

Protection des installations de filtration contre les explosions

Richard Siwek, Fire**Ex**, Fire & Explosion Protection Consultant
Dinggrabenstrasse 5, CH-4304 Giebenach, Switzerland

De par leur fonction, les installations de filtration (séparation de poussières) appartiennent au groupe d'appareils les plus exposés au danger. Les causes principales sont soit l'entraînement de sources d'inflammation soit les charges électrostatiques. Par des mesures préventives de protection ces dernières peuvent être diminuées. De plus, d'autres mesures de protection plus complètes telles que par exemple la suppression d'explosion, la décharge d'explosion ainsi que la construction résistante à l'explosion sont nécessaires. Parmi toutes ces mesures de construction pour la protection contre les explosions, il est cependant important de tenir compte de l'influence des composants internes du filtre sur le déroulement de l'explosion. Celui-ci sera déterminé d'une manière décisive par les volumes à considérer lors du dimensionnement des mesures de protection: Volume enveloppant les filtres ou volume des éléments filtrants.

Introduction

De par la fonction même des installations de filtration, des mélanges explosifs de matières inflammables et d'air peuvent apparaître momentanément ou être constamment présents.

La probabilité de l'occurrence d'une atmosphère combustible sensible à l'inflammation est particulièrement importante lors du dépoussiérage et principalement en présence de poussières très facilement inflammables et de mélanges hybrides. Pour combattre ce danger, chaque utilisateur devrait prendre les mesures de protection adéquates contre les explosions /1...4/.

Une des causes possibles d'explosion réside dans l'entraînement de sources d'inflammation dont l'origine doit être examinée selon les propriétés combustibles (formation de braises incandescentes) et les opérations précédentes du procédé. Dans les installations de filtration figurent cependant au premier plan les inflammations dues aux charges électrostatiques (fig. 1).

Ce danger doit être écarté par une mise à terre de tous les composants d'appareils conducteurs d'électricité. Il faut prêter une attention toute particulière à la mise à terre des éléments conducteurs (par exemple support de filtre, brides) qui peuvent se retrouver isolés de la terre par l'utilisation d'un tissu de filtre en matière isolante. Ceci doit être particulièrement contrôlé à la suite de travaux de réparation ou de maintenance.

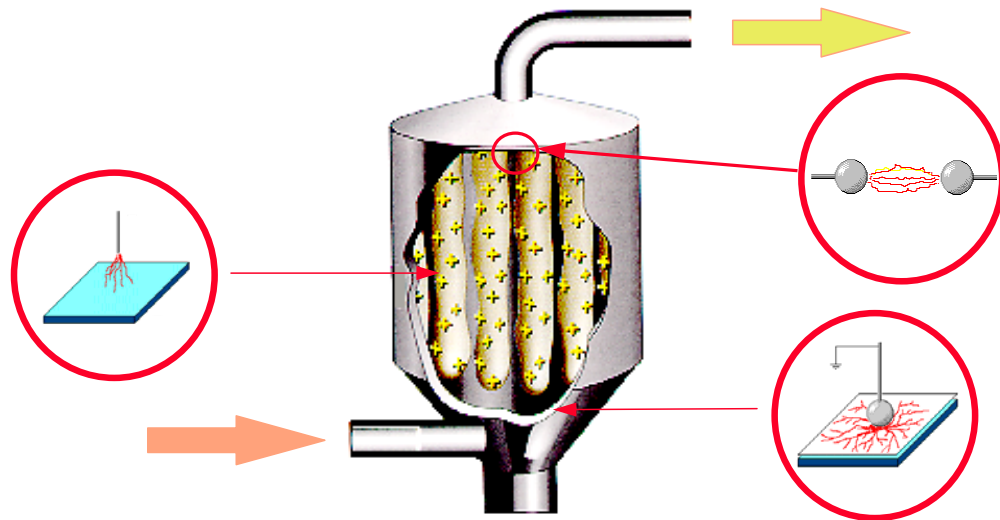


Figure 1 :Les charges électrostatiques dans les filtres sont la cause majeure d'explosions

