

■ Stand: 03/2007

■ Best.-Nr. 535.3

Staubexplosionsschutz - Stationäre Absauganlagen

Anwendungen für stationäre Absauganlagen

Durch Stanzen, Schneiden, Sägen, Fräsen oder Schleifen von Holz, Papier, Kunststoff oder Zellstoff und ähnlichen Materialien entsteht neben den Produktionsabfällen auch Staub, der nicht nur zu Verunreinigungen der Arbeitsräume, sondern auch zu gesundheitlichen Gefährdungen sowie Brand- und Explosionsgefahr führen kann. Daher kommen in diesen Bereichen stationäre Absauganlagen zum Einsatz. In Druck und Papierverarbeitung zählen dazu vor allem die Weiterverarbeitung (z.B. Klebender in der Druckweiterverarbeitung, Inline-Maschinen in der Wellpappenindustrie), Trennprozesse bei der Verarbeitung bahnförmiger Materialien (z.B. Rollendruckverfahren, Rollenschneidmaschinen und Rollenkaschiermaschinen) und die Zellstoffindustrie (z.B. Kugelmühlen, Beflockungseinrichtungen und Bahntrennprozesse).

Der Staub wird (ggf. gemeinsam mit anderen Produktionsabfällen wie z.B. Stanzresten oder Randbeschnitt) mit stationären Absauganlagen an der Entstehungsstelle aufgenommen und pneumatisch über Rohrleitungen transportiert. Nach der Trennung von den gröberen Abfallbestandteilen wird der Staub in einem Filter abgeschieden. Der hier abgeschiedene Staub wird dann entweder direkt entsorgt oder über Pressen verdichtet und zumeist der Altstoffverwertung zugeführt.

Explosionsgefahren im Verlauf von Absauganlagen

Alle oben genannten Materialien, die im Bereich Druck und Papierverarbeitung verarbeitet werden, sind grundsätzlich brennbar. Dementsprechend sind die Stäube dieser brennbaren Stoffe bei geeigneter Konzentration in der Luft explosionsfähig.

Für die Beurteilung, ob Explosionsgefahren vorliegen, ist die wesentliche Kenngröße die „untere Explosionsgrenze“ (UEG) des vorhandenen Staubes. Diese untere Explosionsgrenze ist abhängig von Material und Korngrößenverteilung. Dementsprechend muss gegebenenfalls im Einzelfall die untere Explosionsgrenze des vorhandenen Staubes ermittelt werden.

In Untersuchungen der BG ETEM Fachgebiet Druck und Papierverarbeitung wurde z.B. für eine Sorte Papierstaub Explosionsgefahr dann festgestellt, wenn eine Konzentration von ca. 100 g/m^3 Papierstaub in der Luft überschritten wird. Explosionskenngrößen (z.B. die untere Explosionsgrenze) verschiedener Stäube sind in der GESTIS-STAU-EX-Datenbank kostenfrei abrufbar.

Gefährdungsermittlung und primäre Explosionsschutzmaßnahmen

Wie für alle Arbeitsbereiche muss auch für Absauganlagen zunächst die Gefährdungsermittlung durchgeführt werden. Für die Entscheidung, ob die UEG überschritten ist, ist die Kenntnis der vorhandenen Staubmenge in Verbindung mit der vorhandenen Luftmenge erforderlich. Solange ein ständiges sicheres Unterschreiten der UEG nicht nachgewiesen werden kann, muss vom Vorliegen von zumindest einer Zone 22 ausgegangen werden. Im Verlauf der Absauganlagen liegt Staub in

unterschiedlichen Konzentrationen vor. Daher werden im Folgenden die einzelnen Komponenten einer stationären Absauganlage gesondert betrachtet.

