

## 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- bzw. 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, z. B. 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 Mitarbeitern 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 weggefedt 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 tiefergehende 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 (z. B. 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 (z. B. 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 inhaliert 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 (Abb. 1 und 2)..

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 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 (Abb.3).

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-Mitgliedsstaaten ein Grenzwert von 10 mg/m<sup>3</sup>, während die nationalen Werte für A-Staub in einem Bereich von 3 bis 6 mg/m<sup>3</sup> liegen. Ein Überblick über die international gültigen Staubgrenzwerte findet sich unter [www.dguv.de/ifa/de/gestis/limit\\_values/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/limit_values/index.jsp) (Abb. 4).

### **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 bzw. 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, krebserzeugende und allergisierende Staubteilchen, wie z. B. Quarzstaub, Schwermetalloxide, Schweißrauche, Holz- 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 Agencien-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 (z. B. 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 Agencien-Richtlinie vor. Arbeitsverfahren

sind so zu gestalten, dass gefährliche Dämpfe und Schwebstoffe nicht frei werden. Ein Entweichen entstehender Stäube kann z. B. durch staubdichte Anlagen oder durch Vakuumbetrieb erreicht werden. Die Gestaltung der Arbeitsverfahren ist deshalb zu überprüfen. So kann z. B. 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 z. B. 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) beseitigt 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, z. B. bei Wartungs- und Reparaturarbeiten, so sind personenbezogene Maßnahmen erforderlich, z.B. das Tragen von Staubmasken.

Auf jeden Fall müssen die Mitarbeiter 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 bei Staubexposition sind die Durchführung spezieller arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen oder die Minimierung der Exposition durch Begrenzung der Aufenthaltsdauer der Beschäftigten (z. B. 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-Mitgliedsstaaten im nationalen Regelwerk weiter konkretisiert. Für die Lösung drängender Staubprobleme in der betrieblichen Praxis reichen diese Regelungen allerdings oft nicht aus. Deshalb hat der Fachausschuss Glas und Keramik "Zehn goldene Regeln zur Staubbekämpfung" erarbeitet, die den Betrieben einen einfachen, anschaulichen und vor allem anwenderfreundlichen Leitfaden 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.

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