

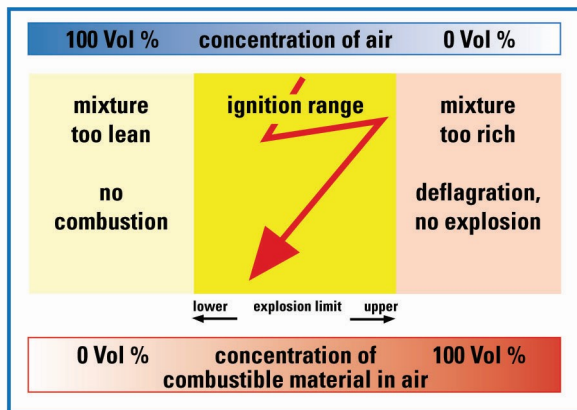
## Explosieveiligheid.

### Inleiding

Een explosie wordt veroorzaakt door een plotselinge chemische reactie van een brandbare stof met zuurstof waarbij een grote hoeveelheid energie vrijkomt. Brandbare stoffen kunnen vast, gasvormig, dampvormig of nevelvormig zijn. Een explosie kan alleen plaatsvinden als de volgende drie factoren aanwezig zijn:

1. Een brandbare stof (met de juiste concentratie)
2. Zuurstof (uit de lucht)
3. Een ontstekingsbron.

Het vlampunt van een stof is een belangrijke materiaaleigenschap bij een explosie. Het vlampunt van een brandbare vloeistof is de minimum temperatuur waarbij damp met een voldoende hoge concentratie vrijkomt om met de zuurstof in de lucht een ontvlambaar mengsel te vormen (bij atmosferische druk). Als het vlampunt van een brandbare vloeistof ver boven de maximale te behalen temperatuur ligt zal er zich geen explosief mengsel vormen. Het vlampunt van een mengsel van vloeistoffen kan lager liggen dan die van de afzonderlijke componenten. Om een explosieve atmosfeer te vormen moet het brandbare materiaal in een bepaalde concentratie aanwezig zijn.



• Figuur 1 Onderste en bovenste explosiegrenzen van een ontvlambaar materiaal

Bij een te lage concentratie en bij een te hoge concentratie van het ontvlambaar materiaal vindt geen explosie plaats, er kan alleen een langzame of zelfs helemaal geen reactie optreden. Alleen tussen de onderste en bovenste explosiegrens kan een explosie plaatsvinden. De explosiegrenzen hangen af van de luchtdruk en de zuurstofconcentratie in de lucht.

Om een explosieve atmosfeer te laten ontbranden is toevoer van een minimum hoeveelheid energie door een ontstekingsbron benodigd. De volgende ontstekingsbronnen zijn mogelijk:

- Hete oppervlaktes
- Elektrische vonken
- Elektrostatische ontlading
- Mechanische wrijving waarbij warmte en/of vonken bij vrijkomen.
- Elektromagnetische straling
- Schokgolven
- Ioniserende straling
- Optische straling
- Chemische reacties
- Open vlammen.

#### Primaire explosiebeveiliging:

Dit kan worden bereikt door maatregelen te treffen zodat ontbranding van een explosieve atmosfeer wordt verhinderd. De volgende maatregelen kunnen worden genomen:

- Zorgen dat geen ontvlambare stoffen aanwezig zijn
- Inert medium toevoeren zoals stikstof of kooldioxide
- De concentratie brandbare stof limiteren
- Natuurlijke of geforceerde ventilatie toepassen.

#### Secundaire explosiebeveiliging:

Als primaire explosiebeveiliging niet of gedeeltelijk het explosiegevaar wegneemt moeten maatregelen worden getroffen die een ontsteking van de explosieve atmosfeer verhinderen. Hiertoe worden de explosiegevaarlijke gebieden ingedeeld in zones naar gelang de waarschijnlijkheid dat de explosieve atmosfeer kan optreden. In o.a. de USA worden deze zones geclassificeerd in Classes en Divisions. Apparaten die in deze zones mogen worden geïnstalleerd moeten aan bepaalde voorwaarden voldoen wat ook door de betreffende fabrikant moet worden bewezen.

#### Tertiaire explosiebeveiliging:

Als het echt niet anders kan: explosies gecontroleerd toelaten door de gevolgen er van te beperken door het gebruik van breekplaten, vlamdovers en/of explosieluiken

#### **ATEX richtlijn algemeen:**

Om tot een Europese harmonisatie te komen, heeft de Europese gemeenschap besloten dat producten, geschikt voor explosiegevaarlijke omgevingen, alleen nog in de handel mogen worden gebracht indien deze volgens de ATEX (Atmosphere EXplosives) richtlijn zijn ontworpen. De Europese commissie heeft via normalisatie instellingen zoals o.a. CENELEC, nieuwe Europese Normen (EN) laten opstellen. Deze omvatten alle apparaten en beveiligingsystemen voor plaatsen waar stof- of gasontploffingsgevaar kan heersen. Met ingang van 1 juli 2003 is de ATEX 94/9/EG richtlijn (aanduiding: ATEX 95, voorheen ATEX 100a) van kracht. In deze richtlijn wordt het materieel afhankelijk van het toepassingsgebied en geboden beschermingsniveau ingedeeld in groepen en categorieën, aangeduid door middel van een nieuwe markering. Tegelijk met ATEX 95 is ook de richtlijn 1999/92/EG (aanduiding: ATEX 137, voorheen ATEX 118a) van kracht. Deze richtlijn betreft de minimum voorschriften voor gezondheidsbescherming en veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen. Voor Nederland zijn deze richtlijnen verankerd in de ARBO wet- en regelgeving. De Nederlandse installatienorm NEN 3410 wordt vervangen door de Europees geharmoniseerde norm EN 60079-14.

