

# Staubexplosionen in der Getreidewirtschaft

Dipl.-Ing. H. Jacobi, KDT/Dipl.-Ing. U. Karberg, Institut für Getreidewirtschaft Berlin

Die Getreidewirtschaft kauft rd. 6 Mill. t Getreide im Jahr aus der sozialistischen Landwirtschaft auf, nimmt es ab, bearbeitet und lagert es. Aufgabe der Getreidewirtschaft ist es aber auch, 6 Mill. t Mischfuttermittel und 1,5 Mill. t Mehl zu produzieren.

Mehrfach notwendigen Transport und Umschlag inbegriffen, sind jährlich über 30 Mill. t Schüttgüter in der Getreidewirtschaft zu bewegen.

Bei den Arbeitsprozessen tritt als Begleiter Staub auf. Staub ist in der Getreidewirtschaft überall dort zu finden, wo die Schüttgüter ihre räumliche Lage ändern, d. h., wo bewegt, gefördert, umgeschlagen, befüllt oder entleert wird.

Im technologischen Prozeß sind Produktionsbereiche entstanden, in denen die Staubkonzentrationen besonders hoch sind. Dazu zählen besonders Annahmehäuser, Silozellen, Übergabestellen, Beladeanlagen sowie bestimmte Arbeitsmittel selbst.

Der Staub ist für die 26 000 Beschäftigten in der Getreidewirtschaft Veranlassung, sich um seine Verminderung ständig zu bemühen, nicht nur wegen seiner überwiegend unangenehmen Eigenschaften beim unmittelbaren Kontakt mit ihm, sondern auch zur Abwendung der ihm innewohnenden Gefahren als Verursacher von Staubexplosionen.

Staubexplosionen sind natürlich nicht nur aus dem Bereich der Getreidewirtschaft bekannt. Es ist aber aufschlußreich, wenn man den Anteil der Getreidewirtschaft an den industriellen Explosionen ermittelt. Nach unterschiedlichen Angaben sind 24 bis 42% der industriellen Staubexplosionen dem Bereich der Getreidewirtschaft zuzuordnen. Nach einer polnischen Untersuchung [1] waren der Getreidestaub mit rd. 20%, der Futtermittelstaub bzw. Mehle mit je 11% an den industriellen Explosionen beteiligt. Dann erst folgen solche Staubarten wie Holz-, Kohle- und Zuckerstaub. Die Getreidewirtschaft bildet also nicht nur innerhalb der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft hinsichtlich Staubexplosionen einen Schwerpunkt, sondern ist auch im negativen Sinn führend im gesamten industriellen Bereich.

In einem niederländischen Institut wurden Staubexplosionen der letzten 25 Jahre näher untersucht [2]

Man ermittelte, daß die wichtigsten Ursachen für Staubexplosionen Mängel beim Schweißen und das Vorhandensein von Fremdkörpern in den Rohstoffen waren. Überdurchschnittlich hoch ist auch der Anteil, der als Ursache das Benutzen von Handlampen zum Ausleuchten der Silozellen ausweist.

Man bewertete auch die Staubexplosionen nach den verschiedenen Ausrüstungsteilen. Aus dieser Untersuchung geht hervor, daß von den Becherwerken, Silozellen, Zerkleinerungsaggregaten und Trocknern die größte Gefahr einer Staubexplosion ausgeht.

Auch in der UdSSR wurden die im Bereich der sowjetischen Getreidewirtschaft erfolgten Staubexplosionen umfassend analysiert [3].

Nach den Entstehungsorten der einzelnen Explosionen liegen die Becherwerke und die Silozellen mit je 21% an der Spitze, gefolgt von den Behältern mit 17%.

Auch hier ist man zu dem Ergebnis gelangt, daß

die Silozellen und Behälter sowie die Becherwerke am stärksten explosionsgefährdet sind. Beim Füllen und Entleeren der Behälter und Silozellen bilden sich Staub-Luft-Gemische im explosiblen Bereich. An den Zellenwänden kann sich in großen Mengen feiner, trockener Staub ansammeln, der bei äußeren Erschütterungen schnell in einen Schwebzustand übergeht.

