



Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG

Gedeelde risico's

Externe veiligheid productieketens
ammoniak, chloor en LPG.

Inhoudsopgave

Leeswijzer	<i>pag.</i>	3
Hoofdstuk 1: Externe veiligheid: waar hebben we het over?	<i>pag.</i>	5
1.1 Inleiding	<i>pag.</i>	5
1.2 Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG	<i>pag.</i>	5
Kader: Veiligheidsrisico's: Plaatsgebonden Risico (PR), Groepsrisico (GR), Effectgericht aandachtspunt (EG)	<i>pag.</i>	7
Hoofdstuk 2: Waarom kijken naar ketens?	<i>pag.</i>	11
2.1 Waarom een ketenbenadering?	<i>pag.</i>	11
2.2 Waarom ammoniak, chloor en LPG?	<i>pag.</i>	12
Kader: Kosten-batenanalyse, Netto Contante Waarde, Nulalternatief	<i>pag.</i>	13
Hoofdstuk 3: De productketens van ammoniak, chloor en LPG en de externe veiligheid	<i>pag.</i>	14
3.1 Ammoniak	<i>pag.</i>	14
3.2 Chloor	<i>pag.</i>	17
3.3 LPG	<i>pag.</i>	19
Hoofdstuk 4: Hoe vergroten we de externe veiligheid?	<i>pag.</i>	23
4.1 Inleiding	<i>pag.</i>	23
4.2 Oplossingen: ammoniak	<i>pag.</i>	23
a) Productielocatie Yara, Sluiskil	<i>pag.</i>	24
b) Koelinstallaties	<i>pag.</i>	24
c) Railtransport	<i>pag.</i>	27
4.3 Oplossingen: LPG	<i>pag.</i>	28
a) Autogas (LPG) tankstations	<i>pag.</i>	32
b) LPG wegtransport	<i>pag.</i>	32
c) LPG railtransport	<i>pag.</i>	35
d) Substitutie van LPG als autobrandstof	<i>pag.</i>	39
Hoofdstuk 5: Gevoeligheidsanalyse	<i>pag.</i>	47
5.1 Inleiding	<i>pag.</i>	47
5.2 Scenario's	<i>pag.</i>	47
5.3 Effecten scenario's	<i>pag.</i>	48
Summary	<i>pag.</i>	51
Colofon	<i>pag.</i>	52



Leeswijzer

Dit Hoofdrapport geeft de hoofdlijnen weer van de resultaten van de “Integrale Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG” en plaatst ze in de context van het denken over externe veiligheid (EV).

Doel van het project Ketenstudies is het inventariseren en analyseren van de EV-problematiek rond ammoniak, chloor en LPG in Nederland en het selecteren van oplossingen voor gesignaleerde knelpunten. Het project is onder auspiciën van vijf ministeries (BZK, EZ, SZW, V&W en VROM als coördinator) uitgevoerd door KPMG samen met TNO, ECORYS en CML. De resultaten van de Ketenstudies dienen mede als basis voor een regeringsstandpunt inzake dit onderwerp.

Dit Hoofdrapport is bedoeld voor allen die bij de EV-problematiek betrokken zijn en snel een overzicht willen hebben van de resultaten van de Ketenstudies.

De basis voor dit Hoofdrapport wordt gevormd door de afzonderlijke rapportages van Fase 1, Fase 2 en Fase 3 van de Ketenstudies met alle bijlagen en onderliggende stukken. Daar vindt u ook de gedetailleerde achtergrondinformatie, berekeningsmethoden en een verantwoording van de gevolgde werkwijze en gehanteerde methodieken. Al deze stukken en ook dit Hoofdrapport dragen dus uitsluitend informatie aan, die kan dienen als basis voor een goed geïnformeerde beleids- en besluitvorming.

Hoofdstuk 1 van dit rapport presenteert in grote lijnen de thematiek van externe veiligheid en geeft een beeld van het tot nu toe gevoerde beleid. Ook bevat het een wat uitvoeriger introductie van de opzet en het werkproces van de Ketenstudies. Ten slotte geeft het een toelichting op de centrale begrippen op het gebied van externe veiligheid.

Hoofdstuk 2 legt uit waarom is gekozen voor een ketenbenadering, welke keuzes daarbinnen zijn gemaakt en welke factoren een rol spelen bij de analyse van de EV-thematiek.

In hoofdstuk 3 worden de *facts and figures* en de specifieke EV-aspecten van ammoniak, chloor en LPG behandeld en in Nederlands perspectief geplaatst.

Hoofdstuk 4 behandelt de manieren waarop de EV-risico's van ammoniak en LPG verkleind kunnen worden. (Voor chloor geldt dat de EV-risico's vrijwel verdwenen zullen zijn na uitvoering van het 'chloor-accorder', zie pagina 6). Dat gebeurt door een bondige presentatie van de geselecteerde mogelijke oplossingen (maatregelen, EV-effecten, kosten). Omwille van de overzichtelijkheid concentreert die tekst zich op hoofdlijnen. Zij vermeldt alleen de cijfers en feiten waardoor de desbetreffende oplossing zich onderscheidt. De bijlagen bij dit Hoofdrapport bevatten een uitvoeriger verslag (zie ook de cd-rom achterin dit rapport). De oplossingsrichtingen zijn in nauw overleg met de betrokken bedrijfssectoren gedefinieerd en uitgewerkt; ze worden per cluster gepresenteerd. Zo worden alle mogelijkheden bij elkaar gezet die kunnen dienen ter verdere vergroting van de externe veiligheid bij productielocaties en het transport en van de situatie rond LPG-tankstations. Elk cluster van oplossingen bevat ook een overzichtstabel, die de relevante EV-effecten van de maatregelen systematisch op een rij zet. Tot slot geven staafdiagrammen een visueel inzicht in de effecten van maatregelen in termen van externe veiligheid.

Overigens is de nummering van de oplossingsclusters niet doorlopend. De verklaring hiervoor is dat de oorspronkelijke nummering is aangehouden van de mogelijke oplossingen, die in Fase 2 van de Ketenstudies zijn beoordeeld en aan een nadere selectie zijn onderworpen op basis van een aantal criteria. Er zijn dus oplossingen (en nummers) geschrapt.

Hoofdstuk 5 presenteert de uitgevoerde gevoeligheidsanalyse: hoe robuust zijn de onderzochte oplossingen in het licht van mogelijke toekomstige ontwikkelingen?



Externe veiligheid: waar hebben we het over?



1.1 Inleiding

Nederland is dichtbevolkt, technologisch hoogontwikkeld en sterk geïndustrialiseerd. De mobiliteit is hoog. Woonwijken, infrastructuur en industriële activiteiten liggen daarvoor vaak in elkaars nabijheid, zeker in historisch gegroeide situaties. Dat levert bepaalde risico's op, te meer omdat in de moderne maatschappij ook met gevaarlijke stoffen wordt gewerkt (productie, vervoer, opslag, verbruik). De vraag is daarom hoe we de risico's in onze hightech wereld kunnen beheersen.

Ook de overheid heeft een taak op het gebied van deze 'externe veiligheid'. Populair gezegd gaat het daarbij om risico's door stoffen met een acuut effect. Met andere woorden: om explosie-, gif- en brandrisico's die burgers lopen als gevolg van activiteiten waarin ze zelf geen rol spelen, zoals industriële productieprocessen en transport en opslag van gevaarlijke stoffen.

1.2 Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG

Met welke externe-veiligheidsrisico's hebben we in Nederland eigenlijk te maken, waar zijn de knelpunten en hoe groot zijn ze? Welke maatregelen zijn mogelijk om de kans op ongelukken te verminderen, maar ook om de effecten te beperken als zich toch een ongeluk zou voordoen? En hoever ga je daarin –want totaal uitbannen van risico's is in geen enkele samenleving mogelijk.

Om een goed externe-veiligheidsbeleid te kunnen formuleren en uitvoeren kondigde het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) in 2001 onder meer een gedegen studie aan. Dit Hoofdrapport bevat de hoofdlijnen van de

uitkomsten van deze "Integrale Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG".

De Ketenstudies concentreren zich op deze drie stoffen, omdat ze een aanzienlijk maatschappelijk en economisch nut hebben, maar ook risico's met acute effecten met zich meebrengen, ondanks alle maatregelen die overheden en bedrijven reeds hebben genomen en de voorzichtigheid die al wordt betracht.

In de Ketenstudies is een integrale aanpak gehanteerd: steeds is gekeken naar de hele keten van productie, vervoer, opslag en verbruik. Nauwkeurig is in beeld gebracht welke mogelijke risico's welke stof op welke plaats met zich meebrengt. Dit maakt het ook beter mogelijk om te kiezen voor bepaalde (clusters van) maatregelen.

Studie in drie fasen

Het project Ketenstudies heeft externe-veiligheidsrisico's van ammoniak, chloor en LPG in Nederland in drie fasen in kaart gebracht, geanalyseerd en oplossingsrichtingen geïnventariseerd en doorgerekend.

In de eerste fase is grondig gekeken naar de hele keten van productie, transport en opslag tot en met het gebruik van

de genoemde stoffen. Niet alleen de fysisch/chemische en milieutechnische eigenschappen en veiligheidsaspecten kwamen daarbij aan bod. Ook is gekeken naar de economische betekenis van die stoffen.

Binnen het project is ook een speciale “Leidraad Kosten-batenanalyse” ontwikkeld om de kosten en baten van de diverse oplossingen (maatregelen) ter vermindering van de risico’s in kaart te brengen en met elkaar te kunnen vergelijken. De leidraad dient als hulpmiddel bij het maken van analyses. Deze leidraad is gebaseerd op de reeds eerder door de overheid ontwikkelde leidraad voor het analyseren van maatschappelijke kosten en baten van grote infrastructurele werken. Het CPB heeft de leidraad beoordeeld. Ook deze leidraad is opgenomen op de cd-rom achterin dit Hoofdrapport.

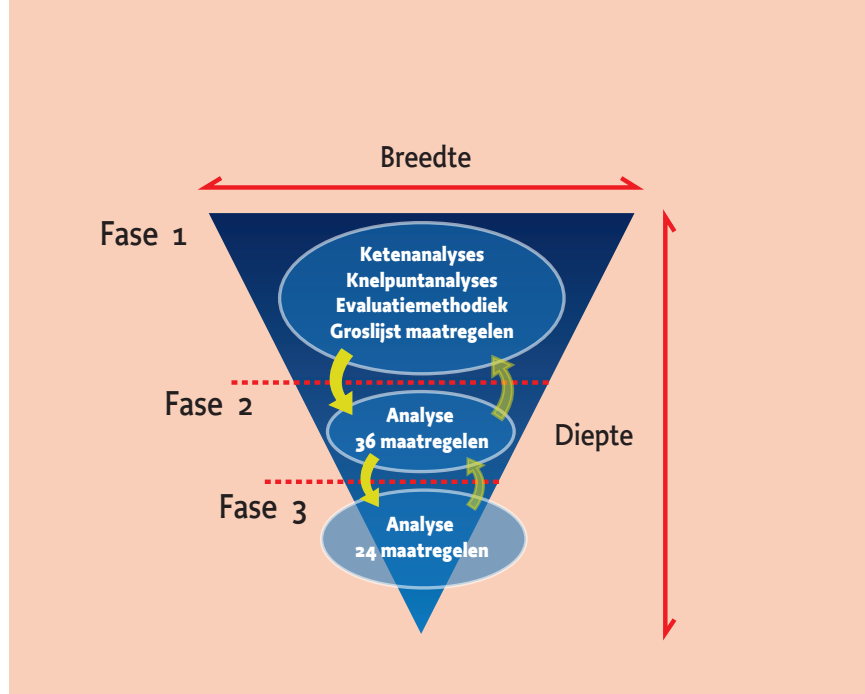
Dit Hoofdrapport bekijkt de effecten van mogelijke oplossingen door meerdere brillen: veiligheid, ruimtelijke ordening, financiën. Beleidskeuzes kunnen zodoende worden gebaseerd op grond van een genuanceerd beeld.

Voorselectie

In de tweede fase van de Ketenstudies is nauwgezet nagegaan welke oplossingen ter vermindering (en soms zelfs uitbanning) van de risico’s van die stoffen in beginsel mogelijk en ook praktisch uitvoerbaar zouden zijn. Die inventarisatie leverde een zeer groot aantal mogelijke oplossingen op. Daaruit werden er in eerste instantie 36 geselecteerd. Die selectie, waarbij de klankbordgroep (zie verder) een belangrijke rol speelde, gebeurde op basis van een globale beoordeling van mogelijke risicoreductie, technische en praktische uitvoerbaarheid, randvoorwaarden en kosten. Overigens werd daarbij niet meer gekeken naar chloor. De overheid had inmiddels met Akzo Nobel een overeenkomst gesloten over het verplaatsen (in 2006) van de chloorproductie van Hengelo naar de plaats waar deze grondstof wordt gebruikt (Rijnmond en Delfzijl), waardoor chloortransporten vanuit Hengelo niet meer nodig zijn.

Gedetailleerde studie

Nadat de genoemde 36 mogelijke oplossingen nauwkeuriger waren bekeken, is een nadere selectie gemaakt. In de derde fase zijn de 24 meest belovende (combinaties van) oplossingen in detail bestudeerd. De resultaten daarvan worden in dit Hoofdrapport gepresenteerd. Een uitgebreide beschrij-



Overview werkproces Ketenstudies

ving van de oplossingen wordt gepresenteerd in de bijlagen. De gepresenteerde (clusters van) oplossingen hebben betrekking op de problematiek rond LPG en (deels) ammoniak. Over ammoniakkoelinstallaties en over de ammoniakproblematiek rond de Westerschelde wordt apart gerapporteerd. Dit heeft te maken met de discussie over afstandstabellen respectievelijk met het internationale karakter van de problematiek. De ‘Risicoactualisatie Westerschelde’ is in juli 2004 door de Commissaris van de Koningin van Zeeland en de Gouverneur van de provincie Antwerpen aan de Minister van Mobiliteit, Openbare Werken en Energie van Vlaanderen en de Minister van Verkeer en Waterstaat van Nederland aangeboden. De discussie over afstandstabellen voor ammoniak koelinstallaties loopt nog.

Projectgroep en klankbordgroep

Het project Ketenstudies is aangestuurd door een projectgroep van vertegenwoordigers van ministeries. Om het onderzoek een bredere basis te geven en ervoor te zorgen dat niets over het hoofd werd gezien, werd een klankbordgroep in het leven geroepen. Op een aantal cruciale momenten werden de (tussen)resultaten van de Ketenstudies voorgelegd aan deze breed samengestelde groep, bestaande uit tientallen leden. Vertegenwoordigd in deze klankbordgroep was niet alleen het betrokken bedrijfsleven (zowel individuele bedrijven als koepelorganisaties), maar ook provincies, gemeenten en natuur- en milieuorganisaties. De reacties en inbreng vanuit de klankbordgroep hebben de waarde van de Ketenstudies aanzienlijk vergroot.

Daarbij is de afspraak gemaakt dat de leden van de klankbordgroep niet gehouden zijn aan de uitkomsten van

de Ketenstudies. Zij blijven formeel vrij in hun oordeel over de inhoud van de Ketenstudies. Het is echter van groot belang dat er over de inhoudelijke achtergronden, de opzet en de uitvoering van de Ketenstudies steeds goed overleg is geweest.

Het CPB zal formeel advies uitbrengen over het eindproduct, te weten de verslaglegging van Fase 3 van de Ketenstudies, een van de bijlagen bij dit Hoofdrapport.

Doel Ketenstudies

Het project Ketenstudies dient mede als basis voor het beleid van de nationale overheid ter vergroting van de externe veiligheid. Het kabinet zal nog dit jaar (2004) zijn reactie op de Ketenstudies geven en zijn standpunt bepalen over beleidsmaatregelen die het nodig acht. Dat standpunt kan betrekking hebben op individuele maatregelen en/of

combinaties daarvan. Het kan gaan over technische en/of bronmaatregelen, over maatregelen op het gebied van de ruimtelijke ordening, over eventueel verplichte routing en/of vervoersmogelijkheden.

Het kabinet zal zijn standpunt voorleggen aan het parlement. Mede op grond van de Kamerreactie zal het kabinet besluiten of bepaalde concrete maatregelen zullen worden uitgevoerd.

Veiligheidsrisico's

Het overheidsbeleid wil de veiligheidsrisico's voor burgers verminderen en beheersen. Maar tot hoever? Welke normen hanteer je? Bij de beoordeling of bepaalde activiteiten en situaties voldoen aan een minimum veiligheidsniveau (en om te kunnen toetsen in hoeverre bepaalde maatregelen bijdragen aan het vergroten van die veiligheid) spelen de volgende begrippen een belangrijke rol.

Het plaatsgebonden risico (PR): het risico dat een burger, die zich permanent onbeschermd bevindt nabij een risicovolle activiteit (productie, opslag, vervoer), overlijdt aan een ongeluk met gevaarlijke stoffen.

Het maximaal acceptabele PR kan letterlijk in kaart worden gebracht door een lijn te trekken tussen de punten met een gelijk risico.

In 2004 heeft de PR-norm door publicatie in de Staatscourant (17 juni 2004) van het ontwerp van het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen een wettelijke status gekregen.

De risicocontour die voldoet aan deze wettelijke norm verbindt de punten waar de kans op een dodelijk ongeval hooguit 1 x per miljoen jaar is. Is die kans groter, dan is er sprake van een PR-knelpunt.

Voor bestaande situaties geldt dit getal als streefwaarde (1 x per 100.000 jaar geldt als maximaal toelaatbaar). Uiterlijk in 2010 moeten ook bestaande situaties aan de strengere norm voldoen. Bij het PR gaat het dus om een resultaatverplichting.

Het groepsrisico (GR): het risico dat een groep burgers tegelijkertijd overlijdt ten gevolge van een ongeluk met gevaarlijke stoffen. Het GR legt dus een verband tussen de kans dat zo'n ramp optreedt en het aantal dodelijke slachtoffers. Bij het GR gaat het om de kans op een ongeluk met ingrijpende maatschappelijke gevolgen (zoals bij de vuurwerkcramp in Enschede). Het GR is mede afhankelijk van de bevolkingsdichtheid.

Voor het GR bestaan geen wettelijke normen, alleen diverse oriëntatiewaarden. Die waarde is strenger naarmate het gaat om meer dodelijke slachtoffers.

Voor inrichtingen¹ (bedrijven) mag de kans op 10 doden bij één ongeval maximaal 1 x per 1.000.000 jaar zijn. Een ongeval met meer dan 100 doden zou hooguit 1 x per tien miljoen jaar mogen voorkomen. Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over een bepaalde route mag de kans per jaar per kilometer route op dodelijke slachtoffers een factor 10 hoger zijn dan bij inrichtingen. De maximaal aanvaardbare kans op 10 doden bij één ongeval is derhalve eens per 10.000 jaar. Een ongeval met 100 doden zou hooguit eens per miljoen jaar mogen voorkomen.

Wordt de GR-oriëntatiewaarde overschreden, dan is sprake van een GR-aandachtspunt. Er geldt dan een inspanningsverplichting om het risico te verminderen en te beheersen.