#### **ATEX 95:**

Onder de ATEX richtlijn vallen:

- alle apparatuur (elektrisch en niet-elektrisch) en beveiligingssystemen die bedoeld zijn voor gebruik in explosiegevaarlijke ruimten.
- veiligheids-, controle- en regelvoorzieningen die bedoeld zijn voor gebruik buiten plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen, maar die nodig zijn voor of bijdragen tot de veilige werking van apparaten en beveiligingssystemen met betrekking tot ontploffingsgevaar.

Het toepassingsgebied beslaat plaatsen waar ten gevolge van plaatselijke en bedrijfsomstandigheden een explosieve omgeving kan ontstaan door mengsels van zuurstof en ontvlambare stoffen in de vorm van gassen, dampen, nevels en stof onder atmosferische omstandigheden, waarin de verbranding zich na ontvlaming uitbreidt tot het gehele niet verbrande mengsel.

De ATEX richtlijn is niet van toepassing op zeeschepen en mobiele offshore-installaties, alsmede de uitrusting aan boord van deze schepen of installaties omdat deze reeds onder het IMO verdrag vallen (IMO = Internationale Maritieme Organisatie).

Volgens ATEX is de markering van explosieveilige elektrotechnische producten uitgebreid.

Op de markering voor elektrisch materieel moet minimaal worden weergegeven:

- naam en adres van de fabrikant
- CE markering gevolgd door het identificatienummer van de NoBo die de productielocatie auditeert (alleen bij Categorie 1 en 2)
- typenummer van het product
- het communautaire merkteken 'Epsilon x in zeshoek'
- de materieelgroep
- de van toepassing zijnde categorie waarvoor het materieel inzetbaar is
- EG type certificaatnummer, herkenbaar aan het woord ATEX
- fabricage- of serienummer (tracking & tracability)
- fabricage jaar

### **ATEX 137:**

Direct voortvloeiend uit deze ATEX norm is de verplichting voor het opstellen van een explosieveiligheids-document, bestaande o.a. uit:

- Identificatie en beoordeling van de explosie risico's.
- Indeling van de gevarezone op grond van frequentie en duur van het optreden van een risicovolle atmosfeer.
- Aangeven wat noodzakelijke maatregelen zijn om tot een veilige werkomgeving te komen.

#### Stappenplan voor het explosieveiligheidsdocument.

In een onderzoek kunnen de volgende stappen genomen worden:

1 Bepalen of een gevarezone indeling noodzakelijk is op basis van zaken zoals:

- De aanwezigheid van explosieve / brandbare producten
- De hoeveelheid van deze producten
- De duur van de aanwezigheid van de explosieve / brandbare producten

2 Identificatie van alle gevarenbronnen.

3 Vaststellen van de ventilatie condities bij de gevarenbronnen.

4 Bepaling van de emissie van de gevarenbronnen.

5 Vaststellen van de zone klasse.

6 Vaststellen van de afmetingen van de gevarezone.

7 Identificatie van potentiële ontstekingsbronnen.

Uiteindelijk moeten deze acties leiden tot een rapport waarin alle gevarezones, de classificatie, de afmetingen en dergelijke daarvan zichtbaar zijn. Conform de verplichtingen uit de ATEX 137 zullen in dit rapport aanbevelingen gedaan moeten worden om de werkomgeving veiliger te maken. Op basis van dit rapport kunnen, indien noodzakelijk, maatregelen worden genomen om tot een meer optimaal veilige werkomgeving te komen.

### **Zone-indeling:**

Explosiegevaarlijk gebied kan in de volgende gevarezones worden ingedeeld:

Zone	Omschrijving
0	een explosief gasmengsel is voortdurend of gedurende lange perioden aanwezig
1	kans op aanwezigheid van een explosief gasmengsel onder normaal bedrijf is groot
2	kans op aanwezigheid van een explosief gasmengsel is gering en slechts gedurende korte tijd
20	een explosiegevaarlijke stofwolk is voortdurend of gedurende lange perioden aanwezig
21	kans op aanwezigheid van een explosiegevaarlijke stofwolk onder normaal bedrijf is groot
22	kans op aanwezigheid van een explosiegevaarlijke stofwolk is gering en slechts gedurende korte tijd

