

Dossier Explosieveiligheid

Opgesteld door:
Arthur Groot
Peter Coffeng
Corné Bulkman
Helger Siegert

April 2009

Inhoudsopgave

1.	Beschrijving van risicofactor	4
1.1	Beschrijving risico's	4
1.2	Omvang problematiek	6
2.	Relevante werksituaties	9
2.1	Relevante branches	9
2.2	Relevante beroepen	10
3.	Inventarisatie- en evaluatie	11
3.1	Risico-inventarisatie	11
3.2	Meten	11
3.3	Blootstellingmeting	12
3.4	Effectmeting	12
4.	Wetgeving	13
4.1	Arbowet	13
4.2	Arbeidsomstandighedenbesluit	13
4.3	Arbeidsomstandighedenregelingen	13
4.4	Overige nationale wetgeving	13
4.5	Europese wetgeving	14
5.	Beleid	15
5.1	Arboconvenanten	15
5.2	Cao-afspraken	15
5.3	Brancheafspraken	15
5.4	Standaardisatie en normalisatie	15
5.5	Certificering	15
6.	Beheersmaatregelen	15
6.1	Arbeidshygiënische strategie	15
6.2	Bronmaatregelen	16
6.3	Organisatorische maatregelen	16
6.4	Technische maatregelen	17
6.5	Persoonlijke beschermingsmiddelen	17
6.6	Implementatie van beleid	17
7.	Medisch Onderzoek	21
7.1	Gezondheidseffecten en beroepsziekten	21
7.2	Diagnostiek en behandeling/begeleiding	23
7.3	Kwetsbare groepen en aanstellingskeuring	24
7.4	Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek	26
8.	Werkgeversverplichtingen	26
9.	Werknemersverplichtingen	27
10.	Werknemersrechten	27

10.1	Rechten individuele werknemer.....	27
10.2	Rechten medezeggenschapsorgaan	27
11.	Praktijkverhalen	27
12.	Referenties.....	28
13.	Referentie auteurs.....	29
14.	Peer review	29

1. Beschrijving van risicofactor

1.1 Beschrijving risico's

Explosie

Een explosie (ontploffing) is een plotselinge vergroting van het volume en het snel vrijkomen van energie, gepaard gaand met het ontstaan van hoge temperaturen en het vrijkomen van gassen.

Soorten explosies

Er is een onderscheid te maken tussen drie verschillende soorten van explosies:

- Fysische explosie: voorbeelden zijn: ballon / fietsband, spuitbus / gasfles, vulkaan, etc.
- Chemische explosie: voorbeelden zijn: gasexplosie, nevel explosie en stofexplosie.
- Nucleaire explosie.

Dit arbdossier beperkt zich tot het explosiegevaar ontstaan uit chemische explosies op een arbeidsplaats waar atmosferische condities gelden.

Toepassingsgebied dossier explosiegevaar

Het toepassingsgebied van dit dossier over explosiegevaar beperkt zich tot binnen de kaders zoals beschreven in [de Europese ATEX 137 richtlijn](#) (betreffende minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen). ATEX staat voor ATmosphères EXplosives. Hiermee worden dus de volgende gebieden uitgesloten:

- gebieden die direct gebruikt worden voor en gedurende de medische behandeling van patiënten;
- het gebruik van gastoestellen volgens de voorschriften van Richtlijn 90/396/EEG(7);
- vervaardiging, bewerking, gebruik, opslag en transport van springstoffen of chemisch instabiele stoffen;
- winningsindustrieën die onder Richtlijn 92/91/EEG(8) of Richtlijn 92/104/EEG(9) vallen;
- het gebruik van vervoermiddelen over land, over het water en door de lucht waarop de desbetreffende voorschriften van de internationale overeenkomsten (zoals ADNR, ADR, ICAO, IMO, RID) en de communautaire richtlijnen, waarmee uitvoering wordt gegeven aan deze overeenkomsten, toegepast worden. Vervoermiddelen bestemd voor gebruik in een potentieel explosieve atmosfeer zijn niet uitgesloten.

Explosieve atmosfeer

Onder explosieve atmosferen wordt verstaan: een mengsel van lucht en brandbare stoffen in de vorm van gassen, dampen, nevels of stof, onder atmosferische omstandigheden, waarin de verbranding zich na ontsteking uitbreidt tot het gehele niet verbrande mengsel. Zie afbeelding 1 hieronder voor de explosiedriehoek.



Afbeelding 1: explosiedriehoek (bron: leidraad ATEX 137)

Een explosie is een snelle verbranding met drukeffect. Door de snelle verbranding ontstaat er een grote hoeveelheid (verbrandings)gas die door de snelheid en door de vaak afgesloten ruimte een drukgolf en een vlamfront veroorzaken. Zoals al aangegeven kunnen alle brandbare stoffen in de juiste verhouding met lucht (m.n. zuurstof) en een ontstekingsbron een explosie geven. Het explosiegevaar bij brandbare stoffen kan zich voordoen drie vormen:

Gasexplosiegevaar

Wanneer brandbare gassen in de atmosfeer vrijkomen, vermengen ze zich direct met de lucht die voor circa 21 v% uit zuurstof bestaat. Als de concentratie van de brandbare stof in het ontstane gasmengsel tussen de onderste en de bovenste explosiegrens ligt, dan kan het mengsel ontploffen als het wordt ontstoken. Van ieder brandbaar gas liggen de explosiegrenzen in lucht bij omgevingsdruk vast. Voor de meest gebruikte gassen geldt dat de onderste explosiegrens (LEL) ergens ligt tussen de 2 v% en 5 v%, en de bovenste explosiegrens (UEL) tussen de 10 v% en 15 v%.

Nevelexplosiegevaar

Een vloeibare brandbare stof zal afhankelijk van de dampspanning in meerdere of mindere mate verdampen en zal dus met de lucht een ontplofbaar mengsel vormen. De snelheid waarmee damp wordt gevormd en de concentratie boven het vloeistofoppervlak worden hoger naarmate de temperatuur van de vloeistof hoger is. Zodra de vloeistof een temperatuur boven zijn vlampunt heeft ligt die concentratie boven de LEL en is het mengsel ontsteekbaar. Wanneer een vloeistof wordt verstoven ontstaan zeer kleine druppeltjes, oftewel een nevel. Hoe kleiner de druppeltjes zijn hoe stabiel de nevel is, en des te meer deze zich als een gas gedraagt en op vervolgens op een overeenkomstige manier kan ontploffen: nevelontploffing.

Stofexplosiegevaar

Indien een brandbare vaste stof in zeer fijne deeltjes (denk hierbij aan poeder) is onderverdeeld kan deze met lucht worden opgewaaid of opgewerveld en vermengd tot een stofwolk die ontplofbaar kan zijn. Voor het optreden van een stofontploffing is het nodig dat een brandbare vaste stof in fijn verdeelde vorm wordt opgewerveld en intensief met lucht (of een ander zuurstofhoudend gas) wordt gemengd alvorens te worden ontstoken. De term "stof met calorische waarde" wordt veelal gebruikt om aan te duiden of de vaste stof brandbaar is, te denken valt aan bijvoorbeeld suiker, meel en hout.

Risicobeperking

Om het risico van een explosie te beperken moet de gelijktijdigheid van een brandbare stof, zuurstof en een werkzame ontstekingsbron worden voorkomen. Indien eenmaal is vastgesteld dat een brandbare stof in lucht kan vrijkomen, kan een explosie alleen nog voorkomen worden door de ontstekingsbron weg te

nemen of de ontstekingsbron te voorzien van passend beschermingsniveau zoals uiteengezet in de Europese richtlijn [ATEX 95](#) (richtlijn 94/9/EC).

Menselijk falen

Uit veel onderzoek blijkt dat het menselijk falen een substantiële bijdrage heeft als oorzaak op het ontstaan van explosies. Het onderzoek '[The Blame Machine. Why Human Error Causes Accidents](#)' van Barry Whittingham geeft inzicht in de bijdrage van menselijk falen bij verschillende incidenten uit de recente geschiedenis waaronder de explosie die in 1974 heeft plaatsgevonden bij [Nypro in Flixborough](#).

Een onderzoek naar menselijk falen bij het uitvoeren van noodprocedures op off-shore platforms is onderzocht, zie artikel [Determination of human error probabilities for offshore platform musters](#). Diverse scenario's zijn onderzocht waaronder brand en explosie op een platform. Op basis van dit onderzoek is de kans op falen van de menselijke factor beter in te schatten, zodat risico's beter kunnen worden ingeschat. De faalfactoren die onderzocht waren zijn; stress, complexiteit, training, ervaring, beslissingsfactoren en omgevingsfactoren.

Werkdruk

Om goed te kunnen functioneren hebben we een bepaalde mate van spanning nodig. Wanneer de hoeveelheid spanning die het werk met zich meebrengt echter groter is dan we kunnen hanteren is er geen sprake meer van een functionele spanning maar van stress. Effecten van stress zijn onder andere: verminderd concentratievermogen, verminderd vermogen om prioriteiten te bepalen, sneller vergissingen en fouten maken, besluiteloosheid, blikvernaauwing, prikkelbaarheid, haastgevoelens en verwardheid. Stress leidt dus tot verminderde prestaties en verstoort onze gemoedsgesteldheid. Tijdens het werken in gebieden of met stoffen waarbij explosiegevaar op kan treden kunnen deze effecten verstrekkende gevolgen hebben. Beoordelingsfouten door verminderde concentratie kunnen leiden tot onverhoopte incidenten zoals brand of zelfs explosies. Aandacht van werkgevers voor werkdruk, of meer algemeen psychosociale arbeidsbelasting (PSA), is van belang om stress en (fysieke) uitputting door stressreacties te voorkomen. Klik [hier](#) voor meer informatie over PSA.

1.2 Omvang problematiek

Inleiding

Een mogelijk risico op explosiegevaar wordt voor elk individuele arbeidsplaats bepaald in de RI&E. Indien uit de RI&E blijkt dat er op een arbeidsplaats zich mogelijke explosiegevaar kan voordoen moet de Europese ATEX 137 richtlijn worden opgevolgd. De inhoud van deze Europese ATEX 137 richtlijn is vertaald naar het Nederlandse Arbeidsomstandighedenbesluit en is terug te vinden in paragraaf 2a, 'Explosieve atmosferen'. Het opvolgen van de ATEX 137 richtlijn betekent dat voor deze arbeidsplaats:

- een nadere risicoanalyse moet worden uitgewerkt;
- een gevarezone-indeling moet worden opgesteld;
- het nemen van passende technische als organisatorische maatregelen;
- het voorlichten van de werknemers;
- het opstellen van een explosie veiligheidsdocument.

Risicoanalyse

Om vast te stellen of een stof explosiegevoelig is kan gebruikt gemaakt worden van een elektronische stoffendatabase: [de stoffenmanager](#). Indien de stof explosiegevoelig is moet beoordeeld worden of de stof daadwerkelijk kan vrijkomen onder atmosferische omstandigheden. Indien dit mogelijk is geldt de verplichting om deze locatie in te delen in gevarezones.

Gevarezone-indeling

Na het vaststellen dat er daadwerkelijk sprake is van explosiegevaar op basis van een nadere risicoanalyse is het verplicht om de arbeidsplaats in gevarezones in te delen. Hoe komt u tot een gevarezone-indeling? De arbeidsplaats wordt op grond van de frequentie en duur van het optreden van een explosieve atmosfeer in gevarezones en bijbehorende zoneklassen onderverdeeld:

Zone 0

Een plaats waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht voortdurend, gedurende lange perioden of herhaaldelijk aanwezig is. In uren uitgedrukt is dit meer dan 1000 uur per jaar.

Een voorbeeld van zone 0 is het binnenste van een tank met brandbare vloeistoffen.

Zone 1

Een plaats waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf waarschijnlijk af en toe aanwezig kan zijn. In uren uitgedrukt is tussen de 10 tot 1000 uur per jaar.

Een voorbeeld van zone 1 is rondom een opening van een tank met brandbare vloeistoffen.

Zone 2

Een plaats waar de aanwezigheid van een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf niet waarschijnlijk is en waar, wanneer dit toch gebeurt, het verschijnsel van korte duur is.

In uren uitgedrukt is dit minder dan 10 uur per jaar. Een voorbeeld van zone 2 is de omgeving om een tank met brandbare vloeistoffen.

Voor stofexplosiegevaar

Zone 20

Een plaats waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een wolk brandbaar stof in lucht voortdurend, gedurende lange perioden of herhaaldelijk aanwezig is. In uren uitgedrukt is dit meer dan 1000 uur per jaar. Een voorbeeld van zone 0 is het binnenste van een molen, filters of transportleidingen met brandbare stof(fen).

Zone 21

Een plaats waar een explosieve atmosfeer, in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht, in normaal bedrijf af en toe aanwezig kan zijn. In uren uitgedrukt is tussen de 10 tot 1000 uur per jaar. Een voorbeeld van zone 1 is rondom een vulopening (productrecipiënt) of uitstortplaats met afvoerbak van een molen met brandbare stof(fen).

Zone 22

Een plaats waar de aanwezigheid van een explosieve atmosfeer in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht bij normaal bedrijf niet waarschijnlijk is en wanneer dit toch gebeurt, het verschijnsel van korte duur is. In uren uitgedrukt is dit minder dan 10 uur per jaar. Een voorbeeld van zone 2 is de omgeving van een molen waar stofafzetting optreedt bij het vullen of uitstorten die evt. kan opwervelen.

Uiteindelijk dient voor elke arbeidsplaats waar explosiegevaar aanwezig is aangeduid te worden. Dit wordt gedaan door een driehoekig waarschuwingsbord met daarop 'Ex' op een gele ondergrond met zwarte randen.

Richtlijnen gevarezone-indeling

De NEN-EN-IEC 60079-10 en de NEN-EN-IEC 61241-10 zijn de internationale richtlijnen die als basis dienen voor het uitvoeren van een gevarezone-indeling. In Nederland kan gebruikt gemaakt worden van de praktijkrichtlijnen de NPR-7910-1 voor gasexplosiegevaar en de NPR-7910-2 voor stofexplosiegevaar. Deze twee praktijkrichtlijn richtlijnen geven handvatten om de gevarezone-indeling zo goed mogelijk aan te laten sluiten met het werkelijke explosiegevaar uit te voeren.

Ontstekingsbronnen

Nadat de gevarezones zijn vastgesteld geldt de verplichting om binnen zo'n gevarezone te werken met arbeidsmiddelen (mogelijke ontstekingsbronnen) die voldoen aan het bijbehorende beschermingsniveau die volgt uit de [Europese ATEX 95 richtlijn](#).

Er worden dertien mogelijke ontstekingsbronnen onderscheiden:

1. hete oppervlakken
2. vlammen en hete gassen
3. mechanisch veroorzaakte vonken
4. elektrische installaties
5. elektrische circulatiestromen, kathodische corrosiebescherming
6. statische elektriciteit
7. blikseminslag
8. elektromagnetische velden binnen het bereik van de frequenties van 9 kHz tot 300 GHz
9. elektromagnetische straling binnen het bereik van de frequenties van 300 GHz tot 3×10^6 GHz ofwel golflengten van 1000 μm tot 0,1 μm (optisch spectrumgebied)
10. ioniserende straling
11. ultrageluid
12. adiabatische compressie, drukgolven, stromende gassen
13. chemische reacties

Verdere, gedetailleerde informatie met betrekking tot de afzonderlijke soorten ontstekingsbronnen en de invulling van het beschermingsniveau per ontstekingsbron is te vinden in EN 1127-1. De Europese Normalisatie-instellingen CEN en CENELEC zijn aangewezen door de Europese Commissie voor de technische uitwerking van die eisen in diverse onderliggende normen.

Explosie-effect bestijding, technische maatregelen om de gevolgen te beperken

Indien het niet mogelijk is om explosies te voorkomen kunnen er ook maatregelen genomen worden om de effecten te bestrijden. Dergelijke maatregelen zijn:

- explosiebestendig bouwen (blast walls)
- explosieontdrukontlasting
- explosieonderdrukking
- voorkomen dat vlammen en explosies zich uitbreiden

Uitgangspunt voor uitvoering van deze constructieve beschermingsmaatregelen tegen explosiegevaar is de [Europese ATEX 95 richtlijn](#).

Integratie van menselijk gedrag in beheersystemen

Het adequaat handelen op noodsituaties waarin brand en explosiegevaar een rol speelt vraagt om een gedegen bedrijfsnoodplan en/of veiligheidsbeheersysteem. Meer informatie over het opzetten van beheersystemen, het ontwerpen van gebouwen en het daarbij meenemen van menselijk gedrag in relatie tot brand- en explosiegevaar is te vinden in het artikel [Integrating human behavior and response issues into fire safety management of facilities](#).

Organisatorische maatregelen, explosieveiligheidsdocument

In het vervolg op het werken binnen de gevarenczones dienen organisatorische maatregelen te worden opgesteld zodat er veilig gewerkt kan worden. Hierbij moet gedacht worden aan het opleiden van werknemer, het werken met werkvergunningen, het uitvoeren van inspecties en onderhoud, het werken met een 'management of change' procedure, het plaatsen van markering (EX borden/stickers), etc.

Naast de markering van de gevarenczone kunnen ook verbodsborden geplaatst worden voor de ontstekingsbronnen zoals de mobiele telefoon, open vuur en roken.

Aantal bedrijven

Het aantal bedrijven waar stof- en/of gasexplosiegevaar een rol speelt wordt geschat op 46.000 binnen Nederland.

2. Relevante werksituaties

2.1 Relevante branches

Er zijn nogal wat branches waarbinnen explosiegevaar een risico vormt. In het ene geval ligt het voor de hand dat dit risico een rol speelt, in het andere minder. De arboprofessional zal in de praktijk ook buiten de voor de hand liggende sectoren op dit risico bedacht moeten zijn.

Olie- en gasindustrie

Bij het winnen van olie en gas door middel van diepboringen en gedurende de periode van productie van olie en gas kan zich explosiegevaar voordoen. Ook bij het vrijkomen van aardgas door lekkages en dergelijke kunnen explosieve gas/lucht-mengsels worden gevormd.

Chemische industrie

In de chemische industrie worden brandbare gassen, vloeistoffen en vaste stoffen in diverse processen omgezet en verwerkt. Bij deze processen kunnen explosieve mengsels ontstaan.

Afvalverwerking

Op vuilstortplaatsen en bij compostering kunnen explosieve vuilstort- of composteringsgassen ontstaan. Opdat deze niet ongecontroleerd kunnen ontsnappen en eventueel tot ontsteking kunnen komen, zijn uitgebreide technische maatregelen noodzakelijk.

Afvalwaterzuiveringsinstallaties

Bij de afvalwaterbehandeling in waterzuiveringsinstallatie ontstaan ten gevolge van vergisting brandbare gassen (voornamelijk CH₄).

Weg- en waterbouwkunde

Er kunnen zich explosieve gassen van verschillende bronnen ophopen in slecht geventileerde tunnels, kelders, enzovoort.

Energiecentrales

Uit stukkolen die in combinatie met lucht niet explosief zijn, kan door transport, vermalen en droging kolenstof ontstaan dat explosieve stof/luchtmengsels kan vormen.

Houtverwerkende industrie

Bij het bewerken van houten werkstukken komt houtstof vrij dat bijvoorbeeld in filters of silo's explosieve stof/lucht-mengsels kan vormen.

Verfspuiterijen

De overspray die ontstaat bij het spuiten van oppervlakken met sproeipistolen in spuitcabines, kan net als de vrijgekomen dampen van oplosmiddelen een met lucht explosieve atmosfeer vormen.

Landbouw

In enkele landbouwbedrijven worden installaties voor de winning van biogas geëxploiteerd. Wanneer biogas ontsnapt, bijvoorbeeld als gevolg van lekkages, kunnen explosieve biogas/luchtmengsels ontstaan.

Metaalverwerking

Als gietproducten van metaal worden vervaardigd, kan bij de oppervlaktebehandeling (slijpen) explosief metaalstof ontstaan. Dit is vooral het geval bij lichte metalen. Dit metaalstof kan in collectoren een explosierisico teweegbrengen.

Levensmiddelenindustrie

In deze industrie wordt vaak gewerkt met brandbare vaste stoffen, bijvoorbeeld tijdens pneumatisch transport ontstaat een explosief mengsel in het systeem en bij het opslaan van vaste stof in een tankopslag.

Veevoederindustrie

Bij het transport en de opslag van graankorrels, suiker, enzovoort kunnen explosieve stoffen ontstaan. Als deze worden afgezogen en in filters gescheiden, kan in het filter een explosieve atmosfeer ontstaan.

Farmaceutische industrie

In de farmaceutische productie wordt dikwijls alcohol als oplosmiddel gebruikt. Bovendien kunnen additieven en hulpstoffen, bijvoorbeeld lactose, worden toegepast die een stofexplosie kunnen veroorzaken.

Raffinaderijen

De in raffinaderijen gebruikte koolwaterstoffen zijn allemaal brandbaar en kunnen afhankelijk van hun vlampunt al bij omgevingstemperatuur een explosieve atmosfeer teweegbrengen. De omgeving van de aardolieverwerkende installaties wordt meestal beschouwd als een explosiegevaarlijke plaats.

Recyclingbedrijven

Bij het recyclen van afval kunnen bijvoorbeeld explosierisico's ontstaan door bussen en andere houders met brandbare gassen en/of vloeistoffen die niet ontdaan zijn van restanten, of door papier- of kunststofstof.

Logistiek

Tijdens op en overslag van schepen, het vervoer middels tankwagens, tijdens het laden en lossen kunnen er explosierisico's ontstaan.

Scheepsbouwindustrie

Bij verbouwingen aan schepen kunnen eenvoudig explosieve atmosferen ontstaan doordat brandbare stoffen achterblijven in besloten ruimtes.

Tankcleaning

Het residu dat zich bevindt op de bodem van de tank wordt onder andere met brandbare oplosmiddelen verwijderd. Het verwijderen gebeurt onder hoge druk door gebruik te maken van een sproeikop waarbij een explosiegevaarlijke nevel ontstaat.

Grafische industrie

Het drukproces wordt traditioneel uitgevoerd op basis van hexaan of toluen waardoor explosiegevaar een direct gevolg is van het proces. Tevens kan zich stofexplosiegevaar voordoen van stof dat vrijkomt bij het snijden van het papier.

Overige sectoren

De bovenstaande lijst met branches is niet dekkend. Explosiegevaar kan zich eveneens voordoen op individuele arbeidsplaatsen in niet-specifieke branches.

Denk hierbij bijvoorbeeld aan explosiegevaar bij het laden van batterijen en accu's, de opslag van brandbare stoffen zoals verf, het werken met reinigingsmiddelen, et cetera. De arboprofessional moet dus ook buiten de genoemde branches op dit gevaar bedacht zijn.

2.2 Relevante beroepen

Beroepsgroepen die te maken krijgen met explosiegevaar is al het personeel dat werkt binnen de branches zoals genoemd in paragraaf 4.1. De specifieke beroepen waarbij aan gedacht moet worden zijn personeel dat direct betrokken is bij het primaire proces binnen het bedrijf zoals: operators van installaties en machines, installateurs, onderhoudsmonteurs, logistiek medewerkers, etc. Daarnaast moet ook gedacht worden aan een ieder die zich incidenteel binnen een arbeidsplaats bevindt alwaar explosiegevaar zich kan voordoen zoals: (proces)technologen, adviseurs, managers, auditeurs, etc.

3. Inventarisatie- en evaluatie

3.1 Risico-inventarisatie

In Nederland wordt over het algemeen op basis van de ondergrens in de NPR-7910 voor gas, vloeistof en vaste stof een eerste inventarisatie gemaakt om vast te stellen of er mogelijk sprake is van explosiegevaar. Indien de ondergrens niet wordt overschreden kan het zijn dat explosiegevaar zich toch voordoet. In lijn met de Europese ATEX 137 richtlijn moet een nadere risicoanalyse uitsluiting geven over het mogelijke aanwezige explosiegevaar. Dit laatste komt terug het Arbeidsomstandighedenbesluit in artikel 3.5c van hoofdstuk 2 (inrichtingarbeidsplaatsen), afdeling 1 (algemene voorschriften), paragraaf 2a, namelijk Nadere voorschriften risico-inventarisatie en – evaluatie; explosieveiligheidsdocument.

3.2 Meten

Alvorens te gaan meten is het zinvol eerst te beoordelen of er sprake is van explosieve atmosferen. Hiervoor zijn een zevental vragen samengesteld:

1. Zijn er brandbare stoffen aanwezig?

De brandbaarheid, de minimale ontstekingsenergie, zelfontstekingtemperatuur van een gas of vloeistof staat o.a. op de Product- of VeiligheidsinformatieBladen (VIB) van producenten. Via internet is deze informatie in het Engels te achterhalen in de (Material) Safety Data Sheets ((M)SDS) per stof, zie www.msds.nl.

Voor vaste stoffen zijn de eigenschappen te vinden op [BIA-online](#), zie verder paragraaf 3.4.

2. Kan door voldoende verdeling in de lucht een explosieve sfeer ontstaan?

De verhouding tussen de brandbare stof moet tussen de explosiegrenzen bevinden. De onderste explosiegrens is de Lower Explosion Limit/LEL (kleinste hoeveelheid brandbare stof) en de bovenste explosiegrens is de Upper Explosion Limit (/UEL (grootste hoeveelheid brandbare stof)

Het meten van gasexplosiegevaar kan worden uitgevoerd middels een explosiemeter (LEL-meter). Op basis van deze meting kan momentaan worden vastgesteld of er sprake is van explosiegevaar. Als grens van een mogelijke explosieve atmosfeer geldt de vuistregel 10% van de LEL-waarde.

Voor stofexplosiegevaar is het niet mogelijk om het explosiegevaar te meten. In de praktijk wordt de regel aangehouden dat een ontplofbare wolk kan worden herkend aan: “zicht minder dan 1 meter”.

3. Waar kan zich een explosieve atmosfeer voordoen?

4. Is de vorming van een gevaarlijke explosieve atmosfeer mogelijk?

Als de bovenstaande vragen met JA beantwoord worden, dan is er spraken van een explosieve atmosfeer en moet de werkgever maatregelen nemen.

Als tenminste de eerste vraag met JA wordt beantwoord dan moet de werkgever een kort explosieveiligheidsdocument op stellen, waarin wordt aangegeven dat de kans op het ontstaan van explosieve atmosferen nihil is.

5. Is de vorming van een explosieve atmosfeer terdege te voorkomen?

6. In welke gevarenczones kunnen plaatsen met een gevaarlijke atmosfeer worden ingedeeld?

7. Is ontsteking van een gevaarlijke atmosfeer terdege te voorkomen?

Indien het antwoord op vraag 7 NEE is dan moeten er aanvullende maatregelen worden getroffen om de schadelijke gevolgen van een explosie te beperken, zie paragraaf 1.2.

3.3 Blootstellingmeting

Een blootstellingmeting zegt alleen iets over de aanwezigheid van stoffen in de atmosfeer gedurende een bepaalde periode. Oftewel een blootstellingmeting zegt niets over de aanwezigheid van een piekconcentratie gedurende een periode in een kalenderjaar van brandbare stoffen tot boven de LEL. Een blootstellingmeting is dus niet bruikbaar voor het bepalen of explosieve atmosferen zich voordoen.

3.4 Effectmeting

Algemene effecten

De mogelijke effecten op personen als constructies ten gevolge van explosies zijn te bepalen door gebruik te maken van de PGS-1 (deel 2A en 2B) of door het te berekenen via commercieel verkrijgbare software programma's. In deze twee documenten is de uitwerking op mensen onderzocht van de diverse effecten die bij een explosie kunnen optreden. Voor de blast- en meesleureffecten worden druk-impulsdiagrammen gepresenteerd waarmee de overlijdenskansen kunnen worden bepaald. Voor de uitwerking van scherven en brokstukken kan, afhankelijk van de massa, de snelheid en de vorm van een scherf of brokstuk, aangegeven worden of er, bij impact, ernstige verwondingen zullen optreden. Voor de uitwerking van het instorten van gebouwen als gevolg van een explosie zijn globale getallen voor het aantal doden en gewonden gegeven. Met uitzondering van het laatste effect worden probitfuncties gegeven waarmee overlijdenskansen kunnen worden bepaald. Bij blootstelling aan toxische gassen of stoffen zijn gezondheidseffectmetingen relevant, waarvoor het periodiek medisch onderzoek gebruikt kan worden.

Het effect van explosies is onder te verdelen in:

- blast
- fragmenten
- hitte
- grondschock

Effecten van explosies op omgeving

Een overzicht van de effecten in relatie tot de druk is terug te vinden in de onderstaande tabel (overgenomen uit het handboek gevaarlijke stoffen):

Schade	kPa
Lichte schade aan glas panelen	0,1- 0,3
Drempelwaarde voor glasbreuk	1 -1,5
Ondergrens voor schade van brokstukken	1,5 - 2,5
Ruitbreuk, scheuren pleisterwerk, licht schade aan gebouwen.	3,5 - 7,5
Personen omver geblazen	7 -10
Vervorming van dunne metalen platen	7,5 - 12,5
Bezijken van houten of asbest zijpanelen van woningen	7,5 - 15
Bezijken van wanden gemaakt van betonblokken	12,5 - 20
Bezijken van zelfdragende gebouwen	20 - 30
Openscheuren van olietanks	20 - 30
Afbreken van steunpalen	30 - 50
Ernstige schade aan gebouwen met stalen frame	30 - 50
Ondergrens voor trommelvliesbreuk	35
Gewapend betonnen constructies ernstig beschadigd	40- 60
Treinstellen omver geblazen	40- 60
Totale vernieling van ongewapende gebouwen	70 - 80
Long schade	200 - 500
letaliteit	700 - 1500

Stofspecifieke effecten

De karakteristieke eigenschappen van gassen en vloeistoffen in het kader van explosiegevaar zoals de minimale ontstekingsenergie, de zelfontstekingtemperatuur, de gasgroep is over het algemeen bekend bij de producent van de betreffende stof. Deze informatie is over het algemeen vrij opvraagbaar bij de producenten of verkrijgbaar via algemene websites zoals: www.msds.nl en [de stoffenmanager](#).

Een database die via het internet vrij toegankelijk is voor het opvragen van karakteristieke eigenschappen van vaste stoffen in het kader van explosiegevaar en de mogelijke explosieeffecten uitgedrukt in drukstijgsnelheid zijn te vinden op: [BIA-online](#).

Indien de karakteristieke eigenschappen van de gezochte vaste stoffen niet beschikbaar zijn kunnen deze gemeten worden. In Nederland zijn o.a. het Prins Maurits Laboratorium van TNO en het laboratorium van Akzo Nobel te Deventer aanbieders van deze diensten.

4. Wetgeving

4.1 Arbowet

De volgende artikelen binnen de Arbowet zijn van toepassing op het onderwerp explosiegevaar:

- Artikel 3, Arbobeleid
- Artikel 5, Inventarisatie en evaluatie van risico's
- Artikel 6, Voorkoming en beperking van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken
- Artikel 14, Deskundige bijstand op het gebied van preventie en bescherming
- Artikel 19, Verschillende werkgevers

4.2 Arbeidsomstandighedenbesluit

De volgende artikelen binnen het arbeidsomstandighedenbesluit zijn van toepassing op het onderwerp explosiegevaar:

- hoofdstuk 3 (inrichting arbeidsplaatsen), afdeling 1 (algemene voorschriften), paragraaf 1
 - Artikel 3.1 Begrippen
- hoofdstuk 3 (inrichting arbeidsplaatsen), afdeling 1 (algemene voorschriften), paragraaf 2.a
 - Artikel 3.5 a Toepasselijkheid
 - Artikel 3.5 b Samenwerking en coördinatie
 - Artikel 3.5 c Nadere voorschriften risico-inventarisatie en –evaluatie; explosieveiligheidsdocument
 - Artikel 3.5 d Maatregelen in gevare zones
 - Artikel 3.5 f Bijzondere maatregelen
- hoofdstuk 3 (inrichting arbeidsplaatsen), afdeling 1 (algemene voorschriften), paragraaf 1
 - Artikel 9.37 Explosieve atmosferen
- hoofdstuk 8 (persoonlijke beschermingsmiddelen en veiligheids- en gezondheidssignalering), afdeling 2 (Veiligheids- en gezondheidssignalering)
 - Artikel 8.4 Algemene vereisten veiligheids- en gezondheidssignalering

4.3 Arbeidsomstandighedenregelingen

In hoofdstuk 8, artikel 8.10 en bijlage XVIII van de arbeidsomstandighedenregeling wordt een toelichting gegeven over de eisen en het gebruik van waarschuwborden met betrekking tot explosiegevaar.

4.4 Overige nationale wetgeving

Overige nationale wetgeving die van toepassing kan zijn in relatie tot het onderwerp explosieveiligheid zijn:

- BRZO-99 (Besluit Risico Zware Ongevallen);
- ARIE (Aanvullende Risico Inventarisatie en Evaluatie);

- Warenwetbesluit Explosie veilig Materieel. In dit besluit is in Nederland de Europese richtlijn 94/9/EG (ATEX 95) verwoord en geïmplementeerd. Deze richtlijn is bestemd voor producenten van apparaten en beveiligingssystemen.
- Een groot aantal dossiers uit de PGS-reeks; PGS-1, PGS-12, PGS-13, PGS-15 t/m PGS-30.