Silozellen und Maschinenhäuser mit Becherwerken sind nach sowjetischen Erfahrungen auch vom Gesichtspunkt des Auftretens zufälliger Entzündungen (Funken beim Schweißen und durch Stöße oder Reibung, offenes Feuer, defekte Leuchten usw.) die gefährdetsten Abschnitte. Diese Zündquellen sind mit 54% an der Entzündung entsprechender Staub-Luft-Gemische beteiligt. Durch Selbstentzündung des Lagerguts wurden 8% der Staubexplosionen ausgelöst.

50% der Staubexplosionen wurden in Kraftfuttermischwerken und jeweils 25% in den Mühlen und den Lagerobjekten ermittelt.

In der Getreidewirtschaft der DDR traten noch keine Staubexplosionen auf, die Menschenleben forderten. Allerdings gab es eine Reihe von kleineren, aber auch größeren Havarien, die zusammengenommen doch schon beträchtlichen Schaden angerichtet haben. So verursachte z. B. eine Explosion in einem Kraftfuttermischwerk den totalen Produktionsausfall.

## Gegenwärtige Explosionsgefährdung in den Betrieben der Getreidewirtschaft

Jede Arbeitsstätte muß in einem Gutachten hinsichtlich der Brand- und Explosionsgefährdung beurteilt werden. Das verlangt der Standard TGL 30042 „Verhütung von Bränden und Explosionen“. Explosionsgefährdung besteht dann, wenn die gefährdende Staubmenge in der Arbeitsstätte (Schwebestaub und Lagerstaub) erreicht oder überschritten wird.

Die Bestimmung der gefährdenden Menge in den Getreidewirtschaftsbetrieben bereitet bisher große Schwierigkeiten. Es war nicht bekannt, wieviel Staub aus den technischen Systemen austritt und sich in der Arbeitsstätte in einem bestimmten Zeitraum ansammelt.

Die Bewertung der gefährdenden Staubmenge ist nach 3 Varianten möglich:

— nach gefährdungserhöhenden und -mindernden Faktoren, die vom Beurteilenden einzuschätzen sind

Diese Form der Beurteilung war und ist auch heute noch der Hauptweg in den Getreidewirtschaftsbetrieben. Aufgrund des subjektiven Charakters der Beantwortung der einzelnen Fragen ist diese Beurteilung nicht ausreichend.

— nach der Höhe der Staubablagerungen  
Man ermittelt die Höhe der Staubablagerungen auf den waagerechten Flächen und stellt sie dem Arbeitsstättenvolumen gegenüber. Es wird dann ein Vergleich der zulässigen und der tatsächlich ermittelten gefährdenden Staubmenge vorgenommen. Daraus kann abgeleitet werden, ob die beurteilte Arbeitsstätte staubexplosionsgefährdet ist. Nachteilig bei diesem Verfahren ist es, daß man die Staubhöhe ungenügend genau bestimmen kann. Es muß also auch hier im bestimmten Maß eine Abschätzung

vorgenommen werden. Untersuchungen zeigen, daß bereits bei einer Staubhöhe von rd. 1 mm auf den Fußböden und waagerechten Flächen die gefährdende Staubmenge erreicht wird.

— Messen der Staubbiederschlagsrate und Gegenüberstellung mit der zulässigen gefährdenden Staubbiederschlagsrate

Hierzu das Beispiel einer Arbeitsstätte, die nach den vorliegenden Erfahrungen in einem 8tägigen Turnus gesäubert wird. Die Staubmasse, die sich in diesem Zeitraum ansammelt, bildet die Grundlage für die Berechnung der Staubbiederschlagsrate.

Wenn man ein Meßgefäß in der Arbeitsstätte aufstellt, die Staubmasse ermittelt und diese in Beziehung zur Arbeitsstättengröße und Zeiteinheit setzt, kann man ziemlich exakt die Staubbiederschlagsrate ermitteln.

Erfahrungen, wie man die Staubbiederschlagsrate mit einem vertretbaren Aufwand bestimmen kann, lagen bisher nicht vor. Vom Institut für Getreidewirtschaft Berlin wurden deshalb Untersuchungen angestellt, wie ein Explosionsgutachten auf dieser Grundlage erarbeitet werden kann. In sämtlichen Arbeitsstätten eines Getreidesilos wurde die Niederschlagsrate ermittelt. Dabei mußten zunächst solche Faktoren wie Anzahl, Art und Größe der Staubsammelgefäße untersucht werden.

Es wurden vom Institut für Getreidewirtschaft entsprechende Hinweise zur Ermittlung der gefährdenden Staubmenge in den Arbeitsstätten der Betriebe der Getreidewirtschaft sowie ein Beispielgutachten erarbeitet.

Die durchgeführten Untersuchungen können in folgenden Ergebnissen und Schlußfolgerungen zusammengefaßt werden:

— Von den Arbeitsstätten in den Getreidesilos und Kraftfuttermischwerken ist häufig eine begrenzte Anzahl gemäß der Definition nach Standard TGL 30042 staubexplosionsgefährdet.

— Der Reinigungszyklus entscheidet weitgehend mit darüber, ob eine Arbeitsstätte als staubexplosionsgefährdet eingestuft werden muß. Durch einen kürzeren Reinigungszyklus ist es in vielen Fällen bereits möglich, eine staubexplosionsgefährdung in Arbeitsstätten auszuschließen.

— Schwerpunkte in den Getreidesilos und Kraftfuttermischwerken sind bei der gegenwärtig praktizierten verfahrenstechnischen Lösung die Zelleckengeschosse. Hier liegt mit großer Wahrscheinlichkeit zumindest zeitweise eine Explosionsgefährdung vor.

— Eine generelle Einstufung sämtlicher Arbeitsstätten als staubexplosionsgefährdet, wie es z. B. in den kohlen- und koksstaubgefährdeten Arbeitsstätten vorgenommen wird, kann für die Betriebe der Getreidewirtschaft nicht befürwortet werden.

Maßnahmen des bautechnischen Explosionsschutzes, wie sie in der Vorschrift 58/78 der Staatlichen Bauaufsicht bzw. dem am 1. Januar 1985 in Kraft tretenden Standard TGL 38281 verlangt werden, sind in der Getreidewirtschaft bei dem vorhandenen Kenntnisstand nicht zu befürworten (z. B. die bautechnische Druckentlastung).

Der Hauptweg in der Getreidewirtschaft muß

es sein, den Staub zu beseitigen, und wo das nicht möglich ist, die Zündquellen auszuschließen.

Wenn eine Arbeitsstätte gemäß Standard TGL 30042 als staubexplosionsgefährdet eingestuft wurde, muß zwangsweise auch der Standard TGL 200-0621, „Elektrotechnische Anlagen in explosionsgefährdeten Arbeitsstätten (Ausg. Januar 1978)“, berücksichtigt werden. In diesem Standard werden Forderungen formuliert, deren Realisierung große Schwierigkeiten bereitet.

Es wurden deshalb Überlegungen angestellt, wie den Forderungen dieses Standards besser entsprochen werden kann.

Ausgangspunkt der Überlegungen ist der Sachverhalt, daß Getreide- und Futtermittelstäube in ihrer Explosionsgefährlichkeit vergleichbar mit den Kohle- und Koksstäuben sind. Diese Aussage ermöglicht der Vergleich der vorliegenden Explosionskennzahlen beider Staubarten.

Für elektrotechnische Anlagen in kohlestaub- und koksstaubgefährdeten Arbeitsstätten gilt der spezielle Standard TGL 34813, der den Anforderungen in der Getreidewirtschaft besser entspricht.

In Absprache mit dem Fachunterausschuß „Elektrotechnische Anlagen in explosions- und explosivstoffgefährdeten Räumen“ der Kammer der Technik kann deshalb in den Betrieben der Getreidewirtschaft der Standard TGL 200-0621 folgendermaßen interpretiert werden:

— Der Einsatz von 2poligen Schutzkontaktsteckdosen mit PG-Verschraubungen und Schutzkontaktsteckern ist möglich, wenn ihr Einsatz nur im Reparaturbetrieb vorgesehen ist. Dazu sind die entsprechenden Stromkreise abschaltbar zu gestalten (Schalter mit Schloß, Schlüsseltaster usw.). Der Schlüssel ist dem Personal mit einem Arbeitserlaubnischein auszuhändigen. Vor Reparaturbeginn ist der Staub an der Arbeitsstelle und an den Steckdosen zu beseitigen. Eine Staubexplosionsgefährdung muß während der Arbeit ausgeschlossen werden.

— Begrenzt ortsveränderliche elektrotechnische Betriebsmittel sind fest anzuschließen oder über explosionsgeschützte Steckdosen (250 V) zu betreiben. Die Oberflächentemperatur von Leuchten darf 140°C, bezogen auf 40°C Umgebungstemperatur, nicht überschreiten. (Trifft speziell für Flutlichtscheinwerfer zum Ausleuchten von Silozellen zu, die entweder fest zu installieren oder mit Steckvorrichtungen in explosionsicherer Ausführung zu betreiben sind.)

— Der Einsatz von Kraftsteckdosen für Reparaturzwecke mit einem Schutzgrad von IP 43 ist möglich. Die Benutzung der Kraftsteckdosen darf auch nur mit Arbeitserlaubnischein erfolgen.

Müssen Kraftsteckdosen im Arbeitsprozeß eingesetzt werden, so können 4polige Steckvorrichtungen mit Schalter und Verriegelung verwendet werden, wenn eine symmetrische Belastung vorliegt. Ist das nicht der Fall, müssen explosionsgeschützte Steckvorrichtungen 25 bzw. 63 A verwendet werden.

— Auch wiederkehrende Tätigkeiten an elektrotechnischen Anlagen (wie Sicherungs- und Lampenwechsel) dürfen nur von einem Fachmann für elektrotechnische Anlagen ausgeführt werden. Er muß eine Belehrung in festgelegten Zeitabständen über explosionsgeschützte Anlagen erhalten.

— Zur Beseitigung von elektrischen Störungen ist es lt. Standard TGL 30042, Abschn. 2.4.9., zulässig, die Sicherheitsmaßnahmen teilweise aufzuheben (z. B. ein Gerät unter Spannung zu öffnen). Dabei ist das Gerät selbst sowie dessen Umgebung von Staub zu reinigen und ein geeignetes Löschmittel bereitzuhalten. Für diese Arbeiten ist ein Arbeitserlaubnischein erforderlich. Die Arbeiten dürfen nur von einem Fachmann für elektrotechnische Anlagen ausgeführt werden.

Wenn auch hinsichtlich der elektrotechnischen Anlagen eine Verbesserung erreicht wurde, ist der gegenwärtige Stand noch nicht zufriedenstellend. Hier muß die Arbeit weitergeführt werden, wobei ein Standard auf elektrotechnischem Gebiet für den Bereich der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft das Ziel sein muß.

In der Getreidewirtschaft sind zukünftig eine Reihe von Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit durchzusetzen. Die Hauptaufgabe ist es, dem Staub im Arbeitsprozeß mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Es muß zukünftig gelingen, die Staubbiederschlagsrate in den Arbeitsstätten drastisch zu reduzieren.

Die Wartung und Pflege der Aspirationsanlagen ist in den Betrieben oft noch mangelhaft. Es kommt vor, daß bei Störungen in den Aspirationssystemen die Anlage ohne Aspiration weiterbetrieben wird. Das muß aus Gründen der Sicherheit zukünftig völlig ausgeschlossen werden.

Eine ständige und sorgfältige Kontrolle der Aspirationsanlage ist entscheidend. In den Betrieben, in denen ein spezieller Filterwart bzw. Aspirationsverantwortlicher eingesetzt ist, kann man am Grad der Verstaubung der Arbeitsstätten den Erfolg dieser Maßnahme erkennen.

Einen Schwerpunkt in den Betrieben der Getreidewirtschaft bilden die Annahmehbereiche. An den Annahmehbereichen treten hohe Staubemissionen auf. In Zusammenarbeit mit der Getreidewirtschaft hat das Institut für Getreidewirtschaft Berlin eine staubarme Annahmeanlage entwickelt und gebaut. Der technische Aufwand bei einer staubarmen Annahme ist im Vergleich zur normalen Aspiration wesentlich höher. Deshalb wird die praktizierte technische Lösung nicht an allen Annahmehbereichen anzuwenden sein.

