



Abb. 1: Wasserwand in halboffener Bauweise (Darstellung der Absaugwirkung mit künstlichem Rauch)



Abb. 2: Absaugwand mit Filtertrommelsystem

Absaugwände und -tische im Test:

Wird effektiv entstaubt?

In einem Gemeinschaftsprojekt der StBG und des Instituts für Gefahrstoff-Forschung der Bergbau-BG wurde geprüft, inwieweit Absaugwände und -tische für die Erfassung von Granit- und Sandsteinstaub geeignet sind. Hier die Ergebnisse.

Bei der Trockenbearbeitung von Natur- und Betonwerkstein kommen schnell laufende Handmaschinen zum Einsatz. Dabei entwickelt sich i. d. R. eine große Menge Staub, insbesondere beim Trenn-, Oberflächen- und Kantschleifen sowie beim Meißeln mit dem Drucklufthammer. Eine von mehreren Möglichkeiten der Arbeitsplatzentstaubung ist die Stauberfassung mit großflächigen Absaugeinrichtungen mit entsprechender Luftleistung wie z. B. Absaugwänden und Absaugtischen. In einem Gemeinschaftsprojekt der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft und des Instituts für Gefahrstoff-Forschung (IGF) der Bergbau-Berufsgenossenschaft wurde die Entstaubungswirkung einer Auswahl repräsentativer Geräte unter praxisnahen Einsatzbedingungen untersucht. An dem Projekt beteiligten sich vier Vertreter mit drei Absaugwänden und drei Absaugtischen.

Zielsetzung

Die Zielsetzung des Untersuchungsprogramms bestand v. a. darin,

- den Stand der Technik von Absaugwänden und -tischen für die Natursteinbearbeitung mit schnell laufenden Handmaschinen zu ermitteln,
- Schwachstellen und Stärken der unterschiedlichen Einrichtungen festzustellen, um hieraus Verbesserungsmöglichkeiten abzuleiten,
- die gewonnenen Erkenntnisse für die Beratung von Steinbearbeitungsbetrieben zu nutzen.

Im Anhang III Nr. 2.3 der neuen Gefahrstoffverordnung [1] wird für die erstmalige Inbetriebnahme von Entstaubungseinrichtungen der Nachweis ihrer Wirksamkeit gefordert. Die Entstaubungswirkung nach festgelegten Kriterien zu ermitteln und zu bewerten, ist daher unerlässlich.

Funktion der untersuchten Geräte

Absaugwände und Absaugtische dienen dem Zweck, den bei der Steinbearbeitung entstehenden Staub anzusaugen, die Staubpartikel mit Wasser zu binden, in der Wasserauffangwanne zu sammeln und/oder in einem Filter aufzufangen, der zur Wiederherstellung der Staubaufnahmefähigkeit

mit Wasser ausgewaschen wird. Absaugwände und -tische werden fast immer mit Reinluftückführung betrieben, d. h. die abgesaugte und gereinigte Luft wird wieder in den Arbeitsraum zurückgeführt. Hierbei ist eine von der Staubart abhängige maximal zulässige Konzentration der zurückgeführten Luft einzuhalten.

Absaugwände

Untersucht wurden zwei Absaugwände mit Nassabscheidung, sog. Wasserwände (Abb. 1), und eine Absaugwand mit einem Filtertrommelsystem (Abb. 2). Bei der erstgenannten Ausführung wird über die senkrechte Wandfläche Wasser geleitet (Wasserschleier). Die auf den Wasserschleier auftreffenden Staubpartikel werden zum Teil gebunden und mit dem abfließenden Wasser in einer Auffangwanne gesammelt. Über den Schlitz der Wasserauffangwanne wird die staubhaltige Luft abgesaugt. Je nach Hersteller ist im Absaugkanal vor dem Ventilator ein Wassersprührohr (Abb. 3) zum Niederschlagen der staubhaltigen Luft und/oder ein Tropfenabscheider (Abb. 4) zur Luftentfeuchtung eingebaut. Über eine Abluftöffnung hinter dem Ventilator im oberen Teil der Wand wird die abgesaugte Luft wieder in den Arbeitsraum zurückgeführt. Am Luftauslass des Abluftkanals kann je nach Hersteller ein mit Filter-



