



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Dodelijk ongeval bij onderhoudswerk fosforoven

bij Thermphos te Vlissingen



Dodelijk ongeval bij onderhoudswerk fosforoven

bij Thermphos te Vlissingen, 15 mei 2009

Den Haag, november 2013

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad www.onderzoeksraad.nl

Bron coverfoto: PV technisch onderzoek FO, pv nummer BVH 2009040860-6

Algemene gegevens.....	4
Inleiding onderzoek	5
Feitelijke informatie	6
Analyse	12
Conclusies.....	16
Bijlage A. Commentaar betrokken partij.....	17

ALGEMENE GEGEVENS

Nummer voorval:	M2009IN0515-07
Datum voorval:	15 mei 2009
Plaats voorval:	Thermphos vestiging Vlissingen
Typering plaats voorval:	BRZO bedrijf, Chemische industrie, fosforfabriek
Hoeveelheid vrijgekomen stof:	Niet van toepassing
Drempelwaarde stof voor kennisgeving ongeval conform Seveso II richtlijn ¹ :	Niet van toepassing, verplichting naar aanleiding van dodelijke slachtoffers bij ongeval
Directe gevaren voorval:	Geen
Gevolgen voorval:	Twee dodelijke slachtoffers, één medewerker ter observatie naar het ziekenhuis

¹ De Europese Seveso II richtlijn stelt eisen aan het veiligheidsbeleid van bedrijven die op grote schaal met gevaarlijke stoffen werken. Doelstelling is het voorkomen en beperken van de gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen.

Omschrijving van het voorval

Bij onderhoudswerkzaamheden aan een fosforoven zijn drie medewerkers zonder adembescherming in een besloten ruimte geweest waar op dat moment een schadelijke atmosfeer aanwezig was. Twee medewerkers zijn aan de gevolgen hiervan overleden en de derde medewerker is ter observatie opgenomen geweest in het ziekenhuis.

Aanleiding en doel onderzoek

Het in dit rapport besproken voorval valt onder de definitie van een zwaar ongeval als bedoeld in richtlijn nr.96/82/EG van de Raad van de Europese Unie (Seveso II richtlijn). Artikel 8 van het Besluit Onderzoeksraad voor veiligheid schrijft voor dat de Onderzoeksraad een onderzoek instelt naar een zwaar ongeval als bedoeld in de genoemde richtlijn. Het doel van het onderzoek is om te leren van het voorval. De onderzoeksvraag is hoe heeft het voorval zich kunnen voordoen.

Afbakening en gebruikte informatie

De Onderzoeksraad heeft besloten een verkort onderzoek uit te voeren dat zich toespitst op het betrokken installatiedeel. De bevindingen van het onderzoek zijn in dit rapport weergegeven. Vanwege de afwikkeling van strafrechtelijke (voor)onderzoeken, en van wege prioritering en beschikbare onderzoekscapaciteit binnen de Onderzoeksraad in de voorliggende jaren (2009- 2012) is de Onderzoeksraad het onderzoek in 2013 gestart.

Voor het opstellen van dit rapport is alleen gebruik gemaakt van de informatie uit het proces-verbaal dat is opgesteld voor het Functioneel Parket. De reden hiervoor is dat het bedrijf vóór de start van het onderzoek door de Onderzoeksraad failliet is gegaan. Er is in het procesverbaal veel (tegenstrijdige) informatie aangetroffen van meerdere partijen en bronnen: het Openbaar Ministerie, de toenmalige Arbeidsinspectie, de milieudienst, Thermphos en diverse deskundigen. De Onderzoeksraad heeft anders dan via de inzage geen contact gehad met de voormalige bedrijfsleiding.

Leeswijzer

Hieronder wordt eerst feitelijke informatie gegeven. Hierbij wordt ingegaan op de locatie waar het voorval zich heeft voorgedaan, de gebeurtenissen chronologisch in de tijd en de gevaren van werken in een besloten ruimte. Daarna wordt een analyse gemaakt van de gebeurtenissen en volgen de conclusies.

