



Brand- und Explosionsschutz

Allgemeines

Die Arbeitsschwerpunkte des Fachbereiches Brand- und Explosionsschutz liegen in Forschung, Entwicklung, Prüfung, Beratung und gutachterlicher Tätigkeit.

Neben modernen Labors verfügt die FSA über eine Versuchsanlage in Kappelrodeck im Schwarzwald. Explosionsversuche mit

Die Forschungsaktivitäten sind an Problemstellungen der industriellen Praxis orientiert. Zielsetzung ist die Verbesserung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes durch Findung praktikabler Schutzmaßnahmen und -konzepte: hohe Wirksamkeit unter Berücksichtigung realer Umgebungs-, Betriebs- und wirtschaft-

tige Erkenntnisse für Planung und Auslegung von Entkopplungseinrichtungen erbrachten [2-5].

Experimentelle Druckentlastungsversuche und theoretische Betrachtungen führten zu Konstruktionsgrundlagen für Explosionsklappen und schufen die Basis eines Simulationsprogrammes zur Berechnung des Trümmerflugs



Abbildung 1: Optimierung konstruktiver Explosionsschutzmaßnahmen am Beispiel einer Wirbelschicht-trocknungsanlage mit nachgeschaltetem Filter durch experimentelle Untersuchungen auf der Versuchsanlage Kappelrodeck.

Staub/Luft-Gemischen und mit Gas/Luft-Gemischen können dort unter praxisnahen Bedingungen im Großmaßstab durchgeführt werden.

Forschung

licher Bedingungen gleichermaßen [1].

In jüngster Vergangenheit wurden umfangreiche Untersuchungen über die Flammenfortpflanzung in Rohrleitungen pneumatischer Anlagen durchgeführt, die wich-

für Risikobetrachtungen [6, 7].

Von der FSA entwickelte Messtechniken und -methoden ermög-

lichen die kontinuierliche Messung von Staubkonzentration und



Abbildung 2: Explosionsübertragung durch die Rohrleitung einer pneumatischen Entstaubungsanlage von einem 10 m³-Behälter in ein druckentlastetes Zyklon.

Turbulenz in industriellen Anlagen und Apparaten [8-12]. In umfangreichen Explosionsversuchen konnte die Abhängigkeit des zeitlichen Explosionsdrucks von eben diesen Staubwolkenparametern, Turbulenz und Staub-

konzentration, näheren Betrachtungen unterzogen werden [13-15].

Weiterführende Untersuchungen befassen sich mit verfahrenstechnischen Besonderheiten (z. B. Füllmethoden) ebenso wie mit produktspezifischen Eigenschaften. Im letztgenannten Fall werden Methoden zur Ermittlung von Risikoparametern von Staubwolken entwickelt, wie z. B. der Schwebefähigkeit und der Agglomerationsneigung der Stäube. Untersuchungen über die Entzündbarkeit von Staubwolken [16], das Zündverhalten von Glimmnestern und heißen Oberflächen [17-19] sowie über den Zündmechanismus staubhaltiger Produkte in Silofahrzeugen [20], erbrachten Erkenntnisse, die für die Vermeidung wirksamer Zündquellen von Bedeutung sind.

Weitere Forschungsarbeiten befassen sich mit der Ermittlung von Zündquellencharakteristika (z. B. Funkentemperatur, räumliche und zeitliche Energieverteilung etc.) zur Beurteilung wirksamer Zündquellen, dem Ablauf

von Staubexplosionen in miteinander verbundenen Anlagenkomponenten [29] sowie mit neuen Detektionssystemen zum Brand und Explosionsschutz.

Praxisnahe Großversuche an einer Mahlanlage bestehend aus Speisevorrichtung, Mühle, Nachbehälter mit Austragseinrichtung und Filter, die in Zusammenarbeit mit einem Mühlenhersteller durchgeführt werden, versprechen neue Erkenntnisse zum konstruktiven Explosionsschutz [32].

Aus Explosionsversuchen an einem Silo bei tangentialer pneumatischer Befüllung konnte eine Dimensionierungsgleichung für Druckentlastungsflächen entwickelt werden, die in die VDI Richtlinie 3673 Blatt 1 übernommen wurde [31].

