



VBG-Fachwissen

## Gib dem Staub keine Chance!

Zehn goldene Regeln zur Staubbekämpfung

[www.staub-info.de](http://www.staub-info.de)

### **VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung**

Die VBG ist eine gesetzliche Unfallversicherung mit rund 36 Millionen Versicherungsverhältnissen in Deutschland. Versicherte der VBG sind Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen, freiwillig versicherte Unternehmerinnen und Unternehmer, bürgerschaftlich Engagierte und viele mehr. Zur VBG zählen über eine Million Unternehmen aus mehr als 100 Branchen – vom Architekturbüro bis zum Zeitarbeitsunternehmen.

Weitere Informationen: [www.vbg.de](http://www.vbg.de)

Die in dieser Publikation enthaltenen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.



## **Gib dem Staub keine Chance!**

Zehn goldene Regeln zur Staubbekämpfung

[www.staub-info.de](http://www.staub-info.de)

# Inhalt

<b>Gib dem Staub keine Chance!</b>	<b>3</b>
<b>Regel 1: Staub erst gar nicht entstehen lassen</b>	<b>6</b>
<b>Regel 2: Staubarme Materialien verwenden</b>	<b>8</b>
<b>Regel 3: Möglichst in geschlossenen Anlagen arbeiten</b>	<b>10</b>
<b>Regel 4: Staub unmittelbar an der Entstehungsstelle absaugen</b>	<b>12</b>
<b>Regel 5: Absaugungen optimieren und regelmäßig warten</b>	<b>14</b>
<b>Regel 6: Arbeitsräume ausreichend lüften</b>	<b>16</b>
<b>Regel 7: Abfälle sofort und staubfrei beseitigen</b>	<b>18</b>
<b>Regel 8: Arbeitsplätze regelmäßig reinigen</b>	<b>20</b>
<b>Regel 9: Arbeitskleidung sauber halten</b>	<b>22</b>
<b>Regel 10: Bei staubintensiven Arbeiten Atemschutz benutzen</b>	<b>24</b>

# Gib dem Staub keine Chance!

Stäube sind disperse Verteilungen fester Stoffe in Gasen, insbesondere Luft, entstanden durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbelung.

Mit dieser recht kompliziert anmutenden Definition wird eine ganz spezielle Art von Gefahrstoffen umschrieben, denen in vielen Industriezweigen eine besondere Bedeutung zukommt. Im Bergbau, in Steinbrüchen und im Tunnelbau, beim Einsatz von staub- beziehungsweise pulverförmigen Rohstoffen in der Glas- und Keramik-Industrie, in Metall-Gießereien, bei der Herstellung und Verarbeitung von Baustoffen, beim mechanischen Bearbeiten verschiedener Roh- und Fertigerzeugnisse, zum Beispiel durch Schleifen, aber auch bei Wartungs- und Reinigungsarbeiten in Bereichen mit hohem Staubanfall: Bei all diesen Prozessen entstehen feine bis feinste Feststoffteilchen, die in die Luft am Arbeitsplatz gelangen und damit von den dort beschäftigten Menschen eingeatmet werden können.

Die durch das Einatmen von Staub entstehende Gesundheitsgefährdung wird allerdings von den Beschäftigten und von den im Betrieb verantwortlichen Führungskräften meist in verhängnisvoller Weise unterschätzt. Zum einen betrachtet man Staub oft nur als „lästigen Dreck“, der notgedrungen ab und zu weggefegt oder beseitigt werden muss – solange man noch die Hand vor Augen sieht, ist alles o.k.

Zum anderen ist das Thema Staub doch ein alter Hut, die sprichwörtlichen „Dreckbuden“ gehören jedenfalls der Vergangenheit an, oder etwa nicht?

Um solchen verhängnisvollen Vorurteilen wirksam begegnen zu können und damit eine effektive Staubbekämpfung zu ermöglichen, ist eine tiefere Kenntnis der Art und Wirkungsweise der unterschiedlichen Staubarten notwendig.

## Welche Stäube gibt es eigentlich?

Wie bereits definiert, sind **Stäube** in der Luft fein verteilte, feste Teilchen, die

durch mechanische Bearbeitung (Zerkleinerung oder Oberflächenbearbeitung) oder durch Aufwirbeln – zum Beispiel durch Abblasen mit Druckluft oder Trockenkehren mit dem Besen – entstehen. **Rauche** zählen im erweiterten Sinne zu den Stäuben. Sie werden durch chemische oder thermische Prozesse – zum Beispiel Schweißen – gebildet und bestehen ebenfalls aus in der Luft fein verteilten festen Teilchen.

Als **Faserstäube** werden luftgetragene Partikel aus anorganischen oder organischen Stoffen bezeichnet, die eine längliche Gestalt besitzen. Eine besondere Rolle spielen dabei Fasern, die eine Länge von  $> 5 \mu\text{m}$ , einen Durchmesser  $< 3 \mu\text{m}$  haben und ein Länge-Durchmesser-Verhältnis von 3:1 überschreiten, da nur sie bis in die tieferen Atemwege vordringen können.

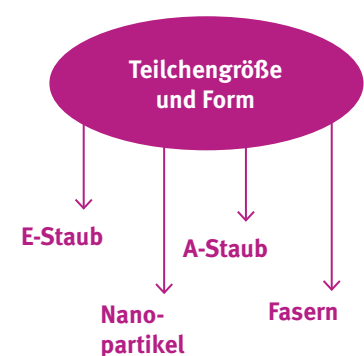
Die in der Luft am Arbeitsplatz auftretenden Stäube werden beim Atmen inhaled und gelangen so in die verschiedenen Bereiche der Atmungsorgane. Größere Partikel werden bereits in den oberen

Luftwegen, also im Nasen- und Rachenraum, abgeschieden, nur die kleineren Teilchen erreichen die tieferen Atemwege, die Alveolen oder Lungenbläschen. Zur Beurteilung der Gesundheitsgefährdung ist daher neben der Teilchenkonzentration (Staubmasse pro  $\text{m}^3$  Atemluft in  $[\text{mg}/\text{m}^3]$ ) insbesondere auch die Teilchengröße von Bedeutung.

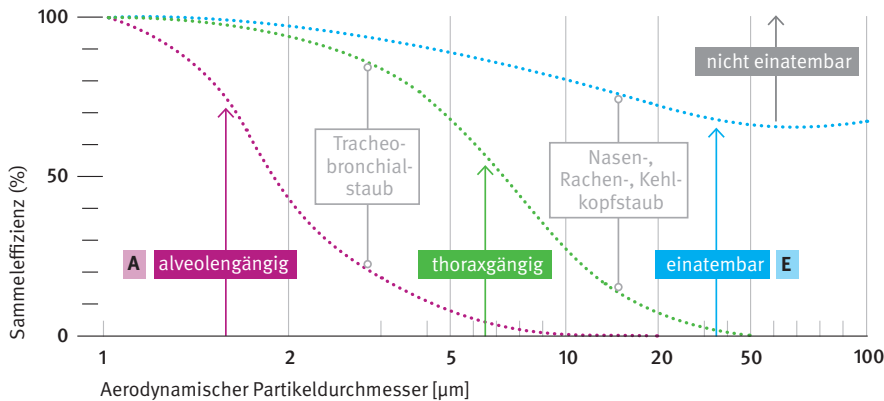
Zwei Größenklassen werden dabei unterschieden: die **einatembare** und die **alveolengängige** Fraktion. Unter einatembarem Staub (E-Fraktion) wird der gesamte, durch Mund und Nase einatembare Anteil des Staubes bezeichnet. Als alveolengängiger Staub (A-Fraktion) wird der Anteil des einatembaren Staubes verstanden, der aufgrund seiner geringen Größe bis in die Lungenbläschen gelangen kann. Die einzelnen Schadstoffe können, je nach Art ihrer Entstehung, in ganz unterschiedlichen Teilchenfraktionen auftreten und dort, entsprechend ihrer toxischen Eigenschaften, über den Luftgrenzwert individuell begrenzt sein. Die Beurteilung gesundheitsgefährlicher Stäube am Arbeitsplatz setzt deshalb neben der

## Gefährdungsbeurteilung bei Stäuben

Physikalische und biologisch-toxische Eigenschaften	
<b>Kanzerogen</b>	<b>Fibrogen/irritativ</b>
Asbest, Arsen, Chromate, Azofarben	Asbest, Quarz, KMF, Allgemeiner Staub
<b>Toxisch</b>	<b>Sensibilisierend</b>
Blei, Cadmium, Antimon, Farbstäube, Fluoride	Mehlstaub, Nickel, Cobalt, Phenol-Formaldehydharz
Biobeständigkeit/Löslichkeit	
<b>Oberfläche</b>	



Teilchengrößenverteilung nach DIN EN 481



**E Einatembare Fraktion (E-Fraktion):** Massenanteil aller Schwebstoffe, der durch Mund und Nase eingeatmet wird  
**A Alveolengängige Fraktion (A-Fraktion):** Massenanteil der eingeatmeten Partikel, der bis in die nichtcilierten Luftwege vordringt

Kenntnis der Anteile des A- und E-Staubes auch das Wissen um die Schadstoffverteilung innerhalb der einzelnen Fraktionen voraus. Es muss eine Differenzierung nach Teilchengröße, Gestalt und stofflicher Zusammensetzung erfolgen.

Luftgrenzwerte für verschiedene Stäube wurden nach diesem Prinzip bislang entweder für die alveolengängige oder für die einatembare Staubfraktion festgelegt. Unabhängig davon gibt es für Stäube ohne spezielle toxische Wirkung allgemeine Obergrenzen für die A- und E-Fraktion. In der EU ist für A- und E-Staub bislang kein bindender Grenzwert festgelegt. Für E-Staub gilt allerdings in den meisten EU-Mitgliedstaaten ein Grenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup>, während die nationalen Werte für A-Staub in einem Bereich von 1,25 bis 6 mg/m<sup>3</sup> liegen. Ein Überblick über die international gültigen Staubgrenzwerte findet sich in der Tabelle auf Seite 5. Für Quarzfeinstaub wurde 2015 ein Beurteilungsmaßstab von 0,05 mg/m<sup>3</sup> veröffentlicht.

**Wie gelangen Stäube in den Körper und welche Wirkung haben sie?**

Der Mensch verfügt über ein Atemsystem mit einem effektiven Selbstreinigungsmechanismus (clearance). Mit „normalem Schmutz“ wird dieses Filtersystem mühelos fertig und schützt den Menschen ziemlich perfekt. Auf eine übermäßige Belastung durch Stäube ist es jedoch nicht ausreichend ausgelegt. Eine wesentliche Funktion bei der Selbstreinigung der Atemwege spielen die mikroskopisch kleinen Flimmerhärchen, mit denen die Bronchien und deren feinere Verzweigungen, die Bronchiolen, ausgekleidet sind. Sie transportieren durch ständige, gerichtete Bewegungen die im Bronchialschleim abgelagerten Staubteilchen wieder in den oberen Atemtrakt, wo sie dann abgehustet werden können.

Durch das Einatmen großer Staubmengen beziehungsweise von toxischen Stäuben kann dieser Reinigungsmechanismus zum Erliegen kommen oder zumindest längere Zeit stark beeinträchtigt werden. Die Folge sind Reizungen oder Entzündungen der oberen Atemwege, vermehrte Schleimabsonderungen und Hustenreiz, Bronchitis und Entzündungen der Bronchien und des Lungengewebes. Umso leichter können dann toxische, krebs-erzeugende und allergisierende Staubteilchen, wie zum Beispiel Quarzstaub, Schwermetalloxide, Schweißrauche, Holz-

oder Mehlstäube, ihre schädigende Wirkung in den Atemwegen und in anderen Körperorganen entfalten.

oder Mehlstäube, ihre schädigende Wirkung in den Atemwegen und in anderen Körperorganen entfalten.

Tabakrauch beeinträchtigt den Reinigungsmechanismus der Lunge in ganz besonderer Weise. Rauchen kann zur Zerstörung der Bronchialschleimhaut mit irreversiblen Verlust von Flimmerhärchen und Schleim bildenden Drüsenzellen der Atemwege führen. Der Abtransport des Schleimes mit den darin abgeschiedenen Staubpartikeln kommt zum Erliegen. Rauchen schädigt also nicht nur durch die toxischen Substanzen des Tabakrauches, wie Teerbestandteile, Kohlenmonoxid, Formaldehyd, Benzol, Schwermetalle und Nikotin. Es setzt auch den Selbstreinigungsmechanismus der Lunge außer Funktion und vervielfacht damit die schädliche Wirkung des eingeatmeten Staubes.