Lorsque l'air à épurer possède une énergie minimale d'inflammation égale ou inférieure à 3 mJ ou en présence de gaz ou de vapeur inflammable, il faut utiliser des matériaux filtrants conducteurs d'électricité. Dans ce cas il faut vérifier la conductivité de bout en bout et l'efficacité de la mise à terre. De fréquents lavages peuvent influencer la conductivité de bout en bout, ce qui nécessitera un nouvel examen. Font exception à cette règles les seules installations de filtration protégées contre les explosions par un gaz inerte.

Toutes les parois d'un filtre qui peuvent être soumises à des projections à haute vitesse de poussières ne doivent pas être munies d'un revêtement isolant à haute résistance de claquage. La tension de claquage doit être inférieure à 4 kV. De plus il faudra tenir compte que le ventilateur soit installé du côté de la partie des gaz épurés et qu'il faudra éviter l'accumulation de poussières à l'intérieur des conduites et du carter du ventilateur /1...4/.

En présence de poussières possédant une énergie minimale d'inflammation inférieure à 10 mJ ou de mélanges hybrides des mesures constructives de protection contre les explosions devront être prises pour l'exclusion de sources efficaces d'inflammation /1...3/.

La figure 2 montre un raccordement pour une installation classique de suppression d'explosion combinée avec des mesures correspondantes de découplage pour un filtre à manches montées sur support de type agréé /5...9/.

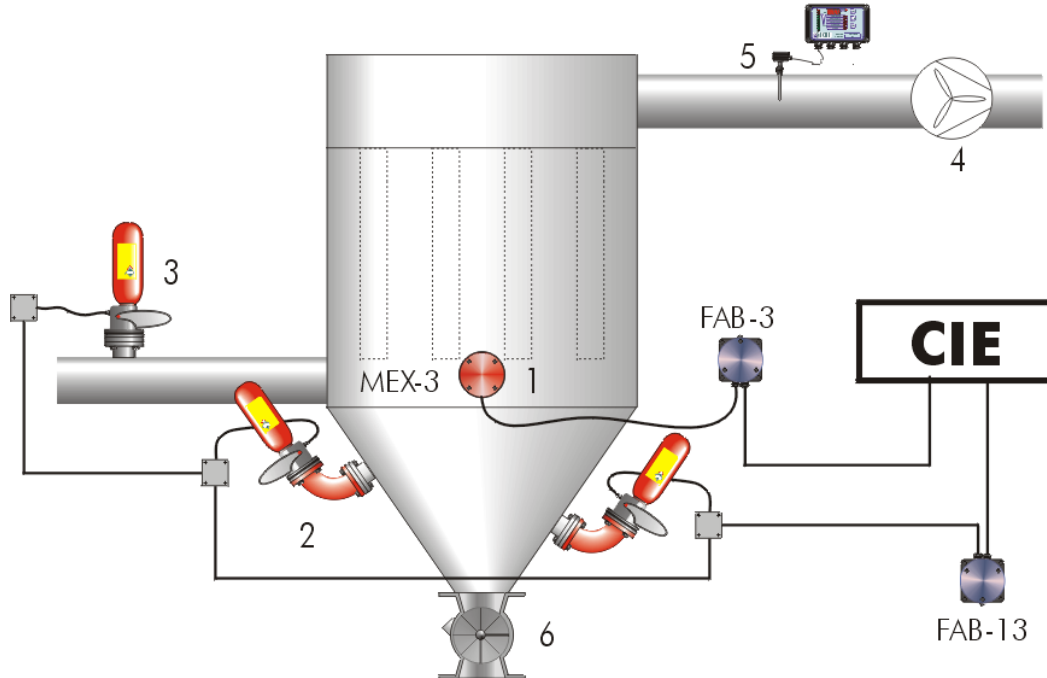


Figure 2 : Dispositif de suppression d'explosion en combinaison avec les dispositifs de découplage correspondants

Un capteur d'explosion dynamique à fonction multiples (1) monté sur le filtre à manche sert au déclenchement du système d'étouffement. La disposition et le dimensionnement des quantités de poudre d'extinction, respectivement des supresseurs ultrarapides HRD est calculé de manière à ce que dans le cas d'une explosion, selon les caractéristiques données de la poussière à épurer, la surpression à laquelle on peut s'attendre ne dépasse pas la résistance mécanique du récipient à protéger. Celle-ci se monte en règle générale entre 0,25 et 1 bar rel. /7...9/.

Pour éviter la propagation de flamme dans la partie amont de l'installation, un dispositif d'arrêt-barrage chimique par extincteur déclanché(3) asservi par un capteur est monté dans la conduite d'amenée de produit. Une distance minimale doit être observée entre le capteur à fonction multiples (1) et le dispositif d'arrêt-barrage chimique par extincteur déclanché.

Celle-ci dépend des paramètres suivants :

- Section de la conduite
- Vitesse d'explosion
- Temps nécessaire à la détection
- Retard dû à l'asservissement
- Durée de mise en fonction du dispositif d'arrêt-barrage chimique par extincteur déclanché
- Pression maximale réduite du filtre.

Cette distance minimale doit être déterminée en fonction de la plus grande vitesse de propagation du front de flamme auquel on devra s'attendre /4,11/.

Suppression ou décharge d'explosion

La figure 3 montre une représentation schématique d'un système de décharge d'explosion en combinaison avec des mesures correspondantes de découplage /12,13/.

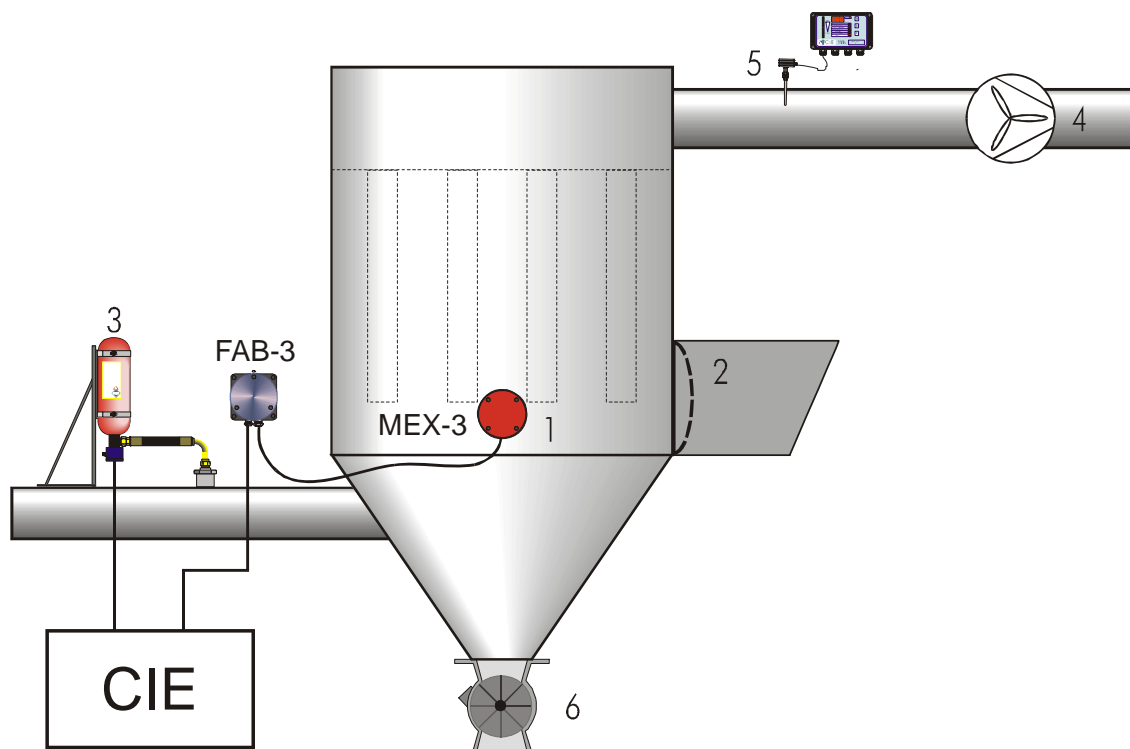


Figure 3 : Dispositif de décharge d'explosion en combinaison avec les dispositifs de découplage correspondants

Les surfaces nécessaires à la décharge d'explosion ainsi que celle de la conduite de décharge (2) ont été dimensionnées de manière à ce que selon les caractéristiques données de la poussière à épurer, la surpression à laquelle on peut s'attendre en cas d'explosion ne dépasse pas la résistance mécanique du récipient à protéger, située le plus souvent entre 0,5 et 4 bar /4,12...15/.

Ici également pour éviter la propagation de flamme dans la partie amont de l'installation, un dispositif d'arrêt-barrage chimique par extincteur déclenché(3) asservi par un capteur est monté dans la conduite d'amenée de produit. Un capteur dynamique multifonctions monté à l'intérieur du filtre à manches sert au déclenchement du dispositif d'arrêt-barrage chimique par extincteur déclenché. Pour le déclenchement de ce dispositif un disque de rupture équipé d'un fil de contact est fréquemment utilisé.

Comme pour un dispositif de suppression d'explosion, une distance minimale doit être respectée entre le capteur multifonctions (1) ou le disque de rupture (2) et le

dispositif d'arrêt-barrage chimique par extincteur déclenché, en fonction des mêmes paramètres cités plus haut.

Dans les deux cas (fig.1 et 2) l'on ne peut exclure le ventilateur en tant que source d'ignition et on contrôlera à l'aide d'un détecteur de poussière (5) les éventuels dépôts (par ex. suite à une rupture d'un élément du filtre) dans les conduites et dans le carter du ventilateur. La protection de la zone de vidange sera faite à l'aide d'une vanne rotative cellulaire montée à l'extrémité inférieure du cône du filtre et qui aura été testée préalablement conformément aux paramètres d'explosion. Lors de la détection d'explosion par un capteur ou par le disque de rupture, la centrale de contrôle (CIE :control and indicating equipment) active le dispositif d'arrêt-barrage chimique par extincteur déclenché et le système de suppression d'explosion – pour autant que celui-ci ait été installé -. Simultanément le système de commande de procédé (SCP) signale un «arrêt d'urgence» pour toute l'installation. Lorsque une indication est donnée par le dispositif de contrôle de poussière, celui-ci transmet immédiatement un signal d'alarme par l'intermédiaire de la (CIE) au (SCP).

Dans le cas d'un confinement d'explosion (fig.4) c'est-à-dire lorsque l'installation est construite pour résister à la pression maximale d'explosion, il faut également prendre en considération les dispositifs de découplage et les conduites attenantes qui doivent être construits de manière à résister aux mêmes pressions. En règle générale la résistance à ce genre d'explosion se monte entre 8 et 10 bar rel. /4,16/.

La figure 4 montre un dispositif de confinement d'explosion en combinaison avec les mesures de découplage correspondantes qui lui sont liées. Dans ce cas également un capteur multifonctions monté à l'intérieur du filtre à manches sert à la mise en activation de la vanne d'isolation à fermeture rapide monté dans la conduite de produit. Cette vanne d'isolation à fermeture rapide a la mission d'empêcher la propagation de l'explosion dans l'installation en amont. Entre l'endroit où est monté le capteur de pression (1) et celui de la vanne d'isolation à fermeture rapide une distance d'éloignement minimale est également nécessaire et qui dépend, à nouveau, pour l'essentiel des mêmes paramètres que précédemment:

- Section de la conduite
- Vitesse d'explosion
- Temps nécessaire à la détection
- Retard dû à l'asservissement du temps de fermeture
- Pression maximale dans le filtre.

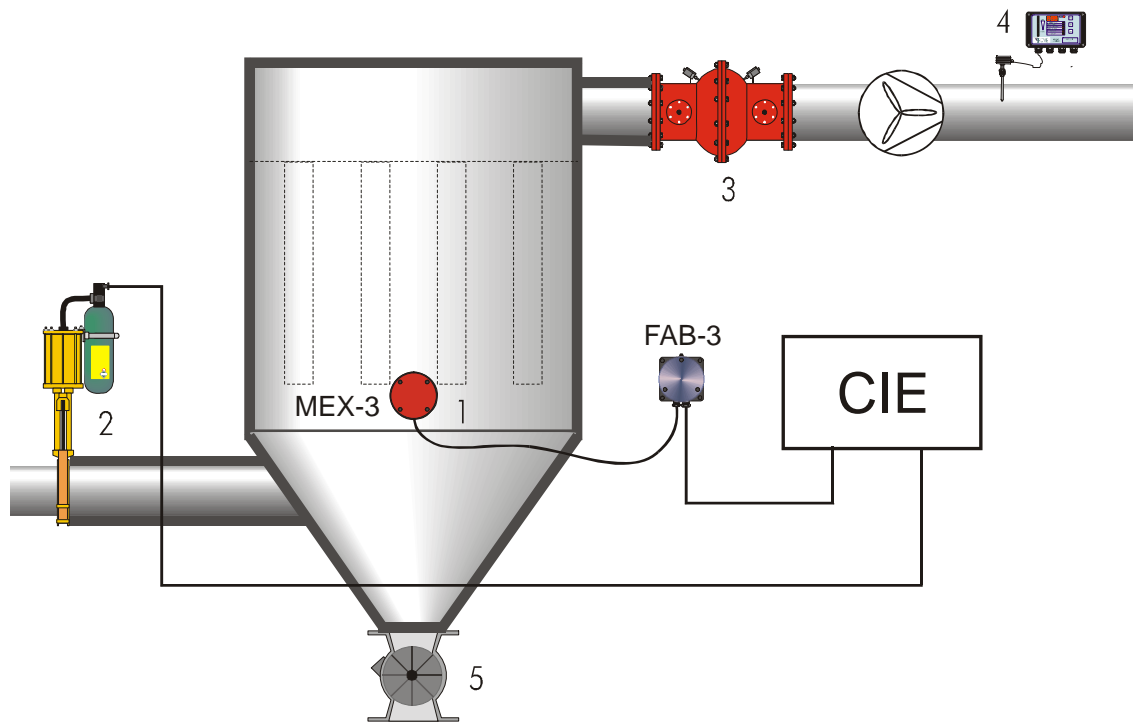


Figure 4 : Dispositif de confinement d'explosion en combinaison avec les dispositifs de découplage correspondants

La distance minimale doit également ici être déterminée en fonction de la plus grande vitesse de propagation du front de flamme à laquelle on devra s'attendre. L'utilisation des vannes d'isolation à fermeture rapide est limitée en premier lieu par des longueurs de conduites insuffisantes.

Des explosions qui ne sont pas uniquement détectées par des capteurs de pression

Particulièrement lors de déroulements lents d'explosions, la montée en pression n'est pas suffisante pour une détection précoce. C'est la raison pour laquelle des détecteurs optiques de flamme sont installés dans le secteur d'entrée de la conduite dans le filtre. Une détection supplémentaire de pression peut s'avérer judicieuse dans certains cas particuliers.

La propagation de l'explosion dans le réseau d'air vicié sera empêchée par le montage d'un clapet d'isolation certifié (3). Ce dispositif garantit en cas d'explosion dans le filtre à manche que la flamme ne dépassera pas l'endroit du montage du clapet.