Andere normen die worden aangewezen vanuit de arbobeleidsregels zijn:

- NEN-EN-IEC 60079-10 (nl): "Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasexplosiegevaar kan heersen - Deel 10, Indeling van gevaarlijke gebieden";
- NPR 7910-1: "Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar - Deel 1, Gasexplosiegevaar";
- NPR 7910-2: "Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar - Deel 2, Stofexplosiegevaar";
- NEN-EN 1127-1, Ontplofbare atmosferen — Voorkoming van en bescherming tegen ontploffingen — Deel 1: Grondbeginselen en methodologie
- NEN-EN-IEC 60079-14, Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasontploffingsgevaar kan heersen — Deel 14: Elektrische installaties in gevaarlijke gebieden (anders dan mijnen)
- NEN-EN-IEC 60079-17 (nl): "Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasexplosiegevaar kan heersen - Deel 17: Inspectie en onderhoud van elektrische installaties in gevaarlijke gebieden (anders dan in mijnen)";
- NEN-EN 13237:2003 Plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen — Termen en definities voor apparatuur en beveiligingssystemen bedoeld voor gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen;
- NEN-EN 50272-2, Veiligheidseisen voor oplaadbare batterijen en batterij-installaties - Deel 2: Vaste batterijen;
- NEN-EN 50272-3 Veiligheidseisen voor oplaadbare batterijen en batterij-installaties - Deel 3: Tractie batterijen.

4.5 Europese wetgeving

De volgende richtlijnen zijn van toepassing op het onderwerp explosiegevaar:

- Richtlijn 89/391/EEG van de Raad van 12 juni 1989 betreffende de tenuitvoerlegging van maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk, PB L 183 van 29.6.1989, blz. 1.
- Richtlijn 1999/92/EG (ATEX 137) van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 1999 betreffende minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen, PB L 23 van 28.1.2000, blz. 57. Dit is in Nederland overgenomen in het Arbobesluit artikel 3.5 a tot en met 3.5f van hoofdstuk 2 (inrichtingarbeidsplaatsen), afdeling 1 (algemene voorschriften), paragraaf 2a, zie verder paragraaf 6.2 Arbeidsomstandighedenbesluit. Hieraan moeten werkgevers voldoen betreffende de veilige inrichting van arbeidsplaatsen, vaststellen van gevaren zones, installatie en correct materieel gezien de betreffende gevarenzone. Ten opzichte van de ATEX 137 wordt in het Arbobesluit explosieveiligheid meer integraal aangepakt.
- Richtlijn 94/9/EG (ATEX 95) van het Europees Parlement en de Raad van 23 maart 1994 inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten betreffende apparaten en beveiligingssystemen bedoeld voor gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen, PB L 100 van 19.4.1994, blz. 1. In Nederland is dit verwoord in het Warenwetbesluit Explosie veilig Materieel, zie paragraaf 6.4. Hieraan moeten de producenten voldoen betreffende de geleverde producten en beveiligingssystemen die geschikt zijn voor een bepaalde gevarenzone.

5. Beleid

5.1 Arboconvenanten

Zover bekend binnen het clusterteam zijn er geen arboconvenanten afgesproken. Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

5.2 Cao-afspraken

Zover bekend binnen het clusterteam zijn er geen CAO afspraken. Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

5.3 Brancheafspraken

De volgende branches hebben een eigen ATEX implementatiedocument geschreven ten behoeve van hun leden:

- NEVEDI (Nederlandse Vereniging van Diervoeders)
- Houtverwerkend industrie (SKH)

Echter deze documenten zijn niet vrij verkrijgbaar voor niet-leden.

5.4 Standaardisatie en normalisatie

Standaardisatie en normalisatie zijn van toepassing op ontstekingsbronnen (apparatuur) die gebruikt worden of gaat worden binnen de gevarenczones. De zoneklasse is gekoppeld aan het beschermingsniveau van de ontstekingsbronnen (apparatuur). Verdere, gedetailleerde informatie met betrekking tot de afzonderlijke soorten ontstekingsbronnen en de invulling van het beschermingsniveau per ontstekingsbron is te vinden in EN 1127-1. De Europese Normalisatie-instellingen CEN en CENELEC zijn aangewezen door de Europese Commissie voor de technische uitwerking van die eisen in diverse onderliggende normen. De specifieke normen die hieruit voortkomen zijn verkrijgbaar via de [NEN](#).

5.5 Certificering

Certificering is van toepassing op apparatuur dat gebruikt wordt of gaat worden binnen de gevarenczones. Conform de Europese richtlijn ATEX 95 wordt deze apparatuur gecertificeerd. De inhoud van deze certificering is afhankelijk van de zoneklasse van de gevarenczone waar deze apparatuur gebruikt gaat worden. Door de Europese commissie zijn een aantal instellingen aangewezen als notified body om dit uit te voeren. In Nederland is door de overheid KEMA Quality B.V. als notified body aangewezen.

6. Beheersmaatregelen

6.1 Arbeidshygiënische strategie

Arbeidshygiënische strategie kan een bijdrage hebben in het voorkomen van explosies in gebouwen. Wanneer toxiciteit een dermate grote rol speelt bij de bescherming van de werknemer zodat er nooit sprake kan zijn van hogere concentraties dan 0,1 % van de LEL behoeven elektrische installaties niet explosie veilig te worden uitgevoerd. Uitgangspunt daarbij is dat deze goed geplaatste gasdetectoren de elektrische installaties automatisch spanningsloos maken bij het bereiken van een concentratie van ten hoogste 10 % van de LEL.

Uitzondering hierop zijn de elektrische installaties die uit veiligheidsoverwegingen of ten behoeve van rampenbestrijding of reddingswerkzaamheden in bedrijf moeten blijven. Deze installaties moeten wel explosie veilig worden uitgevoerd.

6.2 Bronmaatregelen

Specifiek het voorkomen van gasexplosiegevaar kan plaatsvinden door invulling van de volgende doelstellingen:

- Het vervangen van de brandbare stof(fen) door een stof met mindere en/of geen brandbare eigenschappen;
- Het werken onder ventilatiecondities waardoor explosiegevaar kan worden uitgesloten omdat de concentratie van de onderste explosiegrens (LEL) niet bereikt kan worden (zie de NPR-7910 voor de invulling van deze maatregel) of werken ruim boven de de bovenste explosiegrens (UEL), zoals in een benzinetank;
- Het werken onder zuurstof arme condities (inertiseren) waardoor explosiegevaar kan worden uitgesloten (zie de CEN-TR 15281 voor de invulling van deze maatregel);
- Het wegnemen van ontstekingsbronnen op plaatsen waar explosiegevaar zich kan voordoen of de ontstekingsbronnen laten voldoen aan een passend beschermingsniveau zodat de kans op ontsteking voldoende verlaagd wordt;
- Het gebruik maken van gasdetectieapparatuur om de concentratie van explosieve gassen te controleren in de omgeving van installaties, zie ook paragraaf 6.1.

Specifiek het voorkomen van stofexplosiegevaar kan plaatsvinden door invulling van de volgende doelstellingen:

- Preventief: oftewel zorg ervoor dat er geen ontsteking kan plaatsvinden en zorg ervoor dat geen brandbaar stof kan gaan opstuiven of worden opgewerveld op plaatsen waar ontstekingsbronnen kunnen zijn (schoonhuishouden conform de definitie uit de IEC 61241 en/of NPR-7910-2).

Preventieve maatregelen kunnen zijn:

- Bouwen van stofdichte apparatuur en installaties om stofafzetting van meer dan 0,1 mm in de omgeving te voorkomen;
 - Brandbare stof vervangen door een minder brandbare stof, hetgeen vaak onmogelijk is;
 - Van de stof de korrelgrootte vergroten;
 - De stof vochtig maken of tot zelfs de pasteuze productvorm gebruiken;
 - Naast inertiseren van de atmosfeer met inerte gassen kan er ook gekozen worden inerte stoffen toe te voegen zoals Calciumsulfaat en ammoniumfosfaat om de kans op een stofexplosie te verkleinen.
- Repressief: zorg ervoor dat (als preventie niet mogelijk is of faalt) een ontsteking niet tot een ontploffing kan leiden;
 - Beheersing of beperking van de gevolgen van een explosie: zorg ervoor dat (als preventie en repressie onmogelijk zijn of falen) de door een ontploffing veroorzaakte schade beperkt blijft en vooral ook zorgen dat een eerste kleine ontploffing niet kan leiden tot een – wellicht veel zwaardere – secundaire ontploffing, hetgeen door het opstuiven van stof in de aangrenzende ruimtes door de eerste kleinere stofexplosie mogelijk is.

6.3 Organisatorische maatregelen

Bij het nemen van organisatorische maatregelen in het kader van het voorkomen van explosiegevaar moet in gedacht worden aan het:

- Opleiding van werknemers door bedrijfsinstructies, voorlichting en onderricht.
De werkgever verschaft de verschillende werknemers die werkzaam zijn op plaatsen waar explosieve atmosferen kunnen voorkomen, voldoende en passende opleiding met betrekking tot de bescherming tegen explosiegevaar om zichzelf en anderen niet in gevaar te brengen.

- Het werken met schriftelijke instructies en werkvergunningen. Indien het explosie veiligheidsdocument het voorschrijft: moet werk op gevaarlijke plaatsen worden uitgevoerd volgens de schriftelijke instructies die door de werkgever vastgesteld zijn. Een systeem van werkvergunningen moet worden toegepast voor gevaarlijk werk en werk dat samen met ander werk gevaren kan opleveren. Werkvergunningen moeten vóór de aanvang van het werk worden afgegeven door een bevoegde persoon.
- Voor de inbedrijfstelling van een explosiegevaarlijke arbeidsplaats dient er een onderzoek plaats te vinden door vakbekwame personen. Na inbedrijfstelling dienen er ook regelmatige controles te worden uitgevoerd. Bij deze controles is er o.a. aandacht voor de werkzaamheid van de gasdetectieapparatuur en de ventilatie-installaties.
- Er dient ook aandacht te zijn voor de coördinatie tussen de verschillende werkgevers (opdrachtgever en buitenfirma) en daarnaast dienen verantwoordelijkheden en de daarbij behorende opleidings- en materieelcertificaten schriftelijk te worden vastgelegd.

Een checklist voor het opstellen van een explosie veiligheidsdocument en de implementatie van explosiegevaar is te vinden in:

- de [Niet bindende gids voor goede praktijken met het oog op de tenuitvoerlegging van de ATEX 137](#)
- en via de website van de arbeidsinspectie voor BRZO en ARIE bedrijven middels [de werklĳst voor toezichtbeleid ATEX 137](#)
- het Arbo-informatie blad 34, dit blad is te bestellen via www.sdu.nl.

6.4 Technische maatregelen

Een drietal technische maatregelen ter voorkoming van explosiegevaar zijn reeds genoemd als zijnde een bronmaatregel:

1. het werken onder ventilatiecondities waardoor explosiegevaar kan worden uitgesloten omdat de concentratie van de onderste explosiegrens niet bereikt kan worden (zie de NPR-7910 voor de invulling van deze maatregel);
2. het werken onder zuurstof arme condities (inertiseren) waardoor explosiegevaar kan worden uitgesloten (zie de CEN-TR 15281 voor de invulling van deze maatregel);
3. het wegnemen van ontstekingsbronnen op plaatsen waar explosiegevaar zich kan voordoen of de ontstekingsbron laten voldoen aan een passend beschermingsniveau zodat de kans op ontsteking voldoende verlaagd wordt (zie voor de invulling van het passend beschermingsniveau de Europese ATEX 95 richtlijn en de technische uitvoering van de maatregelen de norm EN 1127-1 en onderliggende normen), zie verder paragrafen 4.4 en 4.5.

6.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Persoonlijke beschermingsmiddelen spelen bij explosiegevaar een rol:

- in combinatie met toxiciteit (denk hierbij aan vluchtmaskers en gasdetectie);
- en/of wanneer de ontstekingsenergie dusdanig laag is dat statische oplading van kleding en/of schoen kunnen leiden tot een vonk en daarmee een explosie.

