

**HANDLEIDING STOFEXPLOESIE VOOR MENGVOEDERBEDRIJVEN
EN MAALDERIJEN**

DEEL A: THEORETISCHE EN WETTELIJKE ACHTERGROND



Beroepsvereniging van de Mengvoederfabrikanten, v.z.w.
Association Professionnelle des Fabricants d'Aliments Composés pour Animaux, a.s.b.l.
Gasthuisstraat 31, 1000 Brussel - 31, rue de l'Hôpital, 1000 Bruxelles
TEL.: 32 2 512.09.55 - FAX: 32 2 514.03.51 - E-mail: info@bemefa.be - www.bemefa.be

In samenwerking met de Koninklijke Vereniging der Belgische Maalders en met de technische begeleiding van
WIELS & PARTNERS – Juni 2012

DEEL A: THEORETISCHE EN WETTELIJKE ACHTERGROND.....	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
1. VOORWOORD	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2. FUNDAMENTELE BEGRIPPEN OMTRENT STOFEXPLOSIE	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.	
2.1 WAT IS EEN STOFEXPLOSIE?	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2.2 DEFLAGRATIE EN DETONATIE	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2.3 PRIMAIRE EN SECUNDAIRE EXPLOSIES	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2.4 HYBRIDE MENGSELS	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2.5 EXPLOSIE – EFFECTEN	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2.6 EXPLOSIEKARAKTERISTIEKEN	3
2.6.1 Explosiegrenzen	3
2.6.2 Karakteristieke temperaturen	3
2.6.3 De maximale explosiedruk en de maximale drukstijgsnelheid	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.6.4 De minimale ontstekingsenergie (de MOE)	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.6.5 Samenvatting belang van explosiekenmerken bij de risicobepaling	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.7 ONTSTEKINGSBRONNEN	5
2.7.1 Mechanische bronnen.....	5
2.7.2 Thermische bronnen.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.7.3 Elektrische bronnen.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.7.4 Chemische bronnen	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.7.5 Praktische betekenis van de ontstekingsbronnen bij de uitvoering van de risicobeoordeling ..	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Bladwijzer niet gedefinieerd.	
2.8 PREVENTIE EN BESTRIJDING VAN STOFEXPLOSIES	7
2.8.1 Voorkoming van stofexplosies	7
2.8.2 Voorkoming van schade.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.8.3 Beperking van de schade.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.8.4 Keuze van de toe te passen preventie – en beheersmaatregelen.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
gedefinieerd.	
3. WETTELIJK KADER	8
3.1 INLEIDING	8
3.2 KB 26/03/2003 BETREFFENDE HET WELZIJN VAN DE WERKNEMERS DIE DOOR EXPLOSIEVE ATMOSFEREN GEVAAR KUNNEN LOPEN	8
3.3 KB 22/06/99 TOT VASTSTELLING VAN DE VEILIGHEIDS-WAARBORGEN VOOR APPARATEN EN BEVEILIGINGSSYSTEMEN OP PLAATSEN WAAR ONTPLOFFINGSGEVAAR KAN HEERSEN. ...	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
3.3.1 Algemene voorwaarden.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
3.3.2 Voorschriften voor samengestelde apparaten.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
3.3.3 Voorschriften voor installaties	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
3.3.4 Procedures bij het op de markt brengen van nieuwe apparaten.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
gedefinieerd.	
3.4 KEUZE VAN APPARATEN, BEVEILIGINGSSYSTEMEN EN COMPONENTEN.....	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
3.4.1 Elektrische apparaten	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
3.4.2 Niet-elektrische apparaten.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