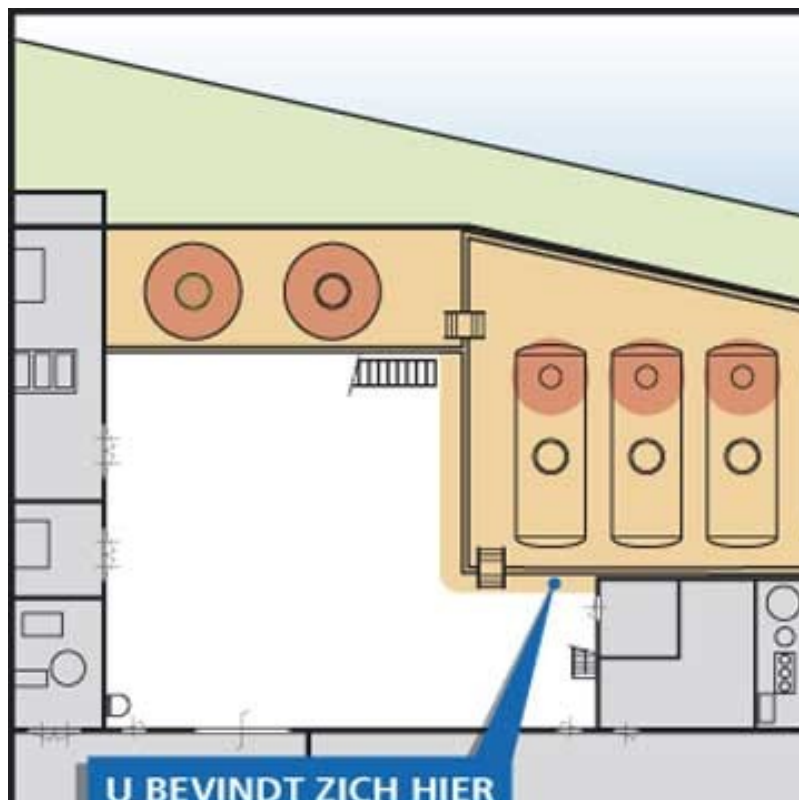
### Opmerkingen

Onder normaal bedrijf verstaan we de gebruikelijke bedrijfssituatie waarop de installatie uitgelegd is. Stoflagen en stofophopingen welke tot een explosiegevaarlijke stofwolk kunnen leiden dienen ook in acht te worden genomen.

De gevarezone indeling voor gasontploffingsgevaar is genormeerd in EN-IEC 60079-10. De gevarezone indeling voor stofontploffingsgevaar is Europees genormeerd in EN 50281-3 en internationaal genormeerd in IEC 61241-10. Voor Nederland is aanvullend een Nederlandse Praktijk Richtlijn beschikbaar, als hulpmiddel bij het uitvoeren van de risico analyse: NPR 7910 deel 1 en 2. Deel 1 beslaat gasontploffingsgevaar, deel 2 stofontploffingsgevaar.

<p>Explosiegevaarlijk gebied dient voor werknemers duidelijk te worden gekenmerkt met een waarschuwingsdriehoek welke in zwart de tekst "EX" op een gele achtergrond bevat. Explosieveilig materieel wat door fabrikanten volgens ATEX richtlijn 94/9/EG (ATEX 95) geschikt is gemaakt voor toepassing in explosiegevaarlijk gebied wordt gekenmerkt met het communautaire 'Epsilon x' logo in een zeskant. Hier geldt geen plicht tot gele achtergrond.</p>		
--	--	---

• Figuur 2 Explosiegevaarlijke gebiedssignalering en materiaalaanduiding.



• Figuur 3 Zone-indeling van een fabrieksterrein

## Materieel en gasgroepen:

Op dit moment bestaan er 2 materieelgroepen, te weten: materieel groep I en II

- Materieelgroep I betreft alle ondergrondse (mijnbouw) installaties (methaan)
- Materieelgroep II betreft alle overige bovengrondse installaties

Materieelgroep II wordt onderverdeeld in 3 gasgroepen, te weten: gasgroep IIA, IIB en IIC.

Onderscheid ligt vooral in de MESG (Maximum Experimental Safety Gap) voor wat betreft drukvaste omkapseling en de MIE (Minimum Ignition Energy) voor wat betreft intrinsiek veilige stroomkringen.

Representatieve gassen of dampen van vloeistoffen zijn:

IIA	oa. propaan, butaan, kerosine
IIB	oa. ethyleen, zwavelwaterstof, ethylether
IIC	oa. waterstof, acetyleen, zwavelkoolstof

Er is in de huidige, onder ATEX richtlijn 94/9/EG geharmoniseerde, normen (nog) geen onderverdeling voor stof. Door internationalisering van de Europese normen (er treedt een verschuiving op van EN (Europese Normen) naar IEC (Internationale Normen) krijgen we toekomstig te maken met een nieuwe materieelgroep, te weten materieelgroep III. Deze wordt onderverdeeld in IIIA, IIIB en IIIC. De onderverdeling wordt dan als volgt gekenmerkt:

IIIA	combustable flyers (stofdeeltjes met diameter groter dan 0.5 mm)
IIIB	dusts (stofdeeltjes met diameter kleiner dan 0.5 mm)
IIIC	conductive dusts (elektrisch geleidende stoffen)

In Amerika bestaat dit al langer zij het in een afwijkende onderverdeling. Hier kent men Class I, II & III.