- **Absaugstelle**

An der Absaugstelle wird der entstehende Staub (ggf. gemeinsam mit den Produktionsabfällen) mit Luft in die Leitung eingesaugt. Die Gestaltung der Absaugeinrichtung hat Einfluss auf die Erfassung des abzusaugenden Staubes. Bei möglichst vollständiger Erfassung des Staubes ist eine entsprechend geringe Verstaubung des Umfeldes mit entsprechend geringen Staubablagerungen (und in der Folge längeren Reinigungsintervallen) zu erwarten.

Die für ein Unterschreiten der UEG erforderliche Luftmenge ergibt sich aus der anfallenden Staubmenge an der jeweiligen Absaugstelle. Dabei ist der Betriebszustand mit dem maximalen Anfall explosionsfähigen Staubes zu betrachten. Wird dabei ein Überschreiten der UEG festgestellt, kann durch ein Erhöhen des Luftvolumenstromes die UEG wieder unterschritten werden. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Absauggeschwindigkeit zur Vermeidung sehr hoher elektrostatischer Aufladung nicht über 20 m/s liegen darf.

- **Rohluftleitungen**

Rohluftleitungen dienen der Förderung des abgesaugten Staubes (ggf. gemeinsam mit den Produktionsabfällen) von der Absaugstelle zur Abscheidung. Alle druckseitigen Leitungen müssen an den Verbindungsstellen abgedichtet sein, um eine Verstaubung der Umgebung zu verhindern. Bei der Verlegung der Leitungen muss darauf geachtet werden, dass sich der transportierte Staub in Bögen und Strömungsschatten nicht ablagern oder anbacken kann. Bei verzweigten Absaugsystemen sollen die nicht benötigten Absaugstränge mit Schiebern verschließbar sein. Bei einem nachträglichen Anschluss zusätzlicher Absaugstellen ist die Ventilatorleistung zu berücksichtigen.

- **Abscheider (Zyklone, Filter)**

Die Trennung des Staubes von den gröberen Abfallbestandteilen kann in einem Zyklon stattfinden. In Filtern wird in der Regel der Staub von der transportierenden Luft getrennt. Im Inneren von Zyklonen kann die UEG je nach eingetragener Staubmenge und genutztem Luftvolumenstrom überschritten sein. Da der abgeschiedene Staub jedoch in der Regel kontinuierlich (z.B. über eine Zellenradschleuse) abgeführt wird, sind die im Zyklon vorliegenden Verhältnisse mit denen in der Rohluftleitung vergleichbar.

Auf der Rohluftseite von Filtern ist die UEG in der Regel überschritten. Besonders während des zyklischen Abreinigens der Filterelemente liegt kurzfristig eine hohe Staubkonzentration vor. Auf der Reinluftseite liegt eine Konzentration des Staubes oberhalb der UEG bestimmungsgemäß nicht mehr vor. Beschädigungen der Filterelemente oder andere Undichtigkeiten, die zu einem Staubeintrag auf die Reinluftseite führen können, müssen erkannt werden können (z.B. durch eine kontinuierliche Differenzdruckmessung).

- **Ventilatoren**

Ventilatoren in Absauganlagen erzeugen die für die Förderung des Staubes erforderliche Luftströmung. In einem rohluftseitig eingebauten Ventilator ist die UEG im Inneren unterschritten, wenn die transportierte Staubmenge im Verhältnis zur Luftmenge entsprechend gering ist. Dabei sollte die Lüfterleistung grundsätzlich so ausgelegt sein, dass die UEG auch bei ungünstigen Betriebszuständen unterschritten ist. Ein auf der Rohluftseite eingebauter Ventilator kann unter Umständen einen Funkenflug im Inneren des Filters verursachen. Daneben führt der Überdruckbetrieb des Filters bei Gehäuseundichtigkeiten zu Staubaustritten.

Bei der Anordnung des Ventilators auf der Reinluftseite wird die staubbelastete Förderluft durch das Filter gesaugt. Durch den dabei entstehenden Unterdruck treten bei eventuellen Undichtigkeiten des Filtergehäuses keine bedeutenden Staubaustritte auf. Außerdem können mögliche Funken aus dem Ventilator nicht in den Filter gelangen. Die UEG ist im Inneren des Ventilators sicher unterschritten, da in seinem Inneren eine Reinluftatmosphäre vorliegt.

