Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung beschreiben; Informationen hierzu sind in der TRGS 910 zu finden [15]. Aus diesen Expositions-Risiko-Beziehungen ergeben sich für Stoffe Akzeptanzkonzentrationen (AK) und Toleranzkonzentrationen (TK). Die TRGS 910 sieht folgende Vorgehensweise vor:

- Bereich unterhalb AK entspricht dem Bereich des geringen Risikos,
- zwischen AK und TK entspricht dem Bereich des mittleren Risikos; hier sind technische und organisatorische Maßnahmen zu ergreifen und bei
- Überschreitung TK entspricht dem Bereich des hohen Risikos mit der unmittelbaren Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen.

Zum Schutz der Beschäftigten vor inhalativen Belastungen sind die in der TRGS 910 vorgegebenen Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen von 10.000 F/m^3 (AK) und 100.000 F/m^3 (TK) einzuhalten. Da bei Straßen-

fräsarbeiten asbesthaltige Stäube auftreten können, unterliegen sie der TRGS 517 [18]. Das bei der Beurteilung der Exposition angewendete Verfahren ist in der DGUV Information 213-546 beschrieben [19].

Hierbei ist die Nachweisgrenze wesentlich vom Probeluftvolumen abhängig und liegt für 40 l/cm² Filterfläche unter Standardauswertebedingungen bei 15.000 F/m³. Ergebnisse werden jedoch bereits oberhalb der analytischen Empfindlichkeit von 5.000 F/m³ ausgewiesen.

5.2 Arbeitsbereiche und Messstellen

Die Messungen der inhalativen Exposition der Beschäftigten bei Straßenfräsarbeiten wurden im Jahr 2018 durch Messungen des Instituts für Gefahrstoff-Forschung (IGF) der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) durchgeführt und umfassten als Gefahrstoffe A- und E-Staub, Quarzstaub und Asbestfasern. Gegenstand der Untersuchungen waren BOMAG-Kaltfräsen, bei denen als Staubminderungstechnik eine Absaugung, ein Elektroabscheider sowie eine nachgeschaltete Wasser-Bedüsung verbaut waren.

Folgende Messorte wurden festgelegt:

- Bodenpersonal, personengetragen (nur bei der Großfräse: BM 2000/75),
- Maschinenführende, personenbezogen durch Messgeräte links und rechts des Fahrerstandes,
- Bandabwurf links und rechts an der Übergabestelle des Fräsgutes auf das Transportfahrzeug (Worst case, kein Arbeitsplatz), hierbei handelt es sich um Emissionsmessungen.

Die vom IGF in Österreich durchgeführten Messungen wurden entsprechend der TRGS 402 durchgeführt.

5.3 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Die Messungen erfolgten über Messdauern zwischen 3 und 5 Stunden während des normalen Betriebes beim Fräsen von Fahrbahnbelägen, einschließlich der üblichen Rüst- und Nebenzeiten (Meißelwechsel, Rangierfahrten, Nachfüllen von Wasser). Diese Tätigkeiten dauern über die gesamte Schicht an und werden regelmäßig durchgeführt, womit die dargestellten Messwerte als repräsentative Schichtmittelwerte anzusehen sind. Die Messergebnisse sind in Tabelle 2 für die Messungen an Großfräsen (Fräsbreite 2 m) und Tabelle 3 für Messungen an den Kompaktfräsen (Fräsbreite 1 m) dargestellt.