Class I betreft gasexplosiegevaar (gases and vapors) met onderverdeling:

Group A	oa. zwavelkoolstof, acetyleen
Group B	oa. waterstof, ethyleenoxide, propyleenoxide
Group C	oa. ethyleen, zwavelwaterstof, ethylether
Group D	oa. methaan, propaan, butaan, kerosine

Class II betreft stofexplosiegevaar (combustable dusts) met onderverdeling:

Group E	metalen stofdeeltjes, ongeacht elektrische geleidbaarheid òf andere stofdeeltjes met een elektrische geleidbaarheid kleiner dan $10^5$ ohm-cm
Group F	koolstofhoudende stoffen met elektrische geleidbaarheid tussen $10^2$ en $10^8$ ohm-cm
Group G	stoffen met een elektrische geleidbaarheid groter dan $10^5$ ohm-cm (niet-geleidende stoffen)

Class III betreft "easy ignitable fibers and flyings" zonder verdere onderverdeling.

## Temperatuurklassen:

Wanneer een ontsteekbare gas- of stofwolk in contact komt met een voorwerp met een temperatuur, die gelijk is aan of hoger is dan de ontstekingstemperatuur van dit brandbare gas of stof, kan ontsteking plaatsvinden (bijvoorbeeld verwarmingselementen, mechanische aandrijvingen, elektromotoren en gloeilampen).

Bij mengsels van verschillende gassen of stoffen is altijd het gas of stof met de laagste ontstekingstemperatuur bepalend, tenzij nadere gegevens bekend zijn.

De hoogst voorkomende oppervlaktetemperatuur moet, om ontsteking te voorkomen, lager zijn dan de ontstekingstemperatuur van het gas, damp, nevel of stofmengsel.

Gasexplosie veilig materieel wordt ingedeeld in temperatuurgroepen (-klassen) of "T-klassen".

Materieel, dat in een bepaalde temperatuurklasse is ingedeeld, mag dus worden toegepast voor gassen met een ontstekingstemperatuur, die hoger is dan de bij die groep behorende temperatuur.

Temperatuur-klasse	Maximaal toelaatbare oppervlakte-temperatuur van het materieel
T1	450 °C
T2	300 °C
T3	200 °C
T4	135 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

Bij stofexplosie veilig materieel is de indeling niet in temperatuurklassen, maar geregeld door een maximale oppervlakte temperatuur als een absolute waarde verplicht gemarkeerd op het materieel.

Tevens geldt bij stofexplosie veiligheid niet alleen de ontsteektemperatuur maar ook de smeultemperatuur (glimtemperatuur) als selectie criterium. De ontsteektemperatuur is de temperatuur waarbij een opgewervelde stofwolk ontsteekt, de smeultemperatuur is de temperatuur waarbij een 5 mm dikke laag stof op een heet oppervlak gaat smeulen. Om de maximaal toelaatbare oppervlaktetemperatuur voor stof explosie veilig materieel te bepalen mag  $T_{max}$  niet hoger zijn dan:  
 $T_{max} = \text{smeultemperatuur} - 75K$  en  $T_{max} = 2/3 \times \text{ontsteektemperatuur}$

Voorbeeld: bruinkool

$T_{max} = \text{glimtemperatuur} - 75 K$	bijv. bruinkool $225 \text{ °C} - 75 \text{ °C} = 150 \text{ °C}$ of
$T_{max} = 2/3 \text{ van de ontvlamtemperatuur}$	bijv. bruinkool $2/3 * 380 \text{ °C} = 254 \text{ °C}$

De laagste waarde is bepalend. Dus maximaal toelaatbare oppervlaktetemperatuur bij bruinkool is 150 °C.

### Methodes van explosiebescherming:

Er zijn vele beschermingswijzen tegen ontsteking mogelijk. De meest toegepaste beschermingswijzen voor gasexplosie veiligheid worden hier nader toegelicht. De fabrikant van het materieel bepaalt zelf met welke beschermingswijze de gewenste veiligheids categorie te bereiken is. De gebruiker baseert de keuze van het materieel met de categorie indeling van het materieel in relatie tot de zone waarin het materieel toegepast wordt. Deze relatie ziet u hieronder aangeduid.

Met betrekking tot de relatie wanneer welke beschermingswijze toepasbaar is in welke zone is een overzicht in installatienorm EN-IEC 60079-14 paragraaf 5, maar uiteraard is in Europa de ATEX richtlijn 94/9/EG bepalend. Het materieel dient dus overeenkomstig de relatie tussen categorie (ATEX 95) en zone (ATEX 137) juist gemarkeerd te zijn.

Zone 0: categorie 1G

Zone 1: categorie 2G of 1G

Zone 2: categorie 3G, 2G of 1G

Zone 20: categorie 1D

Zone 21: categorie 2D of 1D

Zone 22: categorie 3D, 2D of 1D

■ **Beschermingswijze Ex d - drukvast omhulsel (volgens EN-IEC 60079-1 vh EN 50018)**

Een drukvast omhulsel kan onderdelen bevatten, welke onder normaal gebruik vonken, lichtbogen of hoge temperaturen kunnen veroorzaken, welke op hun beurt een explosie zouden kunnen inleiden.