Abb. 3: Wassersprührohr innerhalb des Luftkanals



Abb. 4: Tropfenabscheider

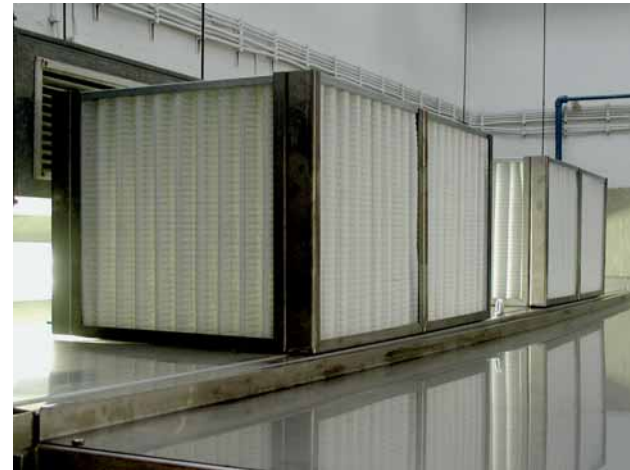


Abb. 5: Diffusor am Luftauslass

material bestückter Diffusor (Verteiler) angebracht sein (Abb. 5).

Bei der anderen Variante wird die staubhaltige Luft über eine mit Filtermaterial bespannte, in der Absaugwand angeordnete Trommel geführt, die axial abgesaugt wird (Abb. 6). Die Regenerierung des Filtermaterials erfolgt in bestimmten Zeitabständen durch Drehen der Trommel im Wasserbad.

Absaugwände sind universell für alle Steinbearbeitungsaufgaben einsetzbar. Der Nutzer muss aber zur Absaugwand hin arbeiten, nicht von ihr weg.

Absaugtische

Untersucht wurden zwei Tische mit Filtertrommel (Abb. 7) und ein Tisch mit Absaugung durch ein Wasserbad (Abb. 8). Um den Tisch herum befinden sich Saugschlitze, deren Quer-

schnitt mit Schiebern zur Beeinflussung der Absauggeschwindigkeit verändert werden kann, oder kreisförmige Saugöffnungen. Zur Entstaubung wird die abgesaugte Luft über die im Tisch befindliche Filtertrommel geführt (ähnlich wie in Abb. 6). Die gereinigte Luft wird durch einen Diffusor oder über einen Abluftkamin wieder in den Arbeitsraum zurückgeführt. Die Regenerierung des Filters erfolgt in bestimmten Zeitabständen durch Drehen der Trommel im Wasserbad. Bei dem anderen Absaugtisch wird die staubhaltige Luft durch ein Wasserbad geleitet, an dessen Oberfläche abgesaugt wird. Abgeschiedener Staub setzt sich dabei im Wasser ab. Im Abluftkamin befindet sich vor dem Ventilator ein Tropfenabscheider zur Entfeuchtung der Luft.

Der Anwendungsbereich dieser Tische erstreckt sich hauptsächlich auf die Kanten- und Oberflächenbearbeitung von Plattenmaterial durch Schleifen oder Polieren.

Messungen

Der Aufstellungsort der Geräte im Technikum des Instituts für Gefahrstoff-Forschung (IGF) entsprach mit einer Grundfläche von ca. 200 m² und einem Rauminhalt von ca. 700 m³ etwa den Abmessungen eines mittleren Steinbearbeitungsbetriebs. Die Messungen erfolgten in Anlehnung an DIN EN 1093-9 (Prüfraumverfahren) [2].

Zur Ermittlung der Staubkonzentrationen wurden

- bei Absaugwänden zwei stationäre Messungen links und rechts des Stein-

Natursteine direkt aus Brasilien!

AÇÓCRIAAÇÃO



Via Veneto

In unserer website können Sie unsere gesamte Steinkollektion begutachten und ansehen: Juparana Bordeaux, TP Matrix, Green Peacock, usw.



www.ferrazbrasil.com.br



Wild Sea

Deutsche Vertretung: Gabrielle Adler
Tel.: +49 89 159 79970
Fax: +49 89159 79972
Mobil: +49 176 620 75391
herck-brasil@web.de

Tradition, Qualität,
Auswahl, Schönheit,
Modernität



Abb. 6: Filtertrommel einer Absaugwand



Abb. 7 : Absaugtisch mit Filtertrommel

bearbeiters und eine Messung in seinem unmittelbaren Atembereich,
 • bei Absaugtischen an drei Stellen des Tisches stationäre Messungen und eine Messung im unmittelbaren Atembereich des Steinbearbeiters jeweils für A- und E-Staub durchgeführt.

