



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Lekkage Ethyleenoxide

bij Shell Nederland Raffinaderij B.V. (Pernis)

Lekkage Ethyleenoxide

op 30 december 2013

bij Shell Nederland Raffinaderij B.V. (Pernis)

Den Haag, maart 2016

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

Alle rapporten zijn 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 schuld of aansprakelijkheid.

Onderzoeksraad

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

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres:	Anna van Saksenlaan 50 2593 HT Den Haag	Postadres: Postbus 95404 2509 CK Den Haag
Telefoon:	+31 (0)70 333 7000	Telefax: +31 (0)70 333 7077
Internet:	www.onderzoeksraad.nl	

Inleiding.....	5
Feitelijke informatie	7
Analyse	11
Conclusie	16
Bijlage A. Commentaar betrokken partij	17

Omschrijving van het voorval

Op 30 december 2013 om 21.49 uur is een ethyleenoxide (EO) lekkage ontstaan in een bovengrondse leiding op het terrein van Shell Nederland Raffinaderij B.V. te Vondelingenplaat in Rotterdam.¹ De totale vrijgekomen hoeveelheid ethyleenoxide is 11,2 ton.

Algemene gegevens	
OVV nummer voorval:	M2013IN1230-01
Datum voorval:	30 december 2013
Plaats voorval:	De ethyleenoxide leiding op het terrein van Shell Nederland Raffinaderij B.V. te Vondelingenplaat - Rotterdam
Typering plaats voorval:	Raffinaderij
Hoeveelheid vrijgekomen stof:	11,2 ton ethyleenoxide (EO)
Drempelwaarde stof voor kennisgeving ongeval conform Seveso III richtlijn:	2,5 ton (5% van de drempelwaarde)
Directe gevaren voorval:	Geen geregistreerde slachtoffers, mogelijk wel blootstellingen
Gevolgen voorval:	Lucht-, bodem- en waterverontreiniging

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 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 beperkt onderzoek uit te voeren naar dit voorval. De onderzoeksvraag is hoe heeft het voorval zich kunnen voordoen en wat kan hiervan geleerd worden. De bevindingen zijn in dit rapport weergegeven.

Gehanteerde werkwijze

Voor het opstellen van dit rapport is gebruik gemaakt van informatie verzameld door het Openbaar Ministerie en de Inspectie SZW bij toezicht- en handhavingsacties naar aanleiding van dit voorval. De Onderzoeksraad heeft een bezoek gebracht aan Shell Nederland Raffinaderij B.V. (hierna Shell genoemd) om meer informatie over het voorval

¹ Achteraf kon het moment dat de lekkage ontstond bepaald worden uit de opgeslagen procesdata over de leiding. Deze data laat zien dat er vanaf 21.49 uur ethyleenoxide verdwijnt uit het systeem.

te verzamelen. De Raad heeft gebruik gemaakt van het onderzoek door Shell naar de bestrijding van het voorval. Een onafhankelijk onderzoeksbureau, dat Shell in overleg met justitie heeft geselecteerd, voerde het onderzoek naar de oorzaak uit. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden onder toezicht van justitie. De Onderzoeksraad heeft alle aangeleverde informatie bestudeerd en openstaande vragen besproken met Shell.

Leeswijzer

Het hoofdstuk 'Feitelijke informatie' geeft een korte beschrijving van de gebeurtenissen op 30 december 2013 en hoe in de dagen daarna omgegaan werd met het verhelpen van de lekkage. In het hoofdstuk 'Analyse' worden de bevindingen over de oorzaken die geleid hebben tot de lekkage beschreven en wordt de bestrijding van het incident besproken. In het laatste hoofdstuk zijn de conclusies opgenomen.

Tot slot

Het heeft lang geduurd voordat dit rapport werd gepubliceerd. De doorlooptijd van ongeveer twee jaar is voor de Onderzoeksraad ongewoon en onwenselijk, en heeft zijn achtergrond in de beperkte menskracht die de Raad nog beschikbaar had gedurende het MH17 onderzoek. De Onderzoeksraad betreurt dit en spreekt de hoop uit dat desondanks dit rapport een bijdrage levert aan het voorkomen van dergelijke voorvallen in de industrie.

Op 30 december ontstond een lekkage van ethyleenoxide in een bovengronds deel van een leiding bij een olieraffinaderij van Shell. Deze raffinaderij is gelegen op een bedrijventerrein nabij Pernis en Hoogvliet en het totale terrein wordt meestal aangeduid als Shell Pernis. De raffinaderij is de grootste van Europa en het omvangrijke bedrijventerrein bevat naast olieverwerkende fabrieken, chemische fabrieken van Shell en van andere bedrijven. Shell Pernis huisvest ongeveer zestig fabrieken en de daar geproduceerde goederen worden door pijpleidingen vervoerd (zowel binnen het terrein als naar externe locaties). Het totale oppervlak van Shell Pernis bedraagt 550 hectare en is omgeven door bewoond gebied waar bijna een half miljoen mensen wonen.