Het explosieve gasmengsel wordt geacht ook in het drukvaste omhulsel aanwezig te kunnen zijn, maar een eventuele explosie binnen het omhulsel kan zich niet voortplanten naar de buitenliggende atmosfeer. Een drukvast omhulsel is dus niet drukdicht. De drukvaste constructie is voldoende sterk om de dynamische (kortstondig optredende) explosiedruk op te vangen. De opgebouwde explosiedruk wordt afgevoerd via tolerantie pasvlakken (vlamdoofwegen). De vlam koelt af tot onder de ontstekings-temperatuur van het omringende gas.

Ex d materiaal moet worden voorzien van een markering voor de gasgroepen IIA, IIB of IIC. Deze verschillende gasgroepen stellen verschillende eisen aan de constructie (lees: vlamdoofweg) van het omhulsel. Gasgroep IIC stelt de zwaarste eisen. Voorts moet Ex d materiaal worden voorzien van een markering met één van de temperatuurklassen T1 t/m T6 of de hoogste oppervlaktetemperatuur. De temperatuurklasse of de hoogste oppervlaktetemperatuur wordt bepaald door de temperatuur welke onder normaal gebruik kan optreden aan de buitenzijde van het omhulsel.

Voorbeelden van Ex d producten zijn schakelkasten, elektromotoren, wandcontactdozen, etc.

■ **Beschermingswijze Ex p - pressurization - inwendige overdruk (vlg EN-IEC 60079-2 vh EN 50016)**

Een omhulsel met inwendige overdruk mag onderdelen bevatten welke bij normaal gebruik vonken, lichtbogen of hoge temperaturen kunnen veroorzaken welke op hun beurt een explosie zouden kunnen inleiden.

Het explosieve gasmengsel kan echter niet in het omhulsel binnendringen omdat dit onder overdruk staat t.o.v. de omringende atmosfeer, al dan niet met continue doorstroming van het beschermgas. Dit kan zijn een inert gas of lucht.

Ex p producten moeten zijn voorzien van een markering voor de materieelgroep II; een verdere onderverdeling in IIA, IIB of IIC wordt niet gemaakt. De beschermingswijze is niet gasgroep afhankelijk. Verder moet een markering zijn aangebracht met de temperatuurklasse T1 t/m T6 of met de hoogste oppervlaktetemperatuur. Deze temperatuurklasse of hoogste oppervlaktetemperatuur wordt bepaald door de hoogste temperatuur welke de buitenzijde van het omhulsel onder normale omstandigheden kan aannemen of door de hoogste temperatuur van het elektrisch materiaal dat zich binnen het omhulsel bevindt en dat bedoeld is om in gebruik te blijven, zelfs wanneer de overdruk wegvalt.

Voorbeelden van Ex p producten zijn besturingspanelen, monitoren, instrumentbehuizingen, etc.

■ **Beschermingswijze Ex e - erhöhte - verhoogde veiligheid (volgens EN-IEC 60079-7 vh EN 50019)**

Elektrisch materiaal dat is geconstrueerd volgens de beschermingswijze Ex e, mag geen onderdelen bevatten, die onder normaal gebruik vonken of lichtbogen kunnen veroorzaken, welke zouden kunnen leiden tot ontsteking van een zich in of nabij het materiaal bevindend explosief gasmengsel.

Het explosieve gasmengsel wordt dus geacht in het elektrisch materiaal te kunnen binnendringen. Ex e is dus een beschermingswijze die alleen mogelijk is bij normaal niet-vonkend materieel.

Ex e materiaal moet voorzien zijn van een markering voor materieelgroep II. Ook hier wordt een verdere onderverdeling in gasgroep IIA, IIB, IIC niet gemaakt. Voorts moet Ex e materiaal worden gemerkt met een van de temperatuurklassen T1 t/m T6 of met de hoogste oppervlaktetemperatuur. Deze temperatuur classificering wordt bepaald door de hoogste

temperatuur welke onder normaal gebruik aan buitenzijde van het materiaal wordt bereikt.

Voorbeelden van Ex e producten zijn klemmenkasten, koolborstelloze kooianker motoren, etc.

#### ■ Beschermingswijze Ex i - intrinsieke veiligheid (volgens EN-IEC 60079-11 vh EN 50020)

Om een stroomkring intrinsiek veilig te mogen noemen, moet de energie-inhoud van de stroomkring zodanig begrensd worden dat vonken of enig ander thermisch effect niet kunnen leiden tot ontsteking van een explosief gasmengsel. De energiebegrenzing van intrinsiek veilige circuits wordt gerealiseerd door begrenzing van zowel spanning als stroom. De energiebegrenzing werkt dan kwadratisch omdat  $W = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}CU^2$  [J].

De constructie eisen voor de begrenzing van de energie gelden zowel voor de intrinsiek veilige stroomkring zelf, als voor de kabels en bijbehorende componenten die buiten het gevaarlijke gebied zijn geplaatst omdat hier parasitaire capaciteiten (C) en zelfinducties (L) van bijvoorbeeld lange leidingen een rol kunnen gaan spelen.