Für besonders gefährdete Bereiche steht jedoch zukünftig diese Lösungsmöglichkeit zur Verfügung.

Auch bei der staubarmen Abgabe gibt es vom VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen eine Neuentwicklung. Ein flexibles Beladerohr, welches aspiriert wird, verringert die Fallhöhe des Beladeguts und hält diese Fallhöhe auch während des Beladevorgangs auf einem Minimum.

Das Entfernen der Staubablagerungen in den Betrieben der Getreidewirtschaft erfolgt gegenwärtig noch vorwiegend manuell. Das

Fegen mit dem Besen ist das denkbar ungünstigste Reinigungsverfahren, da dabei eine Staubwolke entsteht, die wiederum zu Staubablagerungen führt. Der Einsatz fahrbarer Industriestaubsauger brachte ebenfalls nicht die gewünschten Erfolge.

Eine wesentliche Verbesserung der Reinigungsarbeiten ist durch stationäre Staubsauganlagen zu erwarten. Eine zentrale Luftrohrleitung mit mehreren angeschlossenen Saugdüsen kann die Staubablagerungen auf den Böden ohne größere Schwierigkeiten aufnehmen. Es wurde in den modernen Silos und Kraftfuttermischwerken eine stationäre Staubsauganlage projektmäßig vorgesehen und in einigen Fällen bereits realisiert.

Allerdings konnten die von der Getreidewirtschaft erhobenen Forderungen von der Industrie bisher bei weitem nicht abgedeckt werden. Ein weiteres Problem stellt in der Getreidewirtschaft das Innere der technischen Einrichtungen dar. Bekanntlich wird das Innere von technischen Einrichtungen, dazu zählen auch die Silozellen, nicht in einem Explosionsgutachten gemäß Standard TGL 30042 bewertet. Es wird jedoch eingeschätzt, daß gerade von diesen technischen Einrichtungen die größte Gefährdung ausgeht. Nach der Explosionsstatistik sind Silozellen und Becherwerke als Ausgangsort von Explosionen führend.

Das Innere der technischen Einrichtungen wird in der Getreidewirtschaft in Zukunft den Hauptanteil des vorbeugenden Explosionsschutzes ausmachen. Hier ist durch die Rüstungsindustrie die Bereitstellung einer risikoarmen Technik abzusichern.

### Zusammenfassung

Bis zu 42% der industriellen Staubexplosionen sind dem Bereich der Getreidewirtschaft zuzuordnen. Die Silozellen sowie die Becherwerke sind in der Getreidewirtschaft am stärksten explosionsgefährdet. Eine wichtige Ursache für Staubexplosionen sind auch Mängel beim Schweißen.

Vom Institut für Getreidewirtschaft Berlin wurden in den Arbeitsstätten eines Getreidesilos die Staubbiederschlagsraten bestimmt und daraus die gefährdende Staubmenge gemäß Standard TGL 30042 errechnet. Qualitativ hochwertige Gutachten zur Brand- und Explosionsgefährdung bilden die Grundlage für Maßnahmen des Explosionsschutzes.

Für elektrotechnische Anlagen in explosionsgefährdeten Arbeitsstätten (Standard TGL 200-0621) werden zusätzliche Hinweise gegeben. Weiterhin wurden Maßnahmen des vorbeugenden Explosionsschutzes behandelt.

### Literatur

- [1] Cizak, I.: Wybuchy pylow i technika zapobiegania (Staubexplosionen und Verhütungstechnik). Przeglad Zbozo-Mlynarski, Warszawa 49 (1975) 10, S. 8—9.
- [2] Reinders, E. M.: Minimizing dust explosion hazards in grain and flour mills (Die Verringerung der Gefahr von Staubexplosionen in Getreidemöhlen). Journal of Flour and Animal Feed Milling, London 157 (1975) 11, S. 16—18 u. 29.
- [3] Vasil'ev, J.: Ochrana truda na predpriyatijach po chraneniju i pererabotke zerna (Arbeitsschutz in den Betrieben der Getreidewirtschaft). VNIIZI, Moskau 1980. A 3715