- **Reinluftleitungen**

Die Reinluftleitung schließt sich an den Abscheider/Filter an. Sie dient sowohl der Verbindung des Abscheiders mit dem Ventilator, wenn dieser reinluftseitig eingebaut ist, oder ggf. der Ableitung der gereinigten Luft. Da die Reinluftleitung hinter dem Filter angeordnet ist, liegt hier üblicherweise keine Staubkonzentration oberhalb der UEG vor.

- **Betriebsräume der Absauganlage von der Absaugstelle bis zum Ventilator**

Betriebsräume für Abscheider und Ventilatoren sind in der Regel keine Arbeitsbereiche. Trotzdem muss die Verstaubung der Räume regelmäßig kontrolliert werden. Lassen sich Staubablagerungen nicht vermeiden, so kann als primäre Explosionsschutzmaßnahme eine regelmäßige Reinigung festgelegt und entsprechend in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Eine entsprechende Betriebsanweisung muss erstellt und die Mitarbeiter unterwiesen werden. Ein Beispiel für eine Betriebsanweisung für das Entfernen von Staubablagerungen ist als Anhang diesem Informationsblatt beigelegt. Es empfiehlt sich, eine Liste mit regelmäßigen Reinigungsterminen und den jeweils Verantwortlichen für die Reinigung zu führen.

Um Staubaufwirbelungen zu vermeiden soll nicht gekehrt, sondern der Staub abgesaugt werden. Dies soll mit einem Industriestaubsauger geschehen. Industriestaubsauger für das Saugen brennbarer Stäube müssen explosionsgeschützt sein (Klasse B1 nach DIN EN 60335-2-69 Anh. AA), da in ihrem Inneren eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann.

- **Staubaustrag, Staubentsorgung**

Der abgeschiedene, von den Filterelementen abgerüttelte Staub kann mit unterschiedlichen Einrichtungen aus dem Filter ausgetragen werden. Zum Einsatz kommen z.B. Zellenradschleusen, Schneckenförderer oder Nassaustragsysteme. Aus einer Zellenradschleuse kann der Staub frei in einen Sammelbehälter fallen; besser ist eine staubdichte Anbindung des Sammelbehälters an die Zellenradschleuse. Zu beachten ist die Staubentwicklung beim Wechseln der Behälter und ggf. eine hohe Verstaubung der Umgebung beim offenen Staubeintrag, z.B. in Säcke. Schneckenförderer werden für die Beschickung einer Brikettierpresse eingesetzt. Die gepressten Staubbriketts können offen entsorgt werden, da hier der Staub fest gebunden ist. Bei der Nassabscheidung ist der das Filter verlassende Staub mit Feuchtigkeit, in der Regel Wasser, gebunden.

Gefährdungsbeurteilung

Alle Bereiche der Absauganlage müssen auf der Grundlage der ermittelten Gefährdung dahingehend beurteilt werden, ob die UEG ständig sicher unterschritten ist oder nicht.

Ist aufgrund geringer Staubmengen im Verhältnis zur Luftmenge die UEG sicher unterschritten, so liegt keine explosionsfähige Atmosphäre und damit auch keine Zone vor.

Wenn abgelagerte Staubmengen aufgewirbelt werden, kann unter Umständen die UEG überschritten werden. Wird sichergestellt, dass mit Hilfe primärer Explosionsschutzmaßnahmen (z.B. Entfernen von Staubablagerungen oder Erhöhung der Luftmenge) die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ausgeschlossen ist, braucht der betreffende Bereich **nicht** als Zone betrachtet werden.

Wird durch die Betrachtung der vorhandenen Staubmengen und Luftmengen festgestellt, dass in bestimmten Komponenten der Anlage ein Unterschreiten der UEG des Staubes nicht erreicht werden kann, so müssen die entsprechenden Komponenten als Zonen definiert werden.

Die Zoneneinteilung für Absauganlagen kann erfahrungsgemäß folgendermaßen vorgenommen werden:

Bereich	Einteilung*	Begründung/Bedingung
Absaugstelle	Keine Zone	Rohgaskonzentration in der Regel deutlich unterhalb UEG
Rohluftleitung; auch Ventilatoren in der Rohluftleitung	Keine Zone	Bei Rohgaskonzentration deutlich unterhalb UEG
	Zone 22	Bei evtl. Konzentrationsschwankungen (z.B. Anfahren)
	Zone 20	Bei Rohgaskonzentration über UEG
Zyklone zur Grobabscheidung	Keine Zone	Bei Rohgaskonzentration deutlich unterhalb UEG
	Zone 22	Bei evtl. Konzentrationsschwankungen (z.B. Anfahren oder diskontinuierliche Staubabführung aus dem Zyklon)
	Zone 20	Bei Rohgaskonzentration über UEG
Rohluftraum im Filter	Zone 20	Bei kontinuierlicher Abreinigung entsteht „häufig“ eine explosionsfähige Staubwolke
	Zone 21	Bei Abreinigung im Stillstand oder gelegentlicher, differenzdruckabhängiger Abreinigung
Reinluftraum im Filter	Zone 22	Im Normalbetrieb keine explosionsfähige Staubwolke, bei Undichtheit jedoch Ansammlung von Staub möglich
	Keine Zone	Bei messtechnischer Überwachung der Reingaskonzentration und sofortiger Reaktion bei Grenzwertüberschreitung
Reinluftleitung; auch Ventilatoren in der Reinluftleitung	Keine Zone	Durch hohe Absauggeschwindigkeit selbst bei Undichtheit keine Ablagerungen möglich
	Zone 22	Bei Gefahr von Staubablagerungen bei Undichtheit wegen geringer Absauggeschwindigkeit
Betriebsraum	Keine Zone	Regelmäßige Reinigung und Wartung des Aufstellungsbereiches vorausgesetzt (der Einsatz staubgeschützter elektrischer Betriebsmittel IP 54 wird empfohlen)
Staubaustrag / Entsorgung	Zone 22	Wenn z.B. unter einer Zellenradschleuse Staub frei austritt oder beim Wechsel des Behälters Aufwirbelungen möglich sind
	Keine Zone	Bei staubdichtem Austrag / Entsorgung

* Die fett gedruckten Einteilungen stellen den Regelfall unter Beachtung primärer Explosionsschutzmaßnahmen dar.

Der Hersteller einer Absauganlage ist verpflichtet, im Rahmen seiner Risikoanalyse für die von ihm gelieferte Anlage die explosionsgefährdeten Bereiche in der Anlage festzulegen und zu begründen. Die Ergebnisse dieser Risikoanalyse sollte der Betreiber der Anlage beim Hersteller erfragen (empfehlenswert ist eine vertragliche Regelung) und als Grundlage seiner Gefährdungsbeurteilung nutzen. Die Gefährdungsbeurteilung ist durch den Betreiber auch auf die Umgebung der Anlage auszuweiten. Ergibt diese Gefährdungsbeurteilung Bereiche mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre für die Anlage, so müssen Zonen eingeteilt und ein Explosionsschutzdokument erstellt werden. In der Regel ist zumindest der Rohluftraum im Filter als Zone zu definieren.

Sekundäre und tertiäre Explosionsschutzmaßnahmen

Wenn durch primäre Explosionsschutzmaßnahmen das Überschreiten der UEG nicht sicher ausgeschlossen werden kann, so muss das Explosionsrisiko durch weitergehende Maßnahmen verringert werden. Das Vermeiden von Zündfunken oder eine explosionsdruckstoßfeste Bauweise sind Beispiele für den sekundären und tertiären Explosionsschutz, der in diesem Fall angewendet wird. Die geeigneten Maßnahmen müssen im Einzelfall festgelegt werden.

Bezogen auf die einzelnen Komponenten einer Absauganlage können z.B. die folgenden sekundären und tertiären Explosionsschutzmaßnahmen sinnvoll sein:

- **Absaugstelle**

1. Zündfunkenvermeidung

- ⇒ Einsatz nicht funkenreißender Materialien für handgeführte Absaugeinrichtungen (z.B. Bronze, Kunststoff)
- ⇒ Einsaugen funkenreißender Materialien vermeiden

- **Rohrluftleitungen**

1. Zündfunkenvermeidung durch

- ⇒ Feste Rohrleitung aus elektrisch leitfähigem Material
- ⇒ Elektrisch leitfähige Verbindung zwischen Rohrleitungsteilen
- ⇒ Schläuche zwischen Absaugeinrichtung und fester Rohrleitung so kurz wie möglich und mit geringem Oberflächenableitwiderstand (elektrisch geerdete Metallwendel, Wendelsteigung max. 30 mm, Kunststoffstärke über Metall innen max. 2 mm, Ableitwiderstand < 106 Ohm)
- ⇒ Korrosionsgeschützte Ausführung oder Korrosionsvermeidung

2. Explosionsvermeidung durch

- ⇒ Funkenerkennung in Verbindung mit Schnellschlussschiebern
- ⇒ Funkenlöschanlagen

3. Konstruktiver Explosionsschutz

- ⇒ Druckentlastung über Entlastungsschlot und Berstscheiben
- ⇒ Explosionstechnische Entkoppelung durch
 - Rückschlagklappe oder
 - Löschmittelsperre

- **Abscheider (Zyklone)**

1. Zündfunkenvermeidung durch

- ⇒ elektrisch leitfähiges Material
- ⇒ Erdung
- ⇒ Korrosionsgeschützte Ausführung oder Korrosionsvermeidung
- ⇒ Ventilator auf der Reinluftseite
- ⇒ Ventilator auf der Rohrluftseite nach prEN 14986

2. Konstruktiver Explosionsschutz

- ⇒ Druckentlastung über Entlastungsschlot mit Berstscheiben
- ⇒ Explosionstechnische Entkoppelung durch Rückschlagklappen
- ⇒ Aufstellung außen oder in separatem Raum

- **Abscheider (Filter)**

1. Zündfunkenvermeidung durch

- ⇒ Ventilator auf der Reinluftseite
- ⇒ Ventilator auf der Rohrluftseite nach prEN 14986
- ⇒ Einsatz leitfähiger und geerdeter Filtermaterialien

2. Explosionsunterdrückung durch
⇒ Funkenlöschanlage
3. Konstruktiver Explosionsschutz
⇒ Druckentlastung mit Berstscheiben in einem ungefährdeten Bereich
⇒ Aufstellung außen oder in separatem Raum

- **Ventilator**

Ein auf der Rohluftseite eingebauter Ventilator muss der prEN 14986 „Konstruktion von Ventilatoren für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen“ entsprechen, wenn in seinem Inneren während des Betriebes die UEG überschritten sein kann. Folgende Vorgaben müssen erfüllt sein:

1. ausreichender Abstand der Ventilatorenblätter zum Gehäuse (Reib- und Schlagfunken),
2. oder nur bestimmte Materialkombinationen (Kunststoff-Kunststoff, Stahl, Gusseisen-Messing, Kupfer),
3. sichere Befestigung der Ventilatorblätter,
4. Absaugrohre aus rostfreiem Stahl oder innen grundiert (Rostflug),
5. Anbackungen müssen im Inneren entfernt werden können.

Die Übereinstimmung des Ventilators mit diesen Vorgaben muss vom Hersteller erklärt werden.

- **Betriebsräume**

1. Zündfunkenvermeidung
 - ⇒ Erdung (Verhindern elektrostatischer Entladungsfunken)
 - ⇒ Rauchverbot
 - ⇒ Offenes Feuer und Licht vermeiden
 - ⇒ Elektrische Betriebsmittel in explosionsgeschützter Bauweise
 - ⇒ Arbeitsfreigaben (Feuererlaubnisscheine)
 - ⇒ Unterweisung der Beschäftigten zur Zündquellenvermeidung

Die Auswahl der jeweils geeigneten Maßnahme und die Umsetzung sollen in Abstimmung mit dem Hersteller der Anlage durchgeführt werden.

Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

- „Explosionsschutzregeln“ (BGR 104); TRBS 2152
- „Schutzmaßnahmen beim manuellen Abwiegen und Abfüllen von staubenden Produkten“ (BGI 5029) (→ Muster für Explosionsschutzdokument)
- „Konstruktion von Ventilatoren für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen“ (prEN 14986), Beuth Verlag, Berlin, www.beuth.de

Weitere Informationen

- „Grundlagen des Staub-Explosionsschutzes“ (BG-Infoblatt Best-Nr. 535)
- „Industriestaubsauger“ (BG-Infoblatt Best-Nr. 412)
- GESTIS-STAUB-EX-Datenbank unter www.dguv.de (Explosionskenngrößen verschiedener Stäube)

Anlage

Musterbetriebsanweisung „Entfernen von Staubablagerungen“ (Download unter www.bgetem.de)

Betrieb / Abteilung:

Arbeitsplatz / Tätigkeit: z.B. Betriebsraum der Absauganlage

Tätigkeit

Entfernen von Ablagerungen brennbarer Stäube

Vorgehensweise



Staubablagerungen müssen regelmäßig entfernt werden.

Locker abgelagerter/trockener Staub: Explosionsgefahr; nicht mit Druckluft abblasen!

Mit explosionsgeschütztem Industriestaubsauger (Klasse B1) aufsaugen

Geringe Mengen am Boden mit Kehrspänen versetzen oder anfeuchten und aufkehren



Fett- und ölhaltiger Staub: Wenn möglich, wie trockenen Staub aufsaugen. Ausblasen mit Druckluft nur wenn unumgänglich; in diesem Fall gleichzeitig aufsaugen und in die Richtung der Saugerdüse blasen

Verbleibende Fett- oder Ölreste am Boden entfernen (Rutschgefahr!)

Sicherheitsratschläge



Zündquellen vermeiden: trockener und fetthaltiger Staub ist brennbar!

Bildung von Staubwolken vermeiden

Sollte ein Abblasen unumgänglich sein: Feinstaubmaske benutzen und den abgeblasenen Staub sofort aufsaugen



Nach Beendigung der Reinigungsarbeiten persönliche Hygienemaßnahmen durchführen (z.B. Hände und Gesicht waschen, stark verschmutzte Kleidung reinigen)

Keine Lebensmittel in Bereichen mit Staubverschmutzungen lagern oder einnehmen

Verhalten im Gefahrfall

Bei Feuer sofort Mitarbeiter informieren, Bereich über gekennzeichnete Fluchtwege verlassen, Sammelplatz aufsuchen, Vollzähligkeit der Mitarbeiter prüfen und Vorgesetzten informieren

Entstehungsbrand vorsichtig löschen; das Aufwirbeln einer Staubwolke kann zu einer Explosion führen!

Bei Mängeln, Leckagen oder Störungen sofort Vorgesetzten informieren

Notrufnummer:

Erste Hilfe



Bei Stäuben von Gefahrstoffen: stoffbezogene Betriebsanweisung beachten und dem Arzt zeigen

Bei Brand oder Explosion: ggf. Verletzte bergen und Notarzt alarmieren

Ersthelfer:

Notrufnummer:

Datum:

Unterschrift: