



Quarzhaltiger Staub in der Keramischen Industrie

Branchenlösungen gemäß TRGS 559

kommmit**mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen, eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

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 Gesundheitsgefährlicher Mineralischer Staub des Fachbereichs
Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV

Ausgabe: Oktober 2021

DGUV Information 213-111
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p213111

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

Bildnachweis

Titel: © K. Guldner, © Katrin Heyer Photographie (Abb. rechts außen); Abb. 1, 6:
© DGUV; Abb. 2–3, 5, 7, 10, 17, 19, 21, 22: © K. Guldner; Abb 4: © Wiki commons/André
Mouraux; Abb. 8, 11: © F. Beschorner; Abb. 9, 20: © VBG. M. Henrichen; Abb.: © 12,
14: © BGHM, Woyzella; Abb. 13, 15, 18: © Katrin Heyer Photographie; Abb. 16 (links):
© HZWEIS – BG BAU; Abb. 16 (rechts): © 3M Deutschland GmbH

Quarzhaltiger Staub in der Keramischen Industrie

Branchenlösungen gemäß TRGS 559

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	6
1 Beschreibung der staubrelevanten Tätigkeiten	8
1.1 Übersicht	8
1.2 Zerkleinern, Mischen, Fördern quarzhaltiger mineralischer Rohstoffe (Aufbereitung) im Rahmen der Herstellung keramischer Massen, Glasuren, Engoben und dergleichen	9
1.3 Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand, einschließlich Besanden	11
1.4 Trockenpressen von Fliesen	12
1.5 Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten	13
2 Grundlegende Schutzmaßnahmen nach Anhang I Nr. 2.3 Gefahrstoffverordnung	15
3 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nach den branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen	17
3.1 Allgemeines	17
3.2 Zerkleinern, Mischen, Fördern quarzhaltiger mineralischer Rohstoffe (Aufbereitung) im Rahmen der Herstellung keramischer Massen, Glasuren und dergleichen	17
3.3 Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand, einschließlich Besanden	19
3.4 Trockenpressen von Fliesen	20
3.5 Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten	21

	Seite
4	
Expositionsniveau bei branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen	23
5	
Schutzmaßnahmenkonzept	24
5.1 Branchenübergreifende Maßnahmen	24
5.2 Spezifische Maßnahmen für das Zerkleinern, Mischen, Fördern quarzhaltiger mineralischer Rohstoffe (Aufbereitung) im Rahmen der Herstellung keramischer Massen, Glasuren, Engoben und dergleichen	33
5.3 Spezifische Maßnahmen für das Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand, einschließlich Besanden	34
5.4 Spezifische Maßnahmen für das Pressen von Fliesen	35
5.5 Spezifische Maßnahmen für die Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten	36
6	
Hinweise/Literatur	39
6.1 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln	39
6.2 Vorschriften, Regeln und Informationen der gesetzlichen Unfallversicherungsträger	40
6.3 Normen	41
6.4 Weitere Publikationen und Informationsquellen	41

Vorwort

Diese Branchenlösungen beschreiben begründete Ausnahmen für Arbeitsbereiche der keramischen Industrie, in denen der Beurteilungsmaßstab für Quarz (A-Staub) von $0,05 \text{ mg/m}^3$ derzeit noch nicht unterschritten wird.

Gemäß TRGS 559 „Quarzhaltiger Staub“ liegt der Schwerpunkt dabei auf einer Beschreibung der technischen Schutzmaßnahmen nach den branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen im Sinne einer Minimierung der Staubexposition. Es erfolgt eine Bewertung, ob der Beurteilungsmaßstab für Quarz (A-Staub) in Höhe von $0,05 \text{ mg/m}^3$ (entspricht $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) unter Anwendung branchenüblicher Betriebs- und Verfahrensweisen unterschritten werden kann. Hierzu wurden Messdaten verwendet, die vom Messtechnischen Dienst der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) im Zeitraum von 2009-2019 in Betrieben ermittelt und in die MEGA-Datenbank des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) eingepflegt wurden. Zusätzlich wurden Experteneinschätzungen mit einbezogen.

Für den Fall der Überschreitung einer Quarz (A-Staub)-Konzentration von $0,05 \text{ mg/m}^3$ werden für einzelne Arbeitsbereiche bzw. Tätigkeiten Maßnahmen beschrieben, deren sinnvolle Auswahl zu einer weiteren Reduktion der Staubexposition führen und in einem gemäß TRGS 559 Nummer 3.5.3 notwendigen Schutzmaßnahmenkonzept münden soll. Das Schutzmaßnahmenkonzept selbst muss der einzelne Betrieb unter Berücksichtigung der betrieblichen Situation erstellen. Er kann sich dazu an dem in Abschnitt 5 dieser Schrift beschriebenen Maßnahmenkonzept orientieren.

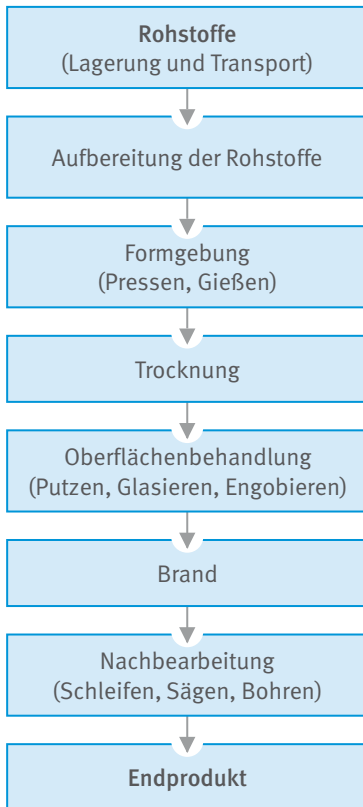
Der einzelne Betrieb kann von den in den Branchenlösungen vorgeschlagenen Vorgehensweisen abweichen. In diesem Fall muss er die branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen selbst beschreiben, das damit bisher erreichte Expositions-niveau ermitteln und beurteilen, ob der Beurteilungsmaßstab für Quarz (A-Staub) unterschritten wird. Ist dies nicht der Fall, hat er das Schutzmaßnahmenkonzept nach den Vorgaben

der TRGS 559 selbst zu erstellen. Dies gilt auch für die nicht in der Tabelle in Abschnitt 4 gelisteten Arbeitsbereiche bzw. Tätigkeiten. Die Wirksamkeit dieses Schutzmaßnahmenkonzeptes muss dann ebenfalls individuell überprüft werden.

Die Branchenlösungen wurden von den Sozialpartnern der Branche Keramik mit Unterstützung des Präventionsfeldes Glas/Keramik der VBG erarbeitet und im Sachgebiet „Gesundheitsgefährlicher Mineralischer Staub“ des Fachbereichs „Rohstoffe und Chemische Industrie“ der DGUV konsolidiert.

1 Beschreibung der staubrelevanten Tätigkeiten

1.1 Übersicht



Diese Branchenlösungen gelten für folgende Arbeitsbereiche bzw. Tätigkeiten in der keramischen Industrie:

- Zerkleinern, Mischen und Fördern quarzhaltiger mineralischer Rohstoffe (Aufbereitung) im Rahmen der Herstellung keramischer Massen, Glasuren, Engoben und dergleichen
- Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand, einschließlich Besanden
- Trockenpressen von Fliesen
- Nachbearbeitung (Weißputz) von groß-formatigen keramischen Produkten (Sanitärkeramik, Geschirrkераmik, Technische Keramik)

Abb. 1 Prozessschritte bei der Herstellung keramischer Produkte

1.2 **Zerkleinern, Mischen, Fördern quarzhaltiger mineralischer Rohstoffe (Aufbereitung) im Rahmen der Herstellung keramischer Massen, Glasuren, Engoben und dergleichen**

Die Tätigkeitsbereiche von beschäftigten Personen können den nachfolgend aufgeführten, für die Aufbereitung von quarzhaltigen mineralischen Rohstoffen typischen Verfahrensschritten zugeordnet werden. Wieviel Staub bei den Verarbeitungsprozessen entsteht, wird dabei durch Art, Menge und Feuchte der Einsatzstoffe und Produkte, durch die Produktions- und Verarbeitungsverfahren und durch die maschinelle Ausstattung der Zerkleinerungs-, Förder-, Misch- und Verpackungsanlagen sowie Verladeeinrichtungen beeinflusst.

Die Rohstoff-Aufbereitung umfasst in der Regel folgende Einzelvorgänge:

- **Anlieferung und Lagerung (Logistik)**

Anlieferung z. B. durch Bahn, LKW oder Silofahrzeuge als Schüttgut, in Big Bags oder als Sackware. Lagerung auf Freihalden, in Rohstoffboxen oder in geschlossenen Räumen bzw. in Silos.



Abb. 2
Einlagerung von mineralischen Rohstoffen in Lagerboxen

- **Innerbetrieblicher Transport**

Transport und Materialaufgabe z. B. durch Radlader, Kastenbeschicker, Stetigförderer (mechanisch, pneumatisch), Big-Bag-Entleerung, Sackaufgabe (manuell, automatisch).

- **Zerkleinern**

Brechen von grobstückigem Material (Brecher), Zerkleinern (Walzwerke, Kollergänge), Mahlen (Walzen-, Kugel- oder Schwingmühlen), Nass-Mahlen in Trommelmühlen.

- **Klassieren durch Sieben oder Sichten**

- **Abwiegen und Mischen**

Abwiegen, Dosieren und Mischen der Fraktionen und Zuschlagstoffe maschinell oder manuell zu Massen, Glasuren, Engoben und dergleichen. Trockene oder feuchte Mischverfahren (Suspensionen bzw. Schlicker), Kneten plastischer Massen, Entwässerung des Schlickers mit Filterpressen oder durch Sprühtrocknung.

- **Wartungs-, Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten**

Die einzelnen Aggregate (insbesondere Mahl-, Sieb- und Förderanlagen) sind einem erhöhten Verschleiß ausgesetzt. Sie werden daher ständigen Kontrollen unterzogen und unterliegen regelmäßigen Wartungen und Reparaturen. Die Dauer einer dabei möglichen Exposition kann nur wenige Minuten betragen, z. B. bei Kontrollgängen oder beim Durchschreiten von staubexponierten Betriebsbereichen, sich aber auch über die gesamte Arbeitsschicht erstrecken. Da dem Wartungspersonal oft auch die vorbereitende Reinigung des entsprechenden Arbeits- oder Anlagenbereichs zufällt, können bei diesen Tätigkeiten erhöhte Staubexpositionen auftreten.

1.3 Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand, einschließlich Besanden

Die getrockneten Ziegel-Formlinge werden von der Setzanlage mit Hilfe von automatischen Greifern oder auch manuell auf die Ofenwagen gesetzt und nach dem Brennprozess wieder entladen. Dabei kommt es aufgrund der zahlreichen Handling-Vorgänge zu einer hohen mechanischen Beanspruchung. Dies führt zum Abrieb oder Abplatzen von trockenem, zerbröselndem Material. Der so gebildete Staub kann an der Entstehungsstelle meist nicht vollständig erfasst werden und gelangt zudem auf den Boden, wo er verteilt und aufgewirbelt wird.

Im Bereich der Setzanlage werden Beschäftigte eingesetzt, um Störungen zu beseitigen. Es handelt sich dabei um ständige Arbeitsplätze.



Abb. 3
Zum Trocknen
bereitgestellte
Hintermauerziegel

Während des Setzvorgangs wird auf die getrockneten Vormauerziegel und Pflasterziegel teilweise Sand als Trennmittel aufgestreut, um ein Verkleben der Ziegel im weiteren Brennprozess zu verhindern. Der in die Atemluft gelangende Staub besitzt, verglichen mit Ziegelstaub, dadurch einen deutlich höheren Quarzgehalt.

1.4 Trockenpressen von Fliesen

Die am weitesten verbreitete Art der Formgebung keramischer Fliesen ist das sogenannte Trockenpressen. Durch den Pressvorgang erhält die keramische Fliese ihre Form und die Festigkeit, die sie für die weitere Verarbeitung vor dem Brennen benötigt.

Eingesetzt wird dafür ein Granulat mit einer Restfeuchte von 0–15%. Üblicherweise liegt die Restfeuchte bei ca. 5–7%.

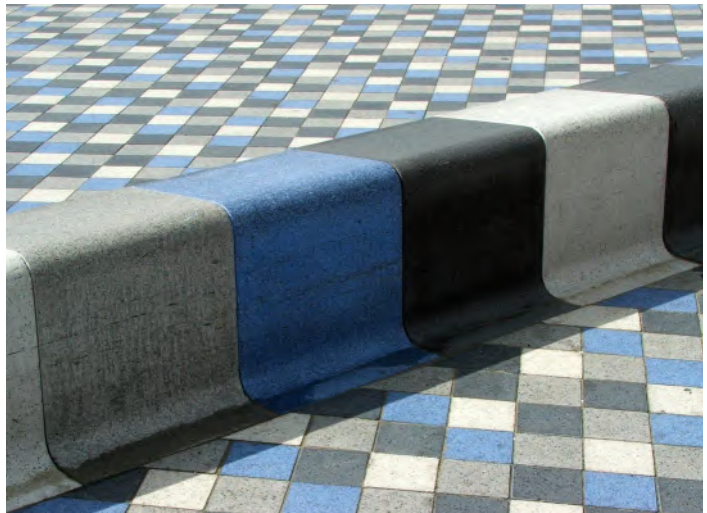


Abb. 4
Ansicht von
Bodenfließen

Das Granulat wird meist in Silos vorgehalten und über Rohrsysteme zur Presse transportiert, dort in den Füllkasten eingebracht und für eine gleichmäßige Befüllung der Druckformen verteilt.

Anschließend wird das Granulat in die Pressformen eingefüllt und dort im Rahmen des Pressvorgangs mit extrem hohem Druck verdichtet. Je nach Größe des Fliesenformats kann eine Presse bis zu 30 Pressvorgänge (Hübe) pro Minute vornehmen. Durch die Verdichtung im Pressvorgang und die dadurch entweichende Luft können kleinere Mengen des Granulatabriebs in Form von Staub in die Umgebung gewirbelt werden.

Anschließend wird die Fliese aus der Pressform gedrückt und automatisch über Rollen bzw. Laufbänder in den weiteren Verarbeitungsprozess weitergeleitet.

1.5 Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten



Abb. 5
Abschleifen von
Übergängen und
Kanten an Wasser-
klosetts

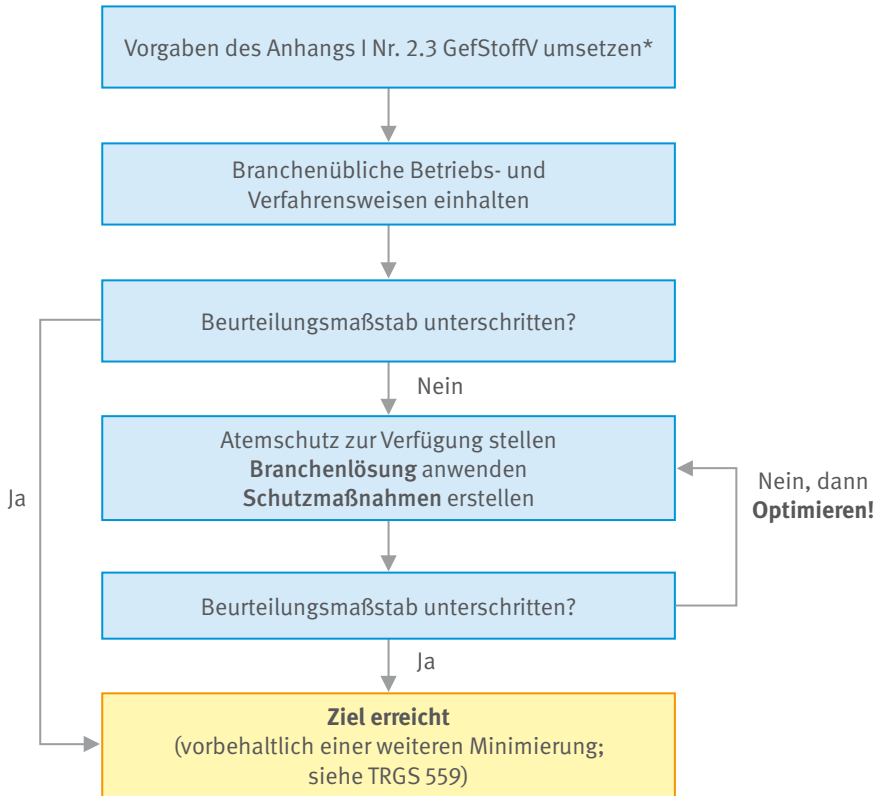
Großformatige keramische Produkte werden zum Beispiel in der Sanitärkeramik (Waschtische, Klosetts) in der Geschirrkernik (Vasen, Plastiken) oder in der technischen Keramik hergestellt. Beim Weißputz werden die getrockneten keramischen Formteile auf das Glasieren vorbereitet. Dazu werden Übergänge und Kanten glattgeschmirlgelt bzw. Grate mit einem Schneidwerkzeug beseitigt. Anhaftende lose Partikel werden anschließend mittels Pinsel und Druckluft entfernt. Eine nasse Staubentfernung ist nicht möglich, da sonst die erforderliche Oberflächengüte nicht erreicht werden kann.

2 Grundlegende Schutzmaßnahmen nach Anhang I Nr. 2.3 Gefahrstoffverordnung

Unabhängig von der Expositionshöhe und unabhängig von den branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen sind grundsätzlich bei Tätigkeiten mit quarzhaltigem Staub mindestens die in Anhang I Nummer 2.3 der Gefahrstoffverordnung aufgelisteten Schutzmaßnahmen („Ergänzende Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Exposition gegenüber einatembaren Stäuben“) zu beachten (siehe Abb. 6).

Es handelt sich dabei um folgende Maßnahmen:

- Es sind möglichst staubarme Materialien und Rohstoffe einzusetzen.
- Die Arbeitsplatzgrenzwerte für die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) und für die einatembare Staubfraktion (E-Staub) sind einzuhalten.
- Es sind möglichst staubarme Maschinen und Geräte (z. B. ausgerüstet mit einer wirksamen Absaugung) auszuwählen und staubarm zu betreiben.
- Die Ausbreitung von Staub auf unbelastete Arbeitsbereiche ist zu verhindern.
- Stäube sind an der Austritts- oder Entstehungsstelle möglichst vollständig zu erfassen.
- Abgesaugte Luft darf nur nach ausreichender Reinigung in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden. [15]
- Staubablagerungen sind durch Feucht- oder Nassverfahren oder mit geeigneten Staubsaugern oder Entstaubern zu beseitigen. Trockenkehren oder Abblasen mit Druckluft ist nicht zulässig.
- Einrichtungen zum Erfassen, Abscheiden und Niederschlagen von Stäuben müssen dem Stand der Technik entsprechen und auf ihre ausreichende Wirksamkeit geprüft sein.
- Diese Einrichtungen sind mindestens jährlich auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen, zu warten und gegebenenfalls in Stand zu setzen.
- Bei staubintensiven Tätigkeiten ist die Expositionsdauer zu begrenzen und Atemschutz zur Verfügung zu stellen. Außerdem sind Schwarz-Weiß-Spinde und Waschräume vorzuhalten.



* Wird bereits durch diesen Schritt eine Unterschreitung des Beurteilungsmaßstabs erreicht, sind die nachfolgenden Schritte nicht mehr notwendig

Abb. 6 Fließschema zur Umsetzung der Vorgaben der TRGS 559

3 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nach den branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen

3.1 Allgemeines

Branchenübliche Betriebs- und Verfahrensweisen sind die in der Praxis genutzten und bewährten Kombinationen von Einzelmaßnahmen für einen Arbeitsprozess. Diese entsprechen nicht notwendigerweise dem Stand der Technik. Sie stellen aber die in der Praxis genutzten Kombinationen von Einzelmaßnahmen in einer Branche dar, mit denen ein möglichst hohes Schutzniveau erreicht werden soll. Diese sind noch vor der Erstellung eines Schutzmaßnahmenkonzepts nach Abschnitt 5 dieser Schrift umzusetzen.

In den folgenden Abschnitten 3.2 bis 3.5 sind für die dort genannten begründeten Ausnahmen die jeweils branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen sowie die damit verbundenen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen zur Expositionsminderung beschrieben.

3.2 **Zerkleinern, Mischen, Fördern quarzhaltiger mineralischer Rohstoffe (Aufbereitung) im Rahmen der Herstellung keramischer Massen, Glasuren und dergleichen**

Bei der Aufbereitung von quarzhaltigen mineralischen Rohstoffen in der keramischen Industrie stellen die nachfolgend aufgelisteten Schutzmaßnahmen und Arbeitsvorgänge die branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen dar:

- Die einzelnen Aufbereitungsstufen sind weitgehend durch elektronische Steuerelemente und zentrale Schaltwarten automatisiert, um u. a. den Aufenthalt des Bedienpersonals in der Anlage zu minimieren.
- Vorhandene Leitstände sind fremdbelüftet und gegebenenfalls klimatisiert.
- Stark staubende Zerkleinerungs- und Mischvorgänge werden in der Regel in eingehausten Anlagen durchgeführt.



Abb. 7 Mahlanlage für mineralische Rohstoffe

- In der Regel sind alle staubemittierenden Aggregate und Materialübergabestellen an eine zentrale oder mehrere dezentrale Entstaubungsanlagen angeschlossen. Die Stauberfassung erfolgt durch geeignete Erfassungselemente direkt an der Emissionsquelle.
- Arbeitsbereiche zur manuellen Handhabung von Material (z. B. Befüllen, Zugabe/Entnahme von Material, Sackaufgabe bzw. Beprobieren, Abfüllen/Absacken) sind mit Stauberfassungseinrichtungen ausgerüstet.
- Es handelt sich oft um komplexe, nicht als Einheit erstellte Anlagen mit teilweise älteren und nicht aufeinander abgestimmten Anlagenkomponenten. Produktionsspezifische Abweichungen sind möglich.