Bij het vaststellen of een bepaalde GR-oriëntatiewaarde aanvaardbaar is, speelt niet alleen de kans op dodelijke slachtoffers een rol. Ook wordt gekeken naar de maatschappelijke kosten en baten van de desbetreffende risicovolle activiteit/situatie. Enerzijds gaat het daarbij om de bijdrage aan de economie, anderzijds om kosten in de vorm van indirect ruimtegebruik (beperking van de gebruiksmogelijkheden van omringend gebied wegens de risico's). Meegewogen wordt bovendien of er ook veiliger alternatieven zijn en of burgers bij een ramp wel voldoende mogelijkheden hebben om zich in veiligheid te brengen, en of rampenbestrijding en hulpverlening adequaat zouden kunnen optreden.

Een verbijzondering van het GR zijn de effectgerichte aandachtspunten (EG): situaties waarbij een ongeval talrijke slachtoffers en/of grote materiële schade kan veroorzaken, waardoor er een uitzonderlijk groot beroep wordt gedaan op hulpverleningsdiensten van de overheid en/of grote schade optreedt aan vitale transportinfrastructuur en de omgeving (bebouwing).

Effectgericht beleid richt zich op het verminderen van ongevallen met grote effecten. Overigens aanvaardt het externe-veiligheidsbeleid (behalve bij vuurwerkrisico's) een zeker restrisico: ook als aan alle normen wordt voldaan, blijft er altijd een risico bestaan, hoe miniem ook. Het is nu eenmaal onmogelijk elke kans op een ongeluk volledig uit te sluiten.

PR en GR hebben betrekking op de kans op een ongeval, een Effectgericht aandachtspunt op het effect van een ongeval. Om de diverse oplossingen voor de externe-veiligheidsproblemen beter vergelijkbaar te maken is het begrip verwachtingswaarde toegevoegd. De verwachtingswaarde voor een activiteit met gevaarlijke stoffen geeft het aantal verwachte dodelijke slachtoffers per jaar weer ten gevolge van ongevallen met die gevaarlijke stoffen. Voor de berekening van de verwachtingswaarde wordt de kans op een ongeval vermenigvuldigd met het aantal slachtoffers. Deze vermenigvuldiging wordt uitgevoerd voor alle mogelijke ongevallen met gevaarlijke stoffen bij de beschouwde activiteit. De daaruit resulterende getallen worden opgeteld en vormen samen de verwachtingswaarde (verwacht gemiddeld aantal doden per jaar). Zie ook het voorbeeld in het kader.

Voorbeeld van de berekening van de verwachtingswaarde van een bepaalde activiteit met een toxisch gas, die bovendien zowel brand als een explosie kan veroorzaken.

Ongeval	Kans per jaar	Aantal dodelijke slachtoffers	Verwachtingswaarde
Brand	0,001	5	0,005
Explosie	0,00001	10	0,0001
Ontsnapping toxisch gas	0,000001	200	0,0002
Totale verwachtingswaarde			0,0053

Risico's vergeleken

Risico's worden vaak uitgedrukt in de kans op een ongeluk per X jaar. De precieze betekenis daarvan is vaak moeilijk te vatten. Een vergelijking met andere risico's kan helpen om er een betere inschatting van te kunnen maken. Daarom volgt hieronder een aantal risico's. Er is daarbij onderscheid gemaakt tussen risico's die men vrijwillig loopt en onvrijwillige risico's (en daarover gaat het bij externe veiligheid). Sommige risico's hebben een acuut karakter, andere treden pas op lange termijn op, wat de beleving van die risico's beïnvloed. De risico's zijn uitgedrukt in de kans per jaar dat iemand aan de genoemde oorzaak overlijdt.²

Vrijwillige risico's:

Roken: 1 op 2000 jaar

Verkeersongeval: 1 op 4000 jaar

Zelfdoding: 1 op 10.000 jaar

Onvrijwillige risico's:

Alle ziekten: 1 op 100 jaar

Natuurlijke straling: 1 op 50.000 jaar

Voedselvergiftiging: 1 op 125.000 jaar

Verdrinking: 1 op 333.000 jaar

Natuurrampen: 1 op 500.000 jaar

Externe-veiligheidsrisico (wettelijke norm voor het maximale risico): 1 op 1.000.000 jaar

Falen Deltawerken (overstroming): 1 op 10.000.000 jaar

Voetnoten

¹ *Inrichtingen zijn in dit verband onder meer risicoveroorzakende bedrijven (zoals grote petrochemische bedrijven, LPG-tankstations en opslagbedrijven voor gevaarlijke stoffen) en spoorelementen.*

² *Bron: "Verantwoorde risico's, veilige ruimte", advies van de VROM-raad en de Raad voor Verkeer en Waterstaat, juni 2003, pag. 61.*



Waarom kijken naar ketens?

2

2.1 Waarom een ketenbenadering?

Het beleid voor het verminderen van externe-veiligheidsrisico's is de afgelopen jaren steeds verder ontwikkeld. In de praktijk bleek daarbij steeds duidelijker dat het ook op dit terrein tijd is voor een geïntegreerde aanpak. Een signaal daarvoor is bijvoorbeeld het stroeve contact tussen de werelden van ruimtelijke ordening en externe veiligheid, dat regelmatig zelfs resulteert in wrijvingen.

De tijd is daarom rijp om het aspect externe veiligheid voortaan standaard te gaan integreren in ruimtelijke-ordeningssplannen. Serieus nadenken over en rekening houden met externe veiligheid betekent: dat aspect meteen bij het begin van het planproces aan de orde stellen. Op beleidsniveau heeft deze omschakeling in het denken inmiddels plaatsgevonden. Citaat uit de Nota Ruimte (paragraaf 2.3.5.1): "Een belangrijk uitgangspunt bij de ontwikkeling van ruimtelijk beleid is dat milieu- en veiligheidsaspecten naast andere belangen vroegtijdig, gebiedsgericht en geïntegreerd in de planvorming betrokken worden."

Mix van maatregelen

Ook bij andere gelegenheden heeft de Minister van VROM als coördinator van het nationale EV-beleid zich in vergelijkbare zin uitgelaten. Zo is in de tussenrapportage aan de Tweede Kamer over onder meer de Ketenstudies (brief d.d. 23 mei 2003) aangegeven dat het tijd is voor een volgende stap in dat beleid: "Indien de huidige productie, opslag, vervoer en gebruik van gevaarlijke stoffen, alsmede de huidige ruimtelijke plannen als een gegeven worden beschouwd, zouden de kosten voor het realiseren van de externe-veiligheidsambities (door het slopen van bestaande woningen en het schrappen van geplande ruimtelijke ontwikkeling) vele miljarden Euro's kunnen bedragen. Een zodanige inspanning is geen reële optie. De uitdaging ligt in het vinden van betaalbare en haalbare oplossingen voor veiligheidsknelpunten, die tevens passen binnen gewenste ruimtelijke en economische ontwikkelingen. Dit vraagt om zowel de aanpak van risicobronnen, gerichte aandacht voor veiligheid in de ruimtelijke ordening en innovatieve en structurele oplossingen op basis van het beschouwen van totale ketens van productie, opslag, transport en gebruik van gevaarlijke stoffen (systeemplossingen)."

Ketenstudies als fundament voor beleid

De Ketenstudies zijn bedoeld als degelijk fundament om die uitdaging te kunnen aangaan. Als basis voor het maken van keuzes die aan de geconstateerde ongewenste situatie een eind kunnen maken. En dat is mogelijk op grond van de gehanteerde aanpak.

Een belangrijk kenmerk van de Ketenstudies zit al in de

naam van het project: er is gekeken naar ketens, niet naar geïsoleerde en lokale probleemsituaties. Door zo te werk te gaan hebben de Ketenstudies een maatregelenpakket kunnen uitwerken dat vanuit nationaal oogpunt het meeste perspectief biedt. Dat biedt uitzicht op het verenigen van enerzijds de effectiviteit en geloofwaardigheid en anderzijds de betaalbaarheid van het beleid. Het streven is om knelpunten tegen acceptabele kosten op te lossen, waardoor de externe veiligheid toeneemt, de belemmeringen voor ruimtelijke ontwikkelingen verminderen en de geloofwaardigheid van overheidsbeleid groeit.

2.2 Waarom ammoniak, chloor en LPG?

De situatie rond externe veiligheid zoals die in de afgelopen jaren is gegroeid vraagt nadrukkelijk om aandacht. Bij het inventariseren van de belangrijkste knelpunten en risico's zijn prioriteiten gesteld. De keuze is daarbij gevallen op ammoniak, chloor en LPG. Uit literatuur en ervaring is bekend dat deze drie stoffen niet alleen potentiële risico's vormen en ook feitelijk op tal van plaatsen in Nederland aanwezig zijn. Tevens vertegenwoordigen zij een aanzienlijk maatschappelijk nut en een flinke economische waarde. Overigens zijn er ook andere stoffen die EV-problemen kunnen veroorzaken; hiernaar is nader onderzoek verricht.

De Ketenstudies beantwoorden de vraag of c.q. in hoeverre de geselecteerde uitgewerkte (clusters van) maatregelen bepaalde gesignaleerde EV-problemen oplossen en welke kosten daarmee gemoeid zijn. De eerder genoemde leidraad, die speciaal voor dit doel binnen de Ketenstudies is ontwikkeld, becijfert zowel de kosten in financiële zin, alsook in termen van maatschappelijke consequenties. Dat vergemakkelijkt het maken van een maatschappelijke afweging van de kosten en baten van maatregelen. Een extra hulpmiddel voor het afwegen van de wenselijkheid van bepaalde maatregelen is dat de Ketenstudies ook laten zien wat er gebeurt als er geen extra maatregelen worden genomen (autonome ontwikkeling). Door middel van een gevoeligheidsanalyse worden ook de mogelijke gevolgen van toekomstige economische en maatschappelijke ontwikkelingen in kaart gebracht.

Kosten/batenanalyse (KBA)

Een kosten-batenanalyse weegt kosten en baten van een bepaalde beleidsmaatregel af tegen de nulsituatie (autonome ontwikkeling) hoeveel slachtoffers worden voorkomen, hoeveel bedraagt de investering om de situatie veiliger te maken, hoeveel levert de extra vrijkomende ruimte op, hoeveel emissies worden voorkomen. Om de verschillende kosten en baten te vergelijken maakt een KBA bij voorkeur een vergelijking in geld: hoeveel is een bespaarde ton kooldioxide waard, en hoeveel een hectare ruimtegebruik, etc.? In de Ketenstudies zijn dergelijke berekeningen met betrekking tot slachtoffers niet gemaakt. Bij het beoordelen en vergelijken van de cijfertabellen en staafdiagrammen moet hiermee dus terdege rekening worden gehouden.

Netto Contante Waarde (N.C.W.)

Bij het berekenen van de kosten en baten van een bepaalde maatregel wordt steeds gekeken naar de Netto Contante Waarde (N.C.W.). Wat is dat? De N.C.W. wil zuiver aangeven wat een maatregel per saldo eigenlijk kost en oplevert. Je moet immers vandaag een bepaalde investering doen, die pas in de toekomst (en bovendien pas geleidelijk aan) een bepaalde opbrengst oplevert in de vorm van risicovermindering. De N.C.W. is het verschil tussen de contante waarde van de verwachte kosten van de investering en de contante waarde van de verwachte opbrengsten. Een negatieve N.C.W. betekent dat een bepaalde maatregel per saldo maatschappelijke kosten met zich meebrengt; een positieve N.C.W. betekent dat een maatregel per saldo maatschappelijke baten oplevert. Om een zuivere vergelijking tussen kosten en baten te kunnen maken, zijn in de N.C.W. alle bedragen terugerekend naar een vast basisjaar.

Nulalternatief

Het 'nulalternatief' is de meest waarschijnlijke ontwikkeling wanneer de beoordeelde beleidsmaatregel niet wordt genomen.



3

De productketens van ammoniak, chloor en LPG en de externe veiligheid

3.1 Ammoniak

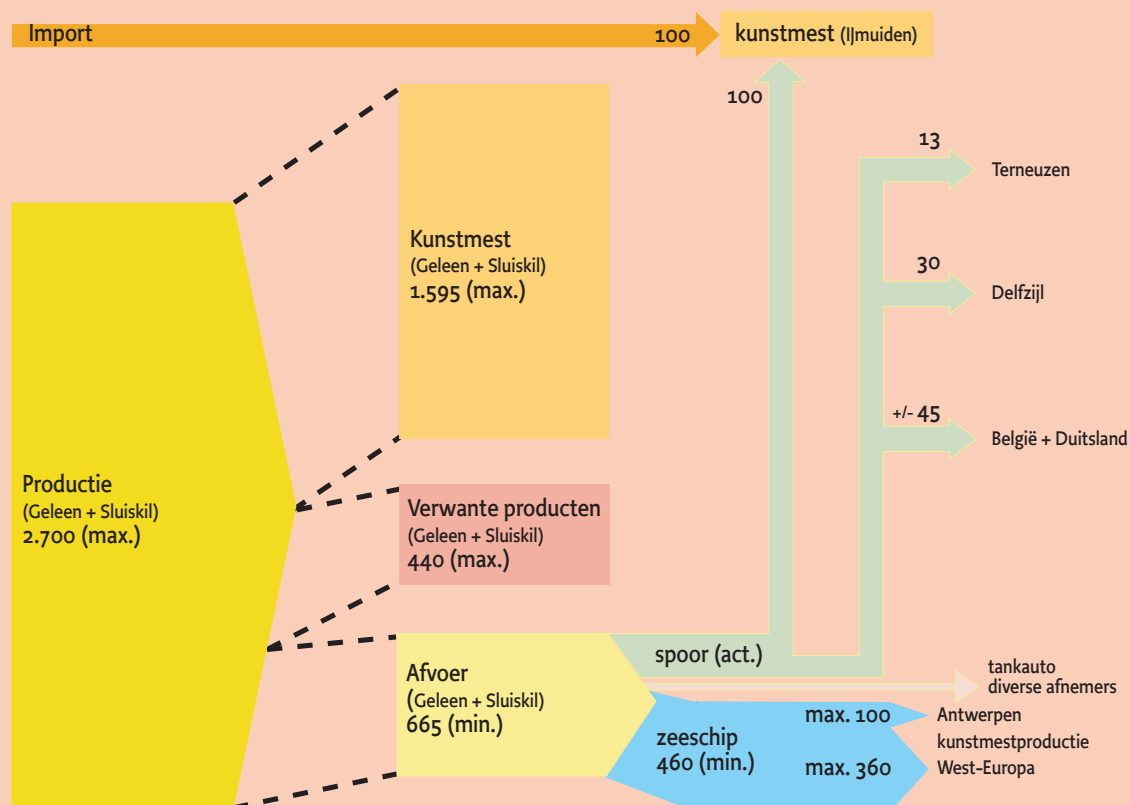
Ammoniak is een verbinding van waterstof en stikstof. Het wordt geproduceerd uit aardgas dan wel nafta en water en lucht. De productie is een vrij complex procédé dat veel energie vergt (voor een ton ammoniak is ruim 1.000 m³ aardgas nodig).

Onder normale (atmosferische) omstandigheden is ammoniak een gas. Alleen door het sterk af te koelen (-33 °C) of onder hoge druk (ca. 8,5 bar) te brengen wordt het een

vloeistof.

Ammoniak wordt in Nederland alleen geproduceerd in Geleen en Sluiskil. Het grootste deel daarvan (70%) wordt meteen ter plaatse verwerkt. En ook alleen op deze twee productielocaties en in verband met invoer en uitvoer ook in IJmuiden, vindt grootschalige ammoniakopslag en overslag plaats.

Figuur 1: Ammoniakbalans van Nederland (hoeveelheden in kton/jaar; 2002)





Kaart 1
 Locaties ammoniakproducenten in Nederland, locaties belangrijkste afnemers van ammoniak en de routes voor het railvervoer van ammoniak (2002).

Risicoaspect

Het risicoaspect van ammoniak zit hem in het agressieve karakter van de stof. Blootstelling aan slechts lage concentraties leidt al tot een bijtend gevoel in de neus en luchtwegen en tot pijnlijke, tranende ogen. Bij hogere concentraties kunnen de bovenste luchtwegen beschadigen. Bij concentraties van 2000-5000 ppm (parts per million, deeltjes per miljoen) kan -afhankelijk van de duur van de blootstelling- zelfs een dodelijk longoedeem optreden.

Ammoniakdamp is overigens ook brandbaar, maar de ontstekingsgrens ligt vrij hoog (15-29 volumeprocent); deze concentraties zullen in de buitenlucht zelden voorkomen. De externe veiligheid is sterk afhankelijk van de hoeveelheid ammoniak die bij een ongeval kan vrijkomen. De risicoafstand (de afstand waarbinnen doden en gewonden kunnen vallen) kan uiteenlopen van enkele tientallen meters tot honderd meter (bijv. bij kleine koelinstallaties) tot 1-2 kilometer (grootverbruikers) en zelfs meerdere kilometers (productie-installaties en grootschalig transport).

Productie en gebruik

Zoals al gemeld is de productie van ammoniak geconcentreerd op twee plaatsen (Sluiskil en Geleen). Uitvoer gebeurt alleen vanuit Sluiskil en IJmuiden ('IJmuiden' staat in de Ketenstudies voor 'Velsen-Noord', omdat daar de desbetreffende productielocatie van DSM is gevestigd), import alleen via IJmuiden (dat ook ammoniak per spoor vanuit Geleen aanvoert). In deze drie plaatsen wordt het leeuwendeel verwerkt tot kunstmest.

Tien chemische bedrijven gebruiken aanzienlijke hoeveelheden ammoniak als grondstof.

Circa duizend koel- en vrieshuizen gebruiken ammoniak als koelmiddel. Alleen bij de incidentele vervanging ervan wordt ammoniak (per tankauto) aan- en afgevoerd.

Overigens worden grote hoeveelheden ammoniak via de Westerschelde vervoerd naar Antwerpen. Figuur 1 laat de ammoniakbalans voor Nederland zien in de vorm van een Sankey-diagram. Op kaart 1 zijn de locaties van de ammoniakproducenten in Nederland en de locaties van de belangrijkste afnemers van ammoniak weergegeven. Ook zijn op deze kaart de routes voor het ammoniak-railtransport weergegeven.

Toepassingen

Ammoniak wordt voor talrijke en zeer uiteenlopende doeleinden gebruikt. Verreweg de belangrijkste toepassing is kunstmest (80%). Ammoniak wordt echter ook op grote schaal gebruikt bij de productie van kunststoffen en de grondstoffen daarvoor (zoals melamine, caprolactam, acrylonitril). Verder vormt het de grondstof voor een aantal aminen en kunstharsen, fungeert het als grondstof in de farmaceutische industrie en wordt het gebruikt als hulpstof bij diverse chemische bewerkings- en productieprocessen (bijvoorbeeld bij het harden van staal).

Een belangrijke toepassing van ammoniak is het gebruik (niet: verbruik) als koelmiddel in de koel- en vriessector en de levensmiddelenindustrie. Het vervangt als zodanig in toenemende mate de uitgefaseerde chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK). De toepassing in talrijke kleinschalige koelvoorzieningen (winkels e.d.) betekent dat het in veel gevallen bij/in woongebieden aanwezig is, meestal in kleine hoeveelheden.