Entwicklung

Die FSA bietet Herstellern explosionsgefährdeter Anlagen oder Apparaten und Herstellern von Schutzeinrichtungen die Möglichkeit, bereits im Entwicklungsstadium explosionstechnische Untersuchungen an Prototypen in Zusammenarbeit mit Experten des Versuchsfelds zu planen und durchzuführen. So konnten z. B. Flammensperren [21] entwickelt und Druckentlastungseinrichtungen, Schnellschlussventile und konstruktive Schutzmaßnahmen an Trocknungs- bzw. Granulieranlagen [22] optimiert werden.

Auf großes Interesse stößt die Entwicklung eines direktanzeigenden Staubkonzentrationsmessgerätes [8-12, 18, 23], einer CO-Detektion zur Brandfrüherkennung [24-26] und des Software - Paketes *ExProtect*. Letztgenanntes ermöglicht die Berechnung von Druckentlastungsflächen, die Berechnung der Scharnierkräfte von Druckentlastungseinrichtungen, die Abschätzung der Entlastungs-

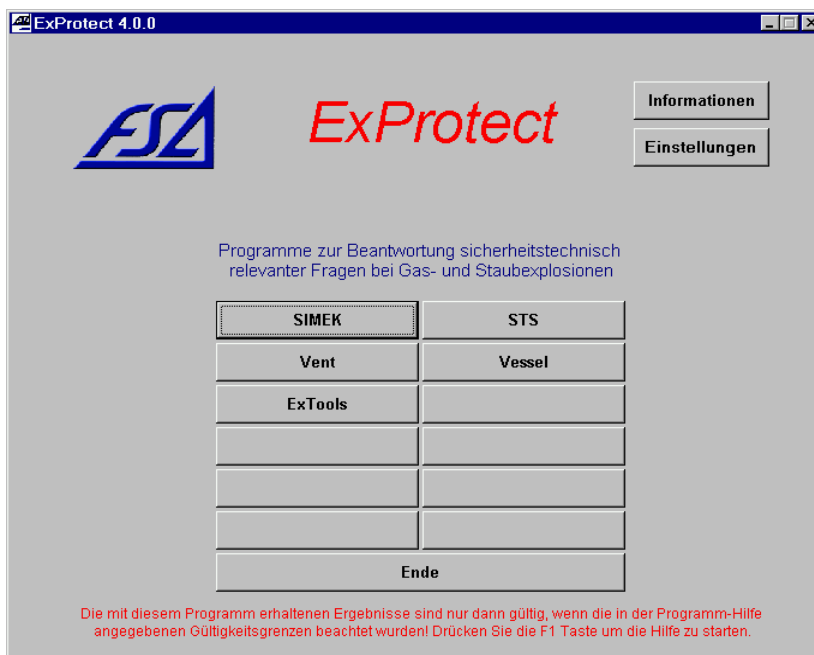


Abbildung 3: Hauptmenü des Programmes *ExProtect* zur Beantwortung sicherheitstechnisch relevanter Fragen bezüglich Gas- und Staubexplosionen.

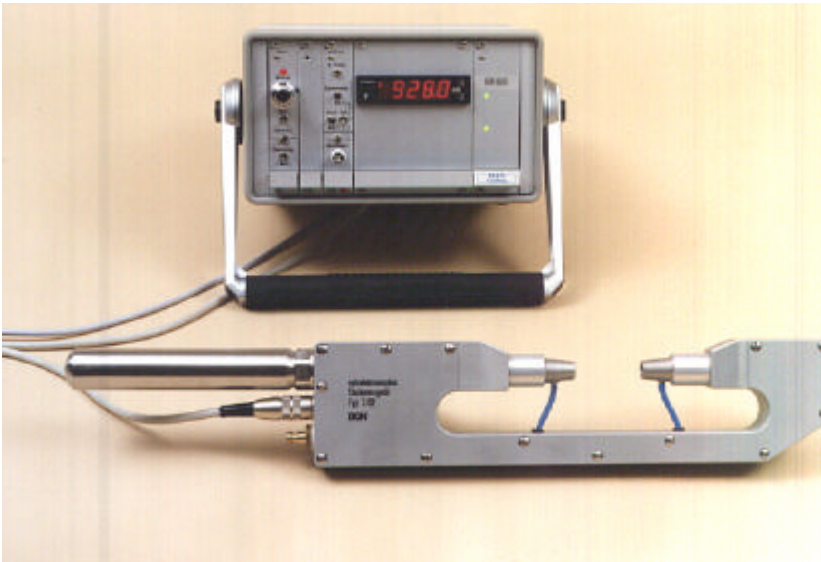


Abbildung 4: Direktanzeigendes Staubkonzentrationsmessgerät für Staubkonzentrationsmessungen in einem pneumatisch befüllten Silo.

fähigkeit solcher Einrichtungen und die Berechnung der Flugweiten abreißender Teile bzw. von Trümmern [30]. Gegenwärtig wird an einem Verfahren zur Detektion von Glimmern gearbeitet, die z. B. durch pneumatischen Transport von Schüttgütern aus Silofahrzeugen in Lagersilos gelangen können.

Beratung, Begutachtung und Schulung

Durch die Zusammenarbeit von Fachleuten aus Labor und Prüffeld einerseits sowie Experten mit langjähriger betrieblicher Praxiserfahrung andererseits werden

- Sicherheitsbetrachtungen
- Sicherheitsanalysen nach der Störfallverordnung
- Risikobeurteilungen
- Beratungen

mit hoher Fachkompetenz durchgeführt.

In Zusammenarbeit mit Herstellern und Anlagenbetreibern können praktikable Lösungsvorschläge, d. h. wirksame Schutzmaßnahmen unter Berücksich-

tigung praktischer Betriebsbedingungen und wirtschaftlicher Aspekte, für eine sichere Prozessführung erarbeitet werden.

Die neuen Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung fließen direkt in Schulungsveranstaltungen zur Fortbildung von Konstrukteuren und Sicherheitsfachkräften ein. Mitarbeiter der FSA sind darüber hinaus in betrieblichen Schulungsveranstaltungen und in Fachseminaren externer Institutionen (VDI, technische Akademien) eingebunden.

Veröffentlichungen und Referenzen

[1] S. RADANDT: Ablauf und Auswirkungen von Staubexplosionen in der Praxis, VDI-Berichte 701, Seite 67-91, 1989.

[2] W. BARTKNECHT: Explosionschutz: Grundlagen und Anwendung, Springer-Verlag, Seite 740-743, 1993.

[3] A. VOGL: Ablauf von Staubexplosionen in pneumatischen Saug - Flug - Förderanlagen, D 82 Dissertation RWTH Aachen, Asanger Verlag Heidelberg, 1995.



[4] A. VOGL: Flame Propagation in Pipes of Pneumatic Conveying Systems and Exhaust Equipment, American Institute of Chemical Engineers, Process Safety Progress, Vol. 15, No.4, Page 219- 226, 1996.

[5] A. VOGL: Explosionsübertragung aus Behältern in Rohrleitungen pneumatischer Anlagen, VDI-Berichte 1272, Seite 215-236, 1996.

[6] D. LORENZ: Untersuchung zur Mechanik von Druckentlastungsklappen und -deckeln beim Entlastungsvorgang (unveröffentlicht), Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin, Mannheim, 1996.

[7] D. LORENZ, S. RADANDT: Trümmerflug in der Umgebung von Staubexplosionsherden - Vergleich zwischen Modellrechnung und Explosionsereignissen, VDI-Berichte 1272, Seite 347-364, 1996.

[8] A. VOGL: Staubmessung, Verband der Schadenversicherer-Fachtagung: Staubexplosionsschutz, 18. und 19. Oktober 1995.

[9] F. HAUERT, A. VOGL, S. RADANDT: Measurement of Turbulence and Dust Concentration in Silos and Vessels, Proceedings of the 6th International Colloquium on Dust Explosions, X. Deng and P.