Het bedrijf

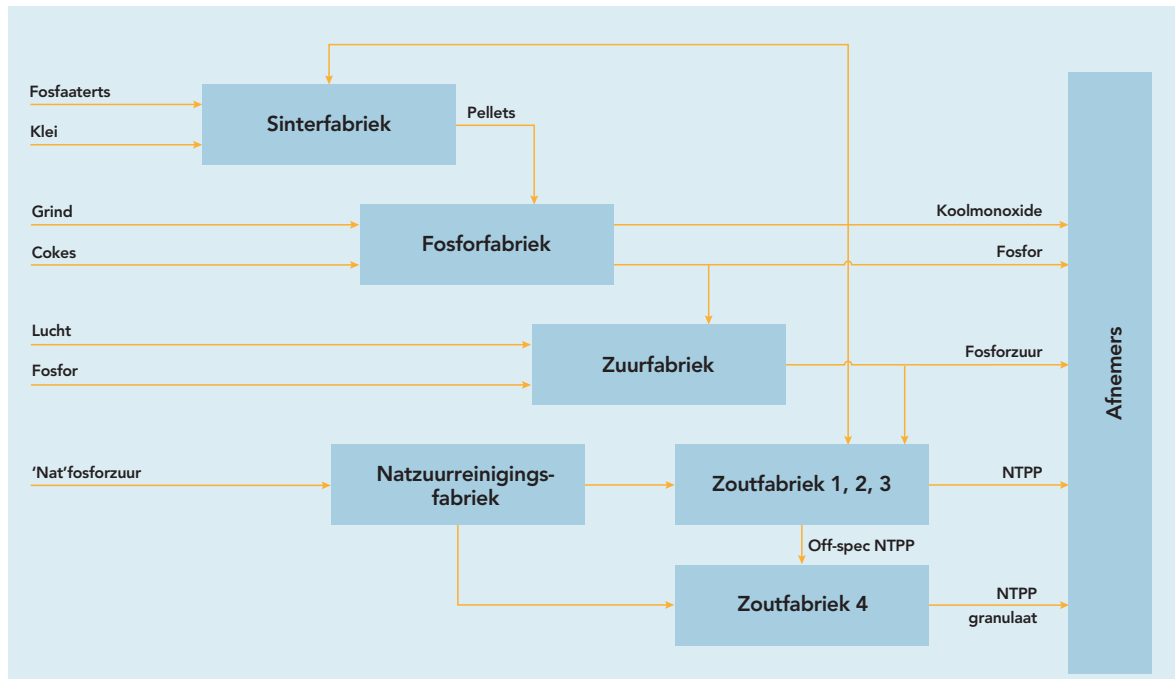
Thermphos Vlissingen was de hoofdvestiging van Thermphos International BV. Thermphos International had vestigingen in Nederland, Engeland, Frankrijk, Duitsland, Argentinië, en China. De vestiging produceerde sinds 1968 fosfor en fosforzuur. Sinds 2003 was het bedrijf in handen van een aantal particuliere investeerders.

Bij Thermphos werkten in 2009 wereldwijd ongeveer 1200 personen, waarvan 450 bij de Nederlandse vestiging in Vlissingen. Daarnaast waren er circa 250 personen van ingehuurse aannemers op het terrein in Vlissingen aanwezig.

Thermphos International BV maakte fosfor en verschillende producten die fosfor bevatten zoals, fosforderivaten, fosforzuur, fosfaten en fosfonaten voor levensmiddelen, schoonmaakmiddelen en farmaceutische industrie. De belangrijkste grondstoffen hiervoor zijn fosfaaterts en ongereinigd fosforzuur (natzuur). Ook werden fosfaat bevattende reststoffen van andere (externe) productie processen in het productieproces ingezet.

Het productieproces

Drie fosforovens waren het hart van het productieproces. In de fosforovens vond een gecombineerd fysisch en chemisch proces plaats zodanig dat elementaire fosfor (P_4) in dampfase ontstond. Bij de voorbereiding van de grondstoffen, de nabewerkingen en het opwaarderen waren zeven fabrieken nodig. De in totaal acht fabrieken stonden op één terrein en waren met elkaar verbonden. Dit is schematisch weergegeven in figuur 1. Bijproducten uit de ene fabriek werden ingezet in de andere.



Figuur 1: Schematisch overzicht van de met elkaar verknopte fabrieken en de producten.²

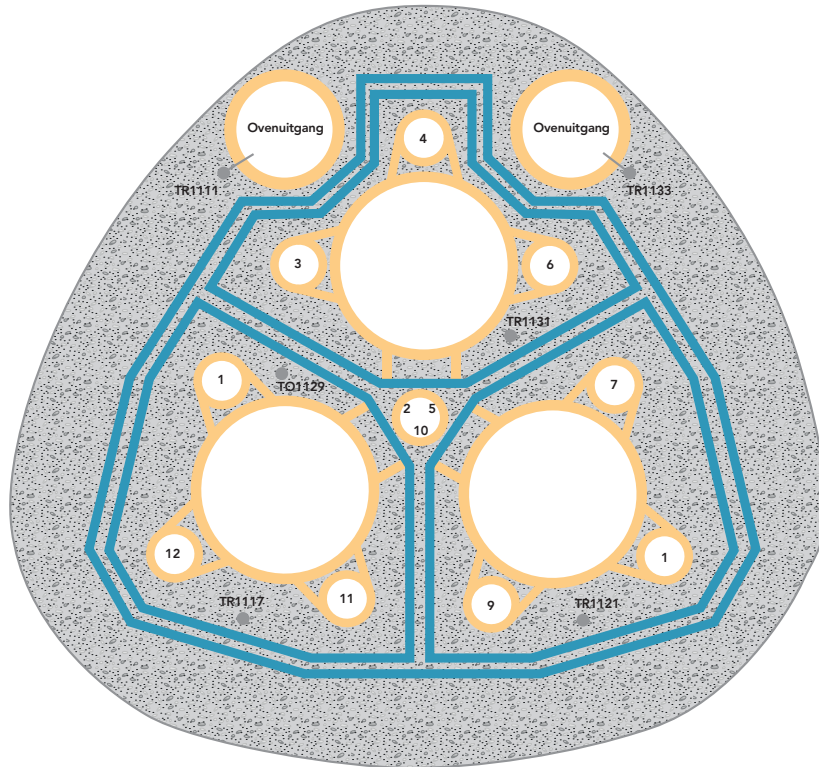
Het voorval vond plaats tijdens de onderhoudsstop van één fosforoven in de fosforfabriek. Hieronder wordt daarom enkel verder uitleg gegeven over voor dit voorval relevante zaken van de gevaarstelling van een fosforoven en de onderhoudsstop.

