

BIA-Report 11/97

Dokumentation Staubexplosionen

Analyse und Einzelfalldarstellung



HVBG

Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Verfasser: Arno Jeske, Hartmut Beck
Berufsgenossenschaftliches Institut für
Arbeitssicherheit — BIA des HVBG, Sankt Augustin

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften (HVBG)
Alte Heerstraße 111, 53754 Sankt Augustin
Telefon: 0 22 41 / 2 31 - 01
Telefax: 0 22 41 / 2 31 - 13 33
Internet: www.hvbg.de

— Dezember 1997 —

Satz und Layout: HVBG, Öffentlichkeitsarbeit

Druck: Druckerei Plump OHG, Rheinbreitbach

ISBN: 3-88383-463-7

ISSN: 0173-0387

Kurzfassung

Staubexplosionen stellen nach wie vor eine ernstzunehmende Gefahr dar. Dies belegen die seit über 25 Jahren im Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit — BIA gesammelten Berichte über Staubexplosionsereignisse. In zwei BIA-Reports (Nr. 4/82 und Nr. 2/87) sowie in zahlreichen Fachvorträgen wurden bisher die Ergebnisse der statistischen Auswertungen und Darstellungen von Ereignissen in Kurzform veröffentlicht. Mit diesem Report wird der aktuelle Stand der Dokumentationsarbeit vorgestellt.

Mit dem Beitritt der DDR zur Bundesrepublik Deutschland konnten auch Informationen über das Auftreten von Staubexplosionen in der DDR in die

vorhandenen Statistiken einbezogen werden. Die vorliegenden Auswertungen stützen sich somit auf ca. 600 erfaßte Staubexplosionsereignisse. Die statistischen Angaben decken den gesamten Beobachtungszeitraum des Staubexplosionsgeschehens in der Bundesrepublik Deutschland, einschließlich der neuen Bundesländer, bis einschließlich 1995 ab. Ziel der Dokumentation ist es, aus den Angaben anlagen- und zündquellenbezogene Ursachenschwerpunkte herauszuarbeiten. Die so gewonnenen Erkenntnisse können bei der Gefahrenbeurteilung und dem Erstellen von Risikoanalysen eine wertvolle Hilfe sein und letztendlich auch einen nicht unerheblichen Aufklärungseffekt bewirken.

Abstract

Dust explosions continue to represent a danger that must be seriously addressed, as is verified by the reports that have been gathered together for over 25 years by the Institute for Occupational Safety (BIA) of the Berufsgenossenschaften on incidents of dust explosions. The results of statistical analyses and brief incident descriptions have thus far been published in two BIA reports (no. 4/82 and no. 2/87) and have also been the subject of numerous specialist lectures. This report provides an update on the current situation regarding work undertaken to document these explosions.

With the accession of the GDR to the Federal Republic, information relating to the occurrence of dust explosions in

the GDR could also be incorporated into the existing statistics. The present analyses are thus based on approx. 600 recorded incidents of dust explosions, and the statistical data cover the whole period of observation of experiences of dust explosions in the Federal Republic of Germany, including the new eastern German federal states, up until 1995. With this documentation, it is hoped that the main causes of explosions will be established, both in terms of specific plant characteristics and potential ignition sources. The findings thus ascertained may be a source of valuable help towards assessing the dangers and drawing up risk analyses and may, ultimately, play a considerable part in educating those affected by this problem.

Résumé

Les explosions de poussières représentent aujourd'hui encore un danger qu'on aurait tort de sous-estimer. C'est ce que montrent les rapports sur les explosions de poussières que le BIA, l'institut des Berufsgenossenschaften pour la sécurité du travail, recueille depuis plus de 25 ans. Jusqu'ici, les résultats des analyses statistiques et les descriptions d'explosions de poussières ont pu être publiés dans deux rapports BIA (n° 4/82 et n° 2/87) et être présentés de manière succincte dans de nombreux exposés techniques. Le présent rapport rend compte de l'état actuel du travail de documentation.

L'adhésion de la RDA à la République fédérale d'Allemagne a permis d'intégrer dans les statistiques existantes des in-

formations concernant les explosions de poussières en RDA.

Ainsi, les analyses dont on dispose s'appuient sur le recensement de quelque 600 explosions de poussières. Les statistiques couvrent toute la période d'observation d'explosions de poussières survenues en République fédérale d'Allemagne, y compris dans les nouveaux länder, jusqu'en 1995. L'objectif de la documentation est de faire ressortir de ces statistiques les principales causes d'explosions de poussières, le type d'installations les plus touchées ainsi que les sources d'explosion. Les conclusions peuvent être une aide précieuse pour l'évaluation du danger et l'élaboration d'analyses de risques et, en fin de compte, avoir un effet informatif non négligeable.

Resumen

Las explosiones de polvo siguen constituyendo un grave peligro. Lo evidencian los informes sobre explosiones de polvo que se llevan recopilando desde hace más de 25 años en el Instituto para la Seguridad Laboral de las Berufsgenossenschaften (BIA). Hasta ahora se han publicado los resultados de las evaluaciones estadísticas y las presentaciones de incidentes de forma resumida en dos informes del BIA (N^os. 4/82 y 2/87) así como en numerosas ponencias de expertos. La publicación del presente informe demuestra el estado actual del trabajo de documentación.

Con la adhesión de la antigua República Democrática a la República Federal de Alemania se han podido incorporar en las estadísticas existentes también

las informaciones recibidas sobre las explosiones de polvo ocurridas en la RDA. Las presentes evaluaciones se basan entonces en aprox. 600 incidentes de explosiones de polvo registrados. Los datos estadísticos cubren el periodo completo de observación de los incidentes de explosiones de polvo en la RFA, incluyendo a la antigua RDA, hasta 1995. El objetivo de la documentación es el de determinar cuales son las causas centrales con referencia a las instalaciones y fuentes de encendido. Los conocimientos así obtenidos pueden ser una valiosa ayuda a la hora de evaluar los peligros y de elaborar unos análisis de riesgos y, como resultado final, pueden producir un efecto aleccionador nada desdeñable.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	9
2 Basis und Ziel der Auswertungen	10
3 Darstellung der Ergebnisse	11
4 Analyse bekanntgewordener Staubexplosionen	12
5 Schrifttum zur Dokumentation Staubexplosionen	18
6 Sicherheitsbestimmungen zum Staubexplosionsschutz (Auszug)	20
Anhang	
Tabellen	25
Einzelfalldarstellungen von Staubexplosionen	33
Stichwortverzeichnis	95
Formblatt „Kurzbericht zum Ereignis“	98

1 Einleitung

Seit über 25 Jahren werden im Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit — BIA Meldungen und Berichte über Staubexplosionsereignisse gesammelt. Ergebnisse der Auswertungen der in der Bundesrepublik Deutschland bekanntgewordenen Ereignisse wurden bisher in zwei BIA-Reports veröffentlicht („Dokumentation Staubexplosionen“ Nr. 4/82 und Nr. 2/87). Die Darstellung erfolgte dabei in Form praxisbezogener statistischer Ergebnisse und von Kurzbeschreibungen einzelner Ereignisse. Mit den aus den Auswertungen gewonnenen Erkenntnissen hinsichtlich der Explosionsursachen und -auswirkungen sowie der über längere Zeiträume zu beobachtenden Schwerpunktverschiebungen lassen sich oft wertvolle Hinweise zu bestimmten Einzelfragen in den unterschiedlichen Industriebereichen ableiten.

Zweifelsohne sind in den vergangenen Jahren wesentliche neue Erkenntnisse über die Zündempfindlichkeit und das Explosionsverhalten von brennbaren Stäuben gewonnen worden. Auch die Weiterentwicklung, insbesondere der konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen, hat zu vielfältigeren praxisbezogenen Lösungsmöglichkeiten geführt. Die nach 1985 (Auswertungsstand

des BIA-Reports 2/87) neu gemeldeten 130 Ereignisse machen aber deutlich, daß Staubexplosionen nach wie vor eine ernstzunehmende Gefahr darstellen. Zwar wird eine absolute Sicherheit vor Staubexplosionen nie zu erreichen sein, die Sicherheitstechnik und damit auch der Explosionsschutz müssen jedoch ständig den neuen Entwicklungen bei Produktions-, Transport- und Bearbeitungsverfahren angepaßt werden. Noch bestehende oder sich neu ergebende Sicherheitslücken zu erkennen, ist dabei ein Ziel dieser Dokumentation.

Mit dem Beitritt der DDR zur Bundesrepublik Deutschland vergrößerte sich zwischenzeitlich auch das Erfassungsbereich der Dokumentation Staubexplosionen. Im Rahmen eines Projektes wurden vom damaligen Wissenschaftlich-Technischen Zentrum (WTZ) Holz in Dresden Recherchen angestellt, um Angaben über das Staubexplosionsgeschehen in der DDR zu erhalten. Infolge des Umbruchs und den damit einhergehenden organisatorischen Veränderungen waren auf diesem Wege aber lediglich zu 44 Ereignissen der letzten 20 Jahre detaillierte Informationen zu erhalten. Einschließlich dieser Fälle liegen den aktuellen Auswertungen jetzt 599 Staubexplosionsereignisse zugrunde.

2 Basis und Ziel der Auswertungen

Wesentliche Grundlage der Dokumentationsarbeit bilden nach wie vor die Meldungen und Unfallberichte der Technischen Aufsichtsdienste der Berufsgenossenschaften sowie die von den Gewerbeaufsichtsamtern des Landes Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten Informationen. Aufgrund eines Runderlasses des zuständigen Ministers sind diese Gewerbeaufsichtsamter angewiesen, Berichte über ihnen bekanntgewordene Staubbrände und Staubexplosionen an die Dokumentationsstelle Staubexplosionen des BIA weiterzuleiten. Hinzu kommen weitere Informationsquellen, z.B. betroffene Firmen oder Berichte in der Fach- und Tagespresse. Ein umfassendes Bild des Staubexplosionsgeschehens in der Bundesrepublik Deutschland läßt sich aus den folgenden Auswertungen nicht ableiten, da einerseits die Erfassungsquote relativ gering ist und andererseits Vergleichszahlen fehlen, die das Verhältnis betroffener Anlagen zu den in den jeweiligen Industriebereichen vorhandenen bzw. gefährdeten Anlagen und Arbeitsplätzen wiedergeben.

Es ist davon auszugehen, daß lediglich ca. 10 % der in Deutschland auftretenden Staubexplosionen in der Dokumentation erfaßt werden. Daraus, daß es bei den ermittelten Zahlen hinsichtlich betref-

ferer Anlagen und explosionsauslösender Zündquellen zu keinen sprunghaften Veränderungen kommt, läßt sich jedoch ableiten, daß die Dokumentation Staubexplosionen einen guten, repräsentativen Querschnitt des Staubexplosionsgeschehens in Deutschland wiedergibt. Im wesentlichen ist eine kontinuierliche — und größtenteils auch plausible — Entwicklung zu beobachten. Ziel der Dokumentationsarbeit ist es, Informationen über Ursachenschwerpunkte zu erarbeiten. So soll beispielsweise gezeigt werden, welche Anlagen und Anlagenbereiche in den einzelnen Industriezweigen am häufigsten von Staubexplosionen betroffen sind und welche Randbedingungen zu diesen Ereignissen geführt haben. Neben den so gewonnenen Erkenntnissen, die bei der Gefahrenbeurteilung und dem Erstellen von Risikoanalysen eine wertvolle Hilfe sein können, wird auch ein nicht unerheblicher Aufklärungseffekt erreicht.

Die jeweils in Kurzform dargestellten Ereignisse machen auch dem bisher von Staubexplosionsproblemen verschont gebliebenen Betreiber staubexplosionsgefährdeter Anlagen deutlich, welche Gefahren beim Umgang mit staubförmigen, brennbaren Stoffen in seinem eigenen Produktionsbereich vorhanden sein können.

3 Darstellung der Ergebnisse

Um die für die Dokumentationsarbeit erforderlichen Angaben auf möglichst einfache Weise und einheitlich erfassen zu können, wurden die den Zielvorstellungen entsprechenden Fragen in einem Erhebungsbogen (Kurzbericht) zusammengefaßt. Dies geschah in enger Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis „Explosionsschutz“ der Sektion Chemie der Internationalen Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS), der eine vergleichbare Dokumentation europaweit aufbauen möchte. Ein Erhebungsbogen ist im Anhang dieses Reports abgedruckt.

Diese Formblätter können beim Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit — BIA angefordert werden.

Für die Auswertung wurde die schon früher vorgenommene Einteilung in Staubgruppen beibehalten:

- 1 Holz/Holzprodukte
- 2 Papier
- 3 Kohle/Torf
- 4 Nahrungs- und Futtermittel
- 5 Kunststoffe
- 6 Metalle
- 7 Sonstige

Im weitesten Sinne ist damit auch bereits eine Zuordnung zu bestimmten Industriezweigen gegeben. Innerhalb dieser Staubgruppen werden die Anteile der

betroffenen Anlagen und der explosionsauslösenden Zündquellen aufgezeigt, so daß Ursachenschwerpunkte erkennbar werden.

Bei der Darstellung der Ergebnisse wurde bewußt auf die Angabe der Anzahl von Staubexplosionen innerhalb der Staubgruppen verzichtet. Hiermit soll der Gefahr von Überinterpretationen hinsichtlich einer scheinbaren Rangfolge im Gefährdungspotential einzelner Industriezweige vorgebeugt werden. Dieser Verzicht ist insofern vertretbar, da als vorrangiges Ziel der Dokumentationsarbeit das Aufzeigen von Ursachenschwerpunkten innerhalb der verschiedenen Industrie- und Verfahrensbereiche gesehen wird.

Die Darstellung von Einzelfällen in einer überschaubaren Kurzform erweist sich für die Aufklärungsarbeit als besonders wichtig. Nicht zuletzt können gerade über Vergleiche der bei den geschilderten Ereignissen vorgelegenen (ursächlichen) Randbedingungen mit den im eigenen oder zu betrachtenden Betrieb gegebenen Verhältnissen wertvolle Erkenntnisse vermittelt werden.

In einem alphabetischen Stichwortverzeichnis sind im Anhang des Reports alle beteiligten Stäube mit Hinweis auf die Gliederungsnummer, unter der typische Beispiele für die jeweilige Staubart zu finden sind, aufgeführt.

4 Analyse bekanntgewordener Staubexplosionen

Die vorliegenden Auswertungen basieren auf 555 Staubexplosionsereignissen aus dem Gebiet der alten Bundesländer sowie 44 Ereignissen aus der ehemaligen DDR. Den Auswertungen liegen somit fast 600 Staubexplosionsereignisse zugrunde. Die Ereignisse aus der DDR (mit einem Anteil von 7,4 % am Gesamtgeschehen) wurden in die jeweiligen Tabellen eingearbeitet. In der Staubgruppe „Kohle/Torf“ führte der besonders hohe Anteil dieser Stäube bei den DDR-Ereignissen (23,8 %) zu einer deutlichen Verschiebung in der Gesamtstatistik gegenüber den ursprünglichen Zahlen aus den alten Bundesländern. Aufgrund der intensiven Braunkohlennutzung ist dieser deutliche Schwerpunkt ebenso plausibel wie die hohen Anteile von Mahl- und Zerkleinerungsanlagen sowie von Trocknungsanlagen in dieser Staubgruppe, da bei den Braunkohleverarbeitungsverfahren überwiegend Vermahlungs- und Trockenprozesse eine Rolle spielen. Als Zündquellschwerpunkte sind hier die im Zusammenhang mit Braunkohle vorrangig beobachteten Glimmester und Selbstentzündungsvorgänge zu nennen.

Die tabellarischen Auswertungen geben vorwiegend einen Überblick über die von Staubexplosionen betroffenen Anlagen und Maschinen sowie über die explosionsauslösenden Zündquellen. Die Frage nach den Entzündungsursachen ist

bei den Ermittlungen nach einem Ereignis oft nicht eindeutig zu beantworten. Dies gilt insbesondere dann, wenn infolge schwerer Zerstörungen keine Spuren mehr erkennbar sind, die deutliche Rückschlüsse auf mögliche Zündquellen zulassen würden. In derartigen Fällen wird die Ursache mit dem höchsten Wahrscheinlichkeitsgrad zugrundegelegt.

Die Häufigkeit, mit der einzelne Anlagengruppen an den insgesamt erfaßten Ereignissen beteiligt waren, zeigt Tabelle 1 (Tabellen siehe Anhang). Die Reihenfolge der von Explosionen betroffenen Anlagenarten hat sich gegenüber früheren Auswertungen nicht verändert. Eine separate Betrachtung der „Neuzugänge“ der letzten zehn Jahre (1985 bis 1995) zeigt jedoch, daß die Entstaubungsanlagen und Abscheider mit 23,1 % die mit Abstand am häufigsten betroffenen Anlagen waren. Dies schlägt sich auch in der deutlichen Zunahme des Anteils dieser Anlagengruppe um 1,5 Prozentpunkte in der Gesamtübersicht nieder. Bei den übrigen Anlagengruppen ergaben sich wesentlich geringere Veränderungen. Diese Veränderungen lassen sich an den in den Tabellen aufgeführten Anteilsänderungen in Prozentpunkten gegenüber dem Auswertungsstand 1985 erkennen.

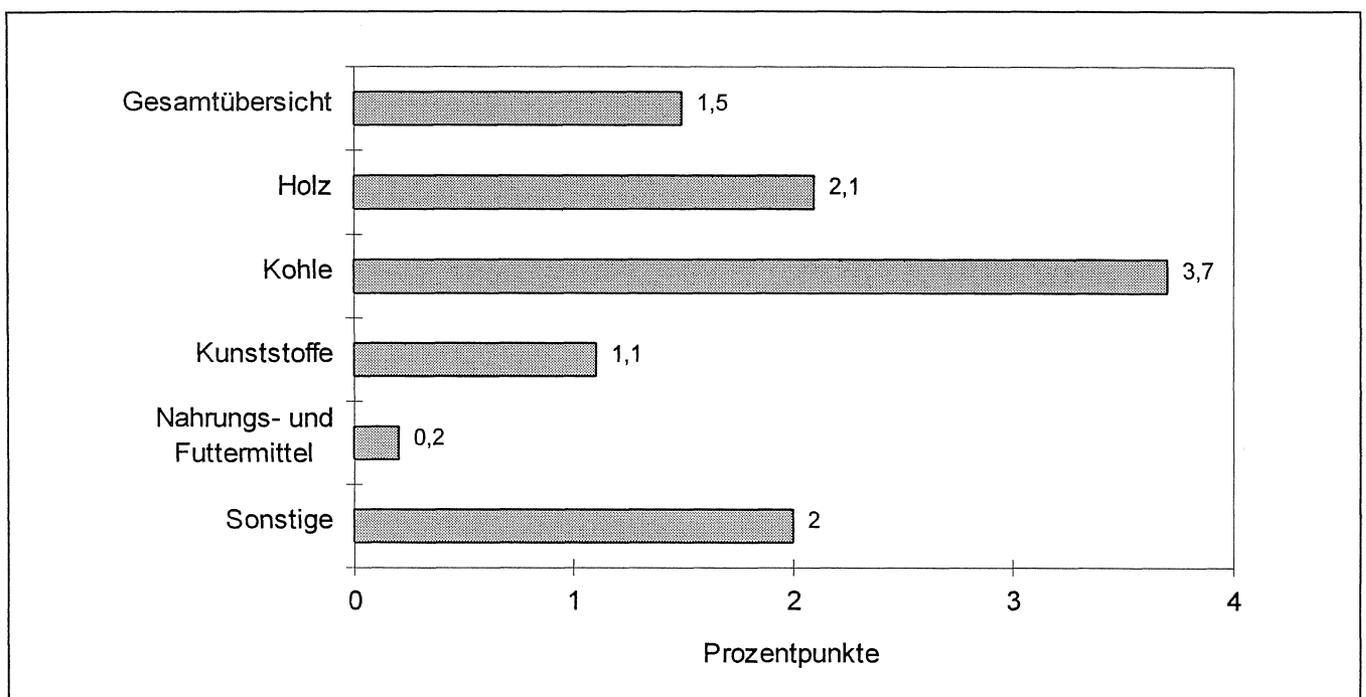
Nach wie vor ist die am häufigsten betroffene Anlagengruppe die der Silos

und Bunker mit einem Anteil von nahezu 20 %. Die Entstaubungsanlagen und Abscheider folgen mit fast 18 %. Festzustellen ist, daß der Anteil dieser Anlagengruppe, wie bereits erwähnt, weiterhin zunimmt. Die Anteilsänderungen gegenüber den früher veröffentlichten Tabellen lassen bei dieser Anlagengruppe einen zunehmenden Trend erkennen. Dies gilt sowohl in der Gesamtübersicht als auch in den einzelnen Staubgruppen. So ist beispielsweise in den Staubgruppen Holz/Holzprodukte und Kohle/Torf eine Zunahme von ca. 5 Prozentpunkten gegenüber dem Auswer-

tungsstand von 1980 zu beobachten. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Anteilsänderungen der Anlagengruppe Entstaubungsanlagen und Abscheider in Prozentpunkten gegenüber dem Auswertungsstand 1985 sowohl in der Gesamtübersicht als auch in den Staubgruppen.

Zweifelsohne sind diese Zunahmen auf die ständig steigenden Anforderungen hinsichtlich des Arbeits- und Umweltschutzes zurückzuführen, die den vermehrten Einsatz von Entstaubungsanlagen erforderlich machen. Gerade der

Abbildung 1:
Anteilsänderungen der Entstaubungsanlagen in den Staubgruppen



4 Analyse bekanntgewordener Staubexplosionen

Einsatz hochwertiger filternder Abscheider beinhaltet ein nicht zu unterschätzendes Staubexplosionsrisiko. Es fällt auf, daß die Zunahme gerade in den Industriebereichen besonders ausgeprägt ist, in denen in der Vergangenheit relativ geringe Anforderungen an die Staubabscheidung gestellt wurden. In den Bereichen, in denen schon immer hohe Anforderungen hinsichtlich des Erfassens und Abscheidens von Stäuben zu erfüllen waren, z.B. in der chemischen Industrie, sind dagegen verhältnismäßig geringe Anteiländerungen zu verzeichnen.

Deutliche Unterschiede treten im Vergleich zur Gesamtübersicht (Tabelle 1) in den Tabellen 2 bis 8 auf, in denen die von Staubexplosionen betroffenen Anlagengruppen innerhalb der einzelnen Staubgruppen aufgeführt sind. Die unterschiedlichen Gefahrenpotentiale in den verschiedenen Industriezweigen sind hier z.T. sehr deutlich erkennbar. Eine Übersicht über die in den einzelnen Staubgruppen am häufigsten betroffenen Anlagen zeigt Abbildung 2.

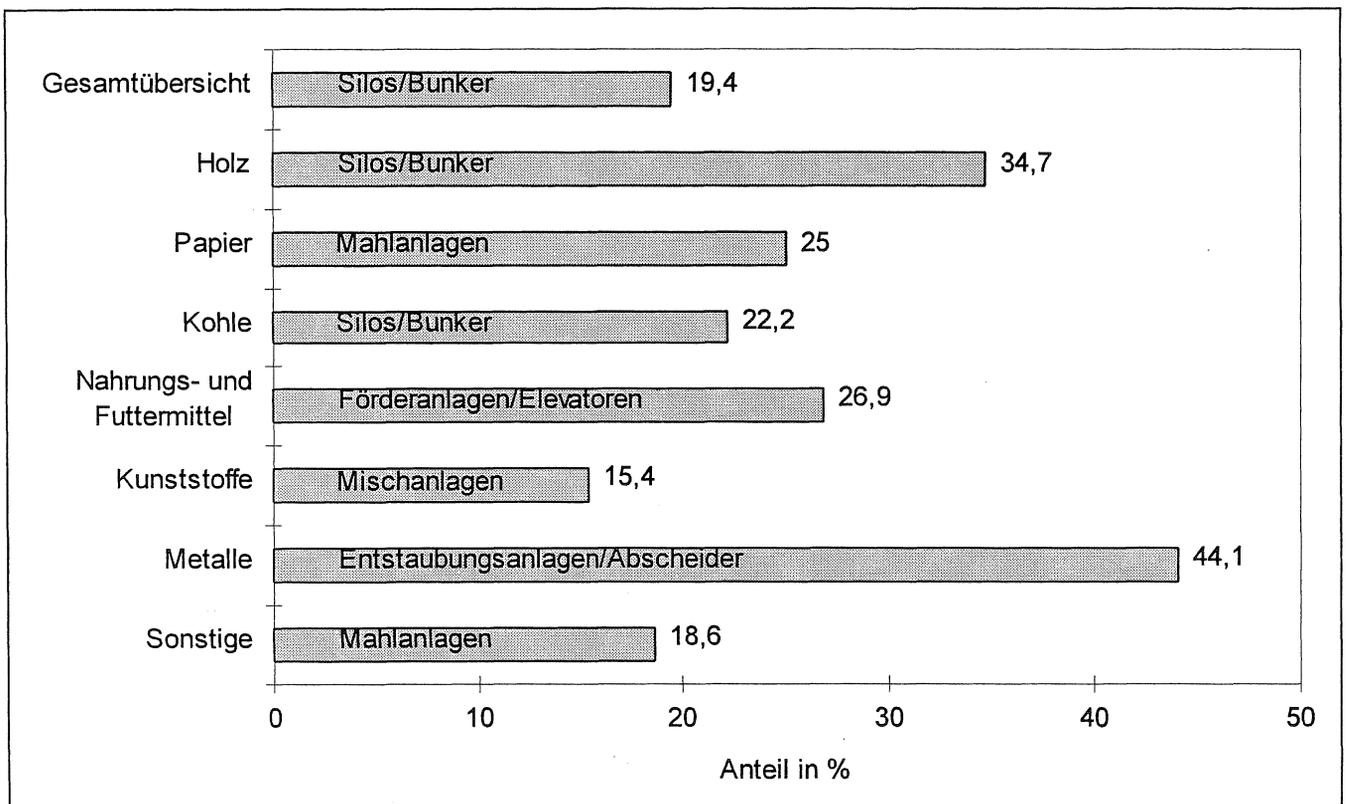
Neben der Zunahme bei bestimmten Anlagengruppen läßt sich allerdings auch bei anderen Anlagengruppen ein abnehmender Trend beobachten. So ist z.B. der Anteil der in der Staubgruppe Holz/Holzprodukte am häufigsten gefährdeten Silos (34,7 %) gegenüber 1980 um fast

5 Prozentpunkte zurückgegangen, und in der Staubgruppe Metalle verringerte sich der Anteil der Schleif-, Polier- und Mattiermaschinen um fast 4 Prozentpunkte. Gewiß mag dies im Metallbereich auch auf ein Explosionsereignis, bei dem im Jahre 1979 in einer Aluminiumschleiferei acht Beschäftigte ihr Leben verloren, zurückzuführen sein. In der Folge dieser schweren Staubexplosion wurden mit der Einführung der Richtlinie ZH 1/32 (Richtlinien zur Vermeidung von Staubbränden und Staubexplosionen beim Schleifen und Polieren von Aluminium und seinen Legierungen) im Jahre 1981 konkrete sicherheitstechnische Hinweise zum Vermeiden der beim Bearbeiten von Aluminium auftretenden Staubexplosionsgefahren gegeben und in die Praxis umgesetzt.

In den Tabellen 9 bis 16 werden die Anteile der explosionsauslösenden Zündquellen aufgezeigt. Welche Zündquellen in den einzelnen Staubgruppen am häufigsten aufgetreten sind, zeigt Abbildung 3 (siehe Seite 16).

Es wird deutlich, daß die „mechanischen Zündquellen“ (mechanische Funken und mechanische Erwärmung) außer in der Staubgruppe Kohle/Torf jeweils den größten Anteil aufweisen. Wie schon im BIA-Report 2/87 ausgeführt, wird das Zündverhalten mechanisch erzeugter Funken in der Regel stark überbewertet.

Abbildung 2:
Anteil der am häufigsten betroffenen Anlagen in den Staubgruppen



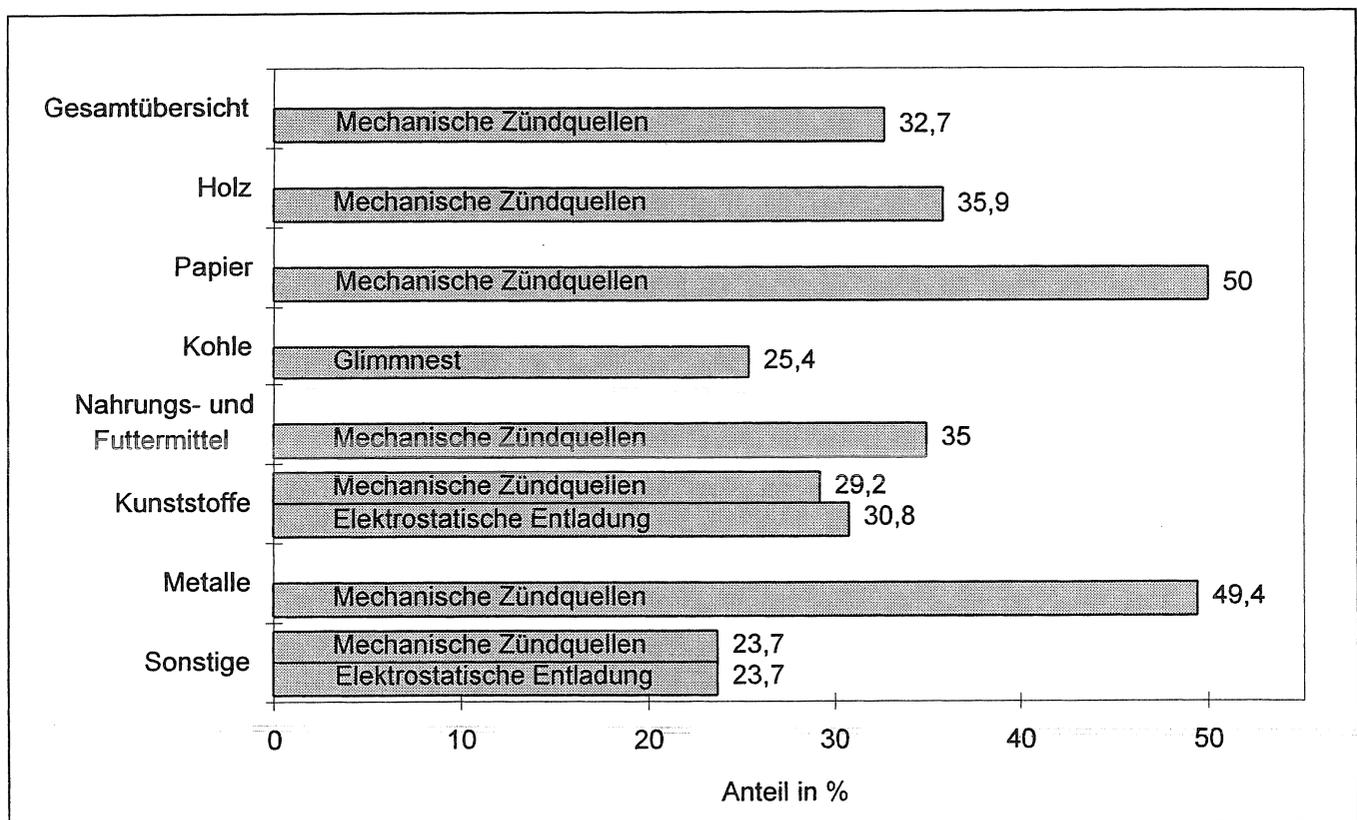
Sicherlich können Reib- und Schleifvorgänge, bei denen Funkengarben entstehen, auch ursächlich für das Entzünden von Staub/Luft-Gemischen sein; der eigentliche Entzündungsvorgang wird nach neueren Untersuchungen in vielen Fällen jedoch eher auf die bei Reib- und Schleifvorgängen gleichzeitig auftretenden heißen Oberflächen zurückzuführen sein.

Es überrascht nicht, wenn der Anteil dieser Zündquellenart mit ca. 50 % in der

Staubgruppe Metalle relativ hoch ist, da die Voraussetzungen zur Funkenbildung beim Bearbeiten von Metallen in besonderer Weise gegeben sind. Der Anteil der „mechanischen Zündquellen“ ist in den letzten 15 Jahren allerdings stark rückläufig (ca. 14 % Abnahme). Möglicherweise ist dieser Effekt auf eine größere Sensibilisierung hinsichtlich dieser Zündquellenart in der Praxis zurückzuführen, tauchte doch diese Zündquellenart in den Statistiken stets an vorderster Stelle auf.

4 Analyse bekanntgewordener Staubexplosionen

Abbildung 3:
Anteil der am häufigsten aufgetretenen Zündquellen in den Staubgruppen



Weniger erfreulich erscheint dagegen die Feststellung, daß der Anteil unbekannt gebliebener Zündquellen, d.h. der nicht aufgeklärten Entzündungsursachen, im ganzen gesehen nicht geringer geworden ist. In der Staubgruppe „Metalle“ läßt sich sogar eine Zunahme von fast 11 % feststellen. Mit einem Anteil von 26 % sind damit die als unbekannt ausgewiesenen Entzündungsvorgänge im Zusammenhang mit Metallstäuben be-

sonders stark vertreten und stellen dort die zweithäufigste „Zündursache“ dar.

Tabelle 17 zeigt eine Aufstellung der innerhalb der verschiedenen Anlagengruppen wirksam gewordenen Zündquellen. Es wird deutlich, daß in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Anlagenarten und Verfahren spezifische Gefahrenpotentiale vorhanden sind, die sich in der Häufigkeit des Auftretens der

Zündquellenarten widerspiegeln. So liegt in der Gruppe der Silos und Bunker die größte Gefährdung offensichtlich dann vor, wenn ein Entstehen oder ein Eintragen von Glimmnestern nicht verhindert werden kann.

Während bei den Schleif-, Polier- und Mattiermaschinen bereits der bestimmungsgemäße, störungsfreie Einsatz mit der Möglichkeit von „mechanischen Zündquellen“ verbunden ist, verursachen bei den Mahl- und Zerkleinerungs-

anlagen häufig metallische Fremdkörper, die unbeabsichtigt eingebracht werden, die „mechanischen Zündquellen“.

Die im Zusammenhang mit Mischvorgängen ermittelte häufigste Zündquellenart „elektrostatische Entladungsvorgänge“ unterstreicht deutlich, daß sowohl der Mischvorgang selbst als auch das Entleeren derartiger Einrichtungen mit hohen elektrostatischen Aufladungen infolge Ladungstrennung verbunden ist.

5 Schrifttum zur Dokumentation Staubexplosionen

- [1] Kühnen, G.: Schutzmaßnahmen gegen Staubexplosionen. Die Berufsgenossenschaft (1967) Nr. 11, S. 408-412
- [2] Kühnen, G.: Lehren aus Staubexplosionen und Folgerungen für die Praxis. Staub — Reinhaltung der Luft 31 (1971) Nr. 3, S. 122-125
- [3] Kühnen, G.: Staubexplosionen, Ursachen und Schutzmaßnahmen. Moderne Unfallverhütung (1974) Nr. 18, S. 117-122
- [4] Beck, H.: Dokumentarische Erfassung von Staubexplosionen. Die Berufsgenossenschaft (1974) Nr. 10, S. 405-407
- [5] Beck, H.: Staubexplosionen. Die Berufsgenossenschaft (1977) Nr. 7, S. 301-305
- [6] Beck, H.: Bekanntgewordene Staubexplosionen der letzten Jahre. VDI-Berichte 304, VDI-Verlag, Düsseldorf (1978), S. 3-12
- [7] Beck, H.: Staubexplosionen in den letzten Jahren und ihre Ursachen. Moderne Unfallverhütung (1978) Nr. 22, S. 78-81
- [8] Kühnen, G., und J. Zehr: Schutz vor Staubexplosionen — Theorie und Praxis. Staub — Reinhaltung der Luft 40 (1980) Nr. 9, S. 374-379
- [9] Beck, H.: Schadenanalyse von Staubexplosionen. Staub — Reinhaltung der Luft 42 (1982) Nr. 3, S. 118-123
- [10] Kühnen, G., und H. Beck: Grundlegende Fragen der Sicherheitstechnik bei Staubbränden und Staubexplosionen. VDI-Bericht 494, VDI-Verlag, Düsseldorf (1984), S. 25-33
- [11] Beck, H., H. Förster und M. Faber: Staubexplosionen in Aluminiumschleifereien und Maßnahmen zu ihrer Verhütung. IVSS-Bericht, 9. Internationales Kolloquium für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen Industrie. Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie, Heidelberg (1984)
- [12] Beck, H.: Grundlegende Fragen der Sicherheitstechnik im Hinblick auf Staubexplosionen. Fördern und Klassieren beim Aufbereiten und Verarbeiten von Kunststoffen. VDI-Verlag, Düsseldorf (1985), S. 165-185
- [13] Gerhold, E., G. Schellstede, G. Eule und M. Hein: Brand- und Explosionschutz bei Lagerung und Umschlag von Nahrungs- und Futtermitteln. Forschungsbericht Nr. 336, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Dortmund (1983)

- [14] Ritter, K.: Die Zündwirksamkeit mechanisch erzeugter Funken gegenüber Gas/Luft- und Staub/Luft-Gemischen. Dissertation Universität Fridericiana Karlsruhe (TH), 1984
- [15] Beck, H., A. Jeske: Dokumentation Staubexplosionen, Analyse und Einzelfalldarstellung. BIA-Report 4/82 und 2/87. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit — BIA, Sankt Augustin
- [16] Beck, H., A. Jeske: Staubexplosionen — Gefahren — Dokumentation — Auswertung. Staub — Reinhaltung der Luft 48 (1988) S. 35-39
- [17] Jeske, A., H. Beck: Evaluation of Dust Explosions in the Federal Republic of Germany. Dust-Explosion Documentation. Europex Newsletter July 1989
- [18] Beck, H.: Bemerkenswerte Staubexplosionen der letzten Jahre. VDI-Berichte 975, VDI-Verlag Düsseldorf (1992) S. 47-70
- [19] Beck, H.: Analyse von Unfällen in Ex-Bereichen. TÜ 37 (1996) Nr. 1/2, S. 32-37

6 Sicherheitsbestimmungen zum Staubexplosionsschutz (Auszug)

[1] Unfallverhütungsvorschrift Allgemeine Vorschriften (VBG 1). Carl Heymanns Verlag, Köln

[2] ElexV: Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ElexV) vom 19. Dezember 1996. Bundesgesetzblatt (1996) Teil I Nr. 65

[3] Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung — Explosionsschutz-Richtlinien — (EX-RL), (ZH 1/10). Carl Heymanns Verlag, Köln

[4] VDI-Richtlinie 2263: Staubbrände und Staubexplosionen, Gefahren — Beurteilung — Schutzmaßnahmen. Beuth-Verlag, Berlin und Köln

[5] VDI-Richtlinie 2263 Blatt 1: Untersuchungsmethoden zur Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrößen von Stäuben

[6] VDI-Richtlinie 2263 Blatt 2: Inertisierung

[7] VDI-Richtlinie 2263 Blatt 3: Explosionsdruckstoßfeste Behälter und Apparate — Berechnung, Bau und Prüfung

[8] VDI-Richtlinie 2263 Blatt 4: Unterdrückung von Staubexplosionen

[9] VDI-Richtlinie 3673 Blatt 1: Druckentlastung von Staubexplosionen. Beuth-Verlag, Berlin und Köln

[10] DIN VDE 0165: Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen. Beuth-Verlag, Berlin

[11] DIN EN 50 014/VDE 0170/0171 Teil 13: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche — Anforderungen für Betriebsmittel der Zone 10. Beuth-Verlag, Berlin

[12] Richtlinien zur Vermeidung der Gefahren von Staubbränden und Staubexplosionen beim Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium und seinen Legierungen (ZH 1/32). Carl Heymanns Verlag, Köln

[13] Sicherheitsregeln für elektrostatisches Versprühen von brennbaren Beschichtungspulvern mit ortsfesten Sprühanlagen (ZH 1/444). Carl Heymanns Verlag, Köln

[14] Sicherheitsregeln für den Brand- und Explosionsschutz in Spanplattenanlagen (ZH 1/114). Carl Heymanns Verlag, Köln

[15] Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (ZH 1/200). Carl Heymanns Verlag, Köln

[16] Merkblatt TO 33, Beispielsammlung zu den Richtlinien „Statische Elektrizität“ (ZH 1/200). Jedermann-Verlag Dr. Otto Pfeffer, Heidelberg

[17] Sicherheitsregeln für den Explosionsschutz bei der Konstruktion und der Errichtung von Wirbelschicht-Sprüh-Granulatoren, Wirbelschichttrocknern, Wirbelschicht-Coating-Anlagen (ZH 1/617). Carl Heymanns Verlag, Köln

[18] 94/9/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur An-

gleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX 100a)

[19] DIN EN 1127-1: Explosionsfähige Atmosphäre — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik

Anhang

Tabellen

Einzelfalldarstellungen von Staubexplosionen

Stichwortverzeichnis

Formblatt „Kurzbericht zum Ereignis“

Anhang

Tabellen

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der bisher ausgewerteten Ereignisse in Zahlen zusammengefaßt.

Tabellenübersicht	Tabellen-Nr.
Anteil einzelner Anlagengruppen an den ausgewerteten Staubexplosionen	1
Anteil einzelner Anlagengruppen innerhalb der Staubgruppe:	
Holz/Holzprodukte	2
Papier	3
Kohle/Torf	4
Nahrungs- und Futtermittel	5
Kunststoffe	6
Metalle	7
Sonstige	8
Anteil einzelner Zündquellenarten an den ausgewerteten Staubexplosionen	9
Anteil einzelner Zündquellenarten innerhalb der Staubgruppe:	
Holz/Holzprodukte	10
Papier	11
Kohle/Torf	12
Nahrungs- und Futtermittel	13
Kunststoffe	14
Metalle	15
Sonstige	16
Anteil der Zündquellenarten in den Anlagengruppen	17

Anhang

Tabellen

Tabelle 1:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen an den ausgewerteten
Staubexplosionen

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Silos/Bunker	19,4	- 0,6
Entstaubungsanlagen/Abscheider	17,5	+ 1,5
Mahl- und Zerkleinerungsanlagen	13,4	- 0,2
Förderanlagen	11,0	+ 0,3
Trockner	9,0	- 0,4
Feuerungsanlagen	4,5	- 0,6
Mischanlagen	4,3	- 0,2
Schleif-, Polier- und Mattiermaschinen	3,7	- 0,3
Siebanlagen (Sichter)	2,7	+ 0,2
Sonstige	14,5	+ 0,4

Tabelle 2:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen innerhalb der Staub-
gruppe Holz/Holzprodukte

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Silos/Bunker	34,7	- 0,9
Entstaubungsanlagen/Abscheider	20,3	+ 2,1
Feuerungsanlagen	9,0	- 1,6
Trockner	9,6	- 1,0
Mahl- und Zerkleinerungsanlagen	9,0	+ 1,4
Förderanlagen	4,2	- 0,3
Siebanlagen (Sichter)	5,4	+ 0,9
Schleifmaschinen	3,6	- 0,2
Sonstige	4,2	- 0,3

Tabelle 3:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen innerhalb
der Staubgruppe Papier

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Mahlanlagen	25,0	-
Trockner	12,5	-
Silos/Bunker	12,5	-
Sonstige	50,0	-

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Silos/Bunker	22,2	- 0,7
Feuerungsanlagen	15,9	- 0,8
Mahlanlagen	11,1	- 1,4
Förderanlagen (Elevatoren)	7,9	+ 1,6
Mischanlagen	3,2	- 1,0
Entstaubungsanlagen/Abscheider	7,9	+ 3,7
Trockner	7,9	- 0,4
Sonstige	23,8	- 1,2
u.a. Lagerung Transport		

Tabelle 4:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen innerhalb der
Staubgruppe Kohle/Torf

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Förderanlagen (Elevatoren)	26,9	+ 0,7
Silos/Bunker	21,2	- 1,1
Mahlanlagen	19,4	+ 1,7
Entstaubungsanlagen/Abscheider	8,7	+ 0,2
Trockner	10,0	\pm 0,0
Siebanlagen	2,5	+ 0,2
Feuerungsanlagen	1,3	- 0,2
Sonstige	10,0	- 1,5
u.a. Silofahrzeug Walzenstuhl Mehlwaage Mischanlage Lagerung		

Tabelle 5:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen innerhalb der
Staubgruppe Nahrungs- und
Futtermittel

Anhang

Tabellen

Tabelle 6:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen innerhalb der Staub-
gruppe Kunststoffe