Op basis van volgende stofspecifieke eigenschappen:

- de mate van toxiciteit;
- en/of de minimale ontstekingsenergie;

zal de noodzaak tot invulling aan de persoonlijke beschermingsmiddelen moeten worden overgegaan, zie eventueel ook paragraaf 6.6 uit het dossier “verstikkingsgevaar in besloten ruimte”.

6.6 Implementatie van beleid

Helaas bestaat er geen “altijd goed” recept voor de implementatie van beleidsmaatregelen. Wel zijn er verschillende uitgangpunten en werkwijzen die de kansen op een succesvolle introductie doen toenemen. In deze paragraaf wordt hier een aantal van beschreven.

Commitment

Commitment van het topmanagement voor veiligheid in woord en daad is van groot belang bij de implementatie van beheersmaatregelen. Op alle niveaus binnen de organisatie, te weten strategisch, tactisch en operationeel, moet de bereidheid bestaan om van de beheersmaatregelen een succes te maken. Dit kan alleen als het topmanagement doordrongen is van de “sense of urgency” en dit ook vertaald in kaderscheppend, visionair beleid. Vervolgens kan middels procesmanagement dit op tactisch niveau worden geoperationaliseerd en op operationeel niveau middels een plan-do-check-act cyclus worden uitgerold. Het is van belang dat er een continue reflectie op de praktijk is door monitoring, incidentanalyse en leer- en terugkoppelingsmechanismen.

Rol van leidinggevenden

De rol van leidinggevenden is cruciaal bij veranderingen. Problemen ontstaan als een leidinggevende op andere zaken wordt aangesproken dan op de richting van de beheersmaatregelen. Wanneer bijvoorbeeld nadrukkelijk wordt gestuurd op productie terwijl het adagium “Safety First” is verliest een leidinggevende alle geloofwaardigheid met mogelijke gevolgen voor het implementatieproces.

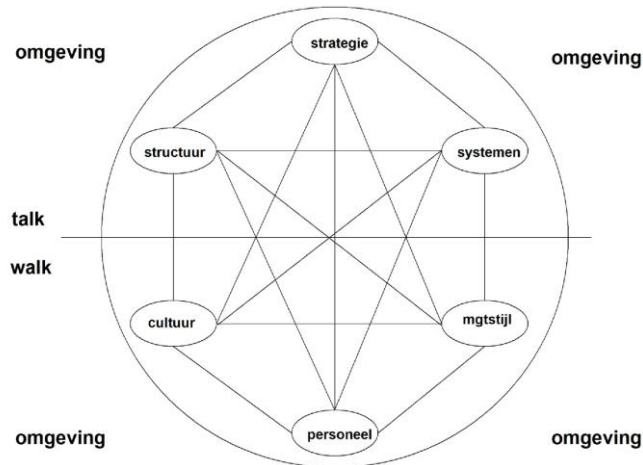
Individuele verschillen

Bij het ontwerp van beheersmaatregelen is het van belang te onderkennen dat inter-persoonlijke verschillen bestaan. Zo zijn er medewerkers die zich gemakkelijk voegen naar afspraken en procedures. Die het zelfs prettig vinden om binnen een vast kader te werken. Ook zijn er medewerkers die expliciete en impliciete afspraken zien als een belemmering van hun persoonlijke vrijheid. Deze medewerkers zullen zich weinig gelegen laten aan van bovenaf opgelegde instructies zonder dat zij hier de waarde van inzien. Een derde groep bestaat uit medewerkers die prijs stelt op het in onderling overleg vaststellen en uitvoeren van afspraken en procedures. Het onderkennen van deze driedeling is niet alleen van belang bij het ontwerp van beheersmaatregelen maar kan ook waarde hebben bij de werving en selectie van medewerkers.

Samenhang maatregelen

Bij het vaststellen en invoeren van maatregelen is het goed om oog te hebben voor de verschillende elementen van een organisatie. Binnen de organisatiekunde wordt onderstaande indeling regelmatig toegepast.

- Strategie is de manier waarop, en het geheel van middelen waarmee, vooraf vastgestelde doelen worden nagestreefd
- Managementstijl is het geheel van kenmerkende gedragspatronen van het management
- Personeel is het geheel van karakteristieken en vaardigheden van medewerkers
- Structuur is de verdeling en compensatie van taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden
- Cultuur is het geheel van gemeenschappelijke normen en waarden van een groep mensen en hun gedrag als uiting daarvan
- Systemen zijn de regels en procedures waarmee het dagelijks functioneren gestuurd wordt

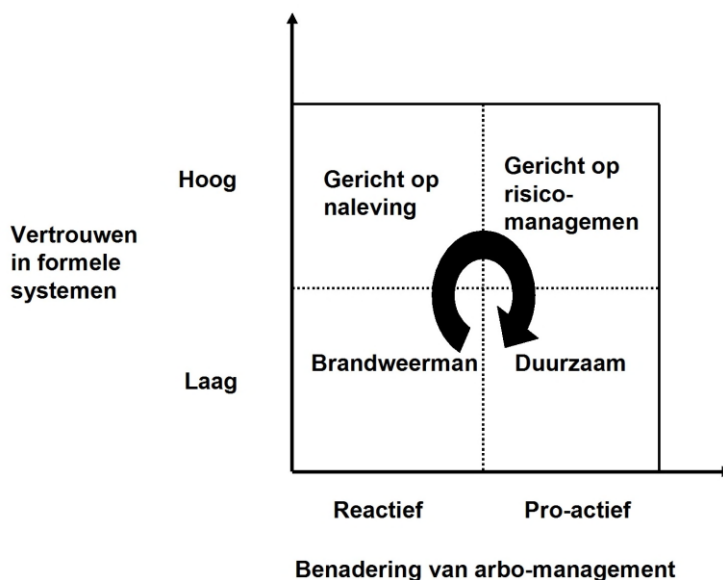


In het model wordt weergegeven dat er een samenhang bestaat tussen de “harde kant” van organisaties (de talk) en de “zachte kant” van organisaties (de walk). Bij de implementatie moet dan ook aandacht zijn voor al deze verschillende elementen. Zo is het streven naar een verandering in het werkproces zinloos zonder de steun van leidinggevenden, het trainen van medewerkers en het aanpassen van de bestaande structuur van verantwoordelijkheden en bevoegdheden. Andere aspecten van dit model zijn:

- Door de nadruk te leggen op regels en procedures (verkleinen van regelmogelijkheden) neemt de invloed op het eigen handelen af;
- Door mensen verantwoordelijk te maken voor het eigen handelen wordt het bewustzijn vergroot;
- Door medewerkers alleen verantwoordelijkheden te geven zonder bijbehorende bevoegdheden nemen spanningen toe en neemt betrokkenheid af.

Aandacht voor ontwikkelstadium

Organisaties ontwikkelen zich in de tijd als gevolg van allerlei interne en externe invloeden. Het is weinig zinvol om een organisatie die nog erg intern gericht is en zich voornamelijk van incident naar incident begeeft te belasten met beheersmaatregelen die sterk gericht zijn op pro-actief handelen. In onderstaand schema wordt de ontwikkeling van organisaties schematisch weergegeven.



Klik [hier](#) voor een uitgebreide beschrijving van dit model en achterliggende overwegingen.

Attributie

In 1958 heeft de psycholoog Heider in zijn boek *The Psychology of Interpersonal Relations* het begrip attributie geïntroduceerd. Kern van zijn betoog is dat mensen verklaringen zoeken voor dingen die gebeuren. Deze verklaringen kunnen gevonden worden binnen de eigen persoon (interne attributie) of de omstandigheden (externe attributie). Een externe attributie kent oorzakelijkheid toe aan kracht van buiten. Een externe attributie zegt dat iets van buiten de gebeurtenis heeft veroorzaakt. Bijvoorbeeld: "altijd tijdsdruk waardoor zorgvuldig werken met gevaarlijke stoffen voor mij onmogelijk is". Een interne attributie daarentegen kent oorzakelijkheid toe aan factoren binnen een persoon. Bijvoorbeeld "ik werk zorgvuldig met gevaarlijke stoffen omdat ik een vakman ben". Uit onderzoek is gebleken dat mensen negatieve gevolgen en gedragingen vooral proberen te verklaren door middel van externe attributie en positieve gevolgen en gedragingen juist vanuit interne attributie.

Attributie en gedragsbeïnvloeding

Voor het beïnvloeden van gedrag (zorgvuldig werken, volgen van protocollen, dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen etc) is het sturen op interne attributie een belangrijke mogelijkheid. In onderzoeken (Miller, 1975) is aangetoond dat het positief benadrukken van vaardigheden, inzet en motivatie helpt gewenst gedrag te bereiken. Bijvoorbeeld door waardering uit te spreken over de moeite die gedaan wordt om zorgvuldig te werken. Overigens is gebleken is dat het sturen op attributie betere resultaten geeft, in termen van gedragsverandering, dan overtuigen (het is goed voor je want...) In een Amerikaans [artikel](#) wordt een vanuit de attributietheorie een verklaring gegeven voor het verkeersgedrag van weggebruikers. Dit artikel beschrijft ook een raamwerk om met behulp van deze theorie te komen tot gedragsveranderingen.

Risicoperceptie en PBM-gebruik

In verschillende [onderzoeken](#) naar het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen is naar voren gekomen dat risicoperceptie een belangrijke rol speelt met betrekking tot gedrag: het daadwerkelijk dragen van deze middelen. Aangenomen mag worden dat deze uitkomst ook geldig is voor handschoenen, labjassen, adembescherming etc. De resultaten van het onderzoek suggereren dan ook dat risicoperceptie bij het ontwerpen en invoeren van beheersstrategieën rondom het gebruik van beschermingsmiddelen een belangrijke rol moet hebben.

Heart and Mind

Bij de invoering van maatregelen is niet alleen de systeemkant (procedures, instructies, taken, verantwoordelijkheden etc) van belang maar is het essentieel dat de medewerkers die uitvoerend zijn in het hart geraakt worden. Zij moeten serieus genomen worden in hun overtuigingen, met hun overzicht en ervaring; zij hebben daarom informatie nodig over nut en doel. Van uitvoerenden hangt immers de uiteindelijke doeltreffendheid af. Over deze heart and mind programma's zijn verschillende publicaties verschenen. Klik [hier](#) voor meer informatie over dit onderwerp.

Versterken arbeidsveiligheid

Op het arboportaal van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) wordt een aantal tips gegeven voor het versterken van arbeidsveiligheid. Het gaat hierbij om tips als:

- Beïnvloeding veiligheidsgedrag
- Beloon goed gedrag
- Betrokkenheid management is essentieel
- Laat medewerkers zelf nadenken
- Maak resultaten zichtbaar
- Norm leidinggevende is norm medewerkers

Klik [hier](#) voor meer informatie over de verschillende tips.

Achtergronden gedragsbeïnvloeding

Gedragsbeïnvloeding speelt een belangrijke rol bij de implementatie van beleidsmaatregelen rondom het werken met gevaarlijke stoffen. Achter de verschillende beschreven methodieken zitten ook verschillende theoretische modellen. Meer hierover is onder andere te vinden in het boek psychologie van de arbeid van Bakker en Schaufelli (2007, ISBN-13: 9789031350698). De literatuurlijst van dit boek bevat verschillende aanknopingspunten voor verdieping.

Inzet van deskundigen

Het maken en bijhouden van beleid met betrekking tot explosiegevaar kan verschillende effecten op de bewustwording (awareness) van de medewerkers hebben. Aan de ene kant geeft het maken en bekendmaken van een beleid een verhoging van de bewustwording. Er is iets gevaarlijk alleen al omdat er aandacht aan besteed wordt. Deze kant wordt over het algemeen overschat. Het effect daarvan blijkt klein en vooral kortdurend te zijn. Herhaling heeft ook niet veel effect.

Aan de andere kant geeft het maken en vooral het hebben van een beleid het gevoel dat alles geregeld is. "Er heeft al iemand over nagedacht dus hoef ik dat niet meer te doen." Het maken van een beleid door een professional geeft ook nog een gevoel van verminderde betrokkenheid. Iemand anders maakt het en de medewerker heeft er geen invloed op. Het effect op een eventueel gewenste gedragsverandering is zeker op lange termijn niet groot. Gedragsveranderingen worden bewerkstelligd door veranderkundige maatwerktrajecten die vanuit een psychosociale benadering op maat gemaakt worden. Iedere mens regeert anders op hem aangeboden prikkels (informatie is ook een prikkel) Het ontwerpen van veranderkundige maatwerktrajecten is het werk van gespecialiseerde Arbeids en Organisatiedeskundigen.

7. Medisch Onderzoek

7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten

De effecten van explosies op het leven van werknemers kunnen zeer ernstig zijn in de vorm van bijvoorbeeld ernstig lichamelijk letsel met als gevolg grote sociale - en economische schade.

De gezondheidseffecten van een gas- of stofexplosie kunnen zijn:

- Door de snelle verbranding wordt veel zuurstof in de omgevingslucht verbruikt, waardoor aanwezige werknemers door verstikking kunnen overlijden;
- Ongecontroleerde gevolgen van vlammen en druk in de vorm van hittestraling, vlammen en rondvliegende brokstukken.
De gezondheidsschade kan bestaan uit ernstige huidverbrandingen en/of (dodelijk) letsel door rond vliegende brokstukken of vallen en/of beschadiging van de kwetsbare holle organen zoals het oor (trommelvlies), longen en maag-darmkanaal door de drukgolf;
- De aanwezigheid van giftige of toxische (reactie)producten, die directe acute effecten kunnen geven op m.n. huid, ogen en luchtwegen en/of longen.
Op de lange termijn kunnen er schadelijke gezondheidseffecten ontstaan door schade aan andere inwendige organen (b.v lever- en nierafwijkingen) en het zenuwstelsel (bv. hersenafwijking) aangericht door blootstelling aan deze toxische stoffen.

Het werken in een ruimte met explosiegevaar vindt plaats in diverse branches en beroepen, zoals beschreven in hoofdstuk 2, hierdoor zijn de gezondheidsrisico's en -effecten ook divers. Om ordening aan te brengen in de gezondheidseffecten worden deze op basis van korte en langere termijn en de gevaren en risico's uit de hoofdstukken 1 en 3 beschreven.

De onderstaande opsomming is zeker niet compleet, waardoor voor het werken in een ruimte met explosiegevaar een nadere risico-inventarisatie en -evaluatie aangevuld met een explosie veiligheidsdocument in de werkvergunning van levensbelang kan zijn. Dit om zicht te krijgen op de gezondheidsrisico's en de preventie daarvan, zie verder de hoofdstukken 3 en 6.

Gezondheidseffecten op korte termijn

Onderstaande gezondheidseffecten zijn meestal gebaseerd op onveilige arbeidsomstandigheden, en/of gedrag die aanleiding kunnen geven tot ernstig letsel met ziekenhuisopnames en/of een fatale afloop waardoor o.a. melding aan de arbeidsinspectie door de werkgever verplicht is.

1. Verstikking door het snelle verbruik van zuurstof door de explosie

Zuurstofconcentratie lager dan 18 vol% en in het bijzonder lager dan 10 vol% geeft aanleiding tot (acuut) verstikkingsgevaar met binnen een paar minuten ernstig blijvend hersenletsel, dat zonder ingrijpen zal leiden tot de dood.

Verstikking kan optreden door het forse zuurstofverbruik door de explosie zelf, zoals al eerder genoemd. Een ander risico is het werken onder zuurstofarme condities (inertiseren) om brand – en explosiegevaar te minimaliseren, zie paragraaf 8.2. In ruimtes waar dit wordt toegepast is verstikkingsgevaar aanwezig, tenzij gebruik gemaakt wordt van onafhankelijke adembescherming.

2. Verbrandingen door vlammen en hitte

Explosies kunnen leiden tot ernstige huidverbrandingen met soms dodelijke afloop

3. Letsels door hoge kortdurende geluidsniveaus (impulsgeluid)of de drukgolf (“blast”)

Explosies kunnen door de drukgolf rondvliegende brokstukken creëren die (ernstige) letsels kunnen geven en de drukgolf kan ook werknemers doen vallen van evt. hoogtes. Kwetsbare holle organen voor de drukgolf zijn m.n. het oor, de longen en het maag-darmkanaal. Bij explosies kan gedurende korte tijd een zeer hoog geluidsniveau op het oor inwerken en mechanisch letsel geven, zoals inscheuring (ruptuur) van het trommelvlies met soms bloedverlies uit het oor. De bloedende laesie kan ook gelokaliseerd zijn in het middenoor of binnenoer. Dit acute effect is eigenlijk een bedrijfsongeval, maar deze blootstelling aan lawaai wordt toch als een beroepsziekte gemeld: [NCvB](#).

Andere kwetsbare holle organen bij een drukgolf zijn m.n. de longen en het maag-darmkanaal. De mechanische schade aan de longen kan resulteren in een bloeding, barotrauma en ARDS (“Adult respiratory Distress Syndrome”), De schade voor het maagdarmkanaal bestaat uit bloedingen en rupturen (Elsayed, 2003 en Arygos, 1997) .

Het risico op letsels kan verder verhoogd doordat de verlichting door de explosie uitvalt, waardoor werknemers zich sneller blesseren.

4. Bedwelming of vergiftiging door blootstelling aan giftige gas, damp of nevel of stoffen

Blootstelling aan een hoge concentratie van explosieve en toxische gassen of vaste stoffen, d.w.z. boven de publieke grenswaarde voorheen MAC, kan leiden tot acute vergiftiging of bedwelming. Als vuistregel wordt de helft van deze grenswaarde gebruikt voor het voorschrijven van adembescherming.

Als in bv. de (petro)chemische industrie een explosie optreedt, kunnen verschillende stoffen met elkaar gaan reageren, waardoor weer nieuwe toxische stoffen ontstaan met andere effecten.

Blootstelling aan toxische stoffen kan lokaal, acuut, irriterende en corrosieve effecten geven op de luchtwegen (bronchiolitis), longen (oedeem), ogen en huid en leiden dan tot o.a. tot ernstige ademhalingsproblemen, oog- en huidaandoeningen. Deze acute effecten staan o.a. vermeld op de Chemiekaarten, Product- of VeiligheidsinformatieBladen (VIB) of in het Engels (Material) Safety Data Sheets ((M)SDS) per toxische stof of in de registratierichtlijnen van het [Nederlands Centrum voor beroepsziekten](#). Daarnaast is voor hulpverleners het [RIVM](#) hierbij een belangrijk ondersteunend instituut. Via hun site wordt gelinkt naar [Vergiftigingen.info](#) (inlogcodes aanvragen) waar fictieve of reële casuïstiek direct ingevoerd kan worden om direct adequaat geadviseerd te worden bij intoxicaties met 1 of meerdere stoffen.

Gezondheidseffecten op langere termijn en melding van beroepsziekten

Onderstaande gezondheidseffecten zijn meestal gebaseerd op ongezonde arbeidsomstandigheden en/of gedrag, die niet acuut tot gezondheidsproblemen leiden maar wel op de langere termijn kunnen leiden tot ziekte. Bij deze problematiek zal er vaak sprake zijn van een beroepsziekte die door de arbodienst/bedrijfsarts aan het Nederlands centrum voor Beroepsziekten gemeld behoort te worden.

1. Blootstelling aan giftig gas, damp, nevel of stoffen (chemische agentia)

Blootstelling aan een hoge concentratie van gassen, dampen of vaste stoffen boven de publieke grenswaarde voorheen de MAC, kan naast acute gezondheidseffecten ook allergische effecten op huid (beroepsdermatosen, contacteczeem), longen en luchtwegen (o.a. beroepsastma). Daarnaast treden ook systemische effecten op, op diverse orgaansystemen zoals: het maagdarmsysteem, zenuwstelsel, nieren, bloedvormende organen (beenmerg) en voortplantingsorganen (reprotoxische effecten). Bijvoorbeeld in de farmaceutische industrie kunnen medewerkers bij de bereiding van het antibioticum penicilline een allergie gaan ontwikkelen met vaak onschuldige effecten op de huid en soms zelfs ernstige systemische effecten (anafylactische shock).

2. Het ervaren van een explosie met ernstig letsel of (bijna) dodelijke afloop

Werknemers die naar aanleiding van een ernstige explosie een traumatische ervaring hebben opgedaan, die een dreigende dood of ernstige verwonding met zich meebracht door bv. verbranding, verstikking, of bedwelmings kunnen een *Posttraumatische stress stoornis (PTSS)* ontwikkelen. De dreigende dood of ernstige verwonding door een ongeval kunnen zij zelf hebben ondergaan of een collega heeft dit ondergaan en zij waren er getuige van. Hierbij kan het schuldgevoel ook een rol kan gaan spelen. De klachten kunnen bestaan uit: geheugen- en concentratiestoornissen, prikkelbaarheid, intrusies of flash backs van de ingrijpende gebeurtenis, d.w.z. het steeds weer herbeleven van het ongeval overdag en in de slaap (nachtmerries) m.a.g. slaapstoornissen, schrikreacties en het vermijden van soortgelijke situaties. De symptomen treden meestal binnen 3 maanden na de traumatische gebeurtenis op, maar kunnen ook maanden of zelfs jaren uitblijven, zie ook het arbodossier PsychoSociale Arbeidsbelasting.

Het effect van de *Posttraumatische stress stoornis* is uitgebreid onderzocht na de explosie die heeft plaatsgevonden bij de AZF fabriek in Toulouse:

- Riviere, S, Schwoebel, V, Lapierre-Duval, K, Guinard, A, Gardette, V, Lang, T., for the Scientific and Operational Committees, (2008). [Predictors of symptoms of post-traumatic stress disorder after the AZF chemical factory explosion on 21 September 2001, in Toulouse, France.](#) J. Epidemiol. Community Health 62: 455-460.
- Emmanuelle Godeau, MD, PhD; Céline Vignes, MA; Félix Navarro, MD; Ronaldo Iachan, PhD; Jim Ross, PhD; Colin Pasquier, MA; Anne Guinard, MD, [Effects of a Large-Scale Industrial Disaster on Rates of Symptoms Consistent With Posttraumatic Stress Disorders Among Schoolchildren in Toulouse](#) Arch Pediatr Adolesc Med. 2005;159:579-584.
- Thierry Lang, Valérie Schwoebel, Eloi Diène, Eric Bauvin, Eric Garrigue, Karine Lapierre-Duval, Anne Guinard, Sylvie Cassadou for the Scientific and Operational Committees, [Assessing post-disaster consequences for health at the population level: experience from the AZF factory explosion in Toulouse.](#)

7.2 Diagnostiek en behandeling/begeleiding

Gezien de enorme diversiteit aan mogelijke gezondheidseffecten en beroepsziekten t.g.v. de risico's en gevaren bij het werken in explosieve atmosferen is hier gekozen voor een globale aanpak bij diagnostiek begeleiding/behandeling hiervan.