De energiebegrenzing hangt ook sterk af van de installatie van de intrinsiek veilige stroomkring t.o.v. ander elektrisch materiaal en van de installatie achteraf van ander elektrisch materiaal. Hierbij moet worden voorkomen dat een intrinsiek veilige stroomkring wordt blootgesteld aan storingen welke de intrinsieke veiligheid teniet kunnen doen.

Ex i materiaal moet vanwege gasgroepafhankelijke minimum ontstekingsenergie curven worden voorzien van een markering voor de gasgroep IIA, IIB of IIC. Ex i materiaal, dat in het gevaarlijk gebied wordt geplaatst moet verder worden voorzien van een markering voor één van de temperatuurklassen T1 t/m T6. Intrinsiek veilig materiaal wordt onderverdeeld in 2 niveau's, t.w. Ex ia of Ex ib.

*Ex ia materiaal mag geen ontsteking geven onder normaal gebruik, bij het optreden van één fout, of bij een combinatie van welke twee fouten dan ook.*

*Ex ib materiaal mag geen ontsteking geven onder normaal gebruik bij het optreden van één fout.*

Ex ia materiaal kan geschikt zijn voor de zwaarste categorie 1G (doordat het bij 2 fouten nog steeds veilig is) maar wees u er van bewust dat dit niet per definitie het geval is. Voor categorie 1 gelden namelijk aanvullende bepalingen welke in EN 50284 (of EN 60079-26) zijn vastgelegd. Let u er ook op dat een intrinsiek veilige stroomkring gecertificeerd voor categorie 1G in z'n geheel moet voldoen aan de Ex ia uitvoering, dus ook die delen die in zone 1 en zone 2 liggen of in het veilige gebied (de zg. 'associated apparatus').

Ex ib materiaal is alleen geschikt voor categorie 2G of 3G.

Voorbeelden van Ex i producten zijn transmitters, toetsenborden (Ex PC's), naderingschakelaars, etc.

Voorbeelden van associated apparatus zijn zenerbarrières, transmittersvoedingen, etc.

#### ■ Beschermingswijze Ex o - olievulling (volgens EN-IEC 60079-6 vh EN 50015)

Elektrische onderdelen welke in aanraking met explosiegevaarlijke atmosferen een ontstekingsbron kunnen vormen worden zover in olie of een andere niet brandbare isolerende vloeistof gedompeld, zodat optredende vonken of lichtbogen, hete restgassen van hoogspanning schakel acties of hete onderdelen zoals aanloopweerstand de boven de vloeistofspiegel en buiten de behuizing bevindende gassen of dampen niet kunnen ontsteken.

Belangrijke parameters bij deze constructie zijn:

- vastgelegde, isolerende vloeistoffen, bijvoorbeeld olie



- bewaken van vloeistofconditie, zoals vervuiling en (condens)vocht
- het garanderen van het juiste vloeistofpeil zoals optreedt bij verwarming en koeling of lekkage
- beperking in de toepassing voor alleen vaste installatie

Toepassingsgebied: grote transformatoren, hoogspanning schakelmateriaal en aanloopweerstand.

#### **Beschermingswijze Ex q - quartz zandvulling (volgens EN-IEC 60079-5 vh EN 50017)**

Door een behuizing te vullen met een fijnkorrelig vulmiddel wordt bereikt dat de in de behuizing mogelijk optredende vonken of lichtbogen, de omringende explosiegevaarlijke atmosfeer niet kan ontsteken. Uiteraard gelden hier ook grenzen aan de maximaal toegelaten oppervlaktetemperatuur.

Zowel het vulmiddel, zoals zand, glaskorrels, etc. als de opbouw van de behuizing, dient wel aan de in de norm vastgelegde eisen te voldoen. Het vulmiddel mag onder geen voorwaarde, dus zowel onder normaalbedrijf als na een opgetreden vonk of lichtboog binnen de zandkapseling, uit de behuizing naar buiten treden.

Voorbeelden van zandgekapselde producten zijn condensatoren en elektronica die vonken of hete onderdelen kunnen bevatten, maar waarbij de functie door het fijnkorrelige vulmiddel niet beïnvloed wordt.

#### **■ Beschermingswijze Ex m - moulded - ingieten met gietmassa (vlg EN-IEC 60079-18 vh EN 50028)**

Elektrische onderdelen die door vonken of opwarming een omringende atmosfeer zouden kunnen ontsteken kunnen explosie veilig gemaakt worden door ze volledig in te bedden in een gietmassa. De gietmassa dient wel elektrisch, thermisch, mechanisch en chemisch bestand te zijn.

Belangrijke aspecten bij deze methode zijn ook:

- vlam doorslagvastheid
- hygroscopische effecten
- de omhulling moet aan alle zijden de minimale (genormeerde) wanddikte bezitten
- holle ruimten zijn slechts beperkt toelaatbaar
- over het algemeen treden alleen elektrische verbindingen door de gietmassa naar buiten

Voorbeelden van ingegoten materieel zijn smoorspoelen van voorschakelapparatuur, magneetventielen of complete elektronische schakelingen op printplaat.