Leidingsysteem

Verschillende fabrieken op het terrein van Shell Pernis gebruiken ethyleenoxide voor de productie van polyolen.² De productie van ethyleenoxide vindt plaats bij Shell te Moerdijk en vandaar transporteert Shell de ethyleenoxide met een ondergrondse leiding naar Shell Pernis. Bij binnenkomst op het terrein van Shell Pernis wordt de ethyleenoxide opgeslagen in een buffervat. Tussen dit buffervat en de fabrieken die ethyleenoxide afnemen ligt een 1,87 km lange roestvaststalen leiding met een doorsnee van ongeveer 10 cm. Deze leiding ligt grotendeels ondergronds maar komt tweemaal bovengronds en gaat dan via een pijpenbrug een weg over. De grootte van het leidingsysteem waarin zich ethyleenoxide bevindt, het zogenoemde insluitsysteem, bedraagt 15,2 m³. Het insluitsysteem bevat, bij een druk van ongeveer 17 barg,³ 13,2 ton vloeibare ethyleenoxide. De ethyleenoxide wordt rondgepompt, van het buffervat naar de pomp en direct weer terug, met een constante stroom van ongeveer 415 ton per dag. Als de fabrieken ethyleenoxide innemen dan blijft de stroom over de pomp constant maar vermindert de hoeveelheid ethyleenoxide die via de circulatieleiding terugstroomt naar het buffervat. In de leiding van het buffervat naar de afnemende fabrieken zitten in totaal acht zogenoemde elektrische isolatiekoppelingen en één van deze koppelingen is gaan lekken.

Elektrische isolatiekoppeling

De functie van de elektrische isolatiekoppelingen is het beschermen van de leiding tegen galvanische corrosie⁴ die ontstaat door potentiaalverschillen in verschillende delen van de installatie. De elektrische isolatiekoppelingen zorgen dat de ondergrondse leidingen elektrisch geïsoleerd zijn van bovengrondse onderdelen van de installatie. In figuur 1 worden de hoofdcomponenten van een dergelijke koppeling schematisch weer-

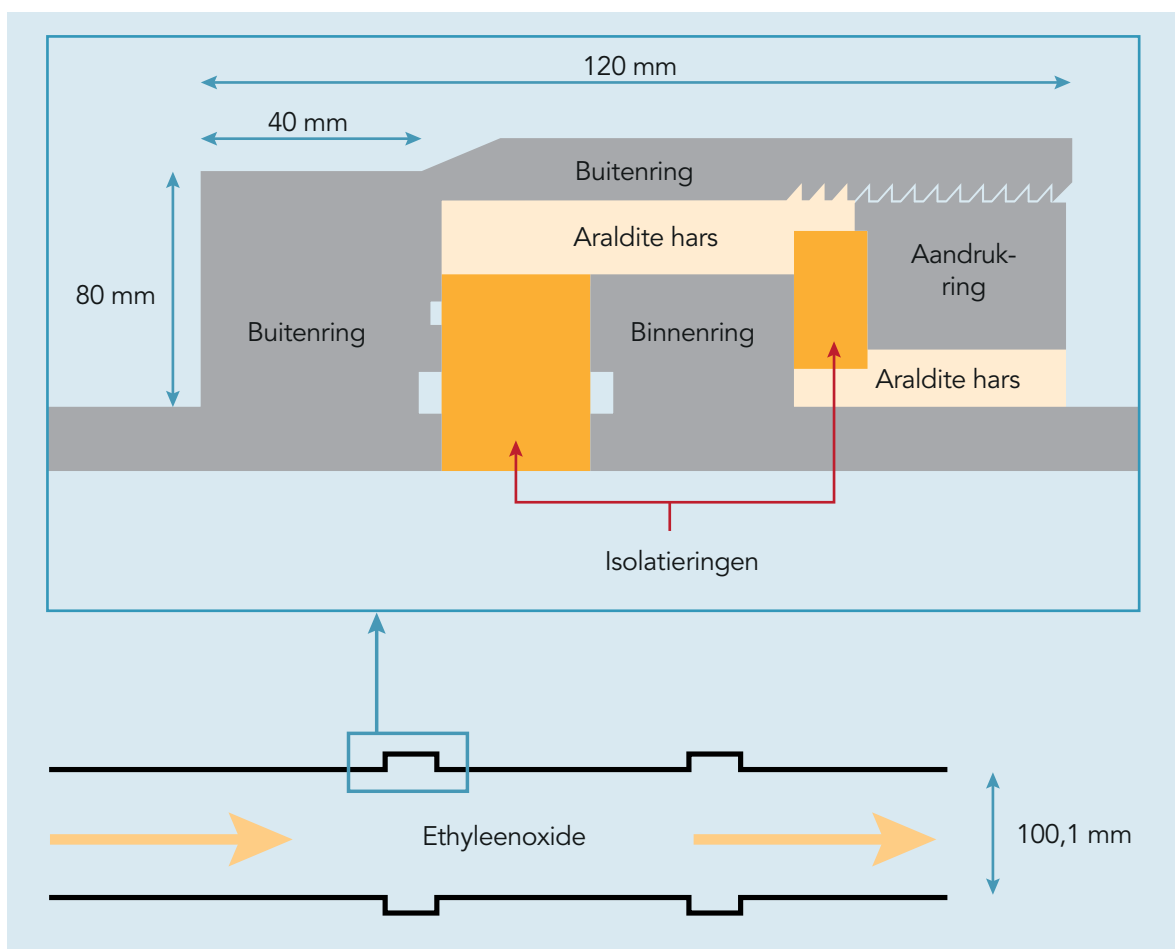
2 Een polyol is een organische chemische verbinding die wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van meerdere alcoholgroepen (OH). Deze stoffen worden gebruikt bij de productie van bepaalde polymeren.

3 Barg (*bar gauge*) is een eenheid voor overdruk of onderdruk (het drukverschil aan weerszijden van een scheiding). Een druk van 1 bar komt overeen met een druk van 100.000 Pascal (of: 100.000 Newton per vierkante meter).

4 Galvanische corrosie treedt op wanneer twee verschillende metalen aan elkaar worden bevestigd en worden blootgesteld aan een elektrolyt. Ethyleenoxide is geen elektrolyt, maar de leiding kan blootgesteld worden aan elektrolyten uit de omgeving zoals zout water of regenwater. Een variant van galvanische corrosie is als niet een tweede soort metaal voor de corrosie zorgt maar een stroombron. Zwerfstromen veroorzaakt door de omgeving van een metalen leiding kunnen plaatselijk voor snelle corrosie in de leiding zorgen.

gegeven. Een koppeling bestaat uit een buitenring en een binnenring en verbindt twee leidingdelen met elkaar. De buitenring van de koppeling wordt aan het ene leidingdeel gelast en de binnenring wordt aan het andere leidingdeel gelast. Om de elektrische isolatie te bewerkstelligen mogen de buitenring en binnenring elkaar niet raken. Hiertoe bevat de koppeling twee isolatieringen.

Tussen de binnen- en buitenring bevindt zich een isolatiering. Door een aandrukring en een tweede isolatiering, die met behulp van schroefdraad worden aangedraaid, vindt koppeling van de leidingen plaats. De buiten-, binnen- en aandrukring zijn gemaakt van roestvaststaal. De lege ruimtes in de koppeling worden bij installatie van de koppeling opgevuld met een Araldite hars, waardoor deze niet meer eenvoudig uit elkaar gehaald kan worden. De koppeling wordt hiermee *sealed for life* en kan tijdens zijn levensduur niet inwendig geïnspecteerd worden zonder destructie van de isolatiekoppeling.



Figuur 1: Hoofdc componenten van een elektrische isolatiekoppeling (doorsnede).

Ethyleenoxide

Ethyleenoxide is, onder atmosferische omstandigheden, een kleurloos gas met een zoete geur. De chemische formule van ethyleenoxide is C_2H_4O en de stof heeft een vlammpunt onder $-18^\circ C$. Hiermee is het een licht ontvlambare stof die met lucht een explosief mengsel kan vormen. De zelfontbrandingstemperatuur van ethyleenoxide in lucht bij atmosferische druk bedraagt $429^\circ C$, maar de aanwezigheid van vervuilende stoffen, zoals roest, kan de zelfontbrandingstemperatuur aanmerkelijk verlagen.

De stof kan polymeriseren bij verhitting of onder invloed van zuren, basen, metaalchloriden of metaaloxiden en reageert hevig met vele stoffen. De aanwezigheid van roest kan explosieve ontleding bij lagere temperaturen dan de zelfontledingtemperatuur van 560°C veroorzaken, wegens het ontstaan van een door deze polymerisatie veroorzaakte plaatselijke temperatuursverhoging.⁵

Zowel gasvormig als vloeibaar ethyleenoxide is toxisch. De damp van ethyleenoxide is irriterend voor de ogen, huid en luchtwegen. Ethyleenoxide lost volledig op in water. Een oplossing van ethyleenoxide in water kan blaren op de huid veroorzaken. Ethyleenoxide is kankerverwekkend bij de mens en kan erfelijke genetische afwijkingen veroorzaken.⁶

Ethyleenoxide is dus een gevaarlijke stof in termen van brandbaarheid, reactiviteit en giftigheid.

Het voorval

De lekkage van ethyleenoxide is om 21.49 uur ontstaan. Een operator ontdekte de lekkage omstreeks 22.09 uur en heeft dit direct gemeld aan de meldkamer van Shell. De pomp in het systeem werd om 22.15 uur, 25 minuten na het ontstaan van het lek, gestopt en het betreffende leidingwerk werd ingeblokkt. Als gevolg van de lekkage in de leiding kon ethyleenoxide verdampen en zich verspreiden in de omgeving. Ook na het inblokken van de leiding bleef ethyleenoxide vrijkomen uit de lekkende koppeling, aangezien het ingeblokke leidingdeel nog ongeveer 13 ton ethyleenoxide bevatte. Na ontdekking van het lek is vrijwel meteen begonnen met het neerslaan van de ethyleenoxidestamp met een watergordijn om verdere verspreiding door de lucht te beperken.

Gezien de kenmerken van ethyleenoxide (toxisch, licht ontvlambaar en explosief) besloot de brandweer dat het lek alleen bovenwinds tot een afstand van vijftig meter benaderd mocht worden. Benaderen van het lek, hetzij benedenwinds of binnen een afstand van vijftig meter, werd alleen in beschermende kleding (gaspak) toegestaan. Nadat begonnen was met het neerslaan van de ethyleenoxide met water werd de concentratie van ethyleenoxide in de lucht gemeten. Deze metingen toonden aan dat er geen sprake was van een explosief mengsel. Vanwege het explosiegevaar was de locatie van het lek, zolang nog aanzienlijke hoeveelheden ethyleenoxide vrijkwamen, niet toegankelijk ten behoeve van onderzoek en reparatie. Shell besloot om het nog in de leiding aanwezige ethyleenoxide terug te blazen met stikstof. Ongeveer acht en een half uur na ontdekking van de lekkage, vanaf 06.25 uur op 31 december 2013, werd de leiding doorgespoeld met stikstof om de leiding leeg te krijgen en het lek benaderbaar te maken. Om ongeveer 11.00 uur die dag werd het lek provisorisch grotendeels gedicht. Gedurende de hierop volgende nacht nam de emissie van ethyleenoxide weer toe. Op 1 januari 2014 werd daarom om 13.30 uur een verbeterde noodreparatie aangebracht. Onderdeel van deze noodreparatie was dat het lekpad werd gedicht middels een plug met betylrubberen omkleding. Deze noodreparatie heeft Shell later vervangen door een duurzamere

5 *Richtlijnen voor de distributie van Ethyleenoxide*, Ethyleenoxide en Derivaten Cefic Sector Groep, 3e revisie, Europese federatie van de chemische industrie, 2004.

6 *Checklist Ethyleenoxide*, Belgische Federale Overheidsdienst van Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg - Algemene directie toezicht op het welzijn op het werk - Directie van de chemische risico's, januari 2004.

oplossing. Op 2 januari werd een eerste op maat gemaakte klem aangebracht over het lek. Omdat deze klem over de beschermende epoxylaag van de noodreparatie werd aangebracht, dichtte deze het lek niet volledig af. Een tweede klem was nodig die wel direct op de leiding geplaatst kon worden nadat de epoxylaag weg was geschraapt. Deze tweede klem werd in de nacht van 3 januari 2014 geplaatst en hierna werd geen emissie van ethyleenoxide meer gemeten. Het lek werd hierop dicht bevonden en de leiding werd weer in gebruik genomen.

Shell voerde een dispersieberekening uit om de verspreiding van de ontstane ethyleenoxide gaswolk te berekenen. Uit deze berekening volgde dat mensen in de bewoonde omgeving ten noorden van Shell Pernis, gelegen aan de Nieuwe Waterweg gedurende een periode van ongeveer 25 minuten zijn blootgesteld aan waardes rond de 0,5 ppmv;⁷ de veilige grenswaarde voor blootstelling gedurende 8 uur op een dag. De contour van 5 ppmv beperkt zich tot een deel van het industrie- en havengebied waar zich een minimaal aantal mensen bevonden op het tijdstip van het incident. De contour van 54 ppmv, de grenswaarde waarbij blijvende gezondheidsschade is te verwachten, is tot in de haven gekomen. De haven was op last van de brandweer afgesloten. De contour van de levensbedreigende grenswaarde van 540 ppmv is op het terrein van Shell gebleven.

Genomen maatregelen

Shell heeft naar aanleiding van de ethyleenoxidelekkage een reeks maatregelen genomen. In eerste instantie is het lek met een noodreparatie grotendeels gedicht. In de dagen hierna, zijn over de lekkende koppeling twee, op maat gefabriceerde, klemmen geplaatst om het lek volledig te dichtten en om de leiding weer in gebruik te kunnen nemen. Vervolgens zijn de overige zeven elektrische isolatiekoppelingen in de leiding ook preventief ingepakt met dergelijke klemmen. Een half jaar later zijn deze korte termijn maatregelen vervangen door een definitieve maatregel waarbij de isolatiekoppelingen werden vervangen door flenzen. Hoewel flenzen gelden als onderhoudsgevoeliger dan de *sealed for life* isolatiekoppelingen, zijn flenzen inwendig te inspecteren. Flenzen in combinatie met een inspectieregime worden daarom door Shell nu als een veiliger alternatief gezien.

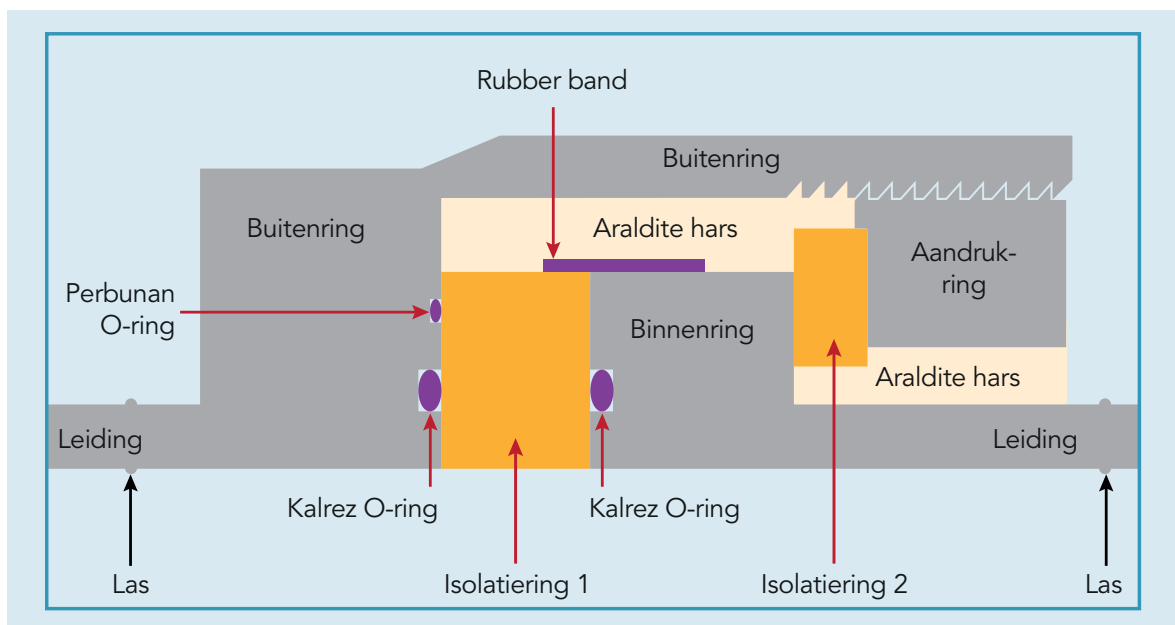
Naar aanleiding van de lekkage werd lekdetectie toegepast op basis van het gemeten volumeverschil tussen ethyleenoxide in- en uitstroom van de leiding. Deze methode is alleen geschikt om grote lekken te detecteren. In 2016 zal tijdens de inspectie- en onderhoudsstop van de installatie een methode van lekdetectie worden geïnstalleerd die nauwkeuriger verschillen in de ethyleenoxide stroom kan detecteren. Om beter voorbereid te zijn op een ethyleenoxide lekkage en om sneller te kunnen reageren, heeft Shell noodprocedures opgesteld voor het leegmaken van de ethyleenoxideleiding en heeft Shell de gevolgde procedure van het leegmaken van de leiding met stikstof geëvalueerd.

7 *Parts per million by volume* (ppmv) is een maat voor de concentratie van een bepaalde stof in een oplossing. Bij een concentratie van 1 ppmv van een stof in een oplossing maakt de betreffende stof 0.0001% uit van het volume van de oplossing.

De beschrijving van het voorval in het vorige hoofdstuk geeft aan dat de lekkage plaatsvond in een falende isolatiekoppeling. In dit hoofdstuk worden de oorzaken van het falen van deze koppeling beschreven, en wordt beschreven hoe de bedrijfsbrandweer van Shell en de Gezamenlijke Brandweer⁸ de gevolgen van de lekkage hebben bestreden.

Het falen van de isolatiekoppeling

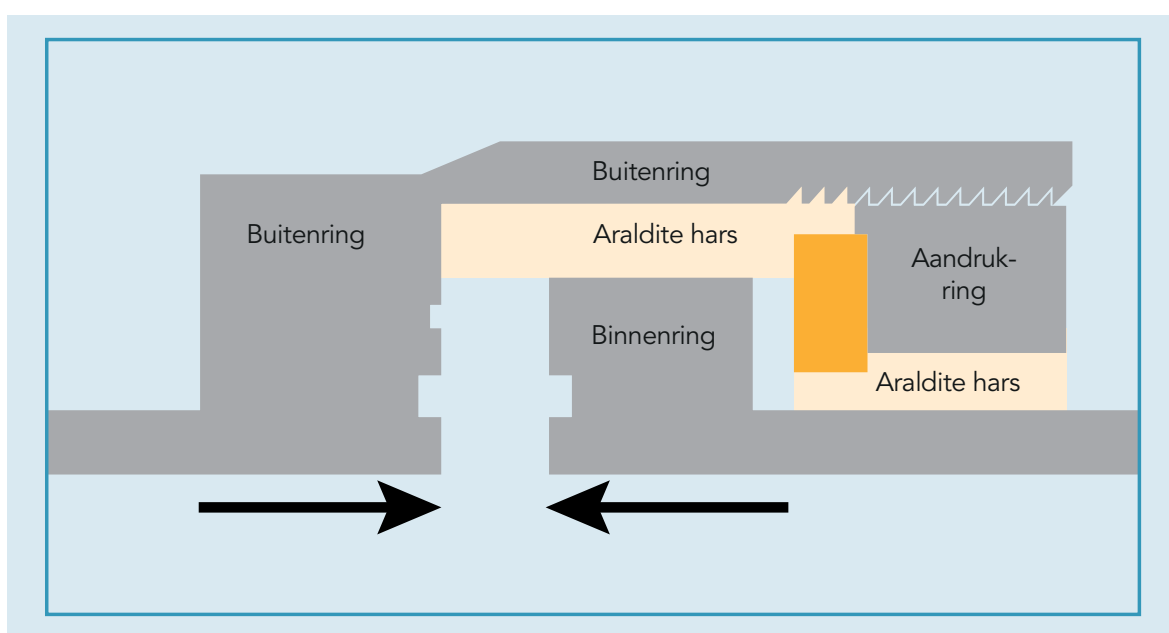
Figuur 2 laat zien uit welke componenten de isolatiekoppeling in de ethyleenoxideleiding bestaat. De binnenring en buitenring worden aangedrukt met een ring die met behulp van een schroefdraad is aangedraaid. De koppeling bevat twee fenolpapieren isolatieringen. De overgebleven ruimte in de koppeling wordt opgevuld met een Araldite hars. Twee Kalrez O-ringen, type 2035, zorgen voor afdichting tussen de stalen delen van de koppeling en de eerste isolatiering zodat ethyleenoxide niet langs de isolatieringen kan ontsnappen. Daarnaast moet voorkomen worden dat de Araldite hars langs de eerste isolatiering de Kalrez ringen kan bereiken. Dit wordt bij de buitenring verzorgd door een Perbunan (rubberen) ring en bij de binnenring door een rubberen band. Om lekkage te voorkomen, moeten in dit ontwerp de Kalrez ringen en de eerste isolatiering bestand zijn tegen ethyleenoxide. De Perbunan ring en de rubberen band horen niet in contact te komen met ethyleenoxide en hoeven niet bestand te zijn tegen ethyleenoxide.



Figuur 2: Schematische weergave van (doorsnede van bovenkant van) isolatiekoppeling.

⁸ De Gezamenlijke Brandweer (GB) is een brandweerkorps in de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond. Het fungeert als een kruising tussen een regulier gemeentelijk brandweerkorps en een bedrijfsbrandweer.

In de gefaalde koppeling waren van de eerste isolatiering nog slechts enkele restanten aanwezig. De Araldite hars tussen de binnenring en buitenring was volledig gedegradeerd en grotendeels verdwenen. De twee Kalrez O-ringen en de Perbunan O-ring waren volledig verdwenen. De tweede isolatiering was nog aanwezig maar ongeveer een derde deel was door aantasting verdwenen. Het Araldite hars was losgekomen van de stalen delen. Dit is waarschijnlijk het gevolg geweest van de afwezigheid van de eerste isolatiering waardoor de binnenring verder richting de buitenring kon schuiven. Deze situatie wordt in figuur 3 geschetst. De aantasting van de tweede isolatiering was over de gehele omtrek even sterk en het is daarom aannemelijk dat ook de lekkage zich rondom de gehele omtrek van de leiding plaatsvond. De noodreparatie die werd uitgevoerd om het lek in eerste instantie te dichten, dichtte niet de gehele omtrek van de koppeling af en de noodreparatie heeft het lek waarschijnlijk hierdoor niet volledig gedicht.



Figuur 3: Doorsnede van een koppeling zonder de 1e isolatiering (O-ringen en rubberen band zijn voor de eenvoud weggelaten). De pijlen geven bewegingsrichting aan.

Het onderzoek in opdracht van Shell aan resten van de Kalrez O-ringen uit één van de niet gefaalde koppelingen laat geen chemische degradatie zien, maar kon chemische degradatie ook niet uitsluiten. Het onderzoek aan de resten Kalrez liet sterke mechanische schade zien met scheurvorming. De Kalrez O-ringen waren in de isolatiekoppelingen zwaarder ingeklemd dan door de fabrikant geadviseerd wordt. Dit zwaardere inklemmen geeft de ringen weinig ruimte om uit te zetten (bij hogere temperaturen bijvoorbeeld) waardoor mechanische schade kan optreden. Dit kan langzame scheurgroei veroorzaken die over langere tijd tot het falen van de Kalrez ringen leidt.

Het onderzoek in opdracht van Shell laat zien dat de fenolpapieren isolaties, zowel in de gefaalde koppeling als in de niet gefaalde koppelingen elders in de leiding, sterk gedegradeerd waren. Deze degradatie is waarschijnlijk het gevolg van aantasting door ethyleenoxide, maar het onderzoek kon het exacte degradatiemechanisme niet vaststellen. Omdat er geen ongebruikte en onaantaste isolatie beschikbaar was voor onderzoek, kon niet onderzocht worden of en onder welke omstandigheden ethyleenoxide het fenolpapier verandert of aantast. Deze fenolpapieren isolaties

bleken over de gebruiksduur en onder de aanwezige condities niet bestand tegen ethyleenoxide. Shell concludeert dat de lekkage primair het gevolg is geweest van het falen van de fenolpapieren isolaties in de koppeling.

Voor installatie heeft de fabrikant de isolatiekoppelingen getest. De isolatiekoppelingen werden vervolgens op het terrein van Shell Pernis aan de leidingdelen gelast en vastgezet. De isolatiekoppelingen werden hiermee *sealed for life*. De technische afschrijvingsduur voor deze koppelingen werd gesteld op 40 jaar. Shell had geen informatie die reden gaf om aan deze afschrijvingsduur te twijfelen. De koppelingen werden als onderhoudsvrij beschouwd en er was daarom ook geen onderhoudsplan. Shell hanteerde een economische afschrijvingsduur van 20 jaar voor de isolatiekoppelingen. Bij het ontstaan van de lekkage was de leiding met de isolatiekoppelingen ongeveer 18 jaar in gebruik.

De exacte oorzaak van het falen van de koppeling is niet met zekerheid vastgesteld, maar de lekkage is vermoedelijk veroorzaakt door degradatie van de gebruikte materialen in de koppeling van binnenuit. Deze degradatie is zeer waarschijnlijk in de loop der jaren ontstaan en was - zij het in mindere mate - ook aanwezig in de andere koppelingen die nog niet lekten. De leiding en de isolatiekoppelingen werden regelmatig visueel aan de buitenkant door Shell geïnspecteerd, maar de veronderstelde oorzaak was via visuele inspectie aan de buitenkant niet zichtbaar. Inwendige inspectie van de koppelingen had deze degradatie vermoedelijk tijdig aan het licht kunnen brengen.

Roestvaststaal corrodeert niet onder invloed van ethyleenoxide en interne corrosie van de leiding en roestvaststalen delen van de koppelingen werd daarom niet verwacht. Eens per jaar werd de elektrische weerstand van de koppeling gemeten en geregistreerd om te bepalen of de koppeling haar isolerende werking nog waarmaakte. Periodieke metingen aan de koppelingen met een PID-meter⁹ om lekken te detecteren werden niet uitgevoerd en er waren ook geen andere technische middelen in gebruik om weglekken van ethyleenoxide uit de leiding te detecteren.

Met lekkage van ethyleenoxide door een falende isolatiekoppeling was door Shell geen rekening gehouden, omdat aangenomen werd dat de *sealed for life* koppelingen over de afschrijvingsduur onderhoudsvrij waren; dat ze correct waren geïnstalleerd, en dus niet zouden falen. Shell had van de leverancier geen concrete informatie dat deze aanname onterecht zou kunnen zijn. Maar het lek in de koppeling toont, achteraf, aan dat de aanname dat de koppelingen niet zouden falen gedurende de economische afschrijvingsduur van 20 jaar onterecht was. Gezien de onzekerheden over het gedrag van componenten in de koppeling over een periode van tientallen jaren, de wijze van montage en de complexiteit van de koppeling, was het wenselijk geweest dat Shell al eerder had gecontroleerd of deze aanname terecht was, en was het noodzakelijk dat Shell voorbereid was op een calamiteit om de gevolgen van een lekkage effectief te kunnen beperken.

⁹ Een PID meter detecteert continu de aanwezige concentratie van vluchtige organische componenten, toxische gassen en/of dampen uitgedrukt in parts per million (ppm). Een PID meter meet de concentratie van al deze stoffen tezamen en niet de concentratie van één specifieke stof.

Incidentbestrijding

Een lekkage van ethyleenoxide heeft toxische blootstelling, brand en explosie als potentiële gevaren voor personen in de omgeving van het incident. De plaats van het incident moet daarom bovenwinds benaderd worden en afhankelijk van de windsterkte en gemeten waarden van ethyleenoxide in de lucht werd door de brandweer bepaald, dat zonder beschermende kleding, het lek niet dichters dan vijftig meter benaderd mocht worden. De incidentencoördinator van Shell had zelf geen PID-meter om gasmetingen te verrichten. Om gasmetingen uit te voeren werd een PID-meter geleend van de Adviseur Gevaarlijke Stoffen van DCMR. De afwezigheid van een eigen PID-meter heeft de reparatie van het lek vertraagd.

Vooraf vanwege het explosiegevaar moesten acties om het lek te dichten zorgvuldig voorbereid worden. Dit kostte tijd. Shell besloot om de ethyleenoxide in de leiding terug te blazen met stikstof om het lek benaderbaar te maken voor inspectie en reparatie. Het onderzoeken van de opties, het maken van een keuze en het uitwerken van het opgestelde plan van aanpak duurde ongeveer viereneenhalf uur. Als Shell voorbereid was geweest op een lekkage van ethyleenoxide van deze omvang en een vooropgestelde noodprocedure voorhanden was geweest, dan had direct begonnen kunnen worden met het zo laag mogelijk houden van de ontsnapte hoeveelheid ethyleenoxide.

Gedurende de eerste tien minuten van het terugblazen met stikstof nam de uitstoot van ethyleenoxide via het lek toe, maar de uitstoot nam daarna snel af zodat het lek veilig benaderd kon worden. Bij atmosferische druk ligt het kookpunt van ethyleenoxide bij 11°C. De dampspanning van ethyleenoxide (het koken) was daarom een drijvende kracht achter de uitstoot van ethyleenoxide na het stoppen van de pomp. De uitstoot door verdamping is achteraf door Shell berekend op maximaal 0,8 ton per uur. Door stikstof door de leiding te blazen werd voorkomen dat het stuk leiding leeg kookte. Er was sprake van een groot insluitsysteem van 13,2 ton ethyleenoxide. Een groot gedeelte van de gelekte ethyleenoxide is gelekt na het stoppen van de pomp en voordat de ethyleenoxide werd teruggeblazen met stikstof. Dit deel was 8,2 ton van de in totaal 11,2 ton weggelekte ethyleenoxide.

Door de inzet van een waterkanon om de ethyleenoxide in de lucht te laten neerslaan, werd voorkomen dat een grote groep mensen (omwonenden) langdurig werd blootgesteld aan gevaarlijke concentraties ethyleenoxide. Ook werd op deze manier voorkomen dat zich een explosief mengsel vormde in de lucht. Door het verdunnen van de ethyleenoxide in grote hoeveelheden water en dit water voor een groot deel op te vangen voor verwerking, een klein deel kwam in het riool terecht, werd ernstige milieuverontreiniging voorkomen.

Dit incident was niet de eerste emissie van ethyleenoxide bij Shell Nederland. Op 25 februari 2009 was er een lekkage van ethyleenoxide door een gaatje in een ondergrondse leiding bij Shell Nederland Chemie B.V. te Moerdijk.¹⁰ Op 12 oktober 2007 was er, in de leidingenstraat tussen Rotterdam en Antwerpen nabij Heinenoord, een lekkage

¹⁰ Rapport van Onderzoeksraad voor Veiligheid: *Emissie vloeibaar ethyleenoxide, Shell Nederland Chemie BV, Moerdijk, 26 februari 2009*. Beschikbaar via de website: <http://www.onderzoeksraad.nl>.

in een ethyleenoxideleiding van Shell. Er werd besloten deze leiding vrij te maken van product door te purgen met stikstofgas. Ook bij dit voorval duurde het lang voordat de ethyleenoxideleiding gepurged was. Alle drie incidenten maken duidelijk dat het, ondanks de genomen beheersmaatregelen, essentieel is om voorbereid te zijn op een calamiteit zodat deze effectief kan worden bestreden.

Tijdens het afronden van dit rapport, op 27 januari 2016, werd bij Shell Moerdijk ontdekt dat, over een periode van ongeveer twee maanden, een grote hoeveelheid ethyleenoxide naar de buitenlucht is geëmitteerd. De Onderzoeksraad heeft een onderzoek naar dit voorval gestart.

De directe oorzaak van de emissie van ethyleenoxide is niet met zekerheid vastgesteld, maar het is aannemelijk dat de fenolpapieren isolatieringen in de elektrische isolatiekoppelingen over de gebruiksduur van bijna achttien jaar niet bestand waren tegen ethyleenoxide en dat hun degradatie tot lekkage uit de isolatiekoppeling heeft geleid. Shell ging er op basis van informatie van de fabrikant van uit dat de isolatiekoppelingen een technische levensduur van 40 jaar hadden, en dat deze binnen de economische afschrijvingsduur van 20 jaar onderhoudsvrij zouden zijn en niet zouden falen.

De bestrijding van de lekkage moest de gevolgen ervan beperken. Het lek bevond zich in een groot insluitsysteem met 13,2 ton ethyleenoxide. Bij een dergelijk groot insluitsysteem kan een lekkage leiden tot een grote emissie met grote risico's voor de omgeving door de explosiviteit, toxiciteit en lichte ontvlambaarheid van ethyleenoxide. Er waren geen mogelijkheden om een lekkage snel te detecteren en Shell was niet voorbereid op het specifieke scenario van een lekkage van ethyleenoxide uit een dergelijk groot insluitsysteem.

De Brzo-wetgeving¹¹ vereist niet alleen dat alle maatregelen die nodig zijn om zware ongevallen te voorkomen worden genomen, maar ook dat alle maatregelen worden genomen om de gevolgen van een zwaar ongeval voor de menselijke gezondheid en het milieu te beperken. Dit voorval bevestigt nogmaals dat bij een groot insluitsysteem met gevaarlijke stoffen, ook als weinig tot geen faalrisico's worden onderkend, het toch noodzakelijk is om voorbereid te zijn op adequate incidentbestrijding.

11 Besluit risico's zware ongevallen. Zie http://wetten.overheid.nl/BWBR0036791/geldigheidsdatum_03-02-2016.

COMMENTAAR BETROKKEN PARTIJ

Een conceptrapport wordt conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid ter beoordeling op feitelijke onjuistheden aan de direct betrokken partij(en) voorgelegd. De inzageversie van dit rapport is voorgelegd aan Shell Nederland Raffinaderij B.V. Alle door Shell Nederland Raffinaderij B.V. gemaakte opmerkingen zijn verwerkt in het rapport.



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