Tabelle 2 Übersicht der Messungen an Großfräsen BM 2000/75

Gefahrstoff CAS-Nr.	Messort	Anzahl der Messwerte	Minimalwert W_{\min}	Mittelwert MW	95. Perzentil	Maximalwert W_{\max}
A-Staub [mg/m ³]	Maschinenführende	17	0,13	0,22	0,35	0,49
	Bodenpersonal	17	0,12	0,19	0,27	0,36
	Bandabwurf	17	0,44	1,54	3,05	4,08
E-Staub [mg/m ³]	Maschinenführende	17	0,27	0,64	1,26	1,45
	Bodenpersonal	17	0,13	0,47	1,11	1,30
	Bandabwurf	17	0,96	2,83	5,43	6,17
Quarz [mg/m ³] 14808-60-7	Maschinenführende	17	0,00	0,006	0,01	0,02
	Bodenpersonal	17	0,00	0,005	0,01	0,01
	Bandabwurf	17	0,00	0,057	0,13	0,32
Asbest [Fasern/m ³] 1332-21-4	Maschinenführende	12	448	1632	4208	11479
	Bodenpersonal	7	< 823	< 1313	< 2762	8540
	Bandabwurf	10	< 832	< 1195	< 2482	3389

Tabelle 3 Übersicht der Messungen an Kompaktfräsen BM 1000/35

Gefahrstoff CAS-Nr.	Messort	An- zahl der Mess- werte	Mini- malwert W_{\min}	Mittel- wert MW	95. Per- zentil	Maxi- malwert W_{\max}
A-Staub [mg/m ³]	Maschinenführende	11	0,08	0,20	0,43	0,47
	Bandabwurf	11	0,54	2,07	6,12	8,21
E-Staub [mg/m ³]	Maschinenführende	11	0,15	0,37	0,68	0,74
	Bandabwurf	11	0,28	3,21	9,49	11,93
Quarz [mg/m ³] 14808-60-7	Maschinenführende	11	0,003	0,0065	0,014	0,015
	Bandabwurf	11	0,0093	0,26	1,04	1,73
Asbest [Fasern/m ³] 1332-21-4	Maschinenführende	10	< 1115	< 3265	6954	8839
	Bandabwurf	10	< 1178	< 2677	< 3866	3885

- **A-Staub**

Die Ergebnisse der durchgeführten Expositionsmessungen zeigen, dass bezogen auf eine achtstündige Arbeitsschicht der Allgemeine Staubgrenzwert für A-Staub bei Anwendung der beschriebenen Gerätschaften und der Umsetzung der in dieser EGU beschriebenen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen eingehalten wird. Für die Maschinenführenden wurde ein Schichtmittelwert im 95. Perzentil von 0,35 mg/m³ (28 % des Grenzwertes) für die Großfräse, und 0,43 mg/m³ (34,4 % des Grenzwertes) für die Kleinfräse ermittelt.

Die stationäre Messung am Bandabwurf ergab einen 95. Perzentil von 3,05 mg/m³ an der Großfräse (2,4-fache des Grenzwertes) und 6,12 mg/m³ an der Kleinfräse (4,9-fache des Grenzwertes). Es handelt sich bei der

Übergabestelle des Fräsgutes auf das Transportfahrzeug um die Stelle mit der höchsten zu erwartenden Konzentration, ein Arbeitsplatz ist für diesen Messort nicht definiert.

- **E-Staub**

Für die Maschinenführende der Großfräse wurde ein 95. Perzentil von $1,26 \text{ mg/m}^3$ (12,6 % des AGW) und für die Maschinenführende der Kleinfräse ein 95-Perzentilwert von $0,68 \text{ mg/m}^3$ (< 10 % des AGW) ermittelt. Das 95-Perzentil für das Bodenpersonal der Großfräse lag bei $1,11 \text{ mg/m}^3$ (11,1% des AGW).

Die stationäre Messung am Bandabwurf ergab einen 95. Perzentil von $5,43 \text{ mg/m}^3$ (54,3 % des AGW) für die Großfräse und $9,49 \text{ mg/m}^3$ (94,9 % des AGW) für die Kleinfräse – damit lag selbst im Falle der Worst case Messung der Schichtmittelwert aller 17 Messungen unterhalb des Allgemeinen Staubgrenzwertes für E-Staub von 10 mg/m^3 . Bei den Emissionsmessungen am Bandabwurf können Konzentrationen oberhalb des AGW auftreten. Es handelt sich hierbei nicht um einen Arbeitsplatz.