Bekend is verder de toepassing van ammoniak als ammonia (25-30% oplossing in water), gebruikt als schoonmaakmiddel voor bijvoorbeeld schilderwerk.

Economische en maatschappelijke betekenis

In de ammoniakketen vinden bijna 3.000 mensen werk. De omzet bedraagt € 1,9 miljard, de toegevoegde waarde is € 0,46 miljard. Het aandeel van de activiteiten in de ammoniakketen in het Bruto Binnenlands Product bedraagt 0,11%¹.

Toekomst ammoniakgebruik

De toekomstverwachtingen voor de productie en het gebruik van ammoniak voor de komende jaren zijn matig. Door de groeiende terughoudendheid bij het gebruik van kunstmest wordt in West-Europa als geheel zelfs 20% productiedaling verwacht.

Alleen als in de Botlek een aanvoerterminal voor goedkoop geproduceerde ammoniak uit Oost-Europa geopend zou worden, kan het transport van ammoniak weer toenemen (export naar Antwerpen en het Ruhrgebied).

Externe veiligheid

De ammoniakknelpunten op het gebied van externe veiligheid doen zich in Nederland voor bij de productielocatie in Sluiskil (zowel een PR-knelpunt als een GR-aandachtspunt) en bij een aantal koelinstallaties (PR-knelpunten). Daarnaast is er een aantal effectgerichte aandachtspunten: om te beginnen bij de productielocaties in Sluiskil en Geleen, maar ook op plaatsen waar het transport over de weg, per spoor en vaarweg door bebouwd gebied gaat. Verder zijn er effectgerichte aandachtspunten bij de grootverbruikers die binnen ca. 1 km van bebouwd gebied zijn gevestigd en bij de bevoorrading van ammoniakkoelinstallaties per tankauto. PR-knelpunten, GR-aandachtspunten en effectgerichte aandachtspunten zijn weergegeven op kaart 1.

3.2 Chloor

Chloor wordt geproduceerd tijdens een elektrolyseproces. Het is een groengeel gas, dat zwaarder is dan lucht. Om er een vloeistof van te maken moet het flink gekoeld (-34 °C) of onder druk gezet worden.

Chloor wordt in Nederland geproduceerd in Bergen op Zoom, Delfzijl, Hengelo en in Rotterdam Botlek. De totale productie in Nederland bedraagt ruim 0,6 miljoen ton per jaar. In Delfzijl en Hengelo wordt een deel daarvan en in de Botlek het totaal meteen verwerkt tot chemische producten. Enkele voorbeelden daarvan zijn vinylchloride (grondstof voor PVC), kunststoffen zoals polycarbonaat en poly-urethaan, oplosmiddelen en lijmen, hypochloriet,

bestrijdingsmiddelen en medicijnen.

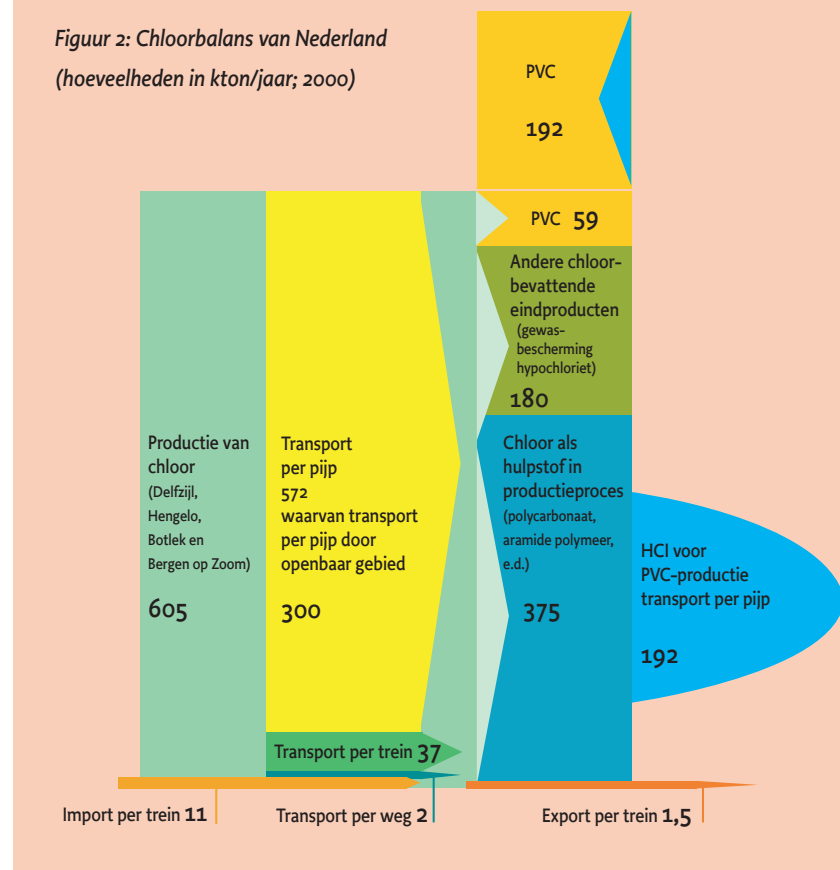
Zowel import als export van chloor vindt slechts op zeer kleine schaal plaats. Figuur 2 laat de chloorbalans voor Nederland zien in de vorm van een Sankey-diagram.

Beperkt vervoer

Het chloor dat niet in Delfzijl en Hengelo ter plaatse wordt verwerkt, gaat per spoor naar de Botlek. Het gaat daarbij om circa 15% van de Nederlandse jaarproductie. In de Botlek wordt het (samen met het aldaar geproduceerde chloor) gebruikt als grondstof voor de fabricage van vinylchloride, de basis voor PVC-producten. Ook wordt chloor toegepast in de productie van titaandioxide en in grondstoffen voor kunststoffen en -harsen. In Bergen op Zoom wordt het chloor meteen gebruikt bij de productie van polycarbonaat. Het railtransport verdwijnt na 2006 vrijwel (zie 'Toekomst chloorgebruik').

Verder worden er alleen kleine hoeveelheden chloor in minicontainers en flessen over de weg vervoerd naar kleinverbruikers.

Figuur 2: Chloorbalans van Nederland (hoeveelheden in kton/jaar; 2000)



Risicoaspect

Het gevaar van chloor schuilt in de hoge giftigheid ervan. Om chloor vloeibaar te maken wordt het onder druk gebracht. Wanneer er tijdens productie, opslag, transport of verwerking van chloor een ongeluk gebeurt waardoor het vrijkomt, zal het onmiddellijk weer gasvormig worden. Daardoor kan een grote gaswolk ontstaan, die tot op enkele kilometers afstand van de plaats van het ongeval vele doden en gewonden kan veroorzaken.

Economische en maatschappelijke betekenis

In de productie en het transport van chloor en afgeleide producten zijn circa 12.000 mensen werkzaam. De omzet die daarmee is gemoeid bedraagt € 3,3 miljard (toegevoegde waarde: € 1 miljard). Het aandeel in het Bruto Binnenlands Product bedraagt 0,23%.

Toekomst chloorgebruik

Het gebruik van chloor neemt mondiaal gezien sterk toe. Ook in Nederland wordt een productietoename voorzien. Extra transport (en dus: risico's) zal dat naar verwachting niet opleveren, aangezien de uitbreiding zal plaatsvinden op de plaats waar het chloor wordt gebruikt.

Thans bestaat er wat betreft de externe veiligheid bij de productielocatie in Hengelo een GR- en een effectgericht aandachtspunt. En ook bij de productielocatie in Delfzijl, bij het railtransport door de bebouwde omgeving van Hengelo en op de routes Delfzijl-Botlek en Hengelo-Botlek bestaan effectgerichte aandachtspunten. Bedrijfsleven en overheid hebben echter een overeenkomst gesloten waardoor het railtransport van chloor in Nederland na 2006 grotendeels zal stoppen. De Europese Commissie heeft in juni 2004 laten weten dat zij de financiële steun voor Akzo Nobel om deze maatregel mogelijk te maken verenigbaar acht met de EU-regelgeving.

Als gevolg van de overeenkomst zal de chloorproductie in Hengelo worden beëindigd. In Delfzijl komt een moderne chloorfabriek voor verwerking ter plaatse. 'De Botlek' zal uitbreiden, maar die extra productie zal ter plaatse worden verwerkt.

Het vervoer over de route Delfzijl-Botlek zal sterk afnemen (van 50.000 ton/jaar in 2000 naar maximaal incidenteel 10.000 ton/jaar na 2006).

Kaart 2 geeft de Nederlandse situatie aan zoals die zal zijn na uitvoering van het 'chloor-accorder'. Zij toont de chloorproductielocaties, de locaties van de belangrijkste chloorafnemers en de routes voor het chloortransport.

Opgenomen zijn ook de effectgerichte aandachtspunten. Er zijn geen PR-knelpunten en GR-aandachtspunten voor het railtransport.

Overigens vormt het gebied rond de chloorleiding in Hoogvliet wel een GR-aandachtspunt.

3.3 LPG

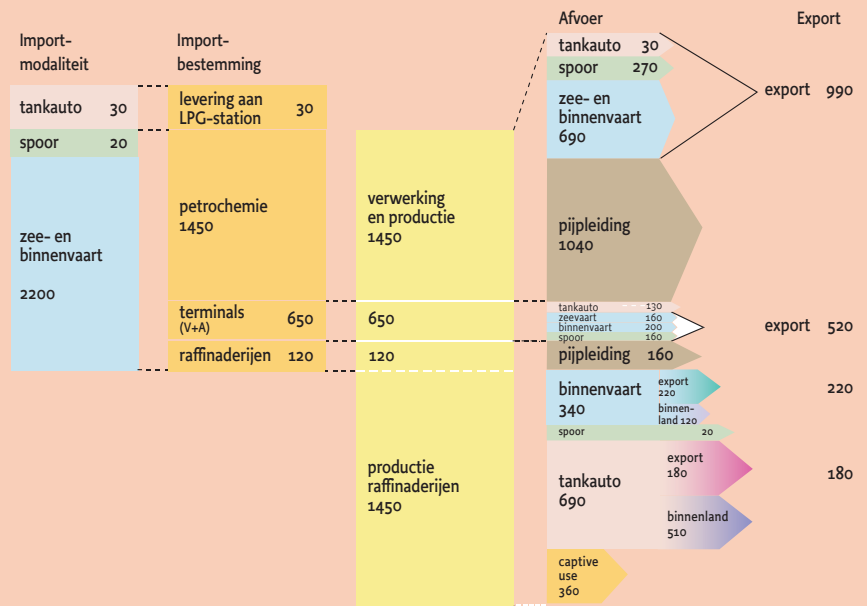
LPG (Liquefied Petroleum Gas, vloeibaar gemaakt petroleumgas) is de verzamelnaam voor een grote groep brandbare koolwaterstoffen. Het zijn meestal de lichtere fracties van aardolie en de zwaardere fracties van aardgas. De bekendste zijn propaan en butaan. Bij gewone (atmosferische) omstandigheden zijn ze allemaal gasvormig. Door ze vloeibaar te maken (via sterke afkoeling dan wel onder druk zetten) neemt het volume sterk af. Dat maakt ze handzamer (opslag, transport, gebruik). Maar daarin schuilt tevens het externe-veiligheidsrisico: als LPG bij een ongeval tijdens opslag, productie of transport vrijkomt, zal het snel

Kaart 2

Locaties chloorproductie in Nederland, locaties van de belangrijkste afnemers, de routes van het railvervoer van chloor en PR-knelpunten en GR- en effectgerichte aandachtspunten na de effectuering van het 'chlooraccorder' (2006).



Figuur 3: LPG-balans van Nederland (hoeveelheden in kton/jaar; 2002)



verdampen en een omvangrijke brandbare gaswolk vormen. Het volume als gas is namelijk 270 maal groter dan dat van LPG als vloeistof, en bij ontsteking wordt die gaswolk nog eens zeven maal groter. Daardoor kan een krachtige drukgolf ontstaan (explosie) die aanzienlijke schade kan aanrichten. Uiteraard is ook de omvangrijke vuurzee als zodanig gevaarlijk. Een bijzondere vorm van een calamiteit met LPG is de BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). Bij acuut falen van een LPG-tankauto ontstaat dan een combinatie van een explosie en een enorme vuurbal, die doden, gewonden en materiële schade kan veroorzaken tot op 200-300 meter afstand. Paragraaf 4.3 bevat een nadere uitleg van warme en koude BLEVE's.

Toepassingen

LPG wordt voor veel meer toepassingen gebruikt dan alleen als autobrandstof. In Nederland wordt minder dan 20% van alle gebruikte LPG ingezet als autobrandstof. Het marktaandeel van LPG als autobrandstof is de afgelopen twintig jaar aanzienlijk gedaald (van 1.544 miljoen liter naar 982 miljoen liter). In 2001 bedroeg het marktaandeel circa 8,3%. Het gebruik van diesel als concurrent-autobrandstof is in dezelfde periode sterk toegenomen (van 3.167 naar 6.610 miljoen liter). Als brandstof wordt LPG ook gebruikt door bedrijven en

bij afgelegen bebouwing (er zijn enkele duizenden pro-paantanks voor de verwarming van woningen, boerderijen, recreatiecomplexen etc.). Daarnaast wordt het gebruikt als drijfgas in spuitbussen.

Productie, invoer, uitvoer

Een groot deel van alle LPG in Nederland wordt geïmporteerd; met zeeschepen wordt via de havens in Amsterdam, het Rijnmondgebied en Vlissingen bijna 2 miljoen ton aangevoerd. Anderzijds wordt er (per schip, trein en tankwagen) ook bijna 1,7 miljoen ton geëxporteerd, met name naar Duitsland en België. De LPG-productie in raffinaderijen in Rijnmond en het Sloegebied, en in krakers in Moerdijk, Terneuzen en Geleen bedraagt bijna 1,5 miljoen ton. Het transport voor binnenlands gebruik naar de ruim 2100 tankstations gaat over de weg; het vervoer naar de tien regionale depots van waaruit de tankstation worden bevoorraarde gebeurt over de weg, per binnenvaartschip en (voor een klein deel) per spoor. Figuur 3 presenteert de LPG-balans voor Nederland in de vorm van een Sankey-diagram.

Economische en maatschappelijke betekenis

In de hele LPG-branche zijn 7.400 mensen werkzaam. De omzet bedraagt € 6,9 miljard; een derde daarvan is toegevoegde waarde (€ 2,3 miljard). Het aandeel van LPG in het

Bruto Binnenlands Product is 0,53% (cijfers uit 2001). Naar verwachting zal het gebruik van LPG als stook- en verwarmingsbrandstof de komende tien jaar tamelijk constant blijven. Als er al groei zal plaatsvinden, zal deze waarschijnlijk gecompenseerd worden doordat meer bedrijven/woningen overstappen op aardgas. Ook bij de export naar Duitsland worden voor de komende jaren geen grote veranderingen verwacht.

LPG als autobrandstof

LPG als autobrandstof is dankzij een fiscaal voordeel aanzienlijk goedkoper dan diesel. De afgelopen jaren is de markt voor diesel als autobrandstof echter gegroeid, doordat er ook voor kleinere auto's dieselmotoren op de markt zijn gekomen. Daarnaast is de brandstof diesel steeds schoner geworden. Het milieuvoordeel van LPG is daardoor relatief gezien afgenomen.

Het dieselgebruik is sinds 1985 meer dan verdubbeld, terwijl LPG een daling met circa 40% te zien gaf. Momenteel verkopen ruim 2.100 van de in totaal 3.600 Nederlandse tankstations LPG.

EV-risico's LPG

Bij analyse van de externe-veiligheidsrisico's van LPG in Nederland blijkt dat er geen PR-knelpunten en vrijwel geen GR-aandachtspunten voorkomen bij de productie in raffinaderijen en krakers. Alleen in Geleen bestaat een GR-aandachtspunt.

Bij de LPG-importterminals treedt alleen in Amsterdam en Stein een GR-aandachtspunt op.

Wel treden zowel PR-knelpunten als GR-aandachtspunten op bij LPG-depots. PR-knelpunten en GR-aandachtspunten

treden ook op bij 400 respectievelijk 548 LPG-tankstations. Het wegtransport van LPG als autogas en als verwarmingsbrandstof vanuit de terminal in Amsterdam en vanaf de raffinaderijen in Rijnmond naar LPG-tankstations en regionale depots zorgt voor GR-aandachtspunten op de wegen rond Amsterdam en Rotterdam. Dat geldt ook voor het wegtransport van LPG-producten, -autogas en -brandstof van en naar Rijnmond en Zuid-Limburg: alle steden in Noord-Brabant en Limburg hebben daarmee te maken.

Ook het railvervoer van LPG zorgt voor GR-aandachtspunten in de gebieden waar het spoor door stedelijk gebied gaat: langs Zwijndrecht/Dordrecht, de Brabantroute (noord-zuid van Rotterdam naar Antwerpen en Venlo/Duitsland), Rotterdam, Gouda, Duivendrecht, Amsterdam-Zuidoost, Amersfoort. Ditzelfde geldt voor de emplacementen van Sittard, Venlo en Hengelo.

Tenslotte bestaat er een PR-knelpunt bij een vulinrichting van spuitbussen in Dokkum.

Kaart 3 geeft een overzicht van de LPG-producenten en de LPG-depots in Nederland. Ook toont de kaart de PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten voor het railtransport. Kaart 4 geeft een overzicht voor het LPG-wegtransport.

Voetnoot

¹ Het basisjaar voor deze cijfers, evenals die voor chloor en LPG, is 2001. De cijfers fluctueren overigens wel van jaar tot jaar.

Autogas (LPG) tankstations (2002)

Aantal PR stations			Aantal GR stations			Aantal stations met PR en/of GR
Totaal	Alleen PR	PR + GR	Totaal	Alleen GR	GR+PR	
400	173	227	548	321	227	721



Kaart 3
 Overzicht van LPG-producenten en LPG-depots in Nederland, en van PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten voor het LPG-railtransport (2010).



Kaart 4
 Overzicht van raffinaderijen en naftakrakers, terminals, depots en van PR-knelpunten en GR-aandachtspunten voor het LPG-wegtransport (2010).



1075

PROPANE

2

SPRAY / FILL

VAPOR

LIQUID

Hoe vergroten we de externe veiligheid?



4.1 Inleiding

Fase 1 van de Ketenstudies bestond uit een analyse van de externe-veiligheidsknelpunten en aandachtspunten in de ketens van ammoniak, chloor en LPG in Nederland. Op grond van de uitkomsten van die analyse is in Fase 2 een groot aantal mogelijkheden voor het oplossen daarvan op een rij gezet en beoordeeld. Die beoordeling vond plaats aan de hand van vijf criteria:

- **Probleemoplossend vermogen:**
hoe effectief is de oplossing voor het vergroten van de externe veiligheid?
In hoeverre draagt een oplossing bij aan het verminderen van het PR en het GR (zie kader in hoofdstuk 1) en aan het verminderen van effectgerichte aandachtspunten.
- **Ongevalgerelateerde effecten:**
tot welke verandering in doden, gewonden, materiële en productieschade, sociale ontwrichting en vraag naar de inzet van rampenbestrijdingsdiensten kan een oplossing leiden?
- **Maatregelgerelateerde effecten:**
welke verandering in eenmalige en jaarlijkse kosten brengt het nemen van maatregelen met zich mee?
Andere maatregelgerelateerde effecten zijn ook (globaal) bekeken: de effecten op de efficiency van het desbetreffende productieproces, de voorbereiding van de rampbestrijding, het ruimtegebruik, de sociale ontwrichting, de luchtkwaliteit, het energiegebruik, de benutting van infrastructuur, de internationale concurrentiepositie van Nederland, en de strategische beschikbaarheid van alternatieven voor de bestudeerde stof (ammoniak, chloor en LPG).
- **Randvoorwaarden:**
aan welke randvoorwaarden moet worden voldaan om de desbetreffende maatregel te kunnen nemen?
Zo moeten alle oplossingen in elk geval voldoen aan

nationale en internationale wet- en regelgeving en aan bestaande internationale afspraken (tenzij expliciete toestemming kan worden verkregen om daarvan af te wijken). Overigens kunnen sommige maatregelen alleen in internationaal verband worden genomen, zoals een eventuele verplichting om railwagens die LPG vervoeren te voorzien van een hittewerende coating. Verder is rekening gehouden met inpasbaarheid in de bedrijfsvoering van de desbetreffende diensten en moeten de oplossingsrichtingen binnen maximaal twintig jaar gerealiseerd kunnen worden.

- **Resultaat van de kosten-batenanalyse:**
wat is de netto contante waarde (N.C.W.) van een bepaalde oplossing?

De uitkomst van deze beoordeling vormde het uitgangspunt voor de selectie van de meest kansrijke oplossingen die in Fase 3 gedetailleerd zijn onderzocht. Overigens is in Fase 2 en Fase 3 alleen gekeken naar ammoniak en LPG, en niet meer naar chloor. Eerder is al genoemd dat het railtransport van chloor vanuit Hengelo en Delfzijl vervalt, waardoor de externe-veiligheidsproblemen rondom chloor vrijwel geheel verdwijnen.

Overzicht oplossingsrichtingen

Hieronder wordt een beknopt overzicht gegeven van oplossingsrichtingen. Elk cluster sluit af met een overzichtstabel met kerngegevens. Daaruit blijkt dat het mogelijk is om vanuit meerdere invalshoeken te kijken: wat is het effect van de respectievelijke maatregelen op PR, GR, EG en kosten (uitgedrukt in netto contante waarde)? In Fase 3 is ook gekeken naar de verwachtingswaarde van de diverse oplossingen. Voor de verwachtingswaarde wordt de kans op een ongeval vermenigvuldigd met het aantal slachtoffers (zie ook pagina 8).

Het maken van beleidskeuzes kan nu mede worden gebaseerd op de veelzijdige afweging waarvoor de Ketenstudies het materiaal hebben aangeleverd.

De effecten van de hierna genoemde oplossingen worden vergeleken met het nulalternatief.

Bij een aantal oplossingen vindt een verandering van transportmodaliteit plaats (van rail naar binnenvaart bijvoorbeeld) of een wijziging van routes. In al deze gevallen is er bij de berekening van de EV-effecten rekening gehouden met het feit dat dit meestal een verplaatsing van risico's met zich meebrengt. Dit effect is overal verdisconteerd in de cijfers en berekeningen.

4.2 Oplossingen: ammoniak

a) Productielocatie Yara Sluiskil

Nederland telt twee ammoniakproducenten: Yara (voorheen Hydro Agri) in Sluiskil en DSM in Geleen.

Yara (bedrijfsterrein circa 1 km²) is gevestigd in Sluiskil, Zeeuws-Vlaanderen, en wel aan de oostkant van het Kanaal van Gent naar Terneuzen. Aan de overzijde van het kanaal ligt de bebouwde kom van Sluiskil, dat ruim 1.000 woningen met ongeveer 2.500 inwoners telt.

Yara produceert jaarlijks circa 1.700 kton ammoniak. Het grootste deel (maximaal 1.180 kton) wordt ter plaatse verwerkt tot eindproducten, vooral kunstmest. De rest (ca. 520 kton) gaat naar afnemers elders in West-Europa en in het Oostzeegebied. Ruim 80% wordt afgevoerd per zeeschip, de rest per spoor, tankauto en binnenvaartschip. De schepen meren af aan de oostelijke kanaalkade, recht tegenover Sluiskil, op circa 300 meter van de rand van het dorp. Yara beschikt over twee gekoelde opslagtanks

(10.000 en 20.000 ton) en een systeem van (vooral bovengrondse) pijpleidingen tussen de productie-eenheden, de opslagtanks en de verlaadinstallaties.

PR-knelpunt en GR-aandachtspunt

Vooral de belading van schepen, de ammoniakopslag en de salpeterzuurfabrieken op het Yara-terrein zorgen ervoor dat er in Sluiskil zowel een PR-knelpunt als een GR-aandachtspunt bestaat. Dat heeft te maken met de kans op falen of lekken van een opslagtank en het breken van een leiding of aansluiting van een verlaadinstallatie.

Bij de salpeterzuurfabriek gaat het om een mogelijke ontsnapping van het toxische stikstof(di)oxide.

De 10⁻⁶ PR-contour reikt tot 100 à 125 meter over de kanaaloever in het dorp Sluiskil; binnen deze contour bevinden zich ongeveer 70 woningen.

Bij het GR gaat het om de zeer geringe kans (eens per 1 tot 10 miljard jaar) op een groot ongeluk (maximaal 800 doden). Het ammoniaktransport op de Westerschelde is buiten beschouwing gelaten; hierover is separaat gerapporteerd (zie pagina 6).

Hieronder volgen de geselecteerde mogelijkheden om deze risico's te verminderen.

- Oplossingsrichting A1: Het verwerken van ammoniak in Sluiskil.

De afvoer van de overproductie van ammoniak en alles wat daarmee samenhangt (zoals opslag) is verantwoordelijk voor meer dan de helft van het huidige risico. Verwerking van alle ammoniak op de Yara-locatie zelf (450 kton ammoniak meer) lost het PR-knelpunt op. De overschrijding van het GR vermindert. De verwachtingswaarde rond Sluiskil daalt met 27%, de kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 18%.

Voor de verwerking van 450 kton ammoniak extra is wel de bouw vereist van een ureumfabriek (jaarcapaciteit 225 kton ammoniak), een salpeterzuurfabriek (jaarcapaciteit 112,5 kton ammoniak) en een ammoniumnitraatfabriek (jaarcapaciteit 112,5 ton ammoniak).

De investeringsbedragen zijn vertrouwelijke informatie en dat geldt ook voor de invloed van deze maatregel op de efficiency en kostprijs voor het concern.

Aan de kostenkant is er ook de verslechtering van de luchtkwaliteit. De extra fabrieken stoten namelijk een aanzienlijke hoeveelheid CO₂, N₂O, NO_x en PM₁₀ uit.

In totaal bedraagt de netto contante waarde (N.C.W.) van

deze maatregel € -149 miljoen. De opbrengsten als gevolg van deze investering zijn hier overigens niet in meegenomen.

Daarnaast zijn er randvoorwaarden zoals de mogelijkheid tot het wijzigen van bestaande langjarige leveringscontracten (binnen het concern en daarbuiten), investeringsbeslissingen door moedermaatschappijen in het buitenland en het verlenen van allerlei vergunningen.

- **Oplossingsrichting A3: Verwijderen risicolopende objecten in Sluiskil.**

In plaats van saneren van de riskante activiteit zelf kan ook de risicolopende bebouwing (70 huizen, 1 winkel) worden verwijderd. Daardoor verdwijnt het PR-knelpunt en vermindert het GR. De verwachtingswaarde daalt met 14%, de kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 8%.

De kosten van het slopen en elders herbouwen van woningen en winkel bedragen € 18,7 miljoen. Het terugbrengen van de vrijkomende ruimte (4 ha) in de oude staat van openbare ruimte bedraagt € 1 miljoen. Daar staat echter een opbrengst tegenover: verkoop van de grond voor een agrarische bestemming levert € 120.000 op.

De sloop veroorzaakt echter ook sociale ontwrichting in een gebied, dat in Sluiskil een kernfunctie heeft. Evenmin als de 'kosten' van doden en gewonden is dit aspect in geld uitgedrukt. In de N.C.W. (€ -12,2 miljoen) komen deze aspecten derhalve niet tot uitdrukking.

- **Oplossingsrichting A4: Maatregelen aan de bron.**

De volgende maatregelen kunnen samen het PR-knelpunt opheffen en het GR verminderen:

- Verladen van warme ammoniak naar binnenvaartschepen, tankauto's en spoorketelwagens: met behulp van ammoniakdetectie-apparatuur bij de verlaadinstallaties zou bij lekkage het verladen automatisch kunnen worden gestopt.
- Verlading van de ammoniak onder druk bij een verlaagde temperatuur (-5 à -10 °C, in plaats van bij omgevingstemperatuur, zoals nu gebeurt), waardoor het ontsnappen van ammoniak minder gevaar oplevert.

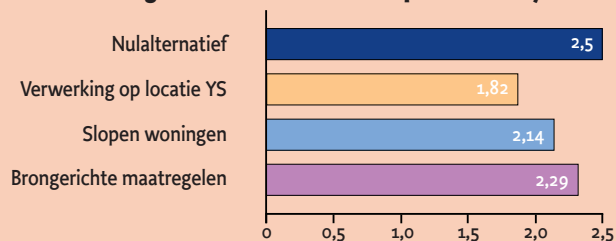
De verwachtingswaarde vermindert door deze maatregelen met 9%. De kans op een ramp met meer dan tien doden daalt met 5%.

De maatregelen rond de verlaadinstallatie voor binnenvaartschepen in Sluiskil kosten circa € 1,15 miljoen. Per afnemer (aanpassing losinstallatie nodig) komt daar ongeveer circa € 0,17 miljoen bij. Bij het veronderstelde aantal van vijf afnemers kosten de maatregelen dan in totaal € 2 miljoen. Het verladen naar tankauto's en ketelwagens vraagt bij Yara een investering van circa € 0,4 miljoen. De kosten van aanpassingen bedragen per installatie circa € 0,1 miljoen. Uitgaande van vijf afnemers zijn de kosten van het verladen en de aanpassingen van de installaties in totaal 2,8 miljoen. De gezamenlijke N.C.W. bedraagt € -2,2 miljoen.

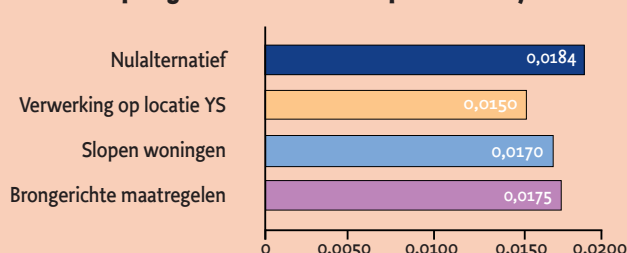
b) Koelinstallaties

Nederland telt naar schatting duizend koel- en vriesinstallaties die ammoniak gebruiken als koudemiddel. Het gaat vooral om vlees-, voedingsmiddelen-, en conservenbedrijven, maar bijvoorbeeld ook om kunstijsbanen, groente- en fruitveilingen, bierbrouwerijen. De inhoud van de installaties varieert van minder dan 200 kg tot meer dan 10.000 kg. De kleinere toepassingen komen vooral voor bij slagerijen en supermarkten. De toegenomen aandacht voor voedselhygiëne en -veiligheid vraagt immers om een continue koeling van voedingsmiddelen. Ammoniakkoeling is aantrekkelijk vanwege het hoge energierendement en de zeer lage milieubelasting ten opzichte van de synthetische koudemiddelen. Daardoor is het aantal kleine ammoniakkoelinstallaties in en nabij woongebieden sterk toegenomen.

**Productielocatie Yara Sluiskil:
verwacht gemiddeld aantal doden per 100.000 jaar**



**Productielocatie Yara Sluiskil:
kans op ongeval met >10 doden per 100.000 jaar**



Overzicht oplossingsrichtingen productielocatie Yara Sluiskil (YS)

	Nulalternatief	A ₁ Verwerking ammoniak op locatie YS	A ₃ Slopen kwetsbare objecten rond YS	A ₄ Brongerichte maatregelen YS
Plaatsgebonden risico (PR)				
Overschrijding wettelijke norm PR	Ruim 100 meter in bebouwde kom Sluiskil	Geen overschrijding meer	Geen overschrijding meer	Geen overschrijding meer
Aantal personen in PR-contour	128 personen	0	0	0
Groepsrisico (GR)				
Overschrijding GR-waarde	Overschrijding	Daalt, maar nog steeds enige overschrijding	Daalt, maar nog steeds enige overschrijding	Daalt, maar nog steeds enige overschrijding
Aantal hectares met overschrijding GR-waarde	70	70	70	70
Effectgericht aandachtspunt (EG)				
Locatie EG	Bebouwde kom Sluiskil	Bebouwde kom Sluiskil	Bebouwde kom Sluiskil	Bebouwde kom Sluiskil
Kans op ramp met > 10 doden	0,0184 per 100.000 jaar	-18%	-8%	-5%
Verwachtingswaarde				
Verwacht gemiddeld aantal doden	2,5 per 100.000 jaar	-27%	-14%	-9%
Investing (eenmalig)		Vertrouwelijk	€ - 19,7 miljoen	€ -2,8 miljoen
Operationele kosten (jaarlijks)		Onbekend	0	0
Netto Contante Waarde	n.v.t.	€ -149 miljoen + PM	€ -12,2 miljoen	€ -2,2 miljoen

Aandacht voor preventie

Ontsnapping van ammoniak uit deze installaties (leidingen, warmtewisselaars, pompen, compressoren, opslag- en verzamelvaten, aansluitpunten) vormt een risico. Een apart punt is dat verbindingsleidingen tussen de machinekamer en de te koelen ruimte vaak in de buitenlucht liggen, evenals warmtewisselaars.

In het verleden zijn de risico's hiervan onvoldoende onderkend; daardoor worden momenteel de EV-normen op een aantal plaatsen overschreden. De afgelopen jaren is de aandacht voor preventie van zulke situaties sterk toegenomen; er zijn duidelijke richtlijnen opgesteld (CPR-13-2) en ook installatietechnisch wordt hard gewerkt aan vermindering van mogelijke risico's.

Volgens nieuwe regelgeving (Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen) moeten voortaan veilige afstanden worden aangehouden tussen (het hart van) de installatie en kwetsbare

objecten in de omgeving. Die afstanden zijn gerelateerd aan de ammoniakinhoud. Bij de inventarisatie in Fase 1 van de Ketenstudie bleek dat 170 installaties de PR-norm overschrijden; een inventarisatie van GR-overschrijdingen is niet beschikbaar.

Momenteel is onderzoek gaande naar de validatie van de afstandstabellen. Dit kan leiden tot aanpassing van de afstanden, en daarmee tot wijziging van het aantal knel- of aandachtspunten.

De oplossingsrichting die de Ketenstudies nader zou willen onderzoeken betreft het verminderen van de hoeveelheid ammoniak in de koelinstallaties door het toepassen van indirecte koelsystemen (een beperkte hoeveelheid ammoniak koelt dan een ongevaarlijker secundair koudemiddel). In afwachting van de uitkomsten van het genoemde onderzoek naar de validatie van afstandstabellen is deze

oplossingsrichting (A6) nog niet verder uitgewerkt.

c) Railtransport

Jaarlijks vervoeren ketelwagens circa 190 kton ammoniak over het spoor. Concreet gaat het om 3.800 wagens per jaar (capaciteit per ketelwagon: 50 ton). Het transport vindt plaats via zes routes. De ammoniak wordt onder druk getransporteerd. De transporten voldoen aan de PR-norm en de GR-oriëntatiewaarde. De routes zijn:

- Geleen - IJmuiden (via Sittard, Roermond, Eindhoven, Den Bosch, Utrecht, Amsterdam, Haarlem);
- Geleen - Delfzijl (via Sittard, Roermond, Eindhoven, Den Bosch, Utrecht, Groningen);
- Geleen - België (via Maastricht, Visée);
- Geleen - Duitsland (via Sittard, Roermond, Venlo, Kaldenkirchen);
- Sluiskil - Terneuzen
- Roosendaal - België (via Maastricht, Visée en Essen).

De eerste twee routes nemen het leeuwendeel voor hun rekening (respectievelijk 2.400 en 600 wagens; de andere vier verdelen de resterende 800 wagens).

De railroutes gaan dwars door de genoemde steden. Ondanks alle veiligheidsmaatregelen kan een ongeval nooit uitgesloten worden. Bij de risicoanalyse is met name gekeken naar de volgende twee situaties:

- a) Bezwijken van de spoorketelwagon door een externe brand, mechanische impact (botsing) of materiaal defect. Hierdoor kan de druk wegvallen, zodat een deel van de vrijkomende ammoniak direct verdampt en de rest een plas vormt die daarna eveneens verdampt.
- b) Het ontstaan van een gat in de tankwand, waardoor de ammoniak continu uitstroomt (omdat de ammoniak onder circa 8 bar druk wordt vervoerd, gebeurt dat dan met kracht).

Het railtransport van ammoniak levert nergens een PR-knelpunt of GR-aandachtspunt op.

Omdat een ongeluk wel slachtoffers zou kunnen veroorzaken, zijn er in bebouwd gebied toch effectgerichte aandachtspunten. Met het oog daarop zijn de onderstaande oplossingen geformuleerd:

- Oplossingsrichting A9:

Vermindering ammoniakproductie Geleen.

Als DSM Agro Geleen voortaan alleen nog ammoniak voor eigen behoefte produceert en niet meer levert aan haar afnemers in IJmuiden en Delfzijl, wordt railtransport overbodig. De productie in Geleen zou daardoor verminderen met 150 kton.

IJmuiden en Delfzijl zouden dan via zeeschepen beleverd kunnen worden. In IJmuiden zou dat een beperkt effectgericht aandachtspunt opleveren, in Delfzijl niet.

Van een PR-knelpunt of van overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde is in de bestaande situatie geen sprake; onder invloed van de maatregel komt hierin ook geen verandering. De verwachtingswaarde daalt in totaal met 24%, de kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 22%.

Voorwaarde voor deze maatregel is de bouw van een ammoniakterminal in Delfzijl en van extra opslagcapaciteit (10.000 ton) in IJmuiden. Nodig zijn verder onder meer vergunningen voor de bouw van de nieuwe aanlandinstallaties, een pijpleidingtracé in Delfzijl en extra opslagcapaciteit bij drie DSM-kanten in Delfzijl.

De N.C.W. bedraagt in totaal € -49,9 miljoen. Vertrouwelijkheid van bedrijfsgegevens verhindert openbare specificatie van dit bedrag.

- Oplossingsrichting A12a en A12b:

Binnenvaart Geleen-IJmuiden.

Vervoer van ammoniak over water (in plaats van per spoor) in beter aanvaringsbestendige schepen (*Y-shape hull* schepen) kan de externe veiligheid vergroten. Vaarroute: Maas, Waal (bij Nijmegen) Amsterdam-Rijnkanaal, IJmeer, Noordzeekanaal. Hierbij zijn twee varianten onderzocht: vervoer onder druk bij omgevingstemperatuur (A12a) en gekoeld vervoer (waarbij de druk van ammoniak sterk afneemt – A12b).

Langs het spoor verdwijnen dan uiteraard alle desbetreffende effectgerichte aandachtspunten. Bij het bestaande ammoniakrailvervoer treden PR-knelpunten noch GR-aandachtspunten op.

Voor de verwachtingswaarde voor dodelijke slachtoffers maakt het nogal wat uit of de ammoniak warm dan wel koud wordt vervoerd.

Bij transport van warme ammoniak stijgt de verwachtingswaarde in totaal 128%, bij gekoelde

ammoniak daalt die met 17%.

Ook bij de kans op een ramp met meer dan tien doden is er veel verschil: Bij warm transport in totaal een toename met 606% ten opzichte van het nulalternatief, bij koud transport een vermindering met 17%.

Overigens zal door de introductie van veiligere schepen het EV-effect minder negatief c.q. zelfs nog positiever worden. Met de huidige richtlijnen voor risicoanalyse kan deze verbetering echter op dit moment echter nog niet gekwantificeerd worden. De kans op doorboring van een ladingstank zal op de grote rivieren en de Rotterdams-Westerscheldeverbinding verminderen en op de andere wateren vrijwel nihil worden.

In de berekening is ook geen rekening gehouden met maatregelen zoals het verplaatsen van aansluitleidingen van de buitenzijde naar de binnenkant van de dome en het plaatsen van dubbele afsluiters direct na de tankdome en het plaatsen van de leidingen op het midden van het dek. Beide maatregelen kunnen vermindering van de kans op beschadiging van de aansluitleiding bij een aanvaring opleveren.

De overschakeling van spoor naar schip vergt (een vergunning voor) de aanleg van een ammoniakpijpleiding van DSM Geleen naar de binnenvaarthaven in Stein en van een losinstallatie in IJmuiden.

De N.C.W. van de maatregelen bedraagt in totaal € -23,2 miljoen. In het geval van gekoeld transport is dat bedrag exclusief de eventuele reductie van de maatregelkosten door het koelen.

Wegens de vertrouwelijkheid van relevante gegevens is een publieke kostenspecificatie niet mogelijk.

- *Oplossingsrichting A13a en A13b:*

Binnenvaart Geleen-Delfzijl.

Ook het railvervoer Geleen-Delfzijl van de jaarlijkse 30 kton kan worden vervangen door transport over water (zie hiervoor). De vaarroute loopt via Maas, Waal (bij Nijmegen), Amsterdam-Rijnkanaal, IJsselmeer, Prinses Margrietkanaal, Van Starckenborgkanaal en Eemskanaal.

Uiteraard verdwijnen ook hier de effectgerichte aandachtspunten langs het spoor ten gevolge van het ammoniaktransport. Langs de vaarroute ontstaan wel andere effectgerichte aandachtspunten (bijvoorbeeld bij Nijmegen,

Utrecht, Amsterdam). Overigens geldt ook hier de bij A12 gemaakte opmerking over het positieve effect van vervoer met veiliger schepen.

Van een PR-knelpunt of van overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde is in de bestaande situatie geen sprake; onder invloed van de maatregel komt hierin ook geen verandering. De verwachtingswaarde bij vervoer van warm ammoniak stijgt in totaal met 31%, terwijl zij bij gekoelde ammoniak 4% daalt. De kans op een ramp met meer dan tien doden blijft onveranderd respectievelijk vermindert met 3%. De opmerking over de vergrote veiligheid ten gevolge van de nieuwe *Y-shape hull* schepen en de ander genoemde maatregelen (zie A12) geldt ook hier.

Het vervoer over water vergt investering in (en een bouw- en milieuvergunning voor) een ammoniakpijpleiding van DSM Geleen naar de binnenvaarthaven in Stein, een laad-/losterminal plus extra opslagcapaciteit in Delfzijl. De N.C.W. van deze maatregel bedraagt in totaal € -24,9 miljoen.

Ook hier is dat bedrag bij gekoeld transport exclusief de eventuele reductie van de maatregelkosten door het koelen.

Wegens de vertrouwelijkheid van relevante gegevens is een publieke kostenspecificatie niet mogelijk.

- *Oplossingsrichting A15: Veiliger railtransport.*

In de Ketenstudies is een maatregelpakket onderzocht om het railtransport van ammoniak veiliger te maken. Pakket A bestaat uit infrastructurele en logistiek/organisatorische maatregelen die partijen in Nederland zelfstandig kunnen uitvoeren:

- verbeterde hotbox-detectie ter voorkoming van ontsporing door vastgelopen assen;
- combinatie van 'groene golf' (ononderbroken kunnen doorrijden) en langzamer rijden in stedelijk gebied;
- op de genoemde trajecten uitsluitend in bloktreinen rijden (geen 'gemengde' treinen waarin ook andere gevaarlijke stoffen worden vervoerd worden, die bij een ongeluk extra complicaties zouden kunnen opleveren);
- wagoninspectie voor vertrek en een verbeterd veiligheidsbeheerssysteem.

Daarnaast is er een pakket B. Dat bevat maatregelen die afstemming en/of voorafgaande toestemming in EU-verband en/of op grond van de internationale overeenkomst RID/UIC (Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses in het kader van de Union International de Chemin de fer) vergen:

- vervoer per ketelwagon met kreukelzone en energieabsorberende buffers (ter voorkoming van breuk);
- ontsporingsdetectoren op ketelwagens (snelremming bij ontsporing) plus GPS-positie-signalering (om te weten waar de ketelwagens zich precies bevinden).

Van een PR-knelpunt of van overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde is in de bestaande situatie geen sprake; onder invloed van de maatregel komt hierin ook geen verandering. De verwachtingswaarde vermindert in totaal met 18%: de verwachtingswaarde langs de trajecten Geleen-IJmuiden en Geleen-Delfzijl daalt met 80%. Op de locaties Geleen, IJmuiden en Delfzijl blijft zij gelijk aan die in het nulalternatief.

De kans op een ramp met meer dan tien doden daalt in totaal met 19%.

De investeringen voor pakket A bedragen € 2,4 miljoen. Pakket B vergt € 1,6 miljoen (ketelwagens met kreukelzones en energieabsorberende buffers) plus € 1,2 miljoen (ontsporingdetectoren, GPS-systeem). De N.C.W. van pakket A en B bedraagt € -3,4 miljoen. Voor pakket B moeten in de N.C.W. de nog onbekende, substantiële ontwikkelkosten op Europese schaal en de aanleg van wachtsproren in Nederland nog worden verdisconteerd.

- **Oplossingsrichting A18a en A18b: Structurele swapping.** Langlopende afspraken (> 5 jaar) tussen ammoniakproducenten over levering van ammoniak en gerelateerde eindproducten aan elkaars vestigingen en/of klanten ('swapping') is ook een mogelijkheid om (de risico's van) ammoniakvervoer te verminderen. Reële swapping-mogelijkheden zijn:

- Belevering van DSM IJmuiden en Delfzijl door Kemira UK; de ammoniak gaat dan per zeeschip naar IJmuiden en van daaruit gaat een gedeelte via binnenvaartschepen door naar Delfzijl.
- Belevering van Kemira-klanten in Duitsland en Midden-Europa door DSM Geleen (via binnenvaartschepen die laden in een aan te leggen overslagstation in Stein).

Ook dit binnenvaartvervoer kan met warme dan wel gekoelde ammoniak plaatsvinden.

Alle risico's langs het spoor ten gevolge van ammoniaktransport met uitzondering van Geleen-België verdwijnen dan uiteraard volledig, maar langs de vaarroute ontstaat de kans op een ongeval. In totaal stijgt de verwachtingswaarde bij 'warm transport' met 40%, maar de kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 19%. Bij gekoeld transport zijn de cijfers -22% respectievelijk -19%.

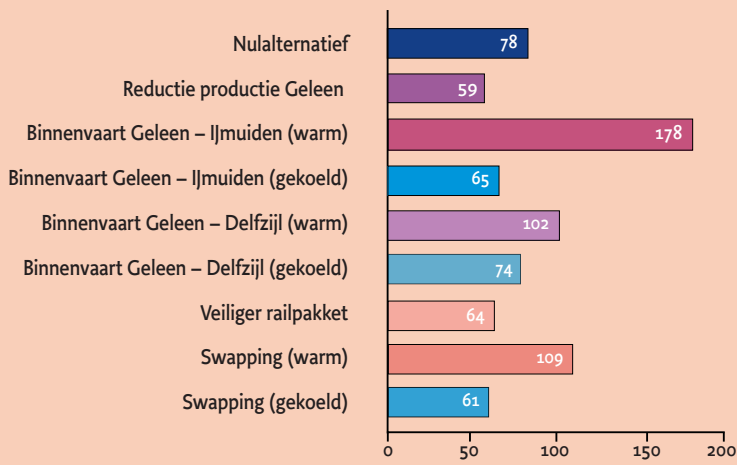
De opmerking over de vergrote veiligheid ten gevolge van de nieuwe *Y-shape hull* schepen en de ander genoemde maatregelen (zie A12) geldt ook hier.

Vereiste investeringen: ammoniak-pijpleiding van DSM Geleen naar de binnenvaarhaven in Stein, extra opslagcapaciteit (10.000 ton) in IJmuiden, laad-/losterminal in Delfzijl.

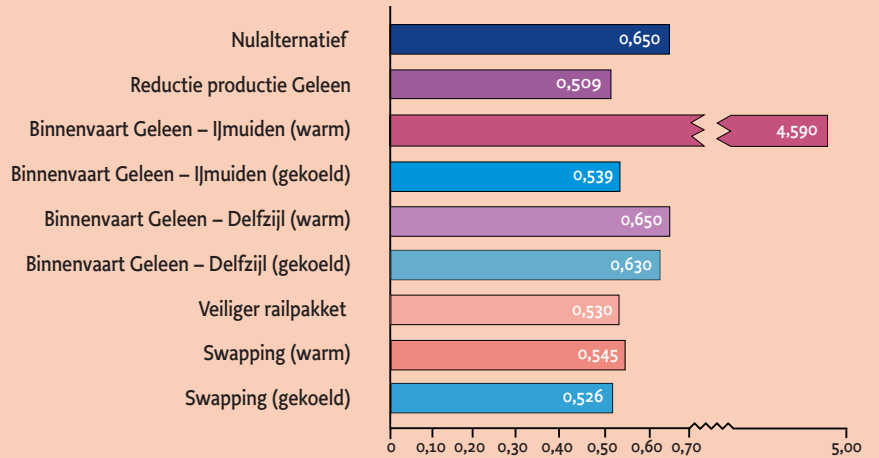
De N.C.W. van deze oplossing bedraagt in beide gevallen ('warm' en 'koud') € -31,2 miljoen. Ook hier is dat bedrag bij gekoeld transport exclusief de eventuele reductie van de maatregelkosten door het koelen. Publieke specificatie van bedragen is wegens vertrouwelijkheid van bedrijfsgegevens niet mogelijk.

Swapping is omgeven door een aantal randvoorwaarden. Swapping mag niet leiden tot het verdelen van de markt tussen de producenten of de transporteurs en evenmin tot de situatie dat de meest nabije producent per definitie een concurrentievoordeel heeft. Een (internationale) verschuiving van transport/veiligheidsknelpunten is onwenselijk. Verder moeten de provincies Limburg en Groningen vergunning verlenen voor de pijpleidingstracés, de laadinstallatie in Stein, de los-/laadinstallatie en extra opslagcapaciteit bij afnemers in Delfzijl.

**Ammoniak-railtransport:
verwacht gemiddeld aantal doden per 100.000 jaar**



**Ammoniak-railtransport:
kans op ongeval met >10 doden per 100.000 jaar**



Overzicht oplossingsrichtingen railtransport ammoniak

	Nul- alternatief	A9 Reductie ammoniak- productie Geleen	A12a/b Binnenvaart Geleen-IJmuiden	A13a/b Binnenvaart Geleen-Delfzijl	A15 Veiliger railpakket	A18a/b Structurele wapping
Plaatsgebonden risico (PR)						
Overschrijding wettelijke norm PR	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Aantal personen in PR-contour	0	0	0	0	0	0
Groepsrisico (GR)						
Overschrijding GR-waarde	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Aantal hectares met overschrijding GR-waarde	0	0	0	0	0	0
Effectgericht aandachtspunt (EG)						
Locatie EG	Locatie Geleen, langs beide spoortrajecten, locatie IJmuiden	Locaties Geleen, IJmuiden	Locatie Geleen, haven Stein, vaarroute Geleen-IJmuiden, spoortraject Geleen-Delfzijl, locatie IJmuiden	Locatie Geleen, haven Stein, vaarroute Geleen-Delfzijl, spoortraject Geleen-IJmuiden, locatie IJmuiden	Locatie Geleen, langs beide spoortrajecten, locatie IJmuiden	Locatie Geleen, haven Stein, vaarroute naar Duitsland, locatie IJmuiden
Kans op ramp met > 10 doden	0,65 per 100.000 jaar	-22%	A12a (warm): +606% A12b (gekoeld): -17%	A13a (warm): 0% A13b (gekoeld): -3%	-19%	A18a (warm): -16% A18b (gekoeld): -19%
Verwachtings-waarde						
Verwacht gemiddeld aantal doden	Totaal 78 per 100.000 jaar waarvan: Spoor Geleen-IJmuiden: 13 Spoor Geleen-Delfzijl: 4 Geleen: 58 IJmuiden: 1 Delfzijl: 2	Totaal:-24%, waarvan: Spoor zGeleen-IJmuiden: -100% Spoor Geleen-Delfzijl: -100% Geleen: -4% IJmuiden: +5% Delfzijl: +17%	Totaal A12a (warm): +128% Totaal A12b (gekoeld): -17%	Totaal A13a (warm): +31% Totaal A13b (gekoeld): -4%	Totaal: -18%, waarvan: Spoor Geleen-IJmuiden: -80% Spoor Geleen-Delfzijl: -80% Locaties Geleen, IJmuiden en Delfzijl: onveranderd (zie autonome ontwikkeling)	Totaal A18a (warm): +40% Totaal A18b (gekoeld): -22%
Investing (eenmalig)		Vertrouwelijk	Vertrouwelijk	Vertrouwelijk	€ - 5,2 miljoen + PM (aanleg wachsporen)	Vertrouwelijk
Operationele kosten (jaarlijks)		Vertrouwelijk	Vertrouwelijk	Vertrouwelijk	€ 0	Vertrouwelijk
Investering Netto Contante Waarde	n.v.t	€ - 49,9 miljoen	€ - 23,2 miljoen (A12b: excl. evt. reductie maatregelkosten a.g.v. gekoeld transport)	€ - 24,9 miljoen (A13b: excl. evt. reductie maatregelkosten a.g.v. gekoeld transport)	€ - 3,4 miljoen (excl. ontwikkelkosten pakket B en aanleg wachsporen)	€ -31,2 miljoen

4.3 Oplossingen: LPG

a) Autogas (LPG) tankstations

Blijkens een recente inventarisatie verkopen 2.137 tankstations eveneens LPG (autogas).

Zowel aanvoer, overslag als opslag van LPG is van belang als het gaat om de externe veiligheid. De aanvoer naar het tankstation geschiedt per tankauto (inhoud 25 ton). Bij de tankstations zijn de opslagtanks (typische grootte 20 m³) veelal ondergronds aangelegd.

De meeste van de 2.137 LPG-tankstations bevinden zich in de bebouwde kom, maar de meeste LPG wordt verkocht door tankstations langs rijkswegen of provinciale wegen. Er zijn 500 LPG-stations die een PR-knelpunt veroorzaken en 548 die een GR-aandachtspunt opleveren. Hierbij treedt gedeeltelijke overlap op (van die 548 hebben er 321 alleen een GR-aandachtspunt en geen PR-knelpunt). Overigens is al afgesproken om 100 LPG-tankstations met een urgent PR-knelpunt te saneren; het geld hiervoor is reeds gereserveerd.

Mogelijke ongevallen

Bij externe-veiligheidsrisico's van LPG-tankstations gaat het vooral om een ongeval tijdens de overslag van de tankauto naar de LPG-opslagtank. Uitgangspunt van de risicoanalyse is dat ondanks alle genomen veiligheidsmaatregelen bij bevoorrading van LPG-tankstations verschillende ongevallen kunnen optreden. De volgende ongevallen zouden de grootste gevolgen kunnen hebben:

- De tank van de LPG-tankauto wordt verwarmd en verzwakt ten gevolge van een brand van bijvoorbeeld benzine. Na circa 20 - 30 minuten aanstraling door de brand bezwijkt de opslagtank ineens en ontstaan een drukgolf en een vuurbal ('warme BLEVE'; maximale effectafstand: 300 meter).
- Ook een ongeval of kapot materiaal kan ertoe leiden dat de tank van de LPG-tankauto bezwijkt, waarna de LPG ineens vrijkomt en direct daarna ontsteekt. Ook bij zo'n 'koude BLEVE' (maximale effectafstand: 250 meter) ontstaan een drukgolf en vuurbal, maar door de lagere temperatuur zijn deze kleiner dan bij een warme BLEVE.
- Uitstroming als gevolg van een breuk van de losslang. De LPG kan dan zowel direct als vertraagd ontsteken. Dit veroorzaakt een fakkel respectievelijk een explosie/flash fire (maximale effectafstand: 45 meter).

Verminderen PR en GR

Het Plaatsgebonden Risico (PR) wordt vooral bepaald door ongevallen, waarvan de kans dat ze zullen voorkomen relatief hoog is (falen van de vulslang bijvoorbeeld). Het Groepsrisico (GR) wordt bepaald door ongevallen waarbij over een groot gebied slachtoffers kunnen vallen (bij een warme of koude BLEVE bijvoorbeeld).

Om de PR-knelpunten en GR-aandachtspunten te verminderen zijn de volgende oplossingsrichtingen beschouwd:

- Oplossingsrichting L1:

Aanbrengen van een hittewerende coating op de LPG-tankauto.

Een hittewerende coating levert de brandweer tijdwinst op, waardoor zij meer mogelijkheden heeft om een warme BLEVE te voorkomen. Aanvullend onderzoek moet uitwijzen of de coating een bescherming van één uur of twee uur kan bieden. Ook is nader onderzoek nodig naar de mechanische gevolgen van een ongeval op de coating. Duidelijk is al wel dat dankzij de coating het aantal situaties met overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde sterk vermindert van 548 naar 49 stations. De maatregel heeft echter geen invloed op het aantal PR-knelpunten, omdat het PR vooral wordt bepaald door de mogelijkheid van een breuk van de losslang. De verwachtingswaarde daalt met 65%; de kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 83%. Het indirect ruimtebeslag (gebruiksbeperkingen van grond wegens EV-risico's) vermindert (van 3.800 ha tot 340 ha). Per station komt gemiddeld 0,5 ha beschikbaar.