2.6. EXPLOSIEKARAKTERISTIEKEN

2.6.1. Explosiegrenzen

Niet alle mengsels van brandbaar stof en lucht zijn ontplofbaar. De concentratie van de stof/lucht mengsels moet binnen de ontplofbaarheidsgrenzen liggen. **De laagste stofconcentratie waarbij het mengsel ontvlamt wordt de Onderste Explosie Limiet (OEL) genoemd.** Beneden deze concentratie is het mengsel te arm aan stof om nog te kunnen ontvlammen. **De OEL ligt voor heel wat stoffen tussen 10 en 30 g/m³.** Ofschoon deze concentratie laag schijnt te zijn komt ze voor als een zeer dichte wolk. Dergelijke stofconcentraties komen zelden voor in de werkplaatsen van bedrijven. Stofexplosies doen zich vooral voor binnenin de procesuitrusting zoals maalmolens, mixers, zeven, drogers, filters, hoppers, silo's en pneumatische transportsystemen.

Het explosiegebied van de meeste poeders bevindt zich tussen 40 g/m³ en 4 kg/m³. Dit gebied is niet alleen bepaald door de chemische samenstelling van het ontplofbaar stof, maar ook van ondermeer de afmetingen en de fijnheid van de stofdeeltjes. Zelfs bij de laagste explosiegrenzen hebben stofwolken een hoge optische dichtheid.

In de praktijk wordt de parameter OEL weinig gebruikt voor de beoordeling van explosierisico's. De concentratie in industriële installaties verandert soms drastisch door de niet-homogeniteit van het stof/lucht – mengsel. Wanneer deze parameter toch gebruikt zou worden moet rekening gehouden worden met het feit dat de onderste explosiegrens daalt wanneer de temperatuur stijgt.

2.6.2. Karakteristieke temperaturen

De term karakteristieke temperaturen heeft betrekking op temperaturen waarbij een stof onder welbepaalde omstandigheden een specifiek brandgedrag begint te vertonen.

De glimtemperatuur (T_{glim}):

Dit is de laagste temperatuur van een oppervlak waarbij de daarop gelegen stoflaag spontaan tot ontbranding komt. De T_{glim} hangt af van de dikte van de stoflaag omdat de stoflaag zelf als een isolatiedeken zal optreden. Bovendien is de T_{glim} afhankelijk van de omgevingstemperatuur. De T_{glim} wordt zelden bereikt in normale gebruiksomstandigheden van toestellen in mengvoederbedrijven en maalderijen.

De T_{glim} van een stoflaag wordt bepaald door een stoflaag van 5 mm dik op een verwarmde plaat te plaatsen. De temperatuur van de plaat wordt geleidelijk verhoogd totdat een ontvlaming van de stoflaag wordt waargenomen.

Een frequent optredend fenomeen is dat een stoflaag bij opwarming niet gaat smeulen maar wel smelten. Dit betekent dat de stof geen T_{glim} heeft, hetgeen niet betekent dat de opwarming van de stoflaag ongevaarlijk zou zijn. Bij het smelten kunnen immers brandbare dampen vrijkomen die met de omgevingslucht een explosief mengsel vormen.

De zelfontstekingstemperatuur van stoflagen :

Dit is de temperatuur waarbij een stoflaag spontaan ontbrandt wanneer deze omgeven wordt door een warmtebron en lucht. De zelfontsteking is een gevolg van de zelfopwarming van de laag. Stoflagen ontsteken bij een lagere temperatuur dan stofwolken.

De zelfontstekingstemperatuur van stofwolken (de MOT):

De zelfontstekingstemperatuur van een stofwolk is de minimale temperatuur van een heet oppervlak dat, wanneer er een stofwolk onder welbepaalde omstandigheden langs geleid wordt, aanleiding geeft tot de ontsteking van de stofwolk. Merk op dat deze temperatuur niet gelijk is aan de temperatuur die in de stofwolk heerst.

Samen met de T_{glim} is de MOT van poeders mede bepalend voor de keuze van apparatuur en in het bijzonder voor de temperatuurklasse waartoe ze moeten behoren.

Een stofwolk kan door de smeulende of brandende stoflaag ontstoken worden. Om dit te vermijden moet in de praktijk de oppervlakte temperatuur van warme oppervlakken en elektrische toestellen 75 °C beneden de

glimtemperatuur van de stoflaag (met laagdikte die in de praktijk te verwachten valt) gehouden worden. De directe ontsteking van een stofwolk op een warm oppervlak of elektrische apparatuur kan worden vermeden als de *temperatuur van het warme oppervlak beperkt blijft tot 2/3^{de} van de MOT van de stofwolk.*

...

2.7. ONTSTEKINGSBRONNEN

Een brandbare stofwolk zal slechts kunnen ontstoken worden door een ontstekingsbron met voldoende sterkte. De potentiële ontstekingsbronnen kunnen van mechanische, elektrische, thermische of chemische aard zijn. De norm EN 1127-1 “Plaatsen waar explosiegevaar kan heersen - Explosiepreventie en -bescherming - Deel 1: Grondbeginselen en methodologie” kan worden aangewend. Tevens zijn in deze norm alle vormen van ontstekingsbronnen en de daarvoor geldende eisen per ATEX-categorie opgenomen.

De belangrijkste ontstekingsbronnen bij stofexplosies zijn in dalende orde van belangrijkheid¹:

- mechanische vonken;
- brandend materiaal;
- statische elektriciteit;
- vlammen;
- hete oppervlakken;
- spontane opwarming;
- lassen en verspanen;
- overige/onbekend;
- elektrische vonken.

Hierna volgt een korte bespreking van de voornaamste ontstekingsbronnen. Zowel het ontstaan als het vermijden van de ontstekingsbronnen komen aan bod.

2.7.1. Mechanische bronnen

Mechanische vonken:

Mechanische vonken zijn hete deeltjes die vrijkomen tengevolge van het over elkaar schuren of het op elkaar slaan van daarvoor geschikte stoffen. Deze deeltjes kunnen voldoende energierijk zijn om ontplofbare stof/lucht mengsels te ontsteken of in afgezet brandbaar stof een smeulproces op gang te brengen dat vervolgens tot een ontsteking kan leiden. Belangrijke voorwaarde voor het ontstaan van mechanische vonken is een hoge relatieve snelheid tussen de twee elkaar rakende voorwerpen.

De vonken kunnen ontstaan wanneer een metaal of steen in contact komt met een ander metaal, zoals :

- bij bewerkingen met mechanisch aangedreven gereedschap zoals boren, slijpen of schuren. Bij slijpen liggen de snelheden vele malen hoger dan bij boren waardoor ook veel meer mechanische vonken zullen opgewekt worden. De energie in vonken van slijpschijven is hoger dan de ontstekingsenergie van de meeste mengsels. Vonken bij het slijpen kunnen door waterkoeling vermeden worden. Bovendien moet de aandrijving van gereedschap dat gebruikt wordt in een explosiegevaarlijke atmosfeer explosie veilig uitgevoerd zijn, bij voorkeur pneumatisch. In geen geval mag normaal elektrisch handgereedschap met open collector gebruikt worden;
- wanneer vreemde voorwerpen in de installatie geraken en daar in contact komen met snel bewegende onderdelen zoals de bladen van een ventilator. Vreemde voorwerpen kunnen voor een groot deel uit de installatie gehouden worden met magnetische, gravitatie- of pneumatische afscheiders, die eventueel kunnen gecombineerd worden met metaaldetectoren die de installatie stilleggen indien de aanwezigheid van vreemde voorwerpen wordt vastgesteld;
- bij het losraken van onderdelen in een draaiende machine zoals ventilatorbladen die in aanraking komen met de behuizing. Om te vermijden dat hierbij vonken zouden ontstaan kunnen speciale niet-vonkende metalen tippen gebruikt worden;
- bij het storten van materiaal in bunkers e.d.;
- bij aanlopers (ventilatoren, drijfriemen, transportbanden, elevatorbakken).

Voor de evaluatie van het gevaar die bepaalde mechanische vonken inhouden moet men niet alleen de explosiekenmerken van het stof kennen maar ook de eigenschappen van de stof zelf.

...