- **Quarzstaub**

Für Maschinenführende und Bodenpersonal der Großfräse, beträgt der 95. Perzentil jeweils $0,01 \text{ mg/m}^3$ (20 % des Beurteilungsmaßstabes). Der 95. Perzentil für die Maschinenführenden an der Kleinfräse wurde mit $0,014 \text{ mg/m}^3$ (28 % des Beurteilungsmaßstabes) ermittelt. Der geltende Beurteilungsmaßstab für Quarz im A-Staub von $0,05 \text{ mg/m}^3$ wurde damit für alle Arbeitsplätze eingehalten. Bei den Emissionsmessungen am Bandabwurf ergab sich ein 95. Perzentil von $0,13 \text{ mg/m}^3$ an der Großfräse (2,6-fache des Beurteilungsmaßstabes) und $1,04 \text{ mg/m}^3$ (20,8-fache des Beurteilungsmaßstabes) an der Kleinfräse.

Bei den Emissionsmessungen am Bandabwurf können Konzentrationen oberhalb des Beurteilungsmaßstabs auftreten.

- **Asbest**

Großfräse:

Insgesamt konnten 12 Messungen an Maschinenführenden, 7 Messungen am Bodenpersonal und 10 Messungen am Bandabwurf ausgewertet werden. Dabei ergab sich beim Maschinenführenden ein 95-Perzentilwert von 4208 F/m^3 (42,1 % der AK). Beim Bodenpersonal lag das 95. Perzentil $< 2762 \text{ F/m}^3$ ($< 27,6 \%$ AK) und am Bandabwurf betrug das 95. Perzentil $< 2482 \text{ F/m}^3$ ($< 24,82 \%$ der Akzeptanzkonzentration).

Kompaktfräse:

Hier konnten insgesamt 10 Messungen am Maschinenführenden und am Bandabwurf analysiert werden. Bei Maschinenführenden lag das 95. Perzentil bei 6954 F/m^3 (69,54 % der AK) und am Bandabwurf bei $< 3866 \text{ F/m}^3$ ($< 38,66 \%$ der AK).

Wirksamkeit des BOMAG-Elektroabscheiders:

Insgesamt konnte die Einhaltung der Beurteilungsmaßstäbe belegt werden. Daher ist der Einsatz des Elektroabscheiders, als technische Maßnahme zur Expositionsminderung zu empfehlen. Dies gilt sowohl an der Groß- als auch der Kleinfräse. Im Anhang sind die Abscheidegrade des Elektroabscheiders hinsichtlich A- und E-Staub sowie Quarz grafisch dargestellt.

6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung

6.1 Technische Schutzmaßnahmen

Werden die Verfahrensparameter sowie die Schutzmaßnahmen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 der Gefahrstoffverordnung erfüllt wird.

Bereitzustellen sind:

- BOMAG-Staubabscheidung mittels Elektroabscheider „Ion Dust Shield“,
- Original BOMAG-Fräsmeißel und Original BOMAG-Wasserbedüsung (mit ausreichend gefülltem Wassertank),
- Wasseranlage zur Bedüsung des Fräskastens mit 28 Wasserdüsen (bei 2 m Fräsbreite) mit einer Durchflussmenge von max. 100 l/min bei 10 bar,
- Wasseranlage zur Bedüsung des Fräskastens mit 10 Düsen (bei Kompaktfräsen) mit einer Durchflussmenge von max. 28 l/min bei 10 bar,
- Absaugung des Frässtaubes an der Entstehungsstelle als Stand der Technik bei den Fräsen der 1 Meter und 2 Meter Klasse und
- Bedüsung (Sprühbalken) nach dem Elektroabscheider vor dem Bandabwurf.

6.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen

- Nach TRGS 517 (derzeit in Überarbeitung) ist eine fachkundige Person zu benennen.
- Nach § 14 GefStoffV ist eine Betriebsanweisung zu erstellen und eine Unterweisung der bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen Beschäftigten durchzuführen.
- Die entsprechenden Arbeiten sind nur durch fachkundige und besonders eingewiesene Personen durchzuführen.