#### **■ Beschermingswijze Ex n - niet-ontstekend (volgens EN-IEC 60079-15 vh EN 50021)**

Deze beschermingswijze is een verzameling van beschermingswijzen welke in vereenvoudigde vorm afgeleid van de reeds genoemde beschermingswijzen alleen voor categorie 3 van toepassing is.

De verzameling beschermingswijzen laat zich als volgt kenmerken:

##### **Ex nA:**

non arcing, niet vonkend: alleen geschikt voor normaal niet vonkend materieel.

##### **Ex nC:**

closed construction: constructief voorkomen dat een contact in een spanning- en stroomvoerende stroomkring een potentiële ontstekingsbron kan vormen. Ook vereenvoudigde drukvaste omkapseling of ingieten met gietmassa valt hieronder.

##### **Ex nR:**

restrictive breathing, beperkt ademende behuizing waardoor een gevaarlijke atmosfeer niet naar binnen kan dringen.

**Ex nL:**

limited energy, begrensd energie: een vereenvoudigde vorm van intrinsieke veiligheid zoals met Ex ia en Ex ib onder EN-IEC 60079-11 vs EN 50020. Analoog aan deze reeds bekende Ex ia en Ex ib varianten ziet het er naar uit dat Ex nL toekomstig Ex ic zal gaan heten.

**EEx nP:**

pressurization, inwendige overdruk (alleen in EN 50021). Merk op: dubbele 'E' Dit betekent volgens Europeanorm. Maar, doordat EN 50021 reeds vervangen is door de internationale variant EN-IEC 60079-15 bestaat deze beschermingswijze verder als Ex pz.

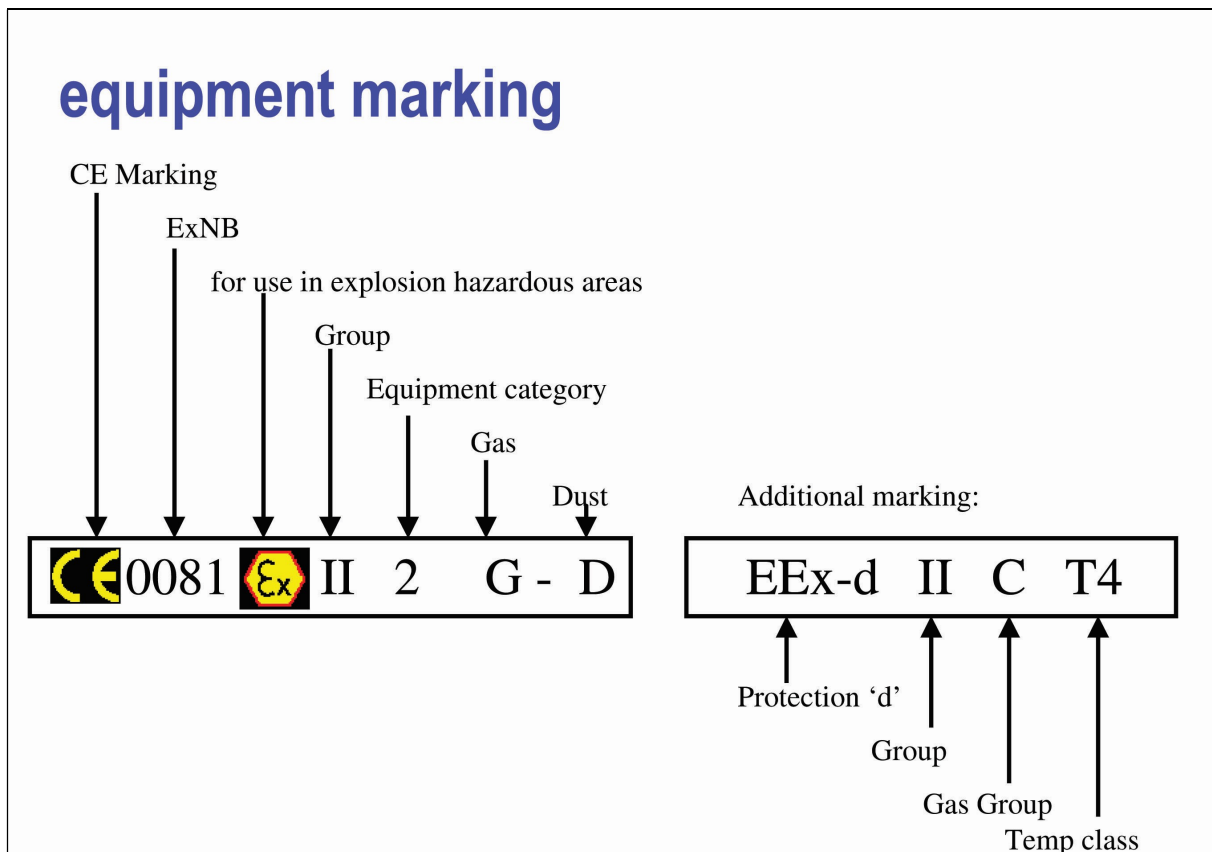
**Ex pz:**

pressurization, inwendige overdruk (alleen in EN-IEC 60079-15). Analoog aan de Z-purge methodologie voor Division 2 in Amerika is deze variant van inwendige overdruk nu internationaal geaccepteerd en zelfs al onder ATEX geharmoniseerd (zie verder hoofdstuk over ATEX richtlijnen).