¹ J. Berghmans (oktober 1990). Ontstekingsenergie bij stofexplosies – Technisch Dossier 83, NVBB.

2.8. PREVENTIE EN BESTRIJDING VAN STOFEXPLOSIES

In de sociale Atex-richtlijn (wordt toegelicht in deel 2) staat vermeld dat het de verplichting is van de werkgever technische en/of organisatorische maatregelen te nemen ter voorkoming van en bescherming tegen explosies volgens volgende grondbeginselen:

- het voorkomen van het ontstaan van explosieve atmosferen;
- het vermijden van de ontsteking van explosieve atmosferen;
- het beperken van de gevolgen van een explosie.

Dit is eigenlijk niks anders dan het toepassen van de algemene preventieprincipes zoals vermeld in het KB van 27/03/98 betreffende het te voeren welzijnsbeleid, namelijk dat bij de formulering van de preventiemaatregelen onderstaande volgorde moet gerespecteerd worden:

- maatregelen die tot doel hebben risico's te voorkomen;
- maatregelen die tot doel hebben schade te voorkomen;
- maatregelen die tot doel hebben schade te beperken.

Deze preventiemaatregelen kunnen betrekking hebben op:

- de organisatie van de onderneming met inbegrip van de gebruikte werk - en productiemethodes;
- de inrichting van de arbeidsplaats;
- de keuze en het gebruik van arbeidsmiddelen en van collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen en van werkkledij;
- de toepassing van een aangepaste veiligheids- en gezondheidssignalering;
- de bekwaamheid, de vorming en de informatie van alle werknemers, met inbegrip van aangepaste instructies;
- de noodprocedures.

Analoge preventiemaatregelen staan vermeld in deel A van bijlage 2 van de sociale Atex-richtlijn. In deel B van deze handleiding staat uitgebreid beschreven welke preventiemaatregelen in mengvoederfabrieken en maalderijen kunnen toegepast worden.

2.8.1. Voorkoming van stofexplosies

Om een stofexplosie te kunnen veroorzaken moeten tegelijkertijd op dezelfde plaats aanwezig zijn:

- een brandbare stof in fijn verdeelde vorm;
- een oxidatiemiddel (in het algemeen zuurstof uit de omgevingslucht);
- een ontstekingsbron die de nodige energie kan leveren voor het initiëren van de oxidatiereactie.

De preventie van stofexplosies zal er dan ook in bestaan er voor te zorgen dat er minstens één van deze drie elementen ontbreekt. Binnen de apparatuur zullen dergelijke preventieve maatregelen vaak niet uitvoerbaar zijn. Buiten de apparatuur komen preventieve maatregelen, die gericht zijn op het voorkomen van de aanwezigheid, het afzetten of opwerpen van brandbaar stof alsook het regelmatig verwijderen van afgezet stof, wel in aanmerking.

Vermijden van fijn verdeelde brandbare stof:

- Het middel bij uitstek om explosieve mengsels te vermijden bestaat er in producten te gebruiken die geen aanleiding kunnen geven tot explosies. Meestal zal dit echter niet mogelijk zijn daar het explosieve product onvermijdelijk deel uitmaakt van de procesvoering (als grondstof, als eindproduct, enz).
- Een andere preventieve maatregel bestaat er in buiten de explosiegrenzen van het stof te werken. In de praktijk is dit echter een sterk betwistbare maatregel aangezien er o.a. rekening moet gehouden worden met factoren zoals de uniformiteit van stoflucht mengsels, de vorming van stofafzettingen, e.d. Er kan dan ook gesteld worden dat in het algemeen deze maatregel binnen de stofexplosieproblematiek niet aanvaardbaar is.
- ...

3. WETTELIJK KADER

3.1 INLEIDING

De ATEX richtlijn heeft betrekking op apparatuur en beveiligingssystemen bestemd voor gebruik in een explosiegevaarlijke omgeving. Atex staat voor ‘Atmosphères Explosives’⁴. De ATEX is een harmonisatie van Europese normen betreffende het gebruik van alle apparaten en beveiligingssystemen in een explosiegevaarlijke omgeving.