- Vor Arbeitsbeginn sind die Maßnahmen gemäß Betriebsanleitung des Herstellers zu treffen, insbesondere:
 - Überprüfung der Wasseranlage auf einen ordnungsgemäßen und funktionsfähigen Zustand,
 - Überprüfung der Abdichtungen am Fräswalzengehäuse und an der Bandanlage,
 - Überprüfung der Funktion der Absauganlage,
 - Beseitigung aller eventuellen Fehler.
- Die Maschine und ihre Teile sind nass zu reinigen.
- Die Staubentwicklung bei der Verladung auf Transportfahrzeuge ist durch Anpassung der Abwurfhöhe an die Höhe der Schüttung zu minimieren.
- Es ist grundsätzlich mit eingeschalteter Wasserbedüsung zu fräsen – Trockenfräsen ist nicht zulässig.
- Es ist grundsätzlich mit eingeschalteter Abscheidung und Bedüsung zu fräsen.

6.3 Persönliche Schutzmaßnahmen

- Die Betriebsanleitung der Maschine und das BOMAG-Sicherheits- handbuch sind zu beachten.
- Bei Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten an der Absauganlage ist folgende Schutzausrüstung zu verwenden:
 - Als Schutzkleidung sind atmungsaktive Einwegschutanzüge oder Mehrweganzüge zu benutzen.
 - Die Schutzkleidung ist nach dem Reinigen des Abscheiders zu säubern (z. B. durch Absaugen) und auszuziehen.
 - Als Atemschutz sind Halbmasken mit P2-Filter, partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder partikelfiltrierende Gebläse Geräte der Klasse TM1P (mit Voll- oder Halbmaske) geeignet.

6.4 Verhalten bei Störungen

Kommt es zu einem Ausfall des Abscheiders, kann es zu einer Überschreitung des Beurteilungsmaßstabes (Quarz) kommen. Es ist daher geeignete persönliche Schutzausrüstung bis zur Beseitigung der Störung zu verwenden (Atenschutz FFP2). Dies darf keine dauerhafte Maßnahme sein.

6.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die arbeitsmedizinische Vorsorge ist in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) geregelt und unterscheidet zwischen Pflicht-, Angebots- und Wunschvorsorge. Die Anlässe für die Vorsorgearten sind in Anhang I der Verordnung geregelt.

Da für die inhalative Exposition der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ getroffen wurde, richtet sich die Art der zu organisierenden Vorsorge nach dem Grad der dermalen und oralen Gefährdung. Bei mittlerer dermaler Gefährdung wird eine Angebotsvorsorge und bei hoher dermaler Gefährdung eine Pflichtvorsorge gemäß der ArbMedVV erforderlich.

Die Handlungsanleitungen für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach den DGUV Grundsätzen enthalten Hinweise zu Arbeitsverfahren, Arbeitsbereichen und Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Gefahrstoffen sowie zu Tätigkeiten mit gefährdenden physikalischen Einwirkungen, die der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin für eine angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigen sollte [20].

Die DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen geben den Betriebsärztinnen und Betriebsärzten Empfehlungen im Sinne der bewährten Praxis mit einem Spielraum zur Gestaltung von Untersuchungen, wie es aufgrund der jeweiligen Gegebenheiten angemessen erscheint.

7 Literatur

- [1] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes des Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) Ausg. vom 7. August 1996; Stand 22. Dezember 2020. Im Internet verfügbar unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/index.html>
- [2] Siebtes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung (SGB VII) Ausg. vom 07. August 1996; Stand 14. Juni 2021. Im Internet verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_7/
- [3] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) Ausg. vom 26. November 2010; Stand März 2017. Im Internet verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/gefstoffv_2010/index.html
- [4] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) Ausg. vom 12. August 2004; Stand 19.06.2020. Im Internet verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/arbst_ttv_2004/index.html
- [5] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) Ausg. vom 03. Februar 2015; Stand 28. Mai 2021. Im Internet verfügbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/betrsv_2015/index.html
- [6] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) Ausg. vom 18. Dezember 2008; Stand 12. Juli 2019. Im Internet verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/BJNR276810008.html>
- [7] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400). Ausg. Dezember 2010. Ausgabe: Juli 2017 GMBI 2017 Nr. 36 S. 638 (08.09.2017). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-400.html>

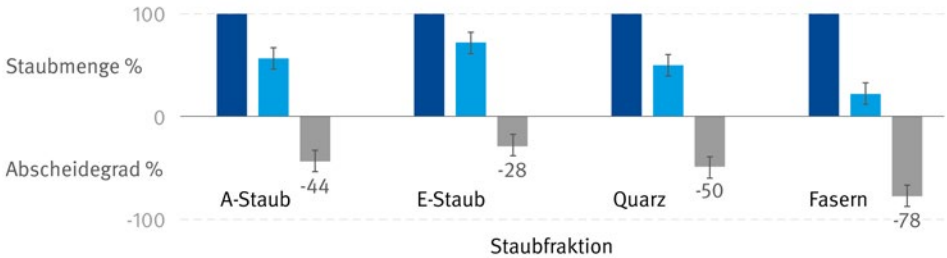
- [8] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). Ausg. Januar 2010. Ausgabe: Februar 2010 GMBI 2010, S. 231-253 [Nr. 12] vom 25.02.2010, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2016 S. 843-846 vom 21.10.2016 [Nr. 43]. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-402.html>
- [9] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen (TRGS 500). Ausg. Januar 2008. Ausgabe: September 2019 ; GMBI 2019 S. 1330-1366 [Nr. 66/67] (vom 13.12.2019) berichtigt GMBI 2020 S. 88 [Nr. 4] (vom 31.01.2020). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-500.html>
- [10] Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV); . Im Internet verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Glossar/Glossar.html>
- [11] Götz, M.; Mattenklott, M.: Staubexposition beim Fräsen von Strassenbelägen. Tiefbau 12 (2005), S. 700-704
- [12] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. Januar 2006. 41-55; zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2021, S. 580 [Nr. 25] (vom 23.04.2021). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-900.html>
- [13] Technische Regel für Gefahrstoffe: Quarzhaltiger Staub (TRGS 559). Ausgabe: April 2020; GMBI 2020 S. 306-319 [Nr. 16] (vom 27.04.2020) berichtigt: GMBI 2020 S. 371 [Nr. 19] (vom 05.06.2020). Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-559.html>

- [14] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV (TRGS 906). Ausgabe: Juli 2005; zuletzt geändert und ergänzt: März 2007. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-906.html>
- [15] Technische Regel für Gefahrstoffe: „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ (TRGS 910). Ausgabe: Februar 2014; zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2021, S. 35 vom 13.01.2021 [Nr. 2]. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-910.html>
- [16] MAK- und BAT-Werte-Liste 2020: Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Mitteilung 56. Im Internet verfügbar unter: https://series.publisso.de/sites/default/files/documents/series/mak/lmbv/Vol2020/Iss1/Doc001/mbwl_2020_deu.pdf
- [17] CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. Stand 10.05.2021. Im Internet verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32008R1272>
- [18] Technische Regel für Gefahrstoffe: „Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen“ (TRGS 517). Ausgabe: Februar 2013; geändert und ergänzt: März 2015. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-517.html>
- [19] DGUV Information 213-546: „Verfahren zur getrennten Bestimmung der Konzentrationen von lungengängigen anorganischen Fasern in Arbeitsbereichen – Raster-elektronenmikroskopisches Verfahren.“ (2014)
- [20] DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen, Vol. 6. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., Gentner Verlag Stuttgart 2014