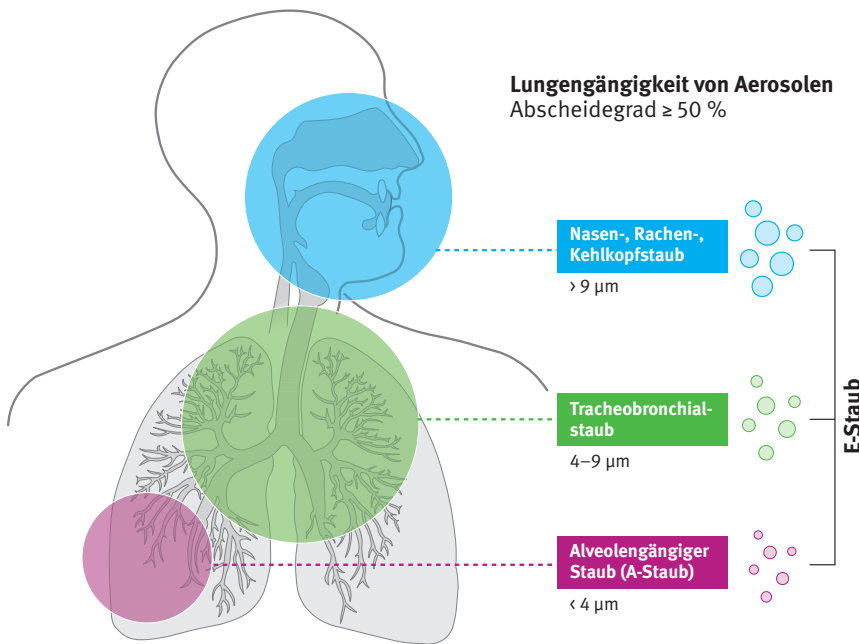
**Welche Regelungen zum Staubschutz gibt es?**

Die grundlegende Vorgehensweise beim Staubschutz ist in der Agentien-Richtlinie 98/24/EG vom 7. April 1998 festgelegt. Danach ist zu prüfen, ob Stoffe mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko verwendet werden können (Substitutionsgebot). Quarz ist allerdings als Rohstoff in vielen Industriezweigen nicht zu ersetzen, da Siliziumdioxid der Grundbaustein für eine ganze Reihe von mineralischen Rohstoffen und Erzeugnissen ist. Andere häufig verwendete gefährliche Stäube – zum Beispiel Bleioxid in Glasuren und Engoben – können manchmal durch andere, weniger schädliche Verbindungen ersetzt werden.

Können Gefahrstoffe nicht substituiert werden, so sind Schutzmaßnahmen zu treffen. Die Rangfolge der Schutzmaßnahmen gibt ebenfalls die Agentien-Richtlinie vor. Arbeitsverfahren sind so zu gestalten, dass gefährliche Dämpfe und Schwebstoffe nicht frei werden. Ein Entweichen entstehender Stäube kann zum Beispiel durch staubdichte Anlagen oder durch Vakuumbetrieb erreicht werden. Die Gestaltung der Arbeitsverfahren ist deshalb



Lungengängigkeit von Aerosolen (Abscheidegrad  $\geq 50\%$ )



Reparaturarbeiten – so sind personenbezogene Maßnahmen erforderlich, zum Beispiel das Tragen von Staubmasken.

Auf jeden Fall müssen die Beschäftigten gemäß der Agenzien-Richtlinie über Gefährdungen und Schutzmaßnahmen informiert sein: Das Erstellen einer Betriebsanweisung und eine entsprechende Unterweisung durch die Vorgesetzten sind Pflicht. Weitere organisatorische Maßnahmen sind beispielsweise die Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge und die Minimierung der Exposition durch Begrenzung der Aufenthaltsdauer der Beschäftigten – zum Beispiel in einer teil- oder vollautomatisierten Rohstoffdosieranlage.

**Wie sieht die Praxis aus?**

Die relativ umfassenden und damit allgemeinen Festlegungen der Agenzien-Richtlinie 98/24/EG werden in den EU-Mitgliedstaaten im nationalen Regelwerk weiter konkretisiert. Für die Lösung drängender Staubprobleme in der betrieblichen Praxis reichen diese Regelungen allerdings oft nicht aus. Deshalb hat das Sachgebiet Glas und Keramik „Zehn goldene Regeln zur Staubbekämpfung“ erarbeitet, die den Betrieben einen einfachen, anschaulichen und vor allem anwenderfreundlichen Leitfadens an die Hand geben sollen. Diese Regeln können von den Verantwortlichen im Betrieb bei der Gefährdungsbeurteilung, bei der Unterweisung und bei der täglichen Arbeit genutzt werden.

zu überprüfen. So kann zum Beispiel der Einsatz von befeuchteten Rohstoffen die Staubentstehung drastisch reduzieren. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von Rohstoffgranulaten mit einem entsprechend geringerem Verstaubungsverhalten.

Nach dem Stand der Technik ist das Freiwerden von Staub in vielen Produktionsbereichen nicht vermeidbar. Deshalb muss eine möglichst vollständige Erfassung bereits an der Austritts- oder Entstehungsstelle erfolgen. Geeignete Absaugungen gibt es bereits zum Beispiel für Keramikpressen, für Absackanlagen pulverförmiger Stoffe oder für Werkzeuge und Anlagen zur Natursteinbearbeitung. Absaugungen müssen durch eine entsprechende Lüftungstechnik und durch eine ausreichende Belüftung der Arbeitsräume in ihrer Wirkung unterstützt werden. Stoffe, die zum Verstauben neigen, müssen bei Reparaturarbeiten sofort mit geeigneten Mitteln (Staubsauger oder Kehrsaugmaschinen mit Entstauber) be-

seitigt werden. Besen oder gar Druckluft sind nicht geeignet und deshalb aus solchen Bereichen strikt zu verbannen!

Werden die Grenzwerte trotz Ausschöpfung aller technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen nicht eingehalten – zum Beispiel bei Wartungs- und

**Staub am Arbeitsplatz – Internationale Grenzwerte**

Land	A-Fraktion [mg/m <sup>3</sup> ]	E-Fraktion [mg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkungen
Österreich	5	10	
Belgien	3	10	
Dänemark	5 <sup>1)</sup>	10	<sup>1)</sup> mineralisch
Frankreich	5 <sup>2)</sup>	10	<sup>2)</sup> Aerosol
Deutschland	1,25	10	
Ungarn	6	10	
Spanien	3	10	
Schweden	5	10	
Schweiz	3	10	
USA	5	15	OSHA

Werden die Regeln von den Beschäftigten beachtet, leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Verringerung der Staubbekämpfung und damit zu einer Verbesserung des Gesundheitsschutzes in den Betrieben.

Info unter:  
[www.staub-info.de](http://www.staub-info.de)

# Regel 1: Staub erst gar nicht entstehen lassen

„Guter“ Staub ist Staub, der erst gar nicht entstehen und in die Atemluft gelangen kann. Wenn Staubteilchen durch Aufwirbeln, unsachgemäßes Lagern oder durch Verschleppen mit Arbeitsgerät oder Arbeitskleidung erst einmal verteilt werden, ist es schon zu spät!

Feine, lungengängige Staubpartikel haben einen Durchmesser von 5 µm und weniger. Sie sind so leicht, dass es unter Umständen mehrere Stunden dauern kann, bis sie sich wieder auf dem Boden oder anderen Flächen absetzen. Außerdem ist dieses Feinstaub-Luft-Gemisch für das menschliche Auge so gut wie unsichtbar und entzieht sich damit unserer Wahrnehmung. Es ist daher besonders wichtig, die Beschäftigten auf die Gefahren und Besonderheiten beim Umgang mit staubenden Materialien und beim Auftreten von Staub aufmerksam zu machen und entsprechend zu unterweisen.

räte vorhanden sind. Die Verfahren sind so zu planen, dass die Materialien möglichst wenige Transport- und Bearbeitungsschritte durchlaufen müssen.

Feinkörnige Schüttgüter werden häufig in Silos gelagert. Dabei besteht die Gefahr, dass das feine Schüttgut im Silo bei unzu-

reichender Gestaltung des Fließprofils während des Austragevorganges mit Luft durchsetzt wird. Durch diese Fluidisierung kommt es zu einer starken Staubbildung. Der Lufteintrag in das Schüttgut wird durch die Erzeugung eines sogenannten Silo-Masseausflusses minimiert. Dabei wird das gesamte, im Silo befindliche

Fallgeschwindigkeit [cm/s]	Falldauer aus 1 m Höhe [min]	Teilchengröße
0,00006	500 Std.	• 0,1µm
0,006	5 Std.	• 1µm
0,6	3 Min.	• 10µm
15	6 s	• 50µm

Schwebeverhalten von Staubteilchen – Dichte 2 g/cm³ – in Luft

### Lagerung und Transport

Der Staubschutz muss schon am Anfang der Produktion beginnen! Bereits durch unsachgemäßes Lagern kann Staub entstehen. Die staubfreisetzenden Materialien und Rohstoffe können in andere Arbeitsbereiche verschleppt werden. Eine Aufbereitung und Vorhaltung in geschlossenen Systemen – zum Beispiel Silos, Fässer oder geschlossene Rohstoffbunker – ist anzustreben. Aufgeschüttetes oder offen gelagertes Material soll abgedeckt oder zumindest feucht gehalten werden. Gerade im Lagerbereich ist darauf zu achten, dass die Arbeitsabläufe klar geregelt sind und dafür auch der entsprechende Freiraum und die benötigten Ge-







Schnell laufende Bearbeitungsverfahren möglichst durch langsam laufende ersetzen

Schüttgutvolumen gleichzeitig in Bewegung gebracht (vergleichbar einer Kolbenströmung). Vor Auslegung einer Siloanlage muss deshalb das jeweilige Fließverhalten der Schüttgüter bestimmt werden. Besonders im Bereich Lagern und Transportieren von feinkörnigen Schüttgütern ist bereits bei der Anlagenplanung darauf zu achten, dass eine unnötige Fluidisierung des Feststoffes (Durchmischung des Schüttgutes mit Luft) vermieden wird.

**Korngrößenverteilung**

Bei einer Reihe von Produktionsprozessen werden die verwendeten Rohstoffe – zum Beispiel Tonerden und Sande – in der Regel durch mechanische Bearbei-

tungsverfahren zerkleinert. Dabei ist darauf zu achten, dass möglichst nur so fein wie nötig aufgemahlen wird. Je größer die einzelnen Korndurchmesser sind, desto geringer ist die Verstaubung. Als Nebeneffekt lässt sich eine Energieersparnis durch den verringerten mechanischen Aufwand für die Zerkleinerung erzielen.

**Bearbeitungsverfahren**

Auch bei der Auswahl von Verfahren zur Materialbearbeitung sind Aspekte des Staub- und Gesundheitsschutzes mit einzubeziehen. Mit schnell laufenden Bearbeitungsgeräten entsteht viel feiner Staub mit sehr hohem Energieeintrag. Die Staubteilchen werden nicht nur durch den Bearbeitungsvorgang mechanisch beschleunigt, sondern erhalten durch Scher- und Reibungskräfte erhebliche thermische Energie. Dies sorgt für eine zusätzliche Ausbreitung der Teilchen. Anstelle von schnell laufenden, stauberzeugenden Bearbeitungsverfahren sind deshalb langsam laufende und grob zerspannende Verfahren auszuwählen. Ist dies aus verfahrenstechnischen Gründen

nicht möglich, können als Alternative Nass- anstelle von Trockenbearbeitungsverfahren eingesetzt werden.

**Abfüllvorgänge**

Das manuelle Ab- beziehungsweise Umfüllen mit der Schaufel ist im Prinzip ein verfahrenstechnischer Schritt auf „Steinzeitniveau“. An diesem Beispiel lässt sich ein wichtiger Grundsatz zur Staubvermeidung gut darstellen. Je länger die „Flugphase“ des Materials ist, desto besser werden die Teilchen mit Luft eingehüllt und umso weiter werden sie in die Umgebungsluft getragen. Durch Verringerung der Abwurfhöhe (das heißt Schaufel direkt am Abwurfkegel abschütten) wird das Aufwirbeln von Staub erheblich verringert. Dieses Prinzip lässt sich auf alle Material-Übergabestellen anwenden. Abwurfhöhen an Füll- und Schüttstellen sind daher so gering wie möglich zu halten.

**Checkliste zur Staubvermeidung**

		Ja	Nein
1.	Sind die Beschäftigten über die Gefährdung durch Stäube und über die Möglichkeiten der Staubvermeidung unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Werden Rohstoffe in geschlossenen Anlagen gelagert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Ist aufgeschüttetes, loses Material mit Planen abgedeckt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Werden Säcke mit staubenden Materialien nach Gebrauch wieder verschlossen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Sind die Lagerbereiche für staubende Materialien gekennzeichnet und für Befüll- und Entnahmevorgänge räumlich ausreichend bemessen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Sind die Lagerbehälter – zum Beispiel Silos, Big Bags, Säcke – ausreichend gegen Beschädigungen – zum Beispiel Ladegabeln von Staplern – geschützt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Sind Abwurfhöhen an Füll- und Schüttstellen – zum Beispiel Bandübergabestellen – minimiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Werden nach Möglichkeit Nass- anstelle von Trockenbearbeitungsverfahren eingesetzt – zum Beispiel beim Sägen, Schneiden oder Schleifen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Können schnell laufende Bearbeitungsverfahren durch langsam laufende ersetzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	Wird möglichst grobkörniges Schüttgut eingesetzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	Ist eine unnötige Fluidisierung der Feststoffe vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Regel 2: Staubarme Materialien verwenden

Vor dem Einsatz von oft aufwendigen technischen Schutzmaßnahmen lohnt es sich, bereits am Anfang des Produktionsprozesses die Verwendbarkeit von staubarmen Materialien beziehungsweise von Ersatzstoffen mit geringerem Gefährdungspotenzial zu prüfen. Dies kann in einigen Fällen auch mit einer Veränderung des Arbeitsverfahrens verbunden sein. Was auf den ersten Blick mühsam und schwierig erscheint, kann sich dennoch lohnen: Die Verwendung von Ersatzstoffen führt meist zu erheblichen Kosteneinsparungen, wenn dadurch Ausgaben für Absaug- und Lüftungsanlagen, für Energie und Persönliche Schutzausrüstungen reduziert werden oder ganz entfallen.

### Nachfrage beim Hersteller lohnt sich

Bereits bei der Anlagenplanung ist zu prüfen, wo zum Verstauben neigende Schüttgüter eingesetzt oder als Zwischen- beziehungsweise Endprodukt erzeugt werden. Typische Prozesse mit Staubentwicklung sind:

- Trocknung von Schüttgütern in Luftstrom
- Schüttvorgänge
- Mischvorgänge von trockenen Schüttgütern
- Pneumatischer Transport



Staubförmiges Material, pelletierte Form

Das Verstaubungsverhalten ist aber auch von den Eigenschaften des verwendeten Materials selbst abhängig. Eine wichtige Rolle spielen dabei

- die chemische Zusammensetzung,
- die Korngrößenverteilung,
- die Schüttdichte und
- der Feuchtegehalt („Gutfeuchte“).

