

der Schutzgüteordnung der Betriebe festgelegten Arbeitsstufen [15]

- für alle neu- und weiterentwickelten Arbeitsstätten in den Etappen
 - verbindliches Angebot
 - Grundsatzentscheidung
 - Ausführungsprojekt
 - vor Aufnahme des Probebetriebs
 - vor Übergabe von Teilleistungen
 - vor Übergabe der gesamten Investitionsleistung
- nach der Rekonstruktion bzw. Grundinstandsetzung von Arbeitsmitteln und Arbeitsstätten
- nach der Veränderung von Arbeitsverfahren, die Auswirkungen auf den GAB haben könnten
- vor Anwendung importierter Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren, Arbeitsstätten.

Verantwortlich für die Erarbeitung des GAB-Nachweises sind die leitenden Mitarbeiter, die vom Betriebsleiter zu benennen sind (in der Schutzgüteordnung).

Der grundsätzliche Inhalt des GAB-Nachweises ist bereits im § 5 (2) ASVO vorgegeben. Zur Unterstützung für die Praxis wurden ausgehend von den rechtlichen Festlegungen vom Zentralinstitut für Arbeitsschutz Dresden eine Rahmengliederung für den GAB-Nachweis sowie entsprechende Erläuterungen dazu erarbeitet und veröffentlicht [13, 19]. Konkrete Beispiele für GAB-Nachweise für unterschiedliche Anwendungsfälle sowie Beispiele für leitungsseitige Festlegungen zur GAB-Nachweisführung in der Schutzgüteordnung wurden in [20, 21, 22] veröffentlicht.

Das Gutachten zur Brand- und Explosionsge-

fährdung gemäß Standard TGL 30042 [6] ist die verbindliche Grundlage für alle Sicherheitsmaßnahmen zur Verhütung von Bränden und Explosionen bei der Planung, Projektierung, Errichtung, beim Betreiben und bei der Instandhaltung von Arbeitsstätten. Diese Ausführungen im Gutachten sind eine Grundlage für die Aussagen im GAB-Nachweis (Bild 1).

Literatur

- [1] Arbeitsschutzverordnung – ASVO vom 1. Februar 1977. GBl. der DDR Teil I, Nr. 36.
- [2] 3. DB zur ASVO – Schutzgüte vom 24. Januar 1980. GBl. der DDR Teil I, Nr. 6.
- [3] Arbeitsgesetzbuch der DDR vom 16. Juni 1977. GBl. der DDR Teil I, Nr. 18.
- [4] TGL 29513 Qualitätssicherungssystem (QSS) im Kombinat und im Betrieb; Grundsätze. Ausg. Okt. 1984.
- [5] TGL 30001 GAB; Grundbegriffe. Ausg. April 1981.
- [6] TGL 30042 GAB; Verhütung von Bränden und Explosionen; Allgemeine Festlegungen für Arbeitsstätten. Ausg. Juni 1977.
- [7] TGL 30060 GAB; Schutz gegen Elektrizität; Allgemeine sicherheitstechnische Forderungen. Ausg. Febr. 1979.
- [8] TGL 30101 GAB; Arbeitsmittel; Allgemeine sicherheitstechnische Forderungen. Ausg. Aug. 1979.
- [9] TGL 30102 GAB; Arbeitsverfahren; Allgemeine sicherheitstechnische Forderungen. Ausg. März 1981.
- [10] TGL 30103 GAB; Arbeitsstätten; Allgemeine sicherheitstechnische Forderungen. Ausg. Dez. 1982.
- [11] TGL 30134 GAB; Stärkegewinnung; Stärke- und Kartoffelveredlung; Allgemeine Forderungen. Ausg. Aug. 1982.