De berekende baten hiervan bedragen bijna € 7,5 miljoen. De coating kost per tankauto naar schatting € 28.000; voor de honderd tankauto's die de Nederlandse tankstations belevaren in totaal dus € 2,8 miljoen. Extra transportkosten wegens de toegenomen zwaarte van de tankauto's bedragen € 0,5 miljoen per jaar.

De N.C.W. van de maatregel bedraagt € -0,6 miljoen.

- Oplossingsrichting L2/L3: *Combinatie van het beëindigen van de verkoop van LPG bij tankstations die niet voldoen aan PR- en GR-normen (sanering) en/of het verplaatsen van het vulpunt bij LPG-tankstations.*

De maatregel betreft het opheffen van alle 400 PR-knelpunten, hetzij door sanering (geen LPG-verkoop meer), hetzij door het verplaatsen van het vulpunt. Het aantal tankstations waar de GR-oriëntatiewaarde wordt overschreden vermindert van 548 naar nul.

Het aantal effectgerichte aandachtspunten daalt daardoor van 1.407 naar 811.

Het indirect ruimtebeslag daalt tot nul, omdat de oorzaak van de EV-risico's wordt weggenomen.

De verwachtingswaarde daalt met 83%; de kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 49%.

De saneringskosten variëren (afhankelijk van de LPG-verkoop) per tankstation tussen € 150.000 en € 223.000. Verplaatsen van een vulpunt kost gemiddeld € 63.000. Bij sanering van 596 stations en vulpuntverplaatsing bij 125 stations (in totaal dus 721 LPG-stations) bedragen de kosten derhalve € 130,6 miljoen. Daar staat tegenover dat er ruimte beschikbaar komt, waarop nu wegens de aanwezigheid van de LPG-tank beperkingen rusten. De grondprijs stijgt daardoor. Gemiddeld gaat het per tankstation om 0,7 ha. Uitgaande van een verschil in waarde van de grond ten opzichte van alternatieve locaties € 3 per vierkante meter levert dat aan baten € 12,5 miljoen op.

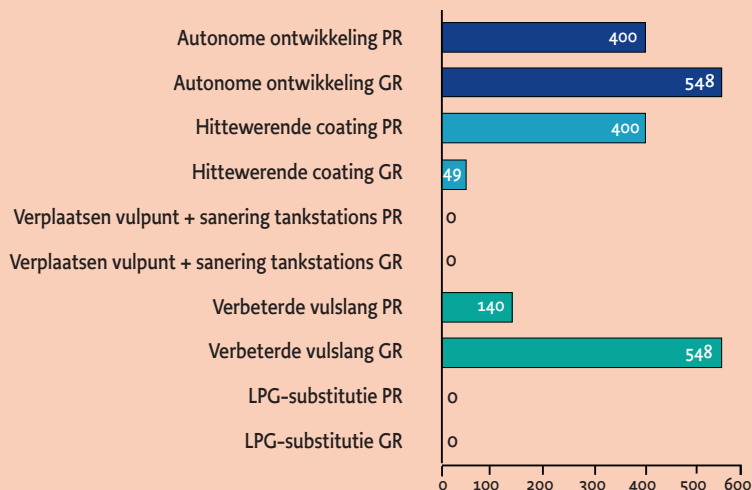
De N.C.W. van oplossingsrichting L2/L3 bedraagt € -74 miljoen.

- *Oplossingsrichting L4: Toepassen van een verbeterde losslang, die de kans op lekkage/breuk van de losslang vermindert.*

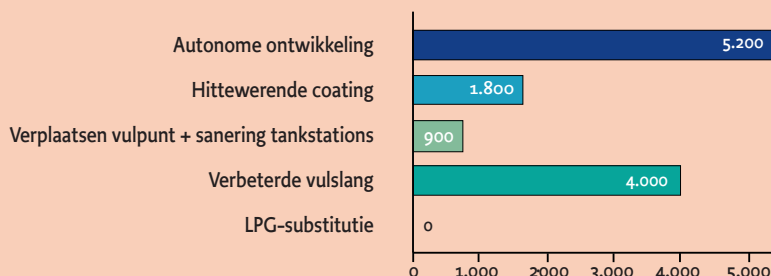
Dankzij deze maatregel daalt het aantal PR-knelpunten van 400 naar 140. De maatregel heeft echter geen enkel effect op het GR. Het indirect ruimtebeslag blijft onverminderd: 3.800 ha.

De verwachtingswaarde vermindert met bijna een kwart. De kans op een ramp met meer dan tien doden verandert niet. De kosten van de nieuw te ontwikkelen vulslang (incl. de ontwikkeling zelf) bedragen naar schatting maximaal € 6.750. De huidige vulslang kost € 675. Als een verbeterde vulslang wordt aangebracht op alle honderd LPG-tankauto's, dan bedragen de kosten € 675.000. De N.C.W. van de maatregel bedraagt € -0,6 miljoen.

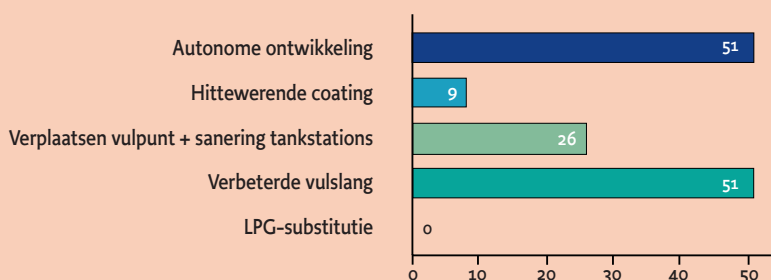
LPG-tankstations: aantal PR-knelpunten en GR-aandachtspunten



LPG-tankstations: verwacht gemiddeld aantal doden per 100.000 jaar



LPG-tankstations: kans op ongeval met >10 doden per 100.000 jaar



Overzicht oplossingsrichtingen LPG-tankstations

	Nulalternatief	L1 Tankauto met hittewerende coating	L2/L3 Combinatie verplaatsen vulpunt en saneren LPG- tankstations	L4 Verkleining faalkans losslang LPG- tankwagens
Plaatsgebonden risico (PR)				
Aantal LPG-tankstations met overschrijding wettelijke norm PR	400	400	0	140
Aantal personen in PR-contour	8.500	8.500	0	6.300
Groepsrisico (GR)				
Overschrijding GR-waarde	548 stations	49 stations	0 stations	548 stations
Aantal hectares met overschrijding GR-waarde	3.800	340	0	3.800
Effectgericht aandachtspunt (EG)				
Aantal LPG-tankstations met EG-aandachtspunt	1.407	1.407	811	1.407
Kans op ramp met > 10 doden	51 per 100.000 jaar	-82%	-49%	0%
Verwachtingswaarde				
Verwacht gemiddeld aantal doden	Circa 5.200 per 100.000 jaar	-65%	-83%	-23%
Investering (eenmalig)		€ - 2,8 miljoen	€ - 130,6 miljoen	€ - 0,675 miljoen
Operationele kosten (jaarlijks)		€ - 0,5 miljoen	€ 0	€ 0
Netto Contante Waarde	n.v.t.	€ - 0,6 miljoen	€ -74 miljoen	€ - 0,6 miljoen

b) LPG wegtransport

In tankauto's (capaciteit: 30 ton = 60 m³) wordt LPG onder druk vervoerd. Momenteel worden in Nederland jaarlijks over de weg gemiddeld de volgende hoeveelheden LPG getransporteerd:

- Autogas voor de Nederlandse markt (520 kton).
- Export van LPG-producten door raffinaderijen (180 kton).
- Propana voor verwarmingsdoeleinden (100 kton).
- Import autogas voor de Nederlandse markt (30 kton).
- C3/C4-producten (aardolieproducten) afkomstig van petrochemische sites (30 kton).

- LPG-producten voor de vulling van flessen (20 kton).

Het grootste deel van het vervoer betreft dus autogas voor LPG-tankstations (60%). Dit vervoer geschiedt met naar schatting 100 LPG-tankauto's. Daarnaast zijn er nog zo'n 100 tankauto's die de LPG voor overige doeleinden vervoeren.

Het huidige LPG-wegtransport levert zowel PR-knelpunten als GR-aandachtspunten op. Ook langs trajecten waarover veel LPG wordt getransporteerd beïnvloedt het de

PR-contouren. Warme en koude BLEVE's zijn bepalend voor de grootte van het GR wegens de grote afstand waarop effecten kunnen optreden (300 respectievelijk 250 meter).

- **Oplossingsrichting L5: Tankauto met hittewerende bekleding (zoals L1).**

De hittewerende coating is in dit geval met name bedoeld om het aantal GR-aandachtspunten langs de transportroute van LPG-tankwagens te verminderen. Die punten doen zich voor in stedelijk gebied zoals de Rotterdamse Ruit, de Amsterdamse Ring (Westelijke en Zuidelijke Rondweg) en Dordrecht.

Kaart 5 laat de PR-knelpunten, de GR-aandachtspunten en de effectgerichte aandachtspunten zien voor het wegtransport, als de tankwagens worden uitgerust met een hittewerende coating.

Kaart 5
PR-knelpunten, de GR- en effectgerichte aandachtspunten voor het LPG-wegtransport, als de tankwagens worden uitgerust met een hittewerende coating (2010).

De maatregel resulteert vooral in een sterke afname van de verwachtingswaarde (68%). De kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 51%.

Zonder de maatregel kunnen de EV-risico's toenemen wegens toename van de bevolkingsdichtheid langs de genoemde routes.

De kosten van de coating voor de honderd tankwagens die LPG-stations beleveren plus de honderd andere (t.b.v. andere LPG-toepassingen) bedragen € 5,6 miljoen. Bijkomende jaarlijkse kosten (extra transportkosten als gevolg van een hoger gewicht): € 0,5 miljoen.

Overigens zijn de kosten voor de coating van de tankauto's die LPG-stations beleveren dezelfde als die welke gemaakt moeten worden voor maatregel L1. Deze investeringen hebben dan dus een dubbel veiligheidseffect (zowel bij tankstations als langs wegroutes).

Deze maatregel levert financieel ook wat op: bij ruim 400 hectare is geen sprake meer van overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde, met als gevolg een kleiner indirect ruimtegebruik. Het positieve saldo hiervan wordt geschat op € 3,3 miljoen.



De N.C.W. van de maatregel bedraagt € -5,1 miljoen.

- **Oplossingsrichting L6: Verkeerstechnische ingrepen wegtransport.**

Het instellen van een tijdvenster op de ringwegen langs Amsterdam en Rotterdam en bij de andere GR-knelpunten kan de risico's van LPG-wegtransport verminderen. Alle leveringen waarbij deze routes worden gebruikt vinden dan 's nachts plaats. Bij locaties met veel kantoren vermindert dan het aantal overschrijdingen van de GR-oriëntatiewaarde, evenals het aantal effectgerichte aandachtspunten. In gebieden met veel woningen, zoals de Amsterdamse Westelijke Ringweg en Rotterdam-Noord en -Zuid, is het effect veel beperkter. Het kan zelfs een omgekeerd effect hebben, omdat in woningen 's nachts meer personen aanwezig zijn dan overdag. Het aantal PR-knelpunten vermindert bij nachttransport niet. De maatregel resulteert in 13% afname van de verwachtingswaarde (rond Rotterdam en Amsterdam met 38%). De kans op een ramp met meer dan tien doden vermindert met 2%.

De kosten van invoering van het tijdvenster bedragen € 5,4 miljoen, doordat er 10-25% meer ritten nodig zijn voor de levering van de zelfde hoeveelheid LPG. Daar komen dan nog de extra kosten bij voor de hogere beloning van nachtwerk bij de transporteurs en de tankstations. Deze worden geschat op maximaal € 3,5 miljoen per jaar. De N.C.W. bedraagt € -36 miljoen.

- Oplossingsrichting L7: Herroutering A10/A9 Amsterdam.

Gebruik van een andere route vanaf de Amsterdamse LPG-terminal (A4: De Nieuwe Meer – Badhoevedorp, en A9: Badhoevedorp – Holendrecht, in plaats van de huidige route over de A10 Zuid) vermindert de overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde aanzienlijk.

Dankzij de maatregel vermindert het aantal locaties met een overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde. Het aantal locaties met een EG vermindert alleen langs de A10-Zuid en A10-West. De verwachtingswaarde vermindert met 7% (rond Amsterdam met 26%); de kans op een ongeval met meer dan tien doden blijft onveranderd.

De kosten zijn zeer beperkt –er hoeft alleen maar een klein stukje extra gereden te worden. De N.C.W. bedraagt € 0 miljoen. Dit is exclusief indirect ruimtegebruik, maar daarmee is in de cijfers geen rekening gehouden. Hiervoor zijn twee redenen. Ten eerste is in dit stadium van planvorming nog niet te zeggen of er niet nog andere belemmeringen zijn om deze gronden te benutten voor de beoogde functie. Ten tweede leert de recente geschiedenis dat op de desbetreffende locaties plannen worden gerealiseerd, terwijl al sprake is van overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde. Niet te zeggen valt of en zo ja, in welke mate er areaal vrijkomt voor andere functies.

- Oplossingsrichting L8: Herrouteren via nieuwe infrastructuur.

Herroutering vanaf de Amsterdamse LPG-terminal kan ook via de (nog te realiseren) Westrandweg. LPG-transport via A10 West en A10 Zuid zou dan verboden moeten worden. Het beperkt de overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde; de verwachtingswaarde vermindert met 17% (Amsterdam -59%). De kans op een ongeval met meer dan tien doden daalt met 1%.

De jaarlijkse kosten zijn beperkt tot maximaal € 17.000 (brandstofkosten voor het omrijden richting A1, A2, en A4 per jaar in totaal 33.000 km) plus € 5.000 (kosten extra luchtmissies). In de berekeningen is geen rekening gehou-

den met het effect van de vermindering van het indirect ruimtegebruik.

Herroutering vergt beperkt omrijden, wat zal resulteren in geringe meerkosten voor luchtmissies.

De N.C.W. bedraagt in totaal € - 0,125 miljoen (exclusief effect indirect ruimtegebruik, waarmee evenmin als bij L7 rekening is gehouden).

- Oplossingsrichting L17a: Sloop gebouwen binnen PR-contouren.

Er zijn twee soorten ruimtelijke maatregelen langs LPG-wegtransport mogelijk om de EV-situatie te verbeteren: sloop van gebouwen die binnen de PR-contour liggen en het wijzigen van bouwplannen in gebieden met een GR-aandachtspunt. De effecten hiervan zijn uitgewerkt in de oplossingsrichtingen 17a en 17b.

Maatregel 17a betreft dus sloop van bebouwing waardoor alle PR-knelpunten als gevolg van LPG-vervoer worden opgeheven. Het gaat hierbij om zeven locaties met een gezamenlijke lengte van 20 km langs de A15, A16, A58, A12, A27, A28 en N3, waar de bebouwing 50-160 meter van de weg staat en jaarlijks ten minste 8000 tankauto's passeren. Binnen deze contouren liggen ca. 500 woningen en ca. 30 bedrijfsgebouwen binnen een gezamenlijk oppervlak van maximaal 30 hectare (waarvan wordt aangenomen dat 10% daarvan bebouwd is).

Alle PR-knelpunten worden opgeheven, maar overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde neemt slechts weinig af. De verwachtingswaarde vermindert met 13%. De kans op een ongeval met meer dan tien doden vermindert dankzij de maatregel 4%.

De geschatte kosten van de sloop bedragen € 227 miljoen. De vrijkomende 30 hectare vrij moeten vervolgens worden ingericht als openbare ruimte. De kosten hiervan bedragen ca. € 7,5 miljoen. Het oppervlak komt hierdoor echter beschikbaar voor niet-kwetsbare objecten, wat een positieve opbrengst oplevert. Deze is berekend als het verschil tussen de opbrengst van deze grond en alternatieve locaties voor deze functies elders en bedraagt € 0,9 miljoen.

De N.C.W. van maatregel 17a bedraagt € -155,8 miljoen.

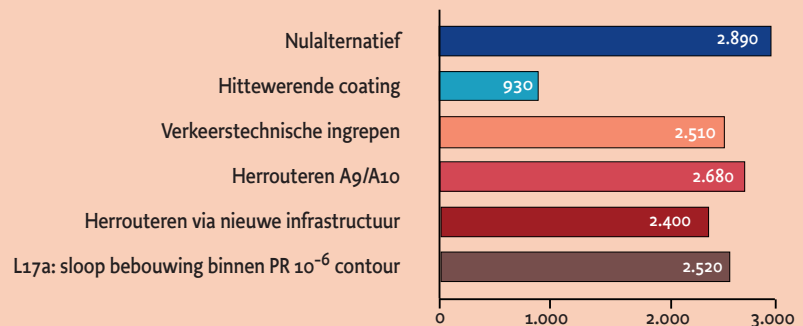
- **Oplossingsrichting L17b: Wijzigen bouwplannen in gebieden met GR-aandachtspunten.**

De maatregel betreft het wijzigen, niet uitvoeren of stopzetten van goedgekeurde, maar nog niet (volledig) gerealiseerde ruimtelijke plannen in gebieden met een bestaand of mogelijk toekomstig GR-aandachtspunt.

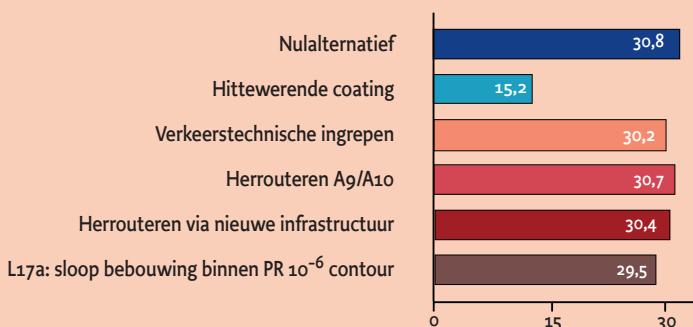
Bij de maatregel is uitgegaan van kwetsbare objecten binnen een afstand van 50-150 meter van de weg. De grond binnen de desbetreffende contouren krijgt een andere bestemming of wordt met een zodanig lagere dichtheid bebouwd, dat wordt voldaan aan de waarde voor het GR. Omdat een groot aantal gegevens nog ontbreekt (veel van de desbetreffende plannen zijn nog onvoldoende gespecificeerd), valt er nog weinig te zeggen over de mogelijke EV-effecten van deze oplossingsrichting. Wel is het waarschijnlijk dat het GR zal afnemen. Even waarschijnlijk is dat de overschrijdingen van de GR-oriëntatiewaarde zullen blijven bestaan, doordat op de bewuste locaties waar men wil gaan bouwen al veel aanwezig zijn.

De kans op een ramp met meer dan tien slachtoffers zal dan ook waarschijnlijk gelijk blijven.