De stoffeigenschaften van de bij de fosforproductie betrokken stoffen zoals koolmonoxide, fosfor en bijproducten (zoals metaalfosfide) maakten dat de productiesystemen, zoals de procesvaten, ovens en leidingen, van de buitenlucht afgesloten moesten zijn. Fosfor (P) ontbrandt namelijk direct zodra het met zuurstof in aanraking komt. Bij verbranding van fosfor ontstaat altijd fosforpentoxide (P_2O_5). Een kleine hoeveelheid fosfor kan al een grote hoeveelheid witte, irriterende fosforpentoxidenevel geven. Fosfine is een andere zeer giftige stof die kan ontstaan uit metaalfosfide bij contact met de buitenlucht.³ De fosforoven was daarom een afgesloten vat met bijzondere voorzieningen op alle doorvoeringen, zoals vulleidingen en aftappunten, om intrede van lucht te voorkomen. De grondstoffen in de vulpijpen en bunkers werden continue omspoeld met inert gas om de zuurstof uit de lucht te verdringen. Dit inerte gas bestaat hoofdzakelijk uit stikstof, maar het bevatte wel een klein beetje zuurstof.⁴ Dit zal later van belang blijken.

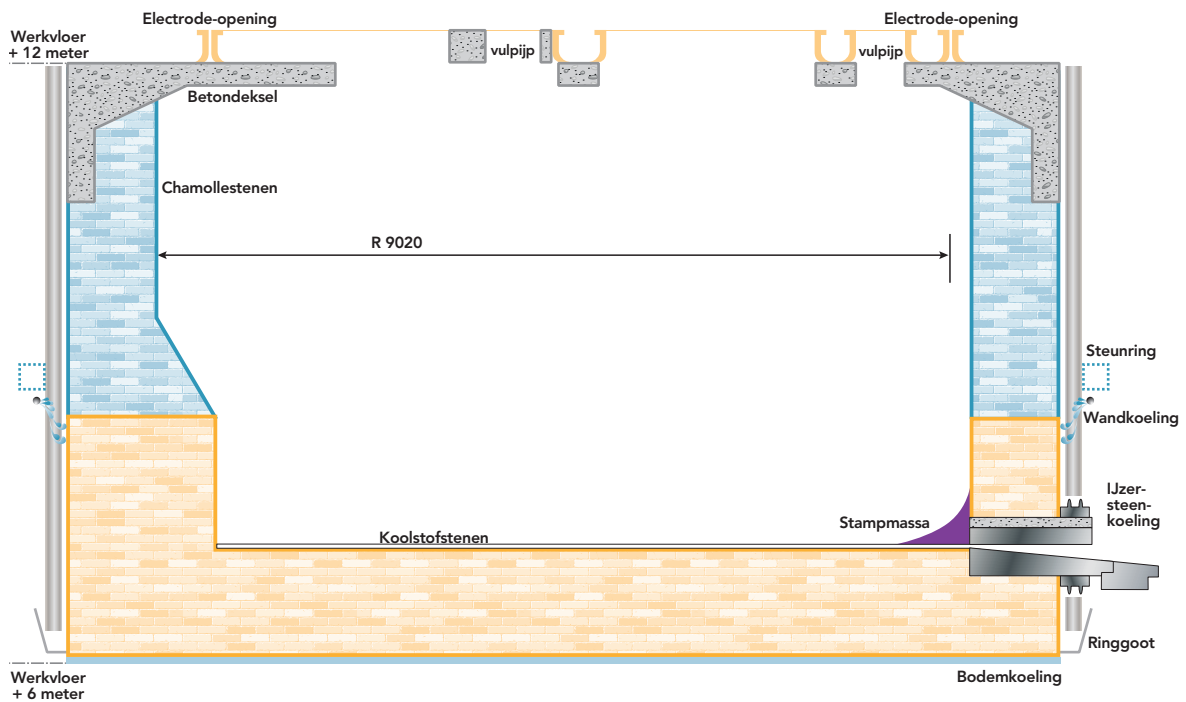
² Overzicht van de productieprocessen, gebaseerd op het overzicht zoals gepubliceerd op de website http://www.Thermposvlissingen.nl/ProductieProcessen/A_Overzicht.aspx op 18 april 2013

³ Fosfine (PH₃) ontstaat als een metaalfosfide in contact komt met water uit de omgevingslucht.

⁴ De specificatie voor inert gas bij dit bedrijf zijn water, stikstof 88%, 11<5 % CO₂, CO 400 ppm en maximaal 0,5% O₂.



Figuur 2: Bovenaanzicht fosforoven. In de betonnen ovendeksel zijn diverse openingen zichtbaar; 12 vulpijpen, 6 meetpunten, 2 ovenuitgangen en 3 elektrodenopeningen.



Figuur 3: Dwarsdoorsnede fosforoven. Een fosforoven wordt ook wel een ovenvat genoemd. Van de openingen aan de bovenzijde zijn de vulpijpen en de elektroden zichtbaar. Onderin de oven is een aftapgat.

