



Risicoberekeningen volgens voorschrift: een ritueel voor vergunningverlening



aGS)
Adviesraad Gevaarlijke Stoffen

Risicoberekeningen volgens voorschrift:

EEN RITUEEL VOOR VERGUNNINGVERLENING

Voorwoord

De rekenarij met het voorgeschreven rekenprogramma is verworden tot een ritueel. Dit betreft twee aspecten: enerzijds de zogenoemde unificatie en anderzijds het gebruik van de uitkomsten van een berekening in de besluitvorming. De manier waarop nu berekeningen moeten worden gemaakt, doet geen recht aan de complexiteit van vele situaties in de industriële praktijk en de manier waarop de besluitvorming tot stand moet komen, werkt niet veiligheidsbevorderend. Dit wordt aan de hand van een voorbeeld in het advies getoond. De Adviesraad pleit voor betere rekenmethoden en gegevens en bovendien voor hervorming van de besluitvorming rondom vergunningverlening. Dit laatste wordt in een volgend advies nader uitgewerkt.

Unificatie lijkt op het eerste gezicht logisch om wisselende uitkomsten bij gebruik van verschillende modellen door verschillende gebruikers te voorkomen, maar het element van compromis en oververeenvoudiging dat er in besloten zit, is aanvechtbaar. De uitgangspunten en modellen die ten grondslag liggen aan het in Nederland verplicht te gebruiken rekenprogramma en de voorgeschreven faalkansen zijn onvoldoende onderbouwd. Er wordt geen rekening gehouden met escalatie- en domino-effecten en met cumulatie van risicobronnen. Blootstelling van personen wordt uitgedrukt in een bijzondere maat (acuut dodelijk letsel permanente blootstelling, buiten, onbeschermd), terwijl er geen informatie uit de berekening komt over gewonden. Ook levert het QRA-instrumentarium zoals het nu wordt gebruikt geen informatie over de betekenis voor de veiligheid van eventueel te treffen maatregelen.

Uit dit advies blijkt dat de aan te houden afstanden enorm kunnen variëren bij kleine aanpassingen van de (zeer) onzekere invoergegevens en parameters. Dat kan leiden tot onderschatting van het risico (burgers lopen teveel risico) of tot overschatting (onnodig ruimtebeslag en maatschappelijke kosten).

De keuze voor unificatie zou een inspanningsverplichting in moeten houden voor het op de state of the art brengen en houden van het gekozen QRA-instrumentarium; deze inspanning wordt nu onvoldoende gepleegd. Ook de opleiding die de gebruikers van de voorgeschreven rekenmethodiek moeten volgen, is onvoldoende om het benodigde inzicht te verkrijgen.

De risicocontouren die uit de rekensommen komen, spelen een bepalende rol in de besluitvorming voor vergunningverlening en voor tot de bron aan te houden afstanden in de ruimtelijke ordening. Vergunningverlening en ruimtelijke inrichting zijn in zekere zin onherroepelijk. Wijziging van inzichten kan nieuwe uitkomsten opleveren voor risicocontouren. Wanneer deze (sterk) afwijken van eerdere uitkomsten, zou dit gevolgen moeten hebben voor de besluitvorming. Met de unificatie zijn beleid en beheer echter nauwer verweven. Het blijkt dat parameters in het samenspel tussen het Ministerie van VROM en het RIVM zodanig worden aangepast dat de oude risicocontouren weer uit de sommen komen (retro fit). In andere gevallen wordt juist naar een bepaalde uitkomst toegerekend. De beleidsoriëntatie is zodoende sterk. In dit advies worden daar voorbeelden van gegeven.

Sturen op een getal is onvoldoende. Het is een ééndimensionale uitkomst van een risicoanalyse waar veel meer informatie in besloten zit. Deze informatie kan – zeker wanneer de risicoanalyse beter aansluit op de werkelijkheid – worden gebruikt om de veiligheid van een installatie beter te beoordelen en eventueel te verhogen en zo de burger beter te beschermen. Daarbij kunnen tevens andere overwegingen betrokken worden, zoals het transport van en naar een inrichting. Zo kan de wijze waarop besluitvorming in het kader van externe veiligheid en ruimtelijke ordening tot stand komt, verbeterd worden. In het advies worden hiervoor aanzetten gegeven, die de AGS in een volgend advies nader zal uitwerken.

De Voorzitter,

De algemeen secretaris,

De voorzitter van de raads werkgroep,

Prof. dr ir J.G.M. Kerstens

N.H.W. van Xanten,
apotheker, toxicoloog, MPA

Ir C.M. Pietersen

Inhoudsopgave

2	Voorwoord
5	Inhoudsopgave
7	Samenvatting
11	Inleiding
13	Kwantitatieve risicoanalyse
13	Een waardevolle methode voor de beoordeling van risico's
14	De rol van kwantitatieve risicoanalyse in het externe veiligheidsbeleid
17	Opzet evaluatie voorgeschreven rekenmethodiek
18	De casus: BLEVE van LPG
19	Beoordelingskader
23	Evaluatie van de voorgeschreven rekenmethodiek
23	Transparantie
23	Verifieerbaarheid
24	Robuustheid
27	Validiteit: correctheid
29	Validiteit: veiligheidsrelevantie
31	De generaliseerbaarheid van de bevindingen voor de BLEVE
33	Beschouwing
33	De spanning tussen robuustheid en veiligheidsrelevantie
35	De verwevenheid van risicomodellering en beleid
36	Een parallel met het vervoer van gevaarlijke stoffen
39	De QRA-praktijk in internationaal perspectief
39	QRA en externe veiligheid in het Verenigd Koninkrijk: COMAH en PADHI
40	QRA en externe veiligheid in Frankrijk: PPRT
41	Externe veiligheid zonder QRA in Duitsland: TAA
43	Conclusies
45	Aanbevelingen
48	Literatuur
51	Bijlagen
52	Bijlage I: Afkortingen
53	Bijlage II: BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
55	Bijlage III: Achtergrond Nederlands getal voor de kans op een BLEVE
61	Bijlage IV: Gevoeligheidsanalyse
71	Bijlage V: Veiligheidsvoorzieningen voor op- en overslag van LPG
73	Bijlage VI: Externe veiligheid in Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Duitsland
79	Bijlage VII: Betrokkenen
80	Colofon

Samenvatting

In het Nederlandse externe veiligheidsbeleid wordt de aanvaardbaarheid van omgevingsrisico's afgewogen op grond van een grenswaarde voor het plaatsgebonden risico. Daarnaast dienen veranderingen in het groepsrisico te worden verantwoord, waarbij de oriënterende waarde van het groepsrisico in de praktijk een belangrijke referentie is. In Nederland is één softwareprogramma (SAFETI-NL) met bijbehorende handleiding (Handleiding Risicoberekeningen Bevi¹) voorgeschreven voor de berekening van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico bij inrichtingen. Deze voorgeschreven "rekenmethodiek Bevi" staat aan de basis van besluiten met belangrijke consequenties voor de industrie, de ruimtelijke ordening en de bescherming van burgers.

In het voorliggende advies bespreekt de Adviesraad de bevindingen van een evaluatie van de voorgeschreven rekenmethodiek en de betekenis daarvan voor plan- en besluitvorming inzake de externe veiligheid. De evaluatie was gericht op de risicomodellering van de BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) van LPG bij een LPG-tankstation, een incidenttype dat een belangrijke rol speelt in het externe veiligheidsbeleid. De risicomodellering van de BLEVE volgens de voorgeschreven rekenmethodiek kent een aantal ernstige tekortkomingen. Samenvattend is het volgende geconstateerd:

- **Transparantie:** weliswaar is in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi uitgelegd waar de in het softwareprogramma SAFETI-NL gehanteerde modellen voor BLEVE op stoelen, maar er kleven belangrijke nadelen aan het voorschrijven van één rekenmethodiek.
- **Verifieerbaarheid:** de faalkansen blijken ten minste een orde van grootte (een factor tien) lager te liggen dan elders gebruikelijk (door eind jaren zeventig genomen beslissingen bij de start van de activiteiten op het gebied van risicoanalyse).
- **Robuustheid:** deze is kunstmatig hoog door beleidsmatig parameters en coëfficiënten vast te leggen in de voorgeschreven rekenmethodiek. Daardoor wordt verhuld dat kleine variaties in aannames of uitgangspunten vaak grote afwijkingen in ruimtebeslag en in PR en GR tot gevolg hebben. De voorschriften in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi verhullen zo de grote spreiding van mogelijke uitkomsten van de berekeningen.
- **Validiteit, correctheid:** de in de gebeurtenissenboom beschreven ongevalsscenario's voor de BLEVE van LPG zijn in fysisch-chemische zin niet goed gemodelleerd.

¹ Bevi staat voor Besluit externe veiligheid inrichtingen (Stb. 2004, 250).

Ook worden menselijke fouten en dergelijke genegeerd in de risicoberekeningen.

- Validiteit, veiligheidsrelevantie: met de rekenmethodiek kunnen niet of nauwelijks inzichten worden opgedaan waarmee de veiligheid kan worden verhoogd. Met het voorgeschreven QRA-instrumentarium is het vrijwel onmogelijk om inzichten op te doen die van belang zijn voor de afweging van veiligheidsverhogende maatregelen.

De AGS concludeert dat de voorgeschreven rekenmethodiek geen getrouw beeld geeft van de veiligheid en de mogelijkheden die te verhogen en ontoereikend is voor besluitvorming gericht op bescherming van burgers tegen de risico's die gepaard gaan met de productie, gebruik en opslag van gevaarlijke stoffen. Eenzelfde constatering heeft de Adviesraad eerder gedaan ten aanzien van de voorgeschreven rekenmethodiek voor de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen (AGS, 2006). Deze laatste methodiek vormt nu evenwel de grondslag voor besluitvorming ten aanzien van de basisnetten spoor, weg en water.

De oplossing kan volgens de Adviesraad niet worden gevonden in de hoek van de rekentechniek alleen. Het verhogen van de veiligheidsrelevantie van de rekenmethodiek vereist een uitbreiding van het aantal dimensies van de uitkomsten van risicoberekeningen om terugkoppeling naar de praktijk mogelijk te maken. De Adviesraad beveelt aan om op korte termijn, naast de uitkomsten van de rekenmethodiek, aanvullende, veiligheidsrelevante informatie in plan- en besluitvormingsprocessen in te brengen. Daarnaast acht de Adviesraad op (middel)lange termijn een versterkender hervorming van de Nederlandse QRA-praktijk nodig (QRA = Quantitative Risk Analysis). De AGS noemt hiervoor een aantal aanknopingspunten in besluitvormingsprocedures in andere EU-lidstaten, die eveneens invulling hebben gegeven aan de Seveso-II richtlijn. In een volgend advies wil de AGS ingaan op de mogelijkheden voor aanpassing van de Nederlandse QRA-praktijk.

Tenslotte wordt in dit advies aandacht gevraagd voor een strikte scheiding van enerzijds beleid en anderzijds onderzoek en ontwikkeling op het gebied van kwantitatieve risicoanalyse. De huidige verwevenheid leidt op onderdelen tot voorstellingen van zaken die weinig relatie hebben met de werkelijkheid. De Adviesraad beveelt dan ook aan om te voorzien in een onderzoeks- en ontwikkeltraject, waarvan de resultaten periodiek (bijvoorbeeld elke vijf jaar) worden gebruikt om de voorgeschreven rekenmethodiek te evalueren op basis van nieuwe inzichten en praktijkervaring. De benodigde kennis moet niet alleen worden ontwikkeld, maar ook vastgehouden.

Inleiding

In het dichtbevolkte Nederland is het praktisch onmogelijk om de bevolking en activiteiten met gevaarlijke stoffen dusdanig te scheiden dat er zich bij een ongeval in een inrichting geen schade buiten de poort kan voordoen. Aan het omgaan met gevaarlijke stoffen zijn risico's verbonden, maar deze kunnen wel in omvang worden beperkt. De Seveso II-richtlijn biedt een kader aan de lidstaten van de Europese Unie om de aanvaardbaarheid van omgevingsrisico's af te wegen. In Nederland vindt deze afweging primair plaats op basis van een grenswaarde voor het plaatsgebonden risico² (PR) en een oriënterende waarde voor het groepsrisico³ (GR). Ook dient het bevoegd gezag veranderingen in het groepsrisico te verantwoorden, bijvoorbeeld als er nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in de buurt van een reeds bestaande inrichting worden gepland.

Voor de bepaling van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico bij inrichtingen is in Nederland een rekenmethodiek voorgeschreven, de Rekenmethodiek Bevi, bestaande uit het rekenpakket SAFETI-NL in combinatie met de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009). Deze rekenmethodiek speelt zodoende een belangrijke rol bij de onderbouwing van besluiten inzake de externe veiligheid en heeft zo consequenties voor de ruimtelijke ordening, de industrie en de veiligheid van burgers. Vanwege de maatschappelijke belangen die gemoeid zijn met de betreffende besluiten en de daarin verdisconteerde risicobeoordeling voerde de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen een evaluatie uit. De technische evaluatie is uitgevoerd aan de hand van een voorbeeld: de risicomodellering van de BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) van LPG bij een LPG-tankstation. De BLEVE is een incidenttype met grote invloed op het indirect ruimtebeslag rond inrichtingen (zie ook pagina 18) en op de kans op een ongeval met meer dan 10 doden. De bevindingen ten aanzien van de BLEVE acht de Adviesraad typerend voor de deficiënties in de rekenmethodiek.

Het uitgevoerde onderzoek is onderdeel van een breder onderzoekstraject van de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen ten aanzien van de QRA-praktijk in Nederland (QRA =

2 Het plaatsgebonden risico is de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een zekere plaats in de buitenlucht zou verblijven, binnen 24 uur overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongevoen voorval binnen een inrichting waarbij een gevaarlijke stof of gevaarlijke afvalstof betrokken is. De blootstelling wordt geacht plaats te vinden op een hoogte van 1 meter. In het begrip plaatsgebonden risico is geen informatie over gewonden opgenomen.

3 Het groepsrisico behelst de cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongevoen voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof of gevaarlijke afvalstof betrokken is.

Quantitative Risk Analysis). In zijn advies 'QRA-modellering voor vervoer van gevaarlijke stoffen' (AGS, 2006) heeft de Adviesraad reeds kritische kanttekeningen geplaatst bij de modellering van omgevingsrisico's bij het vervoer van gevaarlijke stoffen over weg, water en spoor.⁴ In het voorliggende advies, dat zich richt op de risicobeoordeling bij inrichtingen, kijkt de Adviesraad verder dan de modellering alleen en vraagt de Adviesraad ook aandacht voor de bruikbaarheid van de QRA-uitkomsten voor de plan- en besluitvorming. Dit advies heeft vooral een agenderend karakter: de Adviesraad vraagt aandacht voor de beperkte mogelijkheden om met de voorgeschreven rekenmethodiek een getrouw beeld te krijgen van de veiligheid van een inrichting of ruimtelijk plan. Ook biedt de voorgeschreven methodiek nauwelijks mogelijkheden om veiligheidsmaatregelen af te wegen om zo het risico te beperken.⁵

De kritische kanttekeningen die de Adviesraad plaatst bij de voorgeschreven berekening van de omgevingsrisico's van inrichtingen moeten niet worden verward met kritiek op kwantitatieve risicoanalyse als zodanig. De voorgeschreven rekenmethodiek is slechts de *invulling* die in het Nederlandse externe veiligheidsbeleid is gegeven aan een anderszins waardevolle *analysemethode*. De huidige Nederlandse benadering is beperkt tot het genereren van risicocontouren en het inschatten van het groepsrisico. Het afwegen van maatregelen ter verbetering van veiligheid is met de voorgeschreven methodiek niet of slechts beperkt mogelijk, maar kan met een andere benadering wel worden bereikt.

4 De risicomodellering van het vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen is nog niet geëvalueerd door de Adviesraad.

5 In een eerder advies (AGS, 2008a) heeft de Adviesraad reeds aangegeven dat de uitkomsten van de huidige QRA weinig houvast bieden voor analyses van zelfredzaamheid en de mogelijkheden voor hulpverlening.

Kwantitatieve risicoanalyse

EEN WAARDEVOLLE METHODE VOOR DE BEOORDELING VAN RISICO'S

In kwantitatieve risicoanalyses worden de kansen en gevolgen van (bekende en kwantificeerbare) ongewenste gebeurtenissen systematisch in beeld gebracht en worden kansen en gevolgen in getalswaarden uitgedrukt. Met dergelijke analyses kan inzicht worden verkregen in de omvang van risico's en de effectiviteit van maatregelen. Kwantitatieve risicoanalyses worden in tal van sectoren toegepast om scenario's te analyseren, processen te optimaliseren en besluitvormingsprocessen te ondersteunen, van de chemische industrie en de lucht- en ruimtevaart tot de logistieke en de medische sector.

Een QRA-methode is in principe bedoeld om de vele mogelijke (ongeval)scenario's, hun kansen en hun gevolgen in kaart te brengen. De analysemethode maakt het mogelijk om de scenario's te identificeren die de grootste bijdragen leveren aan het risico en om vergelijkenderwijs risicoreducerende maatregelen te evalueren. Bij de ontwikkeling van elk QRA-instrumentarium is de toepassing leidend. De toepassing is immers bepalend voor het benodigde detailniveau en de aspecten die buiten beschouwing mogen worden gelaten. Met het QRA-instrumentarium dat in het Nederlandse externe veiligheidsbeleid is voorgeschreven, wordt het potentieel van de QRA-methode beperkt benut. Zoals in dit advies wordt toegelicht, is de wettelijk voorgeschreven methodiek voor het maken van risicoberekeningen bij inrichtingen weinig bruikbaar voor het verkrijgen van een getrouw beeld van de omvang van risico's en de mogelijkheden om risico's te verlagen.

Belangrijke aandachtspunten bij de ontwikkeling van een QRA-instrumentarium zijn de gebruikte theoretische modellen en de implementatie van deze modellen in programmatuur. De kwaliteit van een kwantitatieve risicoanalyse wordt echter niet alleen bepaald door de kwaliteit van het gehanteerde QRA-instrumentarium, maar ook door de kennis en kunde van de gebruiker. De schematisatie van een inrichting en het op waarde schatten van de resultaten van berekeningen vergen immers kennis en ervaring. Elk model is een vereenvoudiging die alleen voor een bepaalde toepassing en binnen bepaalde grenzen redelijk is.

Expertise is vereist om te voorkomen dat een model ongemerkt buiten het toepassingsgebied wordt gebruikt. Een risicoberekening zou nooit een invuloefening mogen zijn, ook al is het beschikbare QRA-instrumentarium nog zo eenvoudig te bedienen. Bij het verplicht stellen van de Rekenmethodiek Bevi heeft de overheid het standpunt ingenomen dat "iedereen" het rekenmodel moet kunnen bedienen. De zogenaamde opleiding van drie dagen om met het softwareprogramma te leren

omgaan, kwalificeert de AGS als volstrekt onvoldoende. Veiligheid vereist kennis, zoals de Adviesraad ook in eerdere adviezen heeft betoogd (AGS, 2004; 2007).

Nederland is dichtbevolkt. Activiteiten met gevaarlijke stoffen vinden vaak plaats dicht bij de bevolking. Daarom wordt gestreefd naar het reduceren van de risico's van gevaarlijke stoffen. Dit kan consequenties hebben voor de economische bedrijvigheid. Het kan bijvoorbeeld de bevoorrading en exploitatie van (LPG-) tankstations onmogelijk maken, het (buisleidingen)transport van aardgas verhinderen en uiteindelijk het einde betekenen van de chemische industrie in Nederland. Door het treffen van maatregelen kan het risico tot een acceptabele omvang worden teruggebracht, waardoor toch zowel bedrijvigheid als ruimtelijke ontwikkeling kunnen plaatsvinden. Hoewel zware ongevallen met gevaarlijke stoffen nooit zijn uit te sluiten, zijn dergelijke ongevallen zeer zeldzaam. Dit aspect is van groot belang voor de maatschappelijke aanvaarding van activiteiten die verband houden met de productie, gebruik, opslag en het transport van gevaarlijke stoffen. Om het kansaspect mee te kunnen wegen in beslissingen over de aanvaardbaarheid van risico's is kwantitatieve risicoanalyse een waardevol hulpmiddel. Daarbij moet als voorwaarde worden gesteld dat het berekende risico een adequate weergave is van het risico. Dat is thans onvoldoende het geval.

In Nederland wordt de aanvaardbaarheid van de omgevingsrisico's van inrichtingen primair afgewogen op basis van de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico (PR) en de oriënterende waarde voor het groepsrisico (GR), welke zijn vastgelegd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen.⁶ Het berekenen van het PR en GR vereist een kwantitatieve risicoanalyse.⁷

Nederland heeft in het verleden een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van kennis op het gebied van de modellering van de omgevingsrisico's van chemische installaties. Het was een van de eerste landen waar besluiten ten aanzien van de aanvaardbaarheid van risico's (mede) werden gebaseerd op uitkomsten van kwantitatieve risicoanalyses. De Nederlandse expertise op het gebied van de modellering van omgevingsrisico's is vervat in een reeks internationaal bekende publicaties, de zogenoemde gekleurde boeken.⁸ De gekleurde boeken worden inmiddels echter al enkele jaren niet meer onderhouden. De rekenmodellen achter diverse rekenpakketten, inclusief het in Nederland voorgeschreven SAFETI-NL, wijken af van de gekleurde boeken. Daardoor is de relatie met de gekleurde boeken in de afgelopen jaren verbleekt.

Op basis van de gekleurde boeken zijn verschillende rekenmodellen ontwikkeld voor de berekening van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Een *benchmark*-oefening toonde dat de uitkomsten van deze modellen, ondanks hun gedeelde basis,

⁶ In het Nederlandse beleid ten aanzien van het vervoer van gevaarlijke stoffen wordt een vergelijkbare benadering gevolgd.

⁷ Voor de zogenoemde categoriale inrichtingen worden het PR en GR niet berekend en wordt gebruik gemaakt van afstandstabellen die zijn opgenomen in de Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi). Deze afstanden zijn gebaseerd op de uitkomsten van risicoberekeningen, waarbij is uitgegaan van allerlei aannamen over zogenoemde "standaard" installaties.

⁸ Een overzicht van scenario's (mogelijke vormen van *loss of containment*) en daaraan toegekende kansen is opgenomen in het Paarse Boek (PGS3, 1999). Inschattingen van de fysische effecten bij elk scenario staan genoemd in het Gele Boek (PGS2, 1997) en inschattingen van de relaties tussen blootstelling en schade staan beschreven in het Groene Boek (PGS1, 2005).

sterk konden verschillen (RIVM, 2001). Dat kan deels worden verklaard door de ruimte voor interpretatie die de gekleurde boeken boden bij de ontwikkeling van de rekenmodellen, en deels door de ruimte voor interpretatie die deze modellen boden bij de schematisering van een installatie en de selectie van parameterwaarden.

Hoewel het in de praktijk onmogelijk is om één juist berekeningsresultaat aan te wijzen, achtte de wetgever het vanuit het oogpunt van rechtszekerheid ongewenst dat de vraag of een bepaalde grenswaarde wordt gehaald sterk afhankelijk is van een modelkeuze of *expert judgement* (Nota van Toelichting bij het Bevi⁹). Daarom is in 2006 overgegaan tot zogenoemde unificatie, wat inhoudt dat één rekenpakket is geselecteerd dat in het kader van het Bevi standaard moet worden gebruikt bij het berekenen van het PR en GR voor inrichtingen: SAFETI-NL.¹⁰ In dit rekenpakket zijn de te hanteren parameterwaarden voor een belangrijk deel vastgezet waardoor de berekeningsresultaten minder afhankelijk zijn van inschattingen van de risicoanalist (zie ook Uijt de Haag et al., 2008). Daarmee is de complexe werkelijkheid sterk versimpeld. De in Nederland voorgeschreven risicomodellering, inclusief parameterwaarden en scenario's, staat beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009). In dit advies wordt het rekenpakket in combinatie met de Handleiding aangeduid als 'de voorgeschreven rekenmethodiek'.

De voorgeschreven rekenmethodiek speelt een belangrijke rol in de plan- en besluitvorming vanwege de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico en de oriënterende waarde voor het groepsrisico. Zo is woningbouw binnen de PR 10^{-6} -contour niet toegestaan en moeten veranderingen in het groepsrisico worden verantwoord, waarbij de oriënterende waarde in de praktijk een belangrijke referentie vormt. Met de voorgeschreven rekenmethodiek wordt de ligging van 10^{-6} -contouren bepaald en het groepsrisico gekwantificeerd. De voorgeschreven rekenmethodiek staat daarmee aan de basis van bestuurlijke besluiten met belangrijke consequenties voor de industrie, de ruimtelijke ordening en de veiligheid van burgers.

⁹ Stb. 2004, 250.

¹⁰ Bij de risicomodellering van het vervoer van gevaarlijke stoffen over weg en spoor en de risicomodellering van het transport van gevaarlijke stoffen per buisleiding worden andere rekenpakketten gehanteerd. Over de risicomodellering van het vervoer van gevaarlijke stoffen heeft de Adviesraad eerder advies uitgebracht (AGS, 2006).