- Wolanski, Shenyang, China, Page 71-80, 1994.
- [10] F. HAUERT, A. VOGL, S. RADANDT: Measurement of Dust Cloud Characteristics in Industrial Plants, Final Technical Report, Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin, Mannheim, 1995.
- [11] F. HAUERT, A. VOGL, S. RADANDT: Turbulenz und Staubkonzentrationen beim Befüllen eines 12m³-Silos, Staub-Reinhaltung der Luft, 56 (10), 1996.
- [12] F. HAUERT, H. FOGT, A. VOGL, D. WENNERBERG, S. RADANDT: Staubverteilung und Geschwindigkeitsparameter in einem pneumatisch befüllten Silo mit numerischen Simulationen, VDI-Berichte Nr. 1272, 1996.
- [13] K. - P. SCHEUERMANN: Untersuchung des Einflusses der Turbulenz auf den Ablauf von Staubexplosionen im geschlossenen und teilentlasteten Behälter, D 82 Diss. RWTH Aachen, 1993.
- [14] F. HAUERT, A. VOGL, S. RADANDT: Dust Cloud Characterization and its Influence on the Pressure-Time-History in Silos, Process Safety Progress, Page 178-184, Vol. 15, No. 3, 1996.
- [15] F. HAUERT: Influence of Particle Movement and Dust Concentration on the Explosion Characteristics in Food Industry, EuropEx-Seminar, Explosions Safety Matters, Ghent, 1996.
- [16] C. ZOCKOLL: Zündwirksamkeit von Glimmnestern in Staub/ Luft-Gemischen, VDI-Berichte Nr. 701, Seite 295-301, 1988.
- [17] C. ZOCKOLL: Concentration and Ignitability of Dust Clouds during the Discharge of Bulk Material, Proceedings of the 6th International Colloquium on Dust Explosions, X. Deng and P. Wolanski, Shenyang, China, pp. 263-277, 1994.
- [18] C. ZOCKOLL: Konzentration und Entzündbarkeit von Staubwolken beim Entladen von Schüttgütern, Staub – Reinhaltung der Luft 55, Seite 321-327, 1995.
- [19] C. ZOCKOLL, W. WIEMANN: Heiße Oberflächen und Glimmester als Zündquellen, VDI-Berichte Nr.1272, Seite 161-182, 1996.
- [20] G. BECK, S. KLEINHANS: Explosionsschutz an Silofahrzeugen für Nahrungs- und Futtermittel, VDI-Berichte Nr. 1272, Seite 459-481, 1996.
- [21] A. VOGL, W. BARTKNECHT: Verhinderung der Flammenausbreitung von Staubexplosionen aus explosionsdruckentlasteten Apparaturen durch Bandsicherungen, VDI-Berichte Nr. 975, Seite 457-479, 1992.
- [22] W. HUNGERBACH: Konstruktiver Explosionsschutz an Wirbelschichtapparaten, VDI-Berichte Nr. 1272, Seite 529-551, 1996.
- [23] H. BECK, J. TESKE: Staubkonzentrationsmessungen in Anlagen der Zuckerindustrie, Vortrag beim VDI-Kolloquium "Sichere Handhabung brennbarer Stäube" vom 23.-25. Okt. 1996, Veröffentlichung geplant in "Staub-Reinhaltung der Luft", 1997.
- [24] C. ZOCKOLL: Brandfrüherkennung durch CO-Detektion am Beispiel von Sprühtrocknern in der Milchindustrie, VDI-Berichte Nr. 975, Seite 561-574, 1992.
- [25] C. ZOCKOLL: Preventive Protection against fire and Explosion of Organic Processes by Example of Spray Driers in the Milk Industry, ExploRisk, Ghent, Belgium, 1993.
- [26] C. ZOCKOLL: Früherkennung von Bränden durch CO-Detektion, VDI-Berichte Nr. 1272, Seite 411-427, 1996.
- [27] B. DRECHSLER: Bestimmung der Mindestzündenergie von Staub/ Luft-Gemischen in Abhängigkeit von Klimaparametern, Berufsgenossen-
- schaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Mannheim, 1991.
- [28] S. RADANDT: Mindestzündenergie unter veränderten Einflussgrößen, VDI-Berichte Nr. 975, Seite 183-205, 1992.
- [29] M. ROSER: Investigation of Dust Explosion Phenomena in Interconnected Process Vessels, Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Mannheim, 1998.
- [30] D. LORENZ, H. SCHIEBLER: *ExProtect* – Ein Programm zur Beantwortung wichtiger Fragen zum angewandten Explosionsschutz, VDI-Berichte Nr. 1601, 2001.
- [31] F. HAUERT, A. ARNOLD, A. VOGL, S. RADANDT: Explosionsdruckentlastung eines Kleinsilos bei pneumatischer Befüllung mit tangentialer Produkteinleitung, VDI-Berichte Nr. 1601, 2001.
- [32] C. ZOCKOLL, A. ARNOLD, M. ROSER, A. VOGL, S. RADANDT: Explosionsdruckentlastungsversuche an einer Hammermühlen-Anlage unter praxisnahen Betriebsbedingungen, VDI-Berichte Nr. 1601, 2001.

Anschrift

Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin

Prof. Dr. Siegfried Radandt
(Geschäftsführer)

Telefon: +49 (0)6202 947090
Telefax: +49 (0)6202 947102
e-mail: fsa@radandt.de

Gartenstraße 16
68782 Brühl