Onderhoudsstop

De standaardonderhoudsprocedure van Thermphos was dat een fosforoven iedere vier à vijf jaar uit productie werd genomen voor een periode van ongeveer drie tot vier weken. Kort samengevat was de werkvolgorde als volgt.

- Eerst werd de toevoer van de erts en de andere grondstoffen gestopt.
- Daarna verlaagde de operator de oventemperatuur tot omgevingstemperatuur.
- Daarop werden de elektroden uit de fosforoven gehesen, ingepakt en weggehangen.
- Na het aanbrengen van extra ventilatie startte de schoonmaak en het uitruimen van de oven. Het uitruimen duurde ongeveer 3 weken, waarbij ook de betonnen deksel van de fosforoven gesloopt werd.
- Vervolgens werd de (koolstof)bodem en een deel van de (koolstof)wand gesloopt. Bij het losbreken van de slak en van de bodem- en wandstenen werd gebruik gemaakt van springstof.
- Ondertussen vonden buiten om het ovenvat allerlei andere werkzaamheden plaats.
- Hierna herstelde men de ovenwand aan de binnenzijde.
- De oven werd vervolgens weer stap voor stap gesloten, waarbij de extra ventilatie werd weggehaald, de elektroden werden uitgepakt en weer terug werden gehesen.
- Om de stroom te kunnen geleiden tijdens het opwarmen van de oven, was het noodzakelijk een koolstoflaag (okesbed) aan te brengen op de bodem.
- Ook was het bij Thermphos gebruikelijk om radioactieve reststoffen en oude metalen onderdelen voor het terughangen van de elektroden op de bodem van de oven te plaatsen. Dit werd gedaan om resten weg te werken. Tevens had het een positief effect op de geleiding.
- De oven werd opgestart, waarbij de temperatuur door de operator gecontroleerd werd verhoogd.

Om de fosforoven tijdens onderhoud veilig te kunnen betreden zijn maatregelen nodig, zoals een schone atmosfeer en het toegankelijk maken van de werkplek. Om veilig uit bedrijf te kunnen gaan waren een protocol, een handboek, richtlijnen en een stopboek voor de te volgen stappen opgesteld en in gebruik. Voor bovengenoemde werkzaamheden moest in bepaalde gevallen een veiligwerkvergunning afgegeven worden door de opdrachtgever. Een veiligwerkvergunning borgt dat het installatiedeel waaraan men werkt, veilig gesteld en schoon is. Verder schrijft de opdrachtgever op de veiligwerkvergunning ook aanvullende maatregelen en/of persoonlijke beschermingsmiddelen voor. Een veiligwerkvergunning is in de industrie een gebruikelijke manier om veilig werken te borgen en is als zodanig onderdeel van het veiligheidsmanagementsysteem.

Voor elke ovenstop schreven medewerkers van Thermphos een draaiboek c.q. ovenstopboek. In het ovenstopboek werd gewezen op de specifieke gevaren van vier met name genoemde stoffen⁵ bij stopwerkzaamheden. Omdat een kleine hoeveelheid verbrandend fosfor al leidde tot een grote hoeveelheid witte irriterende fosforpentoxide-nevel, diende altijd een vluchtmasker binnen handbereik te zijn.

5 Te weten, asbest, radioactieve stofdeeltjes, fosfor en fosforpentoxide

Het ventileren van de oven tijdens het onderhoud had tot doel een veilige atmosfeer te onderhouden waarin gewerkt kon worden. Ventilatie tijdens de onderhoudsstop vond bij Thermphos plaats via vaste mechanische ventilatie, extra tijdelijk aangebrachte afzuigslangen bedoeld voor het afzuigen van stof (smeltbadrestanten en radioactieve stoffen) en via natuurlijke ventilatie door diverse tijdelijke openingen.⁶

Beschrijving gebeurtenissen voorval

Het ongeval deed zich voor in de nacht van 14 op 15 mei 2009, aan het einde van een onderhoudsstop. De productie van de fosforoven was gestopt vanwege een storing. Een aantal zaken waren mede vanwege terugval in de vraag naar fosfor anders dan gebruikelijk bij deze stop. Deze onderhoudsstop had een geplande duur van zes weken in plaats van de gebruikelijke drie weken. Er waren was door de verminderde productie meer eigen personeel beschikbaar en er waren minder ingehuurd aannemers bij betrokken dan gebruikelijk. Tijdens het voorval waren twee ovens tegelijkertijd voor onderhoud uit bedrijf.

Voor een goed begrip van de gebeurtenissen op 15 mei 2009 is het van belang te weten dat in de dagen voorafgaand aan 15 mei 2009 de ventilatie was verminderd en er reeds oude metalen in de oven waren geplaatst. Op 11 mei 2009 waren de extra ventilatie slangen weggehaald en verplaatst naar de andere in onderhoud zijnde oven. In de nacht/ochtend van 13 op 14 mei waren enkele stalen 200 liter vaten en wat oud ijzer onder in de fosforoven geplaatst. De ochtendploeg van 14 mei 2009 sloot twee van de drie elektroden gaten af met het terughangen van de linker en middelste elektrode, wat de natuurlijke ventilatiecapaciteit verminderde en een fosfine bron introduceerde.

