



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Formaldehyde emissie

bij DuPont te Dordrecht,
10-12 augustus 2016

Formaldehyde emissie

bij DuPont te Dordrecht,

10-12 augustus 2016

Den Haag, september 2017

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

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

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Als zich een ongeval of ramp voordoet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren, met als doel daar lessen uit te trekken. Op die manier draagt de Onderzoeksraad bij aan het verbeteren van de veiligheid in Nederland. De Raad is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen hij onderzoekt. Daarbij richt de Raad zich in het bijzonder op situaties waarin mensen voor hun veiligheid afhankelijk zijn van derden, bijvoorbeeld van de overheid of bedrijven. In een aantal gevallen is de Raad verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken gaan niet in op de schuld of aansprakelijkheid.

Onderzoeksraad
Voorzitter: mr. T.H.J. Joustra
prof. mr. dr. E.R. Muller
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt

Secretaris-directeur: mr. C.A.J.F. Verheij

Bezoekadres: Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000

Telefax: +31 (0)70 333 7077

Website: onderzoeksraad.nl

E-mail: info@onderzoeksraad.nl

Inleiding onderzoek	5
Feitelijke informatie	7
Onderzoek en Analyse	13
Conclusies.....	19
Bijlage 1.....	21
Bijlage 2.....	23
Bijlage 3.....	25

INLEIDING ONDERZOEK

Omschrijving van het voorval

In de periode van 10 tot en met 12 augustus 2016 vond een emissie van circa 2730 kg van de giftige en carcinogene stof formaldehyde¹ plaats via een schoorsteen van de Delrin-fabriek van DuPont in Dordrecht. Een gedeelte van de formaldehyde is ook in de fabriek vrijgekomen. Deze emissie is ontdekt nadat een medewerker elders op het terrein op de avond van 11 augustus 2016 een formaldehyde-geur rook. Op het moment dat bleek dat de schoorsteen warmer was dan normaal, heeft DuPont in de ochtend van 12 augustus 2016 besloten de fabriek stil te leggen. Bij nader onderzoek bleek dat een breekplaat onbedoeld heeft gefaald en gas vrij kon uitstromen naar de schoorsteen.

Algemene gegevens

OvV nummer voorval:	M2016-IN0810-01
Datum voorval:	10-12 augustus 2016
Plaats voorval:	DuPont de Nemours (Nederland) B.V., te Dordrecht ²
Typering plaats voorval:	Delrin fabriek (opstartfase polymerisatieproces)
Reden voor kennisgeving ongeval conform Seveso III richtlijn:	hoeveelheid vrijgekomen stof (=2730 kg formaldehyde) overschrijdt de drempelwaarde van deze stof voor kennisgeving (=2500 kg)

Aanleiding en doel onderzoek

Het in dit rapport besproken voorval valt onder de definitie van een zwaar ongeval als bedoeld in richtlijn nr. 2012/18/EU van het Europees Parlement en de Raad (Seveso III 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. De Onderzoeksraad heeft besloten om een verkort onderzoek uit te voeren naar dit voorval. De onderzoeksvraag hierbij is hoe het voorval zich heeft kunnen voordoen en wat hiervan geleerd kan worden. De bevindingen zijn in dit rapport weergegeven.

Gebruikte informatie

Voor het opstellen van dit rapport is gebruikgemaakt van informatie aangeleverd door DuPont en de informatie over toezicht- en handhavingsacties naar aanleiding van dit voorval door de Provincie Zuid-Holland/Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid en de

- 1 De omvang van de emissie is bepaald door DuPont op basis van modelberekening uitstroming via het gat in breekplaat.
- 2 Per 1 januari 2015 zijn er twee ondernemingen op het terrein in Dordrecht: DuPont de Nemours (Nederland) BV en Chemours Netherlands BV. Voorheen vormden zij samen één bedrijf.

Inspectie SZW. Daarnaast heeft de Onderzoeksraad interviews gehouden met werknemers van het bedrijf en met de betrokken conformiteitsbeoordelingsinstantie van drukapparatuur Lloyd's Register Nederland B.V.

Leeswijzer

Het hoofdstuk 'Feitelijke informatie' geeft een beschrijving van de installatie en de gebeurtenissen die hebben geleid tot het voorval. In het hoofdstuk 'Onderzoek en analyse' worden de bevindingen besproken naar aanleiding van de analyse van de gebeurtenissen. In het laatste hoofdstuk zijn de conclusies opgenomen.

Beschrijving van de installatie

Bij DuPont in Dordrecht wordt (onder meer) het polymeer polyoxymethyleen met de merknaam Delrin geproduceerd. Hiervoor beschikt DuPont over twee identieke productielijnen (1 en 2), tezamen de Delrin-fabriek. In het productieproces wordt methanol gebruikt om formaldehyde te produceren, wat weer de grondstof (monomeer) vormt voor het te produceren polymeer. Het betreft een proces met een productiefase van ongeveer een week. Daarna volgt een stap van ongeveer een dag, waarbij de binnenkant van de installatie wordt schoongemaakt met stoom onder druk, de zogenoemde 'steam-out' fase. De druk tijdens de productiefase varieert tussen de 0.7-1.0 barg³. Tijdens de steam-out fase is de druk in de installatie hoger, circa 14 barg.

Het voorval vond plaats in een leidinggedeelte van productielijn 1 waar formaldehyde naar een reactor stroomt, zie figuur 1. In deze toevoerleiding is een beveiliging aanwezig om de installatie te beschermen tegen een te hoge druk. Dit betreft een ventleiding met een overdrukventiel (veerveiligheid) dat bij een druk van 18,5 barg opengaat en de inhoud van de installatie afvoert naar de buitenlucht via een schoorsteen met een hoogte van 47 meter. Aangezien formaldehyde-gas kan auto-polymeriseren tot een witte, vaste poeder (paraform)⁴, bestaat het risico dat het ventiel door vervuiling met paraform niet goed functioneert. Om dit te voorkomen, wordt het overdrukventiel afgeschermd van de formaldehyde-stroom door een breekplaat in de ventleiding voorafgaand aan het ventiel. De breekplaat scheurt open bij een druk in de installatie tussen de 16,7 en 19,4 barg. Op dat moment zal de inhoud van de toevoerleiding richting het overdrukventiel stromen en kan het ventiel opengaan.

In de ventleiding tussen de breekplaat en het overdrukventiel zit een omloopleiding, die uitkomt op de afvoerleiding van het ventiel naar de schoorsteen. Deze relatief dunne leiding is een afvoerroute van eventueel aanwezig gas tussen de breekplaat en het ventiel. Hiermee wordt voorkomen dat er een drukopbouw (onder de ontlastdruk van het ventiel) tussen de breekplaat en het ventiel kan plaatsvinden. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van een heel klein gaatje (pinhole) in de aansluiting van de breekplaat⁵ in de ventleiding. Zo wordt voorkomen dat er een drukopbouw achter de breekplaat kan plaatsvinden, waardoor het drukverschil tussen beide zijden van de breekplaat afneemt en de breekplaat later dan beoogd wordt aangesproken.

In de ventleiding is tussen de breekplaat en het overdrukventiel een drukswitch aanwezig, waarmee een verhoogde druk achter de breekplaat wordt gedetecteerd: bij een overdruk

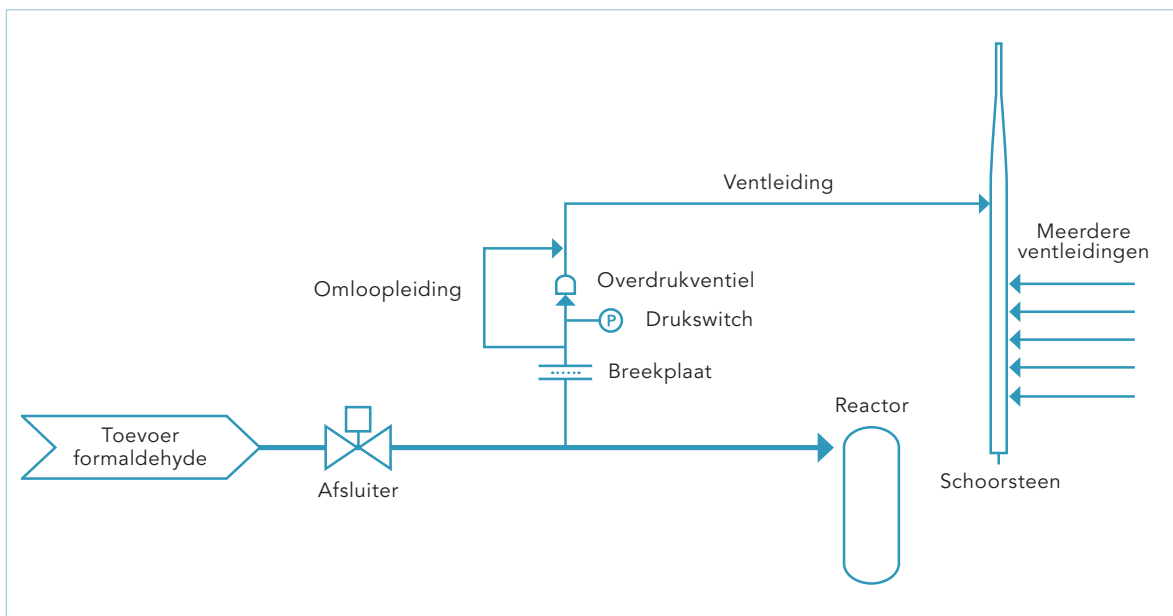
3 De gebruikte eenheid van druk is bar. Barg staat voor de overdruk boven de atmosferische druk.

4 Formaldehyde gas polymeriseert op metaaloppervlakken die kouder zijn dan 150 °C (bron: DuPont, Onderzoek naar de DuPont Dordrecht formaldehyde emissie augustus 2016, september 2016).

5 Een breekplaat is een veiligheidsvoorziening om een ontlastopening in de installatie te creëren bij een gespecificeerde druk in de installatie. Dit wordt de 'barstdruk' van de breekplaat genoemd.

van 196 kPa (=1,96 barg) of hoger wordt een alarm afgegeven in de controlekamer van de fabriek. De functie van deze drukswitch is om te detecteren dat de breekplaat is aangesproken. De instelwaarde van de drukswitch is gebaseerd op het scenario dat de breekplaat wordt aangesproken tijdens de steam-out fase. In deze fase is de druk ruim boven de instelwaarde.

De installaties van de twee productielijnen staan evenwijdig aan elkaar. In de fabriek zijn verdiepingen aanwezig zodat de onderdelen van de installaties bereikbaar zijn. In juni 2016 zijn in en rondom het polymerisatie-deel van Delrin-fabriek 23 sensoren geïnstalleerd die formaldehyde detecteren. De gemeten waarden van deze sensoren zijn zichtbaar in de controlekamer. In de periode dat de emissie plaatsvond, was DuPont bezig om een protocol voor de operators op te stellen met betrekking tot de omgang met verhoogde meetwaarden. Moeilijkheid bij de interpretatie van de resultaten is dat sensoren zowel reageren op methanol als op formaldehyde en methanol ook in delen van het productieproces aanwezig is.⁶



Figuur 1: Schematische weergave installatie.

6 De sensoren kunnen geen onderscheid maken tussen formaldehyde en methanol omdat de molecuulstructuur van deze twee stoffen erg op elkaar lijkt.

Beschrijving van de gebeurtenissen⁷

In de onderstaande tabel zijn chronologisch de voor dit voorval relevante gebeurtenissen opgenomen.

Juni 2016		- Turnaround ⁸ van de Delrin-fabriek. Hierbij zijn alle breekplaten gedemonteerd, geïnspecteerd door een aannemer en teruggeplaatst.
Periode juni – aug. 2016		- Meerdere productieruns op productielijn 1 en 2.
10 augustus 2016	18:30 uur	- Productieproces op lijn 1 wordt gestopt in verband met foutieve klepstanden die hebben geleid tot water in de installatie wat tot kwaliteit problemen leidt.
	21:58 uur	- De operators starten een nieuwe batch op in de Delrin-fabriek productielijn 1.
		- Enkele sensoren in de fabriek detecteren verhoogde concentraties, waarbij de hoogste concentraties worden gemeten in de buurt van aftappunten (drainage area). - De operator in de controlekamer merkt de signalen van de sensoren op. De operator neemt aan dat deze te maken hebben met een emissie van productielijn 2, die op dat moment op uitstomen staat. ⁹
	22:30 - 23:00 uur	- Twee operators gaan de fabriek in om op de begane grond een monster te nemen van het opstartmateriaal ten behoeve van kwaliteitscontrole. Dit duurt circa 15 minuten. Beide operators ruiken op dat moment formaldehyde. - De operators melden de geurwaarneming bij collega's in de controlekamer. - De procesparameters van lijn 1 zijn normaal. - Vier operators gaan met een draagbare gasmonitor ¹⁰ op zoek naar de oorzaak van de formaldehyde geur. Ze dragen geen adembescherming. Buiten de fabriek wordt geen formaldehydegeur waargenomen. Operators vinden in de fabriek ter hoogte van een aftapleiding een mogelijke oorzaak: een openstaande afsluiter richting het afvoersysteem in productielijn 2 die op dat moment op uitstomen staat. - De operators sluiten de afsluiter. - Alle operators verlaten de fabriek en gaan naar de controlekamer voor de overdracht naar de volgende shift.
nacht van 10 op 11 augustus	23:45 - 0:15 uur	- Na de wachtoverdracht gaat een operator (zonder adembescherming) een productmonster nemen. Hij neemt een formaldehydegeur waar en gaat onmiddellijk terug naar de controlekamer om de waarneming te melden. Hij gaat met adembescherming terug en neemt het monster om vervolgens weer naar de controlekamer terug te keren. - Een team van twee operators gaat met adembescherming de fabriek in. Zij controleren met een gasdetector de leidingen die formaldehydegas bevatten op zoek naar een lekkage. Er wordt niets gevonden. - De afvoertrechters, waar afvoerleidingen in uitmonden (van zowel productielijn 1 en 2), worden gespoeld met water om zo een potentiële bron van de formaldehydegeur uit het afvoersysteem te verwijderen.

⁷ Bron: Dupont, Onderzoek naar de DuPont Dordrecht formaldehyde emissie augustus 2016, september 2016.

⁸ Een turnaround is een periodieke, volledige stop van de fabriek voor groot onderhoud aan de installaties.

⁹ Tijdens de steamout-fase kunnen methanoldampen vrijkomen.

¹⁰ Dit betreft een draagbare mini-REA 3000, geschikt voor het meten van diverse vluchtige organische verbindingen waaronder formaldehyde en methanol.

		<ul style="list-style-type: none"> - Een ander team van twee operators zonder adembescherming blijft in eerste instantie op afstand. Een van deze operators neemt vervolgens zonder adembescherming deel aan het onderzoek in de fabriek. - De operators nemen geen formaldehydegeur meer waar.
11 augustus		<ul style="list-style-type: none"> - De geur van formaldehyde wordt niet meer waargenomen.
	22:00 uur	<ul style="list-style-type: none"> - Een medewerker van een andere fabriek op de site (een ex-Delrin operator) meldt in de controlekamer van Delrin-fabriek dat hij een formaldehydegeur heeft waargenomen buiten de Delrin-fabriek (op ongeveer 250 meter ten noordoosten van de Delrin-fabriek). - Er worden geen waarnemingen van formaldehydegeur gedaan in de fabriek.
nacht van 11 op 12 augustus		<ul style="list-style-type: none"> - De operatorploeg gaat op zoek naar een lekkage.
12 augustus	Circa 5:30 uur	<ul style="list-style-type: none"> - Bij de zoektocht voelt een operator met zijn hand dat de schoorsteen van productielijn 1 warm is.
	6:00 uur	<ul style="list-style-type: none"> - Operators constateren met behulp van een warmtebeeldcamera dat de schoorsteen van productielijn 1 en de ventleiding warmer zijn dan normaal. Dit is een aanwijzing dat er stoom of warm procesgas via de ventleiding van de monomeerleiding vrijkomt in de schoorsteen.
	6:22 uur	<ul style="list-style-type: none"> - Productielijn 1 wordt stilgelegd en de fabriek wordt vrijgesteld voor verder onderzoek naar de warme ventleiding.
		<ul style="list-style-type: none"> - De breekplaat in de betrokken ventleiding wordt gedemonteerd en er wordt geconstateerd dat de breekplaat opengescheurd was. Gezien de aanwezigheid van een omloopleiding om het overdrukventiel kon via het gat in de breekplaat formaldehydegas (via) richting de schoorsteen worden afgevoerd.

Effecten

Het vrijgekomen formaldehyde is een giftig, kankerverwekkend en brandbaar gas. Daarnaast ruikt de stof zeer sterk en onaangenaam.

Gedurende 32.5 uur is onbedoeld circa 84 kg formaldehyde per uur uitgestroomd uit een schoorsteen op 47 meter hoogte.¹¹ DuPont heeft verspreidingsberekeningen laten uitvoeren voor deze emissie. Op basis hiervan heeft de dienst Gezondheid & Jeugd ZHZ in opdracht van de provincie Zuid-Holland (bevoegd gezag Wabo) de resultaten beoordeeld in gezondheidkundig perspectief en geconcludeerd dat er voor de omwonenden geen nadelige gezondheidseffecten te verwachten zijn. De meeste omwonenden hebben naar verwachting niets gemerkt van de formaldehyde lozing.¹²

¹¹ Debiet van de emissie is bepaald door DuPont met modelberekeningen van de situatie.

¹² Provincie Zuid-Holland, Informatie over DuPont/Chemours, 3 november 2016 (Brief van gedeputeerden aan de Provinciale Staten, inclusief bijlagen met rapportages over de uitgevoerde verspreidingsberekeningen).

De Onderzoeksraad heeft geen onderzoek gedaan naar de berekening van de omvang van de emissie en de uitgevoerde verspreidingsberekeningen. Deskundige partijen (DCMR, RIVM, TNO) hebben in opdracht van de provincie Zuid-Holland verschillende aspecten van de uitgangspunten en uitvoering van de berekeningen beoordeeld en in orde bevonden.

Daarnaast is in de beginfase van het incident ook formaldehyde in de fabriek vrijgekomen. Medewerkers zijn kortstondig blootgesteld aan formaldehyde. De gemeten waarden van de acht sensoren op de begane grond waren:

- In de periode 22:30-23:00 uur: de hoogst gemeten gemiddelde concentratie per sensor bedroeg 9,7 ppm; gemiddelde van alle sensoren bedroeg 3,4 ppm.
- In de periode 23:45-00:15 uur: de hoogst gemeten gemiddelde concentratie per sensor bedroeg 12,1 ppm; gemiddelde van alle sensoren bedroeg 2,0 ppm.

Blootstellingsduur	10 min.	30 min.	1 uur
VRW	1	1	1
AGW	13	13	13
LBW	98	67	53

Tabel 1. Interventiewaarden voor formaldehyde in ppm. ^{13 14}

- De voorlichtingsrichtwaarde (VRW) betreft de luchtconcentratie die met grote waarschijnlijkheid door de blootgestelde bevolking als hinderlijk wordt waargenomen, of waarboven lichte gezondheidseffecten mogelijk zijn.
- De alarmeringsgrenswaarde (AGW) betreft de luchtconcentratie waarboven onherstelbare of andere ernstige gezondheidseffecten kunnen optreden, of waarbij door blootstelling aan de stof personen minder goed in staat zijn zichzelf in veiligheid te brengen.
- De levensbedreigende waarde (LBW) betreft de luchtconcentratie waarboven mogelijk sterfte of levensbedreigende aandoeningen kunnen ontstaan.

De 'Carcinogenic Risk Potency' (CRP), de luchtconcentratie voor het kankerrisico bij een eenmalige blootstelling, bedraagt 1325 ppm (1.752 mg/m³).¹⁵ De geurdrempel ligt ongeveer bij 0,5 ppm.¹⁶

Op basis van gemeten maximale waarde ter hoogte van een sensor (12 ppm) is het aannemelijk dat nabij het emissiepunt in de fabriek de AGW is overschreden, aangezien daar de concentratie hoger zal zijn geweest. Hieruit volgt dat het gevaar bestond voor blootstelling aan concentraties formaldehyde waarbij nadelige gezondheidseffecten

¹³ RIVM, Overzicht interventiewaarden 2016, december 2016.

¹⁴ Voor formaldehyde geldt dat 1 ppm (parts per million) ongeveer overeenkomt met 1,3 mg/m³.

¹⁵ Zie voetnoot 13.

¹⁶ Environment agency (UK), *Review of odour character and thresholds (Science Report: SC030170/SR2)*, maart 2007.

mogelijk zijn. DuPont heeft aangegeven dat er geen werknemers aanwezig waren tijdens de gemeten piekconcentraties.

Maatregelen na het voorval

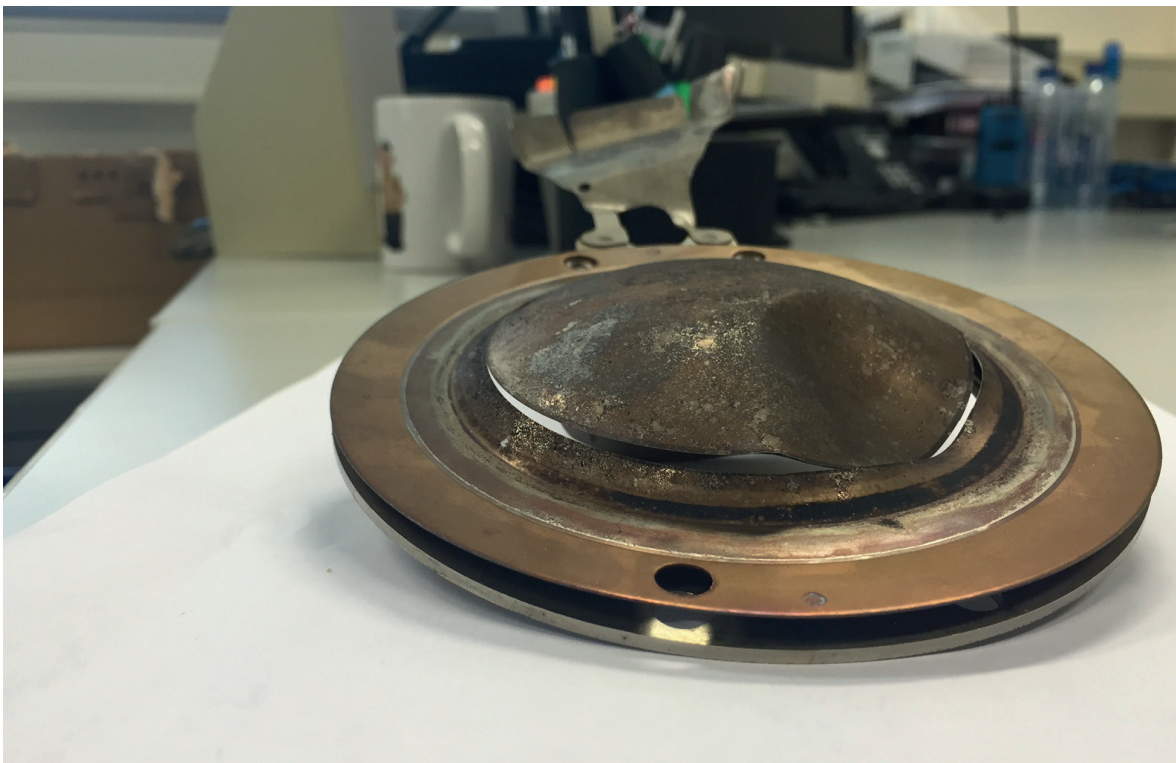
DuPont heeft naar aanleiding van dit voorval verschillende maatregelen getroffen. Deze zijn beschreven in Bijlage 2. Het overheidstoezicht heeft naar aanleiding van dit incident een aantal maatregelen geëist die zijn verwerkt in de door DuPont getroffen maatregelen. De bestuursrechtelijke handhavingsacties door de overheid zijn opgesomd in Bijlage 3.

De directe oorzaak van de emissie is het falen van de breekplaat in de ventleiding van de formaldehyde-toevoerleiding tijdens omstandigheden waarbij de breekplaat niet hoort te barsten. Hierna is formaldehyde uit de Delrin-fabriek vrijgekomen via twee verschillende routes: op hoogte via een schoorsteen en in de eerste uren van het incident ook in de fabriek via openingen in aftapleidingen. Deze drie onderwerpen (initiële oorzaak, emissie via de schoorsteen, emissie in de fabriek) zijn hieronder uitgewerkt.

Initiële oorzaak: falen breekplaat

In de breekplaat is een opening ontstaan tijdens het productieproces in de Delrin-fabriek. Er waren geen bijzonderheden ten aanzien van de aanwezige procescondities in de installatie.¹⁷ Zo was de aanwezige procesdruk in de leiding lager dan de gespecificeerde 'barstdruk' van de breekplaat. Dit betekent dat de breekplaat niet is aangesproken om de drukveiligheid te beheersen conform het ontwerp van de breekplaat, maar dat er een andere oorzaak moet zijn voor het gat in de breekplaat.

Uit het onderzoek naar de breekplaat door DuPont bleek dat er in de breekplaat een deuk en een scheur aanwezig waren, zie onderstaande foto.



Figuur 2: Foto van de breekplaat na het incident waarbij scheur en deuk zichtbaar zijn - gezien vanaf de kant die aan de proceszijde zat in de leiding. (Bron: DuPont)

¹⁷ Volgens opgave van DuPont.

Metallurgisch onderzoek¹⁸ heeft uitgewezen dat de initiële scheur in de breekplaat instantaan ontstaan is als gevolg van een zogenoemde 'geweldsbreuk'. Daarna is de scheur nog groter geworden door vermoeiing (bijdrage van ongeveer 20% van de uiteindelijke opening in de breekplaat). Ook volgt uit het metallurgisch onderzoek dat de deuk al aanwezig was voordat de scheur in de breekplaat optrad. De deuk is dus niet veroorzaakt door het scheuren van de breekplaat. Het is waarschijnlijk een factor geweest waardoor de breekplaat is verzwakt en gescheurd bij een druk lager dan de opgegeven barstdruk (conform de specificaties van de breekplaat).

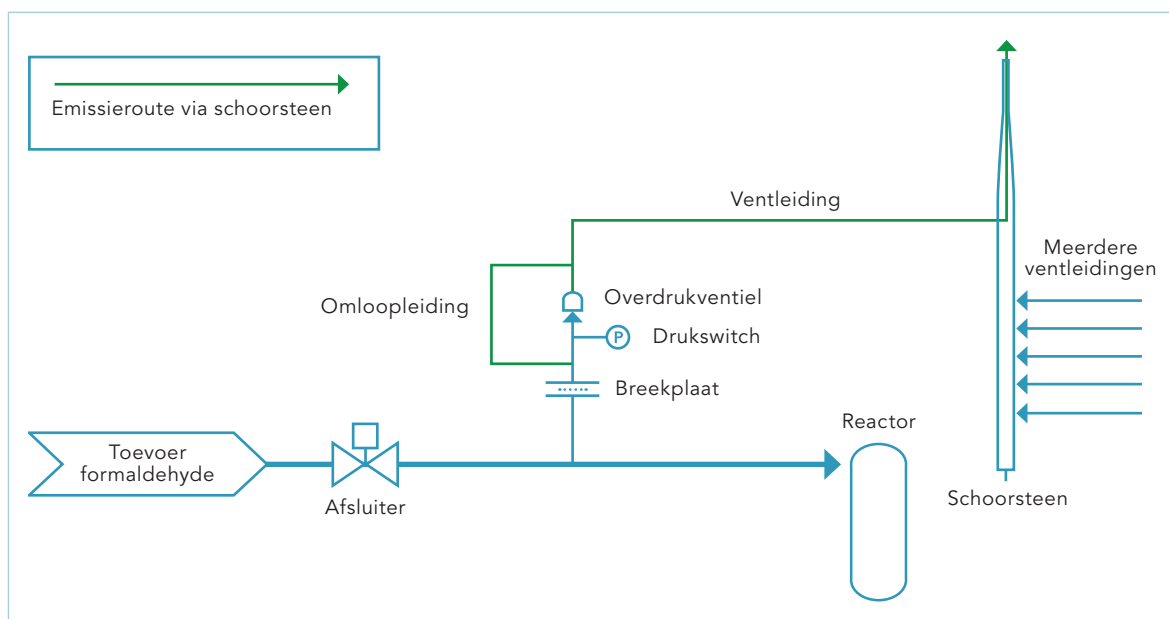
Tijdens de turnaround in juni 2016 is de breekplaat gedemonteerd¹⁹ en geïnspecteerd. Hierbij werd de breekplaat gecontroleerd op eventuele beschadigingen. Na de inspectie is de breekplaat een periode in opslag geweest en vervolgens getransporteerd naar de fabriek om weer te worden ingebouwd. Gezien het bovenstaande is het aannemelijk dat de breekplaat tijdens transport of het terugplaatsen is beschadigd. Een kleine beschadiging (bijvoorbeeld een kras) kan de initiator zijn geweest van de deuk in de breekplaat toen deze onder verhoogde druk-condities kwam (bijvoorbeeld de druktest voorafgaand aan het opstarten van de fabriek en de steamout-fase). De Onderzoeksraad heeft echter niet kunnen vaststellen wat de exacte oorzaak is geweest dat de breekplaat heeft kunnen falen en wanneer de geweldsbreuk heeft plaatsgevonden.

Emissie via de schoorsteen

De door het gat in de breekplaat wegstromende formaldehyde kwam in de leiding van het overdrukventiel. Hier kon het gas via de aanwezige omloopleiding om het overdrukventiel heen direct naar de schoorsteen stromen en werd het geëmitteerd naar de buitenlucht op 47 meter hoogte. Zie figuur 3 voor de schematische weergave van de route van de emissie. DuPont heeft de emissie via de schoorsteen niet direct na het ontstaan ontdekt, waardoor de emissie gedurende ongeveer 32 uur heeft kunnen plaatsvinden. Er hebben twee aspecten een belangrijke rol gespeeld bij het feit dat de emissie heeft kunnen plaatsvinden gedurende langere tijd: (1) het ontwerp van de drukbeveiliging en (2) de onbekendheid met het scenario dat heeft plaatsgevonden.

¹⁸ Metalogic, Failure analysis rupture disc, 2 september 2016.

¹⁹ Hierbij blijft de breekplaat in een houder zitten waarmee de breekplaat later weer wordt ingebouwd.



Figuur 3: Schematische weergave installatie met emissieroute via de schoorsteen.

Ontwerp

In het ontwerp van de drukbeveiliging is tussen de breekplaat en het overdrukventiel een omloopleiding geplaatst die uitkomt op de afvoerleiding van het drukventiel naar de schoorsteen. Zolang de druk van het gas tussen de breekplaat en het overdrukventiel lager is dan de ontlastdruk van het ventiel, zal dit gas via de omloopleiding naar de schoorsteen worden afgevoerd. Hiermee wordt ongewenste drukopbouw tussen de breekplaat en het overdrukventiel voorkomen. Nadeel van dit ontwerp is dat het gas via de schoorsteen geëmitteerd wordt en er verder geen signalen zijn dat dit gaande is zolang de druk onder de instelwaarde van de aanwezige drukswitch blijft.

Procesparameters waren 'normaal' en er was geen gasdetectie in het leidingwerk na de breekplaat (inclusief schoorsteen) aanwezig. Ook zijn het drukventiel en de drukswitch niet aangesproken omdat de druk in de ventleiding hiervoor te laag was. Er waren dus geen directe signalen dat de breekplaat een opening had en er formaldehyde ontsnapte.

Het ontwerp van de drukbeveiliging, bestaande uit een breekplaat gecombineerd met een overdrukventiel en een omloopleiding om het ventiel, dateert van omstreeks 1991. Dit ontwerp was vergund en gekeurd door de destijds bevoegde autoriteit (Stoomwezen B.V.) en was in lijn met de destijds van toepassing zijnde 'Regels voor toestellen onder druk'. Dit ontwerp, inclusief de omloopleiding, kan ook onder de huidige regelgeving voor drukapparatuur, het Warenwetbesluit Drukapparatuur (WBDA, 2016), worden goedgekeurd omdat hiermee de drukveiligheid van de installatie geborgd is. Het is DuPont geweest die na het voorval een aanpassing van het ontwerp heeft voorgesteld waarbij de emissieroute via de omloopleiding is verwijderd en er met behulp van drukdetectie kleine lekkages in de breekplaat gedetecteerd kunnen worden. De huidige keurings- en certificeringsinstantie van drukapparatuur, de zogenoemde conformiteitsbeoordelingsinstantie (NL-CBI), beoordeelt alleen of de drukveiligheid voldoet aan de vereisten die voortvloeien uit het WBDA. Deze instantie beschikt niet over het totaalplaatje van de situatie en alle mogelijke andere eisen die worden gesteld aan een installatie, zoals vereisten ten aanzien van het milieu. Dergelijke eisen waren in

dit geval aan de orde omdat formaldehyde aangewezen is als een zogenoemde 'zeer zorgwekkende stof' (ZZS).²⁰ Dit verplicht bedrijven hun lozingen en uitstoot van een ZZS naar lucht en water te voorkomen. Als dat niet haalbaar is, dan moeten de emissies zoveel mogelijk worden beperkt.²¹ Oftewel, het ontwerp van de drukveiligheid ten tijde van het voorval voldeed om de eventuele overdruk te beheersen, maar voldeed niet om de risico's op emissies van een ZZS te minimaliseren.

Onbekendheid met het risico

De omloopleiding was zodanig ingebouwd in de installatie dat deze tijdens normale bedrijfsvoering niet direct kon worden waargenomen wat voor leiding dit precies was. Gedurende onderhoudstops werd het systeem op regelmatige basis uitgebouwd en werd de omloopleiding zichtbaar. DuPont heeft in haar eigen onderzoek naar dit voorval geconstateerd dat sommige operators bekend waren met de aanwezigheid van de omloopleiding in de configuratie van de drukbeveiliging, maar dat dit niet het geval was voor de gehele ondersteunende technische staf. Ook is geconstateerd dat de risico's van de configuratie van de drukbeveiliging met een omloopleiding niet is behandeld in de door DuPont uitgevoerde risico-studies.

In het verleden zijn vaker breekplaten in de Delrin-fabriek aangesproken. Dit was echter altijd een volledige breuk tijdens de steam-out fase, waarbij de aanwezige drukswitch een alarm activeerde. DuPont was niet bedacht op het scenario dat een breekplaat niet goed functioneerde en faalde bij een druk die lager was dan de instelwaarde van de drukswitch.

Mogelijke oorzakelijke factor van de onbekendheid met de omloopleiding en de eventuele risico's is het feit dat de omloopleiding niet was weergegeven op de technische tekening van de installatie, maar als stoomleiding was aangegeven.²² Het onderzoek door DuPont heeft uitgewezen dat het zeer waarschijnlijk is dat deze fout is gemaakt bij het overzetten van niet-digitale tekeningen naar een digitale versie in 1995. In de laatste versie van de 'oude' niet-digitale tekening was de omloopleiding nog wel te zien.²³

De context voor deze fout is dat de omloopleiding en de stoomleiding er nagenoeg hetzelfde uitzien. De omloopleiding wordt met stoom verwarmd om polymerisatie tegen te gaan, zoals het geval is voor een groot aantal onderdelen van de installatie. Enkele operators wisten wel van de aanwezigheid van de omloopleiding maar niet van de functie ervan. Het was voor hen niet een direct relevant procesonderdeel om het productieproces te kunnen sturen.

Emissie in de fabriek

Naast de emissie van formaldehyde via de schoorsteen, is een gedeelte van het uit het proces ontsnapte formaldehyde in het leidingwerk gestroomd dat is aangesloten op de schoorsteen. Dit betreft leidingwerk van diverse afblaasleidingen. Zie figuur 4 voor de

²⁰ Het overheidsbeleid voor deze stoffen is vastgelegd in het Activiteitenbesluit.

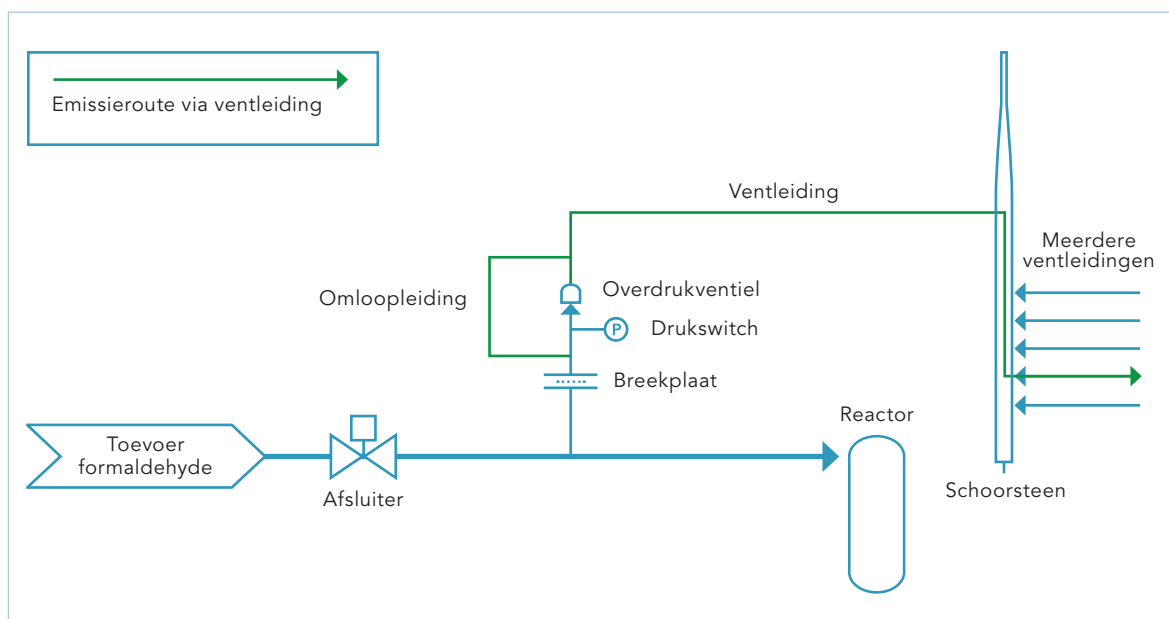
²¹ Deze minimalisatieverplichting geldt per 1 januari 2016 voor alle zeer zorgwekkende stoffen. (Bron: http://www.rivm.nl/rvs/Stoffenlijsten/Zeer_Zorgwekkende_Stoffen.)

²² DuPont de Nemours (Ned) B.V., *Process, Service & Instrument Diagram DW403731SH2*, versie 29-07-2015.

²³ DuPont de Nemours (Ned) B.V., *Process, Service & Instrument Diagram DDO-4224 SH-2*, versie 21-08-1994.

schematische weergave van de route van de emissie. De aanwezige trek in de schoorsteen bleek onvoldoende om terugstroming in deze leidingen te voorkomen. Enkele van deze leidingen lopen niet in afschot naar de schoorsteen. In deze leidingen zijn openingen aanwezig om te voorkomen dat vloeistof in deze leidingen ophoopt en mogelijk in het productieproces terechtkomt.²⁴ Deze openingen zitten net boven de ontlastventielen in de aansluiting op de ventleidingen en bevinden zich op de begane grond van de fabriek. Op deze punten is bij vier à vijf ventleidingen formaldehyde vrijgekomen. Dit verklaart dat gedurende de eerste uren van dit incident er formaldehyde is waargenomen in de fabriek. Uit deze omgeving zijn ook de eerste detectiemetingen van de sensoren vandaan gekomen. De formaldehydegeur in de fabriek nam in de loop van enkele uren weer af. Dit is weer te verklaren door het feit dat formaldehyde makkelijk wordt omgezet in een witte, vaste poeder (paraform). Na het incident heeft DuPont geconstateerd dat deze ventleidingen verstopt zaten met paraform. Hierdoor vond er geen emissie meer plaats in de fabriek en waren de operators in de veronderstelling dat het emissieprobleem was opgelost als gevolg van de tot dan toe ondernomen acties. Dit bleek achteraf niet het geval, want de emissie was alleen gestopt in de fabriek maar ging nog door via de schoorsteen.

De specifieke ventleiding waar formaldehyde doorheen stroomde, is voorzien van een verwarmingslint en hier is geen paraform gevormd. Deze raakte niet verstopt en de emissie via de schoorsteen bleef voortduren.



Figuur 4: Schematische weergave installatie met emissieroute via ventleiding.

Onbekendheid met het risico

Een dergelijke gebeurtenis waarbij paraform is gevormd in ventleidingen is niet eerder voorgekomen in de Delrin-fabriek. DuPont was niet bedacht op een dergelijk scenario

²⁴ Eventueel vloeistof in de leiding kan door deze openingen via trechters weglopen in het afvoersysteem. Het betreft een open drukloos systeem. Deze openingen zijn niet aanwezig voor de ventleidingen die van hoog naar laag aflopen richting de schoorsteen.

waarbij gas vanuit de schoorsteen terug kon stromen in de aanwezige aangesloten ventleidingen en daar in de fabriek kon vrijkomen via aanwezige openingen. De veiligheidsstudies die DuPont voor deze installatie heeft uitgevoerd hebben dit niet aan het licht gebracht.

Onderkenning van signalen

In de tijdlijn van het incident is te zien dat verhoogde formaldehydeconcentraties voor ongeveer twee uur werden waargenomen in de fabriek: de sensoren werden aangesproken en er werd een formaldehydegeur geroken. De operators gingen op zoek naar de oorzaak, maar konden de oorzaak niet vinden. Ondanks de duidelijke signalen van een formaldehyde-lekkage in de fabriek ging DuPont door met het productieproces in productielijn 1. Een factor die hierbij een rol speelde is dat de geur van formaldehyde na een ongeveer twee uur niet meer werd waargenomen, nadat de operators maatregelen (openstaande afsluiter productielijn 2 gesloten, spoelen van afvoertrechters) hadden getroffen. Ook waren de aanwezige sensoren nieuw en had DuPont nog geen eenduidige richtlijn hoe de operators dienden om te gaan met een eventuele gasdetectie. Bovendien reageren de sensoren zowel op formaldehyde als op methanol wat ook aanwezig is in de fabriek maar minder gevaarlijk is. Niet alle operators hadden vertrouwen in de sensoren.²⁵ Daarnaast was het falen van een breekplaat beneden de barstdruk en terugstroming van formaldehyde via ventleidingen richting openstaande aftappunten niet van tevoren als scenario bedacht door DuPont (zie hierboven). Het is dan ook niet verwonderlijk dat de operators in eerste instantie de oorzaak van het lek niet vonden. Feit blijft wel dat er geen duidelijke verklaring voor de waargenomen formaldehyde was vastgesteld en achteraf is gebleken dat het probleem pas is opgelost toen productielijn 1 werd stilgelegd.

Ook is het opvallend dat de operators op twee momenten zonder adembescherming op zoek zijn gegaan naar een lek van formaldehyde. De voorgeschreven werkwijze is dat adembescherming wordt gebruikt wanneer operators in de fabriek op zoek gaan naar een eventuele lekkage. Enkele operators hebben niet de tijd genomen om op dat moment adembescherming te gebruiken. Gezien de toxiciteit van formaldehyde constateert de Onderzoeksraad dat de medewerkers hierdoor een vermijdbaar risico hebben gelopen.

²⁵ Bron: Onderzoek naar voorval DuPont (presentatie: formaldehyde release at Dordrecht, August 2016)

Onbedoeld falen van breekplaat als directe oorzaak

De directe oorzaak van de formaldehyde-emissie op 10 augustus 2016 is het openscheuren van de breekplaat in de ventleiding van de formaldehyde-toevoerleiding bij een druk waarbij de breekplaat volgens de specificaties niet hoort te barsten. Het achter de breekplaat gelegen drukventiel werd bij de aanwezige druk niet geopend maar het formaldehyde-gas kon via een omloopleiding vrij richting een schoorsteen stromen. Hierna is formaldehyde uit de Delrin-fabriek vrijgekomen via twee verschillende routes: op hoogte via de schoorsteen en als gevolg van terugstroming via openingen in aftapleidingen op grondniveau. Deze laatste route veroorzaakte potentiële gezondheidsrisico's voor werknemers in de fabriek. Zeker gezien het feit dat werknemers in de fabriek hebben gezocht naar een lekkage van formaldehyde zonder adembescherming.

Onbekendheid met het ongevalscenario

De emissie in de fabriek stopte na ongeveer twee à drie uur, omdat de betrokken leidingen verstopt raakten met tot vast stof gepolymeriseerde formaldehyde. De emissie van formaldehyde via de schoorsteen bleef daarna nog doorgaan zonder dat DuPont zich hiervan bewust was. Er was geen mogelijkheid die de aanwezigheid van gas in het gasafvoersysteem detecteerde bij de aanwezige procescondities. Er waren in eerste instantie duidelijke signalen dat formaldehyde vrijkwam uit de installatie, maar bij het lek zoeken werd niet een eenduidige verklaring voor de waargenomen formaldehyde vastgesteld. Dit heeft echter niet geleid tot het stilleggen van de fabriek. De operators waren op het verkeerde been gezet doordat ze wel een aantal acties hadden ondernomen en de emissie in de fabriek stopte zonder dat de werkelijke emissiebron werd gestopt. Een waarneming van formaldehydegeur buiten de fabriek was aanleiding voor een nieuwe zoekactie naar een lekkage. Dit leidde tot het stilleggen van de fabriek waarmee de emissie werd gestopt en waarna de oorzaak van de emissie via de schoorsteen werd vastgesteld. De emissie via de schoorsteen heeft uiteindelijk 32 uur geduurd.

Een achterliggende oorzaak van de langdurige emissie is dat DuPont niet bedacht en voorbereid was op het specifieke ongevalscenario dat hier heeft plaatsgevonden: de breekplaat faalt beneden de barstdruk waardoor formaldehyde via een omloopleiding om een drukventiel onopgemerkt kon wegstromen naar de schoorsteen. Ook het scenario dat vervolgens de formaldehyde terug de fabriek in kon stromen door openstaande aftappunten in de aanwezige ventleidingen was niet voorzien.

De Onderzoeksraad acht het raadzaam dat bedrijven bij het opsporen van lekkages van zeer zorgwekkende stoffen zoals formaldehyde zich expliciet vergewissen of het onderliggende probleem is verholpen.

Ontwerp van drukbeveiliging niet geschikt voor aanwezige zeer zorgwekkende stof

Het ontwerp van de drukbeveiliging, breekplaat-drukventiel combinatie met een kleine omloopleiding om het drukventiel, voldeed om de installatie te beschermen tegen overdruk. Het voorval heeft aangetoond dat dit ontwerp niet toereikend was om emissies van formaldehyde zoveel mogelijk te beperken, zoals dat van een installatie vereist mag worden die een zeer zorgwekkende stof bevat. Bij het ontwerpen van drukbeveiliging was geen rekening gehouden met het risico dat een giftig, kankerverwekkend en brandbaar gas kon uitstromen naar de buitenlucht zonder gedetecteerd te worden. Dergelijke situaties kunnen ook elders in de industrie, waar gewerkt wordt met gevaarlijke stoffen onder druk, voorkomen omdat de conformiteitsbeoordelingsinstantie die het ontwerp van drukapparatuur beoordeelt, dit aspect niet beschouwt. Het afgegeven certificaat voor drukapparatuur zegt alleen iets over het onderwerp drukveiligheid. Of het nu wel of niet om een zeer zorgwekkende stof gaat en de installatie het risico op een ongewenste emissie van deze stof naar de buitenlucht met zich mee kan brengen, maakt voor het Warenwetbesluit drukapparatuur niet uit. Als er bijvoorbeeld vanuit milieu-overwegingen aanvullende eisen gelden, moet de gebruiker van een drukinstallatie dat aangeven zodat daar rekening mee gehouden kan worden in het ontwerp.

Reacties op conceptrapport

Een conceptrapport wordt conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid ter beoordeling op feitelijke onjuistheden aan de direct betrokken partij(en) voorgelegd. De conceptversie van dit rapport is voorgelegd aan DuPont de Nemours (Nederland) B.V. en Lloyd's Register Nederland B.V.. Lloyd's heeft aangegeven geen opmerkingen te hebben op het voorgelegde conceptrapport. De opmerkingen van DuPont zijn deels verwerkt in het definitieve rapport. De reacties die niet zijn overgenomen, zijn opgenomen in de onderstaande tabel met een toelichting waarom deze niet zijn overgenomen.

Nr.	Hoofdstuk	Tekstvoorstel DuPont (onderstreept aangepaste tekst)	Toelichting reden niet overgenomen
1	Conclusies	"... gezondheidsrisico's voor werknemers in de fabriek. Zeker gezien het feit <u>dat een werknemer in de fabriek circa vijf minuten heeft gezocht</u> naar een lekkage van formaldehyde zonder adembescherming."	Uit de beschrijving van de gebeurtenissen volgt dat werknemers op twee momenten in de fabriek hebben gezocht naar een lekkage van formaldehyde zonder adembescherming ten tijde dat formaldehyde in de fabriek vrijkwam. De Onderzoeksraad heeft niet onderzocht in hoeverre de werknemers daadwerkelijk zijn blootgesteld aan formaldehyde. De Onderzoeksraad constateert wel dat deze werknemers een vermijdbaar risico hebben gelopen.
2	Conclusies	"... leidingen verstopt raakten met tot vast stof gepolymeriseerde formaldehyde. De emissie via de schoorsteen heeft uiteindelijk 32 uur geduurd <u>doordat DuPont een breed onderzoek deed, maar uitging van een onjuiste aanname.</u> "	Het is logisch om te veronderstellen dat DuPont uitging van een onjuiste aanname. In het onderzoek is echter niet vastgesteld wat dan de exacte aanname was. De bevinding uit het onderzoek die in de aangehaalde passage wordt beschreven, is dat DuPont zich in eerste instantie niet bewust was dat er een emissie via de schoorsteen plaatsvond. N.B. De tekst is aangepast om dit te verduidelijken.

Nr.	Hoofdstuk	Tekstvoorstel DuPont (onderstreept aangepaste tekst)	Toelichting reden niet overgenomen
3	Conclusies	<p>“...kankerverwekkend en brandbaar gas kon uitstromen naar de buitenlucht zonder gedetecteerd te worden. <u>DuPont heeft diverse maatregelen genomen en een actieplan opgesteld om herhaling te voorkomen en deze maatregelen en actieplan extern laten beoordelen.</u> Het is echter nog wel zo dat de conformiteits-beoordelingsinstantie die het ontwerp van drukapparatuur beoordeelt, dit aspect niet beschouwt. Het afgegeven certificaat voor drukapparatuur zegt alleen iets ...”</p>	<p>De Onderzoeksraad trekt in de aangehaalde passage een algemeen geldende conclusie met betrekking tot de certificering van drukapparatuur.</p> <p>N.B. De tekst is aangepast om dit te verduidelijken. Ter informatie zijn de door DuPont getroffen maatregelen opgenomen in een bijlage van het rapport.</p>

Getroffen maatregelen

Naar aanleiding van de emissie in augustus 2016 heeft DuPont de volgende maatregelen getroffen, die zijn onderverdeeld in verschillende oorzakelijke factoren:

Oorzakelijke factor 'breekplaat gedeeltelijk geopend':

- Training van aannemers over de risico's van het demonteren en monteren van breekplaten als onderdeel van de toolbox meeting²⁶ voorafgaand aan een turnaround.²⁷
- Demonteren en monteren van de veiligheidsvoorzieningen op systemen met zeer giftige stoffen wordt alleen nog uitgevoerd door DuPont medewerkers.
- Verbetering van turnaround planning door deze nauwkeuriger te maken indien de inspectie van de breekplaat moet gebeuren door verschillende partijen.
- Herziening van de maximale tijdsperiode waarbij breekplaten vervangen dienen te worden.

Oorzakelijke factor 'geopende breekplaat niet opgemerkt':

- Aanpassing ontwerp waarbij de omloopleiding om het drukventiel is verwijderd.
- Controle op vergelijkbare drukontlastingsystemen in de fabriek om zeker te stellen dat pinholes worden gedetecteerd en controle op ongewenste mogelijkheden (zoals een omloopleiding om een drukventiel) die tot emissie van toxische of ontvlambare stoffen kunnen leiden.
- Installatie van formaldehyde detectie-apparatuur in de schoorsteen van productielijn 1 en 2.

Oorzakelijke factor 'het design van de schoorsteen staat toe dat formaldehyde in de fabriek op de werkvloeren kan komen':

- Opstellen van een plan ter verbetering van visuele inspectie van de ventleidingen, afvoerleidingen en schoorsteen om nadelige effecten van paraform deposities te voorkomen.
- Aanpassing van het ontwerp van de schoorsteen en aangesloten ventleidingen om terugstroming te voorkomen.
- Opleiding van operators Delrin-fabriek inzake de risico's van emissies via drainleidingen op de werkvloer (herkennen en passende maatregelen nemen)
- Uitvoering veiligheidsstudie naar de gevaren van emissie van gevaarlijke stoffen via drainleidingen in de Delrin-fabriek, inclusief implementatie van geïdentificeerde benodigde maatregelen

²⁶ Een toolbox-meeting is een bijeenkomst waarbij een onderwerp wordt behandeld dat betrekking heeft op veiligheid, gezondheid of milieu.

²⁷ Een turnaround is een geplande stillegging van de installaties ten behoeve van groot onderhoud.

Oorzakelijke factor 'proces gaat door ondanks aanwijzingen van formaldehyde emissie':

- Aanpassing en implementatie procedure met duidelijke regels ten aanzien van handelingen en communicatie bij formaldehyde detectie door de gasdetectoren in de fabriek.
- DuPont heeft 'Formaldehyde-bewustzijns campagne' opgesteld. Het uitgangspunt is altijd uit te gaan van het ergste scenario en de detectie door de sensoren in eerste instantie te beschouwen als de detectie van formaldehyde, ook al kan het om methanol gaan.

Overige maatregelen:

- Actualisatie van alle relevante veiligheidsstudies en opstellen van plan voor implementatie maatregelen.
- Alle technische tekeningen die gerelateerd zijn aan equipment, procesleidingen en utilities in de Delrin-fabriek zijn in het veld gecheckt en 'As-Built' gemaakt. Een herziene procedure is geïmplementeerd voor het aanvragen, verwerken en goedkeuren van tekeningen (waaronder P&IDs) ten behoeve van het bijhouden van modificaties.

Handhavingsacties door overheidstoezicht naar aanleiding van het incident

Naar aanleiding van de formaldehyde-emissie in augustus 2016 heeft het bevoegd gezag Wabo aangegeven dat het geen vertrouwen meer had in de beheersing van de installaties en processen door DuPont.^{28, 29} Het bevoegd gezag wees hierbij ook naar twee andere emissies van formaldehyde die zich in de Delrin-fabriek hebben voorgedaan:

- Op 26 september 2016 is door het uitvallen van de verbrandingsoven onbedoeld een (voor het bevoegd gezag onbekende) hoeveelheid formaldehyde vrijgekomen.
- Op 10 oktober 2016 kwam een kleine hoeveelheid formaldehyde vrij door het niet volledig dicht zijn van twee afsluiters in serie tijdens het uitvoeren van schoonmaakwerkzaamheden.

Het bevoegd gezag Wabo heeft een last onder dwangsom gelegd op het treffen van maatregelen die de geconstateerde overtredingen opheffen. Zo diende DuPont veiligheidsstudies uit te (laten) voeren waarbij systematische identificatie en beoordeling van de gevaren van zware ongevallen plaatsvindt voor alle onderdelen van de Delrin-fabriek. Vervolgens dient identificatie plaats te vinden van de technische en procedurele maatregelen die nodig zijn om het beoogde (veiligheids)doel van het proces te behalen. De maatregelen die nog ontbreken of niet geïmplementeerd zijn, dient DuPont op te nemen in een plan van aanpak met realistische implementatie-termijnen. DuPont had na het incident op 12 oktober 2016 zelf de Delrin-fabriek stilgelegd. Het bevoegd gezag legde tevens de eis op dat de fabriek pas weer opstart mocht worden nadat alle noodzakelijke maatregelen waren uitgevoerd zoals opgenomen in het door DuPont op te stellen plan van aanpak. DuPont heeft invulling gegeven aan de te maken veiligheidsstudies en uitvoering van de benodigde maatregelen. Na controles op de kwaliteit van de veiligheidsstudies en implementatie van de kritische maatregelen heeft het bevoegd gezag op 16 november 2016 de lasten onder dwangsom ingetrokken.³⁰

De Inspectie SZW heeft naar aanleiding van de emissie in augustus 2016 drie overtredingen van Brzo 2015 geconstateerd en hier de volgende eisen opgelegd aan DuPont:³¹

1. DuPont dient te onderzoeken hoe het ontwerp van de poly-schoorstenen verbeterd kan worden om te voorkomen dat een emissie van formaldehyde of een andere

²⁸ Gedeputeerden Staten van Zuid-Holland, Last onder dwangsom Formaldehyde-incidenten, 14 oktober 2016.

²⁹ Het bevoegd gezag verwijst ook naar een ander incident uit 2012 waarbij in een andere fabriek van DuPont een emissie van hexafluorpropeen werd onderschat. Dit was het gevolg van het feit dat een leiding was aangesloten op een schoorsteen na een emissiepunt en dit niet bekend was bij DuPont.

³⁰ Gedeputeerden Staten van Zuid-Holland, Intrekken Lasten onder dwangsom Formaldehyde-incidenten 14 oktober 2016, 16 november 2016.

³¹ Inspectie SZW, brief aan DuPont betreffende 'Eis', 13 oktober 2016

gevaarlijke stof vanuit een falend relief vrij kan komen via een route in de genoemde schoorstenen in de Delrin Chemical Area.

2. DuPont dient de vast te stellen welke (aanvullende) opleiding dient te worden gegeven aan de medewerkers in Delrin om ervoor zorg te dragen dat [het risico van een emissie in de Delrin area via de route van een drainleiding op de schoorsteen naar een drain op een andere drainleiding op de schoorsteen] wordt herkend en passende maatregelen worden genomen. Tevens dient DuPont ervoor zorg te dragen dat deze opleiding aan alle betrokken medewerkers wordt gegeven en onderhouden.
3. DuPont dient de gevaren van een emissie van een gevaarlijke stof via de drains in de leidingen die aangesloten zijn op de poly-schoorstenen in de Delrin Chemical Area te identificeren en te onderzoeken hoe een emissie hiervan voorkomen kan worden. De uit het onderzoek voortvloeiende maatregelen dienen geïmplementeerd te worden. Met betrekking tot de termijn waarbinnen de maatregelen geïmplementeerd dienen te worden, kan een nadere eis gesteld worden.

**Bezoekadres**

Lange Voorhout 9
2514 EA Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl