

ISMA  
StuvEx  
PAGG  
IExT

***IRMACO***



**Product Guide**





## Voorwoord

Al meer dan 30 jaar ontwikkelt de IRMACO-groep vernieuwende producten en diensten op het vlak van explosiebeveiliging en brandbeveiliging voor de procesindustrie. Met 5 bedrijven, gevestigd in 3 verschillende landen, is IRMACO geëvolueerd tot een internationale groep die actief is in heel wat landen, van Europa tot Australië.

In deze productgids vindt u een gedetailleerde beschrijving en een overzichtelijke technische steekkaart voor de verschillende producten en diensten die deze bedrijven aanbieden. We hebben ze gegroepeerd per sector: van advies (ISMA) over producten en systemen (de StuvEx-bedrijven en PAGG), tot distributie (IExT).

Om deze productgids nog beter tot zijn recht te laten komen, bieden wij u graag onze 'Toelichting bij explosieveiligheid' aan: een uniek overzicht dat u samen met de index kan gebruiken om bepaalde terminologie op te zoeken en te doorgronden.

Wij hopen dat u hierin vindt waar u naar op zoek bent en dat u overtuigd geraakt van de kwaliteit van onze producten en diensten. Uiteraard kan u voor verdere vragen steeds terecht bij ons customer service team (tel. +32-3-458 25 52).

Met vriendelijke groeten,

Het IRMACO-team

De efficiënte zoekprocedure? Raadpleeg de index op pagina 19!  
U vindt er de paginanummers voor een snelle duiding van terminologie en afkortingen.

## 1. INLEIDING

Een explosie is het best te omschrijven als een proces waarbij in een zeer korte tijd een grote hoeveelheid energie vrijkomt. Als criterium voor het verschil tussen een snelle brand en een explosie wordt wel gesteld dat het zo snel moet gaan dat je 'knaleffecten' krijgt.

Er bestaan verschillende soorten explosies. Meestal worden deze onderscheiden in fysische en chemische explosies. Bij **chemische explosies** ontstaat de energie als gevolg van een chemische reactie, bij **fysische explosies** niet.

Enkele voorbeelden van fysische explosies zijn:

- Een uiteenspattend drukvat;
- De knal en steekvlam die ontstaan bij een plotselinge kortsluiting;
- Een explosie als gevolg van gesmolten metaal dat in een plasje water valt: het water vormt instantaan een enorme stoomwolk;
- Een nucleaire explosie.

Chemische explosies worden onderverdeeld in:

- **Deflagraties:** een reactiefront plant zich voort door een gasluchtmengsel (of stofluchtmengsel) met een snelheid onder de geluidssnelheid, meestal meer rond de 10 m/s. De meeste gas- en stofexplosies zijn typische deflagraties.
- **Detonaties:** een deflagratie in een lange leiding kan gaan versnellen en uiteindelijk overgaan in een detonatie; de snelheid is nu (veel) meer dan de geluidssnelheid. Gevoelige mengsels (springstoffen, maar bijvoorbeeld ook een mengsel van waterstof met zuurstof) kunnen direct detoneren, zeker als de ontsteking voldoende krachtig is.
- Een **thermische explosie**, ook wel run-away reactie genoemd, is een voorbeeld van een chemische reactie die 'op hol' slaat: de reactie verloopt steeds sneller en resulteert uiteindelijk in een explosie.

In deze tekst wordt hierna eerst ingegaan op het verschijnsel gas- en stofexplosie. Daarna wordt ingegaan op de verschillende beveiligingstechnieken en als laatste wordt de daarvoor gepresenteerde informatie geplaatst in het kader van ATEX.



Resultaat van een stofexplosie in de omgeving van Zwolle

## 2. GAS- EN STOFEXPLOSIES

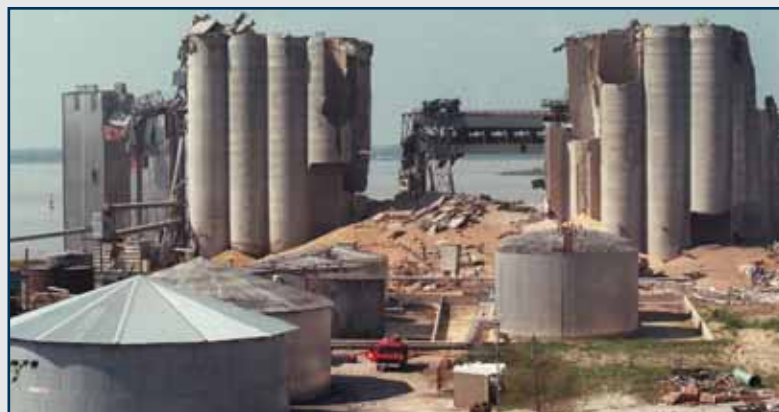
### 2.1. WAT IS EEN EXPLOSIE?

Een gas- of stofexplosie is in feite niets anders dan een snelle verbranding van een mengsel van brandstof (brandbaar gas of stof) in lucht. De hoge snelheid van verbranden wordt veroorzaakt doordat een min of meer ideaal mengsel is gevormd. Dit kan worden toegelicht met het volgende voorbeeld:

Als een blok hout in het vuur wordt gelegd, zal dit maar langzaam opbranden. Maar als je probeert een berg houtspaanders te verbranden, zul je ontdekken dat dit heel snel gaat. De reden is dat brandstof (hout) en zuurstof uit de lucht hier veel beter gemengd zijn dan bij een blok hout. Strooi je een hoeveelheid zaagsel in een vuur, dan kan er zelfs een steekvlam ontstaan. Als je fijn stof goed mengt met lucht, is het mengsel zo ideaal dat het heel snel verbrandt: een grote steekvlam. Doe je dit in een gesloten ruimte, dan ontstaat (door de hete gassen) een grote drukopbouw. Ga je de stofdeeltjes nog verder verkleinen, dan ontstaan uiteindelijk losse moleculen: een gasexplosie.



Demonstratie



De gevolgen van een zware explosie (Frankrijk)

### 2.2. EXPLOSIE-EIGENSCHAPPEN

Voor het bepalen van explosierisico's zijn een groot aantal eigenschappen van belang. Deze zullen hier achtereenvolgens kort worden toegelicht. Het is van belang om te onthouden dat al deze eigenschappen (de één meer, de ander minder) sterk afhankelijk zijn van het soort gas of stof, maar ook van bijvoorbeeld de deeltjesgrootte, de vochtigheid, de temperatuur en de druk.

#### De explosiegrenzen

Een explosief mengsel betekent dat de brandstofconcentratie tussen twee gedefinieerde grenzen moet liggen: de onder- en bovenexplosiegrens. Bij concentraties lager dan de onderexplosiegrens, ook wel afgekort met **LEL**, is te weinig brandstof aanwezig om een zelfstandige vlampropagatie te laten plaatsvinden. Boven de bovenexplosiegrens, ook wel afgekort met **UEL**, is te weinig zuurstof voor een zelfstandige vlampropagatie. Voor poeders ligt de LEL meestal boven 30 g/m<sup>3</sup>. De UEL ligt meestal in de orde van kg/m<sup>3</sup> en is daarom niet vaak zinvol.

#### Enkele vuistregels:

- Een stoflaag van minder dan 0,5 mm is voldoende om bij opwervelen een explosiegevaarlijk mengsel te veroorzaken.
- Een stofwolk is explosiegevaarlijk als je hand aan de gestrekte arm niet zichtbaar is.

Bij gasexplosies liggen LEL en UEL meestal relatief dicht bij elkaar, voor bijvoorbeeld methaan liggen die bij respectievelijk 5 en 15 % in lucht. Uitzonderingen zijn de zeer explosieve gassen zoals waterstof en acetyleen. Voor waterstof liggen de grenzen op ongeveer 4 en 75 %.