De middagploeg van 14 mei 2009 heeft een tussenstuk van vulpijp 15 van de fosforoven vastgemaakt. De vulpijpen waren vuil, want bij deze ovenstop werden deze niet schoongemaakt. 's Middags werd de fosforoven niet betreden door de middagploeg, omdat er "veel rook en veel stank" was in de oven.⁷ Aan het einde van de wacht was de bodem van de fosforoven weer zichtbaar.

De daarop volgende nachtploeg kreeg aan het begin van de wacht twee opdrachten. Het is aannemelijk maar niet bewezen dat aan het begin van de dienst de opdrachten door de wachtchef zijn gegeven. Eén team van twee man moest de vernieuwde klep van een hoekventiel met behulp met een kleirand afdichten, (hierna team 1). De opdracht aan één ander persoon, hierna team 2 genoemd, was om een gebroken oude metalen klep in de fosforoven te plaatsen. Bij beide opdrachten heeft de opdrachtgever geen veiligwerkvergunningen verstrekt. Tijdens het uitvoeren van de twee opdrachten hebben de teams elkaar niet gezien tot het moment van het ongeval.

Team 2 vroeg een collega hem te helpen met takelen. Hierop zijn beiden naar de 20 meter vloer gegaan om de oude metalen klep in de takel te hangen en in de oven te

⁶ Dit stof kwam vrij bij slijp- en breekwerkzaamheden in de fosforoven.

⁷ Opmerking uit het wachtboek

laten zakken. Voorafgaand aan de hijswerkzaamheden werd door hen een opvallende hoeveelheid stof in de schone fosforoven opgemerkt. De twee medewerkers besloten, omdat zij geen stoffilters konden vinden, zonder stoffilters de oven in te gaan.



Figuur 4: De elektrode opening van de fosforoven met daarop zichtbaar de ladder die gebruikt werd om in de oven te komen. (Bron: PV technisch onderzoek FO, pv nummer BVH 2009040860-6)

Team 1 had twijfels of ze hun opdracht zonder veiligwerkvergunning konden uitvoeren. Ze waren van plan voor het uitvoeren van hun opdracht het leidingdeel van de hoekventiel in te gaan. De wachtchef werd erbij gehaald om de werkomstandigheden te beoordelen. Op het moment van het ongeval waren ze bezig om een verrijdbare stelling te plaatsen om het hoekventiel te kunnen inspecteren.

Tegelijkertijd was de eerste medewerker van team 1 de oven in gegaan om daar de klep van de takel af te halen. Deze medewerker vroeg assistentie van zijn collega. Toen deze op de ladder stond om af te dalen riep de eerste medewerker dat hij er uit moest gaan omdat "er iets niet goed was". De tweede medewerker verliet daarop de oven en ook eerste medewerker wilde uit de oven klimmen. Hij viel echter van de ladder en lag daarna op de bodem van de oven.

Vervolgens alarmeerde de tweede medewerker de, in de buurt werkende, wachtchef. De wachtchef vroeg om perslucht, maar ging zonder hier op te wachten direct de oven in om eerste hulp te verlenen. Ook hij viel hierbij van de ladder en kwam op de bodem van de oven terecht. Vervolgens hebben andere toegesnelde medewerkers, met in de tussentijd opgehaalde zuurstofmaskers, de oven betreden en de twee personen in de oven gereanimeerd en er uitgehaald. Dit nam ongeveer een uur in beslag. Hierna zijn zij verder gereanimeerd. In de loop van de ochtend overleden de medewerkers die op de bodem van de oven hadden gelegen. De medewerker die slechts zeer kort in de oven is geweest, is ter observatie opgenomen geweest in het ziekenhuis.

Beide slachtoffers zijn gevallen toen ze op de trap stonden. Forensisch onderzoek aan de lichamen heeft uitgewezen dat ze niet zijn overleden aan de gevolgen van de val van drie meter hoogte. Er is daarom verder onderzoek verricht door het Openbaar Ministerie, de toenmalige Arbeidsinspectie, de milieudienst en Thermphos naar de schadelijkheid van de lucht c.q. de atmosfeer in de fosforoven en de mate waarin veiligheidsmaatregelen voor het werken in besloten ruimtes waren getroffen.

Atmosfeer in de fosforoven

Ventilatie

Voor een schone, veilige atmosfeer in een besloten ruimte is ventilatie nodig. Ventilatie dient blootstelling aan gassen en dampen te voorkomen. Bij de onderhoudsstop waar dit rapport over gaat, werd gewerkt met twee typen ventilatie: gedwongen ventilatie en natuurlijke trek. De gedwongen ventilatie bestond uit de mechanische ventilatie (hoofdventilatie) en afzuiging van lucht (en stof) door flexibele slangen (werkventilatie). De gedwongen ventilatie startte na het uit de fosforoven hijsen (trekken) van de elektroden. De natuurlijke trek ontstond doordat tijdens de werkzaamheden diverse openingen in de fosforoven werden gemaakt.

In de dagen voorafgaand aan het voorval was de hoofdventilatie uitgezet. Ook was de tijdelijke werkventilatie reeds weggehaald en verplaatst naar een andere fosforoven. De natuurlijke ventilatie was zeer beperkt na het terugplaatsen van twee van de drie elektroden. De derde elektrodeopening was op dat moment nog de enige opening van de fosforoven. Het steeds verder afsluiten van de oven, het weghalen van de werkventilatie en het uitzetten van de hoofdventilatie leidden er toe dat de lucht in de fosforoven niet verversd werd.

Kwaliteit van de lucht

Op de dag voor het ongeval is in het wachtboek over de fosforoven opgeschreven "*het rook er veel en veel stank*". Tijdens het ongeval hing er een witte mist/rook/nevel in de fosforoven. Enkele uren na het ongeval zijn luchtmetingen uitgevoerd met behulp van combinatiemeters. Hierbij is het zuurstofpercentage, fosfineconcentratie en koolmonoxide concentratie in de atmosfeer van de fosforoven gemeten. De meters zijn aan touwen in de fosforoven gehangen en bij het ophalen is er een foto van de afleeschermen gemaakt. Ondanks dat onbekend is hoe betrouwbaar de meetwaarden precies zijn, zijn de waarden te gebruiken als indicatie voor de omstandigheden in de oven. De meters gaven alarmen af: een knipperende alarmindicator en een akoestische signaal dat afgaat bij detectie van gevaarlijke waarden.

Tijdstip 15 mei 2009	Zuurstof vol%	Fosfine (PH ₃) ppm ⁸	Koolmonoxide (CO) ppm	
Omstreeks 03:15	13.3	17.7	21	Op 10m hoogte in fosforoven
Omstreeks 04:24	5.5	33	62	Op 7m hoogte meter1
Omstreeks 04:24	7.1	29	59	Op 7m hoogte meter2
na aanzetten hoofdventilatie	20.1	1		
Omstreeks 11:30	20.9	0	0	

Figuur 5: Resultaten luchtmetingen uitgevoerd met combinatiemeters.

De gemeten concentraties fosfine en koolmonoxide na het ongeval en in de nagebootste omstandigheden zijn niet van dien aard dat zij bij een blootstelling van enkele seconden tot de dood leiden. Wel hebben de stoffen de potentie om bij een korte blootstellingstijd (tiental seconden tot enige minuten) een acuut schadelijk effect te hebben op het menselijke lichaam. De gemeten lage concentratie van zuurstof is van dien aard dat bij een blootstelling van enige minuten bewusteloosheid kan optreden. Daarnaast is niet uit te sluiten dat fosforpentoxide, in de vorm van een bijtende rookwolk een rol kan hebben gespeeld. Onderzoek op de lichamen van de slachtoffers heeft niet uitgewezen welke stof of gebrek aan zuurstof precies het overlijden tot gevolg had.

Oorzaak laag zuurstofgehalte

Het stopzetten alleen van de ventilatie is niet voldoende om het lage zuurstofpercentage, dat indicatief is gemeten vlak na het ongeval, te verklaren. Uit de reconstructie van de gebeurtenissen bleek dat inertgas via een klep verbonden met vulpijp 15 naar de oven is gelekt. Hiermee werd de zuurstof in de fosforoven verdrongen. Het inerte gas kwam van een enkele afsluiter die onvoldoende was dichtgedraaid. Doordat de ventilatie was stop gezet, hoopte in de fosforoven het inerte gas op.

Mogelijke bron fosfine

In de oven stond een aantal drums. De drums bevatten licht radioactieve reststof. Uit onderzoek is gebleken dat de drums waarschijnlijk niet de bron zijn van de verhoogde fosfineconcentratie in de fosforoven.

Uit metingen nabij de twee teruggeplaatste elektroden⁹ bleek dat deze continu kleine hoeveelheden fosfine afgaven. De afgifte van de fosfine was laag. Op een korte afstand van de elektroden werd een concentratie van enkele ppm's gemeten. Maar de concentratie hoopte zich bij een uitgezette ventilatie in de loop van tijd op tot een gemiddelde concentratie van 16 ppm.

⁸ ppm parts per million oftewel delen per miljoen is een maat voor de concentratie.

⁹ De elektrodes bevatten zelf geen fosfor maar hebben wel fosforresten erop zitten omdat ze eerder in een fosforsmeltbad hebben gehangen. De elektrodes waren tijdelijk verwijderd. Dat de elektroden eerder waren gebruikt is zichtbaar want ze zien eruit alsof ze zijn aangesmolten.

Stof Fosforpentoxide

Bij de hijswerkzaamheden in de nacht van 14 op 15 mei 2009 werd een opvallende hoeveelheid stof in de fosforoven opgemerkt. Uit onderzoek is gebleken dat (een deel van) deze stof fosforpentoxide moet zijn geweest. De aangekoekte resten in de vulpijp 15 bevatte fosfor. Dit fosfor reageerde met de kleine beetjes water en zuurstof in het langstromende inerte gas¹⁰ tot fosforpentoxide. Dit gebeurde tijdens de werkzaamheden in de middag van 14 mei bij de montage van het tussenstuk van vulpijp 15. In de nacht van 14 op 15 mei kwam opnieuw fosfor vrij van de aangekoekte resten doordat tijdens andere werkzaamheden tegen de vulpijpen was gestoten/of geklopt.