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Mischanlagen	15,4	- 1,0
Mahlanlagen	13,8	- 0,7
Entstaubungsanlagen/Abscheider	13,8	+ 1,1
Förderanlagen	9,2	+ 0,1
Trockner	10,8	- 0,1
Pulverrückgewinnungsanlagen	7,7	+ 0,4
Sonstige u.a. Silos/Bunker Schleifmaschine	29,2	+ 0,1

Tabelle 7:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen innerhalb
der Staubgruppe Metalle

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Entstaubungsanlagen/Abscheider	44,1	\pm 0,0
Schleif-, Polier- und Mattiermaschinen	19,5	- 2,5
Mahlanlagen	6,5	- 2,0
Mischanlagen	5,2	+ 1,8
Siebanlagen	2,6	- 0,8
Spritzkabine	2,6	+ 0,9
Sonstige u.a. Förderanlage Trockner Silos/Bunker	19,5	+ 2,6

Tabelle 8:
Anteil einzelner Anlagen-
gruppen innerhalb der
Staubgruppe „Sonstige“

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Mahlanlagen	18,6	- 7,7
Mischanlagen	11,9	- 3,9
Entstaubungsanlagen/Abscheider	15,2	+ 2,0
Trockner	13,6	+ 0,4
Silos/Bunker	5,1	- 0,2
Sonstige	35,6	+ 9,3

Zündquellenart	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	32,7	- 1,0
Glimmnest	12,7	+ 1,2
Elektrostatische Entladung	8,5	+ 0,6
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	7,9	- 0,4
Selbstentzündung	6,0	+ 0,2
Heiße Oberfläche	4,8	- 1,4
Schweißarbeiten (Flammen, Funken etc.)	4,2	- 0,3
Elektrische Betriebsmittel	3,2	\pm 0,0
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	17,0	+ 1,2
Sonstige	3,0	- 0,2

Tabelle 9:
Anteil einzelner Zündquellen-
arten an den ausgewerteten
Staubexplosionen

Zündquellenart	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	35,9	+ 0,3
Glimmnest	22,2	+ 2,5
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	12,6	- 1,8
Heiße Oberfläche	5,4	- 0,6
Selbstentzündung	4,8	+ 1,0
Elektrostatische Entladung	1,8	- 0,5
Schweißarbeiten	2,4	+ 0,1
Elektrische Betriebsmittel (Kabellampen)	0,6	- 0,2
Gasexplosion	0,6	- 0,2
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	13,8	- 0,6

Tabelle 10:
Anteil einzelner Zündquellen-
arten innerhalb der Staub-
gruppe Holz/Holzprodukte

Anhang

Tabellen

Tabelle 11:
Anteil einzelner Zündquellenarten innerhalb der Staubgruppe Papier

Zündquellenart	Anteil in %	Anteilsänderung Δ % 85/95
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	50,0	—
Schweißarbeiten (Flamme, Funken etc.)	25,0	—
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	12,5	—
Heiße Gase	12,5	—

Tabelle 12:
Anteil einzelner Zündquellenarten innerhalb der Staubgruppe Kohle/Torf

Zündquellenart	Anteil in %	Anteilsänderung Δ % 85/95
Glimmnest	25,4	+ 2,5
Selbstentzündung	17,5	+ 2,9
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	12,7	— 1,9
Heiße Oberfläche	6,3	— 2,0
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	8,0	— 2,5
Schweißarbeiten (Flamme, Funken etc.)	3,2	+ 1,1
Elektrische Betriebsmittel (Kabellampen)	6,3	+ 2,1
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	9,5	— 3,0
Sonstige u.a. Gasexplosion, Rauchen	11,1	+ 0,7

Tabelle 13:
Anteil einzelner Zündquellenarten innerhalb der Staubgruppe Nahrungs- und Futtermittel

Anlagengruppe	Anteil in %	Anteilsänderung Δ % 85/95
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	35,0	+ 1,9
Schweißarbeiten	8,8	— 1,2
Selbstentzündung	6,3	— 0,6
Elektrostatische Entladung	5,6	+ 0,2
Elektr. Betriebsmittel (Kabellampen)	5,6	— 0,6
Glimmnest	6,9	+ 1,5
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	5,6	— 0,6
Heiße Oberfläche	5,0	— 1,9
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	20,6	+ 1,4
Sonstige (Exotherme Reaktion)	0,6	— 0,2

Zündquellenart	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Elektrostatische Entladung	30,8	-1,9
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	29,2	+ 0,1
Glimmnest	9,2	- 1,7
Heiße Oberfläche	4,6	- 0,9
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	3,1	- 0,5
Selbstentzündung	3,1	+ 1,3
Schweißarbeiten (Flamme, Funken etc.)	3,1	+ 1,3
Elektrische Betriebsmittel (Hochspannungsentladung)	3,1	+ 1,3
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	12,3	+ 1,4
Sonstige	1,5	- 0,3

Tabelle 14:
Anteil einzelner Zündquellen-
arten innerhalb der
Staubgruppe Kunststoffe

Zündquellenart	Anteil in %	Anteils- änderung Δ % 85/95
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	49,4	- 8,2
Elektrostatische Entladung	6,5	+ 1,4
Heiße Oberfläche	2,6	- 0,8
Selbstentzündung	5,2	- 1,6
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	2,6	+ 0,9
Schweißarbeiten (Flamme, Funken etc.)	1,3	- 0,4
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	26,0	+ 10,7
Sonstige	6,5	- 2,0
u. a. Rauchen Feuerwerkskörper Exotherme Reaktion Aluminothermreaktion		

Tabelle 15:
Anteil einzelner Zündquellen-
arten innerhalb der
Staubgruppe Metalle

Anhang
Tabellen

Tabelle 16:
Anteil einzelner Zündquellenarten innerhalb der Staubgruppe Sonstige

Zündquellenart	Anteil in %	Anteilsänderung Δ % 85/95
Mechanische Funken/ Mechanische Erwärmung	23,7	- 2,6
Elektrostatische Entladung	23,7	+ 7,9
Glimmnest	10,2	- 0,3
Heiße Oberfläche	5,1	- 2,8
Elektrische Betriebsmittel (Kurzschluß)	5,1	- 2,8
Selbstentzündung	1,7	- 0,9
Feuer (Brand, Feuerung etc.)	6,8	+ 4,2
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	20,3	- 3,4
Sonstige (Aluminothermreaktion)	3,4	+ 0,8

Tabelle 17:
Anteil der Zündquellenarten in den Anlagengruppen, Gesamtübersicht (Angaben in %)

Anlagengruppe \ Zündquellenart	Silos/ Bunker	Ent- stauber/ Ab- scheider	Mahl- und Zerklei- nerungs- anlagen	Förder- anlagen	Trockner	Misch- anlagen	Schleif-, Polier- und Mattier- anlagen	Sieb- anlagen
Mechanische Funken/ Mech. Erwärmung	17,2	41,0	71,3	45,5	1,8	46,1	86,4	12,5
Glimmnest	30,2	10,5	—	9,1	27,8	—	—	6,3
Elektrostatische Entladung	2,6	9,5	3,7	16,7	9,3	34,6	—	12,5
Feuer (Brand)	6,0	4,8	1,3	—	—	3,9	—	12,5
Selbstentzündung	2,6	6,7	3,7	4,5	18,5	—	—	6,3
Heiße Oberfläche	10,3	—	3,7	4,5	16,7	—	—	—
Schweißarbeiten (Flammen, Funken etc.)	7,8	0,9	—	3,0	1,8	3,9	—	—
Elektrische Betriebsmittel	3,5	0,9	—	—	—	—	—	—
Unbekannt bzw. nicht ermittelt	18,1	20,9	12,5	13,6	20,4	11,5	13,6	50,0
Sonstige	1,7	4,8	3,7	3,0	3,7	—	—	—

Anhang

Einzelfalldarstellungen von Staubexplosionen

In den nachfolgenden Einzelfallschilderungen sind die wichtigsten Erkenntnisse aus den der Dokumentationsstelle in den letzten zehn Jahren bekanntgewordenen Staubexplosionen in Kurzform wiedergegeben. Die dargestellten Ereignisse vermitteln einen Überblick über das aktuelle Staubexplosionsgeschehen in Deutschland. In Ergänzung der bisher erschienenen BIA-Reports wurden die Gliederung nach Staubgruppen und damit nach artverwandten Stäuben innerhalb der Staubgruppen beibehalten und die Einzelfälle fortlaufend durch-

numeriert. Den Schilderungen des Explosionsablaufs sind jeweils die betroffenen Betriebsteile und Anlagen sowie die ermittelten oder vermuteten explosionsauslösenden Zündquellen und Angaben zum Schadenumfang vorangestellt. Alle bisher im Rahmen der Dokumentation Staubexplosionen ausgewerteten und in Kurzform dargestellten Ereignisse, einschließlich der BIA-Reports 4/82 und 2/87, sind in einem Stichwortverzeichnis am Ende der Einzelfalldarstellungen in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Anhang

Einzelfalldarstellungen von Staubexplosionen

Inhaltsübersicht

Staubgruppe	Nr.
1 Holz/Holzprodukte	414 - 452
2 Papier	453
3 Kohle/Torf	454 - 477
3.1 Kohle	454 - 457
3.2 Braunkohle	458 - 475
3.4 Ruß	476
3.5 Torf	477
4 Nahrungs- und Futtermittel	478 - 532
4.0 Nahrungsmittel, allgem.	478 - 481
4.1 Getreide	482 - 484
4.1.1 Mais	482
4.1.1.1 Maiskeimschrot	483
4.1.2 Weizen	484
4.2 Mehl	485 - 488
4.3 Stärke	489 - 494
4.3.1 Maltodextrin	493, 494
4.4 Zucker	495, 496
4.5.1 Sauerteigpulver	497
4.5.2 Eierteigmischung	498
4.7 Milchpulver	499, 500
4.7.1 Milchprodukt	501
4.12 Palmexpeller	502
4.12.1 Palmkernschrot	503
4.12.2 Kokosexpeller	504, 505
4.13 Malz/Gerste	506 - 517
4.15.1 Tiermehl	518
4.16.2 Futterhefe	520
4.17 Futtermittel, allgem.	521 - 525
4.17.1 Fettvormischung	526
4.17.2 Federmehl	527
4.17.3 Treber	528
4.17.4 Kartoffeln	529
4.17.5 Geflügelfutter	530
4.18 Rapsschrot	531
4.19 Sonnenblumenschrot	532

Staubgruppe	Nr.
5 Kunststoffe	533 - 545
5.2 Beschichtungspulver/ Epoxidharz	533
5.5 Kolophoniumharz	534
5.7 Polystyrol	535
5.7.1 Acrylnitril-Butadien-Styrol- Copolymer	536 - 538
5.8 Polyamid	539
5.9 Polyacrylnitril	540
5.14.1 Terephthalsäure	541
5.15 Lack/Pulverlack	542 - 544
5.16 Azobisisobutyronitril	545
6 Metalle	546 - 565
6.1 Aluminium	546 - 553
6.2 Magnesium	554, 555
6.3.1 Ferromolybdän	556, 557
6.4.1 CaAl-Legierung	558
6.5 Ferrotitan	559, 560
6.6.1 Feinzinklegierung	561
6.8 Eisen/Stahl	562 - 564
6.9 Mangan	565
7 Sonstige	566 - 587
7.1 Schwefel	566 - 568
7.6 Gießereizuschlagstoffe	569
7.7.3 Hormonpräparat	570
7.10 Gummi	571
7.15.1 Anthracen	573
7.18.1 Calciumstearat	574
7.18.2 Glycerinmonostearat	575
7.18.3 Bleistearat	576 - 578
7.20.2 Schießpulver	580 - 582
7.21 Reibbelagmischung	583
7.22 Müllverbrennungstaub	584
7.23.1 Paraffin	585
7.25 Tetramethylthiuramdisulfid	587

1 Holz/Holzprodukte

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
414	Kunststoffbeschichtung	Spänesilo	Glimmende Späne	1 Verletzter, ca. 20 TDM Sachschaden	Als Folge einer ersten schwachen Explosion im Heizkessel gelangten glimmende Späne über die leergefahrene Spänezufuhr zurück in das Silo, wo es dann zur Sekundärexplosion kam. Die aus einer Silokontrollklappe herausschlagenden Flammen fügten einem Mitarbeiter Verbrennungen zu.
415	Möbel-fabrik	Silo	Glimmende Späne	1 Verletzter, ca. 30 TDM Sachschaden	Die Explosion ereignete sich im Spänesilo einer am Maschinenpark der Möbelfertigung angeschlossenen Entstaubungsanlage. Als Zündursache werden glimmende Späne vermutet, die bei einem Bearbeitungsvorgang entstanden sind. Die am Silo zur Druckentlastung installierten Berstscheiben sprachen an. Flammenaustritt aus der ebenfalls aufgesprungenen Kontrolltür fügte einem Mitarbeiter, der sich zufällig auf einer in unmittelbarer Nähe zum Silo gelegenen Treppe befand, Verbrennungen im Gesicht zu.
416	Span-platten-werk	Silo	Glimm-nest/Brand	1 Verletzter, ca. 50 TDM Sachschaden	Die Explosion ereignete sich beim Ausräumen eines brennenden Silos. Der Brand entstand vermutlich durch das Einschleppen von Glimmnestern aus der Mühle.
417	Faser-platten-werk	Dosier-bunker	Glimmnest	2 Verletzte, 500 TDM Sachschaden	Als explosionsauslösend wird ein Glimmnest angenommen, das entweder als Folge von Reibungsvorgängen im Streukopf entstanden ist und dann über den nachgeschalteten Filter in den Produktionskreislauf gelangte, oder das sich beim Trocknungsprozeß bilden konnte. Obwohl die Anlage mit einer Funkenlöschanlage ausgerüstet war, kam es im Bereich des Dosierbunkers zum Entzünden eines Staub/Luft-Gemisches. Aufgrund der im Raum vorhandenen Staubablagerungen ereigneten sich Sekundärexplosionen mit nachfolgenden Bränden, die zu dem hohen Schadenausmaß führten.

1 Holz/Holzprodukte

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
418	Hochdruckdampfkesselanlage	Bunker	Funkenflug	1 Toter	Als der Heizer von der Beschickungsbühne eines leergefahrenen Spänebunkers vom Band herabgefallenes Material in den Bunker schaufelte, ereignete sich eine Explosion. Diese fügte dem Heizer schwere Brandverletzungen zu, an denen er später verstarb. Die Untersuchungen ergaben, daß der bei leergefahrenem Bunker als sicherheitstechnische Maßnahme vorgesehene Absperrschieber zwischen Bunker und Kessel nicht geschlossen worden war und somit Funkenflug bis in den Bunker gelangen konnte. Diese Funken entzündeten das durch den freien Fall entstandene Staub/Luft-Gemisch.
419	Möbel-fabrik	Späne-bunker	vermutlich Glimmnest	2 Verletzte, Sachschaden	Aus einem Spänesilo (Inhalt ca. 250 m ³) sollten Späne in ein Spezialfahrzeug abgesaugt werden. Die Saugleitung zwischen Silo und Fahrzeug bestand aus Metall- und Kunststoffrohren. Zwei Mitarbeiter waren damit beschäftigt, die Späne im Silo zu lockern und der Saugöffnung zuzuführen. Nach ca. zwei Stunden kam es zu einer explosionsartigen Flammenentwicklung, durch welche beide Mitarbeiter Brandverletzungen erlitten und der Spänebunker in Brand geriet. Eine eindeutige Aussage zur Ursache konnte nicht gegeben werden. Vermutet wird, daß ein nicht erkanntes Glimmnest die Explosion auslöste.
420	Span-platten-werk	Silo	Schweiß-arbeiten	3 Verletzte	In einem Stahlsilo wurden Reparaturarbeiten an der Austragseinrichtung vorgenommen. Das Silo war ca. 1 Woche vorher naß ausgespritzt worden. Parallel zu den Reparaturarbeiten wurde der obere Trogkettenförderer demontiert, überholt und neu installiert. Beim Probe-lauf des Trogkettenförderers kam es zu einer Explosion. Die Erschütterungen, die der Probelauf verursachte, führten dazu,

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					daß die aufgrund der großen Hitzeperiode inzwischen wieder getrockneten Restspäne (Anbackungen oder Ablagerungen auf Einbauten) aufgewirbelt wurden und sich an der Schweißflamme oder an noch glühenden Metallteilen entzündeten. Der im Silo hantierende Schweißer erlitt schwere Brandverletzungen. Zwei weitere Mitarbeiter, die außen auf einer Arbeitsbühne standen, erlitten Verletzungen durch die herausschlagende Druckwelle.
421	Schreinerei	Spänebunker	mechanische Erwärmung	ca. 500 TDM Sachschaden	Die für das Entstauben der Bearbeitungsmaschinen der Schreinerei eingesetzte Filteranlage war gemeinsam mit der Absetzkammer und einer Brikettpresse im Keller untergebracht. Eine Primärexplosion ereignete sich in der Absetzkammer und übertrug sich auf den übrigen Raum, wo es dann zur Sekundärexplosion mit nachfolgendem Brand kam. Es entstanden vor allem große Gebäudeschäden. Da zum Zeitpunkt der Explosion auch eine Kreissäge lief, ist zu vermuten, daß infolge mechanischer Erwärmung glühende Teile in die Absetzkammer gelangten.
422	Feuerungsanlage	Silo	unbekannt	5 Mio DM Sachschaden	Von den Holzbearbeitungsmaschinen werden die Späne über eine Absaugeinrichtung in den Spänebunker gefördert. Der am Filter abgereinigte Staub gelangt ebenfalls in den Spänebunker. In diesem Bunker ereignete sich eine Explosion, nachdem die Bearbeitungsmaschinen schon ca. zwei Stunden abgeschaltet waren. Die Ursache konnte nicht ermittelt werden. Die vorhandene Feuerlöschanlage wurde durch die Explosion zerstört und konnte so nicht wirksam werden. Die in Form von Fensteröffnungen und der leichten Dachbauweise vorhandenen „Druckentlastungsflächen“ waren

1 Holz/Holzprodukte

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					nicht ausreichend, um die Zerstörung des Gesamtgebäudes zu verhindern.
423	Spanplattenfertigung	Spänebunker	Glimmbrand	nicht bekannt	In einem Spänehochbunker kam es in der Folge eines vom Redler übergebenen Glimmnestes zur Explosion. Infolge offener Kontrollklappen kam es zur Explosionsübertragung in einen anderen Hochbunker.
424	Spanplattenherstellung	Spänebunker	mechanische Erwärmung	nicht bekannt	Reibungsvorgänge zwischen der Antriebstrommel und der Blechverkleidung eines Stetigförderers führten zum Entzünden der geförderten Späne. Innerhalb des Spänebunkers wurde dadurch eine Explosion ausgelöst.
425	Faserplattenherstellung	Bunker	Glimmbrand	1,5 Mio DM Sachschaden	Ein im Düsenrohrtrockner entstandener Glimmbrand gelangte in den Sammelbunker und führte dort zur Explosion. Über die Fördersysteme kam es zur Explosionsübertragung in die angrenzenden Anlagenbereiche und Gebäude.
426	Spanplattenherstellung	Filter	mechanische Erwärmung	1 Verletzter, ca. 40 TDM Sachschaden	Beim Schleifen von Rohspanplatten ereignete sich im Filter eine Explosion. Vermutet wird, daß es beim Schleifen zum Überhitzen von Material kam und heiße Teile in das Filter gelangten, die von der in der Rohrleitung zum Filter installierten Funkenlöschanlage nicht unwirksam gemacht werden konnten.
427	Holzwarenfabrik	Filter	Brand	1 Toter	Ursächlich für die Explosion war ein Brand im Filter. Beim Öffnen der Kontrolltür wurde Filterstaub aufgewirbelt. Darüber hinaus konnte frischer Luftsauerstoff hinzutreten. Die aus dem Filter herausschlagenden Flammen fügten dem Mitarbeiter tödliche Verletzungen zu.
428	Spanplattenherstellung	Filter	Selbstentzündung	100 TDM Sachschaden	Der Trommeltrockner der Spänetrocknung mußte für ca. zwei Stunden stillgesetzt werden. Nach dem Wiederanfahren er-

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					eignete sich in dem zum Silo gehörenden Filter eine Explosion. Es wird vermutet, daß es während des Stillstandes im Trockner zum Überhitzen von Spänen kam, die dann brennend in den Filter gelangten.
429	Spanplattenherstellung	Staubfilter	unbekannt	hoher Sachschaden	Im Staubfilter eines Spänetrockners ereignete sich eine Explosion, deren Ursache ungeklärt blieb. Als Folge der Zerstörung elektrischer Schaltanlagen kam es in der Trocknungstrommel zum Überhitzen der Späne und zu einem nachfolgenden Brand.
430	Spanplattenherstellung	Absaugsystem	mechanische Funken	ca. 200 TDM Sachschaden	Funkenbildung an einer Bearbeitungsmaschine führte zu einer Staubexplosion im Absaugsystem. In der Folge gerieten der Spänebunker und das Feinstaubsilos in Brand.
431	Spanplattenherstellung	Abscheider	Selbstentzündung	ca. 200 TDM Sachschaden	Im Trocknerbereich trat eine Störung auf, bei der auch der anschließende Feuerschutzbunker leergefahren wurde. Nach Beseitigen der Störung wurde der Trockner zur Überprüfung mehrmals angefahren und angeheizt. Hierbei ereignete sich eine Explosion, die vermutlich im Abscheider ihren Ursprung hatte. Sie breitete sich über die Förderwege bis in die Sichterstation aus und führte dort zu mehreren Folgebränden. Vermutet wird, daß infolge des wiederholten Anheizvorganges überhitzte Späne in den Abscheider gelangten. Da der Feuerschutzbunker leergefahren war, konnte dieser seine Schutzfunktion nicht mehr erfüllen.
432	Möbel-fabrik	Filteranlage im Silo	vermutlich Glimmbrand	1 Toter, 5 Verletzte, ca. 300 TDM Sachschaden	Nachdem in einer Maschinenhalle Brandgeruch bemerkt worden war, wurde der Filterraum hinsichtlich eines möglichen Brandes kontrolliert. Der Brand konnte nicht lokalisiert werden, jedoch

1 Holz/Holzprodukte

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					wurde auch im Filterraum Brandgeruch wahrgenommen. Um auch das Siloinnere kontrollieren zu können, wurde Anweisung gegeben, die Absaugung abzustellen. Nach Abschalten der Ventilatoren ereignete sich eine Explosion, bei der die Tür zum Filterraum aufschlug. Eine Stichflamme erfaßte die auf dem Dach befindlichen Personen und fügte ihnen schwere Brandverletzungen zu. In einem Fall führten diese Verletzungen zum Tode. Die mit Kalksandsteinen verschlossenen Fensteröffnungen wirkten teilweise als Druckentlastungsflächen. Die herausgeschleuderten Steine verursachten erheblichen Schaden auf den benachbarten Dächern. Vermutet wird, daß im Silo ein Glimmbrand entstanden war. Nach dem Abschalten der Absaugung wurde die Filteranlage automatisch abgerüttelt. Dies führte zu einem großvolumigen Staub/Luft-Gemisch im Silo, das sich dann am Glimmbrand entzündete.
433	Filterhaus	Filteranlage	vermutlich Funkenbildung	ca. 200 TDM Sachschaden	In einem mit Druckentlastungsflächen und einer Löschanlage ausgerüsteten freistehenden Filterhaus kam es zu einer leichten Explosion, bei der eine „Entlastungsklappe“ ansprach. Sämtliche Schlauchfilter wurden durch den nachfolgenden Brand zerstört. Vermutet wird eine Übertragung von Funken oder glimmenden Spänen, die durch eingetragene Fremdkörper im Zerhacker hervorgerufen wurden.
434	Spanplattenherstellung	Filteranlage	mechanische Erwärmung	Sachschaden	An einer Bandschleifmaschine führte zu hoher Anpreßdruck zum Entstehen eines Glimmbrandes. Über die Absaugleitung gelangten glühende Partikel in die Filteranlage und entzündeten dort ein vorhandenes Staub/Luft-Gemisch.