Ergänzend erfolgten A-Staubmessungen in Raummitte und A- bzw. E-Staubmessungen zur Ermittlung der Staubkonzentration im Abluftstrom der Geräte. Die Quarzstaubkonzentration wurde aus der A-Staubfraktion bestimmt.

Um die Wirksamkeit der Entstaubungseinrichtungen auch für den ungünstigen Fall der Bearbeitung sehr quarzhaltiger Materialien überprüfen zu können, wurde Ruhrsandstein mit einem Quarzgehalt des Materials von 55% und schlesischer Granit mit einem Quarzgehalt des Materials von 35% für die Bearbeitung ausgewählt. Je Material wurden die Ergebnisse von drei Einzelversuchen mit einer Dauer von jeweils 60 Minuten zu ei-

nem Mittelwert zusammengefasst. Ein Zeitanteil von 25% der Versuchsdauer entfiel auf die Bearbeitung mit schnell laufenden Handmaschinen, der restliche Anteil von 75% auf langsam laufende Handmaschinen.

Absaugwände:

- Winkeltrennschleifer mit Diamanttrennscheibe, Dauer: 7,5 min.
- Schleifteller mit Diamantsegmenten, Dauer: 7,5 min.
- Handgeführter Druckluftmeißel, Einschnittstege entfernen, Dauer: 15 min.
- Schleifen mit Korundschleiftopf, Flächen und Kanten schleifen, Dauer: 30 min.

Absaugtische:

- Schleifteller mit Diamanttrennscheibe, Fläche und Kanten schleifen, Dauer: 15 min.
- Schleifen mit Korundschleiftopf, Fläche und Kanten schleifen, Dauer: 15 min.
- Schleifteller mit Schleifpapier, Fläche und Kanten schleifen, Dauer: 15 min.
- Polierscheibe mit Schleifpapier, Fläche und Kanten schleifen, Dauer: 15 min.

Beurteilungskriterien

Bewertet werden die Staubkonzentrationen der Arbeitsplatzmessungen mit folgenden Grenzwerten:

- E-Staub: 10 mg / m³,
- A-Staub: 3 mg / m³,
- Quarzstaub: 0,15 mg / m³.

Diese Grenzwerte werden verwendet bis eine Neuausgabe der TRGS 900 [3] erscheint.

Messergebnisse (Absaugwände)

Bei der Bearbeitung von Sandstein war die freigesetzte Staubmenge deutlich größer als bei Granit. Die mittleren E-Staubkonzentrationen der Arbeitsplatzmessungen lagen bezogen auf die Maximalwerte bei der Bearbeitung von Sandstein bis zu 145% höher, für A-Staub bis zu 36% und für Quarzstaub bis zu 116% höher als bei der Bearbeitung von Granit. Diese Feststellung trifft tendenziell auch auf die Messungen der Staubkonzentration in Raummitte zu.

Die personengetragenen Messungen wiesen 1,3- bis 2,4-fach höhere Staubkonzentrationen gegenüber ortsfesten Probenahmen auf. Der Quarzgehalt im A-Staub betrug durchschnittlich 22% bei Granit und 35% bei Sandstein.

Die Einzelergebnisse der Messungen der drei Staubarten sind in **Tab. 1** getrennt für die Materialien Granit und Sandstein zusammengestellt.

Bei nur einer der drei Absaugwände waren die Luftgrenzwerte für die E- und A-Staubfraktion bei den ortsfesten Messungen sowohl bei der Bearbeitung von Granit als auch von Sandstein eingehalten. Bei den personengetragenen Messungen traf dies bei dieser Wand nur für Granit zu. Grenzwertüberschreitungen traten durchweg bei Quarzstaub auf.

Die in der Mitte des Arbeitsraums gemessenen Konzentrationen von A- bzw. Quarzstaub lagen zwischen 50% und 100% des Durchschnittswerts der an den Absaugwänden ortsfest gemessenen Konzentrationen. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Stauberfassung unzureichend ist und



Abb. 8: Absaugtisch mit Absaugung durch ein Wasserbad

der erfasste Staub zu einem Teil mit der zurückgeführten Luft wieder in den Arbeitsraum gelangt.