Zowel Ex nC als Ex nL zijn gasgroepafhankelijke beschermingswijzen waardoor er altijd een gasgroep IIA, IIB of IIC genoteerd zal zijn. Vanzelfsprekend bevatten alle varianten ook een temperatuurklasse.

**ATEX marking:**

De ATEX marking van explosieveilige elektrotechnische producten ziet er dus als volgt uit:



• Figuur 4 ATEX marking

Voorbeeld ATEX markering:

## II 2 G EEx de IIC T6

EX-aanduiding:

Explosiegroep II => bovengronds

Apparaatcategorie 2 => zone 1

G => Gas

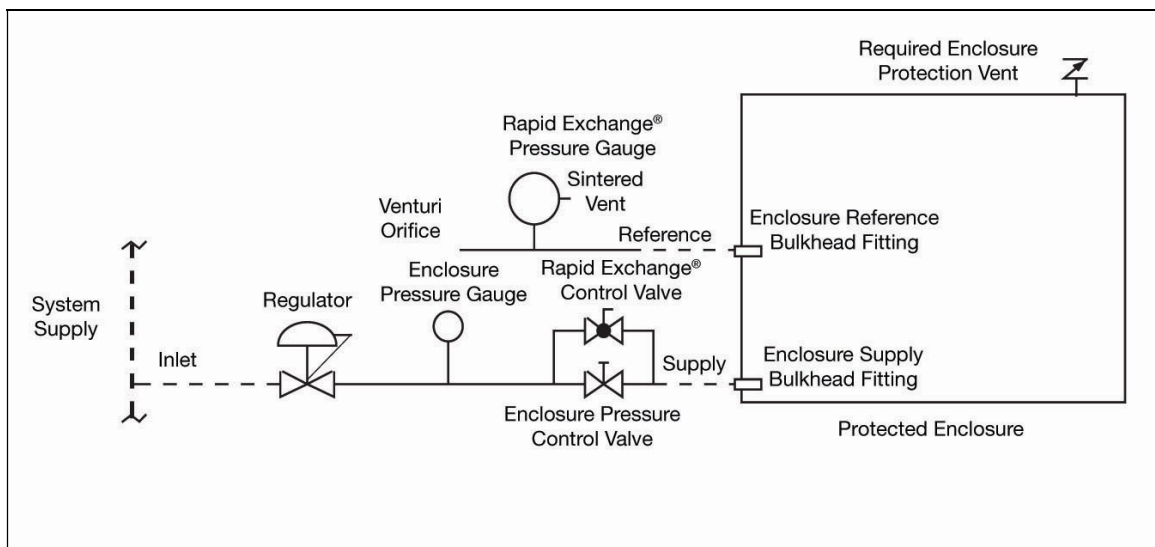
Beschermingswijze => drukvast+verhoogde veiligheid

Gasgroep IIC => waterstof/Acetyleen

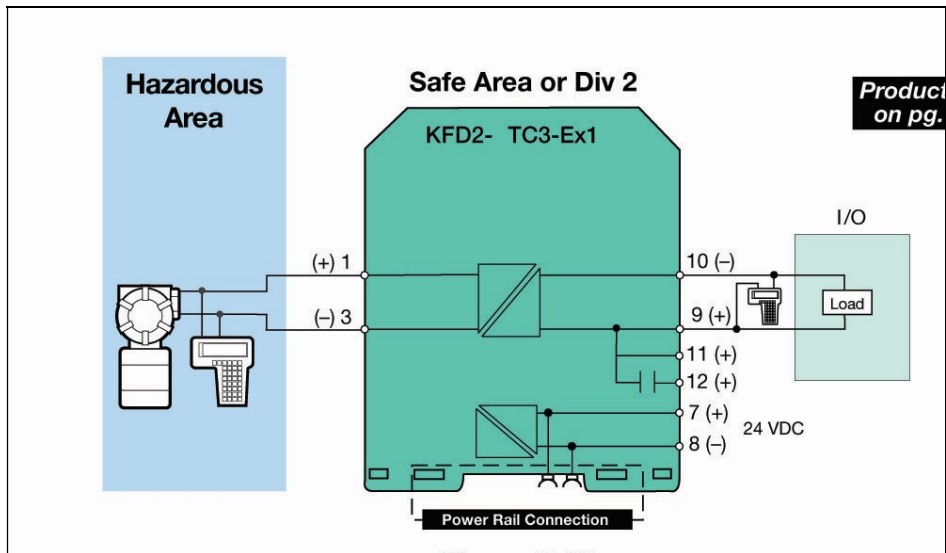
Temperatuurklasse T6 => 85 Celsius

• Figuur 5 Voorbeeld ATEX markering

### Enkele voorbeelden van explosieveilige elektrotechnische producten:



• Figuur 6 Ex-p kast overdrukbeveiliging



• Figuur 7 Ex-i , tweedraads 4-20mA / 24Vdc HART transmittervoeding (associated apparatus)



• Figuur 8 Ex-d schakelkast