

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Staubbrände und Staubexplosionen  
Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen  
Explosionsschutz bei Wirbelschichtanlagen

VDI 2263

Blatt 5  
Entwurf

Dust fires and dust explosions  
Hazards – assessment – protective measures  
Explosion protection in fluid bed dryers

*Einsprüche bis 31.07.2002 an  
Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf*

Inhalt	Seite	Seite
Vorbemerkung . . . . .	2	
<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>2</b>	
<b>1 Anwendungsbereich</b> . . . . .	<b>3</b>	
<b>2 Begriffsbestimmungen</b> . . . . .	<b>3</b>	
<b>3 Beschreibung der Anlagen</b> . . . . .	<b>6</b>	
3.1 Verfahrensbeschreibung . . . . .	6	
3.2 Produktions- und Technikumsanlagen . . . . .	7	
3.2.1 Diskontinuierlicher Betrieb (Batch-Betrieb) . . . . .	7	
3.2.1.1 Offenes Befüllen und Entleeren . . . . .	7	
3.2.1.2 Befüllen und Entleeren durch Schwerkraft . . . . .	7	
3.2.1.3 Pneumatisches Befüllen und Entleeren . . . . .	7	
3.2.2 Kontinuierlicher Betrieb . . . . .	7	
3.2.3 Anlage mit Gaskreislauf . . . . .	9	
3.3 Laboranlagen . . . . .	10	
<b>4 Risikobeurteilung</b> . . . . .	<b>10</b>	
4.1 Allgemeines . . . . .	10	
4.2 Hinweise für Hersteller . . . . .	11	
4.3 Hinweise für Betreiber . . . . .	11	
<b>5 Schutzmaßnahmen</b> . . . . .	<b>12</b>	
5.1 Allgemeines . . . . .	12	
5.2 Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre . . . . .	12	
5.2.1 Ersatz oder Verringerung der Menge brennbarer Stoffe . . . . .	12	
5.2.2 Konzentrationsbegrenzung . . . . .	12	
5.2.3 Inertisierung . . . . .	13	
5.2.4 Verringerung der Freisetzung brennbarer Stoffe . . . . .	13	
5.2.5 Vermeiden von Staubablagerungen . . . . .	14	
5.3 Vermeiden wirksamer Zündquellen . . . . .	14	
5.4 Konstruktiver Explosionsschutz . . . . .	14	
5.4.1 Explosionsfeste Bauweise . . . . .	14	
5.4.2 Explosionsdruckentlastung . . . . .	15	
5.4.3 Explosionsunterdrückung . . . . .	15	
5.4.4 Explosionstechnische Entkopplung . . . . .	15	
5.4.4.1 Allgemeines . . . . .	15	
5.4.4.2 Löschmittelsperre . . . . .	15	
5.4.4.3 Schnellschlussschieber . . . . .	16	
5.4.4.4 Schnellschlussventil . . . . .	16	
5.4.4.5 Quetschventil . . . . .	16	
5.4.4.6 Taktschleuse . . . . .	16	
5.4.4.7 Rückschlagklappe . . . . .	16	
5.4.4.8 Zellenradschleuse . . . . .	16	
5.5 Sensoren . . . . .	16	
<b>6 Kennzeichnung und Betriebsanleitung</b> . . . . .	<b>17</b>	
6.1 Kennzeichnung . . . . .	17	
6.2 Betriebsanleitung . . . . .	17	
<b>7 Betrieb</b> . . . . .	<b>18</b>	
<b>8 Prüfpflicht</b> . . . . .	<b>18</b>	
<b>Anhang A</b> . . . . .	<b>20</b>	
<b>Anhang B</b> . . . . .	<b>22</b>	
Schrifttum . . . . .	23	

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Ausschuss Explosionsschutz bei Wirbelschichtanlagen

## Vorbemerkung

In der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien und DIN-Normen zum Umweltschutz. Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. den Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Die Arbeitsergebnisse der KRdL fließen ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) ein.

Folgende Themenschwerpunkte werden in vier Fachbereichen behandelt:

### *Fachbereich I „Umweltschutztechnik“*

Produktionsintegrierter Umweltschutz; Verfahren und Einrichtungen zur Emissionsminderung; ganzheitliche Betrachtung von Emissionsminderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Luft, Wasser und Boden; Emissionswerte für Stäube und Gase; anlagenbezogene messtechnische Anleitungen; Handhabung brennbarer Stäube; Minderung der Exposition gegenüber luftfremden Stoffen am Arbeitsplatz; Umweltschutzkostenrechnung

### *Fachbereich II „Umweltmeteorologie“*

Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; störfallbedingte Freisetzungen; mikro- und mesoskalige Windfeldmodelle; Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Oberflächen; meteorologische Messungen; angewandte Klimatologie; Lufthygienekarten; human-bio-meteorologische Bewertung von Klima und Lufthygiene; Übertragung meteorologischer Daten

### *Fachbereich III „Umweltqualität“*

Wirkung von Luftverunreinigungen auf Mensch, Tier, Pflanze, Boden, Werkstoffe und Atmosphäre; wirkungsbezogene Mess- und Erhebungsverfahren; Erfassung und Wirkung mikrobieller Luftverunreinigungen; Olfaktometrie; Umweltsimulation

### *Fachbereich IV „Umweltmesstechnik“*

Emissions- und Immissionsmesstechnik für anorganische und organische Gase sowie für Partikel; optische Fernmessverfahren; Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Messen von Bodenluftverunreinigungen; Verfahren zur Herstellung von Referenzmaterialien; Prüfpläne für Mess-

geräte; Validierungsverfahren; Messplanung; Auswerteverfahren; Qualitätssicherung

Die Richtlinien und Normen werden zunächst als Entwurf veröffentlicht. Durch Ankündigung im Bundesanzeiger und in der Fachpresse erhalten alle interessierten Kreise die Möglichkeit, sich an einem öffentlichen Einspruchsverfahren zu beteiligen. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass unterschiedliche Meinungen vor Veröffentlichung der endgültigen Fassung berücksichtigt werden können.

Die Richtlinien und Normen sind in sechs Bänden des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft zusammengefasst.

## Einleitung

In Wirbelschichtanlagen werden in vielen Fällen brennbare oder zersetzungsfähige Produkte verarbeitet. Je nach verwendetem Produkt und Art des Verfahrens können Brände und Explosionen durch Entzündung von Staub/Luft-Gemischen und Dampf/Luft-Gemischen sowie hybriden Gemischen oder durch Zersetzungsreaktionen entstehen.

Das Auftreten hybrider Gemische beim Einsatz von brennbaren Lösemitteln oder durch Schwelgase infolge überhitzter Produkte ist möglich. Die sicherheitstechnischen Kenngrößen von hybriden Gemischen (wie Mindestzündenergie, maximaler Explosionsdruck, maximaler zeitlicher Druckanstieg) können kritischer sein als die reiner Staub/Luft-Gemische. Auch wenn die Konzentrationen der Dämpfe oder Stäube unterhalb ihrer unteren Explosionsgrenze liegen, kann ein hybrides Gemisch bereits explosionsfähig sein. Diese Eigenschaften müssen bei den Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden.

Die Europäische Union (EU) hatte im März 1994 eine „Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen“ [1] in Kraft gesetzt. Diese Richtlinie ist in der Bundesrepublik Deutschland durch die so genannte Explosionschutzverordnung (ExVO) als 11. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (2. GSGV) im Jahre 1996 in nationales Recht umgesetzt worden [2]. Bedingt durch diese Umsetzung musste die vorher bestehende ElexV [3] novelliert werden. Die „alte ElexV“ wird allerdings noch bis zum Jahr 2003 neben der „neuen ElexV“ Gültigkeit haben.

In der Richtlinienreihe VDI 2263 sind bisher die übergreifende Richtlinie sowie die Blätter 1 bis 4 erschienen.

VDI 2263 „Staubbrände und Staubexplosionen Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen“ gilt für die Beurteilung der Gefahren und für Maßnahmen zur Verhütung von Staubbränden und Staubexplosionen einschließlich derer gefährlichen Auswirkungen.

VDI 2263 Blatt 1 „Untersuchungsmethoden zur Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrößen von Stäuben“ beschreibt die Prüfungen an einer repräsentativen und eindeutig definierten Probe nach einer auf die jeweiligen Prüfmethode zugeschnittenen Vorbereitung.

VDI 2263 Blatt 2 „Inertisierung“ behandelt die Inertisierung als Maßnahme des vorbeugenden Explosionsschutzes.

VDI 2263 Blatt 3 „Explosionsdruckstoffeste Behälter und Apparate, Berechnung, Bau und Prüfung“ ist anzuwenden für Behälter und Apparate, die als Maßnahme des konstruktiven Explosionsschutzes in explosionsdruckstoffester Bauweise errichtet werden sollen.

VDI 2263 Blatt 4 „Unterdrückung von Staubexplosionen“. Explosionsunterdrückungsanlagen sind Einrichtungen, die eine Staubexplosion im Anfangsstadium erkennen und durch schnelles Einblasen von Löschmitteln abbrechen. Hierdurch wird der Aufbau eines unzulässig hohen Druckes verhindert und die Auswirkungen einer Explosion auf das Innere entsprechend geschützter Behälter oder Apparate begrenzt.

Die vorliegende Richtlinie basiert insbesondere auf der ZH 1/617.

Zu den in dieser Richtlinie behandelten Wirbelschichtanlagen gibt es zurzeit keine europäischen Normen.

Ergänzend zu dieser VDI-Richtlinie ist ein weiteres Blatt in Vorbereitung, in dem Anwendungsbeispiele für die Durchführung einer Risikobeurteilung, Ausführungen des vorbeugenden Explosionsschutzes sowie Anwendung des konstruktiven Explosionsschutzes ausführlich dargestellt werden (siehe auch [11]).

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Stand der Technik im Sinne der Legaldefinition des BImSchG § 3 [4]. Stand der Technik im Sinne dieses Gesetzes ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb er-

probt worden sind. Die Richtlinien finden Anwendung auf Maßnahmen des Explosionsschutzes bei Wirbelschicht-Sprüh-Granulatoren, Wirbelschicht-Trocknern und Wirbelschicht-Coatinganlagen – nachfolgend als Wirbelschichtanlagen bezeichnet – in denen bei bestimmungsgemäßer Verwendung brennbare Staub/Luft-Gemische, Dampf/Luft-Gemische oder hybride Gemische vorhanden sind oder entstehen können.

Ausgenommen von dieser Richtlinie sind Wirbelschichtfeuerungen nach TRD 415 .

## 2 Begriffsbestimmungen

- 2.1 **Abblasrohr:** Ein der Druckentlastungseinrichtung nachgesetztes Rohr zur gefahrlosen Ableitung der Druckwelle, der Flamme und der Verbrennungsprodukte
- 2.2 **Ableitwiderstand  $R_E$  in  $\Omega$ :** Der elektrische Widerstand, der zwischen einer an einen Gegenstand angelegten Elektrode und Erde gemessen wird (siehe BGR 132)
- 2.3 **Agglomerat:** Anhäufung, Zusammenballung von Teilchen. Auch Gemenge, die durch Mischen bei gleichzeitiger Erwärmung bis oberhalb der Erweichungstemperatur entstehen.
- 2.4 **Anlagen, elektrische:** Im Sinne der Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ElexV) [3] einzelne oder zusammenschaltete Betriebsmittel, die elektrische Energie erzeugen, umwandeln, speichern, fortleiten, verteilen, messen, steuern oder verbrauchen
- 2.5 **Ansprechüberdruck  $p_A$  in bar:** Druck, bei dem ein Explosionsunterdrückungssystem ausgelöst wird
- 2.6 **Ansprechüberdruck, dynamischer  $p_{dyn}$  in bar:** Druck, bei dem eine Druckentlastungseinrichtung im Explosionsfall anspricht. Er kann höher sein als der statische Ansprechüberdruck
- 2.7 **Ansprechüberdruck, statischer  $p_{stat}$  in bar:** Druck, bei dem eine Druckentlastungseinrichtung unter langsamem Druckanstieg anspricht. Der statische Ansprechüberdruck ist ein charakteristisches Merkmal von Druckentlastungseinrichtungen.
- 2.8 **Berstscheibe:** Eine nicht wieder schließende und nicht wieder verwendbare Druckentlastungseinrichtung, die durch Bersten des Entlastungselementes bei einem definierten Ansprechüberdruck die Entlastungsöffnung freigibt