In Anbetracht dieser Ergebnisse kann Absaugwänden generelle Eignung für die Steinbearbeitung nicht eingeräumt werden.

Aus den während der staubtechnischen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen ergeben sich folgenden Hinweise:

1. Zur Erfassung mineralischer Stäube über einen sehr großen Erfassungsquerschnitt sind relativ große Luftmengen (in der Größenordnung von 10 000 bis 20 000 m³/h) erforderlich.
2. Staub mit hoher kinetischer Energie, der z. B. beim Arbeiten mit dem Winkeltrennschleifer entsteht, wird von der Absaugwand zu einem großen Teil nicht erfasst. Die Stauberfassung verschlechtert sich zudem mit zunehmendem Abstand vom Erfassungsquerschnitt der Wand. Es ist immer so zu arbeiten, dass der bei der Bearbeitung freigesetzte Staub zur Absaugwand hin ausgeworfen wird.
3. Ein ausreichender Staubbiederschlag bzw. eine Staubbinding mit Wasser wird nur für die E-Staubfraktion erreicht, nicht aber für A-Staub. Eine Abscheidung des Staubs aus der erfassten Luft erfolgt nicht effektiv genug. Die getroffenen Maßnahmen (Einsatz von grobporigen Filtermaterialien, Wasserbesprühung u. ä.) sind untauglich zur Abscheidung von Feinstäuben.
4. Ansatzpunkte für maschinentechnische und konzeptionelle Verbesserungen:
 - Erhöhung der Absaugleistung durch Optimierung der Erfassungsquer-

TABELLE 1:		
Personengetragene Messungen:		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
E-Staub	9,50 – 18,77	18,75 – 25,40
A-Staub	2,19 – 6,94	6,82 – 9,46
Quarzstaub	0,48 – 1,53	2,39 – 3,31
Ortsfeste Messungen:		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
E-Staub	0,93 – 7,73	1,97 – 18,92
A-Staub	0,71 – 4,13	1,64 – 4,34
Quarzstaub	0,16 – 0,91	0,57 – 1,52
Vergleichsmessungen in Raummitte:		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
A-Staub	1,56 – 2,01	1,69 – 3,95
Quarzstaub	0,34 – 0,44	0,59 – 1,38

Tab. 1: Ergebnisse der Messungen am Arbeitsplatz und in Raummitte beim Einsatz von Absaugwänden

schnitte und der Luftführung, ggf. auch durch Erhöhung der Luftleistung oder Einsatz geeigneter Erfassungsgeometrien, wie z. B. halboffene Bauweise

- Verbesserung der Abscheideleistung zum Beispiel durch Trockenentstaubung
- Wenn dies nicht zum Erfolg führt:
- Verbesserung der Wasserbesprühung (Wasserschleier, Wassernebel mit kleineren Wassertröpfchen)
- Benetzung der Wasserwandfläche und Befeuchtung des Filtermediums auf der Trommel mit sauberem Wasser in Frischwasserqualität
- Staubvorabscheidung mit einer Zyklonstufe
- Nachtentstaubung der rückzuführenden Luft, z. B. mit regenerierbarem Filter
- Einsatz von Filtern, die für das Abscheiden feuchter Aerosole besser geeignet sind

TABELLE 2:		
Personengetragene Messungen:		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
E-Staub	2,02 – 16,23	2,21 – 18,27
A-Staub	0,94 – 5,36	1,03 – 5,45
Quarzstaub	0,21 – 1,18	0,36 – 1,91
Ortsfeste Messungen:		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
E-Staub	2,12 – 4,28	1,94 – 5,94
A-Staub	1,06 – 1,64	1,16 – 1,90
Quarzstaub	0,23 – 0,36	0,41 – 0,67
Vergleichsmessungen in Raummitte:		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
A-Staub	0,87 – 1,04	0,69 – 1,85
Quarzstaub	0,19 – 0,23	0,24 – 0,65

Tab. 2: Ergebnisse der Messungen am Arbeitsplatz und in Raummitte beim Einsatz von Absaugtischen

Messergebnisse (Absaugtische)

Die Einzelergebnisse der Messungen der drei Staubarten sind in Tab. 2 zusammengestellt.

Bei zwei untersuchten Absaugtischen waren die Luftgrenzwerte für die E- und A-Staubfraktion sowohl bei den personengetragenen als auch bei den ortsfesten Messungen eingehalten. Grenzwertüberschreitungen bis zum 12,7-fachen traten jedoch für Quarzstaub auf. Die geringsten Überschreitungen für Quarzstaub wurden bei der Bearbeitung von Granit festgestellt. Eine ausreichende Entstaubungswirkung bzgl. Quarzstaub ist allerdings bei der Bearbeitung von quarzfreien (z. B. Marmor) oder relativ quarzarmen Materialien mit einem Quarzgehalt bis zu 5 % möglich.

Die in der Mitte des Arbeitsraums gemessenen Konzentrationen von A- bzw. Quarzstaub lagen zwischen 56 % und 97 % des Durchschnittswerts,



Mini-Vario klein – leicht – stark
 Druckbehälter 10 Liter, hochwertiger Sauger, ab 400 Liter/min. einsetzbar, Gesamtgewicht ca. 40 kg

inkl. tragbarem, zweistufigem Wasserabscheider
€ 2 990,- & MwSt.
 inkl. Lieferung frei Haus, mit Anschluss und Einweisung

Die leistungsstarke **Kleindruckstrahlanlage**
 Ideal für Friedhof, Baustelle oder Werkstatt

Schäfer - Strahltechnik
 Jägerhausstraße 9, 35745 Herborn
 Tel. 02772-63603
 Fax 02772-63646
 mobil: 0171-5260882
 E-Mail: ssg.info@t-online.de

der an drei Stellen des Absaugtischs gemessenen Konzentrationen. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass einerseits die Stauberfassung der Absaugtische unzureichend wirkt, andererseits der erfasste Staub zu einem Teil mit der zurückgeführten Luft wieder in den Arbeitsraum gelangt.

Absaugtischen kann damit nur eine eingeschränkte Eignung für die Steinbearbeitung zugestanden werden.

Folgende Hinweise und Ansatzpunkte für eine Verbesserung von Absaugtischen lassen sich hieraus ableiten:

1. Die installierten Luftleistungen von Absaugtischen liegen in der Größenordnung von 6000 bis 10000 m³/h. Bei kleineren Erfassungsquerschnitten gegenüber denen von Absaugwänden lassen sich hiermit höhere Erfassungsluftgeschwindigkeiten erreichen. Die Stauberfassung verbessert sich hierdurch.

2. Die Erfassung von Staub mit hoher kinetischer Energie, der z. B. beim Schleifen mit Handmaschinen entsteht, verschlechtert sich mit zunehmender Entfernung von den Absaugschlitzen des Tisches. Es ist immer so zu arbeiten, dass die Staubbefreiung möglichst in Richtung der Saugschlitze gelenkt wird und die Absaugöffnungen des Tisches nicht verdeckt werden.

3. Eine ausreichende Staubbinding mit Wasser wird nur für die E-Staubfraktion erzielt, nicht aber für A-Staub. Eine bessere Staubbinding kann erreicht werden, wenn der Erfassungsluftstrom vollständig durch ein Wasserbad geleitet wird.

4. Die Abscheidung des Staubs aus der erfassten Luft erfolgte bei den untersuchten Geräten – genauso wie bei den Absaugwänden – nicht effektiv. Die getroffenen Maßnahmen haben sich als untauglich zur Abscheidung von Feinstäuben erwiesen.

5. Ansatzpunkte für maschinentechnische und konzeptionelle Verbesserungen:

- Verbesserung der Absaugleistung durch Optimierung der Absaugquerschnitte und der Luftführung. Die Gestaltung der Erfassungsöffnungen als Düsenplatte zur Verbesserung der Absaugwirkung bei gleich installierter Luftleistung [6].
- Staubbefreiung mit einer Zyklonstufe.

- Verbesserung der Abscheideleistung zum Beispiel durch Trockenentstaubung.

Wenn dieses nicht zum Erfolg führt, sollten – soweit zutreffend – dieselben Maßnahmen, die für Absaugwände unter Punkt 4 vorgeschlagen wurden, versucht werden.

Die Messungen der Staubkonzentration in der Abluft an der Ausblasöffnung der Absaugung ergaben folgende Werte für

Absaugwände		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
A-Staub	1,15 – 7,66	2,54 – 3,06
Quarzstaub	0,25 – 1,69	0,89 – 1,07
Absaugtische		
	Granit [mg/m ³]	Sandstein [mg/m ³]
E-Staub	1,01 – 7,02	1,28 – 6,78

Unter Berücksichtigung der Anforderungen der BG-Regel »Umgang mit mineralischem Staub« (BGR 217) [4] und der VDI 2262 [5] ist eine Rückführung der Luft in den Arbeitsraum nicht zulässig.

Zusammenfassung

Drei Absaugwände und drei Absaugtische wurden auf ihre Eignung für die Erfassung von Staubemissionen bei der Steinbearbeitung mit Handmaschinen untersucht. Ermittelt wurden die bei der Trockenbearbeitung von Granit und Sandstein mit Handmaschinen auftretenden Staubkonzentration (E-Staub, A-Staub, Quarzstaub) am Arbeitsplatz des Steinbearbeiters personengenommen und ortsfest, in der Mitte des Arbeitsraums und am Auslass der Absaugung unter zuvor festgelegten Betriebsbedingungen. Die Ergebnisse lassen sich zu folgenden Aussagen zusammenfassen:

1. Bezogen auf die am Arbeitsplatz und im Arbeitsraum gemessenen Staubkonzentrationen schnitten Absaugwände ungünstiger ab als Absaugtische.
2. Mit der ausgeführten Gerätetechnik konnte der Grenzwert für E-Staub von 10 mg/m³ bei keiner Absaugwand, jedoch bei zwei von drei untersuchten Absaugtischen für beide Materialarten (Granit und Sandstein) personengenommen gemessen eingehalten werden. Die Ergebnisse der ortsfesten Messungen waren demgegenüber deutlich besser.
3. Bei Quarzgehalten im A-Staub von 22% (Granit) und 35% (Sandstein) ist der zurzeit geltende Quarzstaubgrenzwert von 0,15 mg/m³ bezogen auf eine achtstündige Arbeitsschicht sowohl bei Absaugwänden als auch bei Absaugtischen nicht einhaltbar. Bei den personengenommenen Messungen wurden Überschreitungen des Grenzwertes für Quarzstaub um das 1,4- bis 22-Fache ermittelt. Der Allgemeine Staubgrenzwert für die A-Fraktion von 3 mg/m³ kann wegen der über 5% liegenden Quarzgehalte außer Betracht bleiben.

4. In Anbetracht der Untersuchungsergebnisse ist die Eignung von Absaugwänden und Absaugtischen in der heutigen Ausführung ohne Nachentstaubungseinrichtungen am oder im Luftauslass der Absaugung für eine ausreichende Entstaubung der Arbeitsplätze von Steinbearbeitern grundsätzlich in Frage zu stellen. Bestenfalls kann die Eignung von zwei der untersuchten Geräte (eine Absaugwand und ein Absaugtisch) für die Bearbeitung quarzfreier (z. B. Marmor) oder quarzarmer Materialien (Quarzgehalt bis zu 5%) bestätigt werden.

Eine erfolgversprechende Verbesserungsmaßnahme dürfte sein, Absaugwände und Absaugtische auf die Trockenentstaubung mit regenerierbaren Filtersystemen und entsprechender Grobvorabscheidung des Staubs umzustellen. Durch Trockenfilterung der abgesaugten Luft ist eine wesentlich effektivere Staubabscheidung gegenüber den hier untersuchten Systemen möglich. Die ausreichende Stauberfassung bleibt aber auch unter dieser Voraussetzung ein Problem, das zufriedenstellend gelöst werden muss.

Kurt Kolmsee

LITERATUR:

- [1] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 23. Dezember 2004
- [2] DIN EN 10939: Sicherheit von Maschinen – Bewertung der Emission von luftgetragenen Gefahrstoffen, Teil 9: Konzentrationsparameter des luftverunreinigenden Stoffes, Prüfraumverfahren
- [3] TRGS 900: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte
- [4] BG-Regel »Umgang mit mineralischem Staub« (BGR 217)
- [5] VDI 2262: Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe
- [6] BG-Regel »Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen« (BGR 121)