Bij gasexplosies is daarnaast ook het vlampunt van belang. Als een brandbare vloeistof wordt opgeslagen onder zijn vlampunt, betekent dit dat er zo weinig verdamping is dat er, boven het vloeistofoppervlak, geen brandbaar mengsel gevormd wordt: geen gasexplosierisico.

## De ontstekingsgevoeligheid

De ontstekingsgevoeligheid van een mengsel wordt meestal gedefinieerd met twee grootheden: de minimale ontstekingsenergie, meestal aangeduid als  $E_{\min}$  en de minimale ontstekingstemperatuur:  $T_{\min}$ .

De minimale ontstekingsenergie (ook wel aangeduid als **MIE** of **MOE**) is een maat voor het gemak waarmee een explosiegevaarlijk brandstof-luchtmengsel door elektrische vonken ontstoken kan worden. Dit wordt gedefinieerd als de kleinste vonkenergie waarmee een brandstof-luchtmengsel onder ideale condities nog kan worden ontstoken. De waarde van  $E_{\min}$  is vooral van belang om te bepalen of bepaalde types elektrostatische ontlading gevaarlijk zijn. De waarde van  $E_{\min}$  kan enorm variëren, van minder dan 0,1 mJ tot meer dan 1000 mJ.

De minimale ontstekingstemperatuur van de wolk (ook wel aangeduid als **MOT**) is de laagste temperatuur die, volgens bepaalde testmethoden, een brandstof-luchtmengsel tot explosie kan brengen. De  $T_{\min}$  kan heel direct gebruikt worden om de maximaal toegelaten temperatuur van voorwerpen, die in een explosieve atmosfeer kunnen staan, te bepalen. De variatie in  $T_{\min}$  is veel minder. Deze ligt vaak rond de 400-500 °C.

$E_{\min}$  en  $T_{\min}$  samen bepalen de gevoeligheid van het mengsel voor bijvoorbeeld slag- of wrijvingsvonken. Er bestaan grafieken waarin, voor een bepaald type vonk, kan afgelezen worden of deze, als functie van  $E_{\min}$  en  $T_{\min}$ , gevaarlijk is.

Bij gassen wordt vaak de **gasgroep** gebruikt. Dit is een hele praktische waarde, die aangeeft hoe groot de spleetwijdte mag zijn (van een drukvaste kast) om de vlam tegen te houden. Deze hangt sterk samen met  $E_{\min}$ .

## De maximale explosiedruk en maximale drukstijgsnelheid

De maximale explosiedruk ( $P_{\max}$ ) is de hoogste druk die optreedt bij een explosie in een gesloten vat bij een optimale concentratie. De maximale drukstijgsnelheid ( $dp/dt_{\max}$ ) is de hoogste waarde van de drukstijgsnelheid die optreedt tijdens een explosie in een gesloten vat bij optimale concentratie. Het bepalen van deze waarden dient door middel van gestandaardiseerde testmethoden te geschieden.

### Belangrijk:

Wanneer de maximale drukstijgsnelheid ( $dp/dt_{\max}$ ) van een poeder bepaald wordt in een standaard 1 kubieke meter vat volgens de geijkte testprocedures, kan deze waarde gelijk worden gesteld aan de zogenaamde stofexplosieconstante ' $K_{st}$ '. Deze maximale drukstijgsnelheid of de  $K_{st}$ -waarde is een indicatie voor de hevigheid van de explosie en bepaalt eveneens de snelheid waarmee dient ingegrepen te worden om de explosie nog vroegtijdig te kunnen afvoeren (explosiedrukontlasting) of te kunnen blussen (explosieonderdrukking). Met behulp van deze stofexplosieconstante kunnen stoffen ingedeeld worden in 4 stofexplosieklassen als aangegeven in tabel I.

| Stofklasse | Stofexplosieconstante<br>$K_{st}$ in bar.m/s | Voorbeelden   |
|------------|--|---|
| St 0       | $K_{st} = 0$                                 | Cement, krijt, zand, as, aerosil, zouten  |
| St 1       | $0 < K_{st} \leq 200$                        | Meel, moutstof, veel maïszetmelen, suikerstof, veel houtstofsoorten, zwavelstof, steenkoolstof, PVC stof, carbon black  |
| St 2       | $201 < K_{st} \leq 300$                      | Een enkele maïszetmeelsoort, beukenhoutstof, epoxyde harsstof, methylcellulosestof, paraformaldehydestof, sommige pigmenten, sommige poederaroma's en vitaminen |
| St 3       | $K_{st} > 301$                               | Aluminiumstof, magnesiumstof, rode fosfor, Anthrachinon   |

Tabel I: Indeling van stofexplosiegevaarlijke stoffen

In analogie met de  $K_{st}$ -waarde bestaat, voor gas, de  $K_g$ -waarde. Deze wordt echter veel minder gebruikt. De snelheid van een gasexplosie wordt vaak gemeten als de vlamsnelheid, die uiteraard direct samenhangt met  $K_g$ .

## Stoflagen

Stoflagen kunnen niet exploderen: explosie kan alleen bij een stofwolk. Maar een stoflaag kan wel gemakkelijk worden opgeweerd tot een stofwolk en vormt dus een 'potentiële' stofwolk. Daarom is het van belang ook het gedrag van een stoflaag te kennen. Hiervoor bestaan twee getallen.

De glimtemperatuur of minimale ontstekings temperatuur van een stoflaag ( $T_{glim}$ ) is de laagste temperatuur van een verhit vrijliggend oppervlak, waarbij een hierop liggend stoflaagje van bepaalde dikte (standaarddikte 5 mm) tot ontbranding komt. Een glimbrand kan zich uitbreiden tot een zachtjes gloeien maar ook tot volle brand met vlammen. In beide gevallen kan een glimbrand fungeren als directe ontstekingsbron voor een explosie.

Het brandgetal (**BZ**) van een poeder wordt gedefinieerd naar het waargenomen brandgedrag van een stoflaag en geeft een indruk van het gemak en de snelheid waarmee een ontstoken stoflaag zich als stofbrand of glimbrand uitbreidt.

| Waargenomen gedrag   | Brandgetal |
|--|------------|
| stof ontsteekt niet  | BZ 1       |
| stof ontsteekt doch dooft snel   | BZ 2       |
| stof ontsteekt en gloeit ('glimmen') plaatselijk doch breidt zich niet uit | BZ 3       |
| uitbreiding van gloeien ('glimbrand')                                      | BZ 4       |
| uitbreiding van open brand met vlammen                                     | BZ 5       |
| explosieve verbranding en uitbreiding                                      | BZ 6       |

## 3. PREVENTIE

### 3.1. MENGSELS

De beste manier om explosies te voorkomen is het voorkomen van explosiegevaarlijke mengsels. Enkele zaken die daarbij van belang zijn:

- Keuze van producten (is het nodig om een explosief gas of stof te gebruiken, is er geen veiliger alternatief?);
- Goed dicht maken van apparatuur (om lekkage te voorkomen), daarmee samenhangend:
  - Regelmatige inspectie en onderhoud;
  - Ook het handhaven van een lichte onderdruk in apparatuur kan, vooral bij stof, lekkage naar buiten voorkomen;
  - Bij regelmatige, kleine gaslekkages is een goede ventilatie van belang;
  - Bij stoflekkages helpt ventilatie niet en moet regelmatig schoongemaakt (stofzuigen) worden.

Ondanks dat zijn explosiegevaarlijke mengsels toch niet altijd met zekerheid te vermijden. Denk aan apparatuur waarin procesmatig gevaarlijke concentraties aanwezig moeten zijn en het bijna onvermijdelijke risico dat pakkingen kunnen gaan lekken.

Het is daarom gebruikelijk procesruimten in te delen in zogenaamde gevaarlijke zones. Voor meer details betreffende zonering wordt ook verwezen naar de Nederlandse Praktijk Richtlijn **NPR 7910** (wordt ook buiten Nederland veel gebruikt). Deel 1 behandelt zonering voor gas, deel 2 die voor stof. Hier zullen alleen de principes kort worden weergegeven.

#### Zone 0

In een zone 0 zal vaak een explosiegevaarlijk gasmengsel aanwezig zijn. Een zone 0 zal normaal alleen aanwezig zijn binnen in bepaalde procesapparatuur. Opmerking: in een gasleiding is geen sprake van een zone 0. Hier is immers alleen gas aanwezig, zonder lucht, dus geen gevaarlijk mengsel.

## Zone 1

In een zone 1 is regelmatig sprake van een explosief gasmengsel. Denk hierbij aan, bijvoorbeeld, de ruimte rond inspectieluiken die regelmatig opengaan.

## Zone 2

In een zone 2 is zelden sprake van een explosief gasmengsel, maar het kan niet helemaal worden uitgesloten (anders is sprake van zogenaamd niet-gezoneerd gebied). Een voorbeeld kan zijn de ruimte direct rond een pakking die zou kunnen gaan lekken.

Het zal duidelijk zijn dat de aard en omvang van de zone afhangt van verschillende grootheden:

- De sterkte van de bron (lekt veel of weinig gas);
- Binnen of buiten (binnen zal gelekt gas zich gaan ophopen);
- De ventilatie die eventueel aanwezig is.

In analogie met gas bestaan voor stof de **zones 20, 21 en 22**. De definities zijn min of meer analoog, met dien verstande dat ook rekening gehouden moet worden met stoflagen die immers opgewerveld kunnen worden:

- Als er vrijwel continu stoflagen zijn, is er sprake van een zone 21;
- Als er regelmatig stoflagen zijn, is er sprake van zone 22.

Bij stofzoning is ventilatie niet van belang, wel de mate waarin gereinigd wordt.

De uitvoering van gas- en stofzoning is behoorlijk verschillend. Bij gas moeten diverse berekeningen gemaakt worden (wat is de bronsterkte, hoe groot is het ventilatievoud) terwijl stofzoning ook vooral visueel gebeurt: 'het is hier tamelijk stoffig, dus zone 22'.

De indeling in gas- of stofzones bepaalt of, en welke, maatregelen genomen moeten worden om ontstekingsbronnen te voorkomen.

## 3.2. ONTSTEKINGSBRONNEN

Het is niet mogelijk in dit kader alle mogelijke ontstekingsbronnen te bespreken, enkele belangrijke zullen er worden uitgelicht.

### 3.2.1. Elektrische apparatuur

Het is, vooral in de petrochemie, al heel lang gebruikelijk, indien er sprake is van een gevaarlijke zone, zogenaamde Ex-apparatuur toe te passen. Bekende voorbeelden zijn de Eexd-apparatuur, Eexe, Eexi, Eexp, enzovoort.



*Niet-explosievelig elektrisch apparaat*

Volgens de ATEX-wetgeving moet apparatuur worden ingedeeld in categorieën. Afhankelijk van de zone mag dan bepaalde apparatuur worden gebruikt.

*Opmerking: deze indeling in categorieën geldt niet alleen voor elektrische, maar ook voor mechanische apparatuur*

| Product: gas/damp | Product: stof | Graad van het risico   | Vereiste categorie van het apparaat |
|-------------------|---------------|--|-------------------------------------|
| Zone 0            | Zone 20       | Waar continu, voor lange tijd of vaak een explosieve omgeving voorkomt                                 | <b>Categorie 1</b>                  |
| Zone 1            | Zone 21       | Waar een explosieve omgeving waarschijnlijk voorkomt   | <b>Categorie 2</b>                  |
| Zone 2            | Zone 22       | Waar een explosieve omgeving waarschijnlijk niet voorkomt, en zo ja, slechts zelden en voor korte tijd | <b>Categorie 3</b>                  |

Tabel II: indeling in gevare zones

Voor elektrische apparatuur in gasexplosiegevaarlijke omgeving bestaat deze benadering al jaren. In het kader van ATEX zijn dan ook vooral de bestaande normen omgezet naar nieuwe, Europese normen, zonder dat er inhoudelijk veel gewijzigd is.

| Norm      | Beschermingswijze             | Code         |
|-----------|-------------------------------|--------------|
| EN 50 014 | Algemene regels               |              |
| EN 50 015 | Onderdompeling in olie        | <b>o</b>     |
| EN 50 016 | Overdruk                      | <b>p</b>     |
| EN 50 017 | Poedervormige vulling         | <b>q</b>     |
| EN 50 018 | Ontploffingsvaste behuizing   | <b>d</b>     |
| EN 50 019 | Verhoogde veiligheid          | <b>e</b>     |
| EN 50 020 | Intrinsiek veilige apparaten  | <b>i</b>     |
| EN 50 039 | Intrinsiek veilige systemen   | <b>i sys</b> |
| EN 50 021 | Niet vonkend materiaal Cat 3G | <b>n</b>     |
| EN 50 028 | Ingegoten materiaal           | <b>m</b>     |
| EN 50 284 | Categorie 1G                  |              |

Tabel III: 'Gas-Ex'-elektrische apparaten: constructie en test

Voor stof is dit nog tamelijk nieuw. Analoog aan de situatie voor 'Gas-Ex' tracht men nu ook normen op te stellen voor 'Stof-Ex'-apparatuur. Voor het merendeel zijn dit op het moment nog geen EN-normen, maar IEC-normen, die in de komende jaren omgewerkt zullen worden naar EN-normen.

| IEC oud   | IEC nieuw           | Benaming                  | Code      |
|-----------|---------------------|---------------------------|-----------|
| 61241-1-1 | 61241-0             | Algemene regels           |           |
| 61241-1-1 | 61241-1             | Bescherming door omhulsel | <b>tD</b> |
|           | <i>EN 50281-1-1</i> |                           |           |
| 61241-4   | 61241-2             | Overdruk                  | <b>pD</b> |
|           | 61241-11            | Intrinsieke veiligheid    | <b>iD</b> |
|           | 61241-18            | Ingieten                  | <b>mD</b> |

Tabel IV: 'Stof-Ex'-elektrische apparaten: constructie en test



Ook in het verleden, toen er nog geen 'Stof-Ex' bestond, werd uiteraard wel apparatuur toegepast in stoffige omgeving. De beveiliging bestond toen meestal uit, wat nu genoemd wordt 'Bescherming door omhulsel'. Daarbij zijn vooral de juiste IP-graad en de juiste temperatuursklasse van het betreffende systeem of apparaat van belang:

- De juiste IP-graad (in de praktijk meestal IP 54 of IP 65) betekent dat het apparaat nagenoeg, of zelfs geheel, stofdicht is. Doordat er geen stof in het apparaat kan komen kunnen eventuele vonken in het inwendige geen stofexplosie veroorzaken.
- De temperatuursklasse betekent dat de temperatuur van die delen van het betreffende apparaat die voor een explosieve atmosfeer bereikbaar zijn, nooit boven een bepaalde waarde kan komen. Op deze wijze wordt voorkomen dat het hete oppervlak als ontstekingsbron kan gaan functioneren. Belangrijk: de temperatuursbegrenzing dient, afhankelijk van de categorie, niet alleen te gelden tijdens normaal bedrijf, maar ook bij foutsituaties. In de praktijk betekent dit vaak dat er een temperatuursbewaking aanwezig is die, bij een te hoge temperatuur, het betreffende apparaat uitschakelt.

Tabel V geeft de indeling in **temperatuursklassen**, tabel VI geeft een overzicht van de **beschermingsgraden (IPXX code)**.

| T-klasse | Temperatuur | Eerste cijfer: objecten en stof | Tweede cijfer: water          |
|----------|-------------|---------------------------------|-------------------------------|
| T1       | 450 °C      | 0 geen bescherming              | 0 geen bescherming            |
| T2       | 300 °C      | 1 object > 50 mm                | 1 druiwater, verticaal        |
| T3       | 200 °C      | 2 objecten > 12 mm              | 2 druiwater, 75-90°           |
| T4       | 135 °C      | 3 objecten > 2,5 mm             | 3 watersproei                 |
| T5       | 100 °C      | 4 objecten > 1 mm               | 4 waterlans (regen)           |
| T6       | 85 °C       | 5 schadelijk indringen van stof | 5 waterhoos                   |
|          |             | 6 volledig stofdicht            | 6 zoals aan dek van zeeschip  |
|          |             |                                 | 7 effecten van onderdompeling |
|          |             |                                 | 8 welbepaalde onderdompeling  |

▲ Tabel V: Temperatuursklasse

Tabel VI: Beschermingsgraad (IP-code) ▶

### 3.2.2. Mechanische apparatuur

Helemaal nieuw, in ATEX, is de eis dat aan mechanische apparatuur nu vergelijkbare eisen gesteld worden als aan elektrische apparatuur. Ook deze moet, afhankelijk van de zone waarin ze wordt toegepast, gecertificeerd zijn voor een bepaalde categorie (zie ook tabel II). Denk hierbij aan apparatuur zoals bijvoorbeeld aandrijvingen en pompen. Tabel VII geeft een overzicht van de diverse normen (een aantal zijn nog in de ontwerpfase).

| EN 13463 | Beschermingswijze                 | Codes     |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| 1        | Algemene regels en vereisten      |           |
| 2        | Beperkt ademende behuizing        | <b>fr</b> |
| 3        | Ontploffingsvaste behuizing       | <b>d</b>  |
| 4        | Inherent veilig                   | <b>i</b>  |
| 5        | Veilig door constructie           | <b>c</b>  |
| 6        | Beheersing van ontstekingsbronnen | <b>b</b>  |
| 7        | Bescherming door overdruk         | <b>p</b>  |
| 8        | Bescherming door onderdompeling   | <b>k</b>  |

Tabel VII: 'Ex'-mechanische apparaten: constructie en test



Ook een IP 65-schakelkast is niet stofdicht met een open deur!



Mechanische vonkvorming

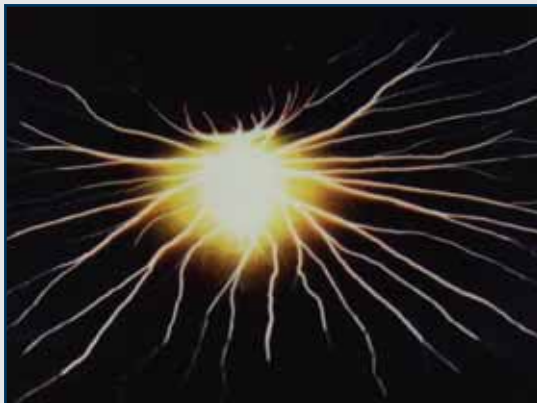
Daarnaast zal het, vooral voor mechanische apparatuur, ook vaak nodig zijn te beoordelen in hoeverre bewegende delen in een proces (een roerwerk, maar ook bijvoorbeeld een maalinstallatie) potentiële ontstekingsbronnen zijn. Aangeraden wordt, zo nodig, contact op te nemen met een specialist. Uiteraard kunnen ook mechanische ontstekingsbronnen gevormd worden bij mechanische werkzaamheden, zoals boren of slijpen. Hier is het vooral zaak eventuele risico's te reduceren met behulp van de juiste procedures.

### 3.2.3. Statische elektriciteit

Statische elektriciteit is vaak het gevolg van wrijving: denk bijvoorbeeld aan pneumatisch transport van (niet geleidende) poeders door een metalen leiding. Maar ook het snel afwikkelen van plastic folie, of het snel legen van een plastic zak, kan een grote oplading veroorzaken.

Is er eenmaal sprake van oplading, dan kan ontlading volgen. De energie waarmee dit gepaard gaat kan een explosie veroorzaken. Er bestaan verschillende soorten elektrostatische ontladingen, met een sterk verschillende energie-inhoud:

1. **Bliksemontlading:** van een opgeladen wolk naar de aarde. Deze heeft een zeer grote energie-inhoud. Als er sprake is van een explosieve atmosfeer, kan deze zeker ontstoken worden. Preventie: goede bliksemafleider.
2. **Vonkontlading.** Deze ontstaat als twee geleidende voorwerpen, waarvan er één sterk is opgeladen, dicht bij elkaar komen. De energie is sterk afhankelijk van de grootte van het voorwerp: een opgeladen tankwagen die ontladst kan een forse vonk veroorzaken en is gevaarlijk voor de meeste gassen en stoffen. Een opgeladen paperclip die ontladst is nauwelijks gevaarlijk te noemen. Preventie: zorg dat alle geleiders goed doorverbonden zijn (bijvoorbeeld: aardingskabels over flenzen).
3. **Borstelontlading.** Deze ontstaat als bijvoorbeeld een opgeladen plastic folie (of kleding) ontladst. Dit gaat gepaard met enig knetteren. Is wel gevaarlijk voor de meeste gassen, niet voor de meeste stoffen. Preventie: vermijd het gebruik van niet geleidende folies.
4. **Glijontladingen.** Dit zijn zeer gevaarlijke ontladingen, met een energie-inhoud van  $> 1000$  mJ. Deze doen zich vooral voor bij pneumatisch transport door niet geleidende slangen. De enige goede oplossing hiertegen is antistatische slangen gebruiken. Opmerking: een slang met daarin een metalen spiraal, ook al is deze geaard, is meestal niet antistatisch.
5. **Corona-ontladingen.** Deze doen zich voor rondom zeer hoog opgeladen metalen punten. Hebben een zeer lage energie-inhoud en zijn daarom meestal niet gevaarlijk.
6. **Stortkegelontlading.** Deze kan zich voordoen als een zeer slecht geleidend poeder pneumatisch naar een silo geblazen wordt. Het is een soort ontlading van het opgeladen poeder naar de silowand. Deze kan soms gevaarlijk zijn. Preventie: geen pneumatisch transport, of een kleinere silodiameter.



Opname van een glijontlading (courtesy of Ciba Geigy AG, Basel)

### 3.2.4. Overige ontstekingsbronnen

Behalve de eerder genoemde ontstekingsbronnen, zijn er nog vele andere. Denk bijvoorbeeld aan:

- Vuur of hete oppervlakken door lassen, slijpen en dergelijke. Te voorkomen door een goede opleiding en vergunningsbeleid;
- Productafzettingen die beginnen te smeulen of te broeien. Dit is vaak het gevolg van onzuiverheden in het product of een te langdurige opslag;
- Vonken of hete oppervlakken ontstaan door het aanlopen van apparatuur;
- Zwerfstromen, als gevolg van lassen in de buurt;
- Plotselinge compressie van een explosief mengsel (dieselmotoreffect).

Vooraf bij stofexplosierisico's is het vaak heel moeilijk om alle ontstekingsbronnen met voldoende zekerheid te voorkomen. Denk bijvoorbeeld aan het malen van graan. Daarbij wordt fijn poeder gemaakt. Als er met het graan een stukje steen of metaal in de molen komt, ontstaat een regen van vonken en mogelijk hete oppervlakken. Dit risico is wel te verkleinen (door het voor de molen plaatsen van ontsteners en magneetafscheiders) maar niet geheel te voorkomen.

Als blijkt dat er toch sprake is van een onaanvaardbaar risico zijn maatregelen nodig die de gevolgen van een explosie beperken.

## 4. BEPERKENDE MAATREGELLEN

Belangrijke opmerking vooraf: deze 'gevolgen beperkende maatregelen' mogen nooit in de plaats komen van de preventieve maatregelen. Men zal altijd eerst moeten trachten om een explosie te voorkomen, door het vermijden van explosiegevaarlijke mengsels of ontstekingsbronnen. Alleen als dat (door de procesomstandigheden) niet met voldoende zekerheid kan gebeuren, dienen aanvullende maatregelen genomen te worden.

De beperkende maatregelen kunnen in 2 groepen worden ingedeeld:

1. Maatregelen om te voorkomen dat een explosie, via bijvoorbeeld leidingen, doorloopt naar andere aangesloten apparatuur. Dit zijn de zogenaamde ontkoppelende maatregelen.
2. Maatregelen om, bij een explosie in een bepaald volume, te voorkomen dat dit apparaat bezwijkt. Deze maatregelen kunnen, naar gelang de gekozen beveiligingstechniek, weer worden onderverdeeld in:
  - Explosievaste bouwwijze
  - Explosiedrukontlasting
  - Explosieonderdrukking

De verschillende technieken zullen hier vervolgens worden behandeld. Bij iedere techniek, en de mogelijk te gebruiken elementen, zullen steeds de diverse toepassingsmogelijkheden en beperkingen kort worden vermeld.

### 4.1. ONTKOPPELING

#### 4.1.1. Noodzaak

Nog te vaak bestaat het misverstand dat, als de diverse apparatuur maar wordt beveiligd tegen een explosie, bijvoorbeeld door explosiedrukontlasting, geen ontkoppelende maatregelen nodig zijn.

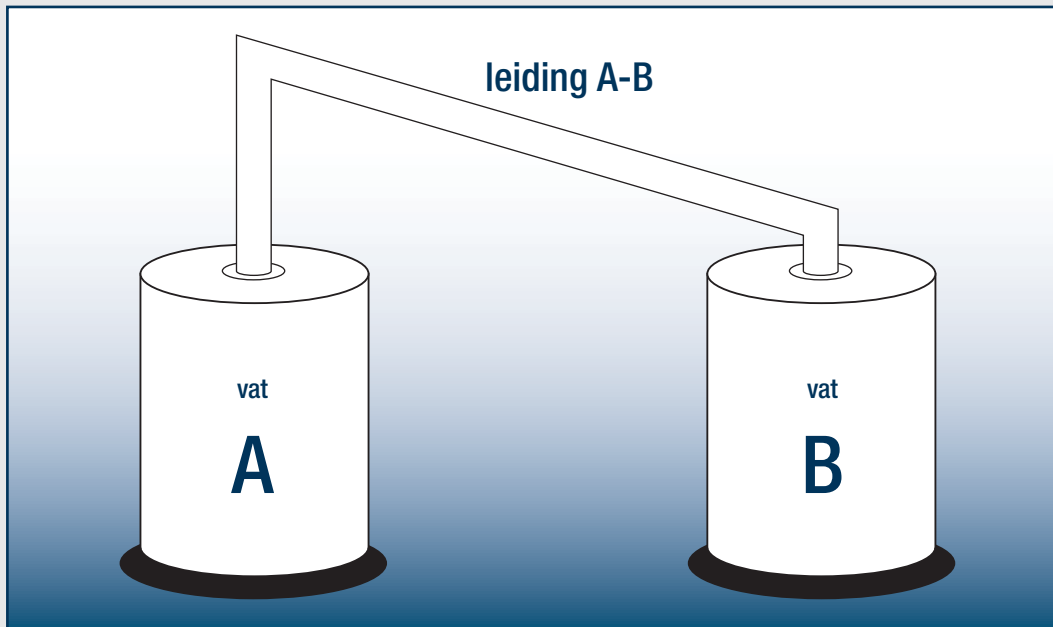
Een explosie is een dynamisch fenomeen, dat gepaard gaat met een zeer snelle drukopbouw. Dit betekent dat, zelfs als een opening wordt gecreëerd (= explosiedrukontlasting) er toch een aanzienlijke rest overdruk resteert, die de neiging heeft zich in alle richtingen voort te planten. Bij drukontlaste explosies ontstaat dus niet alleen een steekvlam op de ontlastopening, maar zal in de meeste gevallen eveneens een steekvlam gaan lopen door alle aangesloten leidingen.

Een tweede misverstand is dat een explosie meestal niet tegen de luchtstroom in zal lopen. In bijvoorbeeld afzuigleidingen kunnen vaak gemakkelijk luchtsnelheden van 20 m/s worden bereikt. De vlamsnelheid van een gas- of stofexplosie bedraagt meestal slechts enkele meters per seconde. Dit kan gemakkelijk tot de (foutieve) conclusie leiden dat een explosie in een filter niet zal terug lopen in een afzuigleiding. Bedacht moet namelijk worden dat een explosie, zelfs bij drukontlasting, leidt tot een aanzienlijke overdruk in het filter. Het gevolg is dat de lucht niet meer naar het filter wordt gezogen, maar dat de lucht wordt teruggeblazen. De steekvlam van de explosie behoeft dus niet 'tegen de stroom in te zwemmen' maar gaat eenvoudig met de luchtstroom mee.

Ook wordt wel gesteld dat er geen, of nauwelijks, kans op explosiepropagatie bestaat als in de aangesloten leidingen de brandstofconcentratie voldoende laag is. Ook dit is niet juist. Als gevolg van een explosie in een vat wordt een brandstof-luchtmengsel in de aangesloten leidingen geblazen, nog voor de steekvlam aangekomen is. Ook eventuele stofafzettingen in de leidingen kunnen gemakkelijk door de explosie worden opgewerveld.

Tenslotte wordt nog wel als volgt geredeneerd:

Ontkoppeling is vaak een dure maatregel. De kans op een explosie is veelal klein. Als nu alle apparatuur beveiligd is tegen de gevolgen van een explosie, is ontkoppeling niet nodig. Immers: de voortplanting van een explosie naar andere apparatuur is nu aanvaardbaar, want deze apparaten zijn ook beveiligd. Ook dit is een onjuiste redenering. Het probleem is dat een explosie, bij het doorslaan van het ene vat naar het andere, de neiging heeft steeds feller te worden. Dit is schematisch weergegeven in de volgende tekening.



**Verklaring:**

- Bij een explosie in **vat A** zal in **vat A** de druk beginnen te stijgen.
- Doordat de snelheid waarmee een overdruk zich uitbreidt (= geluidssnelheid = 340 m/s) veel hoger ligt dan de vlamsnelheid, zal ook in **vat B** de druk beginnen te stijgen, ver voordat de vlam daar is aangekomen.
- Na verloop van tijd bereikt de vlam vanuit **A** de verbindende leiding.
- Een vlam in een leiding heeft de neiging te gaan versnellen.
- Op het moment dat de vlam **vat B** bereikt is de snelheid van de vlam dus sterk toegenomen. Bovendien heerst in **vat B** reeds een aanzienlijke overdruk.
- Gevolg: een zeer heftige explosie in **vat B**, waarbij zowel de snelheid van de explosie als de maximale explosiedruk (veel) hoger ligt dan in **vat A**.

In het algemeen is daarom explosieontkoppeling altijd vereist. **Uitzonderingen** op deze regel zijn:

- Als de verbindende leiding naar een veilige omgeving leidt. Bijvoorbeeld de luchtinlaat van een maalinstallatie, waarbij de lucht van buiten, op een veilige plaats, wordt aangezogen;
- Als de verbindende leiding dusdanig klein is dat, als gevolg van afkoeling, geen vlamversnelling valt te verwachten. Bijvoorbeeld: meetleidingen van enkele millimeters doorsnede zullen in veel gevallen een stofexplosie stoppen, en zeker geen grote vlamversnellingen veroorzaken;
- Als op regelmatige afstanden de leiding wordt voorzien van explosiedrukontlasting, waardoor geen grote overdrukken en vlamversnellingen meer optreden;
- Als, bij het ontwerp van de beveiliging op het tweede vat, de mogelijk optredende versnelling van de explosie in rekening wordt gebracht.

#### 4.1.2. Passieve systemen

Passieve systemen zijn systemen die autonoom werken: er is geen externe detectie en sturing nodig.

##### Vlamdover

Vlamdoovers worden zeer veel toegepast om propagatie van gasexplosies te voorkomen. Een vlamdover is in feite een zeer fijnmazig rooster. De doorlaten in het rooster zijn dusdanig klein dat de vlam, als gevolg van afkoeling aan de wand, zal doven.

Vlamdoovers kunnen, uiteraard, alleen worden toegepast bij 'schone' lucht. Als er stof of druppeltjes aanwezig zijn zal de vlamdover snel vervuilen en verstopt raken.

##### Draaisluis

Draaisluizen worden veel toegepast in poedertransportsystemen. Indien een draaisluis explosiedoorslagvast is uitgevoerd kan deze tevens dienen als ontkoppeling voor een explosie.

##### Pendelkleppen

Voor situaties waar een draaisluis niet mogelijk is, bijvoorbeeld kleverig product of onvoldoende plaats, worden soms twee schuifafsluiters boven elkaar toegepast. De schuiven gaan daarbij beurtelings open, om het product te kunnen transporteren. Van belang is uiteraard wel dat de tweede klep altijd pas open gaat op het moment dat de eerste klep weer volledig gesloten is.

##### Schroef

Als een schroef, tijdens transport van product, geheel gevuld is met product, kan een explosie niet doorslaan. Echter: indien de schroef wordt leeggedraaid, of als er boven de schroef een lege ruimte is, is doorslag wel mogelijk. Schroeven kunnen speciaal worden aangepast om doorslag te voorkomen.

##### Explosieslot

Explosiesloten worden vooral vaak toegepast op de inlaat van (stof)filters. In een explosieslot wordt de richting van de luchtstroming 180° omgekeerd. De bovenzijde van het slot is afgesloten met een element dat gemakkelijk kan openen. Hierdoor zal de steekvlam van de explosie door de gevormde opening naar buiten treden, eerder dan een bocht van 180° te maken en de verdere leiding te volgen.

##### Ventex-ventiel

De werking van een Ventex-ventiel is enigszins te vergelijken met een terugslagklep. In de leiding bevindt zich een afgeplat, bolvormig lichaam, verend op een as. In geval van een explosie wordt dit lichaam, door de combinatie van drukgolf en toegenomen lichtsnelheid, in de richting van de explosie geduwd en wordt de leiding afgesloten. Ventex-ventielen worden vooral toegepast in relatief schone luchtleidingen, bijvoorbeeld op de schone luchtuitlaat van een filter of op de luchtaanzuig van een molen.



*Ventex-terugslagventiel*

### 4.1.3. Actieve systemen

Bij actieve systemen wordt de explosie gedetecteerd, op basis van druk of optisch. Vervolgens wordt, door een bijbehorende besturingseenheid, de barrière geactiveerd.

#### Detectie

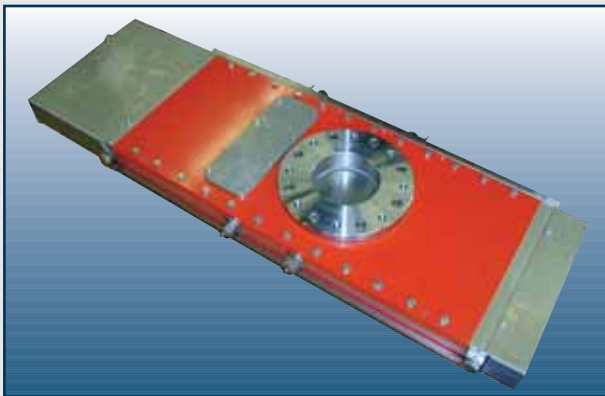
Er is nogal wat discussie gaande over de meest geschikte detectietechniek.

- Drukdetectie is relatief ongevoelig voor vervuiling. Het nadeel van drukdetectie is echter dat, bij een zeer mild verlopende explosie, pas heel laat wordt gedetecteerd. Mogelijk is dan de steekvlam van de explosie de barrière al gepasseerd.
- Optische detectie heeft dit nadeel niet. Optische detectie wordt meestal op de leiding zelf geplaatst. Hiermee is men zeker dat, ook bij een milde explosie, deze wordt gedetecteerd op het moment dat de detector wordt gepasseerd. Een nadeel van optische detectoren is wel dat deze relatief makkelijk kunnen vervuilen. Er bestaan detectoren die zelfs nog door enkele millimeters product door kunnen kijken, mits het product niet te sterk lichtabsorberend is (geen zwart product). Eventueel kan de detector door middel van luchtspoeling schoon worden gehouden.

#### Afsluiters

Om de explosie te stoppen kan een snelwerkende afsluiter worden toegepast. Klassiek zijn de bekende snelsluitschuiven, met een sluitijd van meestal onder de 50 ms. Daarnaast bestaan tegenwoordig ook allerlei andere snelwerkende afsluiters, zoals snelle bolkranen of vlinderkleppen.

De belangrijkste toepassing is op pneumatisch transportleidingen of op afzuigsystemen met een relatief hoge stofbelading.



*Snelsluitschuif*

#### Blusmiddelbarrière

Een alternatief op de afsluiter is de zogenaamde blusmiddelbarrière. Daarbij wordt plaatselijk in de leiding een grote hoeveelheid blusmiddel ingeblazen (meestal bluspoeder). Een dergelijke blusmiddelbarrière houdt wel de steekvlam van de explosie tegen, maar niet de druk.

Blusmiddelbarrières worden vaak toegepast in combinatie met explosieonderdrukking. Echter ook voor leidingen met grote diameters vormen ze vaak een (goedkoper) alternatief voor de snelsluitende afsluiters.

Blusmiddelbarrières mogen in het algemeen niet worden toegepast in combinatie met explosievaste bouwwijze.

### 4.1.4. Dimensionering

Van groot belang, vooral voor de actieve systemen, is de juiste plaatsing: wat is de benodigde afstand tussen detector en barrière, om zeker te zijn dat de barrière tijdig actief is, zonder anderzijds het risico te lopen op dusdanige vlamversnellingen dat detonaties kunnen optreden.

Meestal wordt deze afstand gekozen op basis van testervaringen. Een probleem hierbij kan echter zijn dat bij de testen meestal sprake is van een heftige explosie, terwijl in de praktijk ook veel milde explosies kunnen voorkomen. Vooral indien drukdetectie wordt toegepast kan dan soms pas heel laat worden gedetecteerd.

Anderzijds is het ook mogelijk de juiste plaats te bepalen door de mogelijke vlamversnellingen in de leidingen te berekenen en deze te combineren met de vertraagting van het systeem. Hiervoor is uiteraard de nodige kennis en ervaring nodig.

## 4.2. EXPLOSIEVASTE BOUWWIJZE

Het principe van explosievaste bouwwijze is eenvoudig: de te beveiligen installatie wordt eenvoudig ontworpen op de maximaal te verwachten explosiedruk (in de praktijk meestal op 10 bar).

Echter ook lagere ontwerpdrukken komen voor: indien explosiedrukontlasting of -onderdrukking wordt toegepast, moet de apparatuur nog steeds in staat zijn de te verwachten gereduceerde explosiedruk te weerstaan. In de praktijk wordt onderscheid gemaakt tussen explosiedrukvaste bouwwijze en explosiedrukstootvaste bouwwijze. Dit heeft te maken met het wel of niet toelaten van eventuele blijvende vervormingen.

## 4.3. EXPLOSIEDRUKONTLASTING

Dit is verreweg de meest gebruikte techniek, vooral bij stofexplosies, om de gevolgen van een explosie te beperken.