Comme l'on ne peut pas exclure également dans ce cas, qu'un ventilateur de construction courante ne soit pas une source d'ignition, des mesures identiques à celles pour la décharge ou la suppression d'explosion devront être prises.

Lors d'une détection par le capteur multifonctions (1), la (CIE) active dans ce cas la vanne d'isolation à fermeture rapide. Simultanément un signal est transmis au (SCP) pour la mise en arrêt d'urgence de toute l'installation. Lorsque l'interrupteur de fin de

course du clapet d'isolation indique «fermé» ou que le dispositif de détection de poussière donne une indication, un signal d'alarme est transmis directement par l'intermédiaire de la (CIE) au (SCP).

Pour combattre un possible incendie subséquent il faudrait installer un dispositif automatique de déluge à l'eau monté à demeure. En complément aux mesures de protection réalisées, il faut prendre des mesures d'organisation telles que par exemple le nettoyage des installations, la surveillance et la maintenance des dispositifs de sécurité, le contrôle des mises à terre (particulièrement après des travaux de réparation ou d'entretien) pour diminuer d'une part les risques d'incendie et d'explosion et d'autre part de garantir l'efficacité des mesures de construction pour la protection.

Prise en considération des formes de l'enveloppe et des composants internes du filtre

Les formes des enveloppes de filtre se différencient souvent des formes cubiques simples. En outre elles ne sont pas vides mais subdivisées en composants internes tels que manches cylindriques ou poches de filtration. Il faut en tenir compte lors du dimensionnement des dispositifs de protection, car ces composants ont une influence sur le déroulement de l'explosion et par conséquent sur l'efficacité des mesures de protection /4,12,17/.

Selon la disposition des composants internes et de manière à considérer ainsi leur influence, soit le volume enveloppant des filtres soit uniquement le volume de tous les éléments filtrants peut être soustrait du volume du récipient pour le dimensionnement.

La figure 5 montre une possibilité, sur la base d'une disposition des filtres, comment l'on peut décider du dimensionnement des dispositifs de protection, et si l'on peut soustraire du volume total de l'appareil de filtration seulement le volume de tous les éléments filtrants ou le volume enveloppant des filtres. Lorsque $a \leq r$, le volume enveloppant les manches filtrantes cylindriques pourra être considéré. Lorsque $a > r$ seul le volume des manches filtrantes cylindriques pourra être soustrait du volume total. La valeur «a» représente la distance entre manches ou la distance entre manche et paroi, la valeur «r» étant le rayon de la manche filtrante cylindrique.

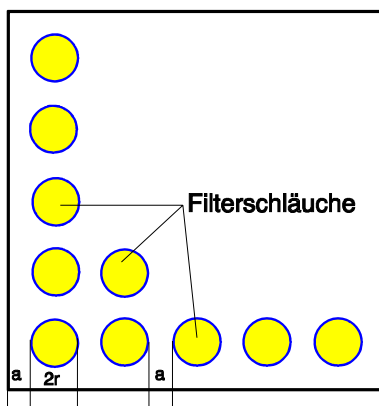


Figure 5 : Exemple de disposition géométrique des manches filtrantes à l'intérieur d'un filtre de forme carrée

Deux exemples pour concrétiser ces relations:

Exemple 1 : Considérons une enveloppe de filtre de forme carrée de dimension 2.2 m, le diamètre des manches filtrantes étant de 150 mm ($r = 75$ mm) et la distance «a» est de 30 mm, le nombre de manches se monte à 120 et les supports de manches ont une longueur de 2 m chacun.

Exemple 2 : Une enveloppe de filtre de forme carrée de même dimension que ci-dessus ainsi qu'un diamètre de manches identique ($r = 75$ mm). La distance «a» mesure 80 mm et le nombre de manches se monte à 70 et les supports de manches ont une longueur de 2 m chacun.