- [12] TGL 30104 GAB; Arbeitsschutz- und brand-schutzgerechtes Verhalten; Allgemeine Festlegungen. Ausg. Okt. 1978.
- [13] Schutzgüte – Erste Erfahrungen bei der Verwirklichung der 3. DB zur ASVO. ZIAS-Eigenverlag: Beiträge für die Praxis, Heft 28, 1983.
- [14] Erläuterungen zur TGL 30042 – Verhütung von Bränden und Explosionen. Zentralstelle für Schutzgüte im VEB Komplette Chemieanlagen Dresden, Dezember 1977.
- [15] Anordnung über die Nomenklatur der Arbeitsstufen und Leistungen von Aufgaben des Planes Wissenschaft und Technik vom 28. Mai 1975. GBl. der DDR Teil I, Nr. 23.
- [16] Verordnung über das Pflichtenheft der Forschung und Entwicklung – Pflichtenheftverordnung vom 17. Dezember 1981. GBl. der DDR Teil I, Nr. 1/1982.
- [17] 1. DB zur Pflichtenheftverordnung vom 23. November 1983. GBl. der DDR Teil I, Nr. 36.
- [18] Gesetz über das Vertragssystem in der sozialistischen Wirtschaft – Vertragsgesetz vom 25. März 1982. GBl. der DDR Teil I, Nr. 14.
- [19] Erläuterungen zum GAB-Nachweis. ZIAS-Erläuterungen Nr. 3/1/02/81. Verfügungen und Mitteilungen des Staatssekretariats für Arbeit und Löhne Nr. 2/81. Arbeit und Arbeitsrecht, Berlin 36 (1981) 2, Beilage.
- [20] Arbeitsmaterialien für die Gewährleistung der Arbeitssicherheit in Klein- und Mittelbetrieben. ZIAS-Eigenverlag: Beiträge für die Praxis, Heft 22, 1983.
- [21] Gewährleistung der Arbeitssicherheit beim Einsatz von Industrierobotertechnik. ZIAS-Eigenverlag: Beiträge für die Praxis, Heft 39, 1984.
- [22] Gewährleistung der Arbeitssicherheit an konventionellen Verkettungseinrichtungen. ZIAS-Eigenverlag: Beiträge für die Praxis, Heft 44, 1984.

A 4317

Schadensanalyse von Staubexplosionen

Chem.-Ing. G. Gutteck, KDT, VEB Chemiekombinat Bitterfeld

1. Vorbemerkung

Explosionen von Staub-Luft-Gemischen gehören zu den Ereignissen, über deren Ursache und Ablauf bei vielen Praktikern keine ausreichende Sachkenntnis vorhanden ist. Diese Tatsache dürfte wesentlich dazu beitragen, daß es bei der Verarbeitung staubförmiger Produkte immer wieder zu Störungen kommt, die auf Staubexplosionen zurückzuführen sind. Obwohl für das Zustandekommen einer Staubexplosion mehrere Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sein müssen, sind solche Ereignisse keine Seltenheit. In einer Studie wird dazu festgestellt, daß sich allein in der BRD jährlich etwa 300 Staubexplosionen ereignen.

Die ständige Weiterentwicklung aller Industriezweige führt zur fortschreitenden Mechanisierung und Automatisierung, wodurch als Nebenerscheinung die Schadenssummen je Explosionsereignis immer größere Ausmaße annehmen.

Im folgenden Beitrag soll durch eine Schadensanalyse von Staubexplosionsereignissen versucht werden, den Betreibern von staubförmigen Produkten verarbeitenden Anlagen mögliche Gefahren und deren Auswirkungen zu veranschaulichen.

2. Ursachen zur Auslösung von Staubexplosionen

Forscht man nach den Ursachen, weshalb in einer staubförmigen Produkte verarbeitenden Anlage eine Explosion aufgetreten ist, obwohl zuvor jahrelang störungsfrei gearbeitet wurde, so kommt man zu der Schlußfolgerung, daß zur Auslösung von Staubexplosionen folgende Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sein müssen, was der Wahrscheinlichkeit nach selten ist:

- brennbarer Stoff
- ausreichend Sauerstoff
- genügende Feinheit des brennbaren Stoffs
- Konzentration des brennbaren Stoffs innerhalb der Explosionsgrenzen
- Zündquelle mit ausreichender Energie.

3. Statistische Angaben über Staubexplosionen

80 % aller Stäube sind brennbar und somit zur Bildung explosionsfähiger Gemische fähig. Damit dürfte die Anzahl der explosionsfähigen Stäube wesentlich größer sein als allgemein bekannt ist. Über die Frage, welchen Anteil die verschiedenen Staubgruppen an

Tafel 1. Anteil der verschiedenen Staubgruppen an registrierten Staubexplosionen (nach [1])

Staubart	Anteil %
Holzstäube	32
Nahrungs- und Futtermittelstäube	25
Kunststoffstäube	13
Torf- und Kohlestäube (außer Bergbau)	9
Metalstäube	13
Papier- und Zellulosestäube	2
sonstige	6

registrierten Staubexplosionen haben, gibt Tafel 1 eine orientierende Auskunft.

Neueste statistische Auswertungen haben ergeben, daß der Anteil von Explosionsereignissen, bei denen Nahrungs- und Futtermittelstäube beteiligt sind, eine steigende Tendenz aufweist.

Die nächste Betrachtungseinheit bezieht sich auf die von Staubexplosionen betroffenen Anlagengruppen und umfaßt alle Industriebereiche. Die im Bereich der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft häufig verwendeten technischen Anlagen, wie Silos, Entstau-

agrartechnik, Berlin 35 (1985) 2

Tafel 2. Anteil verschiedener technischer Anlagen an Staubexplosionen in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft (nach [2])

Anlagengruppe	Anteil %
Silos, Bunker	20,2
Entstaubungsanlagen/Abscheider	14,3
Mahl- und Zerkleinerungsanlagen	13,7
Förderanlagen	10,1
Trockner	7,6
Feuerungsanlagen	5,3
Mischanlagen	4,5
Schleif- und Poliermaschinen	4,5
Pulverrückgewinnungsanlagen	1,1
Siebanlagen (Sichter)	3,1
Wiegeanlagen	0,5
Walzen	0,5
sonstige	14,6

Tafel 3. Anteil der einzelnen Zündquellenarten bei aufgetretenen Staubexplosionen (nach [3])

Zündquelle	Anteil %
mechanische Funken	29,6
Glimmnest	9,3
mechanische Erwärmung (Reibung)	8,9
elektrostatische Entladung	9,3
heiße Oberfläche	6,5
Feuer, Brand	8,2
Selbstentzündung	5,8
Schweißarbeiten	4,8
elektrische Betriebsmittel	3,4
unbekannt	11,7
sonstige	2,4

bungsanlagen, Zerkleinerungsanlagen und Förderanlagen, haben an Staubexplosionsergebnissen den größten Anteil (Tafel 2). Bei der Suche nach den Ursachen einer Staubexplosion und bei der Rekonstruktion des Ablaufs ist die Frage nach der Zündquelle von größter Bedeutung. Die zur Auslösung einer Staubexplosion erforderliche Mindestzündenergie einer Zündquelle ist für eine Reihe von Stäuben sehr niedrig (z. T. weniger als 10 mJ). Tafel 3 gibt den Anteil der einzelnen Zündquellenarten bei aufgetretenen Staubexplosionen wieder.

Entscheidend für die Einschätzung der Schwere eines Staubexplosionereignisses ist das entstandene Schadensausmaß, besonders der verursachte Personenschaden. Entsprechend den meist unpräzisen Angaben bei den Schadensmeldungen ist eine Einstufung der Explosionsereignisse nach dem Umfang des entstandenen Sachschadens nur schwer durchführbar. In Tafel 4 wird eine Übersicht über Personenschäden innerhalb verschiedener Staubgruppen gegeben.

4. Schadensfälle

Nachfolgend werden charakteristische Schadensfälle, die durch Explosionen in staubförmige Produkte verarbeitenden Anlagen aufgetreten sind, dargestellt.

4.1. Staubexplosion in einem Ventilator

Beim Absaugen staubhaltiger Abluft kommt es immer wieder zu Ablagerungen von Staubschichten in Rohrleitungen und Ventilatoren. Das Staub-Luft-Gemisch der Abluft ist wegen des geringen Staubeanteils zwar nicht explosionsfähig, es kommt aber bei Aufwirbelung der Staubschichten zur Ausbildung gefährlicher Staub-Luft-Gemische. Im vorliegenden Beispiel wurde der aus einer Trocknungsanlage kommende staubhaltige Brüden über Absaugleitungen und Ventilator über Dach gefördert. Kurz nach Einschalten des Ventilators kam es zu einer Explosion mit einer Stichflamme, die aus dem Ventilatorgehäuse schlug. Ein Seitenteil des Gehäuses wurde aus dem Falz gedrückt. Der Elektromotor wurde durch die Explosion aus dem Fundament gerissen. Das weiterlaufende Ventilatorflügelrad schloß, es war Funken-schlag zu beobachten. Der Motor wurde umgehend abgeschaltet. Personenschaden trat nicht auf, der Sachschaden war gering.

4.2. Staubexplosion in einer Grünfüttertrockenanlage

Die von der Explosion betroffene Trocknungsanlage wurde zur Trocknung von Futterpflanzen mit Hilfe von Feuergas genutzt, das durch Verbrennung von Heizöl entstand. Im Normalbetrieb durchläuft das Trockengut in kontinuierlicher Fahrweise die Trockentrommel und erwärmt sich dabei auf eine Temperatur von rd. 140 °C. Bei übermäßiger Erwärmung des Trockenguts wird über einen Temperaturregelkreis (Zweipunktregler) die Flamme des Brenners durch Reduzierung des Heizölaufbaus verkleinert.

Am Ereignistag wurde vom Anlagenpersonal eine Betriebsstörung im Beschickungsteil der

Trocknungsanlage übersehen, die eine Erhitzung des Grünfutters in der Trockentrommel auf eine Temperatur von über 240 °C zur Folge hatte. Bevor die Anlage abgeschaltet werden konnte, trat eine Explosion unter lautem Knall, Feuerschein und starker Rauchentwicklung ein. Drei Personen, die sich in Nähe der Anlage befanden, wurden von der Druckwelle zurückgeworfen, erlitten aber keine größeren Verletzungen. In der Arbeitsstätte entstand ein kleiner Folgebrand. Der verursachte Sachschaden bezog sich auf Beschädigungen von Trocknungstrommel, Staubzyklon, verschiedenen Rohrleitungen und Teilen der Arbeitsstätte.

4.3. Staubexplosion in einer Mahlanlage

Die nie völlig auszuschließende Möglichkeit der Funkenbildung infolge der Schlag- und Reibwirkung im Mühleninnern führt zur ständigen Gefahr der Entzündung des Mahlguts, vorausgesetzt, daß das Mahlgut brennbar ist und die Anlage nicht inertisiert wird. Im Auffangbehälter, in dem das gemahlene Feingut aus der Schlagmühle gesammelt wurde, kam es beim Vermahlen eines leicht entzündlichen Feststoffs zur Explosion. Während der an der Anlage Tätige den Bedienstand fluchtartig verließ, kam es zu einer zweiten Explosion im Staubabscheider, wobei sich der Werk tätige durch die austretende Stichflamme mittelschwere Verbrennungen zuzog. Der entstandene Sachschaden war gering. Beim Öffnen der Schlagmühle wurden deutliche Schleifspuren und ein beschädigtes Siebblech festgestellt.

Literatur

- [1] Beck, H.; Jeske, A.: Dokumentation Staubexplosionen. Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit Sankt Augustin 1982.
- [2] Beck, H.: Schadensanalyse von Staubexplosionen. Staub, Düsseldorf 42 (1982) 3, S. 118-123.
- [3] Beck, H.: Staubexplosionen in den letzten Jahren und ihre Ursachen. Moderne Unfallverhütung, Essen 22 (1978) 2, S. 78-81.

A 4318

Tafel 4
Übersicht über Personenschäden innerhalb verschiedener Schadensgruppen (nach [2])

Staubgruppe	Anzahl der Ereignisse		Anzahl der Toten		Anzahl der Verletzten
	absolut	%	absolut	%	
Holzstäube	113	31,6	12	11,7	124
Nahrungs- und Futtermittelstäube	88	24,7	38	36,9	127
Metallstäube	47	13,2	18	17,5	91
Kunststoffstäube	46	12,9	18	17,5	98
Torf- und Kohlestäube	33	9,2	7	6,8	39
Papierstäube	7	2,0	-	-	-
sonstige	23	6,4	10	9,7	13

Fortsetzung von Seite 61

tung der Bodenbelastung durch die Ermittlung der Aufstandfläche der Reifen auf fester Fahrbahn ist nur als erster nutzbarer Schritt zur Erarbeitung eines geeigneten, allgemein nutzbaren methodischen Materials anzusehen. Die Ergebnisse ermöglichen zunächst nur eine qualitative Bewertung verschiede-

ner Fahrwerkvarianten und Reifenausrüstungen. Für eine quantitative Bewertung sind weitere Untersuchungen in der angeedeuteten Richtung notwendig.

Literatur

- [1] Engler, E.; Laube, H.: Entwicklung eines Prüfstandes zur Messung der Reifenaufstandsflä-

- chen von landtechnischen Arbeitsmitteln. Ingenieurschule Friesack, Abschlußarbeit 1980.
- [2] Steiner, M.; Söhne, W.: Berechnung der Tragfähigkeit von Ackerschlepperreifen sowie des Kontaktflächenmitteldruckes und des Rollwiderstandes. Grundlagen der Landtechnik, Braunschweig-Völkenrode 29 (1979) 5, S. 145-152.