Hierbij wordt het te beveiligen apparaat voorzien van één of meer zwakke elementen (breekplaten, of eventueel scharnierende explosieluiken), die bij een lage druk openen. Op deze manier blijft de druk in het te beveiligen apparaat beperkt. Enkele kanttekeningen:

- Bij drukontlasting wordt de explosie niet gedoofd, de effecten worden alleen naar buiten verplaatst. Voor de ontlastopening moet dus rekening gehouden worden met grote steekvlammen en drukgolven. Ontlasten mag dus alleen in een veilige richting, en nooit binnen in een gebouw;
- Er bestaan alle mogelijke soorten ontlastelementen, zoals breekplaten en explosieluiken, en ook systemen met geïntegreerde vlamdoover die onder omstandigheden wel binnen mogen worden gebruikt. Alle hebben hun voor- en nadelen;
- Er zijn Europese normen in de maak om het benodigde oppervlak voor een concrete situatie te berekenen. Voor stof sluit deze nauw aan bij de (tot nu toe meestal gebruikte) Duitse **VDI 3673**.



Explosiedrukontlastingstest in een 250 m<sup>3</sup> vat (Zwitserland)



Explosieonderdrukking

## 4.4. ONDERDRUKKING

Bij explosieonderdrukking wordt de explosie in een zeer vroeg stadium gedetecteerd en vervolgens wordt, heel snel, een blusmiddel ingeblazen. Voor wat betreft de keuze van detectoren kan hetzelfde opgemerkt worden als bij de actieve isolatiesystemen.

Als blusmiddel werd vroeger meestal halon gebruikt. Tegenwoordig worden in de meeste gevallen bluspoeders gebruikt. Echter in sommige gevallen wordt ook wel water of stoom toegepast.

Onderdrukking heeft, ten opzichte van drukontlasting, als voordeel dat dit ook midden in een gebouw kan worden toegepast, omdat er geen effecten meer naar buiten zijn. Daarnaast wordt tegenwoordig ook vaak voor onderdrukking gekozen omdat er dan meestal geen nabrand is: er is niet of nauwelijks schade aan de installatie, waardoor deze al heel snel weer kan worden opgestart.

## 5. ATEX-RICHTLIJNEN

Er zijn twee ATEX-richtlijnen, met een heel verschillende achtergrond en een heel verschillende doelgroep. Beide zullen apart worden besproken.

### 5.1. RICHTLIJN 94/9/EG: ATEX 95

Deze richtlijn komt voort uit de wens zoveel mogelijk handelsbelemmeringen weg te nemen in Europa. In het verleden was het namelijk vaak zo dat bijvoorbeeld Ex-apparatuur, die in een bepaald land gecertificeerd was, in een ander land niet aanvaard werd. ATEX 95 dient om dit tegen te gaan: apparatuur die in één Europees land gecertificeerd is overeenkomstig ATEX 95, moet in alle andere landen worden aanvaard.

De richtlijn is dus ook in de eerste plaats bedoeld voor fabrikanten van apparatuur die deze op de markt willen brengen.

De richtlijn maakt onderscheid tussen apparatuur die bedoeld is voor opstelling in een explosiegevaarlijke omgeving en beveiligingssystemen.

De apparatuur omvat de oude 'Ex'-elektrische apparatuur, maar nu nadrukkelijk ook de mechanische apparatuur. Zoals in 3.2.1 is aangegeven is apparatuur onderverdeeld in categorieën. Afhankelijk van de categorie worden zwaardere eisen gesteld.

- **Categorie 1** is de zwaarste klasse. Apparatuur van deze categorie mag in omgevingen worden geplaatst waar min of meer continu sprake is van een explosiegevaarlijk mengsel: zone 0 of 20 (uiteraard mag het ook in de andere zones worden toegepast). Ontstekingsbronnen moeten hier daarom zelfs in extreme foutsituaties worden voorkomen. Categorie 1 apparatuur moet gekeurd worden door speciaal daarvoor erkende instituten (zogenaamde **Notified Bodies**).
- **Categorie 2** is bedoeld voor zone 1 of 21. Hier zijn de eisen iets minder zwaar. Bij elektrische apparatuur moet nog steeds een keuring door een Notified Body gebeuren, bij mechanische mag de fabrikant de keuring zelf uitvoeren, maar moet hij het betreffende dossier wel deponeren bij een Notified Body.
- **Categorie 3** is bedoeld voor de lichtste zone: 2 of 22. Hier is het voldoende als aangetoond kan worden dat ontstekingsbronnen tijdens normaal gebruik niet voorkomen. De fabrikant mag hier zelf keuren, zonder Notified Body.

Onder beveiligingssystemen worden verstaan de diverse systemen zoals die in het vorige hoofdstuk besproken zijn (vlamdovers, snelle kleppen, breekplaten, explosieonderdrukking). Ook deze apparatuur moet, als deze op de markt gebracht wordt, gekeurd worden, waarbij vooral gelet wordt op de goede werking om de explosie te stoppen of (bijvoorbeeld) te ontlasten en de betrouwbaarheid. Ook hiervoor zijn in ATEX 95 basisregels gegeven, die momenteel worden uitgewerkt in diverse nieuwe normen.

### 5.2. RICHTLIJN 1999/92/EG: ATEX 137

#### 5.2.1. *Achtergrond*

De richtlijn 1999/92/EG, beter bekend als ATEX 137, heeft als ondertitel:

Minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen.

Het is dus een zogenaamde minimale richtlijn. Dat wil zeggen dat alle Europese lidstaten, bij het omzetten van deze richtlijn naar nationale wetgeving, de regels wel mogen aanscherpen, maar niet afzwakken.

#### 5.2.2. *Doelgroep*

Boven afdeling II (na de 'algemene bepalingen' in I en de 'diverse bepalingen' in III), feitelijk de kern van de richtlijn, staat: verplichtingen van de werkgever. De richtlijn richt zich dus niet tot fabrikanten of leveranciers van apparatuur, maar tot werkgevers.



### 5.2.3. Inhoud

Wat deze verplichtingen van de werkgever inhouden, staat verwoord in artikel 5:

Wanneer in een werkomgeving explosieve atmosferen van een zodanige concentratie kunnen voorkomen dat de gezondheid en veiligheid van werknemers of van anderen in gevaar komen, (moet de werkgever ervoor zorgen dat de) werkomgeving zodanig wordt ingericht dat veilig kan worden gewerkt (en moet hij zorgen voor) passend toezicht.

### 5.2.4. Explosieveiligheidsdocument

Het voorgaande is niet echt nieuw: de werkgever was altijd al verplicht zijn werknemers te beschermen tegen risico's. Nieuw is dat ATEX 137 eist dat een en ander wordt vastgelegd in een zgn. explosieveiligheidsdocument van de installatie.

Uit dit document moet blijken dat:

- De explosierisico's geïdentificeerd zijn en beoordeeld;
- Afdoende maatregelen genomen zullen worden om het doel van de richtlijn te bereiken;
- Zonerings zijn uitgevoerd;
- Op welke plaatsen de minimumvoorschriften van toepassing zijn (volgens bijlage II van die Richtlijn);
- De arbeidsplaatsen en -middelen en alarminstallaties juist zijn ontworpen, bediend en onderhouden.

De in punt 4 genoemde bijlage II houdt samengevat het volgende in:

- Organisatorische maatregelen;
- Opleiding van werknemers m.b.t. explosiegevaar;
- Schriftelijke instructies, werkvergunningen;
- Explosieveiligheidsmaatregelen.

### 5.2.5. Uitwerking voor de praktijk

Een explosieveiligheidsdocument is een 'levend document' wat wil zeggen dat, afhankelijk van aanpassingen in de installatie, ook het document dient te worden aangepast. Dit betekent dat het opstellen van dit document niet een éénmalige zaak is en ook nooit 'klaar' is.

Voor nieuwe installaties kan het explosieveiligheidsaspect direct vanaf het eerste schetsontwerp worden meegenomen. Maar: ook voor bestaande installaties dient een dergelijk document te worden opgesteld. Daarbij wordt meestal als volgt te werk gegaan:

#### Punt 1. Explosierisicoanalyse en evaluatie.

Begonnen wordt met een beschrijving van de installatie, waarin ook de belangrijkste procesgegevens en de explosie-eigenschappen van de betrokken producten worden opgenomen.