Voor de diagnostiek van beroepsziekten wordt door de bedrijfsartsen gebruik gemaakt van de registratierichtlijnen van het NCvB: www.beroepsziekten.nl.

Gezondheidseffecten op korte termijn

Acute gezondheidseffecten zijn meestal het gevolg van onveilige arbeidsomstandigheden en/of gedrag. Effecten op de hersenen door zuurstoftekort, huidverbrandingen door vlammen en hitte, schade aan holle organen, zoals oor, longen en darmen door de drukgolf en acute bedwelmings door blootstelling aan toxische stoffen.

De diagnostiek en begeleiding vergen goed getrainde bedrijfshulpverlening, die over de goede specifieke kennis en vaardigheden beschikken en beschikken over een helder omschreven noodprocedure van de werkgever, die in o.a. in explosie veiligheidsdocument verder omschreven wordt. Doel van deze procedure is het aantal slachtoffers te beperken, de slachtoffer(s) op een adequate manier eerste hulp te bieden en

ze hierna over te dragen aan het ambulance personeel, die het slachtoffer verder stabiliseren voor vervoer naar het ziekenhuis.

Gezondheidseffecten op langere termijn

Gezondheidseffecten zijn meestal gebaseerd op ongezonde arbeidsomstandigheden en/of gedrag, die niet acuut tot gezondheidsproblemen leiden maar wel op de langere termijn kunnen leiden tot ziekten, die behandeld en begeleid moeten worden. De begeleiding kan bestaan uit biologische (effect) monitoring bij blootstelling aan toxische stoffen om vroegtijdige gezondheidsschade te voorkomen of te beperken door periodiek medisch onderzoek. Voor allergische of specifieke effecten op de huid of de longen zijn de NVAB richtlijnen preventie contacteczeem en Astma of COPD goed bruikbaar. Infecties zijn deels medicamenteus te behandelen, zie nvab.artsennet.nl.

Door ernstige ongevallen of rampen kan zich bij werknemers het Posttraumatische stress stoornis (PTSS) ontwikkelen. Om dit proces zo goed mogelijk te begeleiden en de schade te beperken zijn er specifieke protocollen en opgeleide hulpverleners inzetbaar via gespecialiseerde instituten of arbodiensten. Bij de individuele werknemer met PTSS wordt vaak cognitieve gedragstherapie toegepast op basis van "exposure" (blootstelling aan de belastende situatie) en de laatste jaren lijkt EMDR (Eye Movement Desensitization and reprocessing) succesvol, zie verder het arbodossier PsychoSociale Arbeidsbelasting.

7.3 Kwetsbare groepen en aanstellingskeuring

Aanstellingkeuring

Mede op basis van de Wet Medische Keuringen is in opdracht van het ministerie van SZW de leidraad aanstellingskeuringen in 2005 opgesteld voor belastende functies. Zodra er sprake is van één of meerdere bijzondere functie-eisen, die niet door technische of organisatorische maatregelen kunnen worden verminderd of geheel worden weggelaten, dan is er mogelijk een grond voor een aanstellingskeuring. Als blijkt dat voor een specifieke functie sprake is van bijzondere functie-eisen, gezondheidsrisico's en belastbaarheids-eisen dan kan door onderzoeksvragen en – methoden worden onderzocht of een potentiële werknemer aan deze belastbaarheids-eisen voldoet in het kader van de aanstellingskeuring.

Gezien de diversiteit aan functies bij werken in explosieve atmosferen is het maatwerk om per specifieke functie te onderzoeken of er sprake is van bijzondere functie-eisen, gezondheidsrisico's en belastbaarheids-eisen om een eventuele aanstellingskeuring te kunnen onderbouwen.

Om enige ordening hierin aan te brengen is er gebruik gemaakt van een deel van de 19 bijzondere functie-eisen uit de leidraad aanstellingskeuring op basis van de eerder beschreven gezondheidseffecten op korte en lange termijn uit paragraaf 7.1.

Er is gekozen voor 5 relevante functie-eisen, maar dit kan voor bepaalde functies toch onvoldoende zijn. Het advies is voor iedere functie eerst helder te inventariseren of er sprake is van bijzondere functie-eisen en wat dan de eventuele vorm en inhoud van de aanstellingskeuring moet zijn, zie hiervoor [de leidraad aanstellingskeuringen](http://nvab.artsennet.nl): nvab.artsennet.nl.

1. Blootstelling van de luchtwegen en longen aan giftig gas, damp, nevel of stoffen (functie-eis 17) en energetische belasting (functie-eis 5)

Een lage zuurstofconcentratie (<18 vol%) geeft aanleiding tot verstikkingsgevaar. Blootstelling van de luchtwegen en longen aan stof, rook, gas of dampen kan aanleiding geven tot (ir)reversibele aandoeningen van de longen en luchtwegen zoals allergische alveolitis, allergische rhinitis, pneumoconiosis, beroepsastma of COPD (*functie-eis 17*). Indien deze gezondheidsrisico's niet voldoende door technische of organisatorische maatregelen zijn aan te pakken dan mag de besloten ruimte alleen betreden worden met onafhankelijke adembescherming. Het dragen van deze adembescherming is voor de werknemer belastend, m.n. als hij zich ook nog zwaar fysiek moet inspannen.

Zware fysieke inspanning is o.a. één uur meer dan 50% van de VO₂max of bij minder dan 20 minuten 70% van de VO₂max tijdens arbeid gebruiken (*functie-eis 5*). In analogie met de brandweerman zijn voor deze bijzondere belastbaarheids-eisen de onderzoeksmethodes: relevante vragen, longfunctie- en hartonderzoek en een maximale inspanningstest relevant. Hiermee wordt onderzocht of de potentiële werknemer beschikt over een goede hart- longmachine en voldoende uithoudingsvermogen, die ook

relevant zijn bij het werken in extreme hitte. In functies met een beroepsmatige blootstelling aan specifieke prikkels en incidenteel niet te vermijden hoge energetische belasting, dan is een aanstellingskeuring voor astma mogelijk.

Is in functies een beroepsmatige blootstelling aan giftig gas en/of stof met hoge energetische belasting niet te vermijden dan is een aanstellingskeuring voor COPD ook mogelijk,

Zie verder de NVAB richtlijn 'Handelen van de bedrijfsarts bij werknemers met Astma en COPD'

2. Blootstelling van de huid aan vaste en vloeibare stoffen (functie-eis 16)

Blootstelling van de huid aan stoffen (ook water) kan naast lokale acute corrosieve effecten ook ortho-ergische en allergische huidreacties (contacteczeem) en –infecties geven. Indien deze gezondheidsrisico's onvoldoende door technische of organisatorische maatregelen zijn aan te pakken dan kan er gekozen worden voor huid barrièrecremes, handschoenen en beschermende kleding. Ondanks deze beschermingsmiddelen blijft de huid risico lopen, waardoor het kunnen voldoen aan bijzondere belastbaarheids-eisen van de huid zinvol kan zijn om invaliderende gezondheidsschade aan bv. de handen te voorkomen. Het voldoen aan deze eisen is door vragen en (contactallergologisch) onderzoek te onderbouwen. Gebruik bij het keuringsadvies de indeling in risicogroepen, zie de NVAB richtlijn 'Contacteczeem, preventie, behandeling en begeleiding door de bedrijfsarts'

3. Horen (functie-eis 16)

Bij het werken in explosieve atmosferen is er vaak sprake van ernstige veiligheidsrisico's, waardoor de werknemer minimaal in staat moet zijn om alert te reageren op signalen. Ondanks andere waarschuwingsmogelijkheden, zoals het trekken aan de reddingslijn, kan een redelijk gehoor van levensbelang zijn voor de werknemer om zichzelf of collega's in veiligheid te brengen om bijvoorbeeld ernstig ongevalletsel te voorkomen. Het kunnen voldoen aan de bijzondere belastbaarheids-eisen aan het gehoor kan levens redden. Het kunnen voldoen aan deze eisen is door vragen en gehooronderzoek te onderbouwen.

4. Verhoogde waakzaamheid en oordeelsvermogen (functie-eis 15)

Bij het werken in explosieve atmosferen is er vaak sprake van ernstige veiligheidsrisico's, waardoor de werknemer in staat moet zijn om goed en snel te reageren in het kader van zelfredzaamheid en evt. het verlenen van bedrijfshulpverlening aan collega's. Ondanks een veiligheidssysteem blijft de werknemer risico lopen bij een calamiteit, waardoor het kunnen voldoen aan bijzondere belastbaarheids-eisen zinvol kan zijn. Het voldoen aan deze eisen is door vragen en lichamelijk - en aanvullend onderzoek te onderbouwen, waarbij overleg met behandelend specialisten relevant kan zijn.

Kwetsbare groepen

Gezien de enorme diversiteit aan mogelijke risico's en gevaren bij het werken in explosieve atmosferen is hier gekozen voor de meest voorkomende kwetsbare groepen met op bepaalde terreinen een verminderde belastbaarheid. Bij deze groepen is het treffen van preventieve maatregelen zeer relevant en indien dit niet goed mogelijk is het adviseren van ander werk belangrijk om hun kwetsbare gezondheid te beschermen.

Kwetsbare groepen zijn o.a.:

- Jeugdigen (jonger dan 18 jaar);
- Ouderen (geringere fitheid);
- Zwangeren, zie de specifieke NVAB richtlijn Zwangerschap. Postpartumperiode en werk i.v.m. fysieke belasting, toxische stoffenblootstelling, hitte en lawaai.
- Werknemers met hart- en vaatziekten bij forse inspanning sneller klachten van bv. pijn op de borst, zie de NVAB richtlijn 'Handelen van de bedrijfsarts bij werknemers met ischaemische hartziekten';
- Werknemers met een longziekte bv. bij forse inspanning sneller klachten van kortademigheid en gevoeligheid luchtwegen voor bepaalde stoffen (beroepsastma) zie de NVAB richtlijn 'Handelen van de bedrijfsarts bij werknemers met Astma en COPD';
- Werknemers met een huidaandoening, waardoor veelvuldig werken in water of met bepaalde stoffen leidt tot op den duur invaliderend chronisch handeczeem, zie de [NVAB richtlijn 'Contacteczeem, preventie, behandeling en begeleiding door de bedrijfsarts'](#)

- Werknemers met chronische aandoeningen van het bewegingsapparaat (bv. reumatoïde artritis) of schouder/armklachten zie de NVAB richtlijn 'Handelen van de bedrijfsarts bij werknemers met klachten aan arm, schouder of nek'.
- Werknemers die in het verleden een ernstig (bijna) dodelijk ongeval hebben meegemaakt door een explosie en hierna een PTSS hebben ontwikkeld en niet uitbehandeld zijn.

Voor de verdere onderbouwing voor de risico's die deze kwetsbare groepen door hun verminderde belastbaarheid lopen verwijs ik verder graag naar het bovenstaande deel over de aanstellingskeuring en de andere paragrafen in dit hoofdstuk.

7.4 Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek

Gezien de enorme diversiteit aan mogelijke gezondheidseffecten en beroepsziekten t.g.v. de risico's en gevaren bij het werken in explosieve atmosferen is ook hier gekozen voor een globale aanpak van het Preventief Medisch Onderzoek op basis van de al eerder besproken gezondheidsrisico's.

1. Blootstelling van de luchtwegen en longen aan stof, rook, gas of dampen

In het kader van vroegdiagnostiek van beroepsastma en COPD kan gekozen worden voor vragenlijsten, eventueel piekstroommetingen met registratie van werkzaamheden en arbeidsomstandigheden, longfunctie onderzoek en/of inspanningsonderzoek, zie verder de NVAB richtlijn 'Handelen van de bedrijfsarts bij werknemers met Astma en COPD'

2. Blootstelling van de huid aan vaste en vloeibare stoffen

Indien er sprake is van huidbelastende omstandigheden stel dan vast of deze functie een verhoogd risico heeft op arbeidsgelateerd contacteczeem en wat de irritatieve en allergene huidrisico's zijn. Vervolgens met een vragenlijstonderzoek de blootgestelde populatie screenen en identificeer hiermee de werknemers met een verminderde huidbelasting. Nodig hierna deze werknemers uit voor het spreekuur. Adviseer hierna over een preventiebeleid, zie verder de NVAB richtlijn 'Contacteczeem, preventie, behandeling en begeleiding door de bedrijfsarts'.

3. Blootstelling aan toxische stoffen

Bij blootstelling aan toxische stoffen kan de begeleiding bestaan uit biologische (effect) monitoring door bijvoorbeeld bloed- of urineonderzoek afhankelijk van de effecten van de toxische stof op het metabolisme van het lichaam. Dit om bij blootstelling vroegtijdige gezondheidsschade te voorkomen of te beperken door periodiek medisch onderzoek. In de registratierichtlijnen van het NCvB worden waardes aangegeven bij de chemische agentia bij biologische - en environmental monitoring, zie www.beroepsziekten.nl.

Voor de verdere vorm en de inhoud van het Preventief Medisch onderzoek verwijzen wij u graag naar de relevante NVAB leidraad PMO. Het doel hiervan kan zijn om tijdig kwetsbare groepen of risicogroepen te ontdekken en door adequate begeleiding (verdere) gezondheidsschade te voorkomen, zie <http://nvab.artsennet.nl/>

8. Werkgeversverplichtingen

Ter voorkoming van en bescherming tegen explosies, zoals bedoeld in artikel 6, lid 2, van de Europese Richtlijn 89/391/EEG, dient de werkgever met de aard van zijn bedrijf overeenstemmende technische en/of organisatorische maatregelen te treffen, met prioriteitsaanduiding en volgens de volgende grondbeginselen:

- het voorkomen van het ontstaan van explosieve atmosferen of, wanneer dat gezien de aard van het werk niet mogelijk is,
- het vermijden van de ontsteking van explosieve atmosferen, en
- het beperken van de schadelijke gevolgen van een explosie, teneinde de gezondheid en de veiligheid van de werknemers te verzekeren.

Deze maatregelen worden zo nodig gecombineerd en/of aangevuld met maatregelen tegen de uitbreiding van explosies en worden regelmatig opnieuw bezien, in ieder geval telkens wanneer zich belangrijke veranderingen voordoen.

Hierbij speelt het opstellen en voortdurend actualiseren van het explosieveiligheidsdocument een belangrijke rol en waar nodig het invoeren van schriftelijke werkinstructies en –vergunningen. In het kader van het voorkomen van ontsteking is het van belang werkkleding, persoonlijke beschermingsmiddelen en installatiemateriaal qua klasse en gevarezone zot te kiezen dat ze voldoen aan het Warenwet besluit explosief materieel (ATEX 95).

Ter verzekering van de veiligheid en de gezondheid van werknemers treft de werkgever, in overeenstemming met de beginselen op het gebied van risicobeoordeling en van beginselen van artikel 3 van de Europese ATEX 137 richtlijn, de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat:

- wanneer in een werkomgeving explosieve atmosferen van een zodanige concentratie kunnen voorkomen dat de gezondheid en de veiligheid van werknemers of van anderen in gevaar komen, die werkomgeving zodanig wordt ingericht dat veilig kan worden gewerkt;
- in een werkomgeving waarin explosieve atmosferen van een zodanige concentratie kunnen voorkomen dat de veiligheid en de gezondheid van werknemers in gevaar komen, tijdens de aanwezigheid van werknemers passend toezicht gewaarborgd is, in overeenstemming met de risicobeoordeling door middel van passende technische middelen.

9. Werknemersverplichtingen

Er zijn zover bekend geen bijzondere werknemersverplichtingen buiten het melden van gevaarlijke situaties en het opvolgen van de regels zoals gesteld door de werkgever, zoals de regelgeving dat de betrokken werknemers voldoende zijn voorgelicht en geïnstrueerd over de explosiegevaaren, voorzorgsmaatregelen (markering, juiste PBM's) en het gebruik van de arbeidsmiddelen.

Deze instructie dient jaarlijks herhaald en gevolgd te worden en bij voorkeur ook getoetst.

Dit geldt natuurlijk ook voor werknemers van andere firma's, waarbij goede coördinatie en afstemming van levensbelang kan zijn. Hierbij geldt voor deze werknemers dat zij contact zoeken, duidelijke afspraken maken en rekening met elkaar houden.

10. Werknemersrechten

10.1 Rechten individuele werknemer

Er is geen verbijzondering van toepassing binnen het dossier van explosiegevaar ten opzichte van de normale rechtspositie van de individuele werknemer.

10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan

Er is geen verbijzondering van toepassing binnen het dossier van explosiegevaar ten opzichte van de normale rechtspositie van de rechten van het medezeggenschapsorgaan.

11. Praktijkverhalen

Er is tot nu toe veel onderzoek gedaan naar de oorzaak van explosies. Onderzoeksrapporten zijn terug te vinden op diverse websites. Waaronder de [Onderzoeksraad voor de veiligheid](#).

Diverse voorbeelden over explosiegevaar zijn te zien een korte video's over het incidenten die zich hebben voorgedaan in de Verenigde Staten. Deze video's zijn te zien vanaf de website van de US Chemical Safety en Hazard Investigation Board. Klik [hier](#) om naar de website te gaan.

Een overzicht van incidenten wordt bijgehouden door TNO, kijk op de website [Facts Hazardous Material Online](#) voor de laatste incidenten en historische informatie over incidenten.

12. Referenties

1. Arygos GJ. Management of primary blast injury, management of primary blast injury. Toxicology 1997; 121 (1):105-115.
2. Elsayed NM, Gorbunov NV. Interplay between high energy impulse noise (blast) and antioxidant in the lung. Toxicology 2003;189 (1-2):63-74
3. NEN-EN-IEC 60079-10 (nl): "Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasexplosiegevaar kan heersen - Deel 10, Indeling van gevaarlijke gebieden"
4. NEN-EN-IEC 60079-14 (nl): "Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasontploffingsgevaar kan heersen - Deel 14: Elektrische installaties in gevaarlijke gebieden (anders dan in mijnen)".
5. NEN-EN-IEC 60079-17 (nl): "Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasexplosiegevaar kan heersen - Deel 17: Inspectie en onderhoud van elektrische installaties in gevaarlijke gebieden (anders dan in mijnen)";
6. NPR 7910-1: Gevarenzone-indeling met betrekking tot ontploffingsgevaar- Deel 1: Gasontploffingsgevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10
7. NPR 7910-2: Gevarenzone-indeling met betrekking tot ontploffingsgevaar- Deel 2: Stofontploffingsgevaar, gebaseerd op NEN-EN 50281-3
8. [De Europese richtlijn ATEX 95.](#)
9. [De Europese richtlijn ATEX 137.](#)
10. [Niet bindende gids voor goede praktijken met het oog op de tenuitvoerlegging van Richtlijn 1999/92/EG](#), uitgebracht door de Europese Commissie.
11. [De leidraad voor toepassing van de richtlijn 94/9/EG ATEX 95.](#)
12. NEN-EN 1127-1: Ontplobbare atmosferen – Voorkoming van en bescherming tegen ontploffingen – Deel 1: Grondbeginselen en methodologie
13. [Nederlandse vereniging van arbeids en bedrijfsgeneeskunde.](#)
14. [Arbo informatiebladen.](#) In het bijzonder Arbo-informatieblad 34: Veilig werken in een explosieve atmosfeer (ISBN nr.: 90 12 101190 0).
15. [Handboek Explosiebeveiliging – Kluwer.](#)
16. Jaarboek Gevaarlijke stoffen 2005 - Paperback. Kluwer 2005-05. ISBN: 9013008534 / 90-13-00853-4 EAN: 9789013008531
17. [Website Infomil](#)
18. [PGS 1, deel 2A, effect van explosies op personen](#)
19. [PGS1, deel 2 B, effect van explosies op constructies](#)
20. Lemkowitz S M and Pasman H J, "Safety, Health, Environmental and Sustainability Aspects of Chemical Products and Processes", Course Book on Chemical Risk Management, Faculty of Applied Sciences, Chemical Technology, Delft University of Technology, (2002).
21. [Fire and explosion, how safe is your place? Health Safety Executive.](#)
22. [Facts Hazardous Material Online.](#)
23. 'The Blame Machine. Why Human Error Causes Accidents' van Barry Whittingham geeft inzicht in de bijdrage van menselijk falen bij verschillende incidenten uit de recente geschiedenis waaronder de explosie die in 1974 heeft plaatsgevonden [bij Nypro in Flixborough.](#)
24. [Determination of human error probabilities for offshore platform musters](#)
25. [Integrating human behavior and response issues into fire safety management of facilities](#)
26. Riviere, S, Schwoebel, V, Lapierre-Duval, K, Guinard, A, Gardette, V, Lang, T., for the Scientific and Operational Committees, (2008). [Predictors of symptoms of post-traumatic stress disorder after the AZF chemical factory explosion on 21 September 2001, in Toulouse, France.](#) J. Epidemiol. Community Health 62: 455-460.
27. Emmanuelle Godeau, MD, PhD; Céline Vignes, MA; Félix Navarro, MD; Ronaldo Iachan, PhD; Jim Ross, PhD; Colin Pasquier, MA; Anne Guinard, MD, [Effects of a Large-Scale Industrial Disaster on Rates of Symptoms Consistent With Posttraumatic Stress Disorders Among Schoolchildren in Toulouse](#) Arch Pediatr Adolesc Med. 2005;159:579-584.

28. Thierry Lang, Valérie Schwoebel, Eloi Diène, Eric Bauvin, Eric Garrigue, Karine Lapierre-Duval, Anne Guinard, Sylvie Cassadou for the Scientific and Operational Committees, [Assessing post-disaster consequences for health at the population level: experience from the AZF factory explosion in Toulouse](#).
29. Heider F. The psychology of interpersonal relations. New York: Wiley, 1958. 322 p. [Department of Psychology. University of Kansas. Lawrence. KS]
30. Schaufeli W., Bakker A. en Jonge J. de, De Psychologie van arbeid en gezondheid. Bon Stafleu Van Loghum, Houten/Mechelen 2007
31. Miller, R., Brickman, P., & Bolen, D. (1975). Attribution versus persuasion as a means of modifying behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31, 430-441.

13. Referentie auteurs

Arthur Groot (veiligheidskundige)
Peter Coffeng (bedrijfsarts).
Corné Bulkman (arbeidshygiënist)
Harry Tweehuysen (arbeid- en organisatie deskundige)

14. Peer review

Dit arbodossier is beoordeeld door:
Nico Versloot, TNO