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
435	Schleiferei	Ab- saugung	mechani- sche Funken	nicht bekannt	Durch das Reißen eines Schleifbandes wurden einerseits Funken erzeugt. Andererseits wurde hierdurch abgelagerter Staub aufgewirbelt. Dies führte innerhalb der Absauganlage zur Explosion.
436	Schleiferei	Absaug- anlage	mechani- sche Er- wärmung	nicht bekannt	Zu hoher Anpreßdruck durch teilweise übereinanderliegende Spanplatten führte zum Erhitzen und Entzünden von Schleifstaub. Im Abscheider kam es zu einer Explosion. Entlastungskappen am Abscheider sprachen an.
437	Bau- und Möbel- tischlerei	Hei- zungs- anlage	heiße Oberfläche	1 Verletzter, ca. 50 TDM Sachschaden	Aus einer in den Heizungsraum mündenden Entnahmeöffnung eines Spänebunkers sollten Späne zur Verfeuerung entnommen werden. Nach dem Öffnen der Entnahmeklappe ereignete sich die Explosion. Es wird vermutet, daß das Öffnen der Entnahmeklappe zum Aufwirbeln von Staub im Heizungsraum führte. Infolge der geöffneten Lüftungsklappe der Heizungsanlage konnte sich das Staub-/Luft-Gemisch entzünden. Als Folge kam es im Spänebunker noch zu einer Sekundärexplosion.
438	Span- platten- herstellung	Späne- trockner	glühende Späne	400 TDM Sachschaden	In einer durch Explosionsdruckentlastung geschützten Anlage zur Späneherstellung ereignete sich im Anlagenbereich Trockner/Entstauber beim Abfahren des Trockners eine Explosion. Die zwischen Trockner und Filter installierte Funkenlöschanlage sprach zwar an, eine Explosionsübertragung konnte hierdurch jedoch nicht verhindert werden.
439	Span- platten- herstellung	Trockner	Selbst- entzündung	erheblicher Sachschaden	Nach Abschalten des Brenners wurde der Düsenrohr Trockner im Leerlauf weiterbetrieben. Im Trockner abgelagerte Späne entzündeten sich bei den noch vorhandenen hohen Temperaturen. Dies wurde noch begünstigt durch den nach der Brennerabschaltung steigenden

1 Holz/Holzprodukte

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					Sauerstoffanteil. Das entstandene Glimmnest führte dann zu einer Explosion.
440	Spanplattenherstellung	Trockner	Selbstentzündung	350 TDM Sachschaden	Infolge Überhitzung kam es in einem Rohrbündeltrockner zum Entzünden abgelagerter Feianteile mit anschließendem Glimmbrand. Hierdurch entstandenes Schwelgas und durch die rotierenden Rohrbündel aufgewirbelter Holzstaub wurden zur Explosion gebracht. Als Folge dieser Primärexplosion wurde weiterer Staub aufgewirbelt. Insbesondere die hierdurch hervorgerufene Sekundärexplosion führte zu dem großen Schadenumfang.
441	—	Mühle	heiße Oberfläche	1 Verletzter, 150 TDM Sachschaden	Schleifende Mitnehmerstifte am Mahlstein einer Mahlanlage führten dazu, daß sich Holzmehl entzündete und eine Explosion ausgelöst wurde. Über die Aspirationsleitung wurden Funken in das nachgesetzte Filter übertragen, wo es ebenfalls zur Explosion kam.
442	Spanplattenherstellung	Mahlanlage	Glimmbrand	1 Toter, 1 Verletzter, ca. 500 TDM Sachschaden	Nachdem in einem Redler unterhalb der Mühle Glimmester entdeckt worden waren, wurden Vorbereitungen zum Löschen getroffen. Beim Öffnen der Mühltür ereignete sich eine Explosion, die den beiden Mitarbeitern schwerste Verbrennungen zufügte. Als Folge der durch die Druckwirkung entstandenen Aufwirbelungen kam es zur Sekundärexplosion und einem nachfolgenden Brand innerhalb des Gebäudes.
443	—	Zerkleinerungsanlage	unbekannt	Sachschaden	Abfallelemente von mit Kunststoffplatten verklebten Preßspanplatten wurden in einem Shredder zerkleinert und anschließend abgesiebt. Innerhalb dieser Anlage kam es zu einer Explosion, bei der die Anlage stark beschädigt wurde. Im Konzept zum Wiederaufbau der Anlage

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					ist jetzt konstruktiver Explosionsschutz vorgesehen.
444 + 445	Span- platten- herstellung	Mühle	mechani- sche Funken	Sachschaden	Bei der Späneherstellung in die Mühle gelangte Fremdkörper bzw. die dadurch verursachten mechanischen Funken führten wiederholt zu Explosionen.
446	Spanauf- bereitung	Ham- mer- mühle	mechani- sche Funken	nicht bekannt	Störungen in der Hammermühle als Folge gelöster Metallteile verursachten mechanische Funken und damit eine Explosion. Auswirkungen und Folgebrände wurden bis in die über Dach angeordneten Zyklonabscheider beobachtet.
447	Späne- trocknung	Förder- leitung	vermutlich Glimmnest	2 Tote	In einer Förderleitung wurde ein Stau zwischen Spänetrockner und Vorratssilo bemerkt. Zwei Mitarbeiter öffneten in 7 m Höhe eine Revisionsklappe und begannen die Späne auszuräumen. Vermutlich wurde in den anschließend durch ein Gitterrost fallenden Spänen ein Glimmnest übersehen. Dieses wurde durch den heftigen Wind angefacht und führte so zu einem explosionsartigen Abflammen. Beide Mitarbeiter erlitten derart schwere Verbrennungen, daß sie daran verstarben.
448	Span- platten- herstellung	Sichter	unbekannt	1 Verletzter, ca. 2 Mio DM Sach- schaden	In einem Siebtrichter ereignete sich eine Explosion, deren Zündursache unbekannt blieb. Die Explosion konnte sich über die angeschlossenen Fördereinrichtungen (Trogkettenförderer) in die angrenzende Trocknerhalle ausbreiten.
449	Span- platten- herstellung	Sieb- anlage	mechani- sche Er- wärmung/ glimmende Späne	3 Verletzte, 5 Mio DM Sachschaden	Der Bruch des Zentralrohres der oberhalb der Siebanlage angeordneten Verteilerschnecke führte zu Reibungsvorgängen an den Wandungen der Schnecke. In der Folge entzündeten sich die trockenen Späne und lösten in der Siebanlage eine Explosion aus. Die Explosion breitete sich über die Förderwege in die

1 Holz/Holzprodukte

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					angeschlossenen Anlagen aus. Es kam zu Sekundärexplosionen und Folgebränden. Bei den Ermittlungen wurde deutlich, daß eine Optimierung des Explosionsschutzes erreicht werden kann, wenn zusätzliche Explosionsdruckentlastungsflächen und ein Brandschutzbunker installiert werden.
450	Spanplattenherstellung	Sichteranlage	mechanische Erwärmung/ glimmende Späne	250 TDM Sachschaden	Innerhalb einer Förderschnecke für getrocknete Späne kam es nach dem Bruch einer Schneckenwelle infolge von Reibung zum Entzünden von Spänen. Die brennenden Späne lösten dann im Siebter eine Explosion aus. Die Siebteranlage sowie einige angeschlossene Trogkettenförderer und eine Filteranlage wurden beschädigt. Der Schaden hielt sich in Folge der nach einem vorangegangenen ähnlichen Ereignis getroffenen Maßnahmen in Grenzen.
451	Schleiferei	Schleifmaschine	mechanische Funken	nicht bekannt	Als Folge eines Schleifbandrisses kam es zu mechanischen Funken und zum Entzünden des gleichzeitig aufgewirbelten Staubes. Die Explosion übertrug sich auf zwei weitere Schleifmaschinen, die am selben Absaugsystem angeschlossen waren.
452	Spanplattenherstellung	Mühlen- und Siebterbereich	Glimmnest	2 Tote, 4 Verletzte, ca. 10 Mio DM Sachschaden	Im Trocknerbereich erfolgte eine Funkenmeldung. Bei einer demzufolge durchgeführten Kontrolle wurde jedoch kein brennendes oder glimmendes Material gefunden. Unter Beobachtung wurde die Förderung wieder aufgenommen. Nach ca. einer Stunde kam es im Mühlen- und Siebterbereich zu einer Staubexplosion. Mehrere schwere Folgeexplosionen mit sich z.T. überschneidenden Auswirkungen ließen eine Rekonstruktion des tatsächlichen Explosionsherganges im nachhinein nicht mehr zu.

2 Papier

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
453	Zerkleinerung	Mischanlage	mechanische Funken	4 Tote, 14 Verletzte, mehrere Mio DM Sachschaden	Es wird vermutet, daß es beim Zerkleinern von Altpapier und Zellulose zu mechanischen Funken gekommen ist, die in den Mischer/Filter-Bereich gelangten und dort eine erste Explosion auslösten. Da zwischen den verschiedenen Anlagenteilen keine explosionstechnischen Entkopplungen vorgesehen waren, wurden die Explosionen in die verbundenen Anlagenbereiche und in die Betriebsräume übertragen. Mehrere schwere Folgeexplosionen und -brände führten zu Personen- und Anlagenschäden. Ein Mitarbeiter wurde von einstürzendem Mauerwerk getötet, drei weitere Mitarbeiter erlagen ihren schweren Brandverletzungen. Durch den Explosionsdruck wurden die Produktions- und Lagergebäude nahezu vollständig zerstört. Eine wesentliche Ursache für Personenschäden und die verheerenden Gebäudeschäden waren vermutlich große Mengen abgelagerten Staubes in den Betriebsräumen. Als Schutzmaßnahme war lediglich ein Funkenerkennungs- und -austagssystem installiert. Dies erwies sich jedoch als unwirksam, da die Detektoren stark verschmutzt und die Wege bis zur Auswurfklappe zu kurz bemessen waren.

3 Kohle/Torf

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
454	Kraftwerk	Feue- rungs- kessel	Kurzschluß	2 Tote	<p>3.1 Kohle</p> <p>Bei Reinigungsarbeiten innerhalb einer Brennkammer einer Kesselanlage kam es zu einer Explosion. Die beiden die Reinigungsarbeiten durchführenden Mitarbeiter erlitten so starke Verbrennungen, daß sie an deren Folgen verstarben. Für das Ausleuchten der Brennkammer wurde eine Halogenlampe eingesetzt. In einem defekten Anschlußkabel dieser Lampe kam es vermutlich zu einem Kurzschluß, durch den aufgewirbelter Kohlenstaub entzündet wurde.</p>
455	Kohlemahl- trock- nungs- anlage	Filter	Glimm- brand	Sachschaden	<p>Um die Dichtigkeit der Filterschläuche zu überprüfen, wurde die Kohlemahl-trocknungsanlage abgefahren und mittels Stickstoff inertisiert. Nachdem die Überwachungsgeräte einen normalen Betriebszustand anzeigten, wurde die Stickstoffaufgabe beendet. Die weitere Abkühlphase erfolgte bei geöffneten Kamin-klappen. Nach ca. zwei Stunden Wartezeit wurden vom Wartungspersonal schwache Explosionen im Filter wahrgenommen. Gleichzeitig wurde ein starker Anstieg des Kohlenmonoxidgehalts beobachtet. Die anschließende Flutung der Filteranlage mit Kohlendioxid brachte nicht die gewünschte Löschwirkung, so daß die Feuerwehr hinzugezogen werden mußte. Während der Löscharbeiten entstand im zweiten Staubsammelrumpf ebenfalls ein Glimmbrand, und die gesamte Filteranlage mußte unter Schaum gesetzt werden.</p>
456	Kohlemahl- trock- nungs- anlage	Filter	Glimm- brand	Sachschaden	<p>Nach dem Auftreten einer Störung (Anstieg des CO-Gehaltes) wurde die Anlage über die Not-Aus-Abschaltung abgefahren und zuerst mittels Einbringen von CO₂, anschließend mit Stickstoff, inertisiert. Die CO-Konzentration konnte</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					auf diese Weise gesenkt werden. Die Sauerstoffkonzentration stieg jedoch gleichzeitig auf ca. 16 Vol.-% an. Da bei einer Not-Abschaltung keine Absper- rung zum Kamin erfolgt, konnte auf die- sem Wege Frischluft in die Anlage ge- langen. Nach einer Wartezeit von zwei Stunden wurde das Filter untersucht. Da- bei wurde in einem Filterschlauch Glut entdeckt. Beim Schließen der Filterluken ereignete sich eine Explosion, wahr- scheinlich als Folge eines durch die Er- schütterung entstandenen Staub/Luft- Gemisches. Die am Filtergehäuse instal- lierten Explosionsklappen sprachen an und verhinderten größere Schäden.
457	Sandauf- bereitung einer Gießerei	Silo	Schneid- arbeiten	2 Verletzte, ca. 200 TDM Sachschaden	Nach dem Errichten einer neuen Sand- aufbereitung sollte die alte Anlage demontiert werden. Bei autogenen Schneidarbeiten am ehemaligen Neu- sandsilo ereignete sich eine Explosion mit nachfolgendem Brand. Als Folge der heftigen Flammenentwicklungen kam es bei den die Arbeiten durchführenden beiden Mitarbeitern zu schweren Brand- verletzungen. Da in der Halle auch ein Kohlenstaubsilo betrieben wurde, muß davon ausgegangen werden, daß Fein- staubablagerungen auf den schwer zu- gänglichen Anlagenteilen vorhanden waren, die infolge der Abbrucharbeiten aufgewirbelt wurden.
458	Kalkstein- werk	Silo	Glimmnest	ca. 800 TDM Sachschaden	3.2 Braunkohle Nach dem Entleeren befand sich in einem 1100-Kubikmeter-Silo nur noch ein Rest von ca. 300 kg bis 400 kg Braun- kohlenstaub. Von einer Inertisierung wur- de daher abgesehen. Drei Tage nach dem Entleeren kam es vermutlich auf- grund eines entstandenen Glimmnestes zur Explosion im Silo und zum Anspre-

3 Kohle/Torf

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>3.2 Braunkohle</p> <p>chen der Explosionsklappen. Der eigentliche Sachschaden ist auf den Unterdruck zurückzuführen, der infolge der Gasabkühlung im Silo entstand, nachdem die Explosionsklappen wieder zurückgefallen waren.</p>
459	Kesselanlage	Kohlenzuteiler	Glimmnest durch Schweißarbeiten	1 Toter, 2 Verletzte, 150 TDM Sachschaden	<p>Nachdem die Umbauarbeiten an einer stillgesetzten Kesselanlage abgeschlossen waren, wurden Vorbereitungen zur Wiederinbetriebnahme getroffen. Die Kohle wurde auf den Zuteilern bis zum Fallschacht vorgezogen. Beim Öffnen des Fallschachtschiebers kam es zur Explosion. Durch eine der aufschlagenden Luken des Zuteilerkanals wurde ein Arbeiter tödlich verletzt. Zwei weitere Arbeiter erlitten erhebliche Brandverletzungen. Als Ursache wird ein Glimmnest in Braunkohleresten auf dem Zuteilerband angenommen, das sich als Folge von Schweißarbeiten gebildet hatte. Beim Öffnen des Schiebers entstand ein Staub/Luft-Gemisch, das sich an dem Glimmnest entzündete. Der Sachschaden hielt sich in Grenzen, da die aufschlagenden Luken druckentlastend wirkten.</p>
460	Bergwerk	Stollen	Routine-sprengung	51 Tote, 8 Verletzte, Schließung der Grube	<p>Nach den Ermittlungen der Gutachter wird eine betriebsbedingte Ausbausprengung als Ursache für die Staubexplosion angenommen. Der untertage anfallende Braunkohlenstaub weist üblicherweise eine hohe Feuchtigkeit auf. Dadurch wird sowohl die Staubexplosionsfähigkeit als auch die Aufwirbelbarkeit deutlich verringert. Aufgrund der jahrelangen Lagerzeit waren die Ablagerungen jedoch offensichtlich stark ausgetrocknet. Der Staub konnte daher infolge der Sprengung sowohl aufgewirbelt als auch entzündet werden. Als Todesursache wurde bei</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					den meisten Bergleuten eine Kohlenmonoxid-Vergiftung festgestellt.
461	Kokerei	Bunker	Glimmbrand	75 TDM Sachschaden	Durch Schweißarbeiten in der Nähe eines Tiefbunkers kam es zu Glimmbränden im Bunker. Fünf Stunden nach dem — wie sich hinterher herausstellte — erfolglosen Versuch, die Glimmbrände zu löschen, fand beim erneuten Befüllen des Bunkers mit Briketts eine heftige Explosion statt, die sich auch auf die Bandanlage übertrug.
462	Heizung	Silo	Flammen	550 TDM Sachschaden	Unregelmäßigkeiten bei der Zuführung von Braunkohlenstaub in die Drehrohröfen bewirkten ein wiederholtes Herausschlagen von Flammen aus den Brennerständen. Beim pneumatischen Befüllen eines Silos aus einem Kesselwagen kam es infolge von Undichtigkeiten am Silo zu Staubaustritt in den Raum. Die herausschlagenden Flammen entzündeten das Staub/Luft-Gemisch und verursachten so eine Raumexplosion. Ein Nachfolgebrand erfaßte vier weitere Silos.
463	Brikettfabrik	Trockner	unbekannt	2 Tote, 5 Verletzte, 2 Mio DM Sachschaden	Eine im Röhrentrockner aufgetretene Explosion verursachte aufgrund der an diesem Tage übermäßig vorhandenen Verschmutzung des Fabrikgebäudes mit Abrieb von Rohbraunkohle ein verheerendes Schadenausmaß. Mehrere Flächenbrände und Brände von Brikett-haufen sowie Sekundärexplosionen waren die Folge.
464	Brikettfabrik	Trockner	Glimmnest	3 Tote, 4 Verletzte, 4 TDM Sachschaden	In einem Brüdenabfuhrschlot hatten sich Ablagerungen entzündet. Das Feuer breitete sich auch auf andere Schlote aus. Bei den Löscharbeiten kam es, vermutlich durch unbeabsichtigtes Einspritzen von Wasser, in einem Tellerrockner zum Aufwirbeln von Staub. Das Staub/Luft-Gemisch wurde von den Flammen

3 Kohle/Torf

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>3.2 Braunkohle</p> <p>entzündet. Da sich die Entkopplungsmaßnahmen zwischen den Trocknern als unwirksam erwiesen, wurde der gesamte Trocknerbereich von der Explosion erfaßt.</p>
465	Heizkraftwerk	Feuerung	Feuer	3 Verletzte, Totalschaden	<p>Beim Beschicken einer Wanderrostfeuerung aus einem Vorratsbehälter über eine Rutsche kam es zur Brückenbildung. Durch Klopfen und Rütteln wurde versucht, die Verstopfung zu beseitigen. Als die Brücke dann einstürzte, entzündete sich die entstandene Staubwolke an der offenen Feuerung. Es kam zu weiteren Folgeexplosionen, durch die die gesamte Anlage zerstört wurde.</p>
466	Brikettfabrik	Trockner	Selbstentzündung	1 Toter, 12 Verletzte, 525 TDM Sachschaden	<p>Im Staubaustragsystem eines Schlotkes der Trockenanlage trat eine Verstopfung auf, die erst bemerkt wurde, als Funken aus dem Schlot austraten. Bei der anschließenden Brandbekämpfung kam es durch fehlerhaftes Zusammenschalten mehrerer Trockner zu einer katastrophalen Übertragung glühenden Kohlenstaubes in die gesamte Anlage. In der Folge ereignete sich eine Explosion, bei der der gesamte Anlagenbereich zerstört wurde.</p>
467	Brikettfabrik	Förderanlage	Glimmbrand	3 Verletzte, 9,9 Mio DM Sachschaden	<p>Das allmähliche Einbetten eines Heizungsrohres unterhalb eines Gurtförderers mit Kohlenstaub wurde vom Personal nicht erkannt. So kam es infolge von Selbsterhitzung dazu, daß sich ein Glimmnest bilden konnte. Aufgrund starker Rauchentwicklung wurde das Glimmnest zwar bemerkt, es konnte jedoch nicht sofort lokalisiert werden. Fehler bei der Brandbekämpfung führten dann zu Staubexplosionen und extremer Brandausbreitung.</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
468	Zementfabrik	Kesselwagen	elektrische Betriebsmittel	1 Toter, 1 Verletzter	Beim pneumatischen Entleeren eines Kesselwagens kam es zum Abreißen des Domdeckels. Es trat ein 25 m hoher Staubstrahl aus, der sich nach wenigen Sekunden an einer eingeschalteten Peitschenleuchte entzündete. In der Folge kam es zu weiteren Bränden, die aufgrund der großen Hitze einen Wagenbehälter zum Bersten brachten. Der ausfließende Braunkohlenstaub verursachte eine weitere Staubexplosion.
469	Brikettfabrik	Pralltellermühle	mechanische Erwärmung	1 Verletzter, 600 TDM Sachschaden	Nach dem Überprüfen einer Pralltellermühle, in der ungewohnte Geräusche bemerkt worden waren, kam es beim Wiederanfahren zu lokalen Abflammungen. Hierdurch wurde in den nachgeschalteten Aggregaten Staub aufgewirbelt und entzündet. Folgebrände erfaßten das gesamte Fabrikgebäude. Als Zündquelle wurde ein defektes Wälzlager ermittelt, das infolge der Reibungshitze eine Entzündung verursachte.
470	Heizwerk	Feuerung	Feuer	15 TDM Sachschaden	Um nach erfolgten Reparaturarbeiten Funktionsprüfungen am Fördersystem durchführen zu können, wurden einige vorhandene Zwangsverriegelungen aufgehoben. Brennstaub konnte auf diese Weise bis in den Rauchgaskanal gelangen. Nach Wiederherstellen des normalen Betriebszustandes wurde der Kessel ohne Zündvorgang angefahren. Nach ca. 15 Sekunden erfolgte im Rauchgaskanal eine Explosion. Da zwei Dampferzeuger, die an den gemeinsamen Rauchgaskamin angeschlossen waren, während der Reparaturarbeiten weiter betrieben wurden, konnten glimmende Partikel in den Rauchgaskanal gelangen. Die mit dem Anfahrorgan verbundenen Aufwirbelungen des eingetragenen Brennstaubs führten zu explosionsfähigen Staub/Luft-Gemischen im Rauchgaskanal und somit zur Explosion.