Opzet evaluatie voorgeschreven rekenmethodiek

De Adviesraad heeft een evaluatie uitgevoerd van de wettelijk voorgeschreven rekenmethodiek – de Rekenmethodiek Bevi, bestaande uit het softwareprogramma SAFETI-NL en de Handleiding Risicoberekeningen Bevi – voor de berekening van de omgevingsrisico's van inrichtingen. Het doel van deze evaluatie is de beperkingen van de voorgeschreven rekenmethodiek te onderzoeken en te beoordelen wat deze betekenen voor besluiten die worden gebaseerd op de uitkomsten van berekeningen. Een volledige validatie van de voorgeschreven rekenmethodiek is veelomvattend. Daarom heeft de Adviesraad er voor gekozen om enkele opvallende aspecten uit te lichten aan de hand van een casus. De Adviesraad acht zijn bevindingen exemplarisch voor de methodiek in brede zin, zoals in het volgende hoofdstuk zal worden toegelicht.



Figuur 1. BLEVE met vuurbal bij Crescent City, 21 juni 1970.

Met brandbare gassen die als vloeistof onder druk zijn opgeslagen, zoals LPG, kunnen zich ernstige ongevallen voordoen. Een belangrijk incidenttype voor LPG en andere gassen die als vloeistof onder druk zijn opgeslagen, is de BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). Bij een dergelijke explosie komt de inhoud van een druktank met kracht vrij (zie Bijlage II voor een uitgebreidere toelichting op de BLEVE). Door de hoge druk kunnen fragmenten van de tank of de tank zelf over grote afstanden worden weggeslingerd. Als bovendien het vrijgekomen vloeistof-gasmengsel kan worden ontstoken, zoals het geval is voor LPG, kan een vuurball ontstaan (figuur 1). De BLEVE van een LPG-tankauto is het scenario dat bepalend is voor de aan te houden afstand tot een LPG-tankstation. Daarnaast is BLEVE een belangrijk scenario in het transport.

BLEVEs kunnen catastrofale gevolgen hebben. Zo kwamen op 19 november 1984 naar schatting 500 mensen om het leven bij een serie BLEVEs bij de PEMEX LPG Terminal bij San Juan Ixhuatepec in Mexico City¹¹. Op 11 juli 1978 vonden zeker 215 mensen de dood bij camping Los Alfaques in Spanje door een BLEVE van een LPG-tankauto. Hoewel de kans op een ramp van dergelijke proporties in Nederland anno 2010 gering is, speelt de BLEVE een belangrijke rol in het externe veiligheidsbeleid. BLEVEs zijn immers nooit geheel uit te sluiten terwijl ze in een groot gebied schade kunnen aanrichten.

De resultaten van de Ketenstudies (TNO et al., 2004) geven een indicatie van de risico's en de omvang van de ruimtelijke belangen die zijn gerelateerd aan (het beleid ten aanzien van) de BLEVE. In de Ketenstudies zijn de kosten en baten van een groot aantal veiligheidsmaatregelen onderzocht. Verschillende van deze maatregelen hadden betrekking op het reduceren van de kans op een warme BLEVE. Bij een warme BLEVE is de tankinhoud opgewarmd door een brand voordat de druktank bezwijkt (zie voor een nadere toelichting Bijlage II). In de Ketenstudies is uitgegaan van de veronderstelling dat het aanbrengen van een hittewerende coating op LPG-tankauto's de kans op een warme BLEVE met 95% zou reduceren¹². De gedachte hierachter is dat de brandweer dan meer tijd heeft een omgevingsbrand te blussen, alvorens er een risico op BLEVE ontstaat. Daarbij wordt er van uit gegaan dat als de brandweer binnen een bepaalde tijd aanwezig is, de brandweer elke brand volledig en op tijd zal blussen (95% van de gevallen; zie ook Bijlage IV, pagina 66). Als de brandweer niet binnen de gestelde tijd aanwezig is, wordt de kans op een warme BLEVE niet gereduceerd ten gevolge van de hittewerende coating (5% van de gevallen).

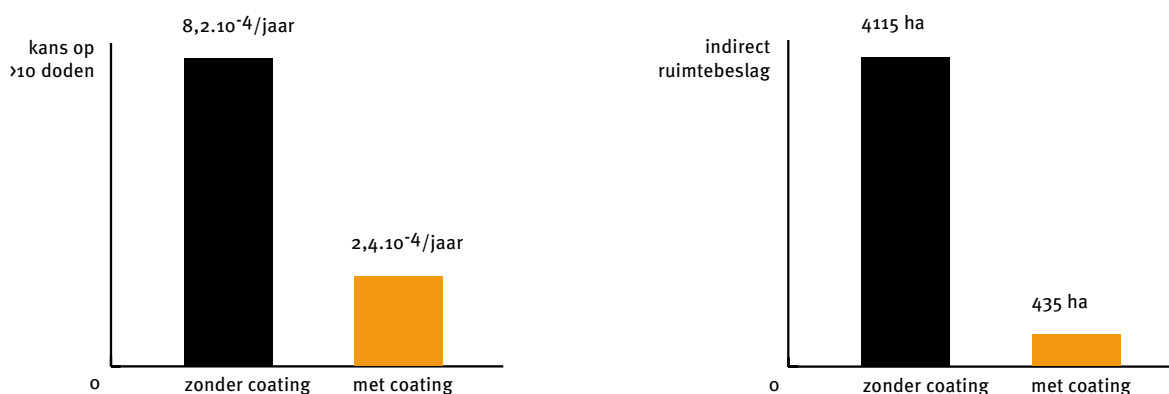
Op grond van deze aannames zou door het invoeren van een hittewerende coating de kans op een ongeval met tenminste 10 doden sterk dalen, waardoor ook het indirect ruimtegebruik¹³ in de omgeving van LPG-tankstations en transportroutes zou

11 Zie onder andere Pietersen CM. 25 Jaar later – De twee grootste industriële rampen met gevaarlijke stoffen. Nieuwerkerk aan den IJssel, 2009.

12 Aanvankelijk ging men uit van een coating, die als een schuimlaag aangebracht zou worden op de tankwand. Vanwege waarschuwingen van keuringsinstanties zoals het KIWA, dat de kwaliteit van de tankwand zo niet meer goed te controleren valt, is in 2009 gekozen voor een bekleding die weer losgemaakt kan worden, bijvoorbeeld voor inspecties. Wanneer in dit advies wordt gerefereerd aan 'coating' dan wordt een bron uit het verleden geciteerd. Wordt gerefereerd aan 'bekleding' dan wordt de in te voeren hittewerende bekleding bedoeld. Zie ook pagina 30 voor een beschouwing over de invoering van de hittewerende bekleding.

13 In de Ketenstudies gedefinieerd als gebruiksbeperkingen van grond vanwege externe veiligheidsrisico's.

afnemen. De kans op een ongeval met tenminste 10 doden zou volgens de aannames in de Ketenstudies met 70% afnemen, het indirect ruimtebeslag met 90% (figuur 2). Verlaging van de kans met ruim tweederde door de invoering van een coating betekent een orde van grootte (een factor tien) in termen van vermindering van ruimtebeslag.



Figuur 2. De kans op overlijden en het indirect ruimtebeslag zonder en met een hittewerende coating op LPG-tankauto's (op basis van de aannames in de Ketenstudies¹⁴).

Het is de voorname rol van de BLEVE binnen het externe veiligheidsbeleid die de Adviesraad heeft doen besluiten om de evaluatie van de voorgeschreven rekenmethodiek uit te voeren aan de hand van dit ongevaltype. De voorgeschreven risicomodellering van de BLEVE levert de basis voor bestuurlijke beslissingen die grote consequenties hebben voor de benutting van schaarse ruimte, industriële activiteit en de veiligheid van burgers.

BEOORDELINGSKADER • **Mogelijke functies van het QRA-instrumentarium**

Om de voorgeschreven rekenmethodiek te kunnen beoordelen, dienen allereerst de functies van het instrumentarium te worden gedefinieerd. De nauwkeurigheid en mogelijkheden van het instrumentarium moeten immers aansluiten op de functies die het moet kunnen vervullen (zie ook pagina 13).

¹⁴ De getalswaarden zijn gebaseerd op de aannames van de Ketenstudies voor LPG-tankstations en LPG-wegtransport. Bij LPG-tankstations is een daling aangenomen in de kans op tenminste 10 slachtoffers van $5,1 \cdot 10^{-4}$ per jaar naar $0,91 \cdot 10^{-4}$ per jaar, voor het LPG-wegtransport van $3,1 \cdot 10^{-4}$ per jaar naar $1,5 \cdot 10^{-4}$ per jaar (TNO et al., 2004). In totaal daalt de kans op tenminste 10 slachtoffers bij de gehanteerde aannames van $(5,1 \cdot 10^{-4} + 3,1 \cdot 10^{-4}) = 8,2 \cdot 10^{-4}$ per jaar tot $(0,91 \cdot 10^{-4} + 1,5 \cdot 10^{-4}) = 2,4 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Bij LPG-tankstations daalt het aantal hectares met overschrijding van de oriënterende waarde van het GR volgens KPMG et al. (2004) met de gehanteerde aannames van 3800 tot 340, en bij transport van 315 ha tot 95 ha. In totaal daalt het aantal hectares met overschrijding van de oriënterende waarde van het GR dan van $(3800 + 315) = 4115$ tot $(340 + 95) = 435$. In het hoofdrapport van de Ketenstudies (KPMG et al., 2004) wordt voor het grondoppervlak met overschrijding van de oriënterende waarde van het GR de benaming 'indirect ruimtebeslag' gebruikt.

Met een QRA-instrumentarium is het naar het oordeel van de AGS in beginsel mogelijk twee functies te vervullen:

- Het berekenen van het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR) ten behoeve van de beoordeling van vergunningaanvragen.¹⁵
- Het verschaffen van inzicht in maatregelen die veiligheidsverhogend kunnen zijn in de specifiek te beoordelen situatie.

Voor de eerste functie acht de Adviesraad het van belang dat het instrument transparant, verifieerbaar en robuust is en geen onvolkomenheden bevat, gelet op de rol van het conform het Besluit externe veiligheid inrichtingen berekende PR en GR in de plan- en besluitvorming. Verder acht de Adviesraad het van belang dat met het instrumentarium een beeld van het PR en GR kan worden verkregen, dat aansluit op het beeld dat kan worden verkregen door ervaren risicoanalisten op basis van *state of the art* methoden.

Voor de tweede functie is het van belang dat het QRA-instrumentarium kan worden benut om inzichten te verkrijgen waarmee de risico's kunnen worden verkleind en de veiligheid kan worden vergroot. In de Nota van Toelichting van het Besluit externe veiligheid inrichtingen is deze doelstelling al impliciet verwoord, maar niet geoperationaliseerd (par. 5.3): "In dit besluit worden milieukwaliteitseisen gesteld ter bescherming van mensen in kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten tegen de kans om te overlijden als gevolg van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen bij een ongeval in een inrichting." Om deze bescherming tegen overlijden in praktijksituaties te kunnen bieden, is informatie vereist op grond waarvan veiligheidsmaatregelen kunnen worden afgewogen. De AGS heeft hier al op gewezen in de adviezen 'Risico-beleid en rampenbestrijding' en 'Brandweeradvisering'.

Criteria voor de beoordeling

Bij de evaluatie van de voorgeschreven rekenmethodiek heeft de Adviesraad zich gericht op zowel de onderliggende scenario's, gevolgen en kansen, de implementatie van de modellen in programmatuur, als de rol van *expert judgement* bij het gebruik van het instrumentarium. Daarbij is aangesloten op het beoordelingskader dat ook is gehanteerd bij de beoordeling van de risicomodellering van het vervoer van gevaarlijke stoffen (AGS, 2006)¹⁶. De volgende beoordelingscriteria zijn beschouwd:

- **Transparantie:** in hoeverre bestaat er helderheid over de theoretische modellen die zijn geïmplementeerd in de software? Is het inzichtelijk welke bewerkingen door de programmatuur worden uitgevoerd? Het criterium geldt het rekenpakket op zichzelf.

¹⁵ Het betreft hier zowel vergunningen die betrekking hebben op inrichtingen (Wm-vergunningen) als vergunningen die betrekking hebben op ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving van inrichtingen (Wro-vergunningen). Uiteindelijk kent het proces van vergunningverlening steeds twee mogelijke uitkomsten: de vergunning wordt verleend of niet. In Wm- en Wro-besluiten kunnen wel aanvullende eisen worden gesteld aan respectievelijk de inrichting of het ruimtelijk plan.

¹⁶ In het voorliggende advies is het beoordelingskader verder uitgewerkt dan in het advies over QRA-modellering voor vervoer. Daarin werden alleen de criteria transparantie, verifieerbaarheid en robuustheid gehanteerd.

- **Verifieerbaarheid:** in hoeverre zijn bronnen voor coëfficiënten of (vaste) invoergegevens nog toegankelijk? Kan worden nagegaan op grond van welke argumenten in het verleden een keuze is gemaakt voor een scenario, een model of een in te voeren variabele? Waarop is de hoogte van invoerwaarden gebaseerd, c.q. waar is te vinden hoe deze zijn afgeleid van bepaalde bronwaarden? Het criterium geldt de input van de risicoberekening.
- **Robuustheid:** zijn uitkomsten gevoelig voor de keuze van invoerparameters? De Adviesraad heeft daarom een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.¹⁷
- **Validiteit:** de mate waarin het model de werkelijkheid beschrijft. Omdat zware ongevallen met gevaarlijke stoffen weinig voorkomen en elk een eigen achtergrond hebben, is het naderen van één of zelfs enkele ongevallen van eenzelfde type wel instructief maar statistisch niet voldoende. Daarom is het criterium validiteit opgesplitst in twee minder vergaande criteria:
 - **Correctheid:** zijn de aannamen en uitgangspunten voor de systeembeschrijving correct? Zijn (deel)modellen bijvoorbeeld door veldproeven of na ongevallen gevalideerd? Indien sprake is van belangrijke omissies verliezen berekeningsresultaten aan bruikbaarheid voor het verkrijgen van een beeld van de veiligheid en van de mogelijkheden om deze te vergroten.
 - **Veiligheidsrelevantie:** in hoeverre kunnen veiligheidsmaatregelen en veiligheidsverhogende (of verlagende) omstandigheden tot uitdrukking worden gebracht in de risicoberekeningen? In hoeverre verschaffen de resultaten van de risicoberekeningen inzicht in de omvang van risico's en de mogelijkheden om risico's te beperken?

¹⁷ Uitkomsten moeten gevoelig zijn voor parameters wanneer er een fysisch/chemische afhankelijkheid bestaat (zie ook het criterium validiteit).

Evaluatie van de voorgeschreven rekenmethodiek

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van de evaluatie van de risicomodellering van de BLEVE bij een LPG-tankstation. Voor elk van de criteria uit het vorige hoofdstuk wordt onderstaand de voorgeschreven rekenmethodiek geëvalueerd. In het volgende hoofdstuk volgt een beschouwing van de resultaten.

Dat de uitkomsten van risicoanalyses met onzekerheidsmarges zijn omgeven, is onder risicoanalisten een bekend gegeven. Onder bestuurders is dit echter veelal niet het geval. Om inzicht te verschaffen in de praktische betekenis van deze onzekerheden zijn in dit hoofdstuk diverse berekeningen uitgevoerd voor een standaard LPG-tankstation. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de voorgeschreven rekenmethodiek en tevens met enigszins gewijzigde aannames en uitgangspunten (gevoeligheidsanalyse). Uit de verschillende uitkomsten blijkt hoe het indirect ruimtebeslag zou veranderen als andere aannames en uitgangspunten zouden worden gehanteerd in de risicoberekeningen. Ook wordt in dit hoofdstuk ingegaan op onjuistheden die de AGS heeft opgemerkt in de voorgeschreven risicomodellering van de BLEVE. Benadrukt wordt dat er geen uitputtende evaluatie van de voorgeschreven rekenmethodiek is uitgevoerd: het hoofddoel van de evaluatie is inzichtelijk te maken welke beperkingen de voorgeschreven methodiek kent. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een bespreking van de generaliseerbaarheid van de bevindingen.

TRANSPARANTIE ● De theoretische modellen die zijn verwerkt in het in Nederland voorgeschreven rekenpakket, SAFETI-NL, staan grotendeels beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009). De Handleiding geeft een overzicht van de BLEVE-modellen die in SAFETI-NL zijn geïmplementeerd en voldoet daarmee aan het criterium transparantie. Aan de verplichting de Rekenmethodiek Bevi te gebruiken, kleven echter ook nadelen (zie onder).

VERIFIEERBAARHEID ● Het BLEVE-vuurbalmodel dat in de voorgeschreven methodiek wordt gehanteerd, staat uitgebreid beschreven in het Gele Boek (PGS₂, 1997). Hetzelfde geldt voor de probit in het Groene Boek (PGS₁, 2005) die wordt gebruikt voor het leggen van het verband tussen de straling van branden en de letaliteit. De verifieerbaarheid is in dit opzicht voldoende.

De verifieerbaarheid van de faalkansen is echter beperkt. Het is niet eenvoudig en soms zelfs niet mogelijk om te herleiden hoe de faalkansen zijn vastgesteld. Ook de

Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009) biedt geen houvast. Zo is de kans dat een drukvat bezwijkt in het verleden zonder motivatie verlaagd met een orde van grootte (factor tien) of meer. Dit heeft grote consequenties voor het berekenen van de kans op een BLEVE.

De uitgangspunten en aannamen die ten grondslag liggen aan de in Nederland gehanteerde kans op een BLEVE zijn niet helder. Het vereiste een uitgebreid onderzoek van de AGS om na te gaan waar deze op gebaseerd zijn. Uiteindelijk blijkt de oorsprong van de in Nederland gehanteerde kans op een BLEVE via een aantal tussenstappen terug te voeren op een drietal studies naar de veiligheid van drukvaten: Philips en Warwick (1969), Smith en Warwick (1974) en Bush (1975). Deze oude studies hadden vooral betrekking op stoomvaten¹⁸. Hoewel het grote aantal rapporten dat sindsdien in Nederland is verschenen wellicht anders doet vermoeden, zijn de huidige faalkansen van drukvaten niet gebaseerd op recentere casuïstiek. Dergelijke casuïstiek is wel beschikbaar: in het Verenigd Koninkrijk zijn de te hanteren faalkansen gebaseerd op gegevens van recenter datum voor drukvaten (zie ook Bijlage III). Verder zijn de heden ten dage in Nederland gehanteerde faalkansen van drukvaten reeds bij de start van de activiteiten op het gebied van risicoanalyse eind jaren zeventig op onduidelijke gronden verlaagd, zo bleek uit onderzoek van de Adviesraad. De faalkans van een drukvat die was afgeleid van de studies van Philips en Warwick (1969), Smith en Warwick (1974) en Bush (1975) is in de COVO-studie¹⁹ verlaagd met ten minste een factor 10. Een gedegen argumentatie voor deze verlaging ontbreekt (zie ook Bijlage III). De ongemotiveerde verlaging werkt rechtstreeks door in de faalkansen die staan vermeld in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009).

De in Nederland voorgeschreven kans op instantaan falen van een drukvat is relatief laag, evenals de op grond daarvan berekende kans op een BLEVE ($0,7$ à $2,5 \cdot 10^{-7}$ per jaar, zie Bijlage III, pagina 55, voor nadere toelichting). Zo wordt in het Verenigd Koninkrijk voor stationaire installaties een BLEVE-kans aangehouden die een factor 40 tot 140 hoger is.²⁰

ROBUUSTHEID • Diverse vergelijkende studies hebben laten zien dat de uitkomsten van risicoberekeningen sterk afhankelijk zijn van *expert judgement* (Amendola, 1992; RIVM, 2001; Lauridsen, 2002). De gebruiker van een rekenprogramma kan een model kiezen en de parameterwaarden en coëfficiënten aanpassen. Daardoor kunnen de uitkomsten van berekeningen variëren. De robuustheid van de risicomodellering van de BLEVE volgens de voorgeschreven rekenmethodiek is echter zeer hoog. Deze hoge robuustheid is verkregen door (nader) *expert judgement* uit te sluiten door parameterwaarden, coëfficiënten en modellen vast te leggen in de voorgeschreven rekenmethodiek (de zogenoemde unificatie). Zo worden in de risicoberekeningen vaste faalkansen gehanteerd en kunnen bij de modellering van de vuurbal alleen de instel-

18 Stoomvaten zijn al meer dan anderhalve eeuw in gebruik. Opgemerkt wordt dat er verschillen zijn tussen stoomvaten en vaten in de chemie en tevens dat er nieuwe technieken en normen worden gebruikt. Zo is voor de verschillende typen vaten de belasting (druk) niet gelijk, noch constant. Vaten die in de chemie worden gebruikt, hebben vaak meer last van vervuiling en kunnen aan corrosie onderhevig zijn. Daarom worden speciale materialen, fabricage- en lastechnieken gebruikt. De afgelopen decennia zijn ook fabricage-, onderhoud- en keuringnormen veranderd.

19 In de COVO-studie zijn de omgevingsrisico's in beeld gebracht voor een zestal inrichtingen in het Rijnmondgebied (COVO Commission, 1982). In Bijlage III is een uitgebreidere bespreking opgenomen van de COVO-studie.

20 In HSE (2004) wordt een BLEVE-kans van 10^{-5} per jaar aangehouden.

ling van de veiligheidsklep (ofwel: de druk) en de inhoud van de vuurbal worden gevarieerd. De robuustheid wordt zodoende beleidsmatig geconstrueerd. Het is geen kenmerk van de rekenmethodiek op zich, zoals onderstaand aan de hand van enkele voorbeelden wordt toegelicht.

Het streven naar robuustheid dient niet te ontaarden in ongevoeligheid voor essentiële parameters. De werkelijkheid is immers vrijwel altijd afwijkend van een "standaard" installatie. In een risicoanalyse dient daarom "maatwerk" te worden verricht. Om de gevoeligheid van berekeningsresultaten voor aannamen en uitgangspunten in beeld te brengen, zijn diverse risicoberekeningen uitgevoerd (in Bijlage IV zijn de berekeningen opgenomen, onderstaand volgt een samenvatting van de resultaten). Bij de berekeningen is uitgegaan van een LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m³ per jaar²¹.

Deze gevoeligheidsanalyse toont dat relatief kleine afwijkingen ten opzichte van de aannamen en uitgangspunten die staan vermeld in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009) zouden leiden tot grote veranderingen in het indirect ruimtebeslag rond LPG-tankstations. Dit betekent dat de risicoberekeningen (zeer) gevoelig zijn voor dergelijke afwijkingen. De Handleiding Risicoberekeningen verhult de grote spreiding aan mogelijke uitkomsten van de berekeningen.

Wanneer het model, de parameterwaarden en coëfficiënten niet beleidsmatig zouden zijn vastgelegd in de voorgeschreven rekenmethodiek zouden de uitkomsten van risicoberekeningen sterk kunnen variëren. Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van de volgende voorbeelden:

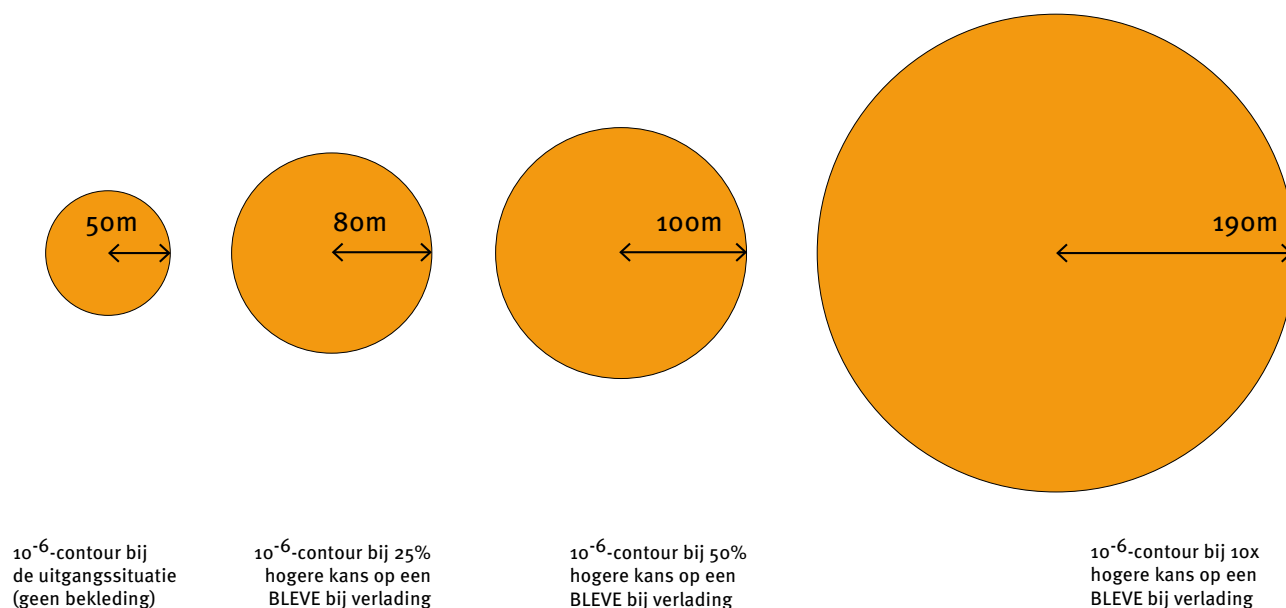
1 Variaties op de kans op een BLEVE bij een verladende LPG-tankauto

De ligging van de 10⁻⁶-contour is sterk afhankelijk van relatief kleine variaties in de kans op een BLEVE bij een lossende LPG-tankauto. Deze kans wordt bepaald door het aantal verladingen, de losduur en de (zeer onzekere) kans op een BLEVE per verlading. Bij een standaard LPG-tankstation²² domineren volgens de te hanteren rekenmethodiek twee ongevaltypen de hoogte van het plaatsgebonden risico: (dichtbij het vulpunt) het falen van de pomp en de losslang van een verladende LPG-tankauto en (op grotere afstand) de BLEVE bij een verladende LPG-tankauto. Het falen van de losslang levert volgens berekeningen met de voorgeschreven rekenmethodiek op een afstand groter dan ongeveer 40 m een verwaarloosbare bijdrage aan het PR. Een PR groter dan 10⁻⁶ op een afstand groter dan 40 m is alleen mogelijk als de BLEVE in de risicoberekening een belangrijke rol speelt (Geerts, 2006). De diverse deelbijdragen aan het PR zijn afgezet tegen de afstand in Bijlage IV, figuur 8, pagina 62.

21 Volgens een telling zijn er 544 tankstations met een LPG-doorzet kleiner dan 500 m³ per jaar, 119 met een doorzet tussen 500 en 1000 m³ per jaar en 324 tankstations met een doorzet groter dan 1500 m³ per jaar (mededeling RIVM, 14 december 2009).

22 Onder een standaard LPG-tankstation wordt volgens de voorgeschreven rekenmethodiek een LPG-tankstation verstaan dat voldoet aan de in Nederland geldende eisen en waarvan de lay-out overeenkomt met de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de afleiding van de afstanden die staan vermeld in de Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi). Er wordt in het vigerende beleid (sinds 2007 (Wijziging Revi, Stcrt 2007, 66)) uitgegaan van de aanwezigheid van een hittewerende bekleding van de LPG-tankauto. Een dergelijke bekleding is begin 2010 bij slechts enkele LPG-tankauto's aangebracht (zie ook pagina 30).

Als verladende LPG-tankauto's niet van een hittewerende bekleding zijn voorzien, dan bedraagt de afstand van de 10^{-6} -contour tot het vulpunt 50 m (LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m^3 per jaar, zie Bijlage IV, figuur 10, pagina 65). Bij een slechts 50% hogere kans op een BLEVE bij verlading neemt deze afstand toe tot 100 m. Bij een niet ondenkbare vertienvoudiging van de kans op een BLEVE – zie ook de verificerbaarheid van faalkansen in de vorige paragraaf – tot 190 m (figuur 3 en Bijlage IV, figuur 13, pagina 67).

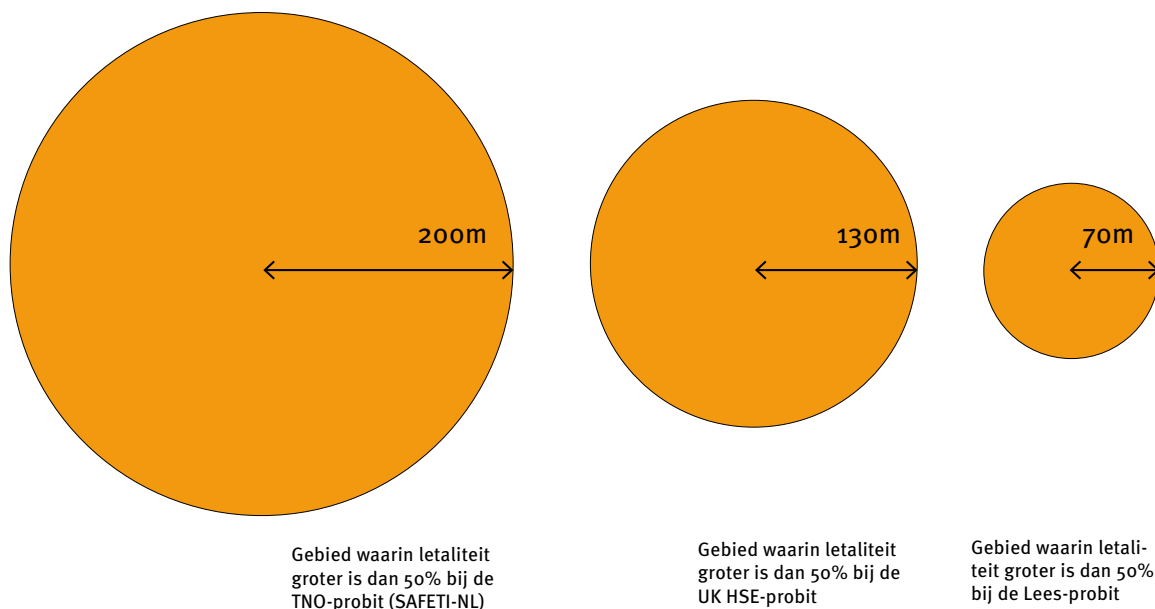


Figuur 3. De invloed van kleine variaties in de kans op een BLEVE bij een lossende LPG-tankauto (product van aantal verladingen, losduur en BLEVE-kans per tijdseenheid tijdens verlading) voor een standaard LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m^3 per jaar en verladende LPG-tankauto's die niet zijn voorzien van een hittewerende bekleding.

2 Variaties op de dosis-responsrelaties

In slachtofferberekeningen worden met dosis-responsrelaties (zogenaamde probit-functies) verbanden beschreven tussen blootstellingen enerzijds en overlijdenskansen anderzijds. Er bestaan verschillen tussen de diverse probit-functies die in de literatuur zijn vermeld; dit heeft te maken met de experimenten op grond waarvan ze zijn afgeleid. Er bestaat een aanzienlijke spreiding tussen de verschillende probits. De keuze voor een probit heeft daardoor invloed op de uitkomsten van berekeningen. De AGS heeft de letaliteit met verschillende probit-functies berekend voor een warme BLEVE bij een 26,7 ton LPG-tankauto. Naast de TNO-probit, die is geïmplementeerd in SAFETI-NL, zijn in deze evaluatie ook andere probits gebruikt, waaronder de probit die de HSE in het Verenigd Koninkrijk hanteert. In figuur 4 is aangegeven hoe groot het gebied zou zijn waarin een kans op overlijden van 50% bestaat met berekeningen met de verschillende probits.

In Bijlage IV worden in een grafiek ook afstanden aangegeven voor andere overlijdenskansen en is een nadere toelichting opgenomen (figuur 15, pagina 68). Uit de vergelijking blijkt dat de in Nederland gehanteerde benadering relatief pessimistisch is.²³



Figuur 4. Het gebied rond een 26,7 ton LPG-tankauto waarin de letaliteit bij een warme BLEVE groter is dan 50% volgens de TNO-probit, de probit zoals die in het Verenigd Koninkrijk (UK HSE) wordt gehanteerd en de probit van Lees.

VALIDITEIT: CORRECTHEID

De Adviesraad heeft diverse verbeterpunten gesignaleerd ten aanzien van de risicomodellering van de BLEVE. Deze hebben vooral betrekking op de scenario's en (de achtergronden van) de gehanteerde faalkansen:

1 Negeren van menselijke fouten en dergelijke

Voor de faalkans van een drukvat wordt in Nederland $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar aangehouden. Opvallend is dat in het Paarse Boek (PGS3, 2005: pagina 3.3) is vermeld dat deze kans met een factor tien verhoogd moet worden – met $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar – als standaard veiligheidsvoorzieningen²⁴ ontbreken of externe impacts (zoals bijvoorbeeld botsingen) en menselijke fouten (zoals overvullen) niet kunnen worden uitgesloten. In de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009) worden de faalkansbijdragen van externe impacts en menselijke fouten daarentegen genegeerd op basis van de veronderstelling dat standaard veiligheidsvoorzieningen aanwezig zijn: als ze ontbreken, moeten ze alsnog direct worden geïmplementeerd. De Adviesraad is van oordeel dat de faalkansbijdragen van externe impacts, corrosie en menselijk handelen niet zondermeer verwaarloosd mogen worden, zelfs als standaard veilig-

²³ De faalkansen van drukvaten die in Nederland worden gehanteerd zijn relatief optimistisch. De stelling dat verschillen in pessimisme en optimisme in de verschillende stappen van de risicoberekening elkaar compenseren, is niet verdedigbaar. Voor elke afzonderlijke stap moeten redelijke aannamen worden gedaan om te voorkomen dat er een onontwarbare kluwen van optimistische en pessimistische aannamen ontstaat.

²⁴ Welke voorzieningen onder deze standaard veiligheidsvoorzieningen worden verstaan, wordt niet nader toegelicht in het Paarse Boek.

heidsvoorzieningen aanwezig zijn. De Britse Health and Safety Executive (HSE) deelt deze beoordeling. Een hogere kans dient te worden aangehouden als daartoe aanleiding bestaat (HSE, 2004). Indien de in het Paarse Boek genoemde verhoging met $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar zou worden gehanteerd, dan zou de kans op catastrofaal falen met ongeveer een factor 10 toenemen (zie ook Bijlage III, pagina 57 en volgende).

2 Kans op ontsteking onjuist

De kans dat een BLEVE gepaard gaat met een vuurbal is afhankelijk van de kans dat de BLEVE wordt gevolgd door een directe ontsteking (als de tankinhoud brandbaar is, zoals bij LPG). Deze kans wordt in de voorgeschreven Nederlandse rekenmethode afhankelijk verondersteld van de uitstroomhoeveelheid. Dit is fysisch gezien onjuist. De kans op directe ontsteking is onder andere afhankelijk van de basisoorzaken van de BLEVE. De kans op directe ontsteking bij een mechanische impact is kleiner dan bij een omgevingsbrand. Bij een warme BLEVE is er altijd sprake van een directe ontsteking: er is immers brand (zie ook figuur 7 in Bijlage III, pagina 59).

In de Handleiding Risicoberekeningen Bevi²⁵ is deze onjuistheid als volgt gemotiveerd: “Er is voor gekozen om het onderscheid in de hoeveelheid te handhaven om zo goed mogelijk in overeenstemming te blijven met eerdere QRAs”. De Adviesraad leidt hieruit af dat men kennelijk op de hoogte is van de fysisch onjuiste modellering, maar dat er om beleidsmatige redenen voor is gekozen de uiteindelijke uitkomsten van de berekening niet te zeer te laten afwijken van eerdere berekeningen. Op pagina 35 wordt nader ingegaan op de verwevenheid van beleid en rekenarij.

3 Onjuiste aanname aanwezigheid veiligheidsmaatregelen

Bij het inschatten van de kans op een BLEVE door brand is de vraag of de damp ruimte dan wel de vloeistofruimte van de tank door de brand wordt aangestraald van groot belang. Als de damp ruimte wordt aangestraald, wordt de tankwand ter plaatse niet door vloeistof gekoeld zodat de wand lokaal sterk verzwakt. In de voorgeschreven risicomodellering is de kans op een BLEVE bij aanstraling van de damp ruimte gelijk gesteld aan één. Bij aanstraling van de vloeistofruimte is de kans op een BLEVE gelijk gesteld aan 0,1 omdat wordt aangenomen dat een BLEVE in 90% van de gevallen wordt voorkomen omdat veiligheids(overdruk)ventielen dan voor afblazen van de inhoud zorgen (RIVM-CEV, 2008 pagina 8). Deze veiligheidsmaatregel wordt verondersteld aanwezig te zijn bij het beoordelen van de vraag of een LPG-tankstation vergund kan worden c.q. moet worden gesaneerd. Dit is opmerkelijk omdat overdrukventielen niet worden verplicht door internationale richtlijnen²⁶ en niet alle LPG-tankauto's in de praktijk van een overdrukventiel zijn voorzien (OVV, 2006). De Vereniging Vloeibaar Gas deelt mee dat de LPG-tankauto's van de aangesloten leden wel voorzien zijn van overdrukventielen²⁷. Deze maatregel is echter niet verplicht. Voor een te berekenen risico bij een LPG-tankstation kan het risico van lossende LPG-tankauto's zonder overdrukventiel zodoende worden onderschat.

4 Onjuist scenario

De scenario's die in de gebeurtenissenboom zijn opgenomen, zijn niet correct. In de tak van directe ontsteking zijn ook fenomenen opgenomen die alleen plaats kunnen vinden bij vertraagde ontsteking (zie figuur 7, pagina 59 in Bijlage III). Voorts wordt

²⁵ RIVM, 2009 Module C, pagina 103.

²⁶ Het ADR (Accord Européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route) en richtlijn 94/55/EG (Richtlijn 94/55/EG van de Raad van 21 november 1994 betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der Lid-Staten inzake het vervoer van gevaarlijke goederen over de weg).

²⁷ Mededeling van Dhr F. Melcher de Leeuw (directeur VVG) op 8 maart 2010.

bij ingeterpte LPG-druktanks het warme BLEVE-scenario in de voorgeschreven rekenmethodiek uitgesloten omdat de tank niet kan worden aangestraald door een brand onder de tank of door een jet fire²⁸. Een koude BLEVE blijft echter mogelijk, bijvoorbeeld door corrosie of overvullen (zie ook pagina 59 in Bijlage III). Tenslotte wordt de kans op een BLEVE bij ingeterpte druktanks wel meegenomen maar worden de gevolgen vervolgens genegeerd (zie ook pagina 60 in Bijlage III). Deze modellerwijze heeft tot gevolg dat de kans op een explosie of wolkbrand wordt onderschat, omdat de aangehouden (conditionele) kans op een BLEVE ten koste gaat van de kans op deze andere fenomenen.

Tot slot

Ten aanzien van de effectmodellering zijn door de Adviesraad in de uitgevoerde evaluatie van de risicomodellering van de BLEVE geen tekortkomingen gesignaleerd. Het in de voorgeschreven methodiek gehanteerde TNO-model voor de vuurbal is een empirisch model. Dit model beschrijft in experimenten tot 2 ton LPG – de grootste experimenten die tot op heden zijn uitgevoerd – de vuurbaldiameter, de duur en de straling het best (Bagster & Pittblado, 1989; Cowley & Johnson, 1991). Opgemerkt wordt dat het TNO-model voor de vuurbal de experimenten op kleine schaal (tot 2 ton) goed beschrijft, maar er bestaan nog aanzienlijke onzekerheden met betrekking tot de opschaling naar in de praktijk gangbare opslagvolumes.

VALIDITEIT: VEILIGHEIDSRELEVANTIE

De veiligheidsrelevantie van de voorgeschreven rekenmethodiek Bevi is gering: de invloed van veiligheidsmaatregelen kan niet of slechts zeer beperkt inzichtelijk worden gemaakt. Dit geldt zowel voor verplichte (aanwezig veronderstelde) als voor mogelijk te treffen maatregelen. De relatie tussen de (on)veiligheid van een specifieke inrichting en het berekende plaatsgebonden risico en groepsrisico is daarmee zwak:

1 Geen honorering veiligheidsmaatregelen

Het generieke karakter van de gehanteerde faalkansen betekent dat veiligheidsmaatregelen niet of juist standaard (en mogelijk onterecht) worden gehonoreerd in risicoberekeningen. Zo betreffen de voorgeschreven faalkansen van drukvaten situaties zonder corrosie, vermoeiing door trillingen, menselijke fouten en externe impacts. Dit veronderstelt impliciet de aanwezigheid van voorzieningen, onderhoud, inspectie en managementsystemen die in werkelijkheid wellicht ontbreken.

2 Geen maatwerk voor inrichting

De modellering volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevi houdt geen rekening met verschillen in bijvoorbeeld de aanwezige expertise, veiligheidmanagementsystemen en noodvoorzieningen bij verschillende (typen) inrichtingen. Zo wordt de kans op een BLEVE met vuurbal voor een industriële procesinstallatie op dezelfde manier gemodelleerd als voor een LPG-tankstation.

3 Geen maatwerk voor blootstelling

Bij de berekening van de gevolgen van warmtestraling wordt standaard aangenomen dat een persoon na maximaal 20 seconden door vluchten is ontkomen aan directe warmtestraling, bijvoorbeeld door afscherming. Deze standaard vluchtduur doet geen recht aan de in werkelijkheid aanwezige mogelijkheden voor zelfredzaamheid. Deze kunnen van geval tot geval sterk verschillen, afhankelijk van kenmerken van de blootgestelde bevolking (de zelfredzaamheid van bejaarden is lager dan van

²⁸ RIVM, 2009 Module C, pagina 102.

jongeren) en van kenmerken van de omgeving, zoals de dichtheid van de bebouwing en de aanwezigheid van vluchtwegen. De Adviesraad heeft in een eerder advies al geconstateerd dat de voorgeschreven rekenmethodiek weinig tot geen houvast biedt voor analyses van de mogelijkheden voor zelfredding en hulpverlening (AGS, 2008a).

4 Sinds 2007 vooruitlopen op veiligheidswinst

De saneringsafstanden rondom LPG-tankstations zijn in 2007 teruggebracht van 110 m naar 40 m voor LPG-tankstations met een doorzet groter dan 1000 m³ per jaar²⁹. Deze verlaging berust op afspraken met de LPG-sector om de veiligheid te vergroten: het convenant LPG-autogas (VROM en VVG, 2005). Daarbij is met name het aanbrengen van een hittewerende coating op LPG-tankauto's van belang. Hoewel bevoegde gezagen hebben aangegeven dat er in de praktijk problemen bestaan ten aanzien van het afdwingen van het voeren van de coating op verladende LPG-tankauto's (VNG, 2009), verwacht het Ministerie van VROM dat het overgrote deel van de LPG-tankauto's in Nederland in augustus 2010 van een hittewerende bekleding zal zijn voorzien³⁰. Begin 2010 was een kwart van de ongeveer 30 LPG-tankauto's van leden van de Vereniging Vloeibaar Gas van een bekleding voorzien^{31,32}. Voor LPG-tankstations met een doorzet van 1000 m³ per jaar is de vraag of verladende LPG-tankauto's van een hittewerende bekleding zijn voorzien overigens nauwelijks van invloed op de ligging van de 10⁻⁶-contour (de afstand tot het vulpunt neemt volgens berekening met de voorgeschreven rekenmethodiek af van 50 m tot ongeveer 40 m als alle LPG-tankauto's van een bekleding worden voorzien, zie ook pagina 65 in Bijlage IV, figuur 10).

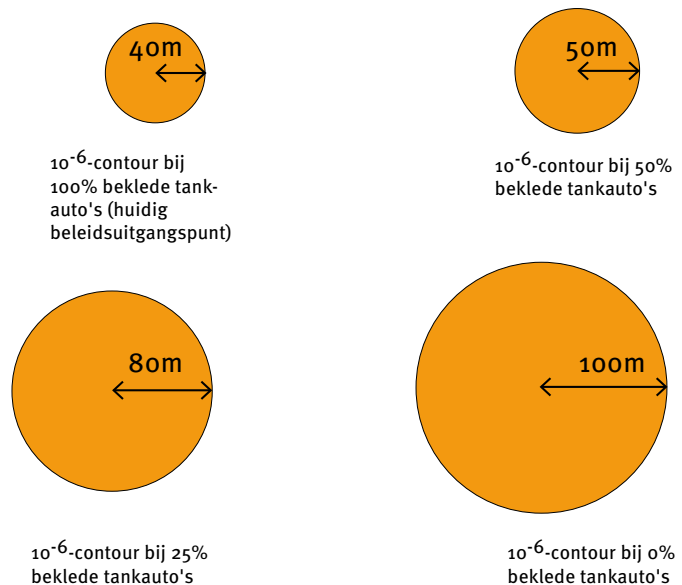
Voor tankstations met een hogere doorzet is de invloed van de hittewerende bekleding op de ligging van de 10⁻⁶-contour echter wel van belang. In een gevoeligheidsanalyse heeft de Adviesraad geconstateerd dat de verlaging van de saneringsafstand in het Revi van 110 m naar 40 m voor LPG-tankstations met een doorzet van 1500 m³ per jaar alleen gemotiveerd kan worden als een groot deel van de verladende tankauto's van een hittewerende bekleding is voorzien (zie figuur 5; in Bijlage IV is op pagina 66, figuur 12 het plaatsgebonden risico voor verschillende afstanden weergegeven). Het is dus van belang dat de wijziging van de saneringsafstanden in het Revi wordt heroverwogen als zou blijken dat het niet haalbaar is om alle LPG-tankauto's in Nederland van een hittewerende bekleding te voorzien.

²⁹ Wijziging Revi (Stcrt 2007, 66).

³⁰ Mededeling Dhr J. van Staalduine (Ministerie van VROM) tijdens de Klankbordgroepvergadering voor dit advies, gehouden op 16 november 2009.

³¹ Mededeling van Dhr F. Melcher de Leeuw (Vereniging Vloeibaar Gas) op 8 maart 2010.

³² Vanwege de problemen rond de invoering van de hittewerende coating heeft het Planbureau voor de Leefomgeving de schatting van het aantal huizen dat is gelegen binnen de 10⁻⁶-contouren van LPG-tankstations in 2009 sterk verhoogd naar circa 4.500 (PBL, 2009). In 2008 was het Planbureau nog uitgegaan van 1.800 woningen, vanwege het convenant LPG-autogas (PBL, 2008).



Figuur 5. Ligging van de 10⁻⁶-contour voor een standaard LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m³ per jaar bij verschillende percentages van de verladende tankauto's die van een hittewerende bekleding zijn voorzien.

Opgemerkt wordt dat de QRA-uitkomsten voor een LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m³ per jaar identiek zijn aan de uitkomsten voor een LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m³ per jaar als bij het laatstgenoemde tankstation wordt uitgegaan van een 50% langere verblijfsduur (45 minuten in plaats van de 30 minuten die volgens de voorgeschreven rekenmethodiek nodig zijn om de LPG te lossen³³). Afwijkingen van de standaard verblijfsduur hoeven niets te maken te hebben met het lossen van LPG, maar zijn wel van invloed op de hoogte van het risico.

DE GENERALISEERBAARHEID VAN DE BEVINDINGEN VOOR DE BLEVE

Hoewel de evaluatie gericht was op de risicomodellering van de BLEVE bij LPG-tankstations acht de Adviesraad zijn bevindingen exemplarisch voor de in Nederland voorgeschreven rekenmethodiek in brede zin. Zo zijn de achtergronden en hoogtes van de in Nederland gehanteerde faalkansen van drukvaten onafhankelijk van de vraag of een drukvat LPG of bijvoorbeeld chloor bevat. De verplicht te gebruiken rekenmethodiek is ongeschikt om veiligheidsmaatregelen af te wegen voor een specifieke inrichting en om mogelijkheden voor zelfredding en hulpverlening te analyseren. Ook kent de risicomodellering (scenariodefinitie, kansbepaling, effectmodellering en gevolgmodellering) voor verschillende incidenttypen en typen gevaarlijke stoffen (brandbaar, explosief, toxisch) een vergelijkbare problematiek. De onzekerheden in elk van de onderdelen van de risicomodellering zijn aanzienlijk, hetgeen niet alleen het geval is bij de BLEVE. Zo zijn de dosis-responsrelaties die het verband leggen tussen blootstellingsniveaus en slachtofferkansen voor toxische stoffen zeker zo onzeker als voor warmtestraling en is dispersie van toxische stoffen in een bebouwde omgeving zeer moeilijk te modelleren.

³³ De in de voorgeschreven rekenmethodiek gehanteerde 30 minuten verblijfsduur is benodigd voor het verpompen van (gemiddeld) 15 m³ LPG. Daarnaast dient nog een dertigtal handelingen te worden uitgevoerd door de chauffeur van de LPG-tankauto. Daarvoor is geen tijd toegevoegd in de voorgeschreven rekenmethodiek. Het gebruiken van uitsluitend de verladingsduur en niet de verblijfsduur van de tankauto op het LPG-tankstation, leidt tot onderschatting van het risico.

Beschouwing

In de in het vorige hoofdstuk beschreven evaluatie heeft de Adviesraad geconstateerd dat de huidige, voorgeschreven rekenmethodiek voor het verrichten van kwantitatieve risicoanalyse voor een BLEVE van LPG voldoende transparant is (pagina 23). Robuustheid ligt echter niet in de rekenmethodiek zelf besloten, maar is kunstmatig geïntroduceerd middels een beleidsmatige ingreep (unificatie) om de grote spreiding aan mogelijke uitkomsten bij gebruik van de methodiek te compenseren (zie pagina 24). Bovendien kent de rekenmethodiek beperkingen en onvolkomenheden ten aanzien van de verifieerbaarheid, correctheid en veiligheidsrelevantie (zie respectievelijk de pagina's 23, 27 en 29). In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de overwegingen die ten grondslag liggen aan de conclusies en aanbevelingen van het voorliggende advies.

DE SPANNING TUSSEN ROBUUSTHEID EN VEILIGHEIDSRELEVANTIE

Zoals besproken op pagina 19 en volgende vervult een QRA in het externe veiligheidsbeleid (idealiter) twee functies:

- Het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico ten behoeve van de beoordeling van vergunningaanvragen.
- Het verschaffen van inzicht in maatregelen die veiligheidsverhogend kunnen zijn in de specifiek te beoordelen situatie.

Voor de eerste functie is een QRA-instrumentarium met een hoge robuustheid gewenst. Dit houdt verband met de rol die QRA-uitkomsten in het Nederlandse externe veiligheidsbeleid spelen. Door de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico zijn QRA-uitkomsten immers direct van invloed op besluiten inzake de externe veiligheid. Een hoge robuustheid kan voorkomen dat elk besluit kan worden aangevochten door de uitkomsten van de onderliggende QRA te betwisten.

Voor de tweede functie is de veiligheidsrelevantie van het QRA-instrumentarium van belang. Voor een gedegen inzicht in de omgevingsrisico's van een inrichting is het van belang dat een risicoanalyse recht doet aan zowel de eigenschappen van de beschouwde inrichting als die van de omgeving (zie ook pagina 29). Een enkel getal als uitkomst is daarvoor onvoldoende. Het verhogen van de veiligheidsrelevantie van de rekenmethodiek vereist een uitbreiding van het aantal dimensies van de uitkomsten van risicoberekeningen om terugkoppeling naar de praktijk mogelijk te maken. Het verrichten van maatwerk – in plaats van uitgaan van standaard installaties – heeft echter een negatief effect op de robuustheid van risicoberekeningen. Robuustheid en veiligheidsrelevantie zijn daarmee moeilijk verenigbaar in een enkele rekenmethodiek.