Comme dans l'exemple 1, $a < r$, le volume enveloppant les filtres ($2\text{ m} \cdot 2\text{ m} \cdot 2\text{ m} = 8\text{ m}^3$) peut être soustrait du volume global du filtre.

Dans l'exemple 2 par contre $a > r$, ainsi seul le volume des manches filtrantes ($0,075\text{ m} \cdot 0,075\text{ m} \cdot 3,14 \cdot 2\text{ m} \cdot 70 = 2,5\text{ m}^3$) peut être soustrait du volume global du filtre pour le dimensionnement.

La décision de considérer comme unique paramètre suffisant le volume enveloppant les filtres ou le volume des manches filtrantes pour la détermination des mesures de protection devrait être laissée aux experts ou confirmée par des essais.

Bibliographie

- / 1 / Jeager, N., Siwek R.: Minimum Ignition Energy, Proceedings of the 31st Loss Prevention Symposium from the American Institute of Chemical Engineers, Houston, TX, USA, March, 1997
- / 2 / Siwek, R., Jeager, N.: Safe Handling of Easily Ignitable Dusts, Proceedings of the fifth World Congress Of Chemical Engineering San Diego, USA, July 1996, USA, 1996
- / 3 / Siwek, R., Cesana, Ch.: Practical Application of the Minimum Ignition Energy and the Minimum Egnition Temperature, Proceedings of the 2nd International Conference and Exhibition on Health, Safety and Loss Prevention in the Chemical and Process Industries, Singapore, 4-8 December 1995
- / 4 / Bartknecht, W.: "Explosionsschutz, Grundlagen und Anwendungen", Springer-Verlag, 1993
- / 5 / ISO-Standard: Explosion Protection System - Part 4: Determination of Efficiency of Explosion Protection Systems, ISO G184/4, 1985.
- / 6 / VDI-2263, Blatt 4: Unterdrückung von Staubexplosionen, Beuth Verlag GmbH, April 1992
- / 7 / Moore, P.E.: Explosion Suppression and Explosion Suppressants, Proceedings of the EuropEx 2nd Word Seminar, Gent - Belgium, 1996
- / 8 / Siwek, R.: Application of Detection and Suppression For Industrial Explosion Protection, Proceedings of the Fire Suppression and Detection Research Application Symposium, February 25-27, Adam's Mark Hotel, Orlando, Florida, USA, 1998
- / 9 / Moore, P.E., Siwek R.: Explosion Suppression Overview, Proceedings of the "9th Int. Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries", June 6-9, Barcelona, Spain, 1998

- /10/ Siwek, R.: A Review of Explosion Isolating Techniques, Proceedings of the EuropEx 2nd Word Seminar, Gent - Belgium, 1996
- /11/ Moore, P.E. und Siwek, R.: Triggered Barrier Explosion Isolation Procedures, VDI-Berichte 1272, S. 297 - 306, 1996.
- /12/ RL-VDI-3673: Richtlinie VDI 3673, Blatt 1, Druckentlastung von Staubexplosionen, Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1995
- /13/ Bartknecht, W,: Druckentlastung von Staubexplosionen in Grossbehältern, Schriftenreihe "Humanisierung des Arbeitslebens", Band 78, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1986
- /14/ Siwek, R.: Einfluss von Ausblasrohren auf die Druckentlastung von Staubexplosionen. Staub-Reinhaltung der Luft 49, 1989
- /15/ Siwek R.: New Findings on Explosion Venting, Proceedings of the "9th Int. Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries", June 6-9, Barcelona, Spain, 1998
- /16/ VDI-RL-2263: Blatt 3, Explosionsdruckstossfeste Behälter und Apparate, Berechnung, Bau und Prüfung, Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1990
- /17/ Löffler-Dietrich-Flatt: Staubabscheidung mit Schlauchfiltern und Taschenfiltern, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, 1984