**LPG-wegtransport:
verwacht gemiddeld aantal doden per 100.000 jaar**



**LPG-wegtransport:
kans op ongeval met >10 doden per 100.000 jaar**



Overzicht oplossingsrichtingen LPG-wegtransport

	Nulalternatief	L5 Tankauto met hittewerende coating	L6 Verkeers- technische ingrepen wegtransport	L7 Herrouteren bestaande wegen	L8 Herrouteren via nieuwe infra- structuur	L17a Sloop bebouwing binnen PR 10⁻⁶ contour	L17b Wijziging bouwplannen in gebieden met GR- aan-dachtspunten
Plaatsgebonden risico (PR)							
Overschrijding wettelijke norm PR	Rotterdam, Papendrecht, Dordrecht	Rotterdam, Papendrecht, Dordrecht; echter afstand PR 10 ⁻⁶ tot de weg wordt kleiner	Rotterdam, Papendrecht, Dordrecht	Rotterdam, Papendrecht, Dordrecht	Rotterdam, Papendrecht, Dordrecht	Alle knelpunten opgelost	Rotterdam, Papendrecht, Dordrecht
Aantal personen in PR-contour	5.500	80	5.500	5.500	5.500	0	5.500
Groepsrisico (GR)							
Overschrijding GR-waarde	Onder meer Amsterdamse Ring, Rotterdamse Ruit	Daling	Daling, echter overschrijdingen blijven op dezelfde locaties als nulalternatief	Verdwijnt alleen langs A10-Zuid	Daling langs A10-Zuid en A10-West	Daling	Daling, echter overschrijdingen blijven
Aantal hectares met overschrijding GR-waarde	315	95	280	305	290	290	315
Effectgericht aandachtspunt (EG)							
Locatie EG	Langs autosnelwegen	Langs autosnelwegen	Langs autosnelwegen	Langs autosnelwegen	Langs autosnelwegen	Langs autosnelwegen	Langs autosnelwegen
Kans op ramp met > 10 doden	30,8 per 100.000 jaar	-51%	-2%	0%	-1%	-4%	0%
Verwachtingswaarde							
Verwacht gemiddeld aantal doden	Circa 2900 per 100.000 jaar	-68%	-13% Amsterdamse Ring + Rotterdamse Ruit: -38%	-7% Amsterdam: -26%	-17% Amsterdam: -59%	-13%	Onbekend (geen significante reductie verwacht)
Investing (eenmalig)		€ -5,6 miljoen	€ -5,4 miljoen	€ 0	€ 0	€ -234,5 miljoen	Kan niet gekwantificeerd worden
Operationele kosten (jaarlijks)		€ -0,5 miljoen	€ -3,5 miljoen	€ 0	€ -0,017 miljoen	n.v.t.	Kan niet gekwantificeerd worden
Netto Contante Waarde	n.v.t.	€ -5,1 miljoen	€ -36 miljoen	€ 0 (+ PM indirect ruimtegebruik)	€ -0,125 miljoen (+ PM indirect ruimtegebruik)	€ -155,8 miljoen	Onbekend (onvoldoende inzicht in inhoud en status plannen)

c) LPG railtransport

Het jaarlijkse geprognoseerde LPG-transport per spoor voor de periode 2010-2020 omvat circa 10.000 wagens, die elk zo'n 48 ton (1.00 m³) vervoeren. Een groot deel (3.400 wagens) rijdt via de *Brabandrout*e door een aantal steden (Vlissingen, Breda, Tilburg, Eindhoven, Venlo) naar Duitsland. Verder is er railtransport voor import/export van LPG via Roosendaal, Maastricht en Hengelo.

GR-aandachtspunten zijn er in Amersfoort, Bergen op Zoom, Breda, Capelle aan den IJssel, Dordrecht, Eindhoven, Hilversum, Rotterdam, Tilburg en Zwijndrecht.

Om de zeer kleine kans op een ongeluk verder te verminderen zijn vier mogelijke oplossingen nader onderzocht.

- Oplossingsrichting L11: Veiliger transportpakket rail.

Maatregelen zoals veiliger railtransport (A15) verminderen de ongevalkans (dankzij lagere snelheid, verbetering veiligheidsbeheersysteem) en beperken het effect als zich toch een ongeval zou voordoen (dankzij betere aanrijdingsbestendigheid, rijden in bloktreinen). Dezelfde (rand)voorwaarden als bij A15 zijn van toepassing.

De kans op een ongeval met meer dan tien dodelijke slachtoffers vermindert met 80%. De verwachtingswaarde daalt eveneens met 80%. Het aantal effectgerichte aandachtspunten neemt aanzienlijk af. De kosten:

- extra hotbox-detectie langs de rails: € 2,4 miljoen,
- ketelwagens met kreukelzones en energieabsorberende buffers: € 14,4 miljoen
- ontsporingdetectoren op de ketelwagens (waaronder GPS-positie-signalering): € 10,8 miljoen.

De operationele kosten in verband met de inzet en inspectie van extra bloktreinen (transport met uitsluitend LPG-wagens) bedragen € -22,7 miljoen per jaar.

De N.C.W. van deze maatregel bedraagt € -237 miljoen (exclusief ontwikkelingskosten voor pakket B en de kosten voor extra wachtpalen).

- Oplossingsrichting L13: Vervoer via binnenvaart.

Binnenvaartvervoer kan de LPG-vervoersintensiteit van Vlissingen via de *Brabandrout*e verminderen en zo de GR-aandachtspunten in Bergen op Zoom, Breda en Tilburg opheffen. De route zou lopen via de Westerschelde, Kanaal door Zuid-Beveland, Volkerak, Hollands Diep, Merwede en Waal/Rijn. Het transport vanuit Rotterdam zou wel per spoor blijven plaatsvinden. Omdat door ingebruikneming

van de Betuweroute de LPG-afvoer vanuit Rotterdam naar Duitsland niet meer over de *Brabandrout*e gaat. De verwachtingswaarde daalt met 15% (en langs de *Brabandrout*e zelfs 69%). De kans op een ramp met meer dan tien doden neemt af met 27% (*Brabandrout*e: 75%).

De verandering van vervoerswijze heeft natuurlijk ook gevolgen voor de externe-veiligheidssituatie langs de vaarroute.

Om de Duitse afnemers, die niet per binnenvaartschip bereikt kunnen worden, toch te kunnen bedienen moet er langs de Rijn (bijv. in Tiel) een distributiecentrum komen met los-laadfaciliteiten en de nodige infrastructuur. Investering: € 4,9 miljoen, jaarlijkse onderhoudskosten: circa € 1,5 miljoen.

De opmerking over de vergrote veiligheid ten gevolge van de nieuwe *Y-shape hull* schepen en de andere genoemde maatregelen (zie A12) geldt ook hier.

De N.C.W. van deze oplossingsrichting bedraagt € -13,2 miljoen.

- Oplossingsrichting L14: Verplaatsing LPG-terminal Vlissingen naar Rotterdam.

Deze maatregel is bedoeld om het aantal locaties met een overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde langs de *Brabandrout*e ten gevolge van LPG-spoorvervoer vanaf de LPG-terminal in Vlissingen te verminderen. Een oplossing zou de verplaatsing van de terminal naar Rotterdam zijn, van waaruit het vervoer dan via de Betuwelijn (spoor) zou kunnen plaatsvinden. In de praktijk betekent dat: sloop terminal in Vlissingen, bouw terminal in Rotterdam. Kosten samen: € 120 miljoen.

Het aantal hectaren waar overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde plaatsvindt zou ten opzichte van de autonome ontwikkeling verminderen van 960 tot 810.

De kans op een ramp met meer dan tien doden zou 26% verminderen (langs de *Brabandrout*e - 81%). De verwachtingswaarde zou dalen met 10% (*Brabandrout*e: -76%): .

De N.C.W. van deze wijziging van terminallocatie bedraagt € -74,5 miljoen.

- Oplossingsrichting L15: Uitrusten LPG-ketelwagens met hittewerende bekleding.

Een BLEVE is bepalend voor het GR. Hittewerende bekleding

van LPG-ketelwagens vermindert de kans op een warme BLEVE met 85% en zorgt voor een sterke daling van het aantal GR-overschrijdingen. De kans op een koude BLEVE blijft bestaan.

De verwachtingswaarde daalt met 23% (langs de Brabantroute is er geen verschil).

De kans op een ramp met meer dan tien dodelijke slachtoffers daalt 7%; ook in dit geval is er voor (langs) de Brabantroute geen verschil.

De kosten voor het aanbrengen van de coating bedragen per 60-tons-wagen € 48.000. Uitgaande van maximaal 360 ketelwagens gaat het dus om een bedrag van € 17,3 miljoen. De N.C.W. van de maatregel bedraagt € -8,2 miljoen.

- **Oplossingsrichting L18: Ruimtelijke maatregelen langs LPG-railtransport.**

In tegenstelling tot bij LPG-wegtransport bestaan er bij LPG-railtransport geen PR-knelpunten.

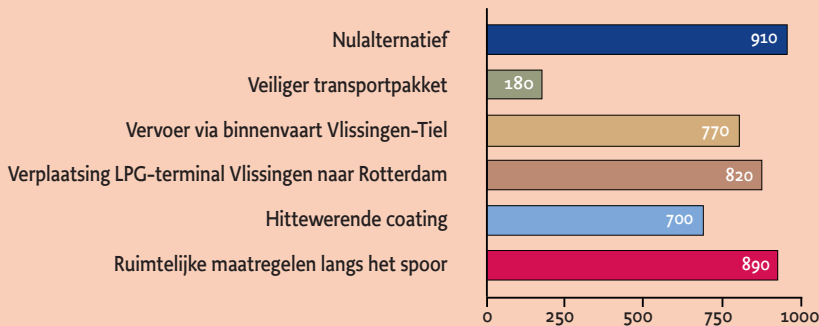
Bij deze maatregel gaat het daarom alleen om het wijzigen, niet uitvoeren en/of stopzetten van goedgekeurde ruimtelijke plannen in gebieden langs LPG-railroutes met een (potentieel) GR-aandachtspunt. Het desbetreffende areaal krijgt dan een andere bestemming, terwijl de geplande ontwikkelingen elders gerealiseerd moeten worden. Dit leidt tot het derven van € 99 miljoen aan grondinkomsten.

De verwachtingswaarde daalt 1%; de kans op een ramp met meer dan tien slachtoffers blijft onveranderd (eens per circa 13.000 jaar).

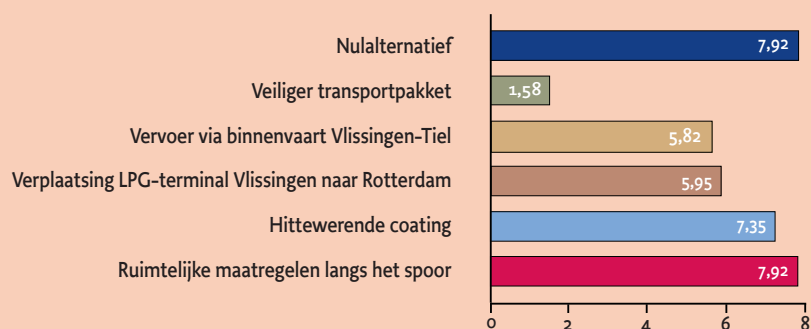
Niet meegenomen in de berekeningen is, dat de beoogde kwaliteitsimpuls voor de ruimtelijke kwaliteit van de desbetreffende stationsgebieden en de voordelen voor kantoorgebruikers en woonconsumenten van vestiging rond de stations niet plaatsvinden.

De N.C.W. van de L18-maatregelen bedraagt € -62 miljoen.

**LPG-railtransport:
verwacht gemiddeld aantal doden per 100.000 jaar**



**LPG-railtransport:
kans op ongeval met >10 doden per 100.000 jaar**



Overzicht oplossingsrichtingen LPG-railtransport

	Nulalternatief	L11 Veiliger transport- pakket rail	L13 Vervoer via binnenvaart	L14 Verplaatsing LPG-terminal Vlissingen naar Rotterdam	L15 Ketelwagens met hittewerende coating	L18 Ruimtelijke maatregelen langs LPG- railtransport
Plaatsgebonden risico (PR)						
Overschrijding wettelijke norm PR	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Aantal personen in PR-contour	0	0	0	0	0	0
Groepsrisico (GR)						
Aantal hectares met overschrijding GR-waarde	960	200	720	810	550	870
Effectgericht aandachtspunt (EG)						
Locatie EG	Langs alle 'LPG-spoorwegen' in bebouwd gebied	Langs alle 'LPG-spoorwegen' in bebouwd gebied	Langs alle 'LPG-spoorwegen' in bebouwd gebied	Langs alle 'LPG-spoorwegen' in bebouwd gebied	Langs alle 'LPG-spoorwegen' in bebouwd gebied	Langs alle 'LPG-spoorwegen' in bebouwd gebied
Kans op ramp met >10 doden	7,49 per 100.000 jaar	-80%	-27% Brabantroute: -75%	-26% Brabantroute: -81%	-7% Brabantroute: 0%	0%
Verwachtingswaarde						
Verwacht gemiddeld aantal doden	Circa 900 per 100.000 jaar	-80%	-15% Brabantroute: -69%	-10% Brabantroute: -76%	-23% Brabantroute: 0%	-1%
Investing (eenmalig)		€ - 27,6 miljoen + PM	€ - 4,9 miljoen	€ - 120 miljoen	€ - 17,3 miljoen	€ - 99 miljoen
Operationele kosten (jaarlijks)		€ - 22,7 miljoen	€ - 1,5 miljoen	€ 0	€ 0	€ 0
Netto Contante Waarde		€ -237 miljoen (excl. ontwikkelingskosten pakket B en aanleg wachsporen)	€ -13,2 miljoen	€ -74,5 miljoen	€ -8,2 miljoen	€ -62 miljoen

d) Substitutie van LPG als autobrandstof

- Oplossingsrichting L16: Substitutie van LPG als autobrandstof

Als LPG niet meer zou worden toegepast als autobrandstof door de Nederlandse fiscale (voorkeurs)behandeling van LPG ten opzichte van andere autobrandstoffen te beëindigen, zou de externe veiligheid toenemen. Dat zou immers leiden tot het vervallen van enige honderden overschrijdingen van de PR-norm, van de GR-oriëntatiewaarde en van effectgerichte aandachtspunten.

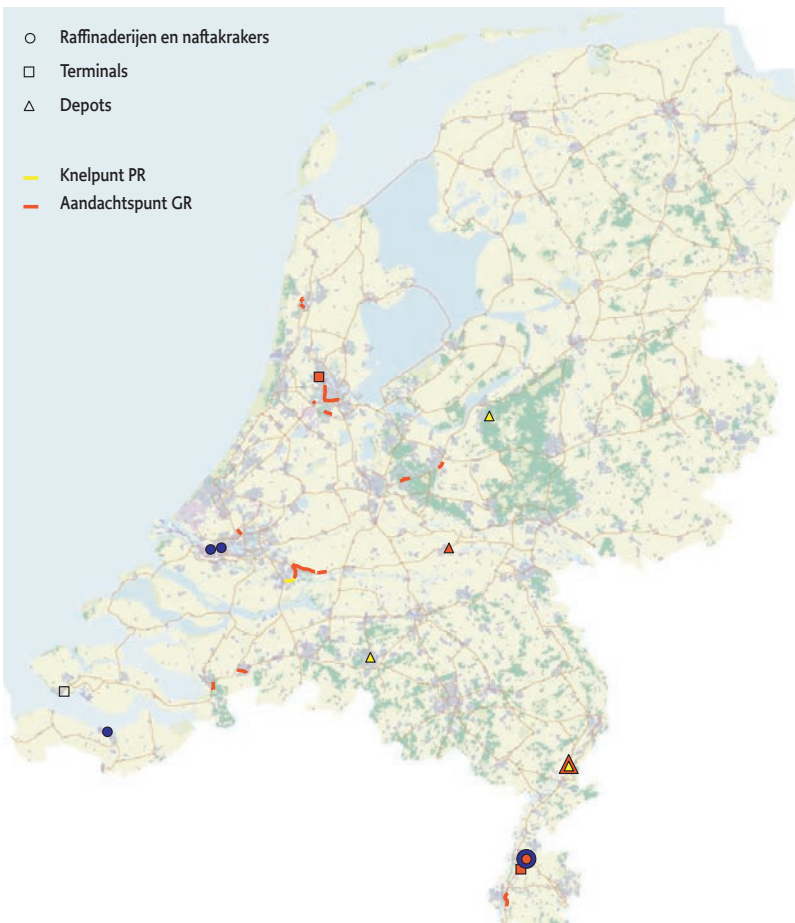
Gevolgen voor de veiligheid

Bij LPG-tankstations zal na het staken van de LPG-verkoop uiteraard geen overschrijding meer plaatsvinden van de PR-norm of de GR-oriëntatiewaarde. Het verwachte aantal dodelijke slachtoffers rond LPG-tankstations daalt tot nul. Het LPG-wegtransport verdwijnt overigens niet volledig, omdat het transport van propaan voor flessen en tanks

(verwarming van gebouwen e.d. in het buitengebied waar men niet op het aardgasnet is aangesloten) blijft bestaan. Bij het wegtransport vermindert het aantal situaties met overschrijdingen van de PR-norm en van de GR-oriëntatiewaarde daardoor slechts gedeeltelijk. Kaart 6 laat de PR-knelpunten, GR-aandachtspunten en effectgerichte aandachtspunten zien voor het wegtransport, indien LPG wordt vervangen door een andere motorbrandstof.

De verwachtingswaarde en de kans op een ramp met meer dan tien slachtoffers verminderen beide met circa 60%. Het aantal hectares waar de overschrijding van de GR-oriëntatiewaarde plaatsvindt daalt van 315 naar 160.

Daarbij is aangenomen is dat de LPG-import (nu 130 kton per zeeschip en 30 kton per tankauto) wordt beëindigd. Er is vanuit gegaan dat het resterende LPG (340 kton) dat ontstaat als raffinageproduct per schip of pijpleiding wordt uitgevoerd danwel binnenlands wordt afgezet bij elektri-



Kaart 6
PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten voor het LPG-wegtransport, als LPG wordt vervangen door een andere motorbrandstof.

citeits-centrales en/of chemiebedrijven. Met mogelijke gevolgen hiervan voor de externe veiligheid is in de analyse geen rekening gehouden. Bestaande LPG-pijpleidingen zorgen namelijk niet voor EV-aandachtspunten en oplosingsrichting L13 toont aan dat vervoer via binnenvaart ook geen nieuwe EV-aandachtspunten veroorzaakt.

Kosten

Als LPG niet meer als autobrandstof gebruikt zou worden, zou dat allerlei kosten met zich meebrengen. Raffinaderijen zouden eenmalig speciale investeringen moeten doen (€ 17 miljoen), de LPG-tankstations moeten opgeruimd worden (€ 15 miljoen), LPG-producenten en –verkopers derven inkomsten (€ 15 miljoen op jaarbasis). Bovendien moeten productiemiddelen en LPG-tanks en –auto's versneld worden afgeschreven (eenmalig € 90 miljoen resp. € 275 miljoen) en vindt er extra luchtverontreiniging plaats (jaarlijks € 60 miljoen emissiekosten). Daarnaast is er frictiewerk-

loosheid (€ 52 miljoen per jaar, aflopend over vijf jaren).

En uiteraard zijn LPG-rijders duurder uit (jaarlijks € 122 miljoen). Als de prijsverhoging van LPG twee maal zo hoog zou moeten zijn om LPG-rijders te stimuleren om over te stappen, dan verdubbelen deze kosten.