Door de unificatie is de robuustheid van het QRA-instrumentarium vergroot. Dat is vooral gedaan om het proces van vergunningverlening soepeler te laten verlopen. Een neveneffect van de unificatie is dat de veiligheidsrelevantie van het QRA-instrumentarium is afgenomen. In een gedegen externe veiligheidsbeleid is veiligheidsrelevante informatie echter onmisbaar: de QRA-praktijk verwordt anders tot een ritueel voor vergunningverlening. Diverse bedrijven (en brancheorganisaties) hebben gemeld geen gebruik van met de verplichte rekenmethodiek opgestelde QRAs te maken, anders dan voor vergunningaanvragen. Dat bedrijven andere methoden en modellen hanteren om de veiligheid van hun inrichtingen in beeld te brengen en te vergroten, is illustratief voor de beperkte veiligheidsrelevantie van de huidige voorgeschreven rekenmethodiek.

Voor de spanning tussen robuustheid en veiligheidsrelevantie van het QRA-instrumentarium bestaat geen eenvoudige technische oplossing. Het gesignaleerde gebrek aan veiligheidsrelevantie vraagt niet primair om modelaanpassingen. De oplossing moet naar het oordeel van de Adviesraad worden gezocht in een aanpassing van het beleid: ook aan de tweede functie van QRA, het verkrijgen van inzicht, moet invulling worden gegeven. Daarvoor bestaan op hoofdlijnen de volgende twee opties.

Ten eerste is een getrapte aanpak mogelijk waarin de resultaten van een zeer robuuste (maar weinig veiligheidsrelevante) kwantitatieve risicoanalyse in de plan- en besluitvorming worden ingebracht, naast de resultaten van een zeer veiligheidsrelevante (maar weinig robuuste) analyse. De uitkomsten van berekeningen met het robuuste QRA-instrumentarium kunnen dan, samen met de grenswaarde van het plaatsgebonden risico en de oriënterende waarde van het groepsrisico, worden opgevat als een eerste grove filter bij de beoordeling van vergunningaanvragen en ruimtelijke plannen. De resultaten van de locatiespecifieke analyse kunnen dan in de vorm van een advies over de maatschappelijke kosten en baten van maatregelen aan het bevoegd gezag worden ingebracht. Dit zou mogelijk zijn in het kader van de verantwoordingsplicht groepsrisico en geen grote beleidsaanpassing vergen. Locatiespecifieke analyses dienen dan te worden ingepast in het Besluit externe veiligheid inrichtingen. Het verhogen van de veiligheid vraagt om een tijdige inbreng van kennis (indien mogelijk al in de planvormingfase).

Ten tweede is een verdergaande aanpak mogelijk, waarin de oplossing wordt gezocht in een aanpassing van de wijze waarop vergunningaanvragen en ruimtelijke plannen worden beoordeeld. Door in de plan- en besluitvorming minder de nadruk te leggen op de toetsing van QRA-uitkomsten aan getalswaarden (grenswaarde PR en oriënterende waarde GR) kan het belang van robuustheid van het QRA-instrumentarium worden afgezwakt. Dat zou de introductie van een veiligheidsrelevanter QRA-instrumentarium mogelijk maken. Het risico zou in klassen kunnen worden ingedeeld of kans- en gevolklassen separaat worden beoordeeld. Ook zou het transport van en naar een inrichting in samenhang met de veiligheidsbeoordeling van de inrichting kunnen worden beschouwd. Zo zou een procedure voor het opstellen van gebiedsvissies kunnen worden ontwikkeld die meer nadruk legt op de dialoog tussen belanghebbenden. QRA-uitkomsten kunnen dan vooral in relatieve zin worden gebruikt, voor het inzichtelijk maken van de verschillen tussen alternatieven. In het volgende hoofdstuk worden voorbeelden gegeven van buitenlandse ervaringen met deze aanpak. Omdat geschillen bij een benadering die de nadruk legt op dialoog niet ondenkbaar zijn, zou deze aanpak vragen om een onafhankelijk, gezaghebbend orgaan dat – indien nodig – als arbiter kan optreden. Deze arbiter kan een instantie zijn zoals de Health and Safety Executive in het Verenigd Koninkrijk.

Berekeningen die worden uitgevoerd met het voorgeschreven QRA-instrumentarium zijn gekoppeld aan getalsmatige criteria in het beleid op het terrein van externe veiligheid (PR en GR). Modelaanpassingen kunnen zodoende grote consequenties hebben voor de ruimtelijke ordening en de bedrijvigheid. In de bestaande ambtelijke praktijk voor aanpassingen binnen het voorgeschreven QRA-instrumentarium wordt daarom niet zozeer de nadruk gelegd op de wetenschappelijke merites van aanpassingsvoorstellen en de relatie met de werkelijkheid, maar vooral op de beleidsmatige consequenties. De verantwoordelijkheid voor modelaanpassingen is neergelegd bij het Centrum voor Externe Veiligheid (CEV), een onderdeel van het RIVM. Het CEV heeft daarbij te maken met de technisch-inhoudelijke inbreng van het zogenoemde Deskundigenoverleg Risicoanalyse (DORA) en met de beleidsmatige inbreng van het Directeurenoverleg Externe Veiligheid.

De Adviesraad is van oordeel dat het bestaande beleid onderzoek en ontwikkeling remt. De consequenties van veranderingen in uitgangspunten, aannamen en modelering staan (discussie over) fundamentele vernieuwing van het QRA-instrumentarium in de weg. Via het DORA bestaat weliswaar de mogelijkheid om knelpunten in de voorgeschreven risicomodellering onder de aandacht te brengen, maar de discussie beperkt zich daarbij tot onderdelen van de voorgeschreven rekenmethodiek. Hoewel via het DORA in principe wel incrementele verbetering van het voorgeschreven QRA-instrumentarium mogelijk is, bestaat binnen de randvoorwaarden van het bestaande beleid weinig ruimte voor (het bediscussiëren van) fundamentele modelaanpassingen.

De beperkte middelen voor onderzoek en ontwikkeling zijn illustratief voor de gedachte dat het QRA-instrumentarium af is en dat het nog slechts hoeft te worden beheerd. De Adviesraad verzet zich stellig tegen deze gedachte en acht het dan ook van belang dat oude uitgangspunten en nieuwe benaderingen vrijelijk ter discussie kunnen worden gesteld, zonder dat deze wordt gestuurd door een voorgeschreven risicomodellering of de beleidsmatige consequenties van nieuwe inzichten. Dit vereist een lossere koppeling tussen beleid en rekenmethodiek. Dat is niet alleen bevorderlijk voor het gericht kunnen investeren in verbetering van de veiligheid, maar ook voor het vasthouden van kennis. De Adviesraad vreest dat de achtergronden van de huidige risicomodellering, die nu al bij slechts weinigen bekend zijn, uit het oog zullen raken als degenen die de ontwikkeling van de huidige risicomodelering hebben meegemaakt, uit het veld verdwijnen. Deze tendens is inmiddels zichtbaar, zoals dit advies laat zien (pagina's 23 en 27). In eerdere adviezen (AGS, 2004; 2007) heeft de Adviesraad al in algemene zin betoogd dat kennis cruciaal is voor veiligheid.

Wanneer er een duidelijk onderscheid zou worden gemaakt tussen de *state of the art* op het gebied van risicoanalyse en de in Nederland voorgeschreven rekenmethodiek zou voorkomen kunnen worden dat beleidsmatige overwegingen de ontwikkeling van inzicht en kennis hinderen, zonder dat de uitvoering van het beleid grote nadelen hoeft te ondervinden van continu veranderende inzichten. In de praktijk ligt de nadruk echter vrijwel geheel op het beheer van de voorgeschreven rekenmethodiek.

Bij een duidelijke scheiding tussen onderzoek en ontwikkeling enerzijds en het beheer van het voorgeschreven pakket anderzijds zou sprake zijn van een 'ontwikkelingspoor' en een 'onderhoud en beheerspoor'. In het ontwikkelingspoor zou onderzoek

naar verbetering van de risicomodellering centraal staan, in het onderhoud- en beheerspoor het beheer van de voorgeschreven rekenmethodiek. Waar het eerste spoor gekenmerkt zou worden door dynamiek en een nadruk op validiteit (correctheid en veiligheidsrelevantie), zou het tweede worden gekenmerkt door stabiliteit.

Beide sporen zouden periodiek met elkaar in verband moeten worden gebracht om te beoordelen in hoeverre het voorgeschreven instrumentarium nog aansluit op verbeterde inzichten en benaderingen of dat een grootschaliger verbetering of zelfs vervanging van het instrumentarium wenselijk is. Beheer en onderhoud van het instrumentarium kennen een relatief korte tijdschaal (overleggen met tussenpozen in de orde van maanden)³⁴. Het spiegelen van de voorgeschreven werkwijze aan de resultaten van onderzoek en ontwikkeling zou op een grotere tijdschaal (in de orde van vijf jaar) kunnen plaatsvinden en kunnen leiden tot beleidsaanpassing.

In de huidige situatie is feitelijk alleen sprake van het beheer en onderhoud van het voorgeschreven QRA-instrumentarium. In periodieke evaluaties waarin de grondslagen van het QRA-instrumentarium worden beoordeeld in het licht van opgedane kennis en praktijkervaring, is in het huidige beleid niet voorzien.³⁵ Ook ontbreken momenteel de middelen voor onderzoek en ontwikkeling waarop dergelijke periodieke evaluaties gebaseerd zouden kunnen worden. Gezien de beperkingen die in dit advies gesignaleerd zijn, is daar grote behoefte aan.

EEN PARALLEL MET HET VERVOER VAN GEVAARLIJKE STOFFEN

In 2006 heeft de Adviesraad de resultaten gepubliceerd van een onderzoek naar de voorgeschreven methodiek voor de berekening van de omgevingsrisico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen (AGS, 2006). De Adviesraad concludeerde destijds dat deze rekenmethodiek (Risicoberekeningsmethode II of RBM II) onvoldoende transparant, verifieerbaar en robuust³⁶ was. Ook is geconstateerd dat RBMII slechts zeer beperkt bruikbaar was voor het afwegen van de mogelijkheden om de veiligheid te verhogen. Dit is nog steeds het geval.

De beperkingen van de voorgeschreven rekenmethodiek voor de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen zijn zeer actueel, gelet op de rol van de uitkomsten van risicoberekeningen bij de vaststelling van de basisnetten weg, water en spoor. Daardoor berust de vaststelling van de basisnetten weg, water en spoor in hoge mate op een cijfermatige exercitie, die op het eerste oog weliswaar duidelijkheid biedt aan de verschillende belanghebbenden, maar bij nadere beschouwing een grote spreiding aan mogelijke uitkomsten biedt.

³⁴ De tijdspanne is nu echter langer. Tussen het agenderen van een bepaald knelpunt in het DORA en het verwerken daarvan in de voorgeschreven rekenmethodiek verstrijkt veelal een periode van een tot twee jaar.

³⁵ De Minister van VROM heeft eind 2009 in de 'Negende voortgangsrapportage inzake het externe veiligheidsbeleid' aangeduid wat verstaan moet worden onder de toegezegde evaluatie van het groepsrisicobeleid (zie Kamerstuk 27801, nr 70): een onderzoek naar de gemeentelijke vertaling van het rijksbeleid in de uitvoeringspraktijk. De Adviesraad bepleit een meer basale evaluatie: ook de onderliggende technisch-wetenschappelijke inzichten moeten worden beoordeeld aan de hand van de door de AGS genoemde beoordelingscriteria.

³⁶ In het voorliggende advies zijn er criteria toegevoegd voor correctheid en veiligheidsrelevantie.

De Adviesraad ziet parallellen tussen beleidsontwikkelingen op het gebied van het vervoer van gevaarlijke stoffen en beleidsontwikkelingen op het gebied van stationaire inrichtingen. In beide gevallen wordt de aandacht in toenemende mate gericht op knelpunten in besluitvormingsprocessen in de uitvoering en processen van vergunningverlening. De relatie met de veiligheid lijkt daarbij secundair. De Adviesraad wil de problemen in besluitvorming en vergunningverlening zeker niet bagatelliseren, maar acht het wel zorgwekkend dat de tweede doelstelling van het inzetten van een QRA-instrumentarium, het verbeteren van veiligheid door het afwegen van veiligheidsverhogende maatregelen, niet adequaat geschiedt. Dit kan wellicht worden verklaard door het feit dat rampen en zware ongevallen met gevaarlijke stoffen zich zelden voordoen en uitvoeringsperikelen dagelijks worden ervaren, maar het dient de veiligheid niet.

De QRA-praktijk in internationaal perspectief

In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze enkele andere Europese lidstaten invulling hebben gegeven aan de Seveso II-richtlijn: het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Duitsland. Er bestaan diverse alternatieven voor (onderdelen van) de Nederlandse QRA-praktijk, waarin besluiten inzake de externe veiligheid in hoge mate worden gebaseerd op getalswaarden die worden verkregen met een overgesimplificeerde, voorgeschreven rekenmethodiek.

QRA EN EXTERNE VEILIGHEID IN HET VERENIGD KONINKRIJK: COMAH EN PADHI

In het Verenigd Koninkrijk speelt de Health and Safety Executive (HSE) een adviserende rol bij de vaststelling van ruimtelijke plannen en de beoordeling van vergunningaanvragen. In het kader van COMAH³⁷ dient het bevoegd gezag de HSE om advies te vragen bij de beoordeling van vergunningaanvragen voor inrichtingen. Hoewel de HSE slechts een adviserende rol heeft, is de positie van de HSE dusdanig dat zijn adviezen in de regel door het bevoegd gezag worden overgenomen. PADHI (Planning Advice for Developments near Hazardous Installations) is de naam van de methode die door de HSE wordt gehanteerd bij de advisering over ruimtelijke plannen (HSE, 2009; in Bijlage VI is deze methode nader toegelicht). Interessante aspecten in het externe veiligheidsbeleid in het Verenigd Koninkrijk betreffen de autonome positie van de HSE, het belang van kennis en ervaring bij de beoordeling van de veiligheid van inrichtingen, en de aparte beschouwing van de kwetsbaarheid van de omgeving.

¹ Bij de beoordeling van de veiligheid van inrichtingen wordt in het Verenigd Koninkrijk, anders dan in continentaal Europa, niet uitgegaan van een exacte definitie van aanvaardbaar risico of daarvan afgeleide regels. In plaats daarvan wordt bij de beoordeling van vergunningaanvragen voor inrichtingen uitgegaan van het ALARP-principe (As Low as Reasonably Practicable). Het ALARP-principe verplicht de *operator* om aan te tonen dat hij of zij redelijkerwijs alles heeft gedaan om het risico te beperken (HSE, 2001). In de risicoanalyses die toegesneden op de inrichting worden uitgevoerd, dienen de effectiviteit en kosten van maatregelen expliciet in beeld te worden gebracht. De Adviesraad acht met name de rol van kwantitatieve risicoanalyse in het debat tussen *operator* en HSE interessant, alsook de mogelijkheden die deze rol biedt om het potentieel van de QRA-methode beter te benutten.

³⁷ The Control of Major Accident Hazards Regulations 1999. De COMAH Regulations 1999 zijn op 30 juni 2005 aangepast (Control of Major Accident Hazards (Amendment) Regulations 2005).

QRA EN EXTERNE VEILIGHEID
IN FRANKRIJK: PPRT

- 2 Omdat de HSE een adviserende rol heeft, ondervindt de HSE bij de ontwikkeling van methoden voor de analyse van risico's geen rem op vernieuwing door de beleidsmatige consequenties van gewijzigde inzichten. Na ongevallen wordt er onderzocht of er aanleiding is de bestaande methoden bij te stellen. De HSE geeft dan ook aan zich te baseren op de meest recente inzichten bij het opstellen van adviezen in het kader van COMAH (HSE, 2009). De methode die de HSE hanteert bij de beoordeling van ruimtelijke plannen (PADHI) staat beschreven in diverse publicaties.
- 3 Bij de beoordeling van de aanvaardbaarheid van omgevingsrisico's houdt de HSE expliciet rekening met de kwetsbaarheid van de omgeving. De door de HSE gehanteerde uitwerking van het begrip kwetsbaarheid is niet zondermeer toepasbaar op de Nederlandse context (zie ook Bijlage VI).

Na het ongeval in Toulouse in 2001, waarbij 29 doden en meer dan 2400 gewonden vielen, is het Franse externe veiligheidsbeleid grondig herzien en zijn PPRTs (Plans de Prévention des Risques Technologiques) geïntroduceerd. Voor een nadere toelichting op de totstandkoming van een PPRT wordt verwezen naar Bijlage VI. Interessante aspecten van het PPRT betreffen het locatiespecifieke karakter van de risicoanalyses, de relevantie van de analyses voor beschouwingen van zelfredzaamheid en hulpverlening, de werkwijze met kans-, effect- en gevolgklassen, de aparte beschouwing van de kwetsbaarheid van de omgeving, de nadruk op de dialoog met belanghebbenden en de gebiedsgerichte aanpak.

- 1 Een PPRT wordt opgesteld op basis van de resultaten van EDDs (Études de Dangers). Een EDD is vergelijkbaar met het Nederlandse externe veiligheidsrapport (EVR), hoewel de risicoanalyse die ten grondslag ligt aan een EDD een groter locatiespecifiek karakter kent. De resultaten van de EDDs vormen de basis voor de beoordeling van de externe veiligheid in het kader van een PPRT. Dit betekent dat de beoordeling van de externe veiligheid berust op locatiespecifieke risicoanalyses die de basis vormen voor de beoordeling van de veiligheid van inrichtingen.
- 2 In de scenariodefinitie wordt onderscheid gemaakt tussen snelle en trage ongevalbelopen. Een scenario wordt aangemerkt als traag als er bij een ongeval voldoende mogelijkheden bestaan voor zelfredzaamheid en hulpverlening. Het gebied waarin bij de trage scenario's irreversibele effecten mogelijk zijn, wordt op een kaart weergegeven, voor zowel thermische, toxische als overdrukeffecten. Door deze werkwijze zijn de uitkomsten van de risicoanalyse direct bruikbaar voor analyses van de mogelijkheden voor zelfredzaamheid en rampenbestrijding. Zoals de Adviesraad in een eerder advies reeds heeft betoogd, biedt de huidige QRA in Nederland daarvoor onvoldoende houvast (AGS, 2008a).
- 3 In de risicoanalyse die ten grondslag ligt aan het PPRT wordt gewerkt met kans-, effect- en gevolgklassen. Bij de classificatie van kansen, effecten en gevolgen kunnen kwantitatieve, maar ook semikwantitatieve of kwalitatieve benaderingen worden gevolgd. Daarnaast worden de kansen en gevolgen van scenario's ook afzonderlijk gepresenteerd aan belanghebbenden.
- 4 Bij het opstellen van een PPRT wordt de kwetsbaarheid van de omgeving door deskundigen van de DDE (Direction Départementale de l'Équipement) geïnventariseerd, in samenwerking met lokale autoriteiten en andere lokale partners. Daarbij

wordt gekeken naar omwonenden, werknemers, cultureel erfgoed en natuur. De resultaten van de inventarisatie worden op een kaart geprojecteerd en bieden houvast bij het opstellen van ruimtelijke plannen.

- 5 Bij het opstellen van een PPRT ligt de nadruk op consultatie en dialoog.³⁸ De nationale overheid, industrie en lokale overheden zijn alle actief betrokken bij de vormgeving van een PPRT en dragen financieel bij aan de realisatie ervan. De uitkomsten van QRAs dienen als input voor de dialoog tussen de verschillende stakeholders waaronder ook werkers en omwonenden. QRA-uitkomsten worden ook in relatieve zin meegenomen in de besluitvorming, bij het afwegen van alternatieven en het stellen van prioriteiten.
- 6 Het opstellen van een PPRT is een arbeidsintensief proces. Om de benodigde inspanning te beperken, worden in principe alleen de zogenaamde *top tier* Seveso-inrichtingen in de analyses meegenomen. Op deze wijze wordt voorkomen dat per PPRT een zeer groot aantal inrichtingen moet worden beschouwd.
- 7 Een PPRT wordt niet opgesteld voor elke inrichting afzonderlijk maar voor een bepaald gebied. In dit gebied kunnen zich meerdere inrichtingen bevinden. Sommige maatregelen, zoals de aanleg van een bluswatervoorziening of uitbreiding van de hulpverleningscapaciteit, zijn veelal van nut voor verschillende risicobronnen. Hun kosteneffectiviteit blijkt dan pas als op een hoger schaalniveau wordt gekeken. Dit aspect is ook naar voren gekomen in een eerder advies van de Adviesraad dat zich richtte op de samenhang tussen risicobeleid en rampenbestrijding (AGS, 2008b).³⁹

EXTERNE VEILIGHEID ZONDER QRA IN DUITSLAND: TAA

In het federale Duitsland is het externe veiligheidsbeleid op verschillende bestuurlijke niveaus belegd. De Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit (TAA) van de Störfall-Kommission (2005) geeft daarbij aanwijzingen voor de aan te houden afstanden tussen inrichtingen en kwetsbare objecten (zie voor nadere toelichting Bijlage VI). Anders dan in Nederland, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk zijn de door de Störfall-Kommission voorgestelde afstanden niet gebaseerd op een expliciete beschouwing van ongevalkansen. De afstanden geven de grootte van het gebied aan waarbinnen nog juist onomkeerbare gezondheidseffecten optreden.⁴⁰ De Adviesraad is van oordeel dat een benadering waarin ook de kansen op ongevalscenario's worden meegenomen het beter mogelijk maakt om economie, ruimtelijke ordening en veiligheid te balanceren dan een deterministische benadering, zeker in het dichtbevolkte Nederland. Toch bevat de Duitse benadering interessante elementen.

³⁸ Het informeren en consulteren van burgers over omgevingsrisico's en veiligheidsmaatregelen is ook een belangrijk onderdeel van de Seveso II Richtlijn (art. 11, 12), de Europese richtlijn 96/82/EC van de Raad van 9 december 1996 betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken, na wijziging bij richtlijn 2003/105/EG van het Europees Parlement en de Raad.

³⁹ Na het uitbrengen van dit advies is in een interviewronde van de Adviesraad in december 2008 - januari 2009 geconstateerd dat door enkele veiligheidsregio's, zoals de Regio Twente, al wordt geëxperimenteerd met gebiedsgebonden (brandweer)advisering. Ook door bevoegde gezagen wordt geëxperimenteerd met gebiedsvisies ten aanzien van de externe veiligheid.

⁴⁰ De afstanden zijn bepaald aan de hand van bepaalde ongevalscenario's waarbij de maximale lekgrootte op (Duitse) historische gronden is gegeven. In Bijlage VI wordt een nadere toelichting gegeven.

Deze betreffen de grote aandacht die wordt gegeven aan de veiligheid van installaties en de mogelijkheid om bij meer informatie af te wijken van standaard afstanden en een gedetailleerdere methodiek toe te passen om afstanden te bepalen:

- 1 In het Duitse externe veiligheidsbeleid wordt sterk de nadruk gelegd op het BAT-principe (Best Available Technology): er wordt nagegaan in hoeverre de veiligheid van een inrichting kan worden vergroot door toepassing van de best beschikbare technologieën. Een aandachtspunt daarbij is dat de toepassing van een nieuwe, best beschikbare technologie zeer kostbaar kan zijn. In de praktijk moet dan ook een balans worden gevonden tussen de kosten en de veiligheidswinst van maatregelen. Toepassing van het BAT-principe betekent wel dat uitgebreid wordt bekeken in hoeverre de veiligheid van een specifieke inrichting kan worden verhoogd.
- 2 De TAA geeft aan dat de mogelijkheid bestaat om een systematische gevarenanalyse te verrichten als sprake is van ruimtelijke ontwikkelingen in de nabijheid van een bestaande inrichting, waarvoor de kenmerken van de specifieke installaties bekend zijn. Alhoewel deze uitgebreide analyse nog steeds deterministisch is (geen expliciete beschouwing van ongevalkansen), acht de Adviesraad de gedachte dat van een eenvoudige standaard werkwijze kan worden afgeweken als de daarvoor benodigde gegevens beschikbaar zijn, waardevol.

Conclusies

De beoordeling van de voorgeschreven rekenmethodiek is aan de hand van een aantal criteria uitgevoerd. Onderstaand worden de constatering dienaangaande kort samengevat. Daarnaast wordt geconstateerd dat het beleid meer veiligheidsrelevant dient te worden en dat de organisatie rondom aanpassingen in de voorgeschreven rekenmethodiek moet worden verbeterd teneinde de bestaande belemmeringen weg te nemen.

1 Forse tekortkomingen voorgeschreven methodiek

In het externe veiligheidsbeleid is één rekenmethodiek – de Rekenmethodiek Bevi – voorgeschreven voor het verrichten van risicoberekeningen ten behoeve van Wm- en Wro-vergunningverlening. De uitkomsten van deze berekeningen spelen een belangrijke rol in de plan- en besluitvorming door de wettelijk vastgelegde grenswaarde voor het plaatsgebonden risico en de oriënterende waarde voor het groepsrisico. Ten aanzien van de voorgeschreven rekenmethodiek concludeert de Adviesraad samenvattend het volgende:

- **Transparantie:** weliswaar is in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi uitgelegd waar de in het softwareprogramma SAFETI-NL gehanteerde modellen voor BLEVE op stoelen, maar er kleven belangrijke nadelen aan het voorschrijven van één rekenmethodiek.
- **Verifieerbaarheid:** de faalkansen blijken ten minste een orde van grootte (een factor tien) lager te liggen dan elders gebruikelijk (door eind jaren zeventig genomen beslissingen bij de start van de activiteiten op het gebied van risicoanalyse).
- **Robuustheid:** deze is kunstmatig hoog door beleidsmatig parameters en coëfficiënten vast te leggen in de voorgeschreven rekenmethodiek. Daardoor wordt verhuld dat kleine variaties in aannames of uitgangspunten vaak grote afwijkingen in ruimtebeslag en in PR en GR tot gevolg hebben. De voorschriften in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi verhullen zo de grote spreiding van mogelijke uitkomsten van de berekeningen.
- **Validiteit, correctheid:** de in de gebeurtenissenboom beschreven ongevalsscenario's voor de BLEVE van LPG zijn in fysisch-chemische zin niet goed gemodelleerd. Ook worden menselijke fouten en dergelijke genegeerd in de risicoberekeningen.
- **Validiteit, veiligheidsrelevantie:** met de rekenmethodiek kunnen niet of nauwelijks inzichten worden opgedaan waarmee de veiligheid kan worden verhoogd. Met het voorgeschreven QRA-instrumentarium is het vrijwel onmogelijk om inzichten op te

doen die van belang zijn voor de afweging van veiligheidsverhogende maatregelen.^{41, 42}

Bovenstaande constatering komen overeen met de resultaten van een eerder onderzoek naar de voorgeschreven methodiek voor het berekenen van de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen (AGS, 2006). Ook daar geven risicoberekeningen geen getrouw beeld van de veiligheid en de mogelijkheden om die te verhogen. Desondanks worden er besluiten op gebaseerd ten aanzien de basisnetten spoor, weg en water. In het externe veiligheidsbeleid zowel voor inrichtingen als transport wordt in toenemende mate de nadruk gelegd op knelpunten in het proces van vergunningverlening. De oorspronkelijke doelstelling van het beleid, het waarborgen van de veiligheid van burgers, lijkt daarbij uit het zicht te zijn verdwenen.

2 Beleid onvoldoende veiligheidsrelevant

In het huidige externe veiligheidsbeleid worden QRA-uitkomsten in absolute zin gehanteerd voor vergelijking met de grenswaarde van het plaatsgebonden risico en de oriënterende waarde van het groepsrisico. De kunstmatig hoge robuustheid van het QRA-instrumentarium legt echter beperkingen op aan de mogelijkheden om in risicoanalyses rekening te houden met onzekerheden en met lokale omstandigheden. Robuustheid en veiligheidsrelevantie zijn daarmee moeilijk verenigbaar in een enkel QRA-instrumentarium.

De beperkte veiligheidsrelevantie van het QRA-instrumentarium vraagt dan ook niet primair om verdere technische uitwerking, maar om bijstelling van het beleid. Daarvoor bestaan op hoofdlijnen twee mogelijkheden: (i) het aanvullen van de uitkomsten van een robuuste QRA met veiligheidsrelevante informatie die langs andere weg is verkregen, of (ii) het veranderen van de wijze waarop de plan- en besluitvorming inzake de externe veiligheid geschiedt (minder nadruk op een absoluut gebruik van QRA-uitkomsten, zoals in het buitenland vaak het geval is), waardoor er gewerkt kan worden met een minder robuust maar veiligheidsrelevanter QRA-instrumentarium. Tevens zou er meer aandacht moeten zijn voor de gevolgen van de keuze voor een bepaalde locatie op bijvoorbeeld het transport (aan- en afvoer).

3 Organisatie niet gericht op inzetten kennis en inzicht

De huidige organisatie en werkwijze belemmeren aanpassingen in de voorgeschreven rekenmethodiek op grond van nieuwe inzichten. De beleidsconsequenties van veranderingen in het voorgeschreven risicoberekeningmodel staan (discussie over) verbetering van het QRA-instrumentarium in de weg. De aandacht beperkt zich met name tot de uitvoeringaspecten van het rijksbeleid door gemeenten. Daarnaast is veiligheidswinst prematuur ingeboekt voordat veiligheidsmaatregelen zijn ingevoerd (hittewerende bekleding LPG-tankauto's).

De Adviesraad maakt zich in dit verband tevens zorgen over de ontwikkeling van inzicht en kennis en over het vasthouden daarvan. Er bestaat een reëel risico dat de achtergronden van het voorgeschreven QRA-instrumentarium, zoals de onderbouwing van faalkansen en andere parameters, volledig uit beeld raken.

⁴¹ Het voorgeschreven QRA-instrumentarium biedt ook weinig houvast voor analyses van zelfredzaamheid en mogelijkheden voor hulpverlening, zoals de Adviesraad reeds in een eerder advies heeft aangegeven (AGS, 2008a).

⁴² Naast de QRA dienen Brzo-plichtige bedrijven een veiligheidsrapport op te stellen. De informatie uit een veiligheidsrapport is echter slechts in zeer beperkte mate bruikbaar om het beeld van de veiligheid van een inrichting dat met behulp van de voorgeschreven rekenmethodiek wordt verkregen aan te vullen.

Aanbevelingen

Op basis van de bevindingen wordt het nodig geacht de aandacht voor veiligheid in het beleid te verhogen, de rekenkundige onderbouwing van besluitvorming ten aanzien van vergunningverlening en in de ruimtelijke ordening te verbeteren, de scheiding tussen het beleid op het gebied van EV en het beheer van het rekeninstrumentarium strikt te maken en de ontwikkeling van kennis te borgen.

1 Aandacht voor veiligheid in beleid en besluitvorming vergroten (strategisch niveau)

Gelet op de geconstateerde problematiek vraagt de Adviesraad de betrokken bewindslieden om de aandacht voor veiligheid in het beleid te vergroten (strategisch niveau). De balans is doorgeschoten naar de rekenarij met de voorgeschreven rekenmethodiek, waarbij een enkel getal maatgevend is geworden. Het risico bestaat dat de uitkomsten van berekeningen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico worden verward met absolute waarheden. De berekeningsresultaten zijn echter met grote onzekerheden omgeven en berusten op aannamen en uitgangspunten die niet altijd verifieerbaar of valide zijn. Volgens voorschrift uitgevoerde risicoberekeningen zullen veelal geen getrouw beeld te geven van de veiligheid.

De Adviesraad acht het voorts van belang dat bestuurders bij het beoordelen van vergunningen en ruimtelijke plannen verder kijken dan alleen de uitkomsten van de rekensom: de grenswaarde van het plaatsgebonden risico en de oriënterende waarde van het groepsrisico. Wat voldoet aan grens- en oriënterende waarden, is niet altijd verstandig. Deze problematiek speelt niet alleen bij de risico's van en ruimtelijke ontwikkelingen nabij stationaire installaties maar ook bij het vervoer van gevaarlijke stoffen (zie ook AGS, 2006). Daar komt nog bij dat vergunningverlening gescheiden wordt gezien van transport. Een integrale beschouwing vindt niet plaats. Ten aanzien van zowel de productie, de opslag als het vervoer van gevaarlijke stoffen lijkt het beleid vooral te zijn gericht op knelpunten in het proces van vergunningverlening in plaats van een gedegen afweging tussen economie, ruimtelijke ordening en de veiligheid van burgers.

Via de verantwoordingsplicht groepsrisico bestaat in principe de mogelijkheid om veiligheidsrelevante informatie mee te nemen in de plan- en besluitvorming. De Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (VROM, 2007) biedt daarvoor echter geen concreet houvast of voorstel. De Adviesraad beveelt daarom aan om methoden te ontwikkelen en beschikbaar te stellen waarmee veiligheidsrelevante informatie wel kan worden verkregen. Deze informatie dient dusdanig te zijn dat zij bestuurders inzicht verschaft in de mogelijkheden om de veiligheid te verhogen, waarbij de

onderstaand geschetste mogelijkheden voor verbetering van de besluitvorming en de onderbouwing ervan kunnen worden overwogen.

2 Instrumentarium voor onderbouwing besluitvorming verbeteren (tactisch niveau)

Ter verbetering van de rekenkundige onderbouwing van de besluitvorming adviseert de AGS de rekenmethodiek grondig te herzien (tactisch niveau). De spreiding in de resultaten van berekeningen is – al bij een kleine variatie van de aannames – groot en de relatie tussen de uitkomsten van risicoberekeningen en de veiligheid van inrichtingen is zwak. Het in Nederland voorgeschreven QRA-instrumentarium is daarmee onvoldoende geschikt voor het verkrijgen van inzicht in de omvang van risico's en de mogelijkheden om risico's te beperken.

Op termijn acht de Adviesraad voor een goede balans tussen economische activiteit enerzijds en veiligheid van werknemer en burger anderzijds verstrekkender hervorming van de besluitvorming ten aanzien van industriële veiligheid in relatie met gevaarlijke stoffen en van de Nederlandse QRA-praktijk nodig. Daarvoor ziet de Adviesraad – geïnspireerd door besluitvormingsprocedures in andere EU-lidstaten, die eveneens invulling hebben gegeven aan de Seveso II-richtlijn – verschillende mogelijkheden, waaronder:

- Door in planvormingsprocessen de nadruk te leggen op de dialoog tussen belanghebbenden kunnen de uitkomsten van risicoanalyses meer in relatieve zin worden gebruikt, voor het afwegen van opties en het stellen van prioriteiten. Hierdoor ontstaan wellicht mogelijkheden om de beperkingen van het huidige QRA-instrumentarium, die samenhangen met het absolute gebruik van QRA-uitkomsten in de bestuurlijke besluitvorming, weg te nemen. Om patstellingen te voorkomen, zou dan een gezaghebbende arbiter moeten worden geïntroduceerd. Daarnaast kan worden overwogen een gebiedsgerichte benadering te introduceren, die naar het oordeel van de Adviesraad mogelijkheden biedt om veiligheidsmaatregelen te treffen die op kleinere schaal wellicht niet haalbaar zijn.
- Door kans-, effect- en gevolklassen te hanteren kan beter recht worden gedaan aan de grote onzekerheden waarmee de uitkomsten van kwantitatieve risicoanalyses zijn omgeven. Van getalswaarden wordt nu dikwijls een nauwkeurigheid verondersteld die zij niet bezitten.
- Door in de risicoanalyse onderscheid te maken tussen snelle en trage ongevalsverlopen kan de hulpdiensten informatie worden aangereikt die bruikbaar is voor het opstellen van adviezen met betrekking tot de mogelijkheden voor zelfredzaamheid en rampenbestrijding. De uitkomsten van QRAs worden dan ook relevant voor de zogenoemde brandweeradviezen die in het kader van de verantwoordingsplicht groepsrisico worden opgesteld (zie ook AGS, 2008a).
- Door de kwetsbaarheid van de omgeving op kaarten weer te geven, worden planvormers beter in staat gesteld om bij het opstellen van ruimtelijke plannen rekening te houden met de externe veiligheid.
- Door de kansen en gevolgen van zware ongevallen ook los te presenteren, en deze niet direct te combineren tot een risicomaat (zoals een plaatsgebonden risico of groepsrisicocurve) kan planvormers waardevolle informatie worden aangereikt voor het beperken van het gevaar voor de omgeving. Daarbij is het van belang te beoordelen of bepaalde informatie vertrouwelijk dient te worden behandeld uit het oogpunt van beveiliging en kwaadwilligheid.
- Middels een Bayesiaanse benadering kunnen kennis- en statistische onzekerheden worden verwerkt in inschattingen van het plaatsgebonden risico en groeps-

risico. Op deze wijze kunnen onvruchtbare discussies over "het ware getal" worden vermeden en kan de grote gevoeligheid van de ligging van 10^{-6} -contouren voor de keuze van bepaalde rekenwaarden worden gereduceerd.

Benadrukt wordt dat de bovenstaande opsomming geenszins uitputtend is. De Adviesraad is voornemens om in een vervolgadvis nader in te gaan op de mogelijkheden voor aanpassing van de Nederlandse QRA-praktijk.

3 Beleid en beheer van het rekeninstrumentarium strikt scheiden (uitvoerend niveau) en ontwikkeling van kennis borgen

De Adviesraad vraagt aandacht voor de organisatie rondom het herzien van de rekenmethodiek (uitvoerend niveau). De AGS is van oordeel dat de huidige situatie voor het beheer van de voorgeschreven rekenmethodiek, waarin het RIVM prioriteiten stelt op basis van technisch-inhoudelijke voorstellen vanuit het DORA en beleidsmatige inbreng van het Directeurenoverleg Externe Veiligheid, weliswaar ruimte biedt voor incrementele modelaanpassingen, maar onvoldoende mogelijkheden biedt voor een periodieke en wanneer nodig fundamentele bijstelling van de rekenmethodiek op basis van nieuwe inzichten. De AGS signaleert tevens dat beleidsmatig veiligheidswinst prematuur is ingeboekt. Er dient dan ook een duidelijkere scheiding te worden aangebracht tussen het beheer van de voorgeschreven rekenmethodiek enerzijds en onderzoek en ontwikkeling anderzijds. Naast het dagelijkse beheer en onderhoud van het voorgeschreven instrumentarium moet een periodieke (bijvoorbeeld vijfjaarlijkse) evaluatie van het instrumentarium worden ingevoerd waarin de rekenmethodiek wordt beoordeeld op basis van nieuwe inzichten en praktijkervaringen. Daartoe dient allereerst een onderzoeks- en ontwikkelingsspoor te worden vormgegeven, waarbij de benodigde kennis niet alleen wordt versterkt, maar ook kan worden vastgehouden.

Literatuur

Abbasi T, Abbasi SA (2007). The boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE): Mechanism, consequence assessment, management. *Journal of Hazardous Materials*, 141: 489-519.

Abbasi T, Abbasi SA (2008). The boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE) is fifty ... and lives on! *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21: 485-487.

AGS (2004). Ruimte voor expertise. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen, Den Haag.

AGS (2006). QRA-modellering vervoer van gevaarlijke stoffen. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen, Den Haag.

AGS (2007). Veiligheid vereist kennis. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen, Den Haag.

AGS (2008a). Brandweeraanbevelingen in het kader van de verantwoordingsplicht groepsrisico: stand van zaken. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen, Den Haag.

AGS (2008b). Risicobeleid en rampenbestrijding: op weg naar meer samenhang. Adviesraad Gevaarlijke Stoffen, Den Haag.

Amendola A, Contini S, Ziomas I (1992). Uncertainties in chemical risk assessment: Results of a European benchmark exercise. *Journal of Hazardous Materials*, 29, 347-363.

Bagster DG, Pittblado RM (1989). Thermal Hazards in the Process Industry, *Chemical Engineering Progress*, 85(7): 69-75.

Beerens HI, Post JG, Uijt de Haag PAM (2006). The use of generic failure frequencies in QRA: the quality and use of failure frequencies and how to bring them up-to-date. *Journal of Hazardous Materials*, 130: 265-270.

Bush SH (1975). Pressure Vessel Reliability. *Transactions of the AMSE, Journal of Pressure Vessel Technology*.

Cowley LT, Johnson AD (1991). Blast and Fire Engineering Project for Topside Structures. F11. Oil and Gas Fires: Characteristics and Impact.

COVO Commission (1982). Risk analysis of six potentially hazardous industrial objects in the Rijnmond area, a pilot study; A report to the Rijnmond public authority.

Geerts R (2006). Waarop berust de risicozonering voor LPG-tankstations? Het kwantitatieve fundament van de externe veiligheidsregelgeving, *Tijdschrift Externe Veiligheid*. Jaargang 3, nr. 1.

HSE (2001). Reducing risks protecting people, HSE's decision making process.

HSE (2004). Planning Case Assessment Guide. Chapter 6K: Failure Rate and Event data for use within Risk Assessments.

HSE (2009). PADHI – HSE's Land Use Planning Methodology. Versie augustus 2009.

Hurst NW, Hankin RKS, Wilkinson JA, Nussey C and Williams JC (1992). Failure Rate and Incident Databases for Major Hazards, 7th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, Vol. 3, 143, 1-22, Taormina, Italy, 4-8 May.

IPO (1994). Handleiding voor het opstellen en beoordelen van een extern veiligheidsrapport. Project A73.

KPMG, TNO, ECORYS (2004). Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG. Gedeelde risico's: Externe veiligheid productieketens ammoniak, chloor en LPG. Hoofdrapport.

Lauridsen K, Kozine I, Markert F, Amendola A, Christou M, Fiori M (2002). Assessment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments, The ASSURANCE project, Final summary report. Risø National Laboratory.

Lees FP (1996). Loss prevention in the Process Industries-Hazard Identification, Assessment, and Control. Volumes 1-3, Butterworth-Heinemann, Oxford: 12/94-98.

Logtenberg T (1998). Derivation of failure frequencies for loss of containment cases. TNO Report MEP-R98/501.

NIBRA (2004). Coatings voor LPG-tankauto's. Verhallen, P., Aubel, P. (auteurs). Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding. Projectnummer 441N0055.

Nussey C (2006). Failure frequencies for major failures of high pressure storage vessels at COMAH sites: A comparison of data used by HSE and the Netherlands.

OVV (2006). Tankautobranden met gevaarlijke stoffen. Veiligheidsstudie. Onderzoeksraad voor Veiligheid. Den Haag, 17 november 2006.

PBL (2008). Milieubalans 2008. Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2009). Milieubalans 2009. Planbureau voor de Leefomgeving.

PGS1 (2005). Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en objecten door het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. Groene Boek. Voorheen CPR 16.

PGS2 (1997). Methods for the calculation of physical effects. Yellow Book. Voorheen CPR 14 E. Versie 3.

PGS3 (2005). Publication Series on Dangerous Substances (PGS3). Guidelines for quantitative risk assessment. Purple Book. CPR18e. Part I: establishments. Versie 3.

Phillips CAG, Warwick RG. (1969). A survey of defects in pressure vessels built to high

standards of construction and its relevance to nuclear primary circuits. UKAEA AHSB(S) R162.

RIVM (2001). Benchmark risk analysis models. RIVM rapport 610066015.

RIVM-CEV (2006). Onderbouwing effectiviteit van hittewerende coating; Invloed coating op ligging van plaatsgebonden risicocontour. Brief RIVM-CEV (CM van Luijk) aan Ministerie VROM. 452/06 CEV Mah/sij-1329, 20 december 2006.

RIVM-CEV (2008). QRA-berekening LPG-tankstations, versie 1.1 d.d. 29 mei 2008.

RIVM-CEV (2008a). Stappenplan groepsrisicoberekening LPG-tankstation (LPG-tankauto niet voorzien van hittewerende coating), versie 6 juni 2008.

RIVM (2009). Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 3.2 d.d. 1 juli 2009.

Smith TA, Warwick RG (1974). The second survey of defects in pressure vessels built to high standards of construction and its relevance to nuclear primary circuits. UKAE Safety and Reliability Directorate, SRD R30.

Smith TA, Warwick RG (1981). A survey of defects in pressure vessels in the UK for the period 1962-78, and its relevance to nuclear primary circuits. UKAE Safety and Reliability Directorate, SRD R203.

Störfall-Kommission (2005). Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit (TAA). Leitfaden. Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BmlSchG der SFK/TAA-Arbeitsgruppe “Überwachung der Ansiedlung”. SFK/TAA-GS-1.

Taylor JR (1998). Review of failure data for risk analyses, Version 1 Issue 1, Neste and Taylor Associates ApS, Glumsoe.

TKO (1996). RE-95-1. Versie 02-02-1996. KO-95, KO-96, KO-100.

TNO, ECORYS, KPMG (2004). Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG. Uitwerking oplossingsrichtingen fase 3. Eindrapport.

Uijt de Haag PAM, Gooijer L and Frijns PJMG (2008). Quantitative risk calculation for land use decisions: the validity and the need for unification. In: TM Kao, M Zio en V Ho (Eds.). International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management PSAM9, Hong Kong.

VNG (2009). Afspraken covenant LPG-autogas. Brief VNG (S Pijpstra) aan VROM (P Torbijn), BAMB/U200900283, 17 februari 2009. VROM en VVG (2005). Covenant LPG-autogas. 22 juni 2005.

VROM (2007). Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico. Versie 1.0.

Walls WL (1978). Just what is a BLEVE? Fire Journal: 46-47.

Bijlagen

BIJLAGE I ● Afkortingen

Bevi	Besluit externe veiligheid inrichtingen
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
CLIC	Comité Local d'Information et de Concertation
DRIRE	Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
EDD	Étude de Dangers
DDE	Direction Départementale de l'Équipement
GR	Groepsrisico
HSE	Health and Safety Executive
IPO	Inter Provinciaal Overleg
LPG	Liquified Petroleum Gas
PADHI	Planning Advice for Developments near Hazardous Installations
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques
PR	Plaatsgebonden risico
QRA	Quantitative Risk Analysis (kwantitatieve risicoanalyse)
Revi	Regeling externe veiligheid inrichtingen
RIVM-CEV	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Centrum voor Externe Veiligheid
STIIC	Service Technique Interdépartemental d'Inspection des Installations Classées
TAA	Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VVG	Vereniging Vloeibaar Gas
Wm	Wet milieubeheer
Wro	Wet ruimtelijke ordening

Definitie

Een BLEVE ontstaat door het bezwijken van een drukvat waarin zich een tot vloeistof samengeperst gas bevindt. De druk in het vat wordt bepaald door de dampspanning van de stof die hoort bij de temperatuur van de vloeistof. Wanneer de druk bij een gegeven tanktemperatuur boven de atmosferische druk ligt, zal – als de tankwand bezwijkt – de in de tank aanwezige vloeistoffase "oververhit" zijn en vrijwel instantaan naar atmosferische druk expanderen (zie ook Walls, 1978; Abbasi & Abbasi, 2007, 2008). De energie die nodig is om de vloeistof gedeeltelijk te verdampen, veroorzaakt afkoeling van de overblijvende vloeistof. De vrijwel instantane expansie zal de niet verdampte vloeistof meesleuren als kleine druppeltjes en een wolk vormen van een mengsel van vloeistof en damp.

In het kader van de modellering van de risico's van gevaarlijke stoffen (zie ook de gekleurde boeken) wordt de term BLEVE meer specifiek gehanteerd voor het bezwijken van een druktank met een brandbaar, onder druk vloeibaar gemaakt gas. Opgemerkt wordt dat een BLEVE dus niet kan optreden bij brandbare vloeistoffen onder hun kookpunt. Ook bij brandbare gassen kan geen sprake zijn van een BLEVE.

Oorzaken

Bij de opslag of het transport van tot vloeistof verdichte gassen kunnen twee oorzaken tot een BLEVE leiden. De eerste mogelijke oorzaak is brand/vlammen in contact met de tank. Hierdoor wordt de tankinhoud verwarmd en zal de druk toenemen (volgens het damp/vloeistof evenwicht). Tegelijkertijd kan lokaal de sterkte van de tankwand afnemen als gevolg van de temperatuuroptoe. De combinatie van verhoogde druk en (lokale) afname van sterkte zal er uiteindelijk toe leiden dat de tankwand bezwijkt. De tweede mogelijke oorzaak van een BLEVE is een mechanische impact (bijvoorbeeld botsing), waardoor de tankwand bezwijkt. De druk in de tank waarbij de stof in dat geval vrijkomt, kan lager zijn dan bij brand. Dat onderscheid leidt tot wat men wel een koude respectievelijk warme BLEVE noemt.

Gevolgen

Bij een BLEVE worden drie mechanismen onderscheiden, die kunnen leiden tot schade en letsel:

- 1 Allereerst is er een drukgolf, die vooral schade nabij de bron veroorzaakt (fysische explosie).
- 2 In het geval van aanwezigheid van brandbare stoffen in de tank en (directe) ontsteking volgt een vuurbal. Dit is het schadebepalende fenomeen met zeer grote – voor de mens fatale – hittestraaling over aanzienlijke afstand, afhankelijk van de omvang.
- 3 Het derde mechanisme betreft de scherfwerking. Brokstukken van de druktank kunnen over aanzienlijke afstanden worden weggeslingerd.

Uiteraard zijn de brandeffecten er alleen indien het een BLEVE betreft van een brandbare vloeistof, zoals hier het LPG. De schade kan leiden tot domino-effecten indien andere vaten met dezelfde of een andere gevaarlijke stof aanwezig zijn. Opgemerkt wordt dat er in geval van BLEVE door een brand geen sprake is van een (zogenaamde vrije) gaswolkexplosie. Voor de mechanisch geïnduceerde BLEVE kan dat wel het geval zijn: brandbare gassen dispergeren dan in de atmosfeer en vormen een brandbaar en explosief mengsel dat bij een ontsteking een gaswolkbrand en een explosie kan opleveren. Dat laatste hangt af van de mate van opsluiting van de gaswolk. Dit is het ongevalsscenario dat in Viareggio heeft plaatsgevonden, resulterend in meer dan 30 doden (spoorwegongeval d.d. 29 juni 2009).

BIJLAGE III ● Achtergrond Nederlands getal voor de kans op een BLEVE

In deze Bijlage wordt een overzicht gegeven van de achtergronden van de in Nederland gehanteerde BLEVE-kansen. Allereerst wordt beschreven op welke wijze de kans op een BLEVE volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009) dient te worden bepaald. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van de oorsprong van de in Nederland gehanteerde faalkansen van drukvaten. Deze historische schets geeft aan dat de faalkansen berusten op relatief oude casuïstiek en dat de hoogte van de faalkansen zonder gedegen onderbouwing in het verleden is verlaagd met een orde van grootte (factor tien) of meer. In het buitenland worden afwijkende, vaak hogere faalkansen gehanteerd. Tenslotte worden enkele fouten in de gebeurtenissenboom die in Nederland wordt gehanteerd bij het bepalen van de kans op een BLEVE besproken.

De in Nederland gehanteerde kansen op een BLEVE

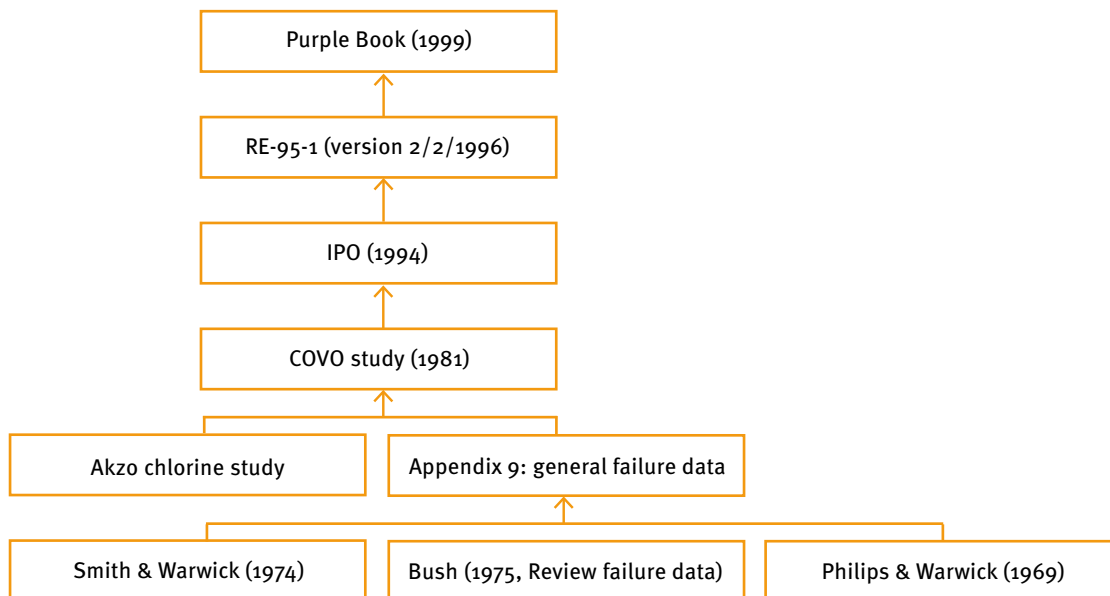
Volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009) dient de kans op een BLEVE met vuurbal bij een stationaire installatie te worden bepaald door de kans op het instantaan vrijkomen van een tot vloeistof verdicht, brandbaar gas te vermenigvuldigen met de kans op een directe ontsteking (zie ook figuur 7, aan het eind van deze bijlage). Bij stationaire inrichtingen wordt voor de kans op het instantaan falen van een drukvat uitgegaan van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar. Voor de vervolgcans op directe ontsteking wordt een waarde aangehouden die varieert van 0,2 (uitstroomhoeveelheid < 1000 kg) tot 0,7 (uitstroomhoeveelheid > 10.000 kg). De fractie die wordt gemodelleerd als BLEVE met vuurbal bedraagt 0,7. De in Nederland gehanteerde kans op een BLEVE met vuurbal varieert aldus van $0,7 \cdot 10^{-7}$ per jaar (< 1000 kg) tot $2,5 \cdot 10^{-7}$ per jaar (> 10.000 kg) voor stationaire inrichtingen.⁴³

Voor transportmiddelen op een inrichting wordt eveneens een kans van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar aangehouden voor het instantaan vrijkomen van de gehele tankinhoud (met verblijftijdcorrectie). Als een omgevingsbrand en/of mechanische impact niet kan worden uitgesloten, zoals bij een LPG-tankstation, wordt hiervoor een additioneel BLEVE-scenario toegevoegd (RIVM-CEV, 2008). Voor transporteenheden wordt voor de kans op een directe ontsteking na een instantane vrijzetting van de tankinhoud een kans van 0,4 (voor een tankauto) tot 0,8 (voor een ketelwagen) aangehouden. De fractie die wordt gemodelleerd als BLEVE is gelijk gesteld aan 1 (RIVM, 2009). De uiteindelijke kans op een BLEVE ten gevolge van verlading van een LPG-tankauto is volgens (RIVM-CEV, 2008) afhankelijk van de te lossen hoeveelheid en de verblijfsduur bij het LPG-tankstation.

De oorsprong van de in Nederland gehanteerde faalkansen voor drukvaten

De in Nederland gehanteerde faalkansen zijn in belangrijke mate gebaseerd op relatief oude casuïstiek (zie ook Logtenberg, 1998; Beerens et al., 2006). De faalkansen zijn via het Paarse Boek (PGS3, 1999), de documenten IPO-A73 (IPO, 1994) en RE-95-1 (TKO, 1996) en de COVO-studie (COVO Commission, 1982) te herleiden tot studies van Philips en Warwick (1969), Smith en Warwick (1974) en Bush (1975). In figuur 6 is de oorsprong van de in Nederland gehanteerde faalkansen voor drukvaten schematisch weergegeven. In de daarop volgende tekst wordt de herkomst en hoogte van deze kansen en de gebrekkige onderbouwing ervan nader toegelicht.

⁴³ De kans van $0,7 \cdot 10^{-7}$ per jaar volgt uit vermenigvuldiging van $5 \cdot 10^{-7}$ (instantane vrijzetting), 0,2 (directe ontsteking) en 0,7 (fractie gemodelleerd als BLEVE). Op analoge wijze is de kans van $2,5 \cdot 10^{-7}$ per jaar berekend: $5 \cdot 10^{-7} \times 0,7 \times 0,7 = 2,5 \cdot 10^{-7}$. De modellering voor industriële procesinstallaties vindt op dezelfde wijze plaats als die voor LPG-tankstations, ondanks verschillen in expertise, veiligheidsmanagement en noodvoorzieningen (zie ook pagina 29).



Figuur 6. De geschiedenis van de in Nederland gehanteerde faalkansen voor drukvaten (Beerens et al., 2006: 267).

De kans op catastrofaal falen in de COVO-studie (10^{-6} per jaar) is gebaseerd op de studies van Philips en Warwick (1969), Smith en Warwick (1974) en Bush (1975). Deze studies werden verricht met het oog op de veiligheid van kerncentrale-installaties en hadden vooral betrekking op stoomvaten (*built to Class 1 requirements*) en een beperkt aantal procesvaten. In de COVO-studie is door Cremer&Warner (de uitvoerder van de COVO-studie) vervolgens een faalfrequentie aangenomen door de waarden uit de bewuste studies met meer dan een orde van grootte te verlagen. Een gedegen onderbouwing voor deze reductie ontbreekt. Ook de voorzitter van COVO⁴⁴, tevens vertegenwoordiger van DCMR (de centrale milieudienst Rotterdam-Rijnmond), heeft hierbij destijds al kritische kanttekeningen geplaatst, zoals onderstaand wordt toegelicht.

De AGS heeft geprobeerd aan de hand van de beschikbare literatuur een reconstructie van de afleiding van faalkansen in de COVO-studie te maken. Dit levert een verwarrend beeld op. Appendix IX van de COVO-studie bevat een faalkansentabel waarin voor drukvaten de *base failure rates* staan genoemd voor een statische toestand zonder verhogende invloeden van vibratie, corrosie, temperatuurvariaties en menselijk falen. Behalve twee waarden van 10^{-6} per jaar voor "catastrophic failure" en 10^{-5} per jaar voor "serious leakage" zijn ook *ranges* genoemd van respectievelijk $6.3 \cdot 10^{-7}$ tot $4.6 \cdot 10^{-5}$ per jaar en $6 \cdot 10^{-6}$ tot $2.6 \cdot 10^{-3}$ per jaar. Deze zijn afkomstig van de genoemde studies maar een afleiding is niet gegeven. Lees (1996) geeft enige informatie over de in de COVO-studie genoemde Britse referenties. Met name

⁴⁴ COVO, Contactgroep Veiligheid Omwonenden, was een eind jaren zeventig ingestelde werkgroep voor het verrichten van een *pilot* risicoanalyse op zes *plants* in het Rijnmondgebied. De opdracht werd geïnitieerd door het Openbaar Lichaam Rijnmond. De stuurgroep bestond uit drie vertegenwoordigers vanuit departementen en tien vanuit de industrie. Tevens waren de Commissie Preventie van Rampen, TNO en later ook de Provincie Zuid-Holland en het RIVM vertegenwoordigd. De voorzitter was vertegenwoordiger van DCMR. De opdracht werd uitgevoerd door de Britse consultant Cremer&Warner, met contra-expertises van een Duitse en een Amerikaanse consultant.

de studie van Phillips en Warwick (1969) wordt besproken. Deze studie heeft 12.700 vervaardigde vaten beschouwd met een gebruik van 103.000 vat-jaren. 132 Vaten faalden, waarvan 7 catastrofaal en daarvan 4 door een verkeerde proceshandeling, 1 is er qua kwaliteit doorgeslipt bij de keuring na vervaardiging, en slechts 2 faalden door vermoeiing en vormden dus de basis voor de frequentiebepaling van catastrofaal falen. Bij de "potentially dangerous" door vermoeiing waren 62 gevallen relevant. Hieruit volgen waarden voor de faalfrequenties van respectievelijk $2 \cdot 10^{-5}$ /jr en $6 \cdot 10^{-4}$ /jr. Ofschoon Smith en Warwick (1974) hogere waarden aangeven, komt een verdere studie van deze zelfde auteurs (1981 SRD R203) weer op ongeveer de oudere waarden van Phillips en Warwick (1969) terug. Ook de termen voor de diverse wijzen van falen worden niet eenduidig gehanteerd over de verschillende studies. Waar de betekenis van de term "catastrophic" vergelijkbaar is met het in de COVO-studie gehanteerde begrip, is dit bij "potentially dangerous" (defecten/scheurtjes, vaak geen lek) versus "serious leakage" (gat van 50 mm) niet het geval. In de COVO-studie worden de genoemde frequenties nog fors neerwaarts bijgesteld. De waargenomen frequentie bij "catastrophic" wordt met een factor 20 gereduceerd tot 10^{-6} /jr en bij "serious leakage" met een factor 60 tot 10^{-5} /jr. Dit lijkt derhalve een erg ruwe schatting. De factor 20 bij catastrofaal falen verklaart Cremer&Warner (COVO-studie, p. 2-356) uit het feit dat slechts in 10-25% van faalgevallen catastrofaal falen optreedt. Dit spoort weer niet met Lees's beschrijving die tot een veel lager percentage komt (2/132). Tevens is de waarde van "serious leakage" bij toepassing in de risico-analyse vanwege de grote gatgrootte van 50 mm nog weer verder met een factor 3 verlaagd. Overigens heeft de vertegenwoordiger van DCMR in een commentaar (COVO-studie pp. 5-44, 5-45) op grond van een Duitse analyse aangegeven de door Cremer&Warner gehanteerde faalkansen zeker een factor 3 te laag te vinden.

De faalkansen in het document IPO-A73 zijn gebaseerd op de resultaten van de COVO-studie. Het catastrofaal falen van het drukvat is in IPO-A73 gedeeltelijk gemodelleerd als instantane uitstroming, als het uitstromen van de gehele tankinhoud in 10 minuten en als uitstroming door een gat met een effectieve diameter van 50 mm. Voor deze gebeurtenissen zijn kansen van respectievelijk $5 \cdot 10^{-7}$, $2,5 \cdot 10^{-7}$ en $2,5 \cdot 10^{-7}$ per jaar aangehouden (samen 10^{-6} per jaar). Voor lekkages is onderscheid gemaakt tussen een lek met een effectieve diameter van 50 mm (10^{-5} per jaar per leidingaansluiting) en lekkage door een lek met een diameter van 10 mm (10^{-5} per jaar per leidingaansluiting).

RE-95-1 is een overzicht van commentaar en voorstellen met betrekking tot IPO-A73, behandeld in het zogenaamde Technisch Knelpunten Overleg (TKO) van VROM. In RE-95-1 wordt catastrofaal falen voorgesteld als twee scenario's: instantaan falen ($5 \cdot 10^{-7}$ per jaar) en het vrijkomen van de gehele tankinhoud door een gat met een effectieve diameter van 50 mm of een continue uitstroming met een duur van 10 minuten ($5 \cdot 10^{-7}$ per jaar). In RE-95-1 wordt aangenomen dat lekkage door het afbreken van aansluitingen van tubelures en leidingen aan de tank al standaard is opgenomen in de faalkans van de toe- en afvoerleidingen naar het vat. Het scenario uit IPO-A73 met een kans van 10^{-5} per jaar per leidingaansluiting voor een lek met een effectieve diameter van 50 mm is daarmee komen te vervallen.

Het Paarse Boek is gebaseerd op RE-95-1. Ter vereenvoudiging zijn de twee scenario's voor catastrofaal falen gedefinieerd als instantane uitstroming ($5 \cdot 10^{-7}$ per jaar) en als volledige, continue uitstroming in 10 minuten ($5 \cdot 10^{-7}$ per jaar). Opvallend is dat in het Paarse Boek (PGS3, 2005: 3.3) is vermeld dat de genoemde faalkansen met $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar verhoogd moeten worden als externe impacts (zoals overstromingen)

en menselijke fouten (zoals overvullen) niet kunnen worden uitgesloten. In SAFETI-NL wordt deze correctie echter standaard genegeerd. Externe impacts vormen daarentegen een expliciet onderdeel van de faalkansen zoals die door de Britse HSE worden gehanteerd (tabel 1, onderstaand). De Adviesraad is eveneens van oordeel dat de faalkansbijdragen van externe impacts en corrosie niet zondermeer verwaarloosd mogen worden. Ervaring leert overigens dat door foutief menselijk handelen de faalfrequentie aanzienlijk wordt verhoogd (zie ook pagina 27).

Een uitgebreide literatuurstudie van Logtenberg (1998) toont dat de faalkansen van drukvaten met grote onzekerheden zijn omgeven: voor instantaan falen bedraagt de spreiding van gerapporteerde faalkansen een factor 1000 (13 bronnen). Logtenberg stelt voor om voor de kans op instantaan falen de mediaan te hanteren, ofwel 10^{-5} per jaar. Deze waarde is een factor 20 hoger dan de kans die momenteel in risicoberekeningen in Nederland wordt aangehouden ($5 \cdot 10^{-7}$ per jaar).

Parallel aan de Nederlandse ontwikkeling is er door HSE in het Verenigd Koninkrijk een database opgebouwd voor het falen van vaten met LPG. De eerste publicatie hiervan was in 1992 door Hurst *et al.* De waarde voor catastrofaal falen is gebaseerd op een studie van de LPG Transport Authority uit 1983 waaruit bleek dat naar schatting 280.000 vatjaren voorbij waren gegaan zonder catastrofaal falen (HSE, 2004). Op basis daarvan is een faalfrequentie $< 2,5 \cdot 10^{-6}$ per jaar bepaald. Een update van de studie uit 1992 gaf een faalfrequentie $< 9,4 \cdot 10^{-7}$ per jaar aan. In de beschouwde populatie waren echter vooral LPG-tanks met een inhoud van minder dan 1000 kg vertegenwoordigd. De generieke faalfrequentie van $2 \cdot 10^{-6}$ per jaar voor het catastrofaal falen van LPG-druktanks is derhalve door de HSE gehandhaafd.

Recentelijk is door Nussey (2006) een vergelijkende studie gedaan naar de Engelse en Nederlandse faalkansen van drukvaten (Paarse Boek). Deze kansen zijn in het Verenigd Koninkrijk een factor 10 hoger. Nussey concludeert dat niet zozeer de door de HSE aangehouden faalkansen hoog lijken, maar de Nederlandse faalkansen laag zijn. Door Taylor (1998) worden op basis van ervaringscijfers nog hogere faalkansen voorgesteld dan de kansen die de HSE hanteert.

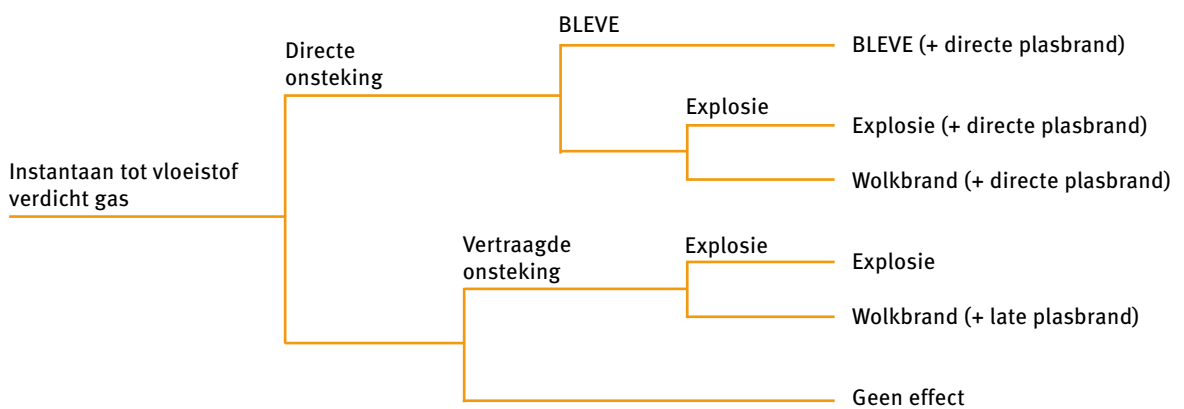
Type of failure	PB99 default	PB99 'complete'	HSE
Catastrophic	0.5	5.5	2 - 6
Large hole	0.5	5.5	5
Small hole	10	10	55
All types	11	21	62 - 66

Tabel 1. PB = Purple Book, 'complete' is inclusief verhoging van de faalkans met $5 \cdot 10^{-6}$ ten gevolge van externe impacts (zoals overstromingen) en menselijke fouten (zoals overvullen). Nussey, 2006.

Samenvattend stelt de Adviesraad vast dat de faalkansen die in Nederland worden voorgeschreven middels de Handleiding Risicoberekeningen Bevi in het verleden op onduidelijke gronden zijn verlaagd en – in lijn met het Verenigd Koninkrijk – minstens een factor tien hoger zouden moeten zijn.

De in Nederland gehanteerde gebeurtenissenboom onjuist

Om de kans op een BLEVE met vuurbal te bepalen wordt in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi uitgegaan van onderstaande gebeurtenissenboom (figuur 7). Het vertrekpunt bij deze gebeurtenissenboom is de kans op instantaan falen van een drukvat dat een tot vloeistof verdicht gas bevat. De kans op directe ontsteking wordt in de Handleiding afhankelijk verondersteld van de uitstroomhoeveelheid: de directe ontstekingskans is 0,2 voor uitstroomhoeveelheden kleiner dan 1000 kg, 0,5 voor uitstroomhoeveelheden van 1000 tot 10.000 kg en 0,7 voor uitstroomhoeveelheden groter dan 10.000 kg.



Figuur 7. Gebeurtenissenboom voor een instantane vrijzetting van een tot vloeistof verdicht, brandbaar gas volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (RIVM, 2009 pagina 17, figuur 4). Deze gebeurtenissenboom is niet juist.

De gebeurtenissenboom (figuur 7) en de gehanteerde kansen op ontsteking in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi zijn niet correct. Er zijn twee fundamentele onjuistheden:

- Een warme BLEVE ontstaat door barsten van het vat met instantaan vrijkomen. Bij brand rond de tank is er per definitie een directe ontsteking. Deze is niet afhankelijk van de hoeveelheid die vrijkomt, zoals wordt gesteld.⁴⁵
- In de tak van de directe ontsteking zijn ook een explosie en een wolkbrand opgenomen. Dit is onmogelijk: er is geen opmengen met lucht bij een directe ontsteking. Dit geldt voor een warme én een koude BLEVE.

Beide onjuistheden leiden tot een foutief lagere frequentie van een BLEVE.

Voorts wordt voor ondergrondse LPG-druktanks aangenomen dat een BLEVE niet kan optreden⁴⁶ omdat aanstraling door een omgevingsbrand vrijwel onmogelijk is. Een koude BLEVE is echter ook bij een ingeterpte druktank mogelijk, door bijvoorbeeld corrosie of overvullen.

⁴⁵ Dit is bekend, maar wordt om beleidsmatige redenen ontkend (zie ook pagina 28).

⁴⁶ RIVM 2009 Module C, pagina 102.

Tenslotte is de wijze waarop de BLEVE bij ingeterpte LPG-druktanks buiten beschouwing wordt gelaten⁴⁷ incorrect: de conditionele kans wordt niet gelijk aan nul verondersteld, maar het effect van de BLEVE wordt genegeerd. Dit leidt ertoe dat de conditionele kansen voor de andere incidenttypen die volgen op een instantane vrijzetting met directe ontsteking te laag worden verondersteld. Immers, als een BLEVE onmogelijk wordt geacht, dan is de kans op een ander incidenttype dan een BLEVE na een instantane vrijzetting met directe ontsteking gelijk aan één.

⁴⁷ RIVM, 2009 pagina 15 en pagina 18.

BIJLAGE IV • Gevoeligheidsanalyse

In deze Bijlage wordt een beschrijving gegeven van risicoberekeningen voor de kans op een BLEVE voor een “standaard LPG-tankstation” volgens de voorgeschreven rekenmethodiek⁴⁸. Vervolgens wordt de gevoeligheidsanalyse beschreven die door de Adviesraad is uitgevoerd. De resultaten tonen dat de ligging van de 10^{-6} -contour bij LPG-tankstations een grote spreiding kent: de afstand van de 10^{-6} -contour tot het vulpunt kan variëren van tientallen tot een honderdtal meters, afhankelijk van de (plausibele) aannamen die in de risicoberekening worden gedaan.

Risicoberekeningen voor een “standaard LPG-tankstation”

De Adviesraad heeft gevoeligheidsanalyses uitgevoerd voor een standaard Nederlands LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m^3 per jaar. De schematisatiegegevens zijn ontleend aan de RIVM-website⁴⁹. Controle van de uitkomsten van de risicoberekeningen voor verschillende doorzetten ($500 \text{ m}^3/\text{jaar}$, $1000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ en $1500 \text{ m}^3/\text{jaar}$) met de afstanden uit de Revi leverden slechts zeer beperkte verschillen (2-5 m). De uitgangspunten van de risicoberekeningen lijken daarmee in overeenstemming met de uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de afstandentabel in de Revi.

In tabel 2 is een overzicht opgenomen van de scenario's en kansen. Het LPG-tankstation omvat een opslagtank (ongevaltype O) met leidingwerk, een pomp met doorstroombegrenzer (ongevaltype P) en een losslang (ongevaltype L) welke laatste twee alleen in gebruik zijn tijdens een verlading. Daarnaast is sprake van een lossende tankauto (ongevaltypen T en B). Al deze componenten zijn op eenzelfde locatie verondersteld. De aangenomen lostijd bedraagt 0,5 uur. De aanwezigheidstijd is door het RIVM gelijk verondersteld aan de lostijd. Er is uitgegaan van 70 verladingen per jaar.

Scenario	Scenario-omschrijving	Kans	eenheid	Scenariokans na correcties en omrekening (per jaar)
O1	opslagvat instantaan falen 9.2 ton	$5,0 \cdot 10^{-7}$	per jaar	$5,0 \cdot 10^{-7}$
O2	opslagvat uitstroom in 10 minuten	$5,0 \cdot 10^{-7}$	per jaar	$5,0 \cdot 10^{-7}$
O3	opslagvat - 10 mm gat	$1,0 \cdot 10^{-5}$	per jaar	$1,0 \cdot 10^{-5}$
O4	vloeistofleiding - breuk 1.25”	$5,0 \cdot 10^{-7}$	per jaar per m	$5,0 \cdot 10^{-6}$
O5	vloeistofleiding - lek 0.125”	$1,5 \cdot 10^{-6}$	per jaar per m	$1,5 \cdot 10^{-5}$
O6	afleverleiding - breuk 1.25”	$5,0 \cdot 10^{-7}$	per jaar per m	$3,8 \cdot 10^{-5}$
O7	afleverleiding - lek 0.125”	$1,5 \cdot 10^{-6}$	per jaar per m	$1,1 \cdot 10^{-4}$
P1	pomp breuk begrenzer - 104 kg	$9,4 \cdot 10^{-5}$	per jaar	$3,8 \cdot 10^{-7}$
P2	pomp breuk falen begrenzer - 3”	$6,0 \cdot 10^{-6}$	per jaar	$2,4 \cdot 10^{-8}$
P3	pomp lek - 0.3”	$4,4 \cdot 10^{-3}$	per jaar	$1,8 \cdot 10^{-5}$
L1	losslang - breuk begrenzer 65 kg	$3,5 \cdot 10^{-6}$	per uur	$1,2 \cdot 10^{-5}$
L2	losslang - breuk falen begrenzer 2”	$4,8 \cdot 10^{-7}$	per uur	$1,7 \cdot 10^{-6}$
L3	losslang - lek 0.2”	$4,0 \cdot 10^{-5}$	per uur	$1,4 \cdot 10^{-3}$

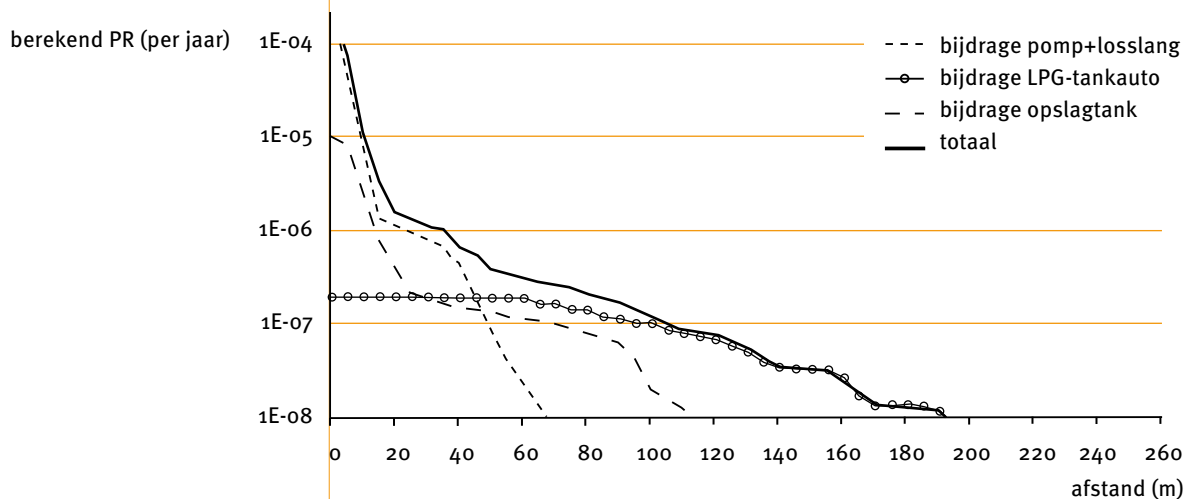
⁴⁸ QRA berekening LPG-tankstations. RIVM-CEV, 29 mei 2008.

⁴⁹ PSU-bestand van 29/2/2008, beschrijving van 29/05/08.

Scenario	Scenario-omschrijving	Kans	eenheid	Scenariokans na correcties en omrekening (per jaar)
T1	ta 100% instantaan falen	$5,0 \cdot 10^{-7}$	per jaar	$2,0 \cdot 10^{-9}$
T2	ta 100% falen grootste aansluiting	$5,0 \cdot 10^{-7}$	per jaar	$2,0 \cdot 10^{-9}$
B1	ta 100% lekkage verladen - BLEVE	$5,8 \cdot 10^{-10}$	per uur	$1,0 \cdot 10^{-9}$
B2	ta 100% andere brand - BLEVE 26,7ton	$2,0 \cdot 10^{-8}$	per verlading	$4,4 \cdot 10^{-9}$
B3	ta 67% andere brand - BLEVE	$2,0 \cdot 10^{-8}$	per verlading	$1,1 \cdot 10^{-8}$
B4	ta 33% andere brand - BLEVE	$2,0 \cdot 10^{-8}$	per verlading	$1,7 \cdot 10^{-8}$
B5	ta 100% impact - BLEVE 26,7 ton	$2,3 \cdot 10^{-9}$	per verlading	$5,4 \cdot 10^{-8}$
B6	ta 67% impact - BLEVE	$2,3 \cdot 10^{-9}$	per verlading	$5,4 \cdot 10^{-8}$
B7	ta 33% impact - BLEVE	$2,3 \cdot 10^{-9}$	per verlading	$5,4 \cdot 10^{-8}$

Tabel 2. Uitgangspunten risicoberekening LPG-tankstation volgens het RIVM (RIVM-CEV, 2008). (ta = LPG-tankauto).

In Figuur 8 zijn de bijdragen van de verschillende componenten van het LPG-tankstation aan het plaatsgebonden risico (PR) getoond. Op korte afstand leveren de pomp en de losslang een dominante bijdrage aan het PR. De kans op een ongeval met pomp of losslang is namelijk groter dan de kans op een ongeval met opslagtank of tankauto; voor de effectafstanden geldt het omgekeerde. Op grotere afstand zijn vooral de bijdragen van de opslagtank en de tankauto van belang. In de uitgangssituatie ligt de 10^{-6} -contour op ongeveer 35 – 40 m van het vulpunt.



Figuur 8. De volgens de rekenmethodiek berekende opbouw van het PR voor een LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m^3 , waarbij is uitgegaan van de sinds 2007 geldende beleidsmatige werkelijkheid⁵⁰ dat 100% van de lossende LPG-tankauto's een hittewerende coating heeft (naar verwachting van het Ministerie van VROM in de loop van 2010 gerealiseerd).

⁵⁰ Wijziging Revi (Stcrt 2007, 66).

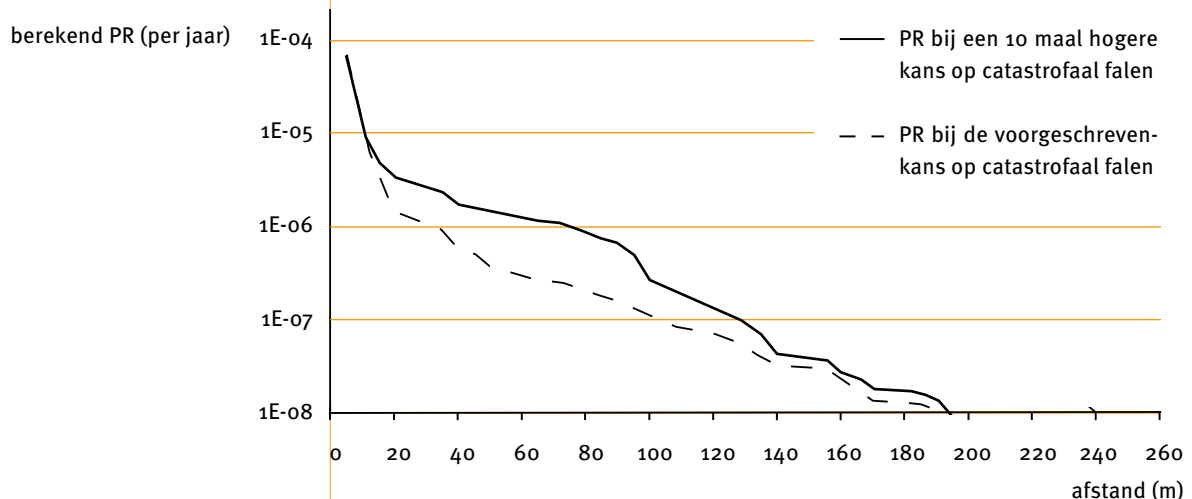
Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheid van de uitkomsten voor onzekerheden is onderzocht door een gevoeligheidsanalyse uit te voeren. Daartoe is steeds de waarde van één variabele gevarieerd en zijn alle overige parameterwaarden gelijk gehouden aan de uitgangssituatie. De volgende variabelen zijn beschouwd:

1. De kans op catastrofaal falen
2. De aanwezigheid van een hittewerende coating
3. Het aantal verladingen en de BLEVE-kans per verlading
4. De relatie tussen blootstelling en letaliteit (probit)

1 De kans op catastrofaal falen

De term catastrofaal falen wordt gebruikt om instantane uitstroming (standaard kans $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar) en volledige, continue uitstroming in 10 minuten (standaard kans $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar) te omschrijven⁵¹. Figuur 9 toont het effect van een verhoging van de kans op catastrofaal falen met een factor 10 op de hoogte van het plaatsgebonden risico, waardoor deze stijgt tot een hoogte van $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar voor instantane uitstroming en $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar voor continue uitstroming in 10 minuten.



Figuur 9. Het effect van variatie van de kans op catastrofaal falen op het plaatsgebonden risico.

Bij een factor 10 hogere kans op catastrofaal falen neemt de afstand van de 10^{-6} -contour tot het vulpunt toe van circa 35 - 40 m tot circa 80 m. Deze toename wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de toename van de kans op een ongeval met de opslagtank (scenario's O1 en O2). De invloed van de aanpassing op de bijdrage van de tankauto aan het PR is zeer beperkt (scenario's T1 en T2). Dit is het gevolg van de correctie die wordt toegepast voor de verblijfsduur van de LPG-tankauto op het LPG-tankstation.

2 De aanwezigheid van een hittewerende coating

In 2007 heeft de Minister van VROM de saneringsafstanden sterk verlaagd: de

⁵¹ RIVM, 2009 Module C, pagina 28.

afstand waarbij wordt voldaan aan de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar is in dat jaar verlaagd van 110 m naar 40 m voor LPG-stations met een doorzet groter dan 1000 m^3 per jaar⁵². Deze sterke verlaging berust op de aanname dat in de toekomst verladende tankwagens zouden zijn uitgerust met een hittewerende coating, zoals is afgesproken in het Convenant LPG-autogas (VROM & VVG, 2005). Een recente brief van bevoegde gezagen (VNG, 2009) geeft echter aan dat er in de praktijk grote problemen bestaan ten aanzien van het realiseren van de coating op LPG-tankauto's. Begin 2010 is er bij zes tot acht van de ongeveer dertig LPG-tankauto's van leden van de Vereniging Vloeibaar Gas een bekleding⁵³ aangebracht. Het is de bedoeling dat voor het eind van 2010 alle LPG-tankauto's voorzien zijn van deze bekleding, ook tankauto's van niet-leden. Vanaf 1 januari 2011 wordt het verplicht beklede tankauto's te gebruiken voor het lossen op LPG-tankstations. Een aanpassing van het Besluit LPG-tankstations is daarvoor nodig⁵⁴. In de gevoeligheidsanalyse heeft de AGS onderzocht wat de invloed van variatie van de kans op aanwezigheid van een coating is op het plaatsgebonden risico.

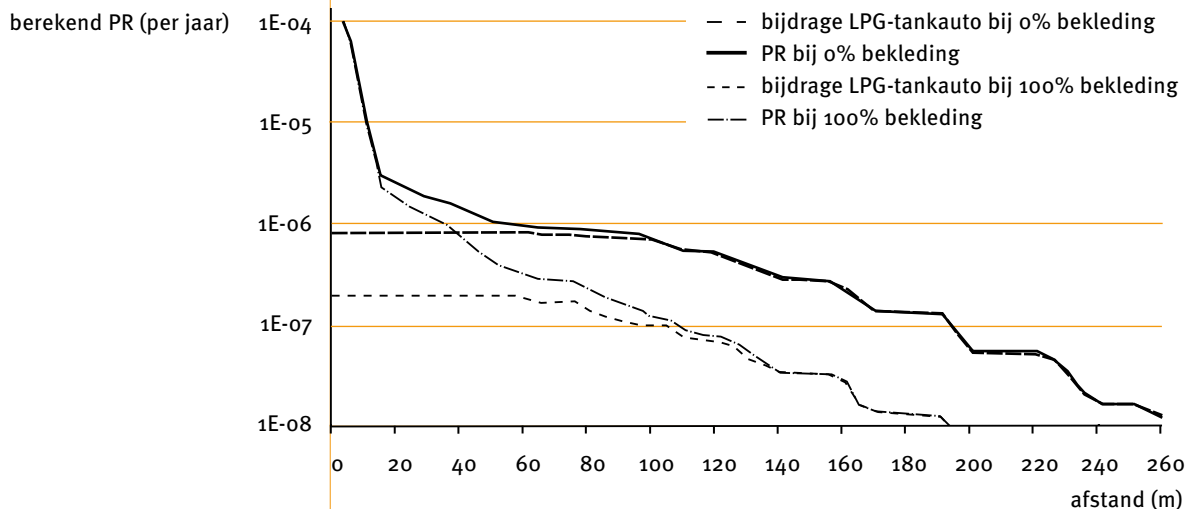
Het effect van de bekleding in de uitgangssituatie valt in de voorgeschreven modellering uiteen in twee delen: een kans van 0,05 dat een tank ondanks de hittewerende bekleding faalt (door niet tijdige inzet van de brandweer) en een kans van 0,19 – 0,73 dat de tank wordt aangestraald op de vloeistofzijde van de druktank (afhankelijk van de vulgraad van de tank; als namelijk de vloeistofzijde van de tank wordt aangestraald zal de tankinhoud de wand koelen en lokale verzwakking van de wand voorkomen). In de gevoeligheidsanalyse is door de AGS gekeken naar het plaatsgebonden risico als 0% of 100% van de verladende tankauto's van een hittewerende bekleding is voorzien. Voor een LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m^3 per jaar blijkt de hittewerende bekleding volgens de voorgeschreven rekenmethodiek slechts zeer beperkt invloed te hebben op de positie van de 10^{-6} -contour: de afstand van de contour tot het vulpunt bedraagt zonder bekleding ongeveer 50 m, in plaats van ongeveer 35 – 40 m (figuur 10). Deze beperkte gevoeligheid houdt verband met de kans op een ongeval met een LPG-tankauto bij een tankstation met een doorzet van 1000 m^3 per jaar.

Het blijkt dat de gevoeligheid voor de aanwezigheid van een hittewerende bekleding sterk toeneemt bij hogere doorzetten, wanneer berekeningen volgens de voorgeschreven methodiek worden uitgevoerd. Daarom is ook de invloed van de hittewerende bekleding op de ligging van de 10^{-6} -contour in beeld gebracht voor een LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m^3 per jaar. In figuur 11 zijn de bijdragen van de verschillende onderdelen van een LPG-tankstation aan het plaatsgebonden risico getoond, uitgaande van een standaard LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m^3 per jaar waar geen van de verladende LPG-tankauto's van een hittewerende bekleding is voorzien, zoals nu nog vaak het geval is. De afstand van de 10^{-6} -contour tot het vulpunt bedraagt in dit geval ongeveer 100 m. In de figuur is ook te zien dat een geringe daling van de kans op een ongeval met een LPG-tankauto de positie van de 10^{-6} -contour sterk zou beïnvloeden.

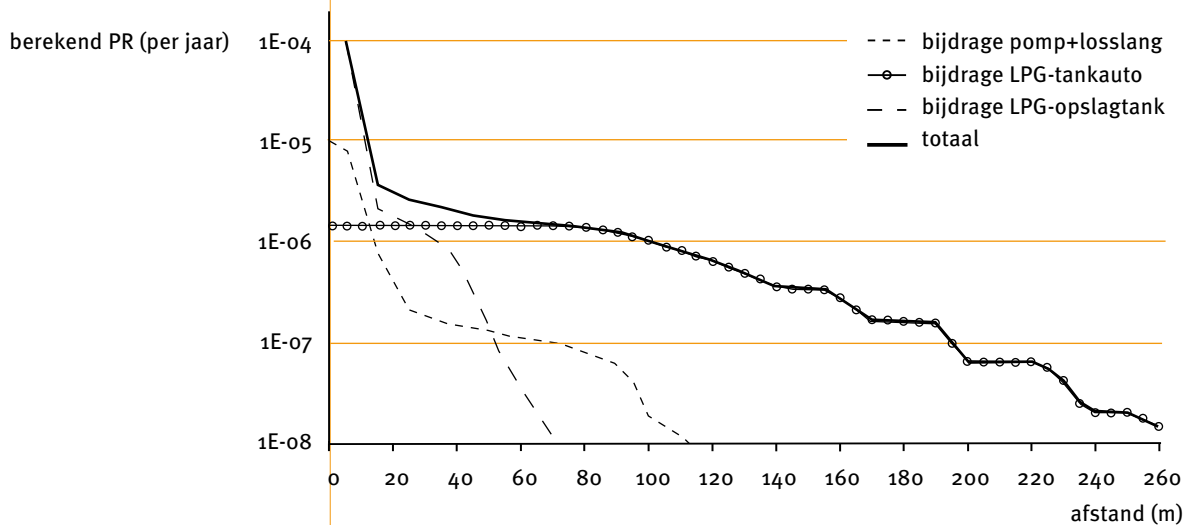
52 Wijziging Revi. Stcrt 2007, 66.

53 In 2009 zijn door TNO tests uitgevoerd met een hittewerende bekleding van silica dekens in plaats van de eerder voorziene epoxy coating van de tankwand (TNO projectnummer 034.74471/01.02). TNO concludeert dat deze bekleding 75 minuten lang bescherming biedt tegen brand.

54 Tankstations die beschikken over een zeer grote sprinklerinstallatie kunnen daarvan worden uitgezonderd (mededeling Vereniging Vloeibaar Gas).

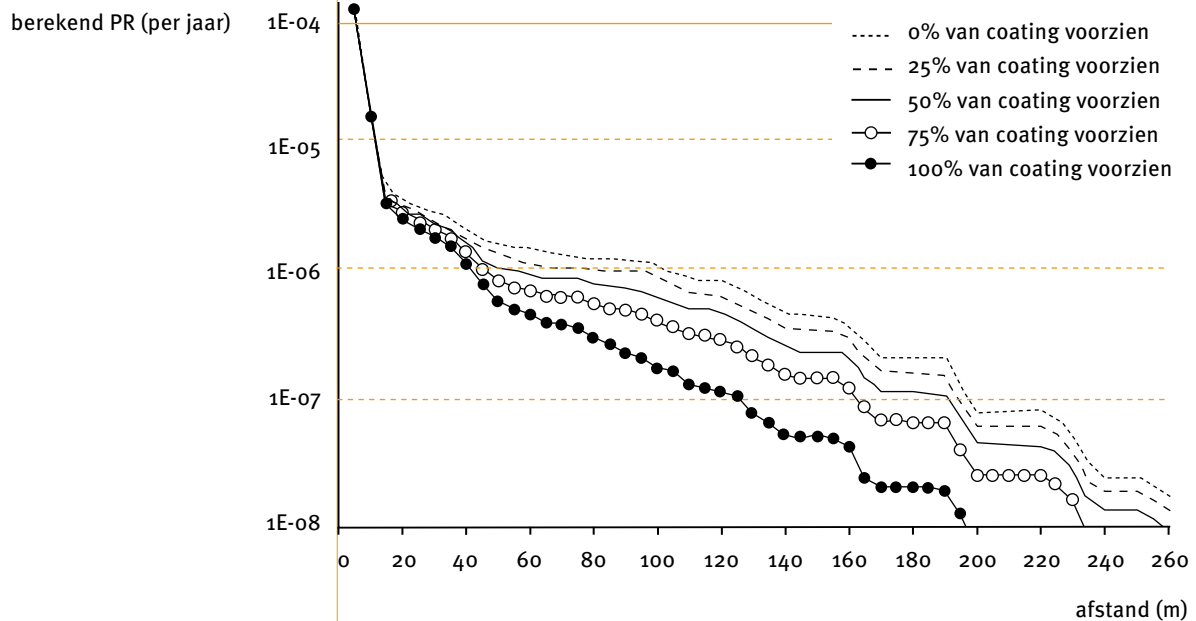


Figuur 10. De bijdrage van lossende LPG-tankauto's met en zonder hittewerende bekleding aan het plaatsgebonden risico rond een LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m³ per jaar.



Figuur 11. De opbouw van het PR voor een standaard LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m³ per jaar en LPG-tankauto's die niet van een hittewerende bekleding zijn voorzien. In figuur 12 is de situatie weergegeven waarbij de bekleding al dan niet bij een deel van de LPG-tankauto's is aangebracht. In figuur 8 is een standaard LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m³ per jaar weergegeven.

Figuur 12 (zie pagina 66) toont de invloed van het percentage beklede tankauto's op de hoogte van het plaatsgebonden risico als functie van de afstand tot het vulpunt voor een LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m³ per jaar. Als alle verladende LPG-tankauto's van een hittewerende bekleding zijn voorzien, bedraagt de afstand van de 10⁻⁶-contour van het vulpunt ongeveer 40 m. Als 50% van de verladende LPG-tankauto's van een bekleding is voorzien, bedraagt deze afstand ongeveer 50 m. Als 25% van een bekleding is voorzien, bedraagt de afstand van de 10⁻⁶-contour tot het vulpunt ongeveer 80 m. Bij 0% beklede LPG-tankauto's bedraagt deze ongeveer 100 m.

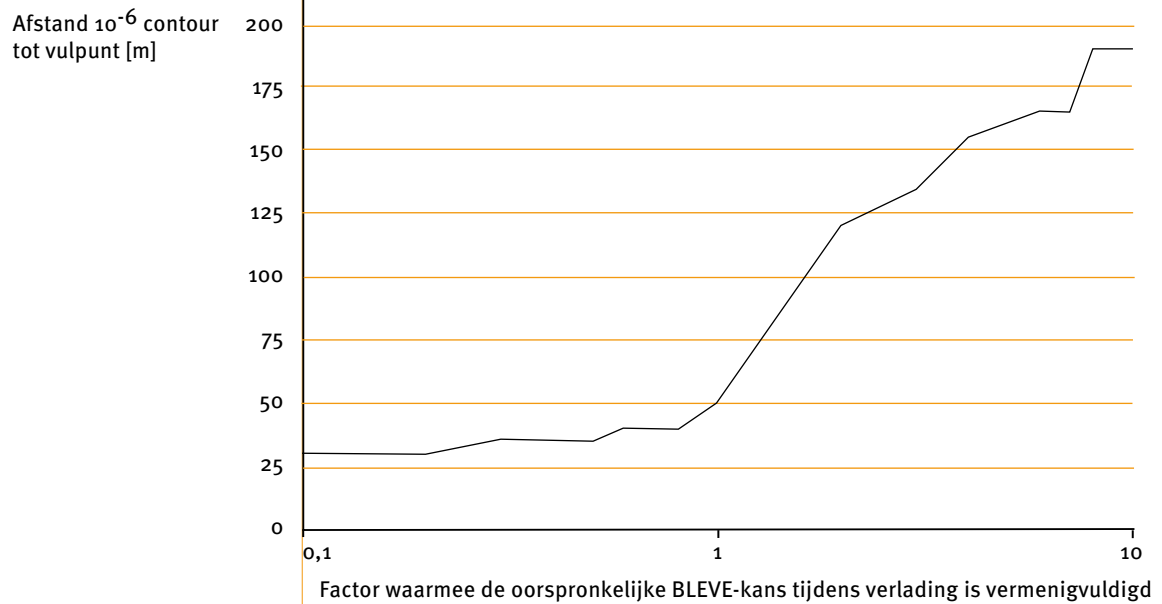


Figuur 12. Het plaatsgebonden risico rond een LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m³ per jaar voor verschillende percentages LPG-tankauto's die van een hittewerende coating zijn voorzien.

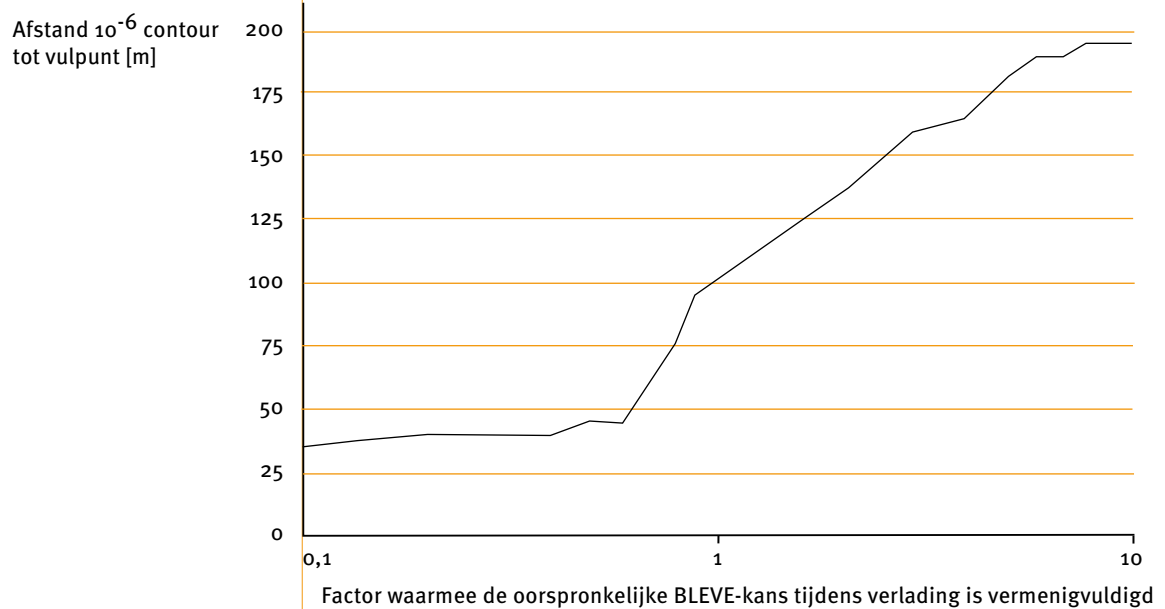
De kans van 5% uit de voorgeschreven rekenmethodiek dat de hittewerende bekleding bij een aan brand blootgestelde LPG-tankauto faalt, is alleen gebaseerd op de kans op langdurige verhitting door het ontbreken van een tijdig arriveren van de brandweer (RIVM-CEV, 2006). Het is echter maar de vraag of de brandweer gaat blussen indien er onduidelijkheid bestaat over het exacte tijdstip van aanvang van de brand. De bekleding kan daarnaast ook beschadigd raken door een mechanische impact. Na een ongeval kan het onduidelijk zijn of de bekleding bij het ongeval beschadigd is geraakt. De brandweer kan dan eventueel geen adequaat inzetplan opstellen (NIBRA, 2004).

3 Het aantal verladingsen en de BLEVE-kans per verlading

Figuur 8 en figuur 11 tonen dat de bijdrage van verladende LPG-tankauto's aan het PR dichtbij het vulpunt vrijwel horizontaal verloopt. Een zeer beperkte toename van de kans op een BLEVE per verlading (bij niet-beklede LPG-tankauto's), het aantal verladingsen en/of de verblijftijd kan zodoende leiden tot een grote toename van de afstand van de 10⁻⁶-contour tot het vulpunt. Een halvering of verdubbeling van de BLEVE-kans kan een verschuiving van de 10⁻⁶-contour van meer dan 50 m veroorzaken, afhankelijk van de uitgangssituatie (de doorzet van het beschouwde LPG-tankstation en de aangenomen losduur). Benadrukt wordt dat een toe- of afname van een faalkans met een factor 2 zeer beperkt is, gelet op de grootte van de onzekerheden ten aanzien van de faalkansen (zie ook Bijlage III). In figuur 13 en figuur 14 wordt de gevoeligheid van de afstand van de 10⁻⁶-contour tot het vulpunt voor de BLEVE-kans bij verlading getoond voor een LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m³ per jaar en een doorzet van 1500 m³ per jaar.



Figuur 13. Relatie tussen de ligging van de 10^{-6} -contour en de kans op een BLEVE bij een verladende LPG-tankauto, uitgaande van een standaard LPG-tankstation met een doorzet van 1000 m^3 per jaar, 70 verladingen per jaar en een verblijfsduur van 30 minuten en LPG-tankauto's die niet van een hittewerende coating zijn voorzien.

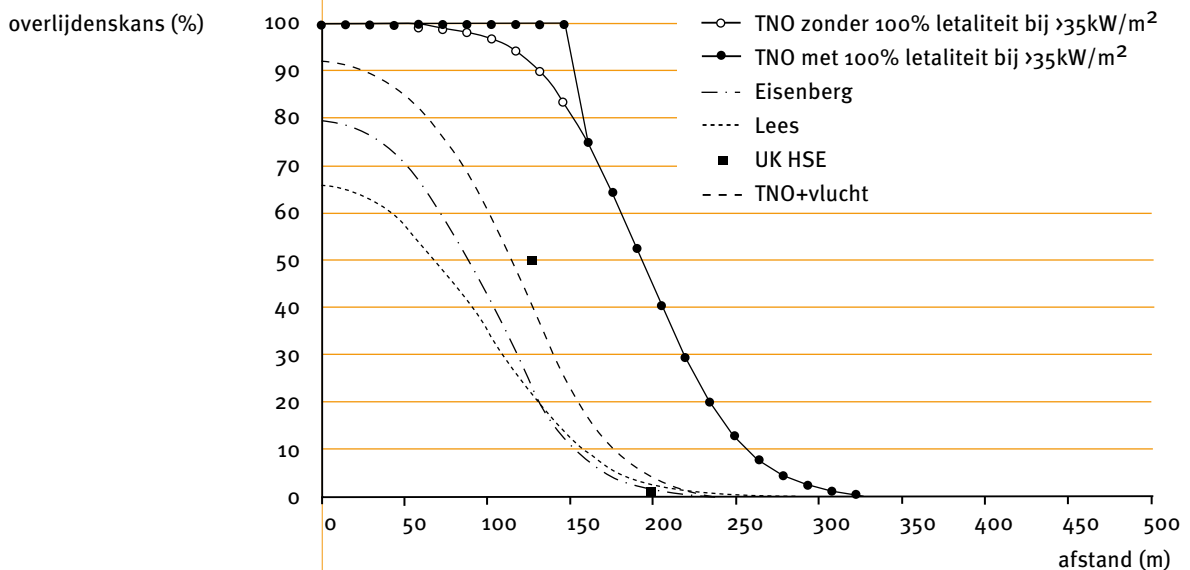


Figuur 14. Relatie tussen de ligging van de 10^{-6} -contour en de kans op een BLEVE bij een verladende LPG-tankauto, uitgaande van een standaard LPG-tankstation met een doorzet van 1500 m^3 per jaar, 105 verladingen per jaar en een verblijfsduur van 30 minuten en LPG-tankauto's die niet van een hittewerende coating zijn voorzien.

4 De relatie tussen blootstelling en letaliteit (probit)

De relatie tussen effecten en gevolgen (letaliteit) wordt gelegd met probits. In SAFETI-NL is de zogenaamde TNO-probit voor blootstelling van personen aan stralingswarmte geïmplementeerd. Daarbij is boven 35 kW/m^2 een letaliteit van 100% aangenomen en geen letaliteit voor een blootstelling waarbij minder dan 1% van de blootgestelden zou overlijden. De maximale blootstellingduur is volgens de voorgeschreven rekenmethodiek 20 seconden. Bij deze uitgangspunten is de invloed van zelfontbranding van kleding op de letaliteit verwaarloosbaar. De TNO-probit is gebaseerd op de letaliteit voor UV-straling van kernwapens met een omrekeningsfactor om de resultaten om te zetten naar warmtestraling ten gevolge van koolwaterstofbranden. Volgens de documentatie bij de voorgeschreven rekenmethodiek blijkt uit experimentele gegevens dat de 1%-grenswaarde voor de dosis voor eerstegraads verbrandingen voor koolwaterstofbranden een factor 2,23 lager is dan voor UV-straling gerelateerd aan kernwapens. In de TNO-probit is deze factor 2,23 vervolgens gebruikt om de letaliteitsprobit van UV-straling van kernwapens om te zetten in een voor warmtestraling bij koolwaterstofbranden. In het groene boek (PGS1, 2005) worden ook andere modellen besproken die zijn gebaseerd op branden en incidenten uit het verleden, waarbij de afhankelijkheid van sterfte in relatie tot het percentage derdegraads brandwonden is gegeven (Prugh, Lees). Deze probits komen tot een aanmerkelijk lagere letaliteit bij dezelfde stralingsbelasting.

In een gevoeligheidsanalyse is gekeken naar de invloed van de keuze van de probit op de gevolgen van een warme BLEVE met vuurbal. Daartoe is de letaliteit als functie van de afstand berekend met verschillende probits voor een 26,7 ton LPG-tankauto en de warmtestraling volgens SAFETI-NL (figuur 15). Als blootstellingstijd is 20 seconden gekozen voor de verschillende probits met uitzondering van de TNO-probit inclusief een correctie voor vluchtgedrag (TNO+vlucht) waarbij 5 seconden reactietijd is aangenomen met een vluchtsnelheid van 4 m/s , zoals gesuggereerd in het groene boek (PGS1, 2005). Ook is aangenomen dat de letaliteit in de straal van de vuurbal 100% is.



Figuur 15. Letaliteit als functie van de afstand voor verschillende probits bij een warme BLEVE met vuurbal bij een LPG-tankauto gevuld met 26,7 ton LPG.

Uit figuur 15 blijkt dat de TNO-probit relatief pessimistisch is. De letaliteit is op gelijke afstand aanmerkelijk lager bij de probits volgens Eisenberg, Lees, de HSE uit het Verenigd Koninkrijk (2 punten) en de TNO-probit inclusief een correctie voor vluchtgedrag. De AGS heeft geen onderzoek verricht naar de realiteitswaarde van de verschillende probits. Duidelijk is wel dat er een aanzienlijke spreiding bestaat. Dit onderstreept het belang van het regelmatig valideren en up to date houden van de onderliggende gegevens.

BIJLAGE V • Veiligheidsvoorzieningen voor op- en overslag van LPG

Veiligheid is een belangrijk aspect bij het ontwerp van verlading of opslag van LPG. In onderstaand overzicht is een aantal veiligheidsvoorzieningen genoemd (het overzicht is niet uitputtend). De definitieve keuze van maatregelen is in de praktijk afhankelijk van regelgeving en bedrijfsinterne richtlijnen. Slechts een beperkt aantal van deze maatregelen kan of mag met de voorgeschreven rekenmethodiek worden meegenomen. Het is daardoor niet mogelijk een ontwerp te optimaliseren op veiligheid.

Met de voorgeschreven rekenmethodiek kan worden meegenomen:

- Plaats vulstation ten opzichte van mogelijke branden of oorzaken mechanische impact
- Inhoud van het reservoir
- Boven- of ondergrondse opslagtank
- Hittewerende bekleding van druktank

Met de voorgeschreven rekenmethodiek kan niet worden meegenomen:

- Sprinklerinstallatie voor geparkeerde LPG-tankauto
- Terugstroombeveiligingen in vulleiding (eenvoudige of hoogwaardige uitvoering)
- Doorstroombegrenzer (mechanische of hoogwaardige uitvoering)
- Kathodische bescherming, corrosiebeveiliging op leidingen en tank
- Materiaalkeuze i.v.m. corrosie
- Aarding
- Noodafsluiters in vul- en afnameleiding die zijn verbonden met het noodafschakelsysteem
- Gasdetectie
- Inspectie leidingen en afsluiters
- Testen van leidingen en afsluiters
- Standindicatoren kritische afsluiters
- (Instrumentele) overvulbeveiliging
- Automatische depressuring voorzieningen ter preventie van escalatie bij brand
- Afblaas-veiligheidsventiel, enkel of dubbel uitgevoerd
- Thermische expansie veiligheidsventiel voor ingesloten vloeistof leidingen
- Hoogwaardige pomp-seals
- Classificatie mogelijke (elektrische) ontstekingsbronnen
- Aanwezigheid gekwalificeerd en getraind personeel
- Goede voorschriften/protocollen voor de bedrijfsvoering
- Beveiliging tegen wegrijden zonder af te koppelen
- Breekstuk op veilige plaats bij wegrijden zonder afkoppelen

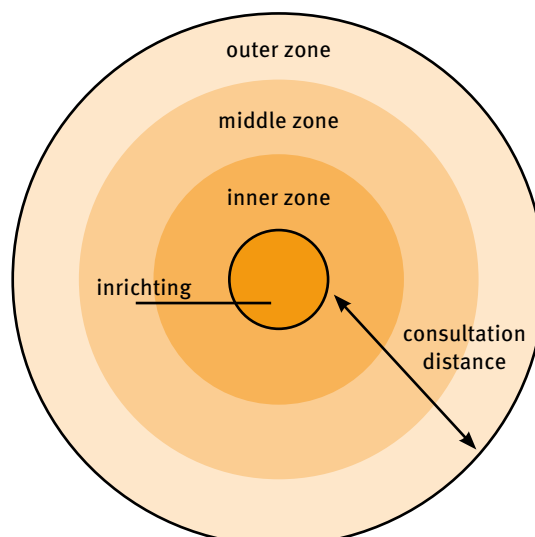
BIJLAGE VI • Externe veiligheid in Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Duitsland

In deze bijlage wordt een beschrijving gegeven van de invulling van de Seveso II-richtlijn in enkele andere Europese lidstaten. De Adviesraad ziet interessante aanknopingspunten voor verbetering van de Nederlandse QRA-praktijk in het Verenigd Koninkrijk (PADHI), Frankrijk (PPRT) en Duitsland (TAA) (zie ook pagina 39 en volgende).

PADHI: Planning Advice for Developments near Hazardous Installations

De HSE adviseert het bevoegd gezag ("planning authorities") bij vergunningaanvragen voor ruimtelijke ontwikkelingen in de buurt van risicovolle inrichtingen en pijpleidingen. De oorspronkelijke adviesprocedure was langdurig, kostbaar en deed een zwaar beroep op een centraal team van gespecialiseerde risicoanalisten. Na een review van zijn adviespraktijk ontwikkelde de HSE een methode, PADHI, die het mogelijk maakte om alle adviesaanvragen op lokaal niveau af te handelen en de adviesprocedure te versnellen:

- 1 Bij de beoordeling van de veiligheid van een inrichting in het kader van COMAH stelt de HSE een "consultation zone" vast rondom de inrichting (of pijpleiding). De veiligheidsbeoordeling en vaststelling van de consultation zone is gebaseerd op een locatiespecifieke risicoanalyse. In deze analyse zijn de mogelijkheden voor risicoreductie in beeld gebracht en afgewogen.
- 2 Als een ruimtelijke ontwikkeling valt binnen de "consultation distance" die door de HSE is vastgesteld, dient het bevoegd gezag (de zg. "planning authority") de HSE om advies te vragen. Het bevoegd gezag geeft aan waar de ontwikkeling gepland is en verschaft voldoende details over het type ontwikkeling om de kwetsbaarheid ("sensitivity level") te kunnen bepalen.
- 3 Binnen de consultation zone heeft de HSE drie zones vastgesteld: de inner zone (IZ), middle zone (MZ) en outer zone (OZ) (figuur 16). Het risico voor personen neemt af naarmate zij zich in een zone bevinden die verder van de bron is verwijderd. De grens tussen de inner en middle zone (IZ en MZ) correspondeert met een kans van 10^{-5} per jaar dat een permanent aanwezig individu wordt blootgesteld aan een gevaarlijke dosis die globaal resulteert in 1% letaliteit. Voor de grens tussen de middle en outer zone (MZ en OZ) is deze kans 10^{-6} per jaar en voor de rand van de outer zone (OZ) $3 \cdot 10^{-7}$ per jaar.



Figuur 16. De zone-indeling rondom een inrichting binnen de consultation distance.

4 Op basis van een matrix wordt afgewogen welke typen ontwikkelingen in welke zones aanvaardbaar wordt geacht. Daarbij wordt rekening gehouden met de kwetsbaarheid van de omgeving. Ten aanzien van de kwetsbaarheid worden 4 niveaus onderscheiden (tabel 3). Per niveau bestaan uitzonderingen op de standaardindeling. Zo worden 1-2 huizen niet opgevat als niveau 2 maar niveau 1. Het onderscheid dat in Nederland wordt gemaakt tussen risico's op individueel niveau (plaatsgebonden risico) en risico's op populatieniveau (groepsrisico) wordt in het Verenigd Koninkrijk niet expliciet gemaakt maar impliciet meegenomen in de kwetsbaarheidniveaus.

Niveau	Omschrijving	Inner zone	Middle Zone	Outer zone
1	Gebaseerd op normale werknemers	DAA	DAA	DAA
2	Gebaseerd op normale bevolking (thuis, in normale activiteiten)	AA	DAA	DAA
3	Gebaseerd op kwetsbare leden van de samenleving (kinderen, personen met een fysieke beperking of die niet in staat zijn gevaar te herkennen)	AA	AA	DAA
4	Grote aantallen personen van niveau 3, of grote aantallen personen van niveau 2 in de buitenlucht	AA	AA	AA

AA Advise against
DAA Don't advise against

Tabel 3. Kwetsbaarheidniveaus en risicobeoordelingsmatrix omgevingsrisico's HSE.

5. Het advies van de HSE bestaat enkel uit "advise against" en "don't advise against". De beoordeling geschiedt aan de hand van een matrix waarin per zone en per niveau van kwetsbaarheid is aangegeven of voor een ontwikkeling een positief of negatief advies wordt uitgebracht (tabel 3). Het bevoegd gezag neemt dit advies mee in zijn beoordeling van een vergunningaanvraag voor een ruimtelijke ontwikkeling. In de regel worden de adviezen van de HSE opgevolgd.

PPRT: Plan de Prévention des Risques Technologiques

In Toulouse kwamen in 2001 bij een explosie 29 mensen om het leven en raakten meer dan 2400 mensen gewond. Het ongeval leidde tot een grootschalige herziening van het Franse externe veiligheidsbeleid. PPRTS (Plans de Prévention des Risques Technologiques) vormen een belangrijk onderdeel van het huidige beleid voor de "top tier" Seveso-inrichtingen. Er zullen ongeveer 420 PPRTs worden opgesteld, voor 622 inrichtingen en circa 900 gemeenschappen. Het Plan de Prévention des Risques Technologiques heeft in 2003 een wettelijke basis gekregen door de wet Risques 2003-699⁵⁵. Het Décret no. 2005-1130 van 7 september 2005⁵⁶ behelst de invulling die dient te worden gegeven aan de PPRT. De totstandkoming van een Plan de

55 Loi no 2003-699 du 31 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. NOR DEVX0200176L.

56 Décret no 2005-1330 du 7 septembre 2005 relatif aux plans de prévention des risques technologiques. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. NOR DEVPO530023D.

Prévention des Risques Technologiques omvat de volgende stappen:

1 Opstellen veiligheidsrapport

De *operator* stelt een veiligheidsrapport (Étude de Dangers, EDD) op. In de EDD wordt per incident de kans, het gevolg en de kinetiek van het incident in beeld gebracht. Met behulp van een matrix wordt de aanvaardbaarheid van risico's beoordeeld (5 kansklassen en 5 gevolklassen). Op basis daarvan wordt al dan niet besloten tot nadere analyse en aanvullende maatregelen. De EDD is gericht op de inrichting en omvat zowel technische als organisatorische aspecten.

2 Analyseren omgevingsrisico's

Kansen en effecten

De prefect stelt het studiegebied vast. De inspectie (DRIRE of STIIIC) verricht de analyse op basis van de EDDs voor de inrichtingen binnen het studiegebied. De kansen op effecten met een bepaalde intensiteit worden in beeld gebracht. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen straling, toxische en mechanische (overdruk-) effecten.

Bij het bepalen van de omgevingsrisico's ("aléas") worden alleen fenomenen meegenomen met effecten buiten de inrichting. Fenomenen met een kans $<10^{-5}$ per jaar blijven onder de volgende voorwaarden buiten beschouwing: de kansclassificatie is gebaseerd op passieve bescherming voor elk scenario of gebaseerd op tenminste twee technische veiligheidsmaatregelen voor elk scenario en het behoud van de veiligheidsclassificatie bij het falen van één veiligheidsmaatregel.

Op basis van kinetiek wordt onderscheid gemaakt tussen de scenario's. Indien er voldoende tijd is voor hulpverlening en zelfredzaamheid wordt een scenario als traag geclassificeerd, in andere gevallen als snel. Voor de zich traag ontwikkelende scenario's wordt de omtrek van de gebieden waarin irreversibele gevolgen mogelijk zijn op een kaart geprojecteerd. Voor de zich snel ontwikkelende scenario's worden per locatie, op basis van de (cumulatieve) kansen en de intensiteiten van effecten, omgevingsrisiconiveaus bepaald. Er worden zeven omgevingsrisiconiveaus onderscheiden op basis van 4 effectklassen (eerste filter) en 5 kansklassen (tweede filter). Voor toxische, straling- en overdrukeffecten worden afzonderlijke kaarten opgesteld.

Kwetsbaarheid van de omgeving

Door de DDE wordt de kwetsbaarheid van de omgeving in beeld gebracht, in samenwerking met lokale autoriteiten en andere lokale partners. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar burgers, maar ook naar werknemers, cultureel erfgoed en natuur. Op een kaart wordt de ligging van kwetsbare objecten en het type object weergegeven.

Grove zonerings en nadere analyse

De kaarten van de "aléas" en kwetsbare objecten worden op elkaar gelegd. Op basis daarvan vindt een grove zonerings plaats en wordt besloten welke nadere analyses verricht moeten worden. De grove zonerings vindt plaats op basis van de aléa-niveaus. Daarbij wordt eerst aangegeven waar grofweg sprake zal zijn van een verbod op nieuwbouw (of nieuwbouw onder voorwaarden); vervolgens wordt aangegeven waar grofweg sprake zal zijn van sanering of de mogelijkheid van verkoop van vastgoed aan lokale autoriteiten.

Nadere analyses zijn gericht op de vraag of de kwetsbaarheid van objecten kan worden verlaagd en op de vraag welke kosten gepaard gaan met sanering, verkoop, verlaging van de kwetsbaarheid en het treffen van bronmaatregelen.⁵⁷ In de nadere analyses wordt de lokale context meegenomen.

3 Strategiebepaling

Op basis van de grove zonering en de nadere analyses worden de opties afgewogen om de risico's te beperken en worden keuzen gemaakt. In matrices is per effect (toxisch, thermisch, overdruk) voorgeschreven welke typen maatregelen bij een combinatie van een "aléa" en een object getroffen moeten worden. Het resultaat van deze fase is een concreet voorstel voor het PPRT.

4 Uitwerking en vaststelling

Er wordt advies ingewonnen bij het CLIC (Comité Local d'Information et de Concertation). Het CLIC is een zelfstandig comité dat is gericht op het creëren van een kader voor de uitwisseling van informatie en ideeën tussen de verschillende *stakeholders*. Daarnaast draagt het CLIC inhoudelijk bij aan het PPRT door dit kritisch te beschouwen en advies uit te brengen. Na publieke consultatie wordt het PPRT vastgesteld (tenzij aanpassingen nodig zijn).

TAA: Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit

Artikel 12 van de Seveso II Richtlijn, het artikel dat betrekking heeft op de ruimtelijke ordening in de nabijheid van gevaarlijke inrichtingen, is in Duitsland geïmplementeerd in het Baugesetzbuch (BauGB), tezamen met de Baunutzungsverordnung (BauNVO) en paragraaf 50 van het Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). De Technischer Ausschuss für Anlagensicherheit (TAA) bevat aanbevelingen voor de aan te houden afstanden rond inrichtingen waar gevaarlijke stoffen worden geproduceerd en/of opgeslagen. De TAA maakt daarbij onderscheid tussen twee situaties (Störfall-Kommission, 2005):

- 1 Zonering zonder detailkennis: als de concrete inrichting van een industrie- of bedrijventerrein nog onbekend is, kan gebruik worden gemaakt van vast aan te houden afstanden per gevaarlijke stof. Aan de aanbevolen standaard afstanden ligt het uitgangspunt ten grondslag dat inrichtingen volgens de stand der techniek zijn ontworpen en ook *state of the art* worden gemanaged. De beschouwde scenario's zijn een brand of gaswolkexplosie met directe ontsteking en een vrijzetting van een toxische stof. De afstanden berusten in de regel⁵⁸ op een uitstroom door een lek met een oppervlak van 490 mm². In uitzonderingsgevallen kan daar van worden afgeweken op basis van het specifieke installatieontwerp of specifieke bedrijfservaring.
- 2 Zonering met detailkennis: in geval van bestaande industrie- of bedrijventerreinen, waarbij de aanwezige stoffen, vergunde hoeveelheden en procesinstallaties bekend zijn, kan worden afgeweken van de aanbevolen standaard afstanden

⁵⁷ Een verklaring van de publieke noodzaak voor onteigening wordt opgesteld door de lokale autoriteiten. De kosten van sanering en aankoop worden gedeeld door de nationale overheid, de lokale autoriteiten en de *operator*. Bouwmaatregelen zijn voor rekening van de vastgoedeigenaar maar worden tot 10% van de vastgoedwaarde vergoed.

⁵⁸ In Duitsland zijn de afgelopen vijftien jaar gegevens verzameld over ongevallen in de chemische industrie. Op grond van de ervaring zijn getalswaarden voor verschillende faalkansen en lekgroottes vastgesteld die kunnen worden gebruikt om de aan te houden afstanden vast te stellen.

en kan een systematische gevarenanalyse worden uitgevoerd. Daarbij worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Als de afstand tot de kwetsbare objecten kleiner is dan de aanbevolen afstand zonder detailkennis, dan dient een individuele *case study* te worden uitgevoerd.
- Als andere voorschriften een minimale afstand voorschrijven (bijv. wetgeving met betrekking tot explosieve stoffen), dan dient deze afstand gerespecteerd te worden.
- Voor de individuele *case study* worden technische aanbevelingen gedaan met betrekking tot de te beschouwen scenario's. Het kansaspect wordt daarbij niet genoemd.

BIJLAGE VII ● Betrokkenen

Voor de totstandkoming van dit advies is een Raadswerkgroep en een Commissie met externe leden gevormd, beide onder voorzitterschap van ir C.M. Pietersen en ondersteund door dr ir drs R.B. Jongejan, secretaris. Tussenresultaten van de Raadswerkgroep en Commissie zijn besproken in de overkoepelende Stuurgroep QRM, waarin het vervolgadvisie over de QRA-praktijk in Nederland wordt voorbereid. Ook zijn de tussenresultaten voorgelegd aan een klankbordgroep.

Stuurgroep QRM

Prof. dr ir J.G.M. Kerstens
Ir C.M. Pietersen
Prof. ir drs J.K. Vrijling
N.H.W. van Xanten, apotheker, toxicoloog, MPA
Dr ir drs R.B. Jongejan, secretaris

Raadswerkgroep QRA

Ir C.M. Pietersen
Prof. dr A.J. van der Wal
P. van der Torn, arts-MMK, D.Env.
Prof. dr ir H. Pasman

Commissie QRA

Ir C.M. Pietersen
Ir M. de Groot
Ir J.C. de Knijff
Ir A. Valk

Klankbordgroep

Dr P.H. Bottelberghs	DHV
Dhr H.J. Brill	Sabic
Ir R. Geerts	AVIV
Dhr T. Gielkens	Sabic
Dhr C.J.M. van Gils	Du Pont
Ir L. Gooijer	RIVM
Dhr B.J. Haitsma	Arcadis Vectra
Dhr W.J. Klijn	Ministerie van BZK
Dhr M. Korteweg Maris	VNCI
Dr N. Rosmuller, M.Sc.	TNO
Drs J.A. van Staalduine	Ministerie van VROM
Dr P.A.M. Uijt de Haag	RIVM
Mevr. ir A. van der Rest	Shell
Ing. J.G.A.M. Verbakel	Ministerie van VROM
Dhr V. van der Vlies	VNG
Mr E.J. Wijdeveld	Deltalinqs
Mr P.G. Wildschut	CTGG

COLOFON ● ISBN/EAN: 978-90-77710-17-3
Tekst: © Adviesraad Gevaarlijke Stoffen. Den Haag, 2010.

Aan de inhoud van dit document kunnen geen rechten worden ontleend.
Uit dit document mag worden geciteerd, mits met bronvermelding.

Ontwerp: Taluut, Utrecht.

Adviesraad Gevaarlijke Stoffen

Oranjevuitensingel 6

Postbus 20951 - IPC 770

2500 EZ Den Haag

www.adviesraadgevaarlijkestoffen.nl