

sind, Staub-Luft-Gemische mit in der LNW vorkommenden Stäuben zu zünden.

- Begrenzung von Raum-, Oberflächen- und Prozeßtemperaturen. Sie dürfen nur so groß sein, daß sie sicher ( $\geq 20\%$ ) unterhalb der Zündtemperatur möglicher Staub-Luft-Gemische liegen oder daß entstehende Staubschichten auch bei längerer Lagerung und thermischer Beeinflussung nicht entzündet werden können (siehe hierzu Festlegungen in [14]).
- Einsatz geeigneter elektrotechnischer Betriebsmittel. Sie müssen staubdicht sein, und ihre Oberflächentemperaturen dürfen bestimmte Werte nicht überschreiten (ausführliche Darlegung dazu siehe [16]).
- Ableitung elektrostatischer Ladungen, vor allem solcher, die sich auf größeren Anlagenteilen ansammeln und die bei plötzlicher Erdung zu Entladungsfunken führen können. Konsequente und dauerhafte Erdung aller durch Aufladung betroffener Teile erscheint hier als wirksamste Maßnahme.

Bei der Auswahl und Festlegung von Maßnahmen des sekundären Explosionsschutzes ist stets zu beachten, daß aufgrund der sehr geringen erforderlichen Zündenergien (s. Tafel 4) und wegen der oft subjektiv bedingten Zündquellen eine 100%ige Wirksamkeit dieses Maßnahmekomplexes oftmals nicht gegeben ist.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß in allen Fällen, in denen die Explosionssicherheit mit den vorgenannten Maßnahmen nicht erreicht werden kann, die Maßnahmen der Begrenzung der Explosionsausbreitung und der Vermeidung der Explosionswirkungen zur Anwendung gebracht werden müssen.

#### Literatur

- [1] Beck, A. J.: Bekanntgewordene Staubexplosionen in den letzten Jahren. VDI-Berichte, Düsseldorf (1979) 304, S. 35—40.
- [2] Starch dust blamed in New Jersey disaster. Chemical Engineering, New York (1967) S. 112—113.
- [3] Friš, M.: Současný stav problematiky vybusnosti horlivých prachu (Gegenwärtiger Stand der Problematik der Explosivität brennbarer Stäube). Internationales Symposium über Staubexplosionsgefahr in Bergbau und Industrie, Karlovy Vary 1972.
- [4] Beck, A. J.: Dokumentarische Erfassung von Staubexplosionen. Die Berufsgenossenschaft, Düsseldorf (1977) 7, S. 301—305.
- [5] Vasil'ev, Ja. Ja.; Semenev, L. T.; Komkov, B. D.: Ochrana truda na predpriyatijach po chraneniju i pererabotke zerna (Arbeitsschutz in Betrieben bei der Lagerung und Verarbeitung von Getreide). Moskau: Eigenverlag des ZNIITEL des Ministeriums für Erfassung 1980.
- [6] Theimer, O. F.: Starke Zunahme bei Staubexplosionen in den Vereinigten Staaten. Die Mühle, Detmold 113 (1976) 36, S. 497—498.
- [7] Albertson, J. E.: Grain Elevators Fires and Ex-

plosions. International Symposium on Grain Elevators Explosions, Washington, Juli 1978 (Tagungsmaterialien).

- [8] Three grain elevator explosions kill 50. Engineering News-Records, New York (1978) 5. Januar, S. 9.
- [9] Warters, J.: Explosionen in Getreidesilos. Schadenspiegel, München 22 (1979) 1, S. 12.
- [10] Scholl, E.: Ablauf von Gas- und Staubexplosionen in Behältern und Rohren. Die Berufsgenossenschaft, Düsseldorf (1974) 6, S. 246—254.
- [11] Erläuterungen zur TGL 30042 „Verhütung von Bränden und Explosionen“. VEB Komplett Chemiefabrik, Zentralstelle für Schutzgüte, Dresden 1978.
- [12] Kühnen, G.; Scholl, E.: Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben, STF-Report Nr. 2. Staubforschungsinstitut Bonn und Dortmund 1979.
- [13] Bartknecht, W.: Explosionen, Ablauf und Schutzmaßnahmen. Berlin (West)/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1978.
- [14] TGL 30042 GAB; Verhütung von Bränden und Explosionen; Allgemeine Festlegungen für Arbeitsstätten. Aug. Juni 1977.
- [15] Wasmund, R.: Zündquellen für Staubbrände und -explosionen in der Lebensmittelindustrie. Zuckerindustrie, Berlin (West) 27 (1977) 9, S. 581—589.
- [16] TGL 200-0621/06 Elektrotechnische Anlagen in explosionsgefährdeten Arbeitsstätten; Sicherheitstechnische Forderungen für staubexplosionsgefährdete Anlagen. Aug. Jan. 1978.