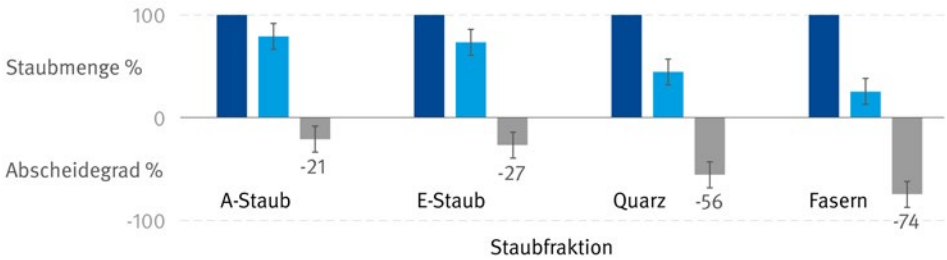
Anhang

Grafische Darstellung der Abscheidegrade

Feldmessungen Maschinenführende BM 2000/75 mit/ohne Abscheider



Feldmessungen Bodenpersonal BM 2000/75 mit/ohne Abscheider



Feldmessungen am Bandabwurf BM 2000/75 mit/ohne Abscheider

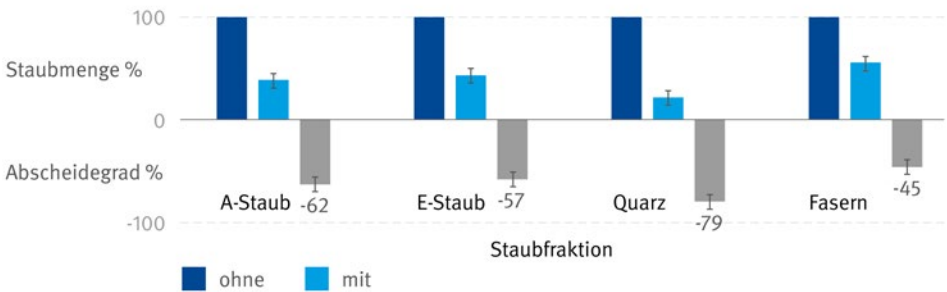
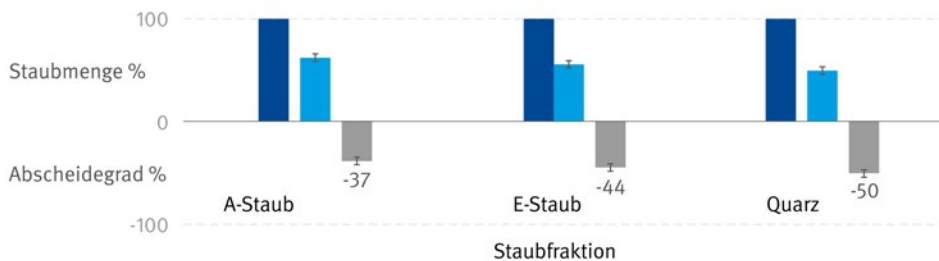


Abb. 2 Ergebnisse über den Einsatz des Ion Dust Shield bei zwanzig Messungen auf Straßenbaustellen in Österreich.

Feldmessungen Maschinenführende BM 1000/35 mit/ohne Abscheider



Feldmessungen am Bandabwurf BM 1000/35 mit/ohne Abscheider

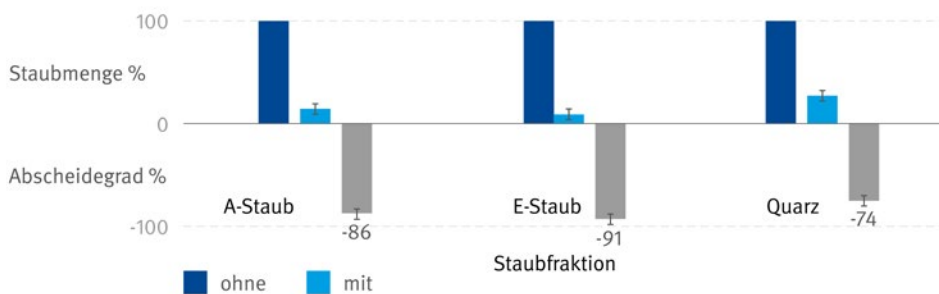


Abb. 3 Ergebnisse über den Einsatz des Ion Dust Shield bei sechzehn Messungen auf Straßenbaustellen in Deutschland (1) und Österreich (15).

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de