Maatregelen voor veilig werken tijdens de onderhoudswerkzaamheden

Werken in een besloten ruimte

Een besloten ruimte is een verzamelnaam voor alle plaatsen en omgevingen waar gevaar aanwezig is voor verstikking, bedwelming vergiftiging, brand of explosie. In Arbo-Informatieblad 5 wordt een besloten ruimte omschreven als een gesloten of deels open omgeving met een al dan niet vernauwde toegang, die niet ontworpen is voor het verblijf van personen en waar activiteiten plaats vinden die risico's met zich meebrengen op het gebied van veiligheid, gezondheid en welzijn.¹¹ Om veilig te kunnen werken in een besloten ruimte moeten veiligheidsmaatregelen worden genomen. Welke maatregelen genomen moeten worden is afhankelijk van het werk.

De organisatie van de werkzaamheden en de beheersing van de veiligheid waren door Thermphos beschreven in het ovenstopboek. Hierin stonden de situaties beschreven waarbij een veiligwerkvergunning nodig was en wie wanneer bevoegd was deze uit te schrijven. Het doel van de werkvergunningprocedure bij Thermphos was om potentieel gevaarlijke werkzaamheden te managen. Dit gebeurde door het verstrekken van werkvergunningen voor een bepaalde tijd. In een werkvergunning worden risico's voor het uit te voeren karwei geïdentificeerd en de te nemen beheersmaatregelen beschreven. Werkvergunningen hebben een van te voren bepaalde (beperkte) geldigheid. Als de geldigheid is verstreken moeten de werkzaamheden opnieuw geëvalueerd worden, en moet een nieuwe vergunning worden aangevraagd. In de algemene instructies/procedures van Thermphos was omschreven wanneer een veiligwerkvergunning nodig was. Een veiligwerkvergunning was volgens Thermphos alleen nodig als er gevaar van contact met gevaarlijke stoffen was. Aanvullend stond in de bijlage behorende bij de werkvergunningprocedure dat een veiligwerkvergunning verstrekt moest worden als er sprake was van een besloten ruimte.

¹⁰ De specificatie voor inert gas bij dit bedrijf zijn water, stikstof 88%, 11<5 % CO₂, CO 400 ppm en maximaal 0,5% O₂.

¹¹ Arbo- informatie-blad 5, *De Arbo-Informatiebladen (AI-bladen)* geven per onderwerp een praktische invulling aan de arbowet- en -regelgeving. Zij bevatten toegankelijke informatie over hoe werkgevers en werknemers kunnen omgaan met de wettelijke regels en beleidsregels. De onderwerpen zijn bepaald en tot stand gekomen onder auspiciën van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Het werken in besloten ruimten, brengt specifieke risico's met zich mee. Belangrijke risico's zijn bedwelming, verstikking of explosie. Daarnaast zijn er gevaren die te maken hebben met de aard en de vorm van de ruimte of het karakter van de werkzaamheden. In Arbo-Informatieblad 5 "Veiligwerken in besloten ruimten" komen alle denkbare risico's en oplossingen aan bod.

Het werk aan en in de fosforoven in de nacht van 14 op 15 mei 2009 vond plaats tijdens de laatste fase van de stop. De oven was nog net niet bedrijfs gereed opgeleverd. Bij het inhijzen van de oude metalen klep was sprake van werken in een besloten ruimte. Er was echter geen veiligwerkvergunning afgegeven. De opdrachtgever en team 2 had deze verstrekt noch aangevraagd. Waarschijnlijk omdat zij een schone fosforoven niet zagen als een besloten ruimte. Dat dit bij Thermphos een algemene gang van zaken was blijkt ondermeer uit het ovenstopboek. Daarin staat beschreven dat na het uitruimen¹² de situatie ontstaat waarbij geen veiligwerkvergunning meer vereist is. Na het uitruimen is het volgens dit boek voldoende om een stofmasker, klasse p3 te dragen. Een dergelijk stoffilter heeft echter alleen tot doel te beschermen tegen het inademen van (in dit geval mogelijk radioactief) stof.¹³ Kennelijk is de algemene veronderstelling geweest dat er dan geen gevaarlijke dampen meer in de oven aanwezig konden zijn. Deze veronderstelling wordt ondersteund door de uitkomst van een analyse van de in mei 2009 verstrekte veiligwerkvergunningen. Ook daaruit blijkt namelijk dat de fosforoven in het eindstadium van de ovenstop niet meer werd benaderd als een besloten ruimte maar als 'overige ruimte'.

Vluchtmasker

Het was een algemene veiligheidseis van Thermophos om altijd een vluchtmasker onder handbereik te hebben.¹⁴ Dit omdat fosforrestanten spontaan in de lucht kunnen ontbranden onder vorming van bijtende rookwolk. Geen van beide slachtoffers droeg een vluchtmasker. Ook zijn geen vluchtmaskers in de fosforoven aangetroffen.

¹² Het uitruimen is het weghalen van de smeltbadrestanten aan de binnenkant van de fosforoven.

¹³ Uit analyse van werkvergunningen blijkt dat niet alle werkzaamheden in de fosforoven tijdens het onderhoud aangemerkt werden als werken in besloten ruimte terwijl dit wel had gemoeten. Uit de standaard werkvergunningen blijkt dat er gradaties waren. Bij werkzaamheden die uitgevoerd worden bij het begin van het onderhoud moeten meer metingen worden verricht. Naar mate het werk vordert worden de eisen lager. Het *uithakken* wand ijzerstenen werd wel beschouwd als werken in een besloten ruimte maar hoeven geen metingen meer verricht te worden. Bij het *boren* en *ruimen* van ijzerstenen moet er wel worden geventileerd maar merkt men de arbeidsplaats niet aan als besloten ruimte. Als extra persoonlijke beschermingsmiddelen was alleen een stof masker P3 vereist. Een andere variant is het pas maken van de bodem, slak ijzer en wandstenen. De luchtkwaliteit hoeft niet gemeten te worden, stof kapjes zijn voldoende maar omdat er bij het pas maken radioactief stof kan vrij komen is het afhankelijk van het advies van de RA (radioactiviteit) expert of er adembescherming gedragen moet worden.

¹⁴ Deze regel is opgenomen in het ovenstopboek. Aan externen werden ze voor de duur van het werk beschikbaar gesteld.

De oven had de status van een besloten ruimte en er is niet conform de regels voor een besloten ruimte gewerkt.

Er was door niemand onderkend dat de fosforoven bij het sluiten van de openingen weer een besloten ruimte was geworden. Het weer sluiten van de oven had daarom geen gevolgen voor het regime waaronder werd gewerkt. De takelwerkzaamheden zijn uitgevoerd alsof de fosforoven een reguliere, veilige werkplek was.

De twee slachtoffers zijn overleden omdat zij zich vanwege een schadelijke atmosfeer bevonden in een onveilige werkomgeving.

Er was sprake van een aantal gevaarlijke stoffen/dampen in de atmosfeer in de fosforoven. Door de afgebouwde ventilatie werd de lucht in de fosforoven niet meer verversd. Het steeds verder afsluiten van de oven leidde, in combinatie met het toestromend inert gas, de fosfine en de fosforpentoxide dampen afkomstig van ontbrandend fosfor in vulpijp 15, tot een bedwelmende atmosfeer. Of een combinatie van stoffen of een enkele stof tot de dood van de twee medewerkers heeft geleid, kon niet meer worden vastgesteld.

COMMENTAAR BETROKKEN PARTIJ

Een conceptversie van dit rapport is, conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid, voorgelegd aan de betrokken partijen. Deze partijen is gevraagd het rapport te controleren op fouten en onduidelijkheden.

De inzage versie van dit rapport is voorgelegd aan de volgende partijen en personen:

- Wettelijke vertegenwoordiging van het bedrijf: Curator te Middelburg. Geen inzage commentaar van ontvangen.
- Nabestaanden. Geen inzage commentaar van ontvangen.
- Betrokken medewerker. Geen inzage commentaar van ontvangen.
- Voormalig directeur Thermphos.

Correcties van feitelijke onjuistheden, aanvullingen op detailniveau en redactioneel commentaar heeft de Raad (voor zover relevant) overgenomen. De betreffende tekst-delen zijn in het eindrapport aangepast. Deze reacties zijn niet afzonderlijk vermeld.

De reacties die niet zijn overgenomen, zijn voorzien van een weerwoord. Deze reacties zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Commentaar inzagepartij	Reactie Onderzoeksraad
<p>Ik ben het niet eens met de (meer dan) suggestieve veronderstelling, dat andere (giftige) stoffen een (belangrijke) rol gespeeld zouden hebben.</p> <p>In een normale ovenstop werden veel zaken veel korter op elkaar uitgevoerd. Zo werden de elektroden pas teruggebouwd, wanneer het kooksbed al op de bodem was aangebracht. De ventilatie stond in de 'normale' situatie altijd bij, vanwege het gevaar van kookstof. Nu stond de ventilatie niet bij, waardoor het zuurstofgehalte zo laag kon worden met alle gevolgen van dien.</p>	<p>Uit onderzoek is gebleken dat er sprake was van een schadelijke atmosfeer.</p>
<p>Het effect van het stoppen van de ventilatie is na het dodelijk ongeval gemeten. In die situatie was er geen sprake van eventueel vrijkomen van fosfor uit de vulpijp. Na het stoppen van de ventilatie werd een teruglopend, dodelijk zuurstofgehalte, gemeten in het ovenvat. Dit duidt erop, dat eventueel aanwezig fosforpentoxide of fosfine een onbeduidend aandeel heeft gespeeld.</p>	<p>Geen actie, teruglopend zuurstof gehalte staat in tabel weergegeven. Echter dit sluit niet uit dat gevaarlijke stoffen geen rol hebben gespeeld.</p>
<p>Al in de ochtendkrant na het dodelijk ongeval meenden medewerkers van de AI te moeten melden, dat er vaten afvalfosfine in het bodemvat stonden. Dit was de grootst mogelijke onzin en pijnlijk onnodig en verwarrend voor zowel bedrijf als nabestaanden.</p>	<p>In de tekst staat dit juist, voor de volledigheid hier herhaald: "In de oven stond een aantal drums. De drums bevatte licht radioactieve stof. Uit onderzoek is gebleken dat de drums waarschijnlijk niet de bron zijn van de verhoogde fosfine concentratie in de fosforoven."</p>

**Bezoekadres**

Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl