

■ Stand: 10/2015

■ 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 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. Im Druck und in der Papierverarbeitung zählen dazu vor allem die Weiterverarbeitung (z. B. Klebebinder in der Buchbinderei, Inline-Maschinen in der Wellpappenindustrie), Schneidprozesse bei der Verarbeitung bahnförmiger Materialien (z. B. in Rollendruckmaschinen, Rollenschneidmaschinen und Rollenkaschiermaschinen) und die Zellstoffindustrie (z. B. Kugelmühlen, Beflockungseinrichtungen und Bahntrennprozesse).

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

Explosionsgefahren durch Stäube

Alle oben genannten Materialien sind grundsätzlich brennbar. Eine Vielzahl von Untersuchungen an Staubproben dieser Materialien aus dem Bereich Druck und Papierverarbeitung haben gezeigt, dass deren Korngrößen deutlich unterhalb 500 µm liegen. Dementsprechend sind die Stäube dieser brennbaren Stoffe bei geeigneter Konzentration in der Luft explosionsfähig.

Für die Beurteilung, ob Explosionsgefahren vorliegen, wird die wesentliche Kenngröße der „unteren Explosionsgrenze“ (UEG) des vorhandenen Staubes benötigt. Diese untere Explosionsgrenze ist abhängig von Material und Beschaffenheit des Staubes. Sie muss im Einzelfall ermittelt werden.

In Untersuchungen der Berufsgenossenschaft wurden für Stäube unterschiedlicher Papiere untere Explosionsgrenzen von ca. 30 bis 100 g/m³ Papierstaub in der Luft festgestellt. Explosionskenngrößen (z. B. die untere Explosionsgrenze) verschiedener Stäube sind in der GESTIS-STaub-EX-Datenbank kostenfrei abrufbar.

Explosionsgefahren im Inneren von Absauganlagen und primäre Explosionsschutzmaßnahmen

Für Absauganlagen muss wie für alle Arbeitsbereiche eine 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. In verschiedenen Teilbereichen 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 Produktabfällen) mit Luft in die Leitung eingesaugt. Die Gestaltung der Absaugeinrichtung (Geometrie und Form, Abstand zur Entstehungsstelle etc.) hat Einfluss auf die Erfassung des abzusaugenden Staubes. Bei möglichst vollständiger Erfassung des Staubes ist eine 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. Ist dabei ein Überschreiten der UEG nicht auszuschließen, kann durch ein Erhöhen des Luftvolumenstromes die UEG wieder unterschritten werden. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Strömungsgeschwindigkeit zur Vermeidung sehr hoher elektrostatischer Aufladung nicht über 20 m/s liegen darf.

- **Rohgasleitungen**

Rohgasleitungen dienen der Förderung des abgesaugten Staubes (ggf. gemeinsam mit den Produktabfällen) 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, die ggf. mit Stützventilatoren erhöht werden kann.

- **Abscheider (Zyklone, Filter)**

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

Auf der Rohgasseite von Filtern wird die UEG zeitweise überschritten. Besonders während des zyklischen Abreinigens der Filterelemente liegt kurzfristig eine hohe Staubkonzentration vor. Auf der Reingasseite liegt eine Konzentration des Staubes oberhalb der UEG üblicherweise nicht mehr vor. Beschädigungen der Filterelemente oder andere Undichtigkeiten, die zu einem Staubeintrag auf die Reingasseite 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 rohgasseitig 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 Rohgasseite 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 Reingasseite 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 Reingasatmosphäre vorliegt.

Deswegen ist diese Anordnung zu bevorzugen und stellt den Stand der Sicherheitstechnik dar.

- **Reingasleitungen**

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

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

In Betriebsräumen für Abscheider und Ventilatoren befinden sich in der Regel keine ständigen Arbeitsplätze. Trotzdem muss die Verstaubung der Räume regelmäßig kontrolliert werden. Lassen sich Staubablagerungen nicht vermeiden, so kann als primäre Explosionsschutzmaßnahme eine regelmäßige Reinigung festgelegt und in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Eine entsprechende Betriebsanweisung muss erstellt werden, anhand derer die Mitarbeiter unterwiesen werden müssen. Ein Beispiel für eine Betriebsanweisung für das Entfernen von Staubablagerungen ist als Anhang diesem Informationsblatt beigefügt. Es empfiehlt sich, einen Reinigungsplan mit regelmäßigen Reinigungsterminen und den jeweils Verantwortlichen für die Reinigung zu führen.

Um Staubaufwirbelungen zu vermeiden soll nicht gekehrt, sondern der Staub aufgesaugt werden. Dies muss mit einem geeigneten Industriestaubsauger geschehen. Geeignet sind explosionsgeschützt ausgeführte Industriestaubsauger für das Saugen brennbarer Stäube (Klasse B1 bzw. entsprechend DIN EN 60335-2-69 Anh. CC), da in ihrem Inneren eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann.

- **Staubaustrag, Staubentsorgung**

Der abgeschiedene, von den Filterelementen entfernte 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. Wenn Zündgefahren durch unzulässig hohe elektrostatische Aufladungen (oberhalb der Mindestzündenergie des Staubes) nicht auszuschließen sind, müssen die Sammelsäcke elektrostatisch ableitfähig sein. 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 den 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) die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ausgeschlossen ist, muss der betreffende Bereich **nicht** als Zone eingestuft 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 in diesen entsprechenden Anlagenteilen Zonen definiert werden.

Die Zoneinteilung für Absauganlagen kann nach der VDI-Richtlinie 2263 Blatt 6 „Staubbrände und Staubexplosionen: Brand- und Explosionsschutz an Entstaubungsanlagen; Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen“ folgendermaßen vorgenommen werden:

Bereich	Einteilung*	Begründung/Bedingung
Absaugstelle	Keine Zone	Rohgaskonzentration in der Regel deutlich unterhalb UEG
Rohgasleitung; auch Ventilatoren in der Rohgasleitung	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
Rohgasraum im Filter	Zone 20	Bei kontinuierlicher Abreinigung entsteht „häufig“ eine explosionsfähige Staubwolke
	Zone 21	Bei Abreinigung im Stillstand oder gelegentlicher, differenzdruckabhängiger Abreinigung
Reingasraum 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
Reingasleitung; auch Ventilatoren in der Reingasleitung	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 21	Inneres des Bereiches zwischen Zellenradschleuse und Sammelbehälter
	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 auszudehnen. Ergibt diese Gefährdungsbeurteilung Bereiche mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre für die Anlage und/oder deren Umgebung, so müssen Zonen eingeteilt und ein Explosionsschutzdokument erstellt werden. In der Regel ist zumindest der Rohgasraum im Abscheider 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
- ⇒ Einsaugen von Zündquellen vermeiden

- **Rohgasleitungen**

1. Zündfunkenvermeidung durch

- ⇒ feste Rohrleitung aus elektrostatisch ableitfähigem Material
- ⇒ elektrisch leitfähige Verbindung zwischen voneinander isolierten 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 $< 10^6$ 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

- ⇒ elektrostatisch ableitfähiges Material
- ⇒ Erdung
- ⇒ korrosionsgeschützte Ausführung oder Korrosionsvermeidung
- ⇒ Ventilator auf der Reingasseite
- ⇒ Ventilator auf der Rohgasseite nach EN 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 Reingasseite
 - ⇒ Ventilator auf der Rohgasseite nach EN 14986
 - ⇒ Einsatz ableitfähiger und geerdeter Filtermaterialien
2. Explosionsunterdrückung durch
 - ⇒ Funkenlöschanlage
3. Konstruktiver Explosionsschutz
 - ⇒ Druckentlastung mit Berstscheiben in einen ungefährdeten Bereich
 - ⇒ Aufstellung außen oder in separatem Raum

- **Ventilator**

Ein auf der Rohgasseite eingebauter Ventilator muss der EN 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. formschlüssige Befestigung der Ventilatorblätter,
4. Absaugrohre aus rostfreiem Stahl oder innen grundiert (Rostflug),
5. Anbackungen im Inneren müssen 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 und weitere Informationen

- TRBS 2152 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) (bisher BGR 104)
- DIN EN 14986 „Konstruktion von Ventilatoren für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen“
- GESTIS-STAU-EX-Datenbank unter www.dguv.de (Explosionskenngrößen verschiedener Stäube)

Informationen der BG ETEM

- „Grundlagen des Staub-Explosionsschutzes“ (BG-Infoblatt 535)
- „Industriestaubsauger“ (BG-Infoblatt 412)
- Sicherheitsbeurteilung „Explosionsschutz“ (Broschüre Infoblatt 230.19)

Anlage

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

Firma:

Arbeitsbereich:

Verantwortlich: _____

Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. TRGS 555

Arbeitsplatz: z. B. Betriebsraum der
Absauganlage

Tätigkeit: Entfernen von Ablagerung
brennbarer Stäube

Muster

Stand:

Gefahrstoffbezeichnung

Brennbare Stäube (Teilchengröße < 500µm)

Gefahren für Mensch und Umwelt



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!)



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



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:

Sachgerechte Entsorgung

Entsprechend den betrieblichen Vorgaben entsorgen!