3.3 Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand, einschließlich Besanden



Abb. 8 Setzanlage für Ziegelprodukte

Beim Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen (Setzanlage) stellen die nachfolgend aufgelisteten Schutzmaßnahmen und Arbeitsvorgänge die branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen dar:

- Aufgrund der Größe und Arbeitsweise der Setzanlage besitzen diese Anlagen keine Einhausung.
- Branchenüblich bzw. Stand der Technik ist eine Stauberfassung im Bereich der Besandung. Es kann jedoch nur ein begrenztes Volumen abgesaugt werden, da sonst nicht genügend Sand auf die getrockneten Ziegel aufgebracht werden kann.

- Es ist nicht möglich, nass zu arbeiten, da die getrockneten Ziegel vor dem Brennen keine zusätzliche Feuchtigkeit aufnehmen dürfen.
- Bei Störungen an der Setzanlage greifen die Beschäftigten vor Ort ein, sodass sie sich nicht oder nur kurze Zeit in einem fremdbelüfteten Leitstand aufhalten können.
- Der Einsatz von gröberen Sandgemischen führt zu einem Verrutschen der Ziegel und in der Folge zum Einsturz der Stapel auf den Ofenwagen.
- Die Substitution des Sandes durch alternative Einstreumittel führt zu Farbveränderungen oder zum Verkleben der Ziegel.

3.4 Trockenpressen von Fliesen

Beim Trockenpressen von Fliesen stellen die nachfolgend aufgelisteten Schutzmaßnahmen und Arbeitsvorgänge die branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen dar:

- **Befüllung des Füllkastens und der Pressformen:**
Die Befüllung des Füllkastens sowie der Pressformen erfolgt regelmäßig durch das Einfüllen des Granulats mit niedriger Fließgeschwindigkeit und geringer Fallhöhe. Zudem sind Absaugvorrichtungen installiert. Bei unvollständiger Stauberfassung kann Staub in die Umgebungsluft gelangen.
- **Pressvorgang:**
Der durch den Pressvorgang erzeugte Staub wird durch eine Absaugvorrichtung erfasst. Aufgrund der hohen Austrittsgeschwindigkeit der Verdrängungsluft während des Pressvorgangs ist eine vollständige Erfassung der Stäube nur bedingt möglich.
- **Transportvorgänge zum weiteren Verarbeitungsprozess:**
Bei den Transport- und Handlingvorgängen über Rollen bzw. Laufbänder kann Staub entstehen, der an den Entstehungsstellen nur schwer erfasst werden kann. Der grobe Material-Abrieb fällt zum Teil auf den Boden, wo er verteilt und aufgewirbelt werden kann.



Abb. 9 Hydraulische Presse in der Fliesenproduktion

3.5 Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten

Bei der Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten stellen die nachfolgend aufgelisteten Schutzmaßnahmen und Arbeitsvorgänge die branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen dar:

- Die Nachbearbeitung erfolgt in großen, teilweise begehbaren Absaugkabinen. Das Tragen von Atemschutz (siehe Abschnitt 5.1.4) ist dabei erforderlich.
- Das Werkstück steht dabei auf einer höhenverstellbaren Drehscheibe, die möglichst nah an der Absaugstelle positioniert ist.
- Die zu bearbeitende Fläche oder Kante des Werkstückes kann durch die Drehscheibe nach vorne gedreht werden, so dass sich die beschäftigte Person nicht in die Kabine beugen muss.

- Bei begehbaren Kabinen kann durch die Verwendung der Drehscheibe verhindert werden, dass sich die oder der Beschäftigte zwischen Werkstück und Absaugstelle aufhält.
- Die Funktion der Absaugung wird permanent überwacht (z. B. durch Indikatorfähnchen).
- Staubablagerungen in der Absaugkabine werden regelmäßig und nach Bedarf durch Saugen oder Feuchtwischen entfernt.



Abb. 10 Weißputz von Sanitärartikeln

4 Expositionsniveau bei branchenüblichen Betriebs- und Verfahrensweisen

Zur Ermittlung des Expositionsniveaus, das bei Anwendung branchenüblicher Betriebs- und Verfahrensweisen erreichbar ist, wurden die in der MEGA-Datenbank des IFA („Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz“) für die Branche Keramik vorliegenden Quarz (A-Staub)-Messergebnisse für den Datenzeitraum von 2009–2019 ausgewertet. Die Ergebnisse der Arbeitsbereiche/Betriebsarten, die als begründete Ausnahmen gemäß TRGS 559 gelten können, sind in folgender Tabelle dargestellt:

Arbeitsbereich/ Tätigkeit ¹	Anzahl Messwerte	Anzahl Betriebe	< BM* [%]	50%- Wert [mg/m ³]	90%- Wert [mg/m ³]	95%- Wert [mg/m ³]
Keramische Industrie gesamt: Aufbereitung (100-198)	799	179	71	0,02	0,12	0,19
Ziegeleierzeugnisse, Herstellung: Brand, Ein-/ Aussetzen, Setzanlage (501-531)	101	51	81,2	0,01	0,13	0,18
Wand- und Boden- fliesen: Formgebung (Pressen) (201, 202 u. 211)	50	12	62	0,041	0,13	0,14
Nachbearbeitung (Weißputz) von groß- formatigen kerami- schen Produkten (445)	78	8	64,1	0,02	0,17	0,24

* BM = Beurteilungsmaßstab

¹ Codierung der Arbeitsbereiche gemäß IFA Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen, Erich Schmidt Verlag, Hrsg. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)

5 Schutzmaßnahmenkonzept

Die folgenden Abschnitte enthalten eine Reihe von spezifischen Schutzmaßnahmen und Optimierungsmöglichkeiten, mit denen ein Schutzmaßnahmenkonzept gemäß TRGS 559 für die begründeten Ausnahmen in der keramischen Industrie erstellt werden kann. Ziel ist, innerhalb von drei Jahren den Beurteilungsmaßstab für Quarz (A-Staub) zu unterschreiten. Je nach den betriebsspezifischen Umständen sind aus den Abschnitten 5.1 bis 5.5 die dafür geeigneten Schutzmaßnahmen auszuwählen. Ergänzend dazu können auch die in Abschnitt 4.1 und 4.2 der TRGS 559 beschriebenen Maßnahmen herangezogen werden.

In der Regel wird es notwendig sein, eine Kombination von mehreren Schutzmaßnahmen nach der Rangfolge **STOP** (**S** = Substitution und Staubvermeidung, **T** = Technische, **O** = Organisatorische und **P** = Persönliche Maßnahmen) anzuwenden.

Das Schutzmaßnahmenkonzept ist in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

5.1 Branchenübergreifende Maßnahmen

5.1.1 Substitution und Staubvermeidung

- Insbesondere durch die Verwendung von nicht zum Verstauben neigenden feuchten Rohstoffen, Schlickern oder granulierten bzw. pelletierten Feststoffen kann die Staubentstehung bereits vor dem Verarbeitungsprozess vermieden oder verringert werden.
- Eine Substitution hat immer zu erfolgen, wenn Alternativen technisch möglich sind und zu einer insgesamt geringeren Gefährdung der Beschäftigten führen.
- Ergibt die Substitutionsprüfung Möglichkeiten einer Substitution, ohne dass diese umgesetzt werden, so sind die Gründe zu dokumentieren.