Op basis daarvan volgt er een doorlichting van de installatie:

- 1) Waar kunnen mogelijk explosiegevaarlijke mengsels aanwezig zijn?
- 2) Waar kunnen welke ontstekingsbronnen ontstaan?
- 3) Hoe is het eventuele verloop van een explosie?
- 4) Wat zijn de mogelijke gevolgen?

Als blijkt dat de gevolgen onaanvaardbaar zijn, worden explosierisicobeperkende maatregelen voorgesteld en volgt een nieuwe analyse om te onderzoeken of, met deze maatregelen, de gevolgen aanvaardbaar zijn.

Bij de risicobeperkende maatregelen is er, volgens ATEX, een prioriteitsvolgorde:

- Voorkom explosiegevaarlijke mengsels;
- Voorkom ontstekingsmaatregelen;
- Indien het risico dan nog steeds te hoog is zijn effectbeperkende maatregelen nodig.

## **Punt 2. Zijn de maatregelen voldoende?**

Nadat alle onder punt 1 voorgestelde maatregelen daadwerkelijk zijn uitgevoerd kan punt 2 pas volledig worden afgehandeld.

## **Punt 3. Uitvoering van gas- en stofzonerings**

Zonering houdt in feite in dat de betrokken 'ruimte' wordt onderverdeeld in zones, afhankelijk van de kans op de aanwezigheid van een explosief mengsel. Gaszonering is al lang algemeen goed en kan gebeuren op basis van welomschreven regels. Stofzonering is betrekkelijk nieuw en vraagt een andere aanpak dan gaszonering.

Bij stofzonering moet rekening gehouden worden met stofafzettingen. Immers deze kunnen worden opgewerveld tot gevaarlijke wolken. Bij gas komt dit niet voor.

Bij gaszonering wordt vooral 'gerekend': wat zijn de mogelijke lekgebieden, wat zijn de ventilatievouden. Bij stofzonering wordt vooral 'gekeken': waar zijn stofafzettingen aanwezig die mogelijk een gevaarlijke wolk zouden kunnen vormen.

Concreet betekent dit vaak dat, om een gaszone te verlichten maatregelen zoals extra afzuiging nodig zijn. Bij stofzonering echter kan goed 'housekeeping' (regelmatig en goed reinigen) vaak al voldoende zijn.

De Nederlandse NPR 7910 wordt (ook buiten Nederland) vaak gebruikt als een hele praktische richtlijn voor zonering.

## **Punt 4. Zijn de minimumvoorschriften toegepast volgens bijlage II.**

Hierbij dienen de diverse punten in die bijlage getoetst te worden aan de daadwerkelijke situatie met betrekking tot de organisatorische maatregelen (opleiding personeel en werkvergunningen) en tot de explosieveiligheidsmaatregelen (afvoer gevaarlijke stoffen, maatregelen baseren op gevaarlijkste stof, voorkomen statische elektriciteit, inwerkingstelling van apparatuur, minimalisering van blootstelling van personeel aan de effecten van explosie, alarmeren, vluchtwegen en vluchtplan).

## **Punt 5. De arbeidsplaatsen en -middelen en alarminstallaties juist zijn ontworpen, bediend en onderhouden.**

Voor nieuwe installaties betekent dit vooral de controle op de certificaten: apparatuur die in een gevaarlijke zone komt te staan moet gecertificeerd zijn voor de betreffende zone. Maar ook veiligheidssystemen (breekplaten, snelsluitende kleppen,...) moeten gecertificeerd zijn. Voor bestaande installaties zijn geen certificaten vereist, maar moet wel een beoordeling op de geschiktheid volgen.

Echter: van groot belang is ook dat al deze apparaten en systemen goed worden bediend en onderhouden om te waarborgen dat ze ook op termijn nog goed zijn.

### **5.2.6. Termijnen**

Voor nieuwe installaties dient dit document klaar te zijn voor de opstart. Voor bestaande installaties vraagt ATEX 137 dat alles tegen 1 juli 2006 gereed dient te zijn.

## WOORDEN

|                             |      |                         |     |
|-----------------------------|------|-------------------------|-----|
| 1999/92/EG richtlijn        | 16   | fysische explosies      | 3   |
| 94/9/EG richtlijn           | 16   | Gas-Ex                  | 8   |
| afsluiters                  | 14   | gasgroep                | 5   |
| ATEX 137                    | 16   | glijontladingen         | 10  |
| ATEX 95                     | 16   | IPXX                    | 9   |
| beschermingsgraden          | 9    | Notified Bodies         | 16  |
| bliksemontlading            | 10   | NPR 7910                | 6   |
| blusmiddelbarrière          | 14   | onderdrukking           | 15  |
| borstelontlading            | 10   | ontkoppeling            | 11  |
| categorie 1/2/3             | 8,16 | pendelkleppen           | 13  |
| chemische explosies         | 3    | schroef                 | 13  |
| corona-ontladingen          | 10   | statische elektriciteit | 10  |
| detectie                    | 14   | Stof-Ex                 | 8   |
| draaisluit                  | 13   | stortkegelontlading     | 10  |
| Ex-mechanische apparaten    | 9    | temperatuursklassen     | 9   |
| explosiedrukontlasting      | 15   | VDI 3673                | 15  |
| explosiegrenzen             | 4    | ventex ventiel          | 13  |
| explosierisico-analyse      | 17   | vlamdover               | 13  |
| explosierisico-evaluatie    | 17   | vonkontlading           | 10  |
| explosieslot                | 13   | zone 0/1/2              | 6,7 |
| explosievaste bouwwijze     | 15   | zone 20/21/22           | 7   |
| explosieveiligheidsdocument | 17   |                         |     |

## AFKORTINGEN

|                 |                                   |     |              |   |     |
|-----------------|-----------------------------------|-----|--------------|---|-----|
| b:              | beheersing van ontstekingsbronnen | 9   | MIE of MOE:  | minimale ontstekingsenergie                     | 5   |
| BZ:             | brandgetal                        | 6   | MOT:         | minimale ontstekingstemperatuur van de wolk     | 5   |
| c:              | veilig door constructie           | 9   | n:           | niet vonkend materiaal Cat 3G                   | 8   |
| d:              | ontploffingsvaste behuizing       | 8,9 | o:           | onderdompeling in olie                          | 8   |
| $dp/dt_{max}$ : | maximale drukstijgsnelheid        | 5   | p:           | bescherming door overdruk                       | 8,9 |
| e:              | verhoogde veiligheid              | 8   | pD:          | overdruk  | 8   |
| $E_{min}$ :     | minimale ontstekingsenergie       | 5   | $P_{max}$ :  | maximale explosiedruk                           | 5   |
| fr:             | beperkt ademende behuizing        | 9   | q:           | poedervormige vulling                           | 8   |
| i sys:          | intrinsiek veilige systemen       | 8   | St 0 t/m 3:  | stofklasse                                      | 5   |
| i (EN 13463):   | inherent veilig                   | 9   | T1 t/m 6:    | temperatuursklasse                              | 9   |
| i (EN 50 020):  | intrinsiek veilige apparaten      | 8   | tD:          | bescherming door omhulsel                       | 8   |
| iD:             | intrinsieke veiligheid            | 8   | $T_{glim}$ : | minimale ontstekingstemperatuur van de stoflaag | 6   |
| k:              | bescherming door onderdompeling   | 9   | $T_{min}$ :  | minimale ontstekingstemperatuur van de wolk     | 5   |
| $K_g$ :         | gasexplosieconstante              | 5   | UEL:         | bovenexplosiegrens                              | 4   |
| $K_{st}$ :      | stofexplosieconstante             | 5   |              |   |     |
| LEL:            | onderexplosiegrens                | 4   |              |   |     |
| m:              | ingegoten materiaal               | 8   |              |   |     |
| mD:             | ingieten                          | 8   |              |   |     |