A 3735

## Eine allgemeine Strategie des Staubexplosionsschutzes in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft

Dipl.-Chem. G. Beck, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Es gibt bewährte technische und organisatorische Lösungen, d. h. Schutzmaßnahmen, durch die das Staubexplosionsrisiko auch im Bereich der LNW auf ein vertretbares Maß reduziert werden kann.

Im vorliegenden Beitrag soll dargelegt werden, wie in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft die bekannten technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen einzusetzen sind, damit das notwendige Schutzziel effektiv und mit einem Mindestaufwand zu erreichen ist.

### 1. Schutzziele

Die wichtigste Zielstellung ist, daß Menschen und Nutztiere durch Staubexplosionen weder verletzt noch getötet werden dürfen. Daraus folgt zwingend als zweite Grundsatzforderung, daß Staubexplosionen in Arbeitsstätten vollständig vermieden werden müssen, d. h., daß sie weder in Arbeitsstätten entstehen, noch aus technischen Einrichtungen herauschlagen und in Arbeitsstätten dringen dürfen. Hieraus leitet sich das dritte Schutzziel ab: Staubexplosionen müssen in technischen Einrichtungen auf die gegenwärtig mögliche Mindestzahl begrenzt werden. Dabei dürfen sie keinen oder höchstens geringfügigen Schaden anrichten.

Aus der für Staubexplosionen in der LNW charakteristischen Kopplung von Seltenheit der Ereignisse und Schwere der Schäden folgt als viertes Schutzziel, daß die angewendeten Schutzmaßnahmen bei voller Wahrung von ausreichendem und zuverlässigem Schutz mit dem kleinstmöglichen technisch-ökonomischen Aufwand realisiert werden. Sie sollen so weit wie möglich auf unbedingt wirkender Sicher-

heitstechnik oder auf sicherheitstechnischen Mitteln und Systemen basieren.

### 2. Rechtsgrundlagen und Verantwortung

Die einschlägigen Rechtsvorschriften sind einzuhalten. Dabei ist aber zu beachten, daß die Vorschriften grundsätzlich als Mindestforderungen zu verstehen sind. Sie haben den Staubexplosionsschutz gegenwärtig noch nicht in dem sicherheitstechnisch notwendigen Umfang zum Gegenstand, d. h., daß die notwendigen Schutzlösungen z. Z. an einigen Stellen über die einschlägigen Rechtsvorschriften hinausgehen müssen. Die gegenwärtig gültigen Rechtsvorschriften der DDR zum Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz sind in Broschüren zusammengestellt [1, 2]. Rechtsvorschriften der DDR, die den Staubexplosionsschutz in der LNW zum Gegenstand haben bzw. berühren, sind in [3 bis 5] enthalten. An dieser Stelle sei nur kurz auf die wichtigsten Vorschriften eingegangen: Allgemeingültige Rechtsvorschriften, die auch den Staubexplosionsschutz in der LNW implizit vorschreiben, sind die Arbeitsschutzverordnung und ihre dritte Durchführungsbestimmung sowie die Standards TGL 30101 bis TGL 30104. Die wichtigsten konkreten Querschnittsforderungen sind in TGL 30042 enthalten. Sie ist allerdings nur auf Arbeitsstätten beschränkt. Verfahrensspezifische Forderungen enthalten die Standards TGL 30121, 30135 und 30136 sowie einige ABAO. Besonders letztere sind unzureichend. Für Arbeitsmittel und -verfahren spezifische Forderungen erheben z. B. TGL 200-0621 (elektr. Betriebsmittel) und TGL 30170 (Schweißarbeiten...). Das Vorschriften- und das Unter-

setzungswerk bedürfen der Vervollständigung, der Vereinheitlichung, der Aktualisierung und größerer Anwenderfreundlichkeit.

Die Verantwortung für den Staubexplosionsschutz in der LNW obliegt im Sinne der ASVO und ihrer dritten Durchführungsbestimmung und in Verallgemeinerung des Standards TGL 30042 dem für Planung, Projektierung, Errichten, Betreiben und Instandhaltung jeweils zuständigen Leiter. In Zweifelsfällen ist die Verantwortung für den Staubexplosionsschutz durch die gleiche Person zu tragen wie die Verantwortung für die Schutzgüte.