- Eine umfassende Überprüfung der Aufbereitungslogistik, des Materialflusses und der eingesetzten Verfahren im Hinblick auf eine Minimierung der Transportwege und der Anzahl der Material-Übergabestellen bzw. der Anlagenschnittstellen kann die Freisetzung von Staub erheblich reduzieren.

5.1.2 Technische Maßnahmen

- Die vollständige Erfassung von Stäuben ist in der Regel nur mit geschlossenen Systemen zu erreichen. Ist dies nicht möglich, ist die Emissionsquelle durch Einhausungen oder Kapselungen möglichst vollständig zu umschließen.
- Einhausungen oder Kapselungen müssen die Emissionsquelle möglichst vollständig umschließen. Sie sind entsprechend zu optimieren bzw. in-stand zu setzen. Zu überprüfen sind dabei vor allem die Schnittstellen zwischen den einzelnen Anlagenkomponenten, insbesondere, wenn die Komponenten von verschiedenen Hersteller- bzw. Montagefirmen stammen.

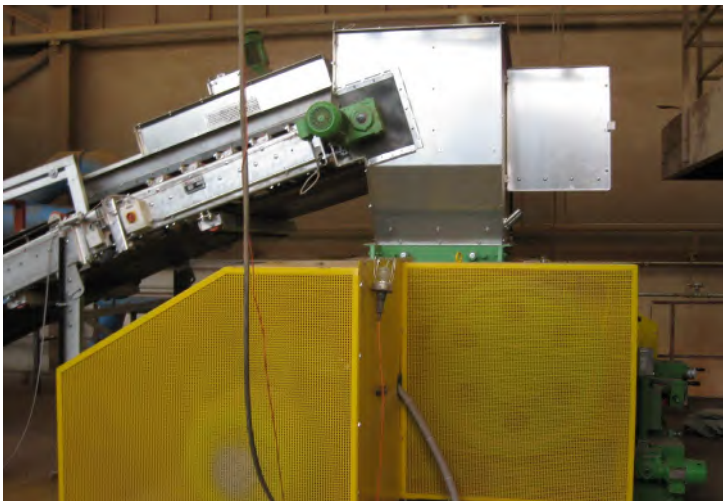


Abb. 11 Kapselung der Materialübergabe an einer Bandanlage

- Neu zu beschaffende Maschinen, die Stäube freisetzen oder erzeugen können, müssen so konstruiert und gebaut sein, dass Gefährdungen durch Stäube vermieden werden oder die Stäube aufgefangen und gefahrlos beseitigt werden können (Anhang I Abschnitt 1.5.13 der Richtlinie 2006/42/EU; Maschinenrichtlinie). Ist die Maschine im Normalbetrieb nicht vollkommen geschlossen, so sind die Einrichtungen zum Auffangen, Erfassen und/oder Abführen so anzuordnen, dass sie die größtmögliche Wirkung entfalten. Siehe dazu auch die DIN EN ISO 14123-1 [13]. Diese Anforderungen sollten in das Pflichtenheft bei Auftragsvergabe übernommen werden.
- Absauganlagen sind an sich verändernde Verfahren und Materialdurchsätze anzupassen.

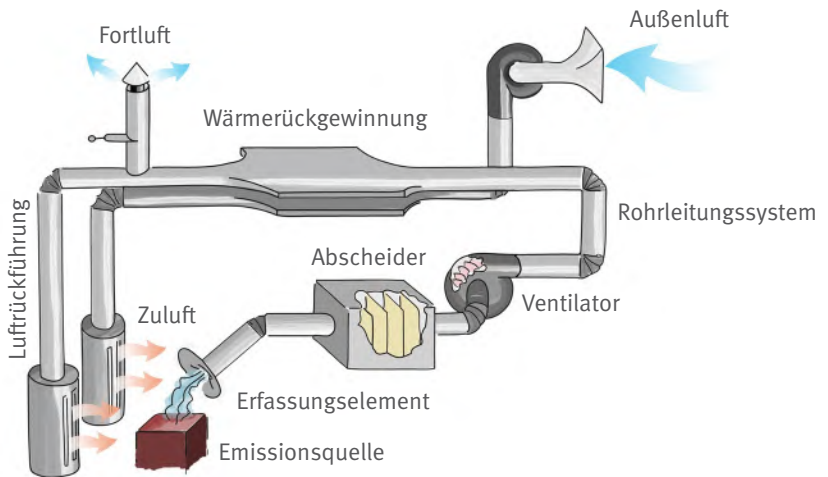


Abb. 12 Prinzipieller Aufbau einer Absauganlage



Abb. 13

Anpassung des Erfassungselements an die Bewegungsrichtung der Staubteilchen

- Die Erfassungseinrichtungen sind an die Besonderheiten der Emissionsquelle anzupassen, sodass eine möglichst vollständige Erfassung des Staubes gewährleistet ist.
- Bei offenen und halboffenen Erfassungseinrichtungen kann die Erfassung der Stäube durch eine gezielte Luftzufuhr wirksam unterstützt werden. Die Zuluftunterstützung muss mit laminarer Strömung erfolgen, da sonst die entstehenden Turbulenzen eine Störströmung erzeugen. Ziel ist eine gerichtete Luftströmung, die die freigesetzten Stäube zum Erfassungsbereich hinführt.

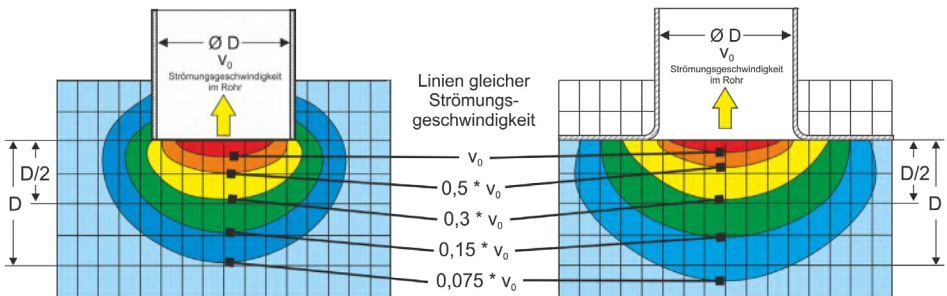


Abb. 14 Ein Flansch an der Öffnung des Saugrohrs (rechts) erweitert das Saugfeld und damit die Saugwirkung eines einfachen Rohrs (links) beträchtlich



Bei der Auslegung und Beschaffung von Absauganlagen ist folgendes zu beachten:

- Die Rohrleitungssysteme sind möglichst kurz und einfach zu halten. Hauptrohrleitungen sollten direkt und ohne Richtungsänderungen zum Ventilator oder Abscheider führen.
- Rohrleitungs-Querschnitte sind so zu wählen, dass die Strömungsluftgeschwindigkeiten so gering wie möglich sind. Dabei dürfen die für den ablagerungsfreien Transport notwendigen Luftgeschwindigkeiten nicht unterschritten werden.
- Möglichst Rohre mit glattwandiger Innenoberfläche verwenden.
- Der Druckverlust von flexiblen Schlauchleitungen ist um den Faktor 5 bis 10 höher als bei einem festen glattwandigen Rohr. Flexible Leitungen sind deshalb möglichst zu vermeiden bzw. zu minimieren. Dadurch ist auch eine Energieeinsparung möglich.
- Um die Absaugleistung an wechselnde Betriebszustände anzupassen sind Frequenzumrichter vorzusehen. Auf diese Weise wird die Drehzahl des Asynchronmotors verändert. Mit geringerer Drehzahl verringert sich auch die Leistungsaufnahme des Ventilators und es kann Energie eingespart werden.
- Für die im Abscheider anfallenden Materialien (z. B. Filterstaub) sind Vorrichtungen für eine staubfreie Entsorgung vorzusehen.

5.1.3 Organisatorische Maßnahmen

- Es ist ein Wartungsplan aufzustellen, der die eingesetzten Absauganlagen, Einhausungen und Erfassungseinrichtungen mit erfasst. Durch vorbeugende Instandhaltung, d. h. durch regelmäßige Ermittlung von Schwachstellen im Materialfluss, von undichten Stellen und von Verschleißerscheinungen der Anlagen werden mögliche Staub-Emissionsquellen rechtzeitig erkannt und beseitigt.



Hinweise zur vorbeugenden Instandhaltung für eine anhaltend wirksame Verminderung von Staubemissionen:

- Die Durchführung der Instandhaltung durch den Betreiber kann durch ein strukturiertes Instandhaltungsprogramm sichergestellt werden, das verschiedene Funktions- und Leistungsprüfungen in geeigneten Zeitabständen beinhaltet.
- Grundlage für die Instandhaltungsarbeiten ist die vom Hersteller der Anlage bereitgestellte Betriebsanleitung mit den Angaben zur bestimmungsgemäßen Anwendung der Maßnahmen zur Staubbekämpfung. Es müssen konkrete Anweisungen für die staubarme Instandhaltung – ohne Risiko für die Gesundheit – zur Verfügung gestellt werden.
- Für das Instandhaltungspersonal sind die dazu erforderlichen Fähigkeiten und Kompetenzen festzulegen, damit die durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen zu einer optimalen Minderung der Staubbelastung führen.
- Zum Schutz des Instandhaltungspersonals müssen für vorhersehbare Undichtigkeiten, Materialaustritte und unkontrollierte Freisetzung von Stäuben, die bei Instandhaltungsarbeiten auftreten können, Informationen zur Begrenzung des Ausmaßes des Gesundheitsrisikos und zur schnellstmöglichen Beseitigung der Störung und der erhöhten Staubexposition bereitgestellt werden. Diese sollten auch Maßnahmen für den Notfall und für die staubarme Entsorgung von Material- bzw. Staubresten umfassen.
- Den betroffenen Beschäftigten sind Informationen über mögliche Gesundheitsgefährdungen, erforderliche persönliche Schutzausrüstungen und Hygienemaßnahmen zur Verfügung zu stellen.

Beispiel: Instandhaltungsprogramm für ein mechanisches Schwingsieb

- *Prüfung der Siebabdeckungen und Inspektionsklappen auf ihren mechanisch dichten Zustand*
- *Prüfung der Verschlüsse und Abdichtungen in Abdeckungen und Klappen auf Vollständigkeit und Funktion*
- *Prüfung der Verbindungen an Zuführungs- und Produktionsbändern auf ihre Staubdichtheit und sichere Verbindung*
- *Sichtprüfung, mechanische Inspektion und Wirksamkeitsprüfung der Absaugung*
- *Sichtprüfung auf Ablagerungen und Materialansammlungen*
- *Festlegung des nächsten Instandhaltungstermins*

- Die Aufenthaltsdauer von Beschäftigten in staubbelasteten Anlagenteilen ist zu minimieren. Für Tätigkeiten, die nicht notwendigerweise vor Ort durchgeführt werden müssen, sind fremdbelüftete und gegebenenfalls klimatisierte Schaltwarten oder andere, räumlich getrennte Bereiche zu nutzen. Verschüttetes oder abgelagertes Material ist umgehend zu beseitigen, z. B. mit einem Staubsauger (mindestens Staubklasse M) bzw. durch Auffangen von herabfallendem Material. Feuchtes Material ist vor dem Abtrocknen aufzunehmen.
- Arbeitsbereiche mit hoher Staubbelastung sind von weniger staubbelasteten Bereichen räumlich zu trennen.
- Staubbelastete Arbeitsbereiche und Verkehrswege sind möglichst ohne Freisetzung und Aufwirbelung von Staub regelmäßig zu reinigen. Geeignet sind Feucht- oder Nassverfahren (z. B. mit Scheuersaugmaschinen) oder saugend unter Verwendung geeigneter Staubsauger oder Entstauber.



Abb. 15 Feuchte Bodenreinigung mit Scheuersaugmaschine

- Trockenes Kehren mit dem Besen und Abblasen ist verboten! Die Einhaltung des Verbots ist regelmäßig zu kontrollieren.
- Den Beschäftigten sind Informationen zur richtigen Anwendung der festgelegten Staubminderungsmaßnahmen zur Verfügung zu stellen. Dies umfasst auch Umstände, die deren Wirksamkeit ungünstig beeinflussen können.
- Beschäftigte und Vorgesetzte sind jährlich über die staubarme Verwendung von Materialien, die fachgerechte Benutzung der Absaug- und Lüftungsanlagen, die staubarme Beseitigung von verschüttetem Material sowie über die Reinigung des Arbeitsbereichs zu unterweisen. Die Unterweisung muss vor Aufnahme der Beschäftigung und danach mindestens jährlich arbeitsplatzbezogen und mündlich durchgeführt werden.
- Bei Tätigkeiten mit Quarz (A-Staub) ist arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge zu veranlassen, wenn eine wiederholte Exposition nicht ausgeschlossen werden kann. „Wiederholte Exposition“ ist eine Exposition, die vorhersehbar mehrfach, d. h. mindestens zweimal, auftritt oder auftreten kann. Nach Beendigung der Tätigkeiten mit Quarz (A-Staub) ist den Beschäftigten nachgehende Vorsorge anzubieten. Über das gemeinsame Meldeportal „DGUV Vorsorge“ können Meldungen zur nachgehenden Vorsorge an den Organisationsdienst GVS online vorgenommen werden²
- Beim Einsatz von belastendem Atemschutz ist arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen.

² Siehe dazu Nummer 6.3 der TRGS 559 sowie www.dguv-vorsorge.de

5.1.4 Persönliche Maßnahmen

- Bei staubintensiven Tätigkeiten (z. B. Filterwechsel, Reinigungsarbeiten oder Wartungs-, Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten, die mit hoher Staubeentwicklung verbunden sind) ist den Beschäftigten Atemschutz zur Verfügung zu stellen. Die Beschäftigten sind verpflichtet, den Atemschutz nach den Vorgaben der Betriebsanweisung und der Unterweisung zu tragen.
- Als Atemschutz können Halbmasken mit Partikelfilter (mindestens P2) partikelfiltrierende Halbmasken (mindestens FFP2) oder gebläseunterstützte Atemschutzgeräte (mindestens TH2P) verwendet werden (siehe DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ [8]). Bevorzugt sind gebläseunterstützte Atemschutzgeräte (Frischluf- oder Druckluftschlauchgeräte mit Haube oder Helm; z. B. TH2P) einzusetzen. Diese Geräte gelten nicht als belastender Atemschutz und besitzen einen besseren Tragekomfort. Sie bieten bezüglich Handhabung und sachgerechter Benutzung eine höhere Sicherheit und einen vergleichsweise höheren Schutzfaktor (maximale Quarzfeinstaubbelastung $20 \times 0,05 \text{ mg/m}^3$ im Vergleich zu $10 \times 0,05 \text{ mg/m}^3$ bei P2 und FFP2 Masken). Die Anschaffung dieser Geräte durch ihre Mitgliedsbetriebe wird von verschiedenen Berufsgenossenschaften, z. B. der VBG finanziell gefördert³. Die Geräte müssen eine Warneinrichtung für Ausfall oder Schwächerwerden des Gebläses besitzen.
- Die Beschäftigten sind über die richtige Benutzung, Aufbewahrung und Reinigung des persönlichen Atemschutzes zu unterweisen. Die Einhaltung der Unterweisungsinhalte ist durch die betrieblichen Vorgesetzten zu kontrollieren.