Durch Pelletierung, Einsatz von Bindern, Auswaschen des Feinstaubanteils, Mikroverkapseln von Partikeln lässt sich die Freisetzung von Staub oft nachhaltig verringern. Hersteller und Lieferanten sind die richtigen Ansprechpartner, wenn es um die Auswahl staubarmer Materialien geht. In vielen Fällen halten sie das gewünschte Produkt auch in staubreduzierter Form bereit – zum Beispiel als Schlicker oder Pellets.

### Schlicker, Pasten, Pellets ...

Durch den Einsatz feuchter oder als Schlicker („Slurry“) angemachter Rohstoffe wird das Verstauben von Schüttgütern erheblich verringert. Bei Schlickern beziehungsweise Suspensionen entsteht nach Sedimentation des Feststoffes überdies eine sehr hohe Packungsdichte, die durch mechanische Pressvorgänge nur schwer zu erreichen ist. Ein deutlich reduziertes Speichervolumen ist die Folge.



Gerade im Bereich der Zuschlagsstoffe (Farbkörper, Glasuren, Engoben, ...) bieten viele Hersteller heute geeignete Material suspensionen an.

Je weniger die einzelnen Teilchen im Schüttgut mit Luft umhüllt sind, desto weniger neigen sie zum Verstauben. Durch die Verringerung des Luftanteils in der Schüttung wird die Entstehung eines Staub-Luft-Gemisches (Aero-Suspension) reduziert. Um dies zu erreichen, werden staubförmige Materialien manchmal als Pellets oder als Granulat angeboten. Wenn möglich, sollte auf diese Verwendungsformen zurückgegriffen werden.

Auch durch geringe Mengen von Zuschlagsstoffen können die Kräfteverhältnisse zwischen den Teilchen und damit die Staubentwicklung beeinflusst werden – zum Beispiel durch Zusätze von Stabilisatoren und Pigmenten bei der Herstellung polymerer Feststoffe.

**Ersatzstoffe**

An erster Stelle, noch vor den Überlegungen zur Verwendung staubarer Materialien, steht natürlich die Ersatzstofffrage: Können toxische beziehungsweise gesundheitsgefährliche Stäube durch solche mit weniger gefährlichen Eigenschaften ersetzt werden? Auch hier ist es notwendig, eng mit den Lieferanten beziehungsweise Herstellern zusammenzuarbeiten und alle technischen Möglichkeiten abzuklopfen. Gerade bei den staubförmigen Materialien ist dieser Weg mühsam und nur in seltenen Fällen von



Verarbeitung von Gießschlicker

Erfolg beschieden – Technologie und Materialeigenschaften stehen im Vordergrund.

Trotzdem gibt es positive Beispiele und Ansätze:

- Der Quarzgehalt in Strahlmitteln, in Schleif- und Poliermitteln ist in einigen EU-Mitgliedsstaaten minimiert beziehungsweise ganz verboten. Ersatzmaterialien stehen zur Verfügung.
- Auch für quarzhaltige Einstreumittel als Brennhilfe in Öfen der keramischen Industrie gibt es Alternativen – zum Beispiel Korund.

- Stark bleihaltige Glasuren können in den meisten Fällen durch bleifreie oder zumindest bleireduzierte Glasuren ersetzt werden.
- Es gibt mittlerweile eine ganze Reihe von Ersatzstoffen für die als krebserzeugend eingestuftes Keramikfasern (Hinweise zum Beispiel in der deutschen TRGS 619 unter [www.baua.de](http://www.baua.de)).
- In Europa ist zur Vermeidung des sogenannten allergischen Zementekzems der Chromatgehalt von Zement seit 2005 auf 2 mg/kg beschränkt.

**Checkliste zur Verwendung staubarer Materialien**

		Ja	Nein
1.	Wurde bereits bei der Anlagenplanung geprüft, wo zum Verstauben neigende Schüttgüter eingesetzt oder als Zwischenbeziehungsweise Endprodukt erzeugt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Wurde beim Hersteller oder Lieferanten nachgefragt, ob die verwendeten Produkte auch in staubarer Form erhältlich sind – zum Beispiel Schlicker, Pasten, Pellets, Granulat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Ist es möglich, stark staubende Materialien im Produktionsprozess durch feuchtes/befeuchtetes Material oder sogar durch Schlicker zu ersetzen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Wurde geprüft, ob toxische oder gesundheitsschädliche Stoffe durch weniger gefährliche Materialien ersetzt werden können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Wurde in diese Ersatzstoffsuche auch der Hersteller/Lieferant mit einbezogen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Regel 3: Möglichst in geschlossenen Anlagen arbeiten

Die wirksamste technische Staubbekämpfungsmaßnahme ist das Arbeiten in geschlossenen Anlagen (Kapselung, Einhausung). Das staubfreie Beschicken, Verarbeiten, Entleeren und Lagern von pulverförmigen Materialien stellt allerdings höchste Anforderungen an Planende und Konstruierende. Vor allem für den wartungsarmen Dauerbetrieb muss nach wirtschaftlichen Lösungen gesucht werden.

Die Vorteile eines geschlossenen Systems für den Gesundheitsschutz, aber auch für die Produktqualität, liegen auf der Hand. Im geschlossenen Chargier- und Konti-Betrieb mit automatischer Rohstoffzuführung werden sämtliche Stoff- und Prozesswerte durch moderne EDV-gestützte Wäge- und Steuerungstechnik lückenlos erfasst. Die Kontrolle dieser Parameter ist ein entscheidender Qualitäts- und Wettbewerbsfaktor.

### Zuführen von Material

An den Anfangspunkten und Schnittstellen von Produktionsprozessen, an denen Material eingeschleust wird („Materialaufgabe“), ist die Gefahr der Freisetzung von Staub besonders groß. Engoben, Glasuren und ähnliche Rohstoffe werden in der Regel in Big-Bags oder Papiersäcken angeliefert. Das Ausschütten über einfache Aufgabetrichter entspricht nicht mehr dem Stand der Technik! Für die Big-Bag-Entleerung gibt es erprobte und einfach zu bedienende Anschlussysteme – zum Beispiel Klemm- oder Aufblasmanschetten –, die eine staubdichte Verbindung ermöglichen. Über einen solchen Entstaubungsanschluss kann nicht nur die Aspirationsluft abgesaugt, sondern auch der Big-Bag evakuiert werden, so dass dieser ohne Staubentwicklung abgenommen und entsorgt werden kann.

Für die staubfreie Aufgabe von Schüttgütern aus Papiersäcken sind Sack-Entleerstationen Stand der Technik. Die beste Variante ist ein geschlossenes System, welches den Sack automatisch aufreißt, entleert, die Papierhülle verdichtet und anschließend staubfrei ausgibt. Bereits einfachere Ausführungen mit abgesaugtem Sackaufлагetisch und Einfüllöffnung verringern die Staub- und überdies die Rückenbelastungen erheblich. Ein eingeleger Grobrost verhindert das Einfallen



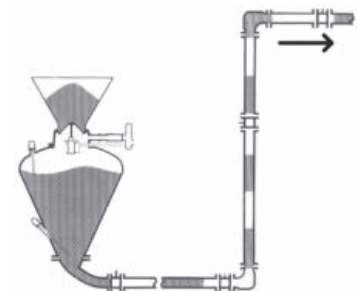
von Sackteilen in die Masse beim manuellen Aufschlitzen der Papiersäcke.

### Transportieren und Fördern von Material

Beim pneumatischen Förderverfahren macht man sich das Verstaubungsverhalten von pulverförmigen Feststoffen und Granulaten als Förderprinzip zunutze: Durch Beaufschlagung mit Druckluft wird ein fließfähiges Luft-Feststoff-Gemisch erzeugt.

Pneumatische Förderer ermöglichen zur Überwindung größerer Entfernungen (> 30 m) eine flexible und anspruchsvolle Streckenführung im geschlossenen System.

Ein einfaches Rohrleitungssystem mit möglichst wenigen Einbauten garantiert lange Wartungsintervalle. Der Einsatz von verschleißfesten Bögen beziehungsweise verschleißmindernden Verfahren bei der

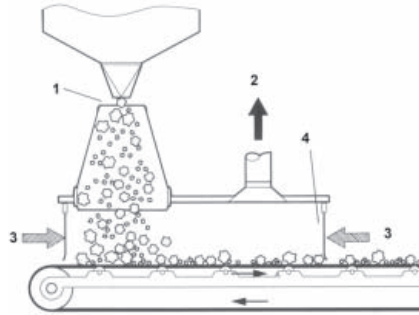


Wirkprinzip für pneumatische Förderung

Umlenkung der Förderströme macht die Anlagentechnik langlebig. Auf eine regelmäßige Wartung der Reinigungsfilter für die abfließende Förderluft ist zu achten. Auch für stückige Schüttgüter wurden pneumatische Fördertechniken entwickelt – zum Beispiel für Kohle, Koks, Schlacke, Scherben, Stückkalk und Abfälle. Die Kantenlänge der Stücke kann dabei bis zu 40 mm betragen.

Eine Alternative zur pneumatischen Förderung sind geschlossene Vibrationsrinnen und Schneckenförderer. Mit diesen Fördersystemen kann über begrenzte Entfernungen transportiert, aber auch sehr genau dosiert werden. Die Schnecke eignet sich für grobkörnige, zum Stauben neigende, feinkörnig-pulvrige oder klebende Schüttgüter. Zum schonenden und verschleißarmen Dosieren bruchempfindlicher und schleißender Güter sollten Vibrationsdosierer eingesetzt werden. Durch die Vibrationsbewegung kann es allerdings zu Klassiereffekten und damit zur Entmischung kommen.

Becherbandanlagen sind staubtechnisch gesehen besonders vorteilhaft, da sie sowohl den vertikalen als auch den horizontalen Materialtransport ohne Übergabestellen ermöglichen. Da bei einer Becherbandanlage Materialreste aus den rücklaufenden Bechern herausfallen können, ist die Anlage zusätzlich auf der



Gekapselte Bandübergabestelle (1 Minimierung der Fallhöhe, 2 Absaugung, 3 Zuluft, 4 Schürze)

Unterseite zu unterfangen. Das herabfallende Material kann in einem trichterförmigen Behälter aufgefangen und mittels Absaugung erfasst werden. Unterdruck im gesamten Bandbereich verhindert die Staubbefreiung durch Undichtigkeiten. Durch eine Einhausung können Stetigförderer nahezu staubfrei betrieben werden. Besonders zu beachten sind Materialübergabestellen an den Schnittpunkten der einzelnen Anlagenkomponenten. Eine Kapselung in diesem Bereich ist zur effektiven Staubbekämpfung zwingend notwendig. Auch Gurtreinigungssysteme – zum Beispiel rotierende Bürsten an der Umlenkstelle – sind staubdicht zu kapseln beziehungsweise in eine vorhandene Einhausung zu integrieren.

**Be- und Verarbeiten von Material**

Das Prinzip der Kapselung beziehungsweise Einhausung von Staubquellen gilt

nicht nur für Maschinen und Anlagen. Auch durch räumliche Trennung ganzer Betriebsbereiche – zum Beispiel Aufbereitung – wird die Verschleppung des anfallenden Staubes durch Zugluft oder innerbetrieblichen Verkehr vermieden. Bei Bandanlagen bietet sich die Verlegung in vom Arbeitsraum getrennten und abgesaugten Räumen an – zum Beispiel begehbare Bandkanäle. Durch die Einhausung einzelner Maschinen beziehungsweise Bearbeitungsschritte, wie zum Beispiel Fräs- und Bohrzentren, mit zusätzlicher Absaugung, kann die Staubbefreiung optimal unterdrückt werden.



Eingehauste Materialaufbereitung

Geschlossene Anlagensysteme müssen für Wartungs- und Revisionszwecke zugänglich sein, eine ausreichende Anzahl geeigneter Revisionsöffnungen ist daher vorzusehen. Einfache, mit einem Spannbügel zugehaltene Blechdeckel beispielsweise, sind denkbar ungeeignet! Flansche mit entsprechender Verschraubung ermöglichen dagegen ein wiederholtes staubdichtes Verschließen.

**Checkliste zum Arbeiten in geschlossenen Anlagen**

		Ja	Nein
1.	Sind alle Big-Bag-Entleerstellen staubdicht angeschlossen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Ist für Aufgabestellen von Sackware eine geeignete Entstaubungstechnik (automatische Entleerstation, abgesaugter Aufgabetisch) vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Sind Materialauf- und Übergabestellen gekapselt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Sind auch die Unterseiten von Bandanlagen in die Umhausung mit einbezogen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Ist eine ausreichende Zahl geeigneter Revisionsöffnungen an den Einhausungen vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Werden Revisionsöffnungen nach Benutzung auch wieder staubdicht verschlossen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Sind Betriebsbereiche mit hoher Staubbelastung räumlich getrennt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Werden eingehauste Anlagen regelmäßig auf Leckagen und undichte Stellen überprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Regel 4: Staub unmittelbar an der Entstehungsstelle absaugen

Ersatzstoffe, staubarme Verfahren und Materialien, Arbeiten im geschlossenen System – oft kann trotz Ausschöpfen aller Möglichkeiten und Einsatz modernster Technik das Austreten von Staub in die Luft am Arbeitsplatz nicht verhindert werden. In diesen Fällen ist es ganz besonders wichtig, die Stäube unmittelbar an der Entstehungs- beziehungsweise Austrittsstelle zu erfassen und abzusaugen, um eine weitere Ausbreitung zu vermeiden.

### Erfassungseinrichtungen

Die einfachste Variante einer Erfassungseinrichtung sind Auffangvorrichtungen – zum Beispiel Wannen, Trichter oder Taschen – für austretende oder herabfallende Abfälle. Meist ist es aber notwendig, die Erfassungselemente abzusaugen und an die Besonderheiten der Staubquelle anzupassen.

Durch einen Ventilator wird in der Absaugung eine Luftströmung erzeugt, welche die Staubteilchen mitreißt und über Erfassungsöffnung und Rohrleitungsnetz einem Abscheider zuführt. Wesentlich für eine gute Wirkung der Absaugung ist die Anpassung der Erfassungseinrichtung in ihrer Form und Anordnung an die jeweilige Art der Freisetzung und Ausbreitung der Staubteilchen.

Vor Auswahl einer Erfassungseinrichtung muss die Staubemissionsquelle genau betrachtet werden. Häufig besitzen die Staubteilchen eine beträchtliche Eigengeschwindigkeit, erzeugt durch mechanische



Bearbeitungsvorgänge oder Luftströmungen. Die Richtung der Teilchenbewegung und die anhaftende Bewegungsenergie sind zu bewerten. Dabei sind folgende Faktoren von Bedeutung:

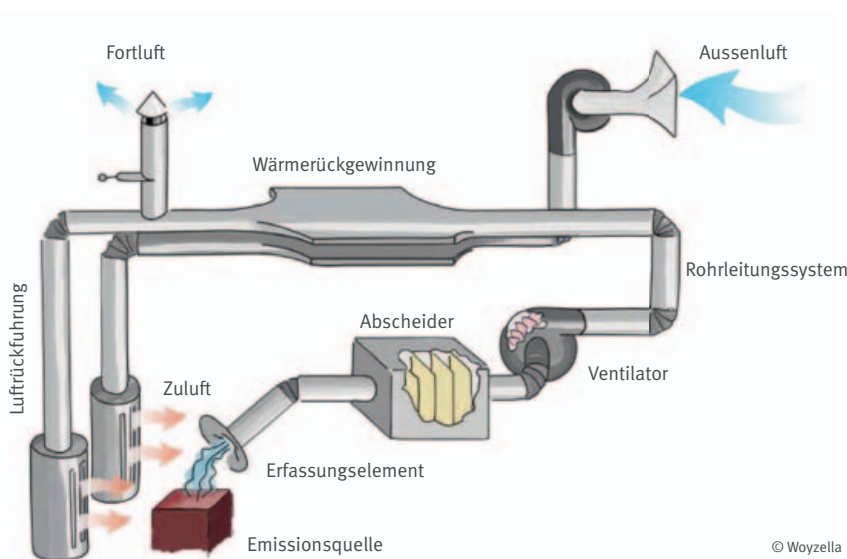
- Dichteunterschiede durch thermische Strömung – zum Beispiel durch Erwärmung
- Druckunterschiede durch Luftverdrängung – zum Beispiel Schütt-, Transport- oder Füllvorgänge

- Mitreißen der Luft durch die Bewegung fester Körper – zum Beispiel Bewegung von Schleifscheiben, Fräs- und Bohrmaschinen
- Freistrahlwirkung – zum Beispiel Luftstrahl beim Ausblasen
- Störluftbewegungen – zum Beispiel Kühlluft an Elektromotoren

Erfassungseinrichtungen werden grundsätzlich je nach Bauart in offene, halb-offene und geschlossene Systeme eingeteilt. Je offener das System, desto problematischer die Stauberfassung. Die Erfassungseinrichtung und die Arbeitsabläufe müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass sie sich gegenseitig nicht behindern. Es soll ja nur der Staub und nicht das Produkt im Absaugrohr verschwinden.

Ein Erfassungselement muss so gestaltet sein, dass es bei Werkzeug- oder Produktwechsel leicht demontierbar, fahr-, schwenk- oder drehbar ist, damit die Rüstzeiten niedrig gehalten werden.

Durch gezielte Luftzufuhr (Zuluftunterstützung) kann die Stauberfassung erheblich verbessert werden. Bei der Dimensionierung ist darauf zu achten, dass die eingesetzte Zuluft nicht zur Störströmung wird.



Komponenten einer Absauganlage



Kombinierte Blas-/Saugvorrichtung zur Reinigung von Brennhilfsmitteln

### Wechselnde Staubquellen

Bei manchen Arbeitsplätzen – zum Beispiel beim Schweißen – ist der Einsatz von Erfassungseinrichtungen in geschlossener oder halboffener Bauart oft nicht möglich. In solchen Fällen ist die offene Bauart anzuwenden. Um dabei einen vergleichbaren Erfassungsgrad zu erreichen, sind höhere Absaugleistungen erforderlich, da die Saugwirkung mit wachsender Entfernung der Mündungsöffnung von der Staubquelle sehr schnell abnimmt.

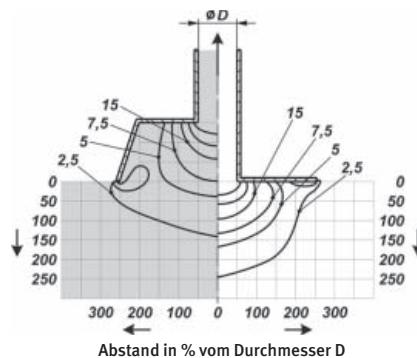
In der Praxis wird häufig ein Saugrohr mit angebautem Trichter verwendet. Ein wesentlich besserer Wirkungsgrad wird mit einer Erfassungseinrichtung der Bauart Rohrstützen mit Flansch beziehungsweise Düsenplatte erzielt. Die Tiefenwirkung des Erfassungsluftstromes ist dabei um bis zu 30 Prozent höher.

Auch für handgeführte Arbeitsmaschinen – zum Beispiel Winkelschleifer, Bohrhammer

oder Bohrmaschinen – bietet die Industrie inzwischen Absaugsysteme an. Die Stauberfassungseinrichtung muss flexibel an die verschiedenen Gegebenheiten angepasst werden können und trotzdem sehr stabil sein, sodass sie auch rauen Baustellenbedingungen standhält. Zusätzlich soll sie das Eigengewicht der Maschine nicht wesentlich erhöhen.

### Staubabscheidung

Falls die abgesaugte Luft in den Arbeitsraum zurückgeführt wird (Reinlufrückführung), muss sie ausreichend gereinigt werden. Bei krebserzeugenden Stäuben sollte dies nur unter Anwendung von Verfahren oder Geräten erfolgen, die den nationalen Normen entsprechen. Die



Vergleich der Saugleistung von Absaughaube (links) und Saugrohr mit Flansch (rechts), Linien gleicher Luftansauggeschwindigkeit

rückgeführte Luft soll dabei annähernd Frischluftqualität erreichen. Dies ist bei lufttechnischen Anlagen zum Beispiel der Fall, wenn die Staubkonzentration in der zurückgeführten Luft (Rückluft) 1/5 des Luftgrenzwertes nicht überschreitet und der Anteil der Rückluft in der Zuluft nicht mehr als 70 Prozent beträgt. Bei quarzhaltigen und besonders bei krebserzeugenden Stäuben sollten diese Werte nochmals deutlich unterschritten werden. In jedem Fall sind dabei die jeweiligen nationalen Normen zu beachten.

Von einer ausreichenden Entstaubungswirkung kann ausgegangen werden, wenn eine baumustergeprüfte Entstaubungseinrichtung verwendet wird oder eine Prüfung vor Ort stattfindet. Die Anlage ist nach der Betriebsanleitung des Herstellers bestimmungsgemäß zu verwenden und das Filtermaterial nach den vorgegeben Standzeiten zu warten beziehungsweise zu ersetzen.

Mobile Kleinentstauber können mit Rückluftführung betrieben werden, wenn sie über ein Prüfzeugnis nach Anhang AA der Europäischen Norm EN 60335-2-69 verfügen. Sie müssen mindestens der Staubklasse „M“ entsprechen – zum Beispiel für Bleistaub. Für krebserzeugende Stäube ist die Verwendung von Staubbeseitigungsmaschinen der Klasse „H“ vorgeschrieben.

### Checkliste zum Absaugen an der Entstehungsstelle

		Ja	Nein
1.	Wurden alle Möglichkeiten ausgeschöpft, um das Verfahren/den Arbeitsvorgang in einem geschlossenen System durchzuführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Wird die Staubquelle durch die Erfassungseinrichtung möglichst nahe und vollständig umschlossen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Werden Besonderheiten der Staubbefreiung berücksichtigt – zum Beispiel thermische Strömungen oder Eigenbewegung der Staubteilchen durch schnell laufende Werkzeuge?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Kann die Erfassungseinrichtung an unterschiedliche Werkstücke oder räumliche Gegebenheiten angepasst werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Werden handgeführte Arbeitsmaschinen verwendet, die mit einer Absaugvorrichtung ausgerüstet sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Sind die verwendeten mobilen Entstauber bauartgeprüft und entsprechen sie den geforderten Staubklassen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Werden die Beschäftigten im Umgang mit den Absaugeinrichtungen regelmäßig unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Regel 5: Absaugungen optimieren und regelmäßig warten

Beim Bau von Absauganlagen zur Staubbekämpfung empfiehlt es sich in der Regel, eine Fachfirma zu beauftragen. Dies gilt sowohl für den einfachen Staubsauger als auch für komplexe Großanlagen. Allerdings ist das noch keine Gewähr dafür, dass die für viel Geld getätigte Investition auch wirklich dem Stand der Technik entspricht!



Leider all zu oft werden selbst von Fachleuten einfache Grundregeln der Lüftungs- und Strömungstechnik nicht beachtet, mit dem Resultat, dass die teure Anlage die an sie gestellten Anforderungen nicht erfüllt.

Dabei lässt sich anhand von einfachen Grundregeln und mit etwas technischem Sachverstand die Qualität einer Absauganlage gut beurteilen. Wichtig dabei ist, dass diese Regeln in der Praxis nie für sich alleine, sondern immer im Zusammenspiel anzuwenden sind. Jede Absaugaufgabe erfordert eine spezielle Kombination.

### Grundregeln für richtiges Absaugen

1. **Die Staubquelle ist so weit wie möglich einzuhausen beziehungsweise zu kapseln.** Das Ansaugen von Falsch- beziehungsweise Umgebungsluft und Störungen durch Zugluft werden so minimiert.
2. **So nahe wie möglich an der Staubquelle absaugen.** Erfassungselemente müssen möglichst nahe an die Emissionsquelle herangeführt werden.
3. **Absaugvorrichtung richtig anordnen,** das heißt im Schadstoffstrom zwischen Emissionsquelle und Absaugvorrichtung dürfen sich keine Beschäftigten aufhalten.
4. **Eigenbewegung der Staubteilchen ausnutzen.** Staubteilchen erhalten manchmal zusätzliche Bewegungsener-

gie – zum Beispiel durch schnell laufende Werkzeuge oder durch thermische Strömungen –, die bei der Anordnung der Erfassungselemente zu beachten ist.

### 5. Ausreichenden Luftstrom einstellen.

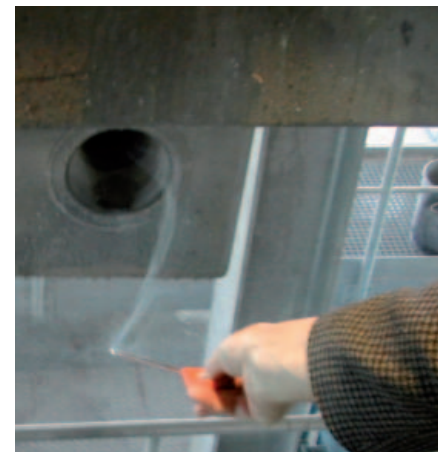
Dies gilt immer dann, wenn Regel 2 nicht optimal realisierbar ist. Falsch und kostenträchtig wäre es jedoch, die Absaugleistung ohne Berücksichtigung der anderen Grundregeln einfach hochzufahren. In ihrer Leistung überdimensionierte Anlagen sind regelrechte Kostenfresser!

### 6. Luftgeschwindigkeit in der Ansaugzone gleichmäßig verteilen.

Bei der Absaugung größerer Bereiche mit unterschiedlichen Entfernungen zu den Staubquellen sind die Grundsätze der Strömungstechnik zu beachten.

### 7. Ausreichend Frischluft zuführen.

Die aus einem Raum abgesaugte Luftmenge ist durch eine entsprechende Zuluftmenge auszugleichen, damit kein Unterdruck und somit ein Leistungsverlust entsteht.

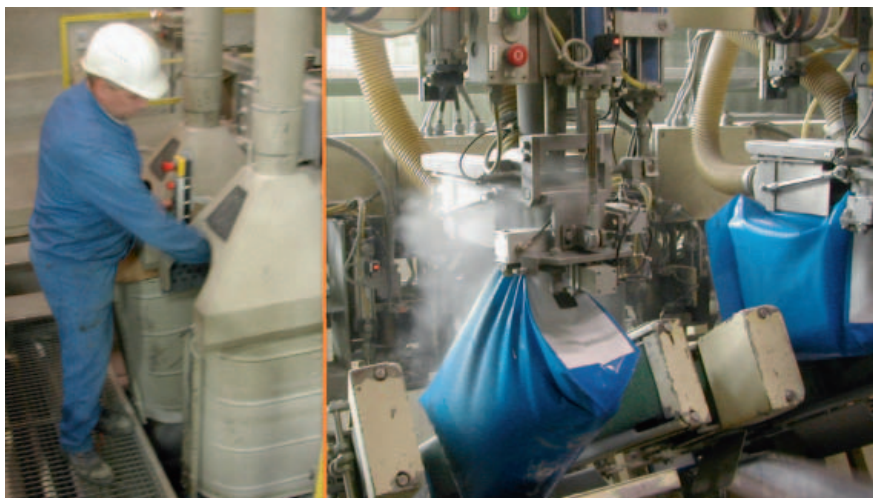


Ein am Absaugrohr angebrachter Flansch verbessert die Absaugwirkung erheblich.





Falsche Auslegung der Rohrleitungen: Verkleinerung des Strömungsquerschnitts in Absaugrichtung



Im Vergleich: Wirksame (li) und trotz moderner Technik unzureichend optimierte Sackbefüllung (re)

**8. Zugluft vermeiden.** Durch störende Luftströmungen – zum Beispiel offene Fenster oder Hallentore – kann die Wirksamkeit von Absaugvorrichtungen stark beeinträchtigt werden.

**9. Unbelastete Frischluft ansaugen.** Die Zuluft gemäß Regel 7 darf nur aus unbelasteten Bereichen angesaugt und umgekehrt die Abluft nicht im Ansaugbereich der Zuluft ins Freie geleitet werden.

Viele Absauganlagen werden im Laufe der Zeit, den Erfordernissen einer steigenden Produktion gehorchend, Schritt für Schritt erweitert. Es darf dabei nicht vergessen werden, mit wachsender Anzahl der Absaugstellen auch die Ventilatorleistung entsprechend zu steigern.

**Wartungsfreundlichkeit!**

Es müssen ausreichend Wartungsöffnungen vorhanden sein, die es ermöglichen, alle Elemente der Absauganlage zu reinigen. Die Entsorgung der abgeschiedenen Stoffe muss einfach und ohne Belastung des Personals möglich sein. Der Wechsel der Filtermedien sollte einfach durchführbar sein.

**Wartung von Absauganlagen**

Selbst die modernste und leistungsfähigste Absauganlage wird, wenn sie nicht regelmäßig gereinigt und gewartet wird, sehr schnell ihre Wirksamkeit verlieren. Auch hier gilt das SOS der Arbeitssicherheit: Sicherheit, Ordnung und Sauberkeit!

Dazu ist am besten ein Instandhaltungs- und Reinigungsplan aufzustellen, in dem

die betreffenden Anlagenteile, die Wartungs-, Inspektions- und Reinigungsintervalle sowie die Verantwortlichkeiten festgelegt sind.

**Prüfung von Absauganlagen**

Die Anlage ist jeweils vor Arbeitsbeginn auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen. Vor der ersten Inbetriebnahme sowie regelmäßig in mindestens jährlichen Abständen und nach wesentlichen Änderungen ist die Absauganlage durch eine befähigte Person auf ordnungsgemäße Installation, Funktion und Aufstellung zu prüfen.

**Checkliste zur Optimierung und Wartung von Absaugungen**

		Ja	Nein
1.	Wurde bei der Konzeption der Absauganlage eine Fachfirma oder eine Fachkraft für Lüftungstechnik eingeschaltet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Werden die Grundregeln für richtiges Absaugen beachtet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Wurde die Absauganlage vor der ersten Inbetriebnahme durch eine befähigte Person geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Wird die Anlage jeweils vor Arbeitsbeginn auf ihre Funktion geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Ist gewährleistet, dass die Anlage regelmäßig gereinigt wird – zum Beispiel durch Aufstellen eines Reinigungsplanes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Ist ein Wartungs- und Instandhaltungsplan aufgestellt und werden diese Arbeiten auch regelmäßig durchgeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Regel 6: Arbeitsräume ausreichend lüften

Trotz der Möglichkeit, Anlagen einzuhausen oder den Staub an der Entstehungsstelle direkt abzusaugen ist es manchmal nicht möglich, das Freiwerden von Staub ganz zu verhindern. Dabei ist gerade der besonders tückische Feinstaub für das bloße Auge nicht sichtbar und kann sich nach Ende des Arbeitsvorganges noch stundenlang in der Luft halten. Eine ausreichende Lüftung der Arbeitsräume ist daher unverzichtbar. Die verunreinigte Luft wird dabei durch gezielte Luftzufuhr verdrängt oder verdünnt. Grundsätzlich wird zwischen freier und maschineller Lüftung unterschieden.

### Freie Lüftung

Bei der freien Lüftung erfolgt der Austausch von Raumluft durch Druckunterschiede. Die treibende Kraft sind Wind oder Temperaturdifferenzen an den Außen-seiten des Gebäudes. Die Regulierung der freien Lüftung erfolgt über Fenster, Türen oder spezielle Zu- und Abluftöffnungen. Auf der windzugewandten Seite (Luv-Seite) von Gebäuden bildet sich ein Überdruck aus, an allen anderen Außenflächen des Gebäudes entsteht ein Unterdruck. Dadurch kommt es, je nach Anordnung von Öffnungen beziehungsweise Undichtigkeiten des Gebäudes, zu einer Einströmung von Außenluft auf der Überdruckseite und einer Abströmung von Raumluft auf der Unterdruckseite. Auch hier gilt: Ohne Zuluft keine Abluft! Für die aus einem Raum abgeführte Luft muss eine entspre-

chende Menge an Luft nachströmen können, sonst bleiben selbst die größten Abluftöffnungen wirkungslos. Die Zuluft darf natürlich nicht aus Arbeitsbereichen mit Staubbelastung entnommen werden.

Unerwartete Effekte können die freie Lüftung stark beeinträchtigen. Durch erwärmte Luft und dadurch entstehende Thermik werden unvorhergesehen Strömungen und Druckunterschiede innerhalb des Raumes erzeugt. Durch starke Winde oder durch extreme Temperaturen kann die Strömung der freien Lüftung zum Erliegen kommen oder sogar ihre Richtung ändern.

Das Öffnen von Fenstern je nach Bedarf (Fensterlüftung) ist das einfachste und bekannteste Lüftungsprinzip. Diese Lö-

sung bietet sich an bei Arbeiten

- geringen Umfangs,
- mit kleinen Mengen,
- mit Stoffen, die ein geringes Gefährdungspotenzial besitzen.

Dabei sind Zegerscheinungen, Auskühlung und nicht definierte Luftströmungen im Raum zu beachten.

Eine gezieltere Durchlüftung kann über spezielle Zu- und Abluftöffnungen erfolgen. Diese müssen so angeordnet sein, dass die Luftströmung die Schadstoffe möglichst vollständig erfasst und auf dem kürzesten Weg abführt. Bei der Planung sind alle Wärmequellen, alle Schadstoffquellen und die Eigenbewegungen der Schadstoffe zu berücksichtigen. Es ist darauf zu achten, dass die Luftströmung durch die vorhandenen thermischen Prozesse unterstützt wird, indem zum Beispiel die Abluftöffnungen möglichst hoch und Zuluftöffnungen möglichst tief angeordnet werden. Die Dimensionierung ist so vorzunehmen, dass ein ausreichender Luftaustausch selbst unter ungünstigen Bedingungen stattfinden kann. Der Querschnitt der Lüftungsöffnungen sollte veränderbar sein – zum Beispiel durch verstellbare Lamellen und Jalousien, oder durch Wind- und Klappenflügel in Fenstern, Türen, Wandöffnungen, Schächten, Dachaufsätzen, Kuppeln, Laternen oder Deflektoren.

Störungen der vorhandenen Luftströmungen – zum Beispiel durch sich bewegende Menschen oder Fahrzeuge, aber auch durch das Öffnen von Türen und Toren beziehungsweise durch die sich jahreszeitlich verändernden Außenwandtemperaturen – sind zu berücksichtigen.



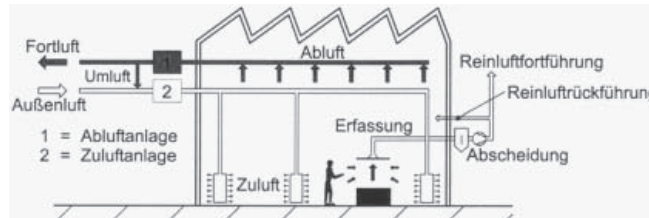


Bei hohen Lärmpegeln innerhalb der Arbeitsräume sind an den Zu- und Abluftöffnungen Schallschutzmaßnahmen vorzusehen.

**Maschinelle Lüftung durch raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen)**

Eine optimale Anpassung an den speziellen Anwendungsfall, insbesondere bei hohen Anforderungen, erreicht man durch maschinelle Lüftung. Im Vergleich zur freien Lüftung ist sie mit erheblichen Investitions- und Betriebskosten verbunden, ist dafür aber witterungsunabhängig. Außerdem kann die Luftführung an die räumlichen Gegebenheiten und die Schadstoffkonzentration angepasst werden. Störende Zugluft wird so weitgehend vermieden. Die Zuluft kann gereinigt, und bezüglich Temperatur und Feuchte konditioniert werden, eine Rückgewinnung der Wärme aus der Abluft ist möglich. Durch dosierten Über- oder Unterdruck wird eine Ausbreitung der Stäube in andere Arbeitsräume vermieden.

In jedem Fall muss die Lüftungsanlage die freigesetzten Stäube zuverlässig abführen können. Nach ausreichender Reinigung kann die Abluft als Umluft in den Raum zurückgeführt werden. Sie soll dabei annähernd Frischluftqualität erreichen (siehe Regel 4), die entsprechenden Arbeitsplatzgrenzwerte sind sicher einzuhalten.



Prinzip der maschinellen Lüftung gemäß EN 12792

**Staubabscheidung**

Zum Abscheiden des Staubes werden folgende Verfahren verwendet:

- Querstromtrennung (Schwerkraft-, Zentrifugalkraft- und elektrisches Feld)
- Trägheitsabscheider (Ausnutzung von Trägheits- einschließlich Pralleffekten)
- Filtrierende Wirkung von porösen Materialien
- Nassabscheider

Am häufigsten werden filtrierende Materialien, vor allem Faserfilter (Gewebe, Faserschichten) oder poröse Feststoffe (Keramik), eingesetzt. Bei höheren Staubgehalten werden Abreinigungsfilter verwendet. Dabei erfolgt das Ablösen des Filterkuchens (Abreinigen) durch Rütteln, Klopfen oder durch Druckluftstöße. Eine elegante Variante der Arbeitsraumlüftung ist die Schaffung von räumlich getrennten Bereichen, in denen die Beschäftigten bestimmte Tätigkeiten ausführen. Dazu gehören etwa maschinell belüftete Kabinen von Kranen, Fahrzeugen oder Schaltwarten. Durch eine Ab-

dichtung nach außen oder durch Luftüberdruck in der Kabine wird ein Überströmen von Staubpartikeln aus der Umgebungsluft vermieden. Im Regelfall ist die zugeführte Luft mit geeigneten Partikelfiltern zu reinigen.

Die manchmal zitierten Luftwechselzahlen können höchstens als grober Anhaltspunkt für die Gestaltung von Lüftungsanlagen dienen. Für Auswahl und richtige Auslegung sind bevorzugt folgende Aspekte zu bewerten:

- Aufbau und räumliche Ausdehnung von Produktionseinrichtungen und Produktionshallen
- Erforderliche Luftqualität in den Arbeitsbereichen (Arbeitsplatzgrenzwerte – AGW)
- Thermische Bedingungen im Arbeitsbereich
- Ausbreitung von Wärme- und Zuluftströmen
- Anordnung von Einrichtungen zur Luftverteilung

**Checkliste zum Lüften von Arbeitsräumen**

		Ja	Nein
1.	Ist die Staubeentwicklung durch Einhausung oder Absaugen unmittelbar an der Staubquelle minimiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Wurden bei Auslegung der Raumlüftung die Lage und Anzahl der Schadstoffquellen, die vorhandenen thermischen Strömungen und die Eigenbewegung der Schadstoffe berücksichtigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Sind Störfaktoren (Zugluft, Bewegung von Beschäftigten und Fahrzeugen, tote Winkel, Öffnen von Türen/Toren, ...) berücksichtigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Ist die Ausbreitung von Stäuben in benachbarte Arbeitsräume vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Wird die Zuluft aus unbelasteten Bereichen zugeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Wird die abgeführte Luft, insbesondere bei Rückführung in die Arbeitsräume, ausreichend gereinigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Werden die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten (gegebenenfalls Prüfung durch Messungen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Regel 7: Abfälle sofort und staubfrei beseitigen

Selbst bei geschlossenen Anlagensystemen kann ein gelegentliches Austreten von Prozess- oder Abfallmaterial – zum Beispiel bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten – nicht sicher verhindert werden. Um eine weitere Verbreitung und Verstaubung zu vermeiden, ist es wichtig, die ausgetretenen Stoffe sofort staubfrei zu beseitigen.

### Abfälle auffangen

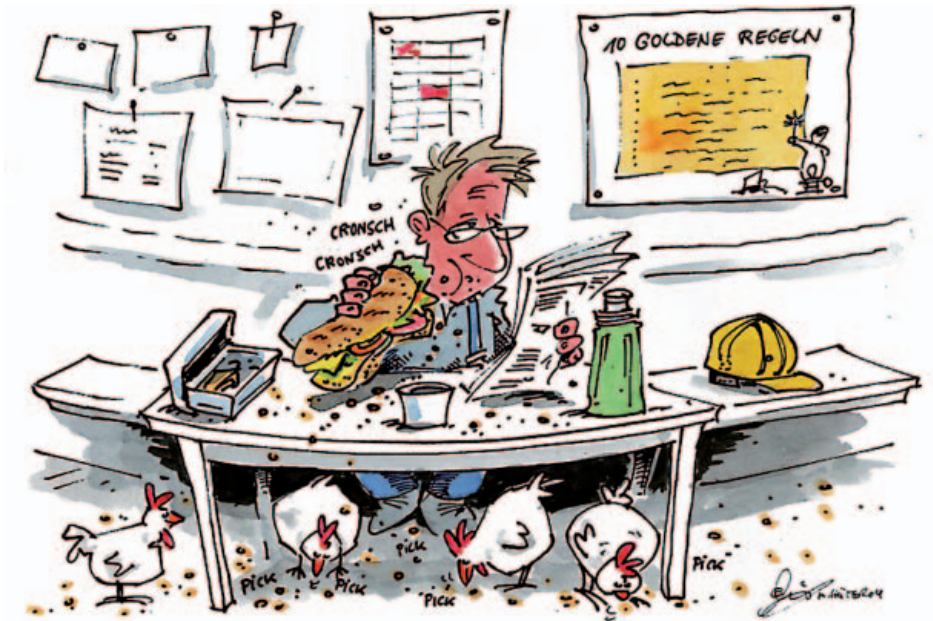
Bereits bei der Planung einer Betriebsanlage sind Einrichtungen vorzusehen, die herabfallendes oder austretendes Material auffangen. Die Auffangvorrichtungen für das Abfallmaterial müssen so beschaffen sein, dass sie leicht zugänglich und einfach zu entleeren sind. Da die Entleerung regelmäßig erfolgen sollte, muss die Ausführung robust und die Bedienung einfach sein. Es ist zu berücksichtigen, dass die zu bewegenden Lasten (Auffangvorrichtung + Material) durch die Maschinenbediener bewältigt werden können. Bei größeren Lasten sind Hebehilfen vorzusehen. Das regelmäßige zu handelnde Lastgewicht soll höchstens 15 kg betragen.

An der Entleerestelle der Auffangvorrichtung müssen Maßnahmen getroffen werden, die eine erneute Verstaubung des Materials verhindern. Hier kann zum Beispiel eine Absauganlage installiert werden oder das Material wird befeuchtet.

In manchen Produktions- und Fertigungsprozessen wird feuchtes oder pastöses Material verwendet. Beim Umgang mit diesen Verwendungsformen kann kein Staub entstehen – aber nur, solange das Material feucht ist!



Modellier- und Putzarbeitsplatz mit Auffangsack



Bei verschiedenen Arbeitsgängen – zum Beispiel beim Gießen von Schlicker oder beim Verarbeiten von Mörtel – können die feuchten Materialien zu Boden fallen. Diese Abfälle trocknen sehr schnell und können dann mit geringsten Luftbewegungen, durch innerbetrieblichen Transport oder Personenverkehr verursacht, als Staub in die Atemluft gelangen. Deshalb ist besonders darauf zu achten, dass die Abfälle gar nicht erst zu Boden fallen – zum Beispiel durch Verwendung eines Auffangsackes.

Technischen Schutzmaßnahmen, die ein Verstreuen und Verschleppen von Abfallmaterial verhindern, ist höchste Priorität einzuräumen. Einmal zu Boden gefallenes Material kann häufig nur mit großer Mühe wieder aufgenommen werden. Dieser Sachverhalt gilt auch für Rohstoffe, die als Granulat, Pellets oder in Tablettenform vorliegen. Werden die Presslinge auf dem Boden verstreut, so besteht die Gefahr, dass sie durch Zertreten oder Überfahren zerkleinert werden. Dies führt dann dazu,



Durch innerbetrieblichen Verkehr beschädigte Bariumcarbonat-Säcke; der Rohstoff liegt als Granulat vor

dass die Stoffe in feinsten Verteilung am Boden liegen und leicht aufgewirbelt werden können.



Sack-Entleerstation

Material ist möglichst schnell aufzunehmen, sodass es zu keinen Verstaubungseffekten kommt.

Der Umgang mit loser Sackware stellt höchste Ansprüche an das Bedienpersonal vor Ort. Das Öffnen des Sackes, das Ausleeren und anschließende Zusammenlegen des leeren Sackes sind potenzielle starke Staubquellen. Zur staubfreien Aufgabe von Sackware in Silos, Behälter oder pneumatische Förderanlagen bietet die Industrie spezielle Sack-Entleerstationen an. Diese Stationen ermöglichen heute eine praktisch staubfreie, manuelle Einschleusung von Sackware in den Produktionsprozess. Direkt über die Einfüllöffnung wird die Entleerstation montiert. Sie besitzt einen Sackauflagetisch, der an drei Seiten eingehaust ist. Die Rückwand der Einhausung ist an eine Absauganlage angeschlossen.

Die Absaugung erfolgt durch eine angeschlossene Entstaubung. Über der Einfüllöffnung befindet sich ein Grobrost, der verhindert, dass Sackteile in die Einfüllöffnung gelangen. Die Vorderwand der Entleerstation (Sackauflagetisch) ist im Idealfall mit einer nach innen schwenkbaren Klappe oder Tür versehen. Wird die Klappe nach innen geöffnet, läuft die Entstaubungsanlage an. Nach Ende des Entleervorgangs kann die Klappe wieder

nach außen gelenkt werden. Dies führt zum Stillstand der Absaugung (Energieersparnis!) und sorgt dafür, dass keine Verunreinigungen in die Einfüllöffnung gelangen können.



Staubquelle durch die Lagerung leerer Papiersäcke

Für die staubarme Entsorgung von Papier- und Kunststoffsäcken bietet sich die Verwendung eines sogenannten Leersackverdichters an. Dieser kann auch mit der Sackentleerstation kombiniert werden. Der Verdichtungsprozess erfolgt in einer geschlossenen Maschine, die an eine Absaugung angeschlossen ist. Die Säcke werden dabei platzsparend sehr stark verdichtet.

### Sackware – ein Problem

Für Lager mit Sackware ist ein Rammschutz vorzusehen. Diese Maßnahme schützt nicht nur vor dem Austreten zum Verstauben neigender Rohstoffe, sondern auch vor deren Verlust. Für eine wirtschaftliche und staubfreie Lagerhaltung ist ein Rammschutz gegen Flurförderzeuge daher unabdingbar. Zu Boden gefallenes

## Checkliste zur staubfreien Beseitigung von Abfällen

		Ja	Nein
1.	Wurden alle Möglichkeiten ausgeschöpft, ein Austreten von Stoffen zu verhindern?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Sind Einrichtungen vorhanden, die herabfallendes oder austretendes Material auffangen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Ist die Auffangvorrichtung robust, leicht zugänglich, einfach zu entleeren und zu bedienen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Kann die Auffangvorrichtung staubfrei entleert werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Wird herabgefallenes feuchtes oder pastöses Material aufgefangen oder möglichst schnell aufgenommen und beseitigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Wird verhindert, dass Granulat, Pellets oder Tabletten auf dem Boden liegen und zertreten werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Wird gelagerte Sackware durch einen Rammschutz geschützt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Können Säcke staubfrei entleert und verdichtet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Sind Beschäftigte und Vorgesetzte über die staubfreie Beseitigung von Abfällen unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Regel 8: Arbeitsplätze regelmäßig reinigen

Ein nicht zu unterschätzender Anteil der Staubbelastungen am Arbeitsplatz stammt nicht direkt von Maschinen und Verarbeitungsprozessen, sondern von Material, das sich auf Fußböden, Maschinen und Anlagen ablagert und wieder aufgewirbelt wird. Deshalb sind Arbeitsplätze regelmäßig zu reinigen.

### Freisetzung und Aufwirbeln von Staub vermeiden

Die Beseitigung von Verunreinigungen muss so staubarm wie möglich erfolgen. Grobes und festsitzendes Material wird mit Schabern und Schaufeln aufgenommen. Nach Möglichkeit sollte nass beziehungsweise feucht gereinigt werden. Dazu sind glatte Wände und Fußböden notwendig. Holzfußböden oder gar Teppichbeläge sind in diesen Bereichen gänzlich ungeeignet. Als Alternative für weiche Bodenbeläge werden heute zum Beispiel Gummimatten angeboten. Sie sind ergonomisch, lärmdämmend, kälteisierend und rutschhemmend. Textile Materialien – wie zum Beispiel Gardinen oder Lampenschirme – werden in diesen Arbeitsbereichen zum Staubfänger und sind deshalb zu entfernen und durch glatte und feucht zu reinigende Materialien zu ersetzen. Für eine leichte Reinigung der Wände müssen diese ebenfalls möglichst glatt und mit einem wasserbeständigen Farbanstrich versehen sein. Je rauer die Oberflächen von Wänden, Maschinen und Fußböden sind, umso mehr Staub lagert sich darauf ab und desto schlechter können diese gereinigt werden.



Um eine leichte Reinigung zu ermöglichen, sind die Produktionssysteme so zu gestalten, dass alle Bereiche leicht zugänglich sind. Sogenannte „Schmutzecken“ sind bereits bei der Planung oder beim Umbau der Anlagentechnik zu berücksichtigen und zu vermeiden.

Besonders Revisionsöffnungen und andere Systemzugänge – wie zum Beispiel an Filteranlagen – sind so zu gestalten, dass ein leichter Zugang, auch mit entsprechenden Hilfsmitteln und Werkzeug möglich ist.



### Kein Trockenkehren mit dem Besen!

Das Trockenkehren mit dem Besen ist nicht zulässig. Viele Abfälle aus Produktions- und Verarbeitungsprozessen fallen im feuchten Zustand an. Solange der Abfall noch feucht ist, können Besen und Schaufel als geeignete Hilfsmittel angesehen werden. Jedoch wird das Material häufig bereits nach kurzer Zeit trocken, sodass beim Aufnehmen mit Besen und Schaufel Staub entstehen würde. Grundsätzlich ist deshalb feuchtes Material noch im feuchten Zustand aufzunehmen, bevor es verstauben kann. Als einfache Alternative bietet sich das Feuchtwischen oder das Wegspritzen mit Hilfe von Wasser an.

**Kein Abblasen von Staubablagerungen!**

Das Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig. Beim Abblasen mit Druckluft werden die Staubpartikel aufgewirbelt. Einmal aufgewirbelte Teilchen benötigen jedoch mehrere Stunden bis sie sich wieder auf dem Boden oder anderen Flächen absetzen. Die kleinen Partikel sind so fein, dass sie für das menschliche Auge so gut wie nicht sichtbar sind. Sie entziehen sich damit unserer Wahrnehmung. Aber gerade diese kleinen Partikel passieren Kehlkopf und Bronchien und erreichen so die Lunge. Die feinsten Partikel ( $\varnothing < 2,5 \mu\text{m}$ ) gelangen sogar bis in die Lungenbläschen (Alveolen). Deshalb ist dieser feine Staub besonders gesundheitsgefährlich. Ablagerungen von Stäuben sind mit Feucht- oder Nassverfahren oder saugenden Verfahren unter Verwendung geeigneter Staubsauger oder Entstauber zu beseitigen.

**Geeignete Industriestaubsauger verwenden**

Einrichtungen zum Erfassen, Abscheiden und Niederschlagen von Stäuben müssen dem Stand der Technik entsprechen. Bei der erstmaligen Inbetriebnahme ist der Nachweis einer ausreichenden Wirksamkeit zu erbringen. Die Einrichtungen

sind mindestens jährlich auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen, zu warten und gegebenenfalls instand zu setzen. Die Prüfungen sind zu dokumentieren. Fahrbare oder tragbare Industriestaubsauger haben sich zur Reinigung von Wänden, Fußböden, Maschinen und Anlagen besonders in engen oder schwer zugänglichen Arbeitsbereichen bewährt. Für größere Flächen und zur Reinigung von Verkehrswegen sind Kehr-Saug-Maschinen einzusetzen.

Staubbeseitigende Maschinen müssen nach dem Europäischen Standard EN 60335-2-69 Anhang AA geprüft und klassifiziert sein. Industriestaubsauger, Entstauber und Kehrsaugmaschinen werden nach dieser Norm in drei Staubklassen eingeteilt. Die aktuelle Tabelle zur Klassifizierung von Staubbeseitigungsmaschinen findet man auf der Website [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa) unter der Rubrik Praxishilfen → Praxishilfen Gefahrstoffe → Staubklassen für Industriestaubsauger, Entstauber und Kehrsaugmaschinen. Mobile staubbeseitigende Maschinen, die über ein Prüfzeugnis nach dieser Norm verfügen, können mit Rückluftführung betrieben werden. Dabei sollten sie mindestens der Staubklasse „M“ entsprechen – zum

Beispiel Bleistaub oder mineralischer Staub. Für krebserzeugende Stäube ist die Verwendung von Staubbeseitigungsmaschinen der Klasse „H“ nach dieser Norm vorgeschrieben.

Die Auswahl des geeigneten Staubsaugers hat im Rahmen der Festlegung von Schutzmaßnahmen bei der Gefährdungsbeurteilung zu erfolgen. Das Unternehmen kann bei der Festlegung der Maßnahmen eine Gefährdungsbeurteilung übernehmen, die ihm der Hersteller mitgeliefert hat, sofern er seine Tätigkeit entsprechend den dort gemachten Angaben und Festlegungen durchführt. Bei der Auswahl eines wirksamen Systems (Maschine und Entstauber) ist auch eine gute Handhabung als Kriterium zu beachten. Ein guter Staubsauger besitzt eine Filterreinigung mit automatischer Abrüttelung, Filterbeutel mit staubarmer Entsorgung und einfacher Bedienung sowie Verriegelungen, die verhindern, dass der Sauger falsch bedient wird – zum Beispiel keine Filtertüte eingelegt oder Filter überladen. Es darf nur vom Hersteller empfohlenes und auf den Maschinentyp abgestimmtes Zubehör (Auffangbeutel, Filtermedium) entsprechend den Angaben der Betriebsanleitung verwendet werden.

**Checkliste zur staubfreien Beseitigung von Abfällen**

		Ja	Nein
1.	Sind für eine einfache Reinigung Einrichtungen vorhanden, die herabfallendes oder austretendes Material auffangen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Werden die Arbeitsplätze regelmäßig gereinigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Sind die Arbeitsplätze für Reinigungszwecke leicht zugänglich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Können die Fußbodenbeläge und die Wände nass beziehungsweise feucht gereinigt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Wird herabgefallenes feuchtes oder pastöses Material möglichst schnell aufgenommen, bevor es antrocknen kann?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Werden geprüfte und nach Anhang AA der DIN EN 60335-2-69 klassifizierte Staubsauger oder Entstauber zur Beseitigung von Staubablagerungen verwendet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Wurde die richtige Staubklasse für die staubbeseitigenden Maschinen ausgewählt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Wird das vom Hersteller empfohlene und mit dem jeweiligen Maschinentyp abgestimmte sowie geprüfte Zubehör (Auffangbeutel, Filtermedien) verwendet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Wurden die Beschäftigten über die Auswahl der Hilfsmittel und deren richtige Bedienung bei der Beseitigung von Staubablagerungen unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Regel 9: Arbeitskleidung sauber halten

Ein Kontakt mit staubenden Stoffen lässt sich besonders bei Wartungs-, Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten häufig nicht vermeiden. Als Schutzmaßnahme ist mindestens das Tragen von geschlossener Arbeitskleidung vorgeschrieben. Die Bekleidung verschmutzt dabei und ist deshalb regelmäßig zu reinigen beziehungsweise sauber zu halten.

### Arbeitskleidung regelmäßig wechseln und reinigen

Beschäftigte, die starkem Schmutz beziehungsweise Staub ausgesetzt sind, haben von sich aus das Bedürfnis, ihre staubige Arbeitskleidung zu reinigen. Der Betrieb möchte außerdem vermeiden, dass Kantine, Pausenraum, Umkleieraum, WC, Meisterbüro, Leitstand und Ähnliches verschmutzt werden. **Eine private Reinigung von verstaubter Arbeitskleidung ist unzumutbar und deshalb nach Möglichkeit zu vermeiden.** Für den Betrieb ist ein Vertrag mit einer Wäscherei eine sachgerechte Lösung! Dabei ist es wichtig, dass die Pflegehinweise des Bekleidungs Herstellers an die Wäscherei weitergegeben werden. Es gibt auch Dienstleistungsbetriebe, die Arbeitsbekleidung nicht nur waschen, sondern auch verleihen. Damit entfallen für den Betrieb viele Probleme logistischer Art. **Der Transport der verschmutzten Arbeitskleidung zur Reinigung soll in geschlossenen Behältern erfolgen.**

### Arbeitskleidung getrennt von der Straßenkleidung in geschlossenen Schränken aufbewahren

Die Wirkung von Staub auf das Atmungssystem hängt von der Dosis ab, das heißt von der Konzentration in der Atemluft und der Zeit, in der Staub eingeatmet wird. Durch die Verschleppung der mit Staub beaufschlagten Kleidung in den privaten Bereich und der damit verbundenen zusätzlichen Exposition, steigt das Gesundheitsrisiko an. **Diesen vermeidbaren Risiken kann begegnet werden, indem eine strikte Trennung zwischen Arbeitskleidung und privater Kleidung, einschließlich der Schuhe, organisiert wird.** Im einfachsten Falle werden Spinde verwendet, die durch eine Zwischenwand abgetrennt sind. In einer Hälfte des Schrankes werden die verschmutzten Kleider und in der anderen die sauberen aufbewahrt.



Bereits die Grundprinzipien der Hygiene verbieten den Kontakt von verschmutzter mit sauberer Arbeitskleidung.

Bei sehr starken Verschmutzungen oder bei Tätigkeiten mit toxischen Stäuben ist es erforderlich, sogenannte **Schwarz-Weiß-Bereiche einzurichten**. Im Schwarz-Bereich werden die verschmutzten Kleider abgelegt und der Reinigung zugeführt. An den Schwarz-Bereich schließt sich idealerweise eine Duschköglichkeit an. **Das System wird erst dann wirkungsvoll, wenn die Betroffenen die Dusche zu einer Körperreinigung nutzen.** In dem angeschlossenen Weiß-Bereich wird die saubere Arbeitskleidung oder die Straßenbekleidung angezogen. Ein Vermischen von Arbeits- und Straßenkleidung und die damit verbundene Kontamination kann so vermieden werden.

### Verstaubte Arbeitskleidung nicht ausschütteln oder mit Druckluft abblasen

Eine Reinigung der Arbeitskleidung darf nur durch Waschen erfolgen. **Das Ausschütteln oder das Abblasen mit Druckluft ist nicht zulässig.** Der immer wieder



Verbotenes Abblasen mit Hilfe von Druckluft

**vorgefundene Druckluftschlauch zum Abblasen ist schon deshalb verboten, weil dadurch der in der Arbeitskleidung festsitzende Staub aufgewirbelt wird und so anschließend in die Atemluft gelangt.** Zusätzlich besteht Verletzungsgefahr aufgrund der Energie des Druckluftstrahles.

Ein effektives und sicheres Abblasen der kompletten Arbeitskleidung von der Schulter bis zu den Schuhen wird durch die Benutzung einer Luftduschkabine ermöglicht. Dabei wird in wenigen Sekunden die gesamte Kleidung in einer geschlossenen Kabine abgeblasen. Die staubhaltige Luft wird über den Bodenbereich der Kabine abgesaugt und gefiltert. Die gereinigte Rückluft wird dann im Deckenbereich der Luftduschkabine gleichmäßig verteilt und strömt laminar an der zu reinigenden Person vorbei nach unten. Die Person kann sich von oben nach unten abblasen lassen.

Die Blasdüsen sind nach unten geneigt, so dass abgeblasener Staub sofort erfasst und nach unten weggeführt wird. Die Düsen sind zusätzlich mit einem Lochblech so abgedeckt, dass zwischen Düsenaustritt und Lochblech ein Sicherheitsabstand

vorhanden ist. Eine Verletzungsgefahr durch den Druckluftstrahl ist somit nicht gegeben. Der Ventilator für die Umluft wird sofort nach Öffnen der Tür gestartet, so dass während des gesamten Blaskvorganges die Umluft strömt.

Für die Reinigung der Schuhsohlen sind unter dem Gitterrost robuste Bürstenleisten montiert. Für die Reinigung der Oberseite der Schuhe ist eine Reinigungsbürste vorhanden, die mit Druckluft durchspült wird.

**Die Benutzung einer derartigen Luftduschkabine ermöglicht ein gutes und sicheres Abblasen der kompletten Arbeitskleidung. Eine Aufwirbelung von Staub im Atembereich der Person wird durch das gleichzeitige Absaugen nach unten vermieden. Die Luftduschkabine kann mehrfach während der Arbeitszeit problemlos benutzt werden.** Die Kabine kann sowohl im Gebäude als auch im Außenbereich aufgestellt werden.

**Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz beginnen und enden mit der sauberen Arbeitskleidung.** Bei der Planung und beim Bau von neuen Anlagen muss darauf geachtet werden, dass die für die



persönliche Hygiene und Reinigung notwendigen Medien wie Wasser, Reinigungsmittel oder Elektroenergie am richtigen Ort bereitgestellt werden. Ebenso müssen Abflussleitungen und die Möglichkeit zur Wiederaufbereitung von Reinigungsmitteln vorhanden sein.

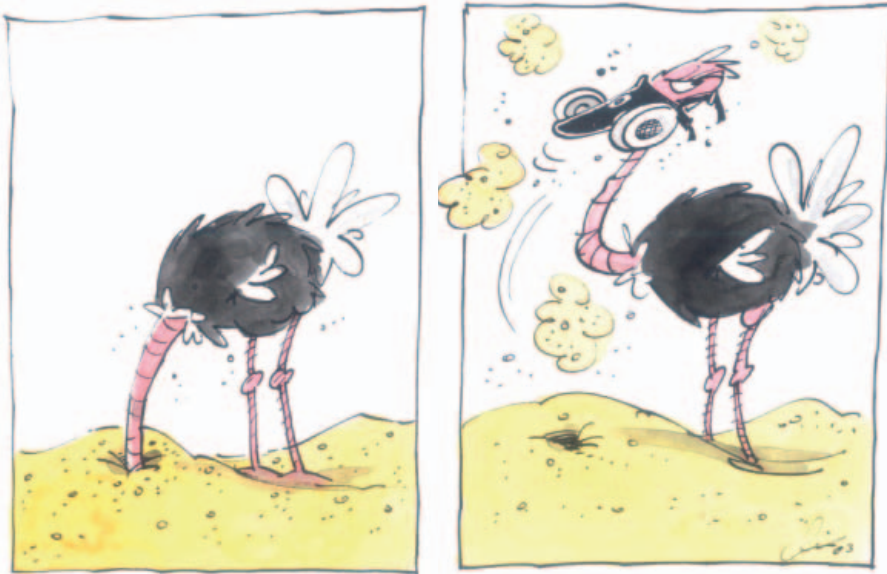
Nicht zuletzt repräsentiert die beziehungsweise der Beschäftigte durch sein äußeres Erscheinungsbild das Unternehmen. Es sollte also selbstverständlich sein, den Beschäftigten saubere Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen, diese instand zu halten und regelmäßig zu reinigen.

#### Checkliste zum Sauberhalten der Arbeitskleidung

		Ja	Nein
1.	Ist die regelmäßige Reinigung der Arbeitskleidung betrieblich organisiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Wird die Arbeitskleidung regelmäßig gewechselt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Ist eine strikte Trennung zwischen der Arbeitskleidung und der privaten Kleidung, einschließlich der Schuhe, möglich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Gibt es ausreichende Dusch- und Umkleidemöglichkeiten mit der entsprechenden Ausstattung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Werden die Duschkabine von den Beschäftigten genutzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Gibt es bei Tätigkeiten, die zu einer sehr starken Verschmutzung führen oder bei Tätigkeiten mit toxischen Stäuben sogenannte Schwarz-Weiß-Systeme?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Sind die Wasch- und Umkleibereiche für die Beschäftigten leicht zugänglich, um eine schnelle persönliche Hygiene und Reinigung durchzuführen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Gibt es eine Luftduschkabine zum problemlosen Abblasen von verstaubter Arbeitskleidung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Wurden die Beschäftigten über die Auswahl der Arbeitskleidung und deren Wechsel und Reinigung bei staubintensiven Arbeiten unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Regel 10: Bei staubintensiven Arbeiten Atemschutz benutzen

Auf der Liste der Maßnahmen zum Schutz vor Staub steht die Benutzung von Atemschutz ganz am Ende. Der Grund dafür ist, dass vor seinem Einsatz erst sämtliche technischen und organisatorischen Maßnahmen ausgeschöpft werden müssen. In der Regel darf Atemschutz – zum Beispiel bei Betriebsstörungen oder Unfällen – nur solange getragen werden, bis die Staubbelastung wieder minimiert beziehungsweise die Grenzwerte wieder eingehalten werden. Es gibt aber auch staubintensive Arbeiten und Tätigkeiten, bei denen – zumindest für begrenzte Zeit – kein Weg am Atemschutz und eventuellen weiteren Schutzmaßnahmen vorbeiführt.



BEI STAUBINTENSIVEN ARBEITEN... -- ATEMSCUTZ BENUTZEN !!

### Staubintensive Tätigkeiten

Bei diesen Tätigkeiten treten auch bei Einhaltung des Standes der Technik erfahrungsgemäß so hohe Staubkonzentrationen auf, dass eine Einhaltung der Staubgrenzwerte nicht möglich ist. Beispiele dafür sind Reinigungs- und Reparaturarbeiten in engen Räumen und innerhalb geschlossener Anlagen, Arbeiten in Filterkammern oder etwa manuelle Abbrucharbeiten mit Druckluftwerkzeugen.

Besonders bei der manuellen Bearbeitung von mineralischen Erzeugnissen mit modernen Hochleistungswerkzeugen – zum Beispiel Schneiden, Schleifen, Fräsen von Baustoffen auf Baustellen – können extrem hohe Staubbelastungen auftreten. Eine Liste mit geprüften, staubarmen Bearbeitungssystemen findet man auf der Website [www.bgbau.de/gisbau](http://www.bgbau.de/gisbau) unter der Rubrik Fachthemen → Weniger Staub am Bau → Staubarme Bearbeitungssysteme.

In jedem Fall ist zunächst durch eine Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln, ob Technik und Organisation wirklich ausgereizt sind (siehe Regeln 1 bis 9) und der Einsatz von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) notwendig ist.

Für jede Tätigkeit sind allgemeine und spezielle Einflussfaktoren gemeinsam zu beurteilen:

- Arbeitsumfeld – zum Beispiel Räumlichkeiten und Arbeitsplatz
- Arbeitsverfahren aber auch individuelle Arbeitsweise
- Art der Staubquellen in Verbindung mit Zeitpunkt und Dauer der Staubfreisetzung
- Vorhandensein und richtige Verwendung von Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen
- Art, Wirksamkeit und Zustand von Absaug- und Lüftungseinrichtungen
- Organisatorische Maßnahmen

Liegen bereits Staubmessergebnisse für vergleichbare Tätigkeiten oder Arbeitsplätze vor, so kann auf weitere Arbeitsplatzmessungen verzichtet werden. Vor dem Einsatz Persönlicher Schutzausrüstung sollte allerdings nochmals geprüft werden, ob sich durch Begrenzung der Expositionsdauer die Staubbelastung für die einzelnen Beschäftigten nicht entscheidend reduzieren lassen.

### Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass die stoffbezogenen Luftgrenzwerte – zum Beispiel für Blei-Staub – oder der Luftgrenzwert für einatembaren und

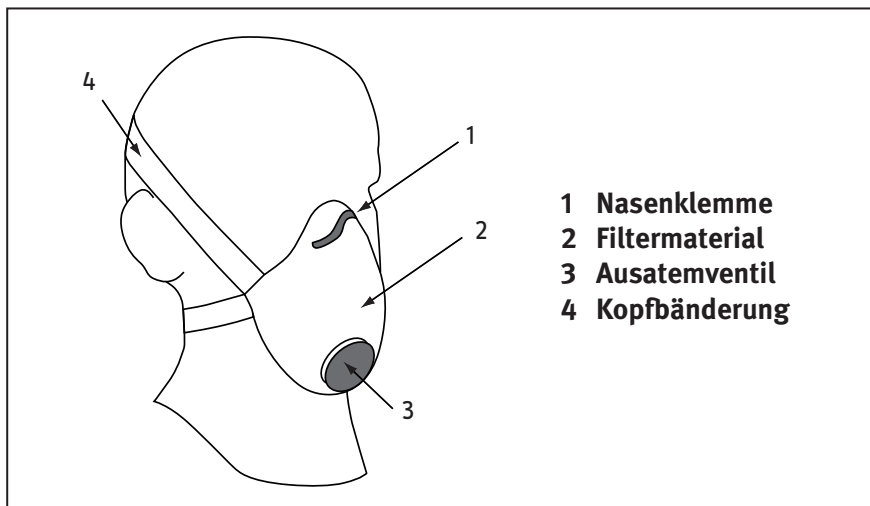
Auswahl der Atemschutzgeräte

Tätigkeit	Atemschutz		
	TH1P	FFP2, P2, TM1P, TH2P	FFP3, P3, TM2P, TH3P
geringe bis mittlere Staubexposition Staubbelastung < 4 x Luftgrenzwert bzw. Q < 0,6 mg/m <sup>3</sup>	(X)	(X)	X
Staubbelastung < 10 x Luftgrenzwert bzw. Q < 1,5 mg/m <sup>3</sup>		X	X
Staubbelastung < 30 x Luftgrenzwert bzw. Q < 4,5 mg/m <sup>3</sup>			X

(X) Empfehlung für quarzhaltigen Staub, Q  
Europäische Standards für Atemschutzgeräte: EN 149 (FFP) · EN 136, 140 und 143 (P) · EN 12942 (TM) · EN 12941 (TH)



alveolengängigen Staub (Allgemeiner Staubgrenzwert) nicht eingehalten werden, ist geeignete Persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen. Damit ist nicht nur Atemschutz, sondern gegebenenfalls auch geschlossene Arbeitskleidung, Schutzbrille und eine Kopfbedeckung gemeint – zum Beispiel bei Überkopfarbeiten. Die zur Verfügung gestellte Persönliche Schutzausrüstung ist von den betroffenen Beschäftigten zu tragen und so aufzubewahren, dass sie nicht verschmutzt oder beschädigt wird. Schadhafte PSA muss sofort ersetzt werden.



Partikelfiltrierende Halbmaske mit Ausatemventil und Nasenklemme

**Bei der Verwendung von Atemschutzgeräten sollte auf das CE-Kennzeichen geachtet werden, das eine Übereinstimmung mit den einschlägigen Normen und damit das Erfüllen der Anforderungen signalisiert.** Zur Anwendung kommen meist Halbmasken mit Partikelfiltern (P), partikelfiltrierende Halbmasken (FFP, „Staubmasken“) oder gebläseunterstützte Atemschutzgeräte (TMP, THP).

In der Regel (bei einer Staubbelastung bis zum 10-fachen Grenzwert) sind filtrierende Halbmasken (FFP2) beziehungsweise Halbmasken mit Partikelfilter (Kategorie 2) ausreichend. Bei höherer Staubbelastung sind FFP3-Masken beziehungsweise P3-Filter oder, bei extremer Staubbelastung, Vollmasken mit P3-Filtern erforderlich. Die Anforderungen an diese Masken sind in verschiedenen Europäischen Standards beschrieben (siehe Tabelle S. 24).

**Unterweisung nicht vergessen!**

Sicherheitsgerechtes Verhalten will gelernt und gelebt sein! Dies gilt insbesondere für Arbeiten unter hoher Staubbelastung. Daher ist diesem Punkt in der Unterweisung der Beschäftigten entsprechendes Gewicht zu verleihen. Hinweise dazu sollten sich auch im Kapitel „Sachgerechte Entsorgung“ der Betriebsanweisung finden, denn gerade hier spielt die richtige Einstellung der Beschäftigten aber auch der Vorgesetzten – neben den technischen Rahmenbedingungen – eine entscheidende Rolle! Eine Unterweisung zum Thema Staub kann Folgendes beinhalten:

1. Gesundheitliche Wirkung durch das Einatmen von Staub
2. Staubquellen – Arbeitsvorgänge, bei denen Staub entsteht
3. Erläuterung der Begriffe „Staub“, „mineralischer Staub“, „Quarzstaub“
4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
5. Richtige Benutzung der Persönlichen Schutzausrüstung
6. Arbeitshygiene

3. Erläuterung der Begriffe „Staub“, „mineralischer Staub“, „Quarzstaub“
4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
5. Richtige Benutzung der Persönlichen Schutzausrüstung
6. Arbeitshygiene

**Arbeitsmedizinische Vorsorge**

Werden Atemschutzgeräte der Gruppe 1 getragen, zum Beispiel partikelfiltrierende Halbmasken FFP1 oder FFP2, ist den betroffenen Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten. Bei der Verwendung von Atemschutzgeräten der Gruppe 2 und 3, zum Beispiel partikelfiltrierende Halbmasken FFP3, ist arbeitsmedizinische Vorsorge zu veranlassen (Pflichtvorsorge)!

**Checkliste zum Einsatz von Atemschutz**

		Ja	Nein
1.	Sind alle technischen und organisatorischen Staubminderungsmaßnahmen wirklich ausgeschöpft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Wurde der Atemschutz entsprechend der speziellen Expositions- und Arbeitssituation richtig ausgewählt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Wurden die Beschäftigten bei der Auswahl mit einbezogen (Tragekomfort)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Werden die Beschäftigten, die regelmäßig Atemschutz benutzen, arbeitsmedizinisch untersucht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Werden die Atemschutzmasken und -geräte hygienisch einwandfrei und an einem staubgeschützten Ort aufbewahrt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Werden Atemschutzgeräte regelmäßig kontrolliert und schadhafte beziehungsweise verschmutzte Exemplare umgehend ausgetauscht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Werden die Beschäftigten über die richtige Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



[www.staub-info.de](http://www.staub-info.de)

# Europäisches Netzwerk Quarz

## www.nepsi.eu



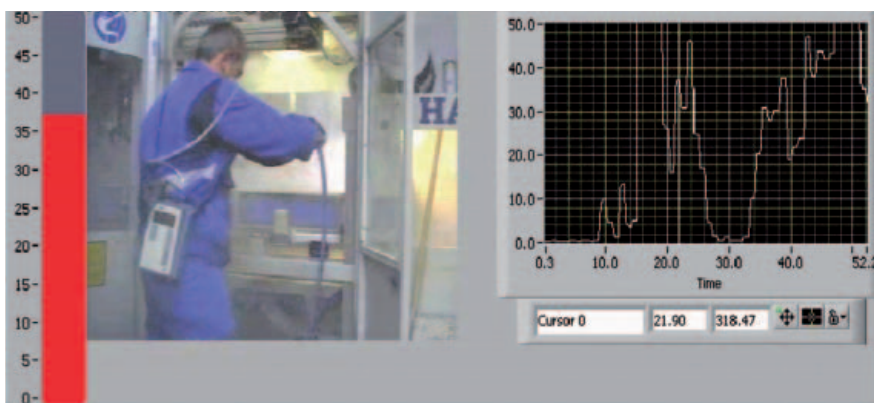
Die zehn goldenen Regeln zur Staubbekämpfung wurden in 22 europäische Landessprachen übersetzt. Der Link dazu findet sich auf [www.nepsi.eu](http://www.nepsi.eu), der Website des europäischen Netzwerkes Quarz, NEPSI, sowie auf der Staubseite des Ausschusses Glas und Keramik [www.staub-info.de](http://www.staub-info.de).

NEPSI stellt außerdem 66 praxisbezogene Anleitungsblätter (Task Sheets) für eine Reihe von Arbeitsverfahren als Download zur Verfügung. In den Arbeitsblättern

werden Staubschutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik im Sinne einer „Best Practice“ beschrieben.

Zusätzlich bietet das Netzwerk Quarz neun Videos auf seiner Website als Downloads an. Die Filme demonstrieren anschaulich die Wirksamkeit moderner Staubschutzmaßnahmen. In den Videosequenzen werden verschiedene Tätigkeiten mit Staubexposition gezeigt und parallel dazu die gemessene Staubexposition als roter Balken eingeblendet. Auf diese

Weise kann den Beschäftigten im Rahmen der Unterweisung vermittelt werden, wie durch gute Arbeitspraxis die Exposition minimiert werden kann.









Herausgeber:

**Ihre gesetzliche  
Unfallversicherung**

**[www.vbg.de](http://www.vbg.de)**

Deelbögenkamp 4  
22297 Hamburg  
Postanschrift: 22281 Hamburg

Artikelnummer: 46-13-0054-3

Realisation:  
BC GmbH Verlags- und Mediengesellschaft  
Kaiser-Friedrich-Ring 53, 65185 Wiesbaden  
[www.bc-verlag.de](http://www.bc-verlag.de)

Fotos: VBG

Illustrationen: Michael Hüter

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung der VBG

Version 1.1/2016-01  
Druck: 2016-01/Auflage: 1.000

Der Bezug dieser Informationsschrift ist für Mitglieds-  
unternehmen der VBG im Mitgliedsbeitrag enthalten.

## Für Sie vor Ort – die VBG-Bezirksverwaltungen:

### Bergisch Gladbach

Kölner Straße 20  
51429 Bergisch Gladbach  
Tel.: 02204 407-0 • Fax: 02204 1639  
E-Mail: BV.BergischGladbach@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
02204 407-165

### Berlin

Markgrafenstraße 18 • 10969 Berlin  
Tel.: 030 77003-0 • Fax: 030 7741319  
E-Mail: BV.Berlin@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
030 77003-109

### Bielefeld

Nikolaus-Dürkopp-Straße 8  
33602 Bielefeld  
Tel.: 0521 5801-0 • Fax: 0521 61284  
E-Mail: BV.Bielefeld@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
0521 5801-165

### Dresden

Wiener Platz 6 • 01069 Dresden  
Tel.: 0351 8145-0 • Fax: 0351 8145-109  
E-Mail: BV.Dresden@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
0351 8145-167

### Duisburg

Wintgensstraße 27 • 47058 Duisburg  
Tel.: 0203 3487-0 • Fax: 0203 2809005  
E-Mail: BV.Duisburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
0203 3487-106

### Erfurt

Koenbergstraße 1 • 99084 Erfurt  
Tel.: 0361 2236-0 • Fax: 0361 2253466  
E-Mail: BV.Erfurt@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
0361 2236-415

### Hamburg

Sachsenstraße 18 • 20097 Hamburg  
Tel.: 040 23656-0 • Fax: 040 2369439  
E-Mail: BV.Hamburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
040 23656-165

### Ludwigsburg

Martin-Luther-Straße 79  
71636 Ludwigsburg  
Tel.: 07141 919-0 • Fax: 07141 902319  
E-Mail: BV.Ludwigsburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
07141 919-354

### Mainz

Isaac-Fulda-Allee 3 • 55124 Mainz  
Tel.: 06131 389-0 • Fax: 06131 371044  
E-Mail: BV.Mainz@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
06131 389-180

### München

Barthstraße 20 • 80339 München  
Tel.: 089 50095-0 • Fax: 089 50095-111  
E-Mail: BV.Muenchen@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
089 50095-165

### Würzburg

Riemenschneiderstraße 2  
97072 Würzburg  
Tel.: 0931 7943-0 • Fax: 0931 7842-200  
E-Mail: BV.Wuerzburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter Tel.:  
0931 7943-407

## BG-Akademien für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:

### Akademie Dresden

Königsbrücker Landstraße 4c  
01109 Dresden  
Tel.: 0351 88923-0 • Fax: 0351 88349-34  
E-Mail: Akademie.Dresden@vbg.de  
Hotel-Tel.: 0351 457-3000

### Akademie Gevelinghausen

Schloßstraße 1 • 59939 Olsberg  
Tel.: 02904 9716-0 • Fax: 02904 9716-30  
E-Mail: Akademie.Olsberg@vbg.de  
Hotel-Tel.: 02904 803-0

### Akademie Lautrach

Schloßstraße 1 • 87763 Lautrach  
Tel.: 08394 92613 • Fax: 08394 1689  
E-Mail: Akademie.Lautrach@vbg.de  
Hotel-Tel.: 08394 910-0

### Akademie Storkau

Im Park 1 • 39590 Tangermünde/OT Storkau  
Tel.: 039321 531-0 • Fax: 039321 531-23  
E-Mail: Akademie.Storkau@vbg.de  
Hotel-Tel.: 039321 521-0

### Akademie Untermerzbach

ca. 32 km nördlich von Bamberg  
Schlossweg 2, 96190 Untermerzbach  
Tel.: 09533 7194-0 • Fax: 09533 7194-499  
E-Mail: Akademie.Untermerzbach@vbg.de  
Hotel-Tel.: 09533 7194-100

## Klinik für Berufskrankheiten

Münchener Allee 10 • 83435 Bad Reichenhall  
Tel.: 08651 601-0 • Fax: 08651 601-1023  
E-Mail: bg-klinik@vbg.de  
www.bgklinik-badreichenhall.de

## Bei Beitragsfragen:

Tel.: 040 5146-2940  
E-Mail: kundendialog@vbg.de

## VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung

Deelbögenkamp 4 • 22297 Hamburg  
Tel.: 040 5146-0 • Fax: 040 5146-2146  
E-Mail: kundendialog@vbg.de  
www.vbg.de