Wat verandert er door de ATEX richtlijn? In het kort kunnen volgende hoofdpunten worden samengevat:

- a. Niet alleen voorkomen, maar ook beperken van schadelijke gevolgen door een explosie;
- b. Niet alleen van toepassing voor gas-, damp- en nevelontploffingsgevaar maar ook voor stofexplosies;
- c. Niet alleen voor elektrisch, maar ook voor mechanisch, pneumatisch, hydraulisch en ander materieel.

3.2 KB 26/03/2003 BETREFFENDE HET WELZIJN VAN DE WERKNEMERS DIE DOOR EXPLOSIEVE ATMOSFEREN GEVAAR KUNNEN LOPEN

Het KB van 26/03/2003 betreffende het welzijn van de werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen is een omzetting van de richtlijn 1999/92/EG. Deze richtlijn wordt ook wel de sociale Atex-Richtlijn genoemd. Deze richtlijn is vooral van toepassing op werkgevers en werknemers.

Daarnaast is er nog de economische Atex-richtlijn 94/9/EG, of ATEX die het op de markt brengen regelt van apparaten en beveiligingssystemen bedoeld voor gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen. Deze richtlijn is reeds enkele jaren geleden omgezet in Belgisch recht door *het KB van 22 juni 1999* (B.S. 25/09/1999). Zij is vooral van toepassing op de leveranciers van apparaten en systemen aan de industrie.

Het KB van 26/03/2003 over het werken in explosieve atmosferen wordt opgenomen in de Codex Welzijn op het werk, in titel III Arbeidsplaatsen, hoofdstuk 4 Bijzondere arbeidsplaatsen, afdeling 10.

Verplichtingen van de werkgever volgens het KB 26/03/2003:

- De werkgever heeft de verplichting om afdoende technische en/of organisatorische maatregelen te treffen ter voorkoming van én bescherming tegen explosies, mét prioriteitsaanduiding.
- De (te treffen) beheersmaatregelen dienen in overeenstemming te zijn met de aard van het bedrijf. De maatregelen zullen met andere woorden moeten genomen worden op basis van een risicobeoordeling.
- De werkgever dient de ruimten waar explosieve atmosferen aanwezig kunnen zijn in te delen in zones, overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de bijlage I van het KB. Die indeling gebeurt op grond van de frequentie en duur van het optreden van een explosieve atmosfeer (zie hoofdstuk over zonerings).

De verplichting tot het opstellen van het *zoneringsdossier* (= indelen van de ruimtes waarin explosieve atmosferen kunnen aanwezig zijn) was reeds opgenomen in het AREI⁵ artikel 105 (voor gas-ontploffingen) en artikel 110 (voor stofontploffingen). Deze artikelen blijven onverminderd van toepassing.

Nieuw echter is dat dit KB de verplichting oplegt de interne dienst voor preventie en bescherming op het werk te betrekken bij de indeling van de ruimten waar een explosieve atmosfeer zich kan voordoen. Indien meer expertise i.v.m. bescherming tegen explosies vereist is moet de externe dienst voor preventie en bescherming op het werk ook betrokken worden.

- De werkgever zorgt ervoor dat in de zones 20, 21 en 22 de minimumvoorschriften van de **bijlage II** van het KB worden toegepast. In **deel A** van bijlage II zijn een aantal algemeen geldende minimumvoorschriften opgenomen (zowel organisatorische als op het gebied van explosieveiligheid).

...

⁴ Met explosieve atmosfeer bedoelt men een mengsel van lucht en brandbare stoffen in de vorm van gassen, dampen, nevels of stof, onder normale atmosferische omstandigheden, waarin de verbranding zich na ontsteking uitbreidt tot het gehele niet-verbrande mengsel.

⁵ Algemeen Reglement op de Elektrische Installatie, KB 10/03/1981