### 3. Realisierung

Gegenwärtig stehen im wesentlichen die Schutzmaßnahmen zur Verfügung, die in den Bildern 1 und 2 aufgeführt sind. Sie setzen sich zusammen aus

- technischen Schutzlösungen (Verfahren, Vorrichtungen und Ausrüstungen, sicherheitstechnische Mittel und Systeme)
- organisatorischen Schutzmaßnahmen einschließlich Verhaltensanforderungen (s. Tafel 1).

Nachfolgend wird dargelegt, wie diese Schutzmaßnahmen sachbezogen festgelegt werden sollen und in welcher Reihenfolge sie anzuwenden sind.

*Auswahl und Festlegungen der Schutzmaßnahmen*

Grundlage und Ausgangspunkt ist immer die Beurteilung der Staubexplosionsgefährdung bzw. des -risikos. In Arbeitsstätten ist gemäß dem Standard TGL 30042 u. a. die Beurteilung der Staubexplosionsgefährdung, d. h., die Be-

Anwendungsreihenfolge und Sicherheitsniveau

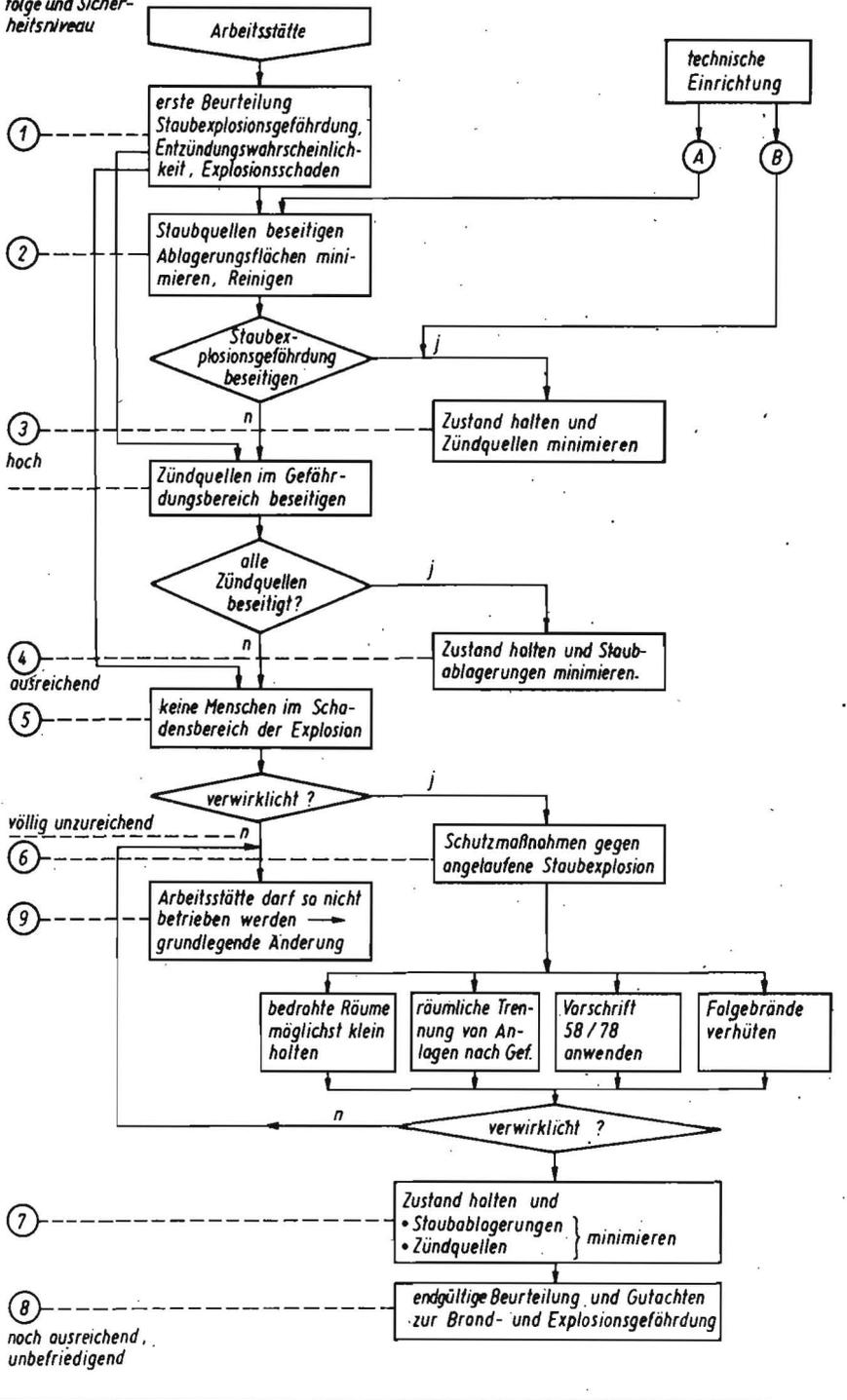


Bild 1. Übersicht und Anwendungsreihenfolge der Schutzmaßnahmen gegen Staubexplosionen in Arbeitsstätten

urteilung nur hinsichtlich eines zündfähigen Staub-Luft-Systems, vorgeschrieben [3, 6]. In technischen Einrichtungen wird die Beurteilung nicht direkt vorgegeben. Sie ist trotzdem unerlässlich. Sie empfiehlt sich besonders in Form einer problemangepassten Risikoanalyse. Hierbei wird nicht nur die Staubexplosionsgefährdung, sondern darüber hinaus noch die Anwesenheit und Wirksamkeit von Zündquellen im Gefährdungsbereich sowie die Auswirkung, d. h. der Schaden, einer möglichen Explosion beurteilt. Hinweise zur Durchführung der Staubexplosionsrisikoanalyse an technischen Einrichtungen befinden sich in [4]. Die technischen Schutzlösungen werden auf der Grundlage des Beurteilungsergebnisses und entsprechend ihrer Wertigkeit so ausgewählt, wie das in den Bildern 1 und 2 schematisch

dargelegt ist. Darüber hinaus wird die Auswahl auch von der Verfügbarkeit der Schutzlösungen und anderen konkreten Bedingungen beeinflusst. Pauschale Festlegungen von Schutzmaßnahmen gibt es nur bei den technischen Einrichtungen in Form von artspezifischen Festlegungen. Diese sollten aber auch durch eine Beurteilung abgesichert werden. Näheres zur Festlegung der technischen Schutzlösungen ist in [4] beschrieben. Die technischen Schutzlösungen sind immer gemeinsam mit allen organisatorischen Schutzmaßnahmen (s. Tafel 1) anzuwenden. Die technischen Schutzlösungen sollen dominieren. Allein die organisatorischen Schutzmaßnahmen bieten auch in ihrer Gesamtheit im Normalfall keinen ausreichenden Schutz.

Tafel 1. Organisatorische Schutzmaßnahmen gegen Staubexplosionen

1. Arbeitsstätten und technische Einrichtungen, in denen brennbare Stäube auftreten, dürfen nur betrieben werden, wenn sie in bezug auf Staubexplosionen beurteilt und ausreichend geschützt sind.
2. Alle festgelegten Schutzmaßnahmen sind stets gemeinsam zu nutzen. Dabei sind die organisatorischen Schutzmaßnahmen immer in ihrer Gesamtheit anzuwenden.
3. Die Dokumentation der Beurteilungsergebnisse und der Schutzmaßnahmen muß sich ständig auf dem aktuellen Stand befinden.
4. Alle Schutzmaßnahmen sind durch Kontrolle und PVI ständig wirksam zu halten.
5. In den Betriebsvorschriften sind alle in Betracht kommenden Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.
6. Zusätzlich zu 5. sind alle erforderlichen Maßnahmen in das Einsatzdokument der zuständigen Feuerwehr sowie in den Antihavarieplan des Betriebs aufzunehmen und zu üben.
7. Die Betriebsvorschriften und Antihavariepläne sind den in Betracht kommenden Werk tätigen vertraut zu machen und konsequent durchzusetzen.

### Zeitlicher Ablauf der Realisierung der Schutzmaßnahmen

#### — Beurteilung

Diese ist von Anfang an vorzunehmen und zu Beginn jeder neuen Realisierungsetappe gemäß dem nachstehenden Punkt auf der Grundlage der in der vorausgegangenen Etappe erzielten Ergebnisse zu präzisieren.

— Etappenweise Realisierung der Schutzmaßnahmen, abgestimmt auf die Etappen der Realisierung des Gesamtverhaltens. Markante Realisierungsetappen sind hierbei:

- Forschung und Entwicklung
- Investitionsgrundsatzentscheidung
- Projektierung
- Errichten
- Einfahren
- Dauerbetrieb
- Instandsetzung (besonders Generalreparatur)

Das gilt streng für Neuvorhaben und sinngemäß auch für Rekonstruktions- und Rationalisierungsvorhaben.

— ständiges Wirksamhalten der Schutzmaßnahmen

— Überprüfung und erforderlichenfalls Neufestlegung der Beurteilung und Schutzmaßnahmen.

Ein Abweichen von dieser Reihenfolge und vor allem ein verspätetes Einsetzen der Realisierung der Schutzmaßnahmen erhöht den Aufwand für die Schutzmaßnahmen und mindert deren Wirksamkeit. Die etappenweise Beurteilung und Realisierung der Schutzmaßnahmen erfolgt für die einzelnen Arbeitsstätten und technischen Einrichtungen getrennt, jedoch unter Beachtung der staubexplosionsrelevanten Wechselwirkungen zwischen den Arbeitsstätten und technischen Einrichtungen.

Die Dokumentation der Beurteilungen und Schutzmaßnahmen ist nur z. T. vorgeschrieben, und zwar für Arbeitsstätten in Form des Gutachtens zur Brand- und Explosionsgefährdung nach dem Standard TGL 30042. Darüber hinaus sollen alle Beurteilungen und Schutzmaßnahmen mit kleinstmöglichem Aufwand im Rahmen des Schutzgüte- bzw. GAB-Nachweises soweit dokumentiert werden, daß jederzeit eine aktuelle und lückenlose, praktisch verwertbare Information über das Beurteilungsergebnis und den technisch-organisatorischen Stand der Schutzmaßnahmen zur Verfügung steht. Ver-