Abb. 16 Gebläseunterstützte Atemschutzgeräte mit Helm oder Haube

³ www.vbg.de/praeemie → Prämienkatalog Glas und Keramik

5.2 Spezifische Maßnahmen für das Zerkleinern, Mischen, Fördern quarzhaltiger mineralischer Rohstoffe (Aufbereitung) im Rahmen der Herstellung keramischer Massen, Glasuren, Engoben und dergleichen

Bei der Erstellung eines Schutzmaßnahmenkonzeptes sind folgende Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu beachten:

- Geschlossene Fördersysteme (pneumatische Förderung oder Schnecken-systeme) sind der offenen Bauweise (Gurtförderer) vorzuziehen.
- Stetigförderer sind möglichst staubdicht einzukleiden und abzusaugen.
- An Materialüber- und abgabestellen sind Abwurf- bzw. Fallhöhe von staubenden Materialien zu minimieren.
- Für das manuelle Abwiegen von staubenden Materialien sind Arbeits-tische mit Absaugung zu verwenden.
- Emissionsquellen an Siebanlagen, Über- und Abgabestellen, Zerkleine-rungs- und Mischaggregaten sind einzuhausen und abzusaugen.
- Eine Bedüsung von Abwurfstellen, Halden und Materialaufschüttungen ist vorzusehen, falls eine Kapselung bzw. Absaugung nicht möglich oder nicht wirksam genug ist.
- Für die Materialaufgabe aus Big-Bags sind staubdichte Anschlussysteme, z. B. Klemm- oder Aufblasmanschetten, zu verwenden. Im ganzen System ist während des Abfüllvorgangs mit Hilfe von Aspirationsluft ein Unterdruck aufrechtzuerhalten. Auf diese Weise wird gleichzeitig die Restluft aus den entleerten Big-Bags staubfrei entfernt.
- Für die staubarme Materialaufgabe aus Papiersäcken sind Sackentleerstationen mit Einhausung und integrierter Absaugung mit Nachlauf einzusetzen.
- Leere Säcke sind in einem geschlossenen und abgesaugten System zu verdichten (Leersack-verdichter). Idealerweise ist dieses System bereits in die Sackentleerstation integriert.



Abb. 17 Sackentleerstation mit integrierter Absaugung

5.3 Spezifische Maßnahmen für das Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand, einschließlich Besanden

Bei der Erstellung eines Schutzmaßnahmenkonzeptes sind folgende Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu beachten:

- Es ist zu prüfen, ob quarzhaltige Einstreumittel durch quarzfreie Materialien ersetzt werden können.
- Der alternative Einsatz von Quarzsanden ohne Feinanteil (Korngröße $< 4 \mu\text{m}$) ist zu prüfen. Der Trockenabrieb (Feinanteil) im Einstreugut ist durch Sieben oder Sichten zu entfernen.
- Bei der Abreinigung von Einstreuresten auf den Ofenwagen-Aufbauten sind Saugsysteme zu verwenden, die möglichst gut an die Kontur der Aufbauten angepasst sind. Die Wirksamkeit der Abreinigung kann durch Zuluftunterstützung optimiert werden.
- Der Pressenbereich und direkt anschließende Fördereinrichtungen sind regelmäßig, z. B. einmal pro Woche, einer Grundreinigung zu unterziehen.



Abb. 18 Reinigung der Arbeitsbereiche bevorzugt mit Industriestaubsauger oder zentralen Staubsauganlagen



Abb. 19 Reinigung von Tunnelofenwagen mit beweglichen, speziell angepassten Erfassungseinrichtungen

5.4 Spezifische Maßnahmen für das Pressen von Fliesen



Abb. 20 Fliesenpresse mit Absaugung und Erfassungseinrichtungen

Bei der Erstellung eines Schutzmaßnahmenkonzeptes sind folgende Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu beachten:

- Es sind möglichst staubarme Massegranulate zu verwenden.
- Die Lüftungsanlage (Raumlufttechnische Anlage) im Pressenbereich ist zu optimieren.

- Die Erfassungseinrichtungen sind an die jeweiligen Pressvorgänge bzw. die Besonderheiten der Emissionsquelle anzupassen. Dies gilt auch für eine eventuell erforderliche Verkleidung der Press- und Füllwerkzeuge.
- Der Pressbereich sollte räumlich von angrenzenden Arbeitsbereichen getrennt werden.
- Die Absauganlage, insbesondere die Erfassungseinrichtungen, sind regelmäßig instand zu halten.
- Die Bereiche der Setz- und Bandanlagen sind daraufhin zu prüfen, ob die Menge an herabfallendem Abfall- und Abriebmaterial weiter reduziert bzw. an den Stellen mit hohem Materialanfall gezielt aufgefangen und staubfrei beseitigt werden kann. Der Anlagenbereich ist regelmäßig, z. B. einmal pro Woche, gründlich von Staub zu reinigen.

5.5 Spezifische Maßnahmen für die Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten

Bei umfangreichen Versuchen in der Praxis hat sich gezeigt, dass bei der Nachbearbeitung (Weißputz) von großformatigen keramischen Produkten der Beurteilungsmaßstab für Quarz (A-Staub) nur unterschritten werden kann, wenn dieser Vorgang in speziell gestalteten Absaugkabinen durchgeführt wird. Mit diesem Gestaltungskonzept kann die Staubbelastung für die beschäftigten Personen so weit reduziert werden, dass meist auf das Tragen von Atemschutz verzichtet werden kann.

Merkmale von speziell gestalteten Absaugkabinen für den Weißputz:

- Durch eine absenkbare Scheibe an der Frontseite der Kabine wird der offene Querschnitt verringert und die Absaugleistung verbessert. Die oder der Beschäftigte greift nur mit den Armen in die Kabine und bleibt selbst außerhalb des staubbelasteten Bereiches.
- Die zum Abblasen erforderliche Druckluft ist nur verfügbar, wenn die absenkbare Scheibe bis auf die unbedingt erforderliche Arbeitsöffnung geschlossen ist.

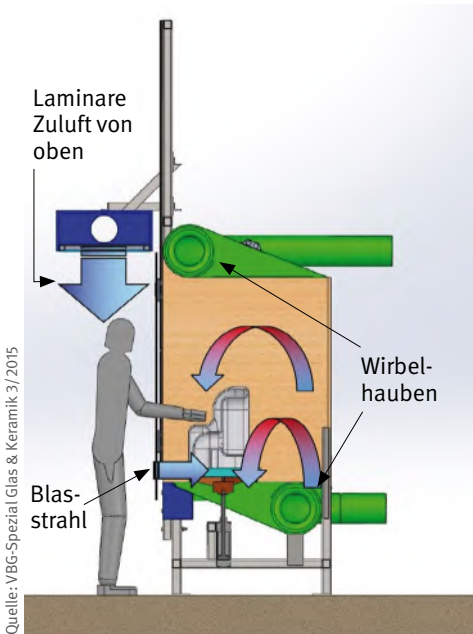


Abb. 21

Schematischer Aufbau einer speziell gestalteten Absaugkabine für den Weißputz

- Um die Erfassung größerer Staubpartikel zu unterstützen, ist in die Vorderkante der unteren Wirbelhaube eine Treibstrahldüse integriert. Hier wird Luft mit einer geringen Strömungsgeschwindigkeit über die gesamte Breite der Kabine eingeblasen (Blasstrahl). Die Staubpartikel werden so in Richtung des Wirbels der unteren Absaughaube transportiert und von diesem erfasst.
- Eine laminare Frischluftzufuhr vor der Kabine im Kopfbereich der beschäftigten Person trägt zusätzlich dazu bei, die Atemluft staubarm zu halten.
- Die Luftgeschwindigkeit an der Frontseite (Zuluftunterstützung) soll 1 bis 1,5 m/s betragen, an der Absaugstelle (im freien Ansaugquerschnitt) 2,5 bis 10 m/s. Der höhere Wert ist beim impulshaltigen Abblasen zu verwenden.
- Die Beschäftigten müssen hinsichtlich des Tätigkeitsablaufs an der Kabine geschult und trainiert werden, da bereits kleine Bedienfehler (z. B. Rückprall von aufgewirbeltem Staub auf die Beschäftigten) die Wirkung der technischen Schutzmaßnahmen einschränken oder vollständig außer Kraft setzen können.

Sehr große Teile können weiterhin nur in einer begehbaren Kabine bearbeitet werden. Dabei hat es sich zur Reduzierung der Staubbelastung bewährt, im Bereich der Bearbeitungsstelle abgesaugte Trichter anzubringen (nachführbar), damit entstehender Staub möglichst nah an der Anfallstelle erfasst werden kann. Eine Absaugöffnung am Boden, der herabgefallener Staub regelmäßig mit einem Schieber zugeführt wird, hilft, Staubablagerungen, die wieder aufgewirbelt werden können, zu vermeiden. Bei konsequenter Anwendung dieser Maßnahmen kann während des Putzvorganges meist auf das Tragen von Atemschutz verzichtet werden, nicht jedoch beim Abblasen der Teile mit Druckluft.



Abb. 22
Für das Abblasen von Staub wird automatisch eine Schutzhaube mit Arbeitsöffnung abgesenkt

6 Hinweise/Literatur

6.1 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

- [1] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
 - TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
 - TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“
 - TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
 - TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“
 - TRGS 559 „Quarzhaltiger Staub“
 - TRGS 600 „Substitution“
 - TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“
 - TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV“

- [2] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit zugehörigen Arbeitsmedizinischen Regeln (AMR), insbesondere
 - AMR Nr. 3.2 „Arbeitsmedizinische Prävention“
 - AMR Nr. 11.1 „Abweichungen nach Anhang Teil 1 Absatz 4 ArbMedVV bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B“
 - AMR Nr. 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen“

- [3] Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie) bzw. Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. ProdSV)

6.2 Vorschriften, Regeln und Informationen der gesetzlichen Unfallversicherungsträger

- [4] DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“
- [5] DGUV Information 209-200 „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“
- [6] DGUV Information 209-078 „Absauganlagen einkaufen – aber richtig!“
- [7] DGUV Information 209-084 „Industriestaubsauger und Entstauber“
- [8] DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- [9] DGUV Empfehlung für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen 1.1 „Mineralischer Staub Teil 1: Silikogener Staub“
- [10] DGUV Information 201-004 „Fahrerkabinen mit Anlagen zur Atemluftversorgung auf Erdbaumaschinen und Spezialmaschinen bei Bauarbeiten“
- [11] DGUV Information 213-701 „Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung – Allgemeiner Teil“
- [12] DGUV Grundsatz 309-012 „Prüfgrundsatz für die staubtechnische Prüfung von Luftreinigern“

6.3 Normen

- [13] DIN EN 481:1993-09 „Arbeitsplatzatmosphäre; Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel“
- [14] DIN EN ISO 14123-1:2015 „Sicherheit von Maschinen – Minderung von Gesundheitsrisiken, die auf Gefahrstoffemissionen von Maschinen zurückzuführen sind – Teil 1: Grundsätze und Festlegungen für Maschinenhersteller“
- [15] VDI 2262, Blatt 1-4 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe“

6.4 Weitere Publikationen und Informationsquellen

- [16] GESTIS-Stoffdatenbank
<http://www.dguv.de/ifa/gestis/index.jsp>
- [17] Informationen des Sachgebietes Glas und Keramik zum Erkennen und Beseitigen von Gesundheitsgefährdungen durch Stäube
<https://www.dguv.de/staub-info/index.jsp>
- [18] „Praxisleitfaden Quarzfeinstaub, Leitfaden über bewährte Praktiken zum Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliciumdioxid und dieses enthaltender Produkte“
<https://www.nepsi.eu/de/handbuch-der-bewaehrten-praktiken>
- [19] Broschüre zum sicheren Umgang mit Quarzfeinstaub der Industrial Minerals Association (IMA) in Europa
<https://safesilica.eu/wp-content/uploads/2019/09/Safe-Silica-Whitepaper-German-version.pdf>

- [20] Staubseite der BG BAU
<https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/staub/staubminderung-praeventionsmassnahmen/>
- [21] Gesundheitsrisiken durch Stäube im Schulportal der DGUV
<https://www.dguv-lug.de/berufsbildende-schulen/gesundheits-schutz/gesundheitsrisiken-durch-staeube-aktualisiert/ue/gesundheitsrisiken-durch-staeube/>
- [22] Verzeichnis der akkreditierten Messstellen und Prüflaboratorien für Arbeitsplatzmessungen gemäß Gefahrstoffverordnung (§ 7 Abs. 10),
<https://www.bua-verband.de/gefahrstoffmessungen>
- [23] Quarzexpositionen am Arbeitsplatz – Vorabveröffentlichung, IFA 09/2020
<https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2020/vorabveroeffentlichung-quarzexpositionen/index.jsp>
- [24] Aus der Arbeit des IFA Nr. 0066 „Lüftung in Produktionshallen und Werkstätten“, www.dguv.de/ifa › Webcode p010438
- [25] Aus der Arbeit des IFA Nr. 0243 „Ideale Raumlüftung im Modell“, www.dguv.de/ifa › Webcode p010761
- [26] Schutzleitfäden der BAuA für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen im Betrieb
<https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/EMKG/EMKG-Schutzleitfaeden.html>
- [27] Das Staubungsverhalten quarzfeinstaubhaltiger Produkte – D. Dahmann, K. Möcklinghoff in: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 60 (2000) Nr. 5, Seite 213 ff

- [28] Umweltbundesamt (Herausgeber): Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, BVT-Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken zur Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter, Januar 2005
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/bvt_lagerung_vv.pdf

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

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de