Bij het berekenen van de effecten is verondersteld dat LPG-rijders overstappen op diesel (75%) of benzine (25%); de milieukosten daarvan zijn verdisconteerd in de (financiële) berekeningen.

Kosten en baten tegen elkaar afgewogen levert dat maatschappelijk een positief saldo op: afhankelijk van de veronderstellingen (hoogte LPG-prijs) komt de N.C.W. uit op een positief saldo van € 596 miljoen à € 1.434 miljoen.

Overzicht oplossingsrichting substitutie LPG als autobrandstof in vergelijking met nulalternatief

	Nulalternatief LPG-tankstations	Resultaat L16 m.b.t. LPG-tankstations	Nulalternatief LPG-wegtransport	Resultaat L16 m.b.t. LPG-wegtransport
Plaatsgebonden risico (PR)				
Overschrijding wettelijke norm PR	400 LPG-tankstations	0 LPG-tankstations	Rotterdam, Papendrecht, Dordrecht	Enige reductie aantal situaties met overschrijding PR-norm
Aantal personen in PR-contour	8.500	0	5.500	50
Groepsrisico (GR)				
Overschrijding GR-waarde	548 LPG-tankstations	0 LPG-tankstations	Onder meer Amsterdamse Ring, Rotterdamse Ruit	Enige reductie aantal situaties met overschrijding GR-waarde
Aantal hectares met overschrijding GR-waarde	3.800	0	315	160
Effectgericht aandachtspunt (EG)				
Aantal effectgerichte aandachtspunten	1.407	0	Langs autosnelwegen	Enige reductie
Kans op ramp met > 10 doden	Eens per circa 2.000 jaar	- 100%	Eens per circa 3.200 jaar	- 60%
Verwachtingswaarde				
Verwacht gemiddeld aantal doden	Circa 5.200 per 100.000 jaar	- 100%	Circa 29.00 per 100.000 jaar	- 60%

Overzicht oplossingsrichting substitutie LPG als autobrandstof in vergelijking met nulalternatief (vervolg)

Overzicht maatschappelijke kosten en baten (uitvoering vanaf 2011)	Basisvariant	Daling verbruik LPG	Constant marktaandeel LPG	Invoering Euro - 5	50 % hogere waardering emissies	Verdubbeling prijsverhoging LPG	Opname congestie-effecten	Maximale waardering ruimtewinst
Netto Contante Waarde	1.434	800	1.946	1.251	1.246	596	1.934	1.645



Gevoeligheidsanalyse

5

5.1 Inleiding

De vorige hoofdstukken hebben EV-problematiek rond ammoniak, chloor en LPG, mogelijke oplossingsrichtingen en de consequenties daarvan geschetst. De genoemde maatregelen zijn telkens afgezet tegen de *autonome ontwikkeling*. Het is echter heel wel mogelijk dat allerlei onvoorziene ontwikkelingen grote invloed gaan uitoefenen op de kans van slagen of falen daarvan. Het is daarom nuttig ze ook in een relatieve context te plaatsen. De mogelijke gevolgen van eventuele alternatieve ontwikkelingen zijn door middel van een gevoeligheidsanalyse in kaart gebracht.

Daarbij is gekeken naar meerdere aspecten en factoren. Zo is berekend wat het effect is als de *discontovoet* in plaats van 7% (4% reële risicovrije rente plus 3% algemene risicopremie voor investeringen van de Rijksoverheid) wordt gesteld op 4%. Dat is gedaan om te zien wat de N.C.W. is als de Rijksoverheid geen risico's door investeringen loopt. Het blijkt dat dan toekomstige investeringen relatief duurder worden, maar dat dit geen effect heeft op de onderlinge rangorde van maatregelen op basis van de N.C.W..

Ten tweede is het effect bestudeerd van 30% *hogere of lagere investeringskosten* bij de genoemde maatregelen. Ook dit blijkt een zeer beperkt effect te hebben op de onderlinge rangorde van maatregelen.

Ook is kritisch gekeken naar (de mogelijk zwakke plekken in) het gebruikte *risicomodel* en de effecten daarvan op de externe veiligheid. Daarbij stonden de 'LPG-maatregelen' centraal, omdat daar relatief hoge EV-risico's voorkomen. Het gebruikte model rekent voor wegverkeer met een 100% letaal gebied van 90 meter (koude BLEVE) tot 150 meter (warme BLEVE) en voor railverkeer met

respectievelijk 110 en 190 meter. Andere modellen komen uit op kleinere effectgebieden.

Meer specifiek is ook gekeken naar de veiligheid van LPG-vulslangen en van verbeterde binnenvaartschepen. Bij de binnenvaart lijkt het erop dat toepassing van de nieuwe ADNR-richtlijnen, *Y-shape hull* schepen en (bij ammoniak) gekoeld vervoer resulteert in een veel lagere verwachtingswaarde dan die bij railtransport. Ook bij LPG-vervoer hebben deze nieuwe ontwikkelingen positieve EV-effecten, die echter nog niet gekwantificeerd kunnen worden.

Verder is er een gevoeligheidsanalyse gemaakt inzake de omvang en waardering van de *ruimtwinst* ten gevolge van de diverse LPG-oplossingsrichtingen. Bij een waardering van € 360.000/ha slaat de N.C.W. om in een positieve waarde bij L1 en L5 (tankauto met hittewerende coating) en L2/L3 (combinatie verplaatsen vulpunt en sanering LPG-stations).

Bij oplossingsrichting A1 (verwerking ammoniak op locatie Yara) zijn drie denkbare combinaties van benodigde fabrieken doorgerekend en de effecten daarvan op de investeringsbedragen en de luchtemissies.

Het blijkt dat ze qua EV-effect weinig uiteenlopen, maar in kosten wel degelijk (55 respectievelijk 149 en 185 miljoen Euro). Bij oplossingsrichting A15/L11 (veiligheidspakket rail) is gekeken wat het effect is van een geringere

ongevalsreductie (40% i.p.v. 80%) en van verdubbeling van de kosten van hotbox-detectie. Het ligt voor de hand dat de verwachtingswaarde navenant ongunstiger wordt. Het effect van de hogere kosten op de N.C.W. blijkt echter marginaal te zijn.

De belangrijkste onzekerheid bij L11 blijkt te zitten in de aannames inzake de (kosten van) extra bloktreinen; het vergt nader onderzoek om deze substantiële kostenpost preciezer in kaart te brengen.

Ook voor L16 (substitutie LPG) zijn diverse alternatieven onderzocht; de resultaten hiervan zijn weergegeven in een aparte notitie ("KBA Substitutie LPG als autobrandstof", die is opgenomen op de cd-rom bij dit Hoofdrapport).

Een samenvattende tabel is opgenomen op pagina 44.

5.2 Scenario's:

Ten slotte is onderzocht wat het EV-effect van zeven alternatieve nulalternatieven (toekomstscenario's) zou kunnen zijn:

- *Afnemende markt voor ammoniak en een nieuwe aanbieder op de ammoniakmarkt:*

Hervorming van het EU-landbouwbeleid en verdere liberalisering van de wereldhandel leiden tot sterke vermindering van de vraag naar ammoniak in Europa. Een nieuwe marktspeeler biedt ammoniak voor lage wereldmarktprijzen aan. Dit leidt tot sluiting van ammoniakfabrieken van DSM en Yara.

- *Bronmaatregelen Yara onderdeel nulalternatief:*

Yara bestudeert al op eigen initiatief risicoreductie aan de bron. Misschien worden bronmaatregelen wel los van (beleid op basis van) de Ketenstudies genomen.

- *Veilig railvervoer onderdeel nulalternatief:*

Hierbij is gekeken naar de situatie waarbij de effectiviteit van de maatregelen geringer is.

- *Natuurlijke uitfasering autogas:*

De afzetdaling van LPG als autogas zet door. Onder invloed van marktliberalisering en invoering van EURO 5-auto's (waarmee het emissieniveau van de verschillende typen brandstof gelijkgetrokken wordt) laat de overheid de stimulering van LPG los en trekt zij de accijnzen voor brandstoffen gelijk.

- *Autogas marktaandeel 2002:*

De overheid blijft LPG als autogas stimuleren als reactie op de 20/20 challenge (EU-beleid schone diversificatie autobrandstoffen) en als mogelijke overgang naar het gebruik van waterstof. Het marktaandeel LPG stabiliseert op het 2002-niveau, wat door groei van het aantal autokilometers een hogere afzet betekent.

- *Afname LPG-export:*

Afspraken in WTO-verband (World Trade Organisation) leiden tot sterkere concurrentie vanuit Oost-Europa. De Nederlandse LPG-export naar België en Duitsland vermindert hierdoor met 2% per jaar.

- *Groei LPG-export:*

Stimulering van autogas in Duitsland doet de vraag naar LPG sterk toenemen.

5.2 Effecten scenario's

Wat zouden nu globaal de effecten van de genoemde mogelijke ontwikkelingen zijn op de clusters van oplossingen? De hoofdlijnen:

- *Yara*

Yara is vooral gevoelig voor sterk dalende (wereldmarkt) prijzen. Deze zouden 'maatregelen op locatie' niet langer zinvol maken. Sloop van kwetsbare objecten in Sluiskil (A3) en risicoreductie aan de bron (A4) zouden wel zinvol blijven, omdat de huidige risico's vooral samenhangen met de overslag van ammoniak naar trein en schip. Yara bestudeert momenteel mogelijke technische maatregelen ter verbetering van de veiligheidssituatie en overlegt hierover met de Provincie. Als deze maatregelen toegepast zouden worden op grond van strengere milieuvergunningseisen (op grond van Wm of BEVI) zou het probleemcluster Yara daarmee zijn opgelost.

- *Ammoniak railtransport*

De onzekerheden liggen hier vooral bij de marktontwikkelingen en de snelheid waarmee technische maatregelen (railtransport en binnenvaart) worden ingevoerd. Als een nieuwe partij goedkoop ammoniak gaat aanbieden, zal DSM dat zeker merken. De maatregelen om de ammoniakproductie bij DSM in Geleen te verminderen en het transport vanuit Geleen voortaan per binnenvaart te

vervoeren worden dan vanzelf minder zinvol respectievelijk haalbaar. 'Veilig railtransport' en 'Swapping' blijven echter wel degelijk zinvol, vooral door de groeiende stroom ammoniak vanuit Rotterdam.

De besluitvorming over invoering van pakket B-maatregelen is gaande. Deze maatregelen zouden de risico's van railtransport sterk reduceren, wat de noodzaak van andere maatregelen sterk zou relativeren. Overigens bestaat nog discussie met ProRail (beheert de spoorinfrastructuur), dat de effectiviteit van die maatregelen minder gunstig inschat.

- *LPG-tankstations*

De marge in de nauwkeurigheid van de ramingen voor investeringen en de hoogte van de discontovoet is niet van invloed op de rangorde van de maatregelen op basis van de N.C.W.. Wel erg gevoelig zijn de EV-maatregelen bij LPG-tankstations voor andere onzekerheden, zoals bij de waardering van de vrijkomende ruimte. Wordt de grondwaarde hoog ingeschat, dan kan de sanering zelfs financieel positief uitpakken.

Het RIVM heeft recentelijk aangekondigd dat het realistisch is om er in risicoberekeningen vanuit te gaan, dat de huidige vulslangen voor LPG-tankstations een factor 2 veiliger zijn dan in het gebruikte risicomodel. Dit heeft echter maar een zeer beperkt effect op de risicoafstanden. Alle maatregelen uit het cluster LPG-tankstations blijven daardoor relevant.

Als autogas door marktwerking wordt uitgefaseerd, zijn aanvullende EV-maatregelen op termijn overbodig. Bij stabilisering of groei zijn ze daarentegen zeker van belang.

- *LPG-wegtransport*

Ook bij LPG-wegtransport is de marge in de nauwkeurigheid van de ramingen voor investeringen en de hoogte van de discontovoet niet van invloed op de rangorde van de maatregelen op basis van de N.C.W..

Zelfs bij (natuurlijke) uitfasering van autogas blijven de hittewerende coating van tankauto's (L5), verkeerstechnische ingrepen (L6) en herroutering (L7 en L8) zinvol. Zeker 40% van het LPG-transport (voor industriële doelen en verwarming) blijft immers bestaan.

Bij een gelijk blijvend of zelfs groeiend marktaandeel neemt de noodzaak van de maatregelen toe, en dalen de relatieve kosten van de maatregel.

Als de grondwaarde van de vrijkomende ruimte hoog wordt ingeschat, kan de sanering van LPG-tankstations zelfs

financieel een positief saldo opleveren.

- *LPG-railtransport*

De hoogte van de discontovoet heeft geen invloed op de rangorde van maatregelen op basis van de N.C.W.. Voor de nauwkeurigheidsmarge bij de raming van investeringen kan dat echter wel gelden, en met name bij L13 (vervoer per binnenvaart) als de vernieuwde veiligere schepen worden ingezet. Bij introductie van deze schepen stijgt de effectiviteit van maatregelen en dalen de relatieve kosten van de maatregel. Dit kan zonder nader onderzoek nog niet gekwantificeerd worden. Wanneer L11 (veiliger railpakket) wordt gerealiseerd, neemt de effectiviteit van L13 en L14 (verplaatsing terminal Vlissingen) af.

Natuurlijke uitfasering of een constant marktaandeel van autogas heeft geen effect op L13 en L14. Eventuele daling van LPG-export maakt maatregelen wel minder zinvol, omdat de GR-aandachtspunten dan afnemen terwijl de kosten vergelijkbaar blijven.

Bij toename van LPG-export vanuit Vlissingen nemen de kansen op GR-aandachtspunten, ongevallen met meer dan tien doden en de verwachtingswaarde toe met circa 60%. De maatregelen L11 (veilig transportpakket) en L15 (hittewerende coating tankwagens) zijn dan op een aantal plaatsen ontoereikend om overschrijdingen van de waarde te voorkomen. Hierdoor verbetert wel de effectiviteit van de maatregelen L13 (binnenvaart Vlissingen-Tiel) en L14 (verplaatsen terminal Vlissingen).

Bij een hoge grondwaardering met betrekking tot indirect ruimtegebruik wordt de N.C.W. voor LPG-railmaatregelen minder negatief, maar dat heeft geen invloed op de onderlinge rangorde.

De N.C.W. van L13 en L14 ontlopen elkaar dan echter nog maar weinig.

- *Substitutie LPG als autobrandstof*

Deze maatregel is gevoelig voor onder andere de volgende specifieke onzekerheden:

- de waardering van indirect ruimtegebruik;
- de consequenties voor de emissiefactoren en autokosten als gevolg van de invoering van EURO 5-eisen voor brandstoffen (als de EU tot invoering besluit; overigens wordt nog onderhandeld over de precieze eisen);

- de gehanteerde brandstofmix bij de overstap van LPG naar een andere brandstof;
- de hoogte van de in de methodiek vereiste prijsverhoging om LPG-rijders te laten overstappen naar een andere brandstof;
- overige gedragsveranderingen.

Overigens: mocht marktwerking zelf al leiden tot uitfasering van LPG als autobrandstof, dan zijn overheidsmaatregelen om dat te stimuleren uiteraard minder noodzakelijk. Als het aandeel van autogas echter constant zou blijven, zou de maatregel resulteren in een grotere positieve N.C.W.. Toename of vermindering van LPG-export heeft geen relevante invloed op deze maatregel.

Summary

This Main Report outlines the results of the project “Integral Chain Studies of Ammonia, Chlorine and LPG”. The project was commissioned by five Dutch Government Ministeries (Ministry of the Interior and Kingdom Relations; Economic Affairs; Social Affairs and Employment; Health, Welfare and Sport; with Housing, Spatial Planning and Environment acting as co-ordinator). It was conducted by KPMG Business Advisory Services together with TNO, ECORYS and CML.

The objective of the Chain Studies project was to list and analyze the external safety problems associated with ammonia, chlorine and LPG in the Netherlands and to select solutions to the central problems discovered. The outcomes of the Chain Studies are input for the Government to determine its position on the issue of external safety and serves as a basis for well-informed policy decisions.

This Main Report is based on individual reports from Phases 1, 2 and 3 of the Chain Studies, including all appendices and supporting documentation, which contain the detailed background information, computational methods, and a justification of the approach and methodology adopted.

Chapter 1 of the Main Report presents a broad outline of the external safety theme and sketches the policy followed thus far. It also contains an introduction to the design and working methods adopted in the Chain Studies. Finally, it explains the central concepts of external safety.

Chapter 2 explains why a chain approach was chosen, the choices made in that context, and the factors that played a role in the analysis of the external safety theme.

Chapter 3 places the facts and figures and the specific external safety aspects of ammonia, chlorine and LPG in a Dutch perspective.

Chapter 4 deals with the way the external safety risks associated with ammonia and LPG can be reduced, using a brief presentation of the possible options selected (measures, ES effects, costs). For clarity, the text focuses on the principle outlines, reporting only those facts and figures that demarcate the respective options.

The options have been formulated and worked out in close consultation with the industries involved; they are presented per cluster, which allows a comparison of all those possibilities that can aid in further increasing external safety at production sites, transport, and in the neighbourhood of LPG vehicle filling stations.

Each cluster of possibilities also contains a summary table that systematically sets out the relevant external safety effects of the measures. Finally, histograms provide a visual guide to the effects of measures, expressed in terms of external safety.

The clusters of solutions are not numbered sequentially, incidentally, since the original numbering of the possible options has been retained. These were assessed for closer study in Phase 2 of the Chain Studies, so some (numbered) solutions were dropped.

Chapter 5 presents the sensitivity analyses: how robust are the studied solutions in light of possible future developments?

Colofon

Dit Hoofdrapport bevat de hoofdlijnen van de resultaten van het project "Integrale Ketenstudies ammoniak, chloor en LPG". Het project is onder auspiciën van vijf ministeries (BZK, EZ, SZW, V&W en VROM als coördinator), gecoördineerd door KPMG (Business Advisory Services) en uitgevoerd samen met TNO (TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie en TNO Strategie, Technologie en Beleid, ECORYS-NEI en CML. Continental Engineers B.V. verrichtte deelonderzoek.

De tekst van dit Hoofdrapport is onder verantwoordelijkheid van de betrokken bureaus samengesteld door Maurits Groen Milieu & Communicatie. De tekst is een samenvatting. Voor een exacte en gedetailleerde weergave van de onderzoeksresultaten wordt verwezen naar de bijlagen bij dit rapport en de rapportages van Fases 1 en 2 van de Ketenstudies (die ook zijn opgenomen op de cd-rom die aan dit Hoofdrapport is toegevoegd.

Vormgeving: Mixed Media, Bussum

Druk: Spinhex-Industrie, Amsterdam

Productiecoördinatie:

Maurits Groen Milieu & Communicatie, Haarlem

November 2004

© KPMG, TNO, ECORYS

KPMG (Business Advisory Services)

Burgemeester Rijnderslaan 10, 1185 MC Amstelveen

Postbus 74500, 1170 DB Amsterdam

tel. 020-6564501

TNO

Schoemakerstraat 97

2628 VK Delft

Postbus 6000, 2600 JA Delft

tel. 015 - 269 54 29

ECORYS

Postbus 4175, 3006 AD Rotterdam

tel. 010 - 453 88 00