3 Kohle/Torf

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
471	Brikettfabrik	Trockner	Selbstentzündung	4 Verletzte, geringer Sachschaden	3.2 Braunkohle Als eine Verstopfung im Förderweg zum Staubbunker auftrat, wurde der Trockner stillgesetzt. Beim Beseitigen der Verstopfung entstand im Trockner infolge Überhitzung ein Glimmbrand. Beim Wiederanfahren ereignete sich eine leichte Explosion.
472	Brikettfabrik	Prallteller-mühle	Selbstentzündung	ca. 5 TDM Sachschaden	Aufgrund nicht einwandfreier Verfahrensführung im Trockenbereich traten in einigen Röhrentrocknern Überhitzungen auf, die die z.T. stark übertröcknete Kohle entzündeten. Die entstandenen Glimmnerster gelangten über die Förderwege in eine Prallteller-mühle und führten dort sowie an den Übergabestationen zu leichten Explosionen.
473	Heizhaus	Bunker	Glimmnest	25 TDM Sachschaden	Im Zuge mehrerer Fehlbedienungen in der Ablaufsteuerung der Braunkohlenu-fuhr entwickelte sich ein Brand. Bei der Brandbekämpfung wurde abgelagerter Staub aufgewirbelt. Das auf diese Weise gebildete Staub/Luft-Gemisch entzündete sich am noch nicht vollständig abgelöschten Brand, und es kam zur Staubexplosion.
474	Brikettfabrik	elektrischer Betriebsraum	elektrische Betriebsmittel	2 Tote, 4 Verletzte, 1,5 Mio DM Sachschaden	Durch den explosionsartigen Zerknall eines Blindstromkondensators wurde im Betriebsraum Kohlenstaub aufgewirbelt, und es kam zu einer ersten Staubexplosion. Die Zerstörung eines Luftkanals führte dazu, daß Flammen auch in den Luftschacht der Pressenmotoren-Belüftung gelangten. Dort wurde ebenfalls Kohlenstaub aufgewirbelt und entzündet. Kohlenstaub hatte sich hier abgelagert, da die Motorkühlung im Umluftbetrieb ohne Staubabscheidung erfolgte. Weitere Folgeexplosionen erfaßten das gesamte Pressenhaus und Nachbargebäude.

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
475	Papierfabrik	Förderband	Selbstentzündung	3 Verletzte, 500 TDM Sachschaden	Unterhalb eines Förderbandes zum Transport von Braunkohlenbriketts hatte sich über einen längeren Zeitraum Staub bis zu einer Höhe von 3 m abgelagert. Infolge Selbstentzündung kam es zum Glimmbrand in dieser Staubschüttung. Bei der unsachgemäßen Brandbekämpfung erfolgte eine explosionsartige Abflammung.
476	Rußherstellung (Perlerei)	Filteranlage	Selbstentzündung/ CO-Explosion	1 Toter, ca. 50 TDM Sachschaden	<p>3.4 Ruß</p> <p>In der Perlerei ereignete sich eine Explosion, als Reparaturarbeiten an der Anlage durchgeführt werden sollten. Die Anlage war seit zwei Tagen außer Betrieb und wurde mit Stickstoff gespült. Die Stickstoffspülung war nicht ausreichend, um eine Selbstentzündung von Rußablagerungen in der Hammermühle zu verhindern. Durch unvollständige Verbrennung entstehendes Kohlenmonoxid führte dann zu einer Kohlenmonoxidexplosion. Als Folge dieser Explosion wurde im Filter Ruß aufgewirbelt, und es kam zu einer Staubexplosion. Ein am Filter stehender Schweißer erlitt durch die herausschlagenden Flammen tödliche Verbrennungen.</p>
477	Kokerei	Retorte	CO-Explosion	erheblicher Sachschaden	<p>3.5 Torf</p> <p>Vermutet wird, daß durch den Sauerstoffeintritt infolge des versehentlichen gleichzeitigen Öffnens sowohl der Befüll- als auch der Entleerklappe eine Kohlenmonoxidexplosion ausgelöst wurde. Diese Explosion wiederum wirbelte Torfstaub auf und entzündete das so gebildete explosionsfähige Torfstaub/Luft-Gemisch. Die Anlagen zur Herstellung von Torfkoks wurden hauptsächlich durch den nachfolgenden Brand und die Löschmaßnahmen zerstört.</p>

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
4.0 Nahrungsmittel, allgemein					
478	Silo- gebäude	Elevator	mecha- nische Funken	2 Tote, 3 Verletzte, erheblicher Sachschaden	Unregelmäßigkeiten im Elevatorbetrieb führten zum Anschlagen der Becher, wobei abgelagerter bzw. anhaftender Staub aufgewirbelt wurde. Das Entzünden des Staub/Luft-Gemisches erfolgte vermutlich durch Reib- oder Schleif- funken. Die Explosion zerstörte den Elevatorschacht. Darüber hinaus kam es zu Folgeexplosionen im zweiten Elevator und im angrenzenden Bäckereibereich.
479	Mühle	Bei- mischer	mecha- nische Funken	—	Bei einem Mahlvorgang wurde dem Produkt Bromat beigemischt. Nachdem der Vorgang abgeschlossen war, reinigte ein Mitarbeiter den Mischer unter Zuhilfenahme einer Eisenstange. Hierbei ereignete sich eine schwache Explosion. Vermutet wird, daß Schlagfunken die mit Bromat angereicherte, zündempfindliche Mischung entzündeten.
480	Silo- gebäude	Elevator	mechani- sche Er- wärmung	—	Vermutet wird, daß eine Schanzung im Bereich des Elevatorkopfes ein Heiß- laufen von Anlagenteilen verursachte. Ein Staub/Luft-Gemisch konnte sich dann an den heißen Teilen entzünden.
481	—	Trockner	Flamme	1 Verletzter	Eine Walzentrockneranlage sollte demontiert werden. Dabei waren auch Schneid- und Schweißarbeiten erforderlich. Als ein abgetrenntes Dampfrohr zu Boden fiel, wurde der darauf liegende Staub aufgewirbelt und entzündete sich an der Flamme des Schneidbrenners.
4.1.1 Mais					
482	—	Elevator	mechani- sche Er- wärmung	Sachschaden	Unregelmäßigkeiten in der Fördergeschwindigkeit eines Doppelevators veranlaßten den Silomeister, den Elevatorfuß zu öffnen und zu säubern. Da keine weiteren Störungen festgestellt wurden,

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					wurde der Elevator wieder in Betrieb gesetzt. Kurz darauf ereignete sich eine Explosion. Die aus den aufgerissenen Elevatorschächten austretenden Flammen entzündeten den im Erdgeschoß abgelagerten Staub. Der so entstandene Brand konnte mit den bereitstehenden Feuerlöschern erfolgreich bekämpft werden. Ursächlich war eine defekte Spannvorrichtung. Diese sprach nicht mehr an, und so geriet der überdehnte, lockere Elevatorgurt in Schwingungen. Es kam zu Schleifvorgängen, und heißgelaufene Teile entzündeten das im Elevator vorhandene Staub/Luft-Gemisch. Schieflauf- und Drehzahlwächter waren nicht installiert.
483	Umschlagbetrieb	Silo	Glimmnest	ca. 300 TDM Sachschaden	<p>4.1.1.1 Maiskeimschrot</p> <p>Beim Löschen eines mit Maiskeimschrot beladenen Schiffes ereignete sich innerhalb des Silos eine Explosion. Das Silodach wurde zerstört. Weitere Folgeschäden wurden in der Umgebung durch die unmittelbare Druckwirkung der Explosion sowie durch herumfliegende Teile verursacht. Vermutet wird, daß die Schiffsladung ein Glimmnest enthielt, das beim Einbringen mittels Elevatoren und Trogkettenförderern in das Silo ein dort vorhandenes Staub/Luft-Gemisch entzündete.</p>
484	Getreidespeicher	Silo	Schweißarbeiten	3 Verletzte, einige Mio DM Sachschaden	<p>4.1.2 Weizen</p> <p>Schweißarbeiten an einem laufenden Elevator waren die Ursache für eine Staubexplosion im Silo. Drei Arbeiter erlitten Verbrennungen. Ein nachfolgender Brand innerhalb des Silos mußte über mehrere Tage bekämpft werden. Da der Einsturz drohte, mußte das Silo später abgerissen werden.</p>

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
4.2 Mehl					
485	Mühle	Filter	unbekannt	Sachschaden	Im Erdgeschoß eines Mühlenbetriebes ereignete sich innerhalb eines Sammelbehälters für Mehlstaub eine erste Explosion. Auch ein sofortiges Stillsetzen der Anlage konnte nicht verhindern, daß es zu einer zweiten Explosion in einer Filteranlage im 5. Stock kam. Zwar wurden bei den Untersuchungen im Anschluß an das Schadenereignis diverse Glimmnerster in den Absaugleitungen gefunden, der Zündort und die Zündquelle für die Primärexplosion konnten jedoch nicht ermittelt werden.
486	Getreidemühle	Mühlengebäude	Brand	4 Verletzte, 1,2 Mio DM Sachschaden	Im ersten Stock eines fünfgeschossigen Mühlengebäudes war ein Brand ausgebrochen. Als Folge der vorhandenen Deckendurchbrüche kam es auch in den oberen Geschossen zu Folgebränden, durch die wiederum eine Staubexplosion ausgelöst wurde. Das gesamte Mühlengebäude wurde zerstört.
487	Getreidemühle	Mühlengebäude	elektrische Betriebsmittel	5 Verletzte, 300 TDM Sachschaden	Durch einen Kurzschluß an einer elektrischen Schalttafel kam es zu einem Brand. In der Folge wurde abgelagerter Staub aufgewirbelt und entzündet. So entstanden explosionsartige Abflammungen und Staubexplosionen, die das gesamte Mühlengebäude zerstörten.
488	Konditorei	pneumatische Förderung	Flamme	80 TDM Sachschaden	Infolge einer Störung kam es im pneumatischen Fördersystem zu einer Druckerhöhung. Infolge der Druckwirkung wurde Staub aufgewirbelt. Das Staub/Luft-Gemisch konnte sich an der offenen Gasflamme eines Kochers entzünden. Vorhandene Fettablagerungen begünstigten die Brandausbreitung.

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
489 + 490	Stärke- fabrik	Ver- mahlung	mecha- nische Funken	ca. 2 TDM Sachschaden je Ereignis	<p>4.3 Stärke</p> <p>In der Mühle kam es beim Vermahlen von Stärke durch Funkenbildung zu einer Staubexplosion. Da die bestehenden Staubexplosionsrisiken bei der Anlagenplanung ausreichend berücksichtigt worden waren, entstand aufgrund der getroffenen Maßnahmen (explosionsfeste Bauweise, Explosionsdruckentlastung, explosionstechnische Entkopplung mittels Entlastungsschlot) nur geringer Sachschaden. Lediglich die Filterschläuche mußten ersetzt und das Dach von ausgeworfenem verbranntem Material gereinigt werden.</p>
491	Absackung	Zwi- schen- silo	elektrische Betriebs- mittel	Sachschaden	<p>Infolge eines mechanischen Defektes am Zwischensilo einer Waage kam es zum Abreißen des Auslaufkonus. Der gesamte Inhalt (ca. 10 t Kartoffelstärke) ergoß sich aus 3 m Höhe in die Halle. Im Umfeld der Anlage wurde abgelagerter, trockener Staub aufgewirbelt. Das Staub/Luft-Gemisch entzündete sich vermutlich an einem Schaltfunken eines elektrischen Betriebsmittels. Die ausgelaufene Kartoffelstärke, die einen Feuchtegehalt von 21 % aufwies, war an der Explosion nicht beteiligt.</p>
492	Trock- nungs- anlage	Filter	vermutlich Selbstent- zündung oder Elek- trostatik	300 TDM Sachschaden	<p>Nach einer Störung in den Sichtern war der Stromtrockner, in dem Weizenstärke mittels Heißluft getrocknet worden war, außer Betrieb gesetzt worden. Nach ca. 30 Minuten wurden die einzelnen Aggregate wieder eingeschaltet. Kurz nach dem Anlaufen des zwischen Zyklon und Schlauchfilter angeordneten Ventilators ereignete sich im Filter eine Explosion. Als Folge der an der Anlage vorhandenen Explosionsdruckentlastung traten an der Anlage selbst keine größeren Schäden auf. Da die Entlastung in den</p>

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>4.3 Stärke</p> <p>Betriebsraum erfolgte, kam es hier jedoch zu größeren Gebäudeschäden. Hinsichtlich der Zündursache wurden zwei Möglichkeiten diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Im Bereich des Plattenwärmetauschers, in dem Lufttemperaturen von ca. 190 °C erreicht werden, wurden bräunlich verfärbte Ablagerungen festgestellt. Es kann demzufolge nicht ausgeschlossen werden, daß es durch den Anlagenstillstand begünstigt zur Selbsterhitzung gekommen ist, die bis zur Selbstentzündung geführt hat. Beim Anlaufen des Ventilators gelangten dann heiße oder glimmende Teile in das Filter. – Es wurde festgestellt, daß die leitfähigen Stützkörbe im Filter nicht ausreichend geerdet worden waren. Es können demzufolge also auch elektrostatische Entladungsfunken als Zündquelle nicht ausgeschlossen werden.
493	Ketchup-Herstellung	Schlauchfilter	elektrostatische Entladung	Sachschaden in unbekannter Höhe	<p>4.3.1 Maltodextrin</p> <p>Beim pneumatischen Beschicken eines Silos mit Maltodextrin aus einem Silofahrzeug ereignete sich nach ca. zehnerminütigem Befüllvorgang eine Staubexplosion. Betroffen war der Schlauchfilter oberhalb eines am Silokopf installierten Zwischenbodens. Als wahrscheinlichste Zündursache wird eine Funkenentladung des leitfähigen Filtermaterials angenommen. Die Überprüfung der Ableitwiderstände ergab, daß die Filterschläuche infolge dicker Farbüberzüge an den Anschlußstutzen nicht ausreichend geerdet waren. Sowohl durch verbindende Kabelrohre als auch infolge gegenüber angeordneter Druckentlastungsöffnungen wurde die Explosion in angrenzende Silos übertragen.</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
494	Ketchup-Herstellung	Silo	unbekannt	5 Verletzte, erheblicher Sachschaden	Die Explosion ereignete sich beim pneumatischen Fördern von Maltodextrin aus einem Silofahrzeug in ein Vorratssilo. Betroffen war der obere Bereich des Silos, wo die Trennung der Förderluft vom Fördergut über Filterschläuche erfolgte. Bei den verletzten Personen handelte es sich um Bewohner des an die Firma angrenzenden Wohngebietes, die infolge von Schock und von Schnittverletzungen durch Glassplitter behandelt werden mußten. Die Zündursache konnte nicht ermittelt werden. Besonderes Augenmerk wurde auf mögliche elektrostatische Entladungsvorgänge gelegt, da bei einem bereits ca. 1 1/2 Jahre vorher eingetretenen Ereignis an gleicher Stelle nicht gerdetes, leitfähiges Filtermaterial als mögliche Zündquelle vermutet wurde. Demzufolge waren entsprechende Erdungsmaßnahmen durchgeführt worden.
495	Sieb- und Versandstation	Elevator	mechanische Erwärmung	2 Verletzte, ca. 6 Mio DM Sachschaden	<p>4.4 Zucker</p> <p>Beim versandfertigen Abpacken von Zucker ereignete sich in der Siebstation einer Zuckerfabrik eine Explosion. Die Untersuchungen ergaben, daß offensichtlich mit dem Grobkorn ein Gewindestück in den Knotenbrecher gelangte. Infolge der unwirksam gemachten Sicherung, die in solchen Fällen ein Ausweichen der Haltewalze ermöglichen sollte, wurde das Gewindestück in den Knotenbrecher eingezogen. Nachdem es soweit abgeschliffen worden war, daß es die Walzen passieren konnte, gelangte es als heißes Teil in den Beschickungselevator und löste dort eine erste Explosion aus. Die Explosion breitete sich über Förder- und Entstaubungswege in die angeschlossenen Stationen aus und führte so zu dem hohen Sachschaden. Glücklicherweise hielt sich der Personen-</p>

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>4.4 Zucker</p> <p>schaden in sehr engen Grenzen, da sich zum Zeitpunkt der Explosion keine Mitarbeiter in den Produktionsräumen der Siebstation aufhielten.</p>
496	Siloplanlage	Becherwerk	mechanische Funken	hoher Sachschaden	<p>Der Austragslevator einer Siloplanlage sollte nach der Kampagne wieder in Betrieb genommen werden. Beim Probelauf ohne Last wurde eine Störung angezeigt. Als Ursache für die zu hohe Stromaufnahme des Elektromotors wurde eine Gurtdehnung vermutet. Nach dem Spannen des Gurtes wurde das Becherwerk erneut in Betrieb gesetzt. Kurze Zeit später kam es zu einer Explosion. Die Ermittlungen ergaben, daß sich die Primärexlosion innerhalb des Elevators ereignet hatte. Beschädigungen an den Bechern und Schleifspuren im Becherwerksfuß deuten darauf hin, daß die Zündquelle durch Reib- und Schleifvorgänge hervorgerufen wurde. Obwohl die Anlage während der Kampagne nicht in Betrieb war, waren doch offensichtlich starke Staubablagerungen im Elevatorfuß vorhanden, die bei der ersten Inbetriebnahme aufgewirbelt wurden und so ein explosionsfähiges Staub/Luft-Gemisch bildeten. Da zwischen den Anlagenbereichen keine Entkopplungsmaßnahmen vorgesehen worden waren, kam es zu mehreren Folgeexplosionen, die zu dem hohen Sachschaden führten.</p>
497	Mahl- und Mischanlage	Mühle	mechanische Funken/heiße Oberflächen	1 Verletzter, ca. 5 TDM Sachschaden	<p>4.5.1 Sauerteigpulver</p> <p>In der Anlage, die sich über drei Etagen erstreckte, wurde sprühgetrocknetes Sauerteigpulver vermahlen, gemischt und zum Versand aufbereitet. Die Pulveraufgabe erfolgte im Obergeschoß. In dieser Anlage ereignete sich während des Arbeitsprozesses eine Explosion, die dem</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					am Aufgabebcontainer beschäftigten Mitarbeiter Brandverletzungen zufügte. Bei der Ursachenermittlung wurden in der Mühle mechanische Kratzspuren festgestellt. Es ist daher zu vermuten, daß ein Fremdkörper in die Mühle gelangte und somit zu Funken bzw. heißen Oberflächen führte, die das Entzünden eines vorhandenen Staub/Luft-Gemisches bewirkten. Der Fremdkörper geriet in das Mahlwerk, obwohl diesem ein Magnetabscheider vorgeschaltet war. Am Filter installierte Explosionsdruckentlastungsflächen bewirkten, daß es nur zu einem relativ geringen Sachschaden kam.
498	—	Silo	unbekannt	Sachschaden	<p>4.5.2 Eierteigmischung</p> <p>In einem Silo kam es zu einer ersten Staubexplosion. Aus dem Silo herausschlagende Flammen und Druckwellen wurden von der Gebäudedecke reflektiert und konnten sich über das offene Treppenhaus sowie über Öffnungen zwischen den einzelnen Etagen bis in die unteren zwei Stockwerke ausbreiten. Es kam zu mehreren Folgeexplosionen.</p>
499	—	Sprüh-turm	elektro-statische Entladung	ca. 65 TDM Sachschaden	<p>4.7 Milchpulver</p> <p>Im Konusbereich des Trockners kam es zu einer Explosion. Als Ursache wurde eine elektrostatische Entladung festgestellt.</p>
500	—	Sprüh-turm	unbekannt	Sachschaden	In einem explosionsdruckentlasteten Sprüh-turm ereignete sich eine Explosion. Zum Schutz der Materialaufgabeeinrichtungen war oberhalb der Explosionsdruckentlastungsflächen eine Schutzhaube installiert worden. Dies führte dazu, daß der Entlastungsvorgang behindert wurde und daß es infolge der Reflexion der Druckwelle noch zu einer Sekundärexplosion kam. So wurde der Sprüh-turm trotz der vorhandenen Schutzmaßnahmen stark beschädigt.

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
501	—	Trockner	unbekannt	geringer Sachschaden	<p>4.7.1 Milchprodukt</p> <p>Der Trockner wurde für eine breite Palette von Milchprodukten eingesetzt. Er war mit Berstscheiben ausgerüstet und mittels einer automatischen Flammensperre von den angeschlossenen Anlagenteilen explosionstechnisch entkoppelt. In diesem Trockner ereignete sich eine Explosion, deren Ursachen unbekannt blieben. Der Sachschaden hielt sich aufgrund der getroffenen Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes in engen Grenzen. Nach entsprechendem Reinigen und Ersetzen der Explosionsdruckentlastungseinrichtungen war der Trockner wieder einsatzbereit.</p>
502	Krafffutterwerk	Elevator	unbekannt	—	<p>4.12 Palmexpeller</p> <p>Mit dem Schiff angelieferter Palmexpeller wurde eingelagert. Hierbei kam es zu einer Störung am Elevator. Beim Ausräumen des Elevatorfußes schlugen Stichflammen aus dem Elevator, und es ereignete sich eine Staubexplosion. Die Entlastungsöffnungen an den Silos sprachen an.</p>
503	Silogebäude	Elevator	Glimmnest	1 Verletzter, Sachschaden	<p>4.12.1 Palmkernschrot</p> <p>Beim Löschen von Palmkernschrotpellets ereignete sich im fördernden Elevator eine Explosion. Ein Mitarbeiter wurde durch herausgeschleudertes Fördergut verletzt. Die Explosion erfolgte kurz nachdem der Elevator wieder angelaufen war. Ursächlich für die vorangegangene Unterbrechung war die von Fremdmaterialien (Folien, Jute u.a.) umwickelte obere Antriebswelle. Zwischen dem Beseitigen der Störung (u.a. Entleeren des Elevators) und der Wiederinbetriebnahme lag eine halbstündige Wartezeit. Es wird vermutet, daß es infolge von Reib-</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					vorgängen an der Antriebswelle zum Entzünden des Fremdmaterials gekommen war. Das glimmende Material wurde bei der Störungsbeseitigung nicht erkannt. So gelangte es in den Leerschacht und entzündete das sich beim Anfahren bildende Staub/Luft-Gemisch.
504	Silogebäude	Elevator	heiße Oberfläche	50 TDM Sachschaden	<p>4.12.2 Kokosexpeller</p> <p>Es wird angenommen, daß z.B. ein Durchrutschen des Elevatorgurtes auf der Antriebsstrommel zu heißen Oberflächen führte, an denen sich dann ein Staub/Luft-Gemisch entzündete.</p>
505	—	Silo	heiße Oberfläche	Sachschaden	Kokosexpeller wurde über einen Redler in ein Silo gefördert. Dabei ereignete sich innerhalb des Silos eine Staubexplosion. Die Druckwelle übertrug sich auch auf die Nachbarsilos und verursachte dort weitere Schäden. Am Redler wurden Schleifspuren an feststehenden Rollen entdeckt. Es ist anzunehmen, daß hier ein Zusammenhang zur explosionsauslösenden Zündquelle (heiße Oberflächen) besteht.
506	Malzschrotrei	Silo	heiße Oberfläche	3 Verletzte	<p>4.13 Malz/Gerste</p> <p>Am unteren Teil einer leeren Silozelle wurden Schweißarbeiten durchgeführt. Hierbei lösten sich Anbackungen als Folge der auftretenden Erschütterungen. Das entstehende Staub/Luft-Gemisch entzündete sich an der heiß gewordenen Innenseite des Silos und löste eine Explosion aus.</p>
507	Mälzerei	Silo	Flamme	1 Verletzter	Auf einem Silo wurde eine Zuführschnecke demontiert. Dies erforderte auch Schneidarbeiten. Mit dem versehentlichen Einschalten einer weiteren Förderschnecke kam es zum Freisetzen von Staub. Die entstehende Staubwolke entzündete sich an der Brennerflamme.

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
4.13 Malz/Gerste					
508	Schroterei	Mühle	mechanische Funken	Sachschaden	Die Befestigung der Aufhängung eines Schrot-Siebkastens löste sich, und der Siebkasten fiel auf die Grießwalzen. Hierbei entstehende Funken lösten eine Staubexplosion aus. Mehrere Sekundärexplosionen im gesamten Anlagensystem waren die Folge.
509	Mälzerei	Mühle	unbekannt	Sachschaden	Innerhalb der Schrotmühle erfolgte eine Explosion, bei der ein Seitenteil der Mühle herausgedrückt wurde. Die Explosion wurde dadurch in das Silogebäude übertragen, und es kam zu weiteren Schäden an der Gebäudedecke.
510	Silogebäude	Elevator	heiße Oberfläche	1 Verletzter	Die Explosion ereignete sich im Fuß des Elevators, als ein Mitarbeiter den feststehenden Gurt wieder in Bewegung bringen wollte. Schleifspuren auf der Gurttrommel und Anlauffarben an den Becherverschraubungen deuten darauf hin, daß sich Produkt an den heißen Flächen entzündete. Durch die Arbeiten am Elevatorgurt löste sich anhaftender Staub und bildete so ein explosionsfähiges Staub/Luft-Gemisch, das sich an dem brennenden/glimmenden Material entzündete.
511	Brauerei	Schrotmühle	mechanische Erwärmung	keine Angaben	Vermutlich entstand in der Mühle als Folge von Reibvorgängen zwischen Mühlenteilen und Anbackungen ein Schwelbrand. Dieser entzündete dann ein z.B. beim Abbrechen von Anbackungen gebildetes Staub/Luft-Gemisch.
512	—	Silofahrzeug	Glimmnest	1 Verletzter, ca. 750 TDM Sachschaden	Auf dem Hof des Unternehmens sollten Reste aus dem Silofahrzeug entleert und das Fahrzeug anschließend gereinigt werden. Beim Öffnen des Auslaufschiebers der zweiten Kammer ereignete sich eine Explosion, die am Fahrzeug und an

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					einem benachbarten Haus erheblichen Schaden verursachte. Eine Person wurde innerhalb des Hauses durch umherfliegende Glassplitter verletzt. Es wird vermutet, daß sich in der Kammer ein Glimmnest befand. Offensichtlich sind infolge unvollständiger Verbrennung brennbare Schwelgase gebildet worden, die beim Öffnen des Schiebers mit dem hinzutretenden Luftsauerstoff und dem gleichzeitig aufgewirbelten Staub ein hybrides Gemisch bildeten, das sich dann am Glimmbrand entzündete.
513	Silo- gebäude	Elevator	Glimmnest	2 Verletzte, erheblicher Sachschaden	Die Ermittlungen zum Explosionshergang deuten auf eine erste Explosion im Leerschacht eines Elevators hin. Das in Filterkammern gesammelte, abgesaugte Gut wird den Elevatoren wieder zugeführt. In einer Austragsschnecke führten Reste von Verpackungsmaterial zu Reibvorgängen und zum Bilden von Glimmnestern. Diese gelangten dann in den Elevator und entzündeten das vorhandene explosionsfähige Staub/Luft-Gemisch. Über die vorhandenen z.T. druckstoßfest (3 bar) ausgeführten Aspirationsleitungen und über bestehende Querverbindungen schlug die Explosion auch in die nicht in Betrieb befindlichen Elevatoren. Dort kam es aufgrund der optimalen Randbedingungen (Vorverdichtung, hohe Turbulenz und Flammenstrahlzündung) zu erheblich größeren Zerstörungen als in dem von der ersten Explosion betroffenen Elevator.
514	Mälzerei	Sieb- anlage	unbekannt	erheblicher Sachschaden	Die Ursachen der Staubexplosion konnten nicht ermittelt werden. Die Analyse der Explosionsschäden ließ jedoch den Ursprung der Explosion im Bereich der Siebanlagen vermuten. Von dort erfolgte eine Explosionsübertragung in das Filter sowie in den Waagen- und Silobereich.

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
515	—	Mühle	mechanische Erwärmung	Sachschaden	<p>4.13 Malz/Gerste</p> <p>An einer Walzenmühle traten unübliche Geräusche auf. Beim Auseinanderfahren der Walzen ereignete sich eine Staubexplosion, die im Anlagenbereich erhebliche Schäden verursachte. Als Ursache für die Zündquelle wurde ein Haltebügel eines Siebkastens ermittelt, der zwischen die Walzen gefallen war. Reib- oder Schleifvorgänge führten dann zum Entzünden eines Staub/Luft-Gemisches.</p>
516	Schroterei	Mühle	mechanische Erwärmung	Sachschaden	<p>Als Ursache für die in der Mühle aufgetretene Staubexplosion erwies sich eine Unterlegscheibe, die in die Walzen der Schrotmühle geraten war. An den durch Reibung erzeugten heißen Flächen entzündete sich der in der Mühle vorhandene Produktstaub. Die Explosion übertrug sich in den nachgesetzten Schrotbehälter und über die sich öffnende Luke in den Aufstellungsraum. Die Fensterfront und die Außenverkleidung des Gebäudes wurden leicht beschädigt.</p>
517	Mälzerei	Elevator	mechanische Funken	2 Verletzte, 1,3 Mio DM Sachschaden	<p>Der Riß eines Elevatorgurtes verursachte innerhalb des Elevators starke Staubaufwirbelungen und das Entstehen von Schlag- und Schleiffunken. In der Folge kam es zur Staubexplosion. Durch die Druckwelle wurde weiterer Staub aufgewirbelt, so daß es zu einer kettenreaktionsartigen Aufeinanderfolge mehrerer Explosionen kam.</p>
518	Tiermehlherstellung	Mühle	mechanische Funken	Sachschaden	<p>4.15.1 Tiermehl</p> <p>Die Staubexplosion ereignete sich im Bereich der Austragsschnecke einer Mahlanlage. Die Ursache wird auf das Eintragen von Fremdkörpern (Metallmarken, Haken usw.) zurückgeführt, die in der Mühle mechanische Funken verursachten und so zur Zündquelle wurden. Durch</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					die Druckwelle wurde eine Gebäudewand nach außen gedrückt.
520	Hefefabrik	Trockner	Glimmbrand	ca. 10 TDM Sachschaden	<p>4.16.2 Futterhefe</p> <p>In der Folge eines Glimmbrandes im Trockner für Hefesuspensionen ereignete sich eine Staubexplosion. Die dem Trockner nachgeschaltete Zellenradschleuse erwies sich als nicht flammenddurchschlagsicher, so daß die Explosion bis zum Entstauber durchschlagen konnte.</p>
521	Kraftfutterwerk	Elevator	unbekannt	erheblicher Sachschaden	<p>4.17 Futtermittel, allgemein</p> <p>Am Einlauf eines Elevators im Keller kam es aus unbekannter Ursache zu einer Staubexplosion.</p>
522	—	Mühle	mechanische Erwärmung	ca. 100 TDM Sachschaden	Vermutet wird, daß sich das Produkt innerhalb der Mühle durch Reibvorgänge entzündete und anschließend eine Staubexplosion ausgelöst wurde, die sich bis in die Filteranlage fortpflanzen konnte.
523	Silobetrieb	Elevator	unbekannt	nicht bekannt	Beim Fördern von Futtermittelpellets kam es in einem Elevator zu einer Staubexplosion. Diese übertrug sich auf weitere Elevatoren.
524	Saugheber	Elevator	mechanische Erwärmung/ heiße Oberfläche	Sachschaden	Nachdem die Instandsetzungsarbeiten an einem Elevator und einer Saugturbine beendet worden waren, wurde die Förderanlage zur Feststellung der Förderleistung im Kreis gefahren. Nach vierstündigem Betrieb und einer anschließenden Pause wurde die Anlage wieder in Betrieb genommen. 20 Minuten später ereignete sich eine Staubexplosion. Als Zündquelle konnten Reibvorgänge ermittelt werden, die zwischen der oberen Umlenkrolle und dem Seitenblech des Elevatorkopfes aufgetreten waren und dort zu heißen Oberflächen geführt

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>4.17 Futtermittel, allgemein</p> <p>hatten. Beim Zusammenfügen des erneuerten Elevatorfußes mit dem verbliebenen Schachtteil hatten sich Verschiebungen ergeben, die nicht bemerkt worden waren.</p>
525	Siloplanlage	Silo	elektrische Betriebsmittel	7 Verletzte, 11 Mio DM Sachschaden	In einer von 50 Silozellen war durch eine zugeschüttete, eingeschaltete Handlampe ein Glimmnest entstanden. Während der Löscharbeiten kam es in der Nähe des Glimmnestes zum Einsturz einer Produktbrücke und in der Folge zu einer ersten Staubexplosion. Da mehrere miteinander verbundene Silozellen gleichzeitig weiter beschickt wurden, kam es in diesen zu Folgeexplosionen.
					<p>4.17.1 Fettvormischung</p>
526	Trocknung	Sprüh-turm	unbekannt	erheblicher Sachschaden	In einem Sprühlturm ereignete sich kurz vor Beendigung der Charge (Fettvormischung für Kälbermilch) eine Staubexplosion. Die Ursachen konnten nicht ermittelt werden. Der Sprühlturm war am Tage zuvor gereinigt worden. Die Trocknungsdaten entsprachen den Vorgaben; es lag also offensichtlich keine Störung vor. Die automatische Löschanlage (Wasser) hatte infolge der Explosion angesprochen.
					<p>4.17.2 Federmehl</p>
527	Trockner-anlage	Filter	Selbst-entzündung	1 Verletzter, 250 TDM Sachschaden	Es wird vermutet, daß sich die an den Filterwandungen aufgebauten fetthaltigen Anbackungen infolge Selbsterhitzung entzündeten. Die so entstandenen Glimmester wurden dann zur Zündquelle für ein explosionsfähiges Staub/-luft-Gemisch.

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
528	—	Mühle	mechanische Erwärmung	ca. 300 TDM Sachschaden	<p>4.17.3 Treber</p> <p>Ein Stau innerhalb der Mühle führte zur Überhitzung des Mahlgutes. Dies löste wiederum eine Staubexplosion aus.</p>
529	—	Trockner	heiße Oberfläche	3 Verletzte, Sachschaden	<p>4.17.4 Kartoffeln</p> <p>Dem Trockner sollte die über den Zyklon abgesaugte warme Abluft mit einem neu installierten Umluftsystem wieder zugeführt werden. Beim erstmaligen Einsatz kam es innerhalb des Trockners zu einer Explosion. Es wird vermutet, daß mit der rückgeführten Abluft auch explosionsfähiger Feinstaub zurückgeführt wurde, der sich dann an heißen Trocknerwänden entzündete.</p>
530	Krafftutterwerk	Mühle	mechanische Funken	210 TDM Sachschaden	<p>4.17.5 Geflügelfutter</p> <p>In einer von sechs Kreuzschlagmühlen traten plötzlich starke Geräusche auf, die sich später mit dem Eintrag von Fremdkörpern (Muttern) in Verbindung bringen ließen. Beim Ausschalten der Mühle wurden schon starke Rauchentwicklungen in der nachgeschalteten Entstaubung bemerkt. In der Folge kam es zu einer Explosion und weiterer Brandausbreitung.</p>
531	Schiffsladeraum	Greiferanlage	unbekannt	1 Verletzter, Sachschaden	<p>4.18 Rapsschrot</p> <p>Beim Löschvorgang ereignete sich im Laderaum des Schiffes eine Explosion. Da hexanhaltiges Rapsschrot entladen wurde, ist davon auszugehen, daß ein hybrides Gemisch entstanden war. Aufgrund der niedrigen Mindestzündenergie sind beim Löschvorgang mit der Greiferanlage verschiedene, hinreichend energiereiche Zündquellen vorstellbar.</p>

4 Nahrungs- und Futtermittel

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
532	Siloplanlage	Silo	Selbst- entzündung	1 Verletzter	<p>4.19 Sonnenblumenschrot</p> <p>Eine Silozelle sollte entleert werden. Bei der Entnahme wurde ein Glimmbrand entdeckt, der sich durch die Luftzufuhr schnell zum offenen Brand entwickelte. Man entschloß sich, die Siloöffnung wieder zu verschließen. Während dieser Arbeiten ereignete sich eine Explosion. Vermutlich ist es zum Abrutschen von an der Silowand haftendem Material oder zum Einstürzen einer Materialbrücke gekommen. Die Stichflamme schlug aus der Siloöffnung und führte zu schweren Brandverletzungen eines Mitarbeiters.</p>

5 Kunststoffe

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
533	—	Pulverbe- schich- tungs- anlage	elektro- statische Entladung	1 Verletzter	<p>5.2 Beschichtungspulver auf der Basis von Epoxidharz</p> <p>Die Anlage wird zur Beschichtung von Rohren eingesetzt. Der Beschichtungsvorgang erfolgt elektrostatisch mittels Sprüh-pistolen innerhalb einer Kabine. Der Zugang zur Kabine ist durch Grenztaster an den Türen gesichert. Ein Mitarbeiter bemerkte in der Kabine Entladungsfun-ken. Um die Ursachen zu ergründen, schaltete er die Hochspannung ab und betrat die Kabine, indem er den Grenz-taster festsetzte und damit die übrigen Funktionen der Anlage weiterhin in Betrieb ließ. Als er im Bereich der Tür stand, ereignete sich innerhalb der Kabine eine leichte Explosion, bei der er Verbrennungen an der Hand und im Ge-sicht erlitt. Die Untersuchungen des Vor-falls ergaben, daß an einigen Sprüh-pistolen die Erdungsanschlüsse unwirk-sam waren, so daß die anliegende Hochspannung nicht abfließen konnte. Auf diese Weise kam es zu Funkenent-ladungen, durch die ein vorhandenes Pulver/Luft-Gemisch entzündet wurde. Ex-plosionsfähige Pulver/Luft-Gemische kön-nen sowohl infolge des ununterbrochen weiterlaufenden Beschichtungsvorgangs als auch durch das automatische Abrei-nigen der Filterpatronen entstanden sein.</p>
534	Harzauf- bereitung	Becher- werk	Schlag- funken	1 Verletzter	<p>5.5 Kolophoniumharz</p> <p>Das in Blechfässern angelieferte Kolo-phonium wird auf dem Rost eines Be-schickungstrichters zerkleinert und einem Becherwerk zugeführt. Größere Stücke werden in der Regel mit einem Beryllium-hammer zerschlagen. Als eines Tages ein normaler Stahlhammer zum Zerklei-nern benutzt wurde, kam es zu einer Explosion innerhalb des Einfülltrichters.</p>

5 Kunststoffe

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>5.5 Kolophoniumharz</p> <p>Die Flamme schlug durch den Rost und verletzte den mit dem Zerkleinern beschäftigten Mitarbeiter. Die am Becherwerk installierten Explosionsdruckentlastungseinrichtungen sprachen an. Die anschließend vorgenommene Untersuchung des Kolophoniumstaubes ergab eine Mindestzündenergie von deutlich unterhalb 10 mJ. Es ist daher wahrscheinlich, daß die mit dem Stahlhammer erzeugten Funken eine wirksame Zündquelle darstellten. Da einerseits das Becherwerk mit CO₂ beaufschlagt worden war und andererseits infolge der wirksamen Entstaubung im Einfülltrichterbereich keine großen Staubansammlungen vorhanden waren, hielten sich die Explosionsauswirkungen noch in Grenzen.</p>
535	lagerraum	Leinwand-silos	Schneidbrenner	1 Toter, Sachschaden unbekannt	<p>5.7 Polystyrol</p> <p>In einem Raum von ca. 300 m² Grundfläche dienten aufgehängte Leinwand-silos zur Zwischenlagerung von vorgeschäumtem Polystyrol-Granulat. Die Silo-säcke sollten demontiert werden. Nachdem bereits mehrere von ihnen abgehängt und zu Boden geworfen worden waren, wollte ein Monteur die Aufhän-gevorrichtung mit einem Schneidbrenner durchtrennen. Bereits das Anzünden des Schneidbrenners führte zu einer Explo-sion, die dem Monteur schwerste Ver-brennungen zufügte, an deren Folgen er verstarb.</p>
536	PVC-Herstellung	Ka-lander	elektrische Betriebs-mittel	1 Toter, 1 Verletzter, 20 Mio DM Sachschaden	<p>5.7.1 Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer</p> <p>Eine Palette mit 15 Säcken ABS-Pulver wurde mit einem Elektro-Gabelstapler zur Aufgabebühne der Kalander gefah-ren. Beim Zurücksetzen des Staplers fiel</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					ein Sack aus 2 m Höhe herunter und zerplatzte. Die entstehende Staubwolke entzündete sich an einem Schaltfunken der elektrischen Betriebsanlage des Staplers und verursachte eine Explosion. In der Folge kam es zu weiteren Bränden, die eine so starke Rauchentwicklung verursachten, daß die Suche nach einem Vermißten eingestellt werden mußte. Nach dem Eindämmen des Brandes konnte der Vermißte nur noch tot geborgen werden.
537	Pulvertrocknung	Filteranlage	vermutlich elektrostatische Entladung	Sachschaden	Beim Trocknen von wasserfeuchtem ABS-Pulver kam es im Anlagenbereich des Trockners zu einer Staubexplosion mit anschließendem Brand. Die größten Schäden traten in dem aus mehreren Kammern bestehenden Schlauchfilter als Folge der Explosionsdruckbelastung und des Brandes auf. Durch die Hitzeeinwirkung sind die aus Aluminium bestehenden Anlagenteile geschmolzen und in darunterliegende Bereiche abgetropft. Weitere Schäden traten im übrigen Anlagenbereich und an Teilen des Gebäudes auf. Als wahrscheinliche Zündquelle werden elektrostatische Entladungen angenommen. Am Abreinigungsmechanismus der Filteranlage war eine Störung aufgetreten (Bruch einer Aufhängung). Hierdurch wurde die Erdung leitfähiger Bauteile unterbrochen, so daß sich die Bauteile elektrostatisch hoch aufladen konnten. Dies führte schließlich zu zündwirksamen Funkenentladungen. Das Trocknungsprodukt wies darüber hinaus eine sehr niedrige Mindestzündenergie (weit unterhalb 10 mJ) auf.
538	Kunststoffbetrieb	Trockner	Selbstentzündung	3 Verletzte	Der Trocknungsprozeß von ABS-Pulver erfolgt im heißen Stickstoffstrom und wird nur inert betrieben. Bei Reparaturarbeiten

5 Kunststoffe

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>5.7.1 Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer</p> <p>wurde jedoch eine Inspektionsluke geöffnet, obwohl die Temperatur im Trockner noch oberhalb der Selbstentzündungstemperatur des ABS-Pulvers lag. Es kam zu einer leichten Explosion, bei der drei Mitarbeiter Verbrennungen erlitten.</p>
539	Beflockungsanlage	Filter	unbekannt	1 Verletzter	<p>5.8 Polyamid</p> <p>An einer Rundbeflockungsanlage werden Gummiprofile für PKW-Scheiben elektrostatisch beflockt. Bei laufender Anlage schaute ein Mitarbeiter nach der im Filter abgeschiedenen Flockmenge, wobei er die Revisionstür der Filteranlage öffnete. Nachdem er sich hineingebeugt hatte, ereignete sich eine leichte Explosion, die dem Mitarbeiter Verbrennungen zufügte. Offensichtlich ist es beim Öffnen der Revisionstür zu mechanischen Erschütterungen bzw. zu unkontrollierten Luftströmungen gekommen. Hierdurch entstand ein explosionsfähiges Staub/Luft-Gemisch. Die Zündursache konnte nicht ermittelt werden.</p>
540	PAN-Herstellung	Trockner	Glimmbrand	7 Verletzte, 1,9 Mio DM Sachschaden	<p>5.9 Polyacrylnitril</p> <p>Die Übertragung eines Schmelbrandes in einen Trockner führte zur Primärexplosion und zur Auslösung weiterer Sekundäreignisse. Die gesamte Anlage wurde zerstört. Gebäude und Nachbargebäude wurden ebenfalls beschädigt.</p>
541	Deponie	LKW-Anhänger	Feuer	Sachschaden	<p>5.14.1 Terephthalsäure</p> <p>Eine verunreinigte Charge Terephthalsäure sollte auf einer Deponie abgekippt werden. In ca. 18 m Entfernung vom Abkipplatz war ein anderer Mitarbeiter damit beschäftigt, Abfälle zu verbren-</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					nen. Die beim Abkippen entstehende Staubwolke entzündete sich an dem offenen Feuer. Es kam zur explosionsartigen Abflammung und zum Brand der auf dem LKW-Anhänger verbliebenen Restsäure.
542	Verkehrsbetrieb	Industriestaubsauger	mechanische Funken/heiße Oberflächen	Sachschaden	<p>5.15 Lack/Pulverlack</p> <p>An einem Straßenbahnfahrzeug wurden mittels handgeführter Bearbeitungsmaschinen Nacharbeiten an Schweißnähten vorgenommen. Der anfallende Schleifstaub (Lack-, Spachtel- und Metallstaub) wurde unmittelbar an der Entstehungsstelle mit einem Industriestaubsauger abgesaugt. Bei diesem Verfahren ereignete sich innerhalb des Staubsaugers eine Explosion, durch die das Oberteil des Staubsaugers abgetrennt und gegen die Hallendecke geschleudert wurde. Als Zündursache müssen in erster Linie die beim Bearbeitungsvorgang betriebsmäßig auftretenden Schleiffunken angesehen werden.</p>
543	Pulverlackherstellung	Vormischer	unbekannt	2 Verletzte, ca. 100 TDM Sachschaden	Die für das Herstellen von Beschichtungspulvern benötigten Grundstoffe, u.a. Al-Pulver, Polyester- und Epoxidharz, werden in einem Vormischer gemischt. Beim Entleeren des Mixers ereignete sich eine Explosion. Der nachfolgende Brand konnte von Betriebsangehörigen gelöscht werden.
544	Verbrennungsanlage	Zerkleinerungswerk	vermutlich Schlagfunken	Sachschaden	Restbestände von Beschichtungspulvern werden u.a. in geschlossenen Fässern einer Verbrennungsanlage zugeführt. Der eigentlichen Verbrennung ist ein Zerkleinerungs- und Mischprozeß vorgeschaltet. Im Zerkleinerungs- und Mischbereich wird die Anlage mit Stickstoff inertisiert. Die Explosion ereignete sich im vorderen Bereich der Zerkleinerung bei der Auf-

5 Kunststoffe

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>5.15 Lack/Pulverlack</p> <p>gabe von Fässern und anderen festen Stoffen. Die Druckentlastungsklappe in der Mischertrommel sprach an und setzte auch die automatische Löscheinrichtung in Betrieb. Als Zündursache werden Schlagfunken beim Zerkleinerungsvorgang angenommen. Es ist davon auszugehen, daß es beim Einschleusen der Fässer zu einem Sauerstoffeinbruch kommen konnte und somit die Inertisierung, zumindest teilweise, unwirksam wurde. Hinzu kommt noch die Tatsache, daß Beschichtungspulver relativ niedrige Werte für die Mindestzündenergie aufweisen.</p>
545	Produktionshalle	—	heiße Oberfläche	9 Verletzte, 150 TDM Sachschaden	<p>5.16 Azobisisobutyronitril</p> <p>Auf einer unterhalb einer Produktionshalle in einem Keller verlaufenden Kondensat-Rücklaufleitung wurden zwei Säcke Azobisisobutyronitril gelagert. Durch thermische Einwirkungen erfolgte eine teilweise Zersetzung, und es bildeten sich explosionsfähige Zersetzungsprodukte. Es kam zu einer Explosion, an der sich letztendlich auch das staubförmige Material beteiligte. Die gesamte Produktionshalle wurde zerstört.</p>

6 Metalle

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
546	Strahl-anlage	Ab-scheider	mecha-nische Funken	1 Toter, 4 Verletzte, Sachschaden	<p>6.1 Aluminium</p> <p>In einer Strahlkammer wurden Al-Druck-gußteile auf einem Endlosband im Schleuderradverfahren mittels Stahlkies gestrahlt. Das benutzte Strahlmittel wurde anschließend gereinigt und dem Strahlverfahren wieder zugeführt. Der entstehende Feinstaub wurde in einer Filteranlage abgeschieden. In einem von zwei auf einem Balkon außerhalb der Werkhalle aufgestellten Abscheidern ereignete sich die Explosion. Durch die Gewalt der Explosion wurde das Abscheidergehäuse aufgerissen und vom Balkon auf den Hof geschleudert. Wegfliegende Teile des Filtergehäuses, z.B. die Revisionstür, verursachten an einer gegenüberliegenden Fassade eines Bürohauses und an einer Rohrbrücke weiteren Sachschaden. Die Explosionsauswirkungen führten auch zu einem Brand im Nachbarfilter. Über die Saugleitung konnte sich die Explosion aus dem Filter in die eigentliche Strahlanlage fortpflanzen. Die am Auslauf des Grobgutabscheiders herausschlagende Flamme fügte einem Mitarbeiter schwerste Verbrennungen zu, an denen er Tage später verstarb. Weitere vier Beschäftigte wurden durch die Explosion bzw. bei den anschließenden Löscharbeiten verletzt. Als Zündquelle werden mechanisch erzeugte Funken bzw. heiße Oberflächen im Bereich der Filterabreinigungsvorrichtung oder am Ventilator vermutet.</p>
547	Aluminium-granulat-Herstellung	Filter	unbekannt	4 Verletzte, Sachschaden	<p>Beim Wiederanfahren der Sprühanlage zum Wochenbeginn (die eigentliche Produktion war noch nicht angelaufen) kam es in der Filteranlage zu einer Explosion, deren Ursachen unbekannt blieben. Das Schutzkonzept der Anlage basierte</p>

6 Metalle

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>6.1 Aluminium</p> <p>im Prinzip auf Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, durch die die Auswirkungen einer möglichen Explosion auf ein unbedenkliches Maß begrenzt werden sollen. Die konkrete Ausführung wies jedoch einige Mängel auf, so daß es durch wegfliegende Teile der Dachkonstruktion zu erheblichen Schäden an benachbarten Gebäuden und durch Glassplitterwurf zu Personenschäden kam.</p>
548	Strahlkabine	Filter	unbekannt	Sachschaden	<p>In einer Strahlkabine wird die Oberfläche von Generatorgehäusen aus Aluminium aufgerauht. Als Strahlmittel dient Edelkorund, das mittels einer Strahlpistole beschleunigt wird. Nach dem Umrüsten der Entstaubung mit einem zuvor in einer Pulverbeschichtungsanlage eingesetzten Abscheider kam es bei der ersten Inbetriebnahme zu einer Explosion im Abscheider. Außer am Filtergehäuse kam es jedoch zu keinen weiteren Schäden. Untersuchungen im Hinblick auf mögliche Zündquellen führten zu keinem eindeutigen Ergebnis. Aufgrund der Feststellung, daß der Trockenabscheider nicht ausreichend geerdet war, spricht jedoch einiges für elektrostatische Entladungsvorgänge als Zündursache. Inwieweit evtl. noch von der Pulverbeschichtung herrührende Pulverreste im Filter das Entstehen eines explosionsfähigen Staub/Luft-Gemisches begünstigt haben, ließ sich nicht mehr feststellen.</p>
549	Karosseriebau	Schleifplatz	unbekannt	—	<p>Auf einem Aluminiumrost mit angeschlossener Absaugung wurden Aluminiumklappen großflächig bearbeitet. Zum Fixieren dienten gelochte Gummiunterlagen. Der Schleifvorgang erfolgte mit</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>druckluftbetriebenen Tellerschleifern. Nach abgeschlossenem Arbeitsvorgang wurde das Schleifwerkzeug auf dem Rost abgelegt. Kurz danach, beim Aufnehmen des Werkstücks, erfolgte innerhalb des Absaugtrichters eine heftige Abflam- mung. Es wird vermutet, daß beim Auf- nehmen des Werkstückes abgelagerter Feinstaub aufgewirbelt und durch eine elektrostatische Entladung entzündet wurde. Das auf der Gummimatte isolierte Klappenblech konnte sich elektrostatisch hoch aufladen. Beim Annähern an das geerdete Rost kam es dann zur Funken- entladung im Bereich des abrutschenden Staubes.</p>
550	Speicher- platten- fertigung	Entstau- bungs- anlage	unbekannt	Sachschaden	<p>Der beim Herstellen von Speicherplatten an den Drehautomaten anfallende End- losspan wird in einer Mühle auf Längen zwischen 2 mm und 5 mm zerkleinert. Die erhaltenen Spanteile und der entste- hende Staub werden pneumatisch in eine Abscheideanlage gefördert, wo sie mittels Zyklon-Vorabscheider und Trockenabscheider von der Förderluft ge- trennt werden. Die Anlage ist druckstoß- fest für einen reduzierten Explosions- überdruck ausgelegt und mit Berstschei- ben explosionsdruckentlastet. Zur explo- sionstechnischen Entkopplung ist die Saugleitung mit einem Schnellschluß- schieber ausgerüstet. In dieser geschütz- ten Anlage kam es in einem Filter zu einer Explosion mit nachfolgendem Brand. Der entstandene Schaden an der Anlage hielt sich infolge der vorhande- nen Schutzmaßnahmen in engen Gren- zen. Konkrete Hinweise auf die wirksam gewordene Zündquelle wurden nicht gefunden.</p>

6 Metalle

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
551	Granulat-herstellung	Ab-schei-der/ Sieb-anlage	unbekannt	2 Verletzte, erheblicher Sachschaden	<p>6.1 Aluminium</p> <p>In der mit Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes ausgestatteten Aluminium-Sprühgrießanlage kam es innerhalb des Abscheiders zu einer Primärexplosion. Vermutlich durch die von der Primärexplosion verursachten Erschütterungen wurde in der benachbarten Halle abgelagerter Staub aufgewirbelt. Gleichzeitig kam es an einer in dieser Halle aufgestellten Siebanlage durch die Erschütterungen zu einer Störung (Kabelriß, Schleifvorgänge etc.), die eine wirksame Zündquelle zur Folge hatte. Es ereignete sich eine schwere Raumexplosion, durch die das Hallendach weitgehend abgedeckt wurde. Zwei ca. 15 m vom Explosionsherd entfernt arbeitende Personen erlitten Brandverletzungen. Durch den nachfolgenden Brand kam es zu weiteren schweren Schäden an der gesamten Anlage.</p>
552	Pasten-mischraum	Mischer	unbekannt	1 Toter, 200 TDM Sachschaden	<p>Beim Abfüllen einer Mischung aus Aluminiumpulver und Diethylglykol (Aluminiumpaste) kam es zu einer Explosion, in deren Folge der Mischraum vollständig ausbrannte. Ein Beschäftigter erlitt schwere Brandverletzungen, an deren Folgen er verstarb. Die Entzündungsursache konnte nicht ermittelt werden.</p>
553	—	Flamm-spritz-anlage	unbekannt	keine Angaben	<p>Die Flamm-spritzanlage wird eingesetzt, um verzinkte Rohre zum Korrosionsschutz mit Aluminium zu beschichten. Angewendet wird das Lichtbogenspritzen. Innerhalb des abgekapselten Teils der Anlage ereignete sich eine leichte Explosion, obwohl dieser Bereich abgesaugt und der Staub in einem Naßabscheider abgeschieden wird.</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
554	Gemischherstellung (Roheisenentschwefelung)	Bunker	mechanische Funken/Thermitreaktion	1 Verletzter	<p>6.2 Magnesium</p> <p>Beim Auffüllen des Vorratsbunkers mit Magnesiumpulver, das mit Aluminiumpulver angereichert war, kam es zu einem Produktstau im Containerauslauf. Um die Verstopfung zu lösen, öffnete ein Mitarbeiter den Container und versuchte mittels einer eisernen Stocherstange das Material aufzulockern. Hierbei kam es zu einer Staubexplosion. Die aus der Öffnung herausschlagende Flamme fügte dem Beschäftigten schwere Verbrennungen zu. Es wird angenommen, daß beim Stochern verursachte Schlagfunken das extrem zündempfindliche Staub/Luft-Gemisch entzündeten. Eine Thermitreaktion (Rost von der Stocherstange und Leichtmetallstaub) kann als mögliche Zündquelle ebenfalls in Frage kommen.</p>
555	Schleiferei	Schleifmaschine	Brand durch Funken	4 Verletzte, erheblicher Sachschaden	<p>Magnesium-Druckgußteile werden an stationären Schleifmaschinen bearbeitet. Als Maßnahme des vorbeugenden Explosionsschutzes wird das sog. Sprühverfahren angewendet (Benetzen des Staubes unmittelbar hinter der Entstehungsstelle durch Erzeugen eines Wassernebels). Als in abgelagertem Staub am Boden des Spülkastens ein Brand entdeckt wurde, sollte das Brandnest mit trockenem Sand abgedeckt und vorsichtig ausgetragen werden. Als nach dem Abschalten der Anlage ein Mitarbeiter Sand auf die Brandstelle warf, kam es kurz darauf zu einer heftigen Explosion. Die Flammenfront erfaßte einen Mitarbeiter und fügte diesem schwere Brandverletzungen zu. Durch den Explosionsdruck wurde das Dach des Gebäudes stark beschädigt. Es wird vermutet, daß infolge des nicht sachgerechten Hineinwerfens von Sand in das Brandnest brennendes Magnesium mit Wasser in Berüh-</p>

6 Metalle

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>6.2 Magnesium</p> <p>rung kam. Aufgrund der sehr hohen Temperatur bei einem Magnesiumbrand kann Wasser aufgespalten werden, so daß in kurzer Zeit größere Knallgasmengen entstehen.</p>
556	Ferromolybdän-Herstellung	Mischer	mechanische Erwärmung	ca. 9 TDM Sachschaden	<p>6.3.1 Ferromolybdän</p> <p>Durch Reib- und Schleifvorgänge entstand im Kippmischer eine Zündquelle, die das vorhandene Staub/Luft-Gemisch entzündete.</p>
557	Hüttenwerk	pneumatische Förderung	vermutlich elektrostatische Entladung	3 Verletzte, ca. 10 TDM Sachschaden	<p>Die zum Herstellen von Ferromolybdän benötigten Materialien werden in getrennten Vorratsbunkern gelagert, in die sie pneumatisch gefördert werden. Die im Elektroabscheider anfallenden Stäube werden dem Herstellungsprozeß wieder zugeführt. Auch diese überwiegend Oxide enthaltenden Stäube werden in einem Vorratsbunker zwischengelagert. Beim pneumatischen Fördern dieser „Filterstäube“ kam es im Vorratsbunker zu einer Explosion mit anschließendem Brand. Drei Beschäftigte erlitten Brandverletzungen. Als mögliche Zündquelle werden Funkenentladungen im Bereich der Förderleitung vermutet. Leitfähige Eisenrohrstücke waren durch Gummischlauchleitungen isoliert und konnten sich auf diese Weise elektrostatisch hoch aufladen.</p>
558	Technikum	manuelles Umfüllen	unbekannt	1 Verletzter	<p>6.4.1 CaAl-Legierung</p> <p>Beim Umfüllen einer feinkörnigen, staubhaltigen CaAl-Legierung aus einem Blecheimer in einen kalten Schmelztiegel kam es zu einer leichten Explosion. Als Folge der auftretenden Abflammung erlitt der zuständige Mitarbeiter Verbrennungen im Gesicht, obwohl er als Schutz-</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					maßnahme einen Schutzhelm mit Gesichtsschirm trug.
559	Magnetfertigung	Kugelmühle	Selbstentzündung	1 Toter, 2 Verletzte, 15 TDM Sachschaden	<p>6.5 Ferrotitan</p> <p>Beim Beschicken einer Kugelmühle, in der Vorlegierungen für die Magnetherstellung zerkleinert werden, erfolgte eine Explosion. Die sich ausbreitenden Flammen setzten die Kleidung zweier Mitarbeiter in Brand. Entzündungsursache war ein durch Wassereintritt entstandener Glimmbrand in einem Sammelkasten für die Metallstäube. Der beim Beschicken aufgewirbelte Staub entzündete sich an diesem Glimmbrand.</p>
560	Magnetfertigung	Kugelmühle	Selbstentzündung	1 Verletzter	Die beim Entleeren einer Kugelmühle auftretenden Staubwolken entzündeten sich spontan. Das Mahlprodukt war infolge des Sauerstoffmangels während des Mahlvorgangs und aufgrund seiner großen spezifischen Oberfläche pyrophor.
561	Strahl-anlage	Filter	unbekannt	Sachschaden	<p>6.6.1 Feinzinklegierung</p> <p>Zum Entgraten von Druckgußteilen setzte der Betrieb Strahlanlagen im Schleuderradverfahren ein. Als Strahlmittel wurde Stahlkies verwendet. Nach ca. vierwöchigem Betrieb ereignete sich in der nachgesetzten Schlauchfilteranlage eine Explosion. Da die Filteranlage mit Explosionsdruckentlastungseinrichtungen ausgerüstet war, beschränkte sich der Schaden auf die Folgen eines Filterbrandes. Da die Entzündungsursache nicht ermittelt werden konnte, wurde die Anlage unter zusätzlicher Berücksichtigung von Maßnahmen zum Vermeiden anlagenbedingter Zündquellen wieder instandgesetzt. Nach kurzer Zeit kam es aus unbekannter Ursache erneut zu einer Explosion im Filter. Um das Risiko mög-</p>

6 Metalle

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>6.6.1 Feinzinklegierung</p> <p>licher Personenschäden zu reduzieren, wurde die Filteranlage daraufhin außerhalb der Betriebshalle aufgestellt. Die Zweckmäßigkeit dieser Maßnahme wurde durch eine erneute Explosion im Filter bestätigt. Da die Zündquelle auch in diesem Fall unbekannt blieb, wurde als Überwachungsmaßnahme zunächst der Einbau einer Funkenerkennungsanlage empfohlen.</p>
562	Oberflächenbearbeitung	Strahl-anlage	mechanische Funken, mechanische Erwärmung	ca. 100 TDM Sachschaden	<p>6.8 Eisen/Stahl</p> <p>Beim Entrosten von Stahlblechteilen mittels Stahlgußschrot kam es in der Entzündungsanlage zu einer leichten Explosion und einem Folgebrand im Filter. Als Zündursache werden durch den Strahlvorgang verursachte Funken oder heiße Oberflächen vermutet.</p>
563	Metallfaserfertigung	Ab-saugung	unbekannt	geringer Sachschaden	<p>Der beim Herstellen von Metallfasern (Stahlwolle) entstehende Metallstaub wird in einem speziellen Container abgeschieden. Im Absaugsystem kam es aus unbekannter Ursache zu einer Explosion mit nachfolgendem Brand.</p>
564	—	Strahl-anlage	mechanische Funken	1 Verletzter	<p>Während des Strahlens von Schraubenfedern mit Stahlkorn trat in der Materialzuführung des Schleuderrades eine Verstopfung auf. Der an der Strahlanlage beschäftigte Mitarbeiter öffnete die Revisionstür der Strahlkornkammer und versuchte, die Störung mit einer Stocherstange zu beheben. Während dieser bei laufender Anlage durchgeführten Tätigkeit ereignete sich in der Strahlkammer eine Explosion. Die in die Strahlkornkammer durchschlagenden Flammen fügten dem Mitarbeiter schwere Brandverletzungen zu. Der Strahlraum wurde über die</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
565	Herstellen von Gießereizuschlagstoffen	Entstauber	unbekannt	1 Verletzter, ca. 1 Mio DM Sachschaden	<p data-bbox="933 638 1502 974">Strahlkornkammer abgesaugt (Entstaubung). Durch das Öffnen der Revisionstür wurde Falschluff gezogen. Auf diese Weise wurde die Absaugung für den Strahlraum unwirksam, und es reicherte sich ein Feinstaub/Luft-Gemisch im Strahlraum an. Die beim Strahlvorgang erzeugten Funken und heißen Oberflächen entzündeten dieses explosionsfähige Staub/Luft-Gemisch.</p> <p data-bbox="933 1008 1128 1041">6.9 Mangan</p> <p data-bbox="933 1052 1502 1926">Auf der Grundlage von Metallpulvermischungen werden Gießereizuschlagstoffe in Form von Tabletten und Briketts hergestellt. Die Misch- und Preßvorgänge werden einzeln entstaubt. Die Reिनluftleitungen aller Entstauber sind in einer Absetzkammer innerhalb des Gebäudes zusammengeführt. Die Explosion ereignete sich im Aufstellungsbereich der Entstauber, kurz nachdem diese eingeschaltet worden waren und der zuständige Mitarbeiter aus diesem Bereich ein ungewöhnliches Geräusch vernahm. Da zwischen den einzelnen Arbeitsbereichen keine explosionstechnische Entkopplung bestand, kam es zu weiteren Explosionen, in deren Folge auch Lagerbestände entzündet wurden. Die Ursache der Primärexplosion konnte nicht geklärt werden. Es ist zu vermuten, daß ein unglückliches Zusammentreffen einer Störung an einem Ventilator (ungewöhnliches Geräusch) mit dem Einsatz von Manganmaterial mit einem höheren Feinanteil als sonst üblich zur Explosion geführt hat.</p>

7 Sonstige

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
7.1 Schwefel					
566 + 567	Verladung	Verlade- rohr	elektro- statische Entladung	geringe Sachschäden	Beim Verladen von Festschwefel kam es im Teleskoprohr der Verladeanlage zu einer leichten Explosion. Als Zündursache werden elektrostatische Entladungen vermutet. Die nach dem Ereignis vorgenommenen Erdungsmaßnahmen erwiesen sich als nicht ausreichend, denn es kam nach ca. vier Monaten zu einem weiteren Explosionsereignis. Aufgrund der geringen Mindestzündenergie von Schwefel (< 1 mJ) können grundsätzlich auch Büschelentladungen als wirksame Zündquelle nicht ausgeschlossen werden.
568	Verfestigungs- anlage	Filter	mecha- nische Funken	Sachschaden	Ursächlich für die Explosion war das Lösen eines Ventilator-Laufrades von der Welle. Die hierbei erzeugten Funken und heißen Oberflächen führten zum Entzünden des vorhandenen Schwefelstaub/Luft-Gemisches. Die installierten konstruktiven Schutzeinrichtungen erwiesen sich als funktionstüchtig. Aufgrund der druckstoßfesten Bauweise kam es jedoch am Filtergehäuse zu Verformungen.
7.6 Gießereizuschlagstoffe					
569	Produktion	Misch- und Abfüll- anlage	mechani- sche Er- wärmung	1 Toter, 1 Verletzter, 300 TDM Sachschaden	Beim Herstellen von Gießereizuschlagstoffen ereignete sich in der Misch- und Abfüllanlage eine Explosion. Die Untersuchungen zeigten, daß die Welle einer unterhalb des Mixers angeordneten Transportschnecke gebrochen war. Aufgrund der entstandenen Reibungswärme konnte sich Material entzünden. Wie nachträglich durchgeführte Untersuchungen bestätigten, war das fertige Mischprodukt nicht staubexplosionsfähig. Es muß also offensichtlich ein explosionsfähiges Staub/Luft-Gemisch einer brennbaren Einzelkomponente vorgelegen

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					haben. Dies ist insbesondere dann möglich, wenn der noch leere Mischer als erstes mit einem brennbaren staubförmigen Material beschickt wird.
570	Pharmabetrieb	Trockner	elektrostatische Entladung	1 Verletzter, 250 TDM Sachschaden	<p>7.7.3 Hormonpräparat</p> <p>In einem Filtertrockner wurde methanolfeuchtes Produkt unter Stickstoff und anschließendem Vakuum getrocknet. Nach dem Trocknen wurde wieder mit Stickstoff inertisiert. Beim Abfüllen der getrockneten Substanz in Papptrommeln ereignete sich beim Befüllen der achten Trommel eine Explosion und ein nachfolgender Brand. Das Produkt erwies sich mit einer Mindestzündenergie von < 1 mJ als extrem zündempfindlich. Als Zündquelle wird ein elektrostatischer Entladungsvorgang vermutet. Während der Abfüllphase lag in den Abfüllbehältern kein inertes Gemisch vor.</p>
571	Schleiferei	Absauganlage	Brand	4 Verletzte, Sachschaden	<p>7.10 Gummi</p> <p>Der beim Schleifen von Gummiwalzen anfallende Staub wird einem zentralen Abscheider zugeführt. Bedingt durch die thermische Belastung kam es gelegentlich zu kleineren Bränden in den Abluftleitungen. Am Unfalltag war ein derartiger Brand gelöscht und die Absauganlage abgeschaltet worden. Kurze Zeit später trat im Filter des Abscheiders ein Brand auf. Bis zum Eintreffen der Feuerwehr wurde das Filtergehäuse mittels Wasserstrahl gekühlt. Um auch Wasser in den Abscheider spritzen zu können, wurde von einem Mitarbeiter eine Revisionsklappe geöffnet. Hierbei ereignete sich eine Explosion. Der unmittelbar beteiligte Mitarbeiter erlitt schwere Verbrennungen, drei weitere Mitarbeiter wurden durch Druckeinwirkungen verletzt. Es</p>

7 Sonstige

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>7.10 Gummi</p> <p>wird vermutet, daß mit dem Öffnen der Klappe Staub aufgewirbelt wurde, der sich infolge des Brandes entzünden konnte.</p>
573	—	Zentri- fuge	mechani- sche Er- wärmung	1 Verletzter	<p>7.15.1 Anthracen</p> <p>Beim Abschälen von auskristallisiertem Anthracen von der Zentrifugenwandung ereignete sich eine Explosion. Es wurde festgestellt, daß sich ein Leitblech am Schälmesser gelöst hatte. Infolge der Reibung an der Zentrifugenwandung hatte sich das Blech stark erwärmt und konnte zur Zündquelle für ein Staub/Luft-Gemisch werden. Da die Anwesenheit von Lösemitteldämpfen nicht ausgeschlossen werden kann, ist das Vorhandensein eines hybriden Gemisches ebenfalls nicht ausgeschlossen. Durch herausgeschleudertes brennendes Produkt aus einer nur angelehnten Kontrolltür erlitt ein Mitarbeiter schwere Verbrennungen.</p>
574	Mahl- station	Stift- mühle	mechani- sche Er- wärmung	geringer Sachschaden	<p>7.18.1 Calciumstearat</p> <p>Beim Vermahlen von Calciumstearat in einer Stiftmühle kam es zu mehreren Explosionen in der Mühle und in der räumlich abgetrennten Filteranlage. Da die installierten Sicherheitseinrichtungen einwandfrei funktionierten (Explosionsdruckentlastung über Explosionsklappe und -fenster sowie Brandlöschung mittels Wassersprühstrahl), bestand der einzige Schaden in den verbrannten Filterschläuchen.</p>
575	Sprüh- anlage	Sprüh- turm	elektro- statische Entladung	geringer Sachschaden	<p>7.18.2 Glycerinmonostearat</p> <p>In einer mit Explosionsschutzeinrichtungen ausgerüsteten Sprühanlage zum Kristallisieren von Glycerinmonostearat ereignete sich innerhalb des Sprühturms</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>eine Staubexplosion. Aufgrund der Wirksamkeit der vorhandenen Explosionsdruckentlastung entstand lediglich geringer Sachschaden. Die Analyse des Ereignisses läßt als Ursache elektrostatische Entladungsfunken, ausgehend von nicht ausreichend geerdeten Sprühlanzen, vermuten. Da am Ereignistag das Produkt feiner als sonst üblich gesprüht wurde, ist anzunehmen, daß sich der Feinanteil auch im oberen Sprühturbereich erhöht hat, so daß günstigere Voraussetzungen für das Eintreten einer Staubexplosion vorlagen als sonst.</p>
576	Abfüllstation	Silofahrzeug	elektrostatische Entladung	1 Verletzter	<p>7.18.3 Bleistearat</p> <p>Beim Befüllen eines Silofahrzeuges mit pulverförmigem Bleistearat aus einer Silo-Abfüllstation mittels eines Befüllrüssels ereignete sich im Innern des Silofahrzeugaufliegers eine Explosion. Die aus dem Domdeckel austretende Stichflamme fügte dem auf dem Verladepodest tätigen Mitarbeiter schwere Verbrennungen zu. Angenommen wird, daß elektrostatische Entladungsvorgänge, die als Folge eines nicht vorhandenen Potentialausgleiches zwischen Silofahrzeug und Abfüllstation auftreten konnten, die Explosion auslösten. Der Feinstaub des Bleistearats erwies sich mit einer Mindestzündenergie < 10 mJ als besonders zündempfindlich.</p>
577	—	Trocknungsanlage	vermutlich Glimmnest	Sachschaden	<p>Feuchtes Produkt wird über eine Aufgabeschleuder in den Trockenstrom gebracht und in einem nachgesetzten Filter im getrockneten Zustand abgeschieden. In diesem Trocknersystem kam es zu einer Staubexplosion, die vermutlich durch ein Glimmnest ausgelöst wurde, das im Filter oder im Aufgabebereich des Trockners entstanden war. Das Filter</p>

7 Sonstige

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>7.18.3 Bleistearat</p> <p>wurde zerstört, obwohl Druckentlastungsflächen vorhanden waren. Eine automatisch einsetzende Flutung des Filters mit Stickstoff erwies sich infolge der Zerstörung des Filters als unwirksam.</p>
578	Verladung	Silofahrzeug	elektrostatische Entladung	Sachschaden	<p>Aus einem Vorratssilo wurde Bleistearat in ein Silofahrzeug abgelassen. Nachdem der Befüllvorgang über den ersten Dom abgeschlossen war, wurde über den zweiten Dom weiter befüllt. Hierbei ereignete sich innerhalb des Silofahrzeuges eine Explosion. Die Explosion konnte sich über die lose aufliegenden Domdeckel entspannen. Eine das Silofahrzeug mit dem Vorratssilo verbindende Aspirationsleitung war explosions-technisch nicht entkoppelt, so daß es zu einer Sekundärerexplosion im oberen Silobereich kam. Am Silodach traten starke Verformungen auf. Als Zündursache wurden elektrostatische Entladungen vermutet. Widerstandsmessungen ergaben jedoch keine Hinweise auf nicht geerdete Anlagenteile. Da es sich bei dem Produkt um ein relativ grobes Material handelte (Korngröße 500 µm), wurde aufgrund seiner elektrischen Eigenschaften auch die Möglichkeit einer Schüttkegelentladung nicht ausgeschlossen. Die Mindestzündenergie des vorhandenen Feinstaubes wurde zu < 5 mJ ermittelt. Um das Auftreten derartiger Ereignisse zukünftig auszuschließen, wurde ein zusätzliches Inertisierungssystem installiert.</p>
					<p>7.20.2 Schießpulver</p> <p>Unverdämmt und in feinverteilter Form reagiert Schießpulver ähnlich wie die meisten staubförmigen brennbaren Feststoffe.</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
580	Schützenhaus	Schießstand	glimmende Pulverreste	5 Tote, 5 Verletzte	Bei Schießübungen in einem geschlossenen Schießstand waren Pulverrückstände auf dem Teppichboden der Anlage in Brand geraten. Als Entzündungsursache wird Funkenflug beim unzulässigen Abfeuern von Gewehrmunition aus einer Kipplaufpistole vermutet. Beim Versuch das Feuer zu löschen, wurden die Pulverreste aufgewirbelt. Das auf diese Weise entstandene Pulver/Luft-Gemisch führte zu einer extrem schnellen Brandausbreitung. Als Todesursache wurde in den fünf Todesfällen eine Kohlenmonoxidvergiftung festgestellt.
581	—	Schießstand	Brand	3 Tote, 2 Verletzte, 250 TDM Sachschaden	Nach einem Trainingsschießen wurde von den Schützen ein Feuer in einem Kiesbett vor einer Zieleinrichtung entdeckt. Bei dem Versuch das Feuer zu löschen, kam es zu einer explosionsartigen Flammenausbreitung. Die Schützen wurden von der Feuerwalze erfaßt.
582	Schützenhaus	Schießstand	Brand	1 Toter, 5 Verletzte, 750 TDM Sachschaden	Bei einem Übungsschießen war die Wandverkleidung eines Trainingsraumes in Brand geraten, obwohl diese aus feuerhemmendem Werkstoff bestand. Beim Löschversuch mit einem Feuerlöscher kam es zu einer explosionsartigen Flammenausbreitung. Vermutet wird, daß zunächst die an/in der Wandverkleidung haftenden Pulverrückstände die feuerhemmende Wirkung des Wandwerkstoffes zunichte gemacht haben. Beim späteren Löschversuch wurden weitere unverbrannte Pulverreste aufgewirbelt, so daß die staubexplosionsartigen Reaktionen möglich waren.
583	Mischerei	Mahlanlage	unbekannt	1 Verletzter	7.21 Reibbelagmischung Die für den Reibbelag vorgesehene Mischung wurde in einem Knetter hergestellt und zur Weiterverarbeitung einer

7 Sonstige

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>7.21 Reibelagmischung</p> <p>Mahlanlage zugeführt. Als sich an der Austrittsöffnung der zur Vorzerkleinerung betriebenen Messermühle das Material staute, versuchte ein Mitarbeiter das Material zu lockern. Bei dieser Arbeit ereignete sich eine leichte Explosion. Die aus der Trichteröffnung herausschlagende Stichflamme verletzte den Mitarbeiter leicht. Der Brand in der Mahlanlage konnte mit den vorhandenen Löschgeräten erfolgreich bekämpft werden. Die Explosionsursache wurde nicht ermittelt. Da in der Mischung ein Anteil von ca. 14 % Xylol verarbeitet wurde, ist anzunehmen, daß ein hybrides Gemisch vorlag.</p>
584	Müllverbrennung	Transportfahrzeug	unbekannt	Sachschaden	<p>7.22 Müllverbrennungsstaub</p> <p>Der bei der Müllverbrennung mit den Abgasen abgesaugte Feinstaub, der u.a. noch unverbranntes Material enthält, wird in einem Elektro-Abscheider abgeschieden. Die Entsorgung des abgeschiedenen Materials erfolgt mit einem Lastkraftwagen, wobei der Abscheider unter Wasserberieselung auf die Ladefläche entleert wird. Der Beladevorgang war beendet und die Ladefläche mit einer Plane abgedeckt, als sich einige Zeit später eine Explosion ereignete. Der gesamte Aufbau auf der Ladefläche wurde zerstört. Die Ursache konnte nicht eindeutig geklärt werden. Es ist jedoch zu vermuten, daß infolge eines Glimmbrandes im „Filterstaub“ brennbare Schwelprodukte entstanden sind, die dann für sich allein oder in Verbindung mit brennbarem Staub ein explosionsfähiges Gemisch bildeten.</p>

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
585	Anlieferung	Silo	Gleitstiel- büschel- entladung	Sachschaden	<p>7.23.1 Paraffin</p> <p>Die Silobeschickung erfolgt mittels eines pneumatischen Fördervorganges, wobei das als Granulat angelieferte Rohparaffin der Förderluft über eine Schüttrinne und eine Zellenradschleuse zugeführt wird. Bei den Vorbereitungen für einen Fördervorgang — die Förderluft lief schon, es wurde jedoch noch kein Produkt aufgegeben — ereignete sich im halb gefüllten Silo eine Explosion. Die Explosion wurde über eine nicht geschlossene Verbindungsleitung in ein zweites Silo übertragen und führte dort zu einer Sekundärexplosion. Die aus den Revisionsklappen austretende Explosion führte auch zu Schäden an benachbarten Anlagen (Druck- und Flammenwirkungen). Als Entzündungsursache werden Gleitstielbüschelentladungen vermutet, die an der mit einer isolierenden Kunststoffschicht ausgekleideten Siloinnenwand entstehen konnten. Anzumerken ist, daß mit der Errichtung dieser Siloanlage auch eine Umstellung der Rohstoffanlieferung von Pulver auf Granulat vorgenommen wurde, um das Risiko einer Staubexplosionsgefahr zu minimieren. Die Menge des als Abrieb auftretenden Feinstaubes wurde offensichtlich unterschätzt.</p>
587	—	Suspensions- behälter	unbekannt	2 Verletzte	<p>7.25 Tetramethylthiuramdisulfid</p> <p>Ein Mitarbeiter war damit beschäftigt, Papiersäcke mit Tetramethylthiuramdisulfid von einer Arbeitsbühne in den Suspensionsbehälter zu entleeren. Die flüssige Vorlage bestand überwiegend aus Methanol. Gegen Ende des Entleervorganges des dritten Sackes schlug eine Stichflamme aus der Einfüllöffnung heraus und fügte dem Mitarbeiter schwere Ver-</p>

7 Sonstige

Nr.	Betriebsteil	Anlage	Zündquelle	Schaden	Ablauf
					<p>7.25 Tetramethylthiuramdisulfid</p> <p>brennungen zu. Ein weiterer Mitarbeiter verletzte sich bei den Bergungsarbeiten. Die in unmittelbarer Umgebung gelagerten Papiersäcke gerieten in Brand. Die Zündquelle konnte nicht ermittelt werden. Da die Mindestzündenergie des pulverförmigen Materials mit < 10 mJ angegeben ist und mit dem Auftreten von hybriden Gemischen zu rechnen ist, kann eine Funkenentladung von einer elektrostatisch aufgeladenen Person als Zündursache nicht ausgeschlossen werden.</p>

Anhang

Stichwortverzeichnis

Im Stichwortverzeichnis sind alle an den erfaßten Staubexplosionen beteiligten Staubarten in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. Die nachgestellte Kennnummer soll das Auffinden der für die verschiedenen Staubarten dargestellten Fälle erleichtern (die Kennnummer setzt sich jeweils aus der Nummer der Staubgruppe

und der laufenden Nummer der speziellen Staubart in der Staubgruppe zusammen). Das Stichwortverzeichnis gilt sowohl für diesen Report als auch für die Reports 4/82 und 2/87. Das heißt, daß für einen Staub unter der entsprechenden Kennnummer ggf. in allen Reports Einzelfalldarstellungen vorliegen können.

Staubarten

A	
Abdeckpulver	7.6
Acrylnitril-Butadien-Styrol	5.7.1
Auminium	6.1
Aluminiumhydroxid + Polyethylen	7.5.1
Aluminiumoctoat	7.5
Ammoniumdichromat	7.4
Anthracen	7.15.1
Azobisisobutyronitril	5.16
B	
Backmittel	4.5
Beschichtungspulver (s.a. Pulverlack)	5.2
Bettfedern	7.14
Bierhefe	4.16.1
Bleistearat	7.18.3
Blutmehl	4.14
Braunkohle	3.2
C	
CaAl-Legierung	6.4.1
Calciumsilicid	6.4
Calciumstearat	7.18.1
Carbid	7.17
D	
Celluloseacetat	5.13
Celluloseacetatbutyrat	5.13.1
Chromoxidverbindungen	7.4
E	
Eierteigpulver	4.5.2
Eipulver	4.6
Eisen	6.8
Epoxidharz	5.2
F	
Farbstoff	5.15.1
Federmehl	4.17.2
Feinzinklegierung	6.6.1
Ferromolybdän	6.3.1
Ferrosilizium	6.3
Ferrotitan	6.5
Fettvormischung	4.17.1

Anhang

Stichwortverzeichnis

Fleischknochenmehl	4.15
Flugkoks	3.3
Futterhefe	4.16.2
Futtermittel, allg.	4.17
G	
Geflügelfutter	4.17.5
Gerste	4.13
Getreide	4.1
Gewürz	4.10
Gießerei-Abdeckpulver	7.6
Glycerinmonostearat	7.18.2
Gummi	7.10
H	
Hartwachs	7.23
Hefe	4.16
Holz	1
Hormonpräparat	7.7.3
K	
Kaffee	4.9
Kaffee-Ersatz	4.9
Kartoffeln	4.17.4
Kohle	3.1
Kohlenstoff	7.19
Kokosexpeller	4.12.2
Kokosfasern	7.13
Kolophoniumharz	5.5
Kork	7.11
Kunststoffe, allg.	5.1
L	
Lackstaub	5.15
Lunkepolver	7.6

M	
Magnesium	6.2
Mais	4.1.1
Maiskeimschrot	4.1.1.1
Maisstärke	4.3
Maltodextrin	4.3.1
Malz	4.13
Malzkeime	4.13
Mangan	6.9
Mehl	4.2
Messing	6.7
Methylcellulose	5.12
Milchprodukt	4.7.1
Milchpulver	4.7
Milchzucker	4.8
Müllverbrennungsstaub	7.22
N	
Nahrungsmittel, allg.	4.0
Natriumhydrogensulfit	7.3
Novolake	5.4.2
P	
Palmexpeller	4.12
Palmkernschrot	4.12.1
Papier	2
Paraffin	7.23.1
Paraformaldehyd	5.11
Pflanzenschutzmittel	7.9
Pharmawirkstoffe	7.7.1
Phenol-Formaldehydharz	5.4.1
Phenolharz	5.4
Phosphor	7.2
Phthalsäureanhydrid	5.14
Polyacrylnitril	5.9
Polyamid	5.8

P

Polybutadienacrylnitrilstyrol	5.9.1
Polyester	5.6
Polyethylen	5.10
Polymethylmethacrylat	5.9.2
Polystyrol	5.7
Polyvinylchlorid	5.3
Pulverlack (s.a. Beschichtungspulver)	5.15

R

Rapsschrot	4.18
Reibbelagmischung	7.21
Ruß	3.4

S

Sauerteigpulver	4.5.1
Schießpulver	7.20.2
Schwefel	7.1
Sojaschrot	4.11
Sonnenblumenschrot	4.19
Stahl	6.8
Stärke	4.3
Stearate	7.18

T

Terephthalsäure	5.14.1
Tetramethylthiuramdisulfid	7.25
Textilien	7.12
Tiermehl	4.15.1
Torf	3.5
Treber	4.17.3

V

Vitaminmischung	7.7.2
-----------------	-------

W

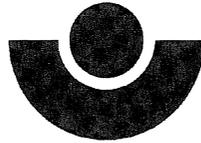
Weizen	4.1.2
Weizenstärke	4.3

Z

Zellstoff	5.12.1
Zink	6.6
Zucker	4.4

Anhang

Formblatt „Kurzbericht zum Ereignis“



BIA

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften

Kurzbericht zum Ereignis **Staubbrand** **Staubexplosion**

1 Angaben zum Stoff (Staub)

1.1 Bezeichnung, Zusammensetzung: _____

1.2 Anteile bei Mischungen: _____

1.3 Beschaffenheit: körnig staubhaltig staubförmig

1.4 Staub entsteht durch: Vermahlen Trocknen Abrieb
 Reinigungsmaßnahmen
 Handhaben staubförmigen/staubhaltigen Produkts

1.5 Ergänzende Angaben: _____

2 Angaben zum Betrieb

2.1 Betriebsart, Gewerbebezug: _____

2.2 Betroffener Betriebsteil: _____

2.3 Betroffenes Verfahren: _____

2.4 Betroffene Anlage(n): _____

2.5 Betriebszustand: Normalbetrieb Störung Reparatur/Wartung
 Sonstige _____

3 Angaben zum Ereignis

3.1 Zündort: _____

3.2 Zündursache: festgestellt vermutet unbekannt

3.3 Ursache für das Entstehen eines
Staub/Luft-Gemisches: _____

- 3.4 Folgeereignisse (Brände, Explosionen) und Ursachen der Übertragung: _____
- 3.5 Weitere Angaben zum Ereignisablauf (ggf. Untersuchungsbericht beifügen): _____

4 Angaben zum Schadenumfang

- 4.1 Personenschaden: _____ Tote, _____ Verletzte
- 4.2 Art und Ursache der Verletzungen: _____
- 4.3 Sachschaden: ca. DM _____
- 4.4 Art der Sachschäden: _____

5 Angaben zu Schutzmaßnahmen

- 5.1 Welche Schutzmaßnahmen waren vorhanden?
- An Anlagen: _____
- In Räumen: _____
- 5.2 Haben die vorhandenen Schutzmaßnahmen einwandfrei funktioniert? ja nein
- Wo traten ggf. Mängel oder Probleme auf? _____

6 Nur zur internen Verwendung der Dokumentationsstelle

- 6.1 Ort und Datum des Ereignisses: _____
- 6.2 Betroffene Firma: _____
- 6.3 Bericht wurde erstellt von: _____
(Name, Institution)
- 6.4 Telefon-Nr.: _____
- 6.5 Aktenzeichen/Datum: _____