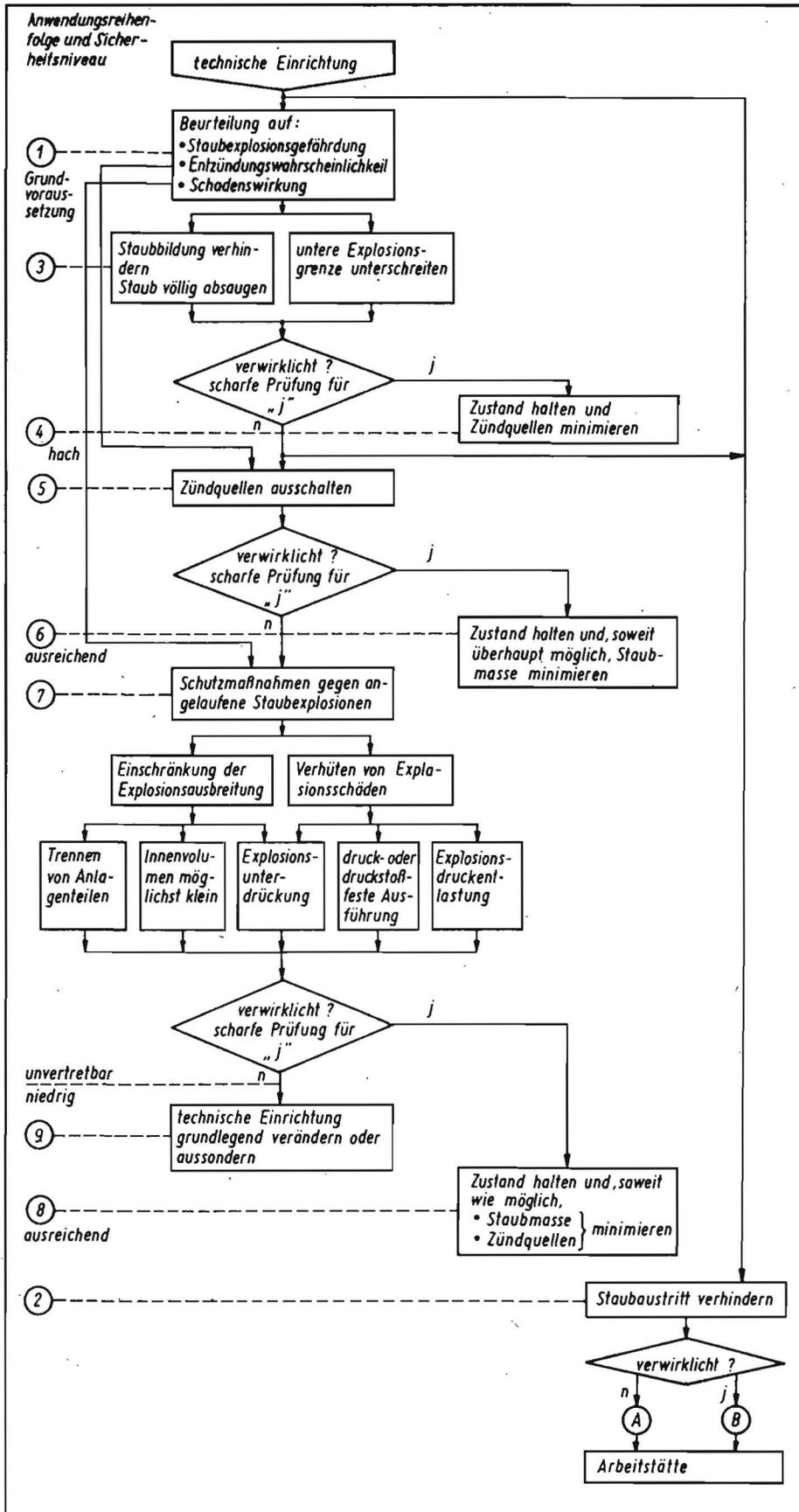


Bild 2. Übersicht und Anwendungsreihenfolge von Schutzmaßnahmen gegen Staubexplosionen in technischen Einrichtungen

einfachungen mit Vereinheitlichung der Dokumentation sind notwendig. Vorschläge dazu wurden erarbeitet.

#### 4. Ausblick

Gegenwärtig liegt der Schwerpunkt des Staubexplosionsschutzes in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR auf Verhaltensanforderungen. Das ist im Hinblick auf die Seltenheit der Staubexplosionen höchstens als zeitlich begrenztes Provisorium nur dann zu tolerieren, wenn dabei aber wenigstens die Arbeitssicherheit gewährleistet ist. Im Hinblick auf die Schwere der Explosionsschäden und die geringe Zuverlässigkeit menschlicher Aufmerksamkeit als technisches Sicherheitselement ist es jedoch notwendig, schrittweise den Anteil technischer Lösungen mit Schutzgüte bis zu dem jeweiligen verfahrens- und anlagenspezifischen Optimum zu erhöhen. Zu diesem Zweck sind ATF und Typenlösungen mit einem breiten Anwendungsspektrum für explosionsichere Technik sowie sicherheitstechnische Mittel und Systeme zu entwickeln und in die Praxis zu überführen. Zur Komplettierung des Staubexplosionsschutzes sind das Vorschriftenwerk und die Untersetzungsmaterialien auf die neuen technischen Lösungen abzustimmen und zu vervollkommen.

#### 5. Zusammenfassung

Die für Staubexplosionen in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft typische Kopplung von Seltenheit und Schwere der Ereignisse zwingt zu Schutzmaßnahmen, die einerseits Schäden mit hoher Zuverlässigkeit verhindern und die andererseits einen möglichst geringen Realisierungsaufwand benötigen.

Um dieser Forderung zu entsprechen, müssen die gegenwärtig verfügbaren Schutzmaßnahmen aufgrund einer sorgfältigen Risikoanalyse festgelegt und als integrierter Bestandteil in die Objektrealisierung eingefügt werden. Dafür wird eine zweckentsprechende Verfahrensweise vorgeschlagen.

#### Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Verzeichnis der Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnungen einschließlich der Grundlagenstandards des GABS. Berlin: Staatsverlag der DDR 1982.
- [2] Autorenkollektiv des ZIAS: Verzeichnis der Rechtsvorschriften für den GABS. Berlin: Verlag Tribüne 1980.
- [3] Beck, G.: Anwendungsrichtlinie zur TGL 30042 für die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft. FZM Schlieben/Bornim, Teilbericht 1981 (wird als Veröffentlichung vorbereitet).
- [4] Beck, G.: Leitfaden für den Staubexplosionsschutz in technischen Einrichtungen der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft. FZM Schlieben/Bornim, Teilbericht 1982 (wird als Veröffentlichung vorbereitet).
- [5] Beck, G.: Explosionsschutz in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft. Der Elektro-Praktiker, Berlin 35 (1981) 10, S. 353–358.
- [6] Beck, G.: Anleitungsmaterialien für den Staubexplosionsschutz in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 6, S. 253–255.