



Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.mep.tno.nl

T 055 549 34 93

F 055 549 32 01

info@mep.tno.nl

TNO-rapport

R 2003/205

**Productketenanalyses ammoniak,
chloor en LPG**

**Fase 1: Technische / grondstoffelijke /
economische en externe veiligheidsaspecten
van de ketens**

Datum	juni 2003
Auteurs	Ir. M. Molag (TNO-MEP)
Co-auteurs	Dr. J. van der Vlies (TNO-STB) Ing. S.J. Elbers, Ir. A.J. Kruithof en Ing. J.M. Ham (TNO-MEP) Drs. L. Beumer en Drs. G. van Bork (Ecorys) Drs. L. van Oers en Dr. E. van der Voet (CML)
Projectnummer	33862/33863
Trefwoorden	Chloor Ammoniak LPG Productketenanalyses Externe Veiligheid
Bestemd voor	Ministerie van VROM Directoraat-Generaal Milieubeheer, IPC 637 Directie Externe Veiligheid t.a.v. Mw. Ir. A.G. Nijhof MBA en Drs. M. Schraven Rijnstraat 8 2515 XP Den Haag

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding en doel	7
2.	Methodiek	9
2.1	Technisch-grondstoffelijke & economische beschrijvingen en analyses van de productketens	9
2.2	Beoordeling van de huidige Externe Veiligheidsrisico's	11
3.	Ammoniak.....	13
3.1	Inleiding.....	13
3.1.1	Wat is ammoniak?.....	13
3.1.2	Waarvoor wordt ammoniak gebruikt?.....	14
3.1.3	Externe veiligheidsaspecten van Ammoniak	15
3.1.4	Afbakening productketenanalyse Ammoniak	15
3.1.5	Indeling van hoofdstuk “Ammoniak”	16
3.2	De ammoniak-balans voor Nederland	17
3.2.1	Import / Transitio / Export	17
3.2.2	Producenten.....	18
3.2.3	Gebruik van ammoniak op de productielocaties	18
3.2.4	Afnemers voor grootverbruik.....	19
3.2.5	Depots / tussenopslagen	20
3.2.6	Afnemers kleinverbruik	20
3.2.7	De ammoniak koelsector.....	21
3.3	Locaties, hoeveelheden en stromen	23
3.4	Transport van ammoniak in Nederland	27
3.4.1	Zeevaart.....	27
3.4.2	Binnenvaart	28
3.4.3	Rail	30
3.4.4	Weg	32
3.4.5	Buisleidingen.....	33
3.5	Economische aspecten ammoniak-keten	34
3.5.1	Aanpak economische ketenanalyse.....	34
3.5.2	Resultaten economische aspecten ammoniak	36
4.	Chloor	39
4.1	Inleiding.....	39
4.1.1	Wat is chloor?	39
4.1.2	Waarvoor wordt chloor gebruikt?	40
4.1.3	Externe veiligheidsaspecten van chloor	40
4.1.4	Afbakening productketenanalyse Chloor	41
4.1.5	Indeling van hoofdstuk “Chloor”	42
4.2	De chloor-balans voor Nederland.....	43
4.2.1	Import / Transitio / Export	43

4.2.2	Producenten.....	43
4.2.3	Chloor gebruikers.....	43
4.2.4	Depots/tussenopslagen	44
4.3	Locaties, hoeveelheden en stofstromen	44
4.4	Transport van chloor in Nederland	47
4.4.1	Zeevaart.....	47
4.4.2	Binnenvaart	48
4.4.3	Rail	48
4.4.4	Weg	48
4.4.5	Buisleidingen.....	50
4.5	Economische aspecten chloor-keten.....	50
4.5.1	Aanpak economische ketenanalyse.....	50
4.5.2	Resultaten economische aspecten chloor	52
5.	LPG-producten.....	55
5.1	Inleiding.....	55
5.1.1	Wat is LPG?	55
5.1.2	Waarvoor worden LPG-producten gebruikt?.....	57
5.1.3	Externe veiligheidsaspecten van LPG	58
5.1.4	Afbakening productketenanalyse LPG.....	59
5.1.5	Indeling van hoofdstuk “LPG”.....	60
5.2	De LPG-balans voor Nederland.....	62
5.2.1	Import / Transitio / Export.....	62
5.2.2	Producenten van propaan, butaan en autogas.....	63
5.2.3	Petrochemie: Producenten en gebruikers van propeen en buteen.....	63
5.2.4	Tussenopslag bij regionale depots.....	65
5.2.5	LPG tankstations	66
5.2.6	Industrieel verbruik: Smitbus vulinrichtingen.....	67
5.2.7	Kleingebruikers	67
5.3	Locaties, hoeveelheden en stofstromen	68
5.4	Transport van LPG-producten in Nederland	70
5.4.1	Zeevaart.....	70
5.4.2	Binnenvaart	70
5.4.3	Rail	72
5.4.4	Weg	74
5.4.5	Buisleidingen.....	76
5.5	Economische aspecten LPG-keten	76
5.5.1	Aanpak economische ketenanalyse.....	76
5.5.2	Resultaten economische aspecten LPG.....	79
5.5.3	Totaal LPG-keten	80
6.	Toekomstverkenning.....	83
6.1	Inleiding.....	83
6.2	CPB scenario's	83

6.3	Ontwikkelingen ammoniak.....	84
6.3.1	Productie van ammoniak.....	84
6.3.2	Transport van ammoniak.....	85
6.4	Ontwikkelingen chloor.....	86
6.4.1	Productie en opslag van chloor.....	86
6.4.2	Transport van chloor.....	87
6.5	Ontwikkelingen LPG.....	88
6.5.1	Productie van LPG.....	88
6.5.2	Transport van LPG.....	91
6.6	Ruimtelijke ontwikkelingen.....	91
6.6.1	Algemeen.....	91
6.6.2	Gevolgen stedelijke ontwikkeling voor de externe veiligheid.....	92
7.	Externe veiligheid productketens.....	95
7.1	EV-aandachtspunten van de ammoniak-keten.....	95
7.1.1	Productielocaties.....	95
7.1.2	Grootverbruik afnemers.....	95
7.1.3	Ammoniak-koelsector.....	96
7.1.4	Transport van ammoniak.....	98
7.1.5	EV-aandachtspunten ammoniak bij autonome ontwikkeling.....	100
7.2	EV-aandachtspunten van de chloor-keten.....	101
7.2.1	Productie en on-site verwerking.....	101
7.2.2	Andere grootverbruikers van chloor.....	102
7.2.3	Kleinere chloorverbruikers.....	103
7.2.4	Transport van chloor.....	103
7.2.5	EV-aandachtspunten chloor bij autonome ontwikkeling.....	105
7.3	EV-aandachtspunten LPG-keten.....	105
7.3.1	Producenten.....	106
7.3.2	Overslag in terminals.....	106
7.3.3	Regionale depots.....	107
7.3.4	Eindgebruikers.....	108
7.3.5	LPG voor verwarmingsdoeleinden.....	108
7.3.6	LPG Tankstations.....	109
7.3.7	Transport van LPG-producten.....	111
7.3.8	EV-aandachtspunten LPG bij autonome ontwikkeling.....	114
8.	De analyse van EV-aandachtspunten.....	117
8.1	Analyse ammoniak-keten.....	117
8.1.1	Huidige situatie ammoniak-keten.....	117
8.1.2	Toekomstige ontwikkelingen.....	118
8.1.3	Conclusie EV-aandachtspunten ammoniak.....	118

8.2	Analyse chloor-keten	120
8.2.1	Huidige situatie chloor-keten	120
8.2.2	Toekomstige ontwikkelingen	120
8.2.3	Conclusies EV-aandachtspunten chloor	121
8.3	Analyse LPG-keten.....	123
8.3.1	Huidige situatie LPG-keten.....	123
8.3.2	Toekomstige ontwikkelingen	127
8.3.3	Conclusies EV aandachtspunten LPG.....	128
9.	Referenties	131
10.	Verantwoording	137

1. Inleiding en doel

In opdracht van de ministeries van BZK, EZ, SZW, VROM en V&W¹ zijn in de periode tussen augustus 2002 en maart 2003 de productketens ammoniak, chloor en LPG beschreven en geanalyseerd. Deze inventarisatie / analyse is uitgevoerd door een consortium bestaande uit TNO Strategie, Technologie en Beleid (TNO-STB), TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie (TNO-MEP), het Centrum voor Milieukunde Leiden (CML) en ECORYS Nederland (voorheen het Nederlands Economisch Instituut).

De productketen analyses vormen fase 1 van een breed meerjarig onderzoek (voorjaar 2002- najaar 2003) naar de maatschappelijke kosten en baten van externe veiligheidsmaatregelen inzake de productketens ammoniak, chloor en LPG. Het betreft hier een onderzoek waarbij de methodiek van de maatschappelijke Kosten Baten Analyse (KBA) wordt gehanteerd. De productketen analyses zullen (een deel van) de basis vormen voor deze – in een later stadium uit te voeren – KBA. De KBA zal er op zijn gericht om alternatieve oplossingen voor de problemen m.b.t. externe veiligheid in de productketens op hun maatschappelijke waarde te kunnen beoordelen.

De doelen van de thans voorliggende studie zijn:

- Het opstellen van een gedegen technisch - grondstoffelijke & economische beschrijving en analyse van de ketens van ammoniak, chloor en LPG.
- Het aangeven van de relevante toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van de ketens op technisch, economisch, en ruimtelijk gebied.
- Het analyseren van de huidige en toekomstige externe veiligheid aspecten van de ammoniak-, chloor- en LPG-ketens.

De beschrijving en analyse dienen daarbij van meet af aan van een zodanige aard te zijn dat hierdoor (in vervolgfases van het onderzoek) de mogelijkheid wordt geboden om alternatieve maatregelen op het gebied van externe veiligheid via het instrument van de maatschappelijke Kosten - Baten Analyse tegen elkaar af te wegen². De baten (verbetering van de externe veiligheid) worden daarbij in de KBA afgewogen tegen de kosten van de maatregel (bijvoorbeeld verlies van het economische belang of investeringskosten). Deze afweging vindt plaats in fase 2 (kenngetallen KBA voor 32 maatregelen; af te ronden per 1 juli 2003) en fase 3: (de gedetailleerde Kosten-Baten Analyse; oktober/november 2003). Over deze fasen zal afzonderlijk worden gerapporteerd. Ondersteund door deze analyses zal het kabinet c.q. de minister van VROM, de Tweede Kamer uiteen zetten welk beleid op het gebied van externe veiligheid voor de drie productketens zal worden ingezet.

¹ Onder voorzitterschap van de Directie Externe Veiligheid van het Ministerie van VROM.

² Dit betekent dat het project een multi- disciplinaire benadering vergt van zowel economen als technici en veiligheidsdeskundigen.

In dit eindrapport van fase 1 wordt de beschrijving gegeven van de productketenanalyses van ammoniak, chloor en LPG. Achtereenvolgens komen in dit rapport aan de orde:

- In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de methodiek en de werkwijze die gevolgd is om de productketens te beschrijven. Ook wordt ingegaan op de wijze waarop de externe veiligheidsaspecten zijn bepaald.
- In de hoofdstukken 3, 4 en 5 wordt een technisch-grondstoffelijke beschrijving en economische analyse gegeven van de huidige productketens van achtereenvolgens ammoniak-, chloor- en LPG-producten.
- In hoofdstuk 6 worden min of meer autonome trendmatige ontwikkelingen geschetst, tot ca. 2010. Het gaat om ontwikkelingen die kunnen leiden tot (belangrijke) veranderingen in de huidige situatie van de productketens. Tevens wordt aangegeven of er belangrijke veranderingen in de ketens worden verwacht (zoals bijvoorbeeld het chloorakkoord).
- In hoofdstuk 7 worden de huidige en toekomstige externe veiligheidsrisico's van de productketens ammoniak, chloor en LPG-producten beschreven.
- Een analyse van externe veiligheids knelpunten en aandachtspunten wordt in hoofdstuk 8 gegeven.

2. Methodiek

2.1 Technisch-grondstoffelijke & economische beschrijvingen en analyses van de productketens

De “technisch- grondstoffelijke” en economische beschrijvingen en analyses zijn samengesteld op basis van de literatuur, statistieken, internet searches en interviews met importeurs, producenten, transporteurs, brancheverenigingen, externe deskundigen en betrokken overheidsorganen.

Daarnaast zijn er diverse vergaderingen belegd met de vertegenwoordigers van de relevante bedrijfsbranches.

De tussentijdse bevindingen zijn bovendien met regelmaat voorgelegd aan:

- de zogenoemde “klankbordgroep”, samengesteld uit een circa 50 tal betrokkenen en belanghebbenden afkomstig uit bedrijfsleven, overheden, maatschappelijke organisaties en deskundigen (oktober en december 2002 en februari 2003);
- de “interdepartementale projectgroep” met de vertegenwoordigers van de betrokken ministeries en het RIVM (wekelijkse bijeenkomsten);
- de opstellers van de leidraad voor toepassing van de methodiek van de maatschappelijke kosten baten analyse.

Op basis van de commentaren en discussies vanuit de diverse bijeenkomsten en workshops zijn de tussentijdse resultaten getoetst en - voorzover mogelijk en wenselijk - aangevuld en aangepast.

De beschrijvingen en analyses zijn gericht op die stappen in de keten waarvan op basis van intrinsieke gevaarsaspecten van de stoffen en de literatuur verwacht wordt dat externe veiligheidsaspecten een aanzienlijke rol spelen. Elementen in de beschrijving van de productketen zijn:

Technisch/grondstoffelijk

- Te beschouwen producten/productvormen:
De uit te voeren productketenanalyse richt zich primair op het inventariseren van knelpunten op het gebied van externe veiligheid. Dat wil zeggen dat alleen stoffen met een acuut effect (toxisch, brand of explosie) worden beschouwd. Milieueffecten worden in de huidige productketenanalyse niet meegenomen, maar zullen in latere fasen (bij de afweging van de beleidspakketten) wel worden beschouwd.
De EV-aspecten t.a.v. verbindingen van chloor en ammoniak en mengsels (b.v. met water) zijn te verwaarlozen en worden daarom in de productketenanalyses verder niet beschouwd.
- Schakels in de ketens (spelers, stromen en locaties):
 - Import / transitio / export

- Productie en producenten
- Transport
- Depots / tussenopslagen
- Gebruik en gebruikers

Ook een stof die alleen wordt doorgevoerd (zonder dat er enige handeling in Nederland plaatsvindt), wordt in beschouwing genomen.

- Import, productie, transport, binnenlands gebruik en export volumes:
Gezien de betrouwbaarheid van de bedrijfsgegevens wordt deze informatie niet herkenbaar per bedrijf weergegeven. Bijvoorbeeld: de totale productie van LPG-producten in Nederland wordt vermeld evenals de productielocaties. Echter de productie van LPG-producten per locatie wordt niet gerapporteerd, tenzij deze informatie uit open bronnen beschikbaar is.
- Transportstromen, routes en omvang:
De transportstromen worden opgesplitst naar deelmarkten. Er wordt aangegeven welk deel van de transportstroom per modaliteit voor verwerking in andere producten is of voor ander gebruik en voor export.
- Generieke beschrijving van de gebruikte techniek bij opslag, transport en overslag en de daarbij gebruikelijke veiligheidsmaatregelen.
- Beschrijving van veiligheidsmaatregelen voorzover deze boven het gebruikelijke niveau (b.v. CPR-maatregelen) uitgaan, zoals b.v. een aparte chloortrein met een maximumsnelheid van 60 km/uur of een inspanning van een Bedrijfshulpverlening of Overheids Hulpverlenings Dienst (OHD) die boven de gebruikelijke inspanning uitgaat.

Economisch

De economische analyse is voor een belangrijk deel (maar niet geheel) gebaseerd op de technisch-grondstoffelijke beschrijving van de ketens. Dit impliceert dat voor ieder van de schakels in de keten economische gegevens zijn verzameld (voor zover betrekking hebbend op in Nederland gevestigde schakels c.q. bedrijven). De belangrijkste gegevens betreffen:

- Omzet/afzet (in Euro's, maar ook in tonnen);
- Toegevoegde waarde;
- Werkgelegenheid per schakel (inclusief invoer, doorvoer, export).

Waar mogelijk geschiedt de economische beschrijving en analyse per deelketen, maar alleen voorzover dit de betrouwbaarheid van de gegevens niet schaadt en/of er een groot aantal spelers in de deelketen betrokken zijn. Is dit niet het geval dan wordt op een hoger aggregatie niveau gerapporteerd. Cijfers die in alle gevallen betrouwbaar zijn (het merendeel van de gegevens over prijzen en transportkosten is betrouwbaar), worden niet gerapporteerd. Voor zover beschikbaar, zijn deze gegevens echter wel bruikbaar voor volgende fases, al zullen zij ook dan op een geaggregeerde wijze dienen te worden behandeld; bijvoorbeeld door samenvoeging met andere kosten/baten elementen.

Toekomstige ontwikkelingen

De beschrijvingen en analyses van de productketens ammoniak, chloor en LPG door TNO c.s. zijn gebaseerd op de “huidige” situatie dan wel zo actueel mogelijk cijfermateriaal. In het kader van deze analyses is tegelijkertijd nagegaan of in de periode tot 2010 belangrijke toekomstige ontwikkelingen in de ketens kunnen worden verwacht, waarmee in latere fasen van de ketenstudies rekening zal moeten worden gehouden. Met name omdat daar consequenties uit kunnen voortvloeien voor de externe veiligheid, of omdat dit tot belangrijke economische veranderingen kan leiden. Het analyseren van de mogelijke toekomstige ontwikkelingen is dus geen doel op zich, maar er is getoetst in hoeverre de beschrijving en analyse van de huidige situatie ook maatgevend is als referentiesituatie voor de vervolganalyse.

In eerste instantie is gebruik gemaakt van toekomst scenario's (ondermeer CPB). Daarnaast is gekeken naar beschikbaar historisch cijfermateriaal (statistieken e.d.). Deze bronnen hebben echter vaak een te weinig specifiek karakter (hebben bijvoorbeeld betrekking op de chemie in het algemeen). Vanwege het specifieke karakter van de productketens is vooral geput uit informatie van de interviews en internet searches.

2.2 Beoordeling van de huidige Externe Veiligheidsrisico's

Er is een technische achtergrond-beschrijving van de externe veiligheidsrisico's opgesteld. Hierin is aangegeven wat de aard en omvang van het risico is en waardoor het wordt veroorzaakt. Uitgangspunt hierbij is dat de rekenmodellen, -methoden en -voorschriften worden gebruikt zoals die voorgeschreven zijn door de Commissie Preventie van Rampen en zijn vastgelegd in het Gele, Groene en Paarse Boek [1-3]. Indien er een bestaande risicoanalyse van een activiteit is, waarbij de CPR-voorschriften niet zijn gehanteerd, dan zal dit in de beschrijving van de EV-aspecten van deze specifieke activiteit worden aangegeven. Daarnaast is aangegeven of de EV-aspecten ernstiger of minder ernstig worden indien de CPR-voorschriften zouden worden toegepast. Om dit goed te kunnen aangeven zijn onder andere voor het transport van chloor, ammoniak en LPG een aantal plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR) berekeningen volgens de CPR-voorschriften uitgevoerd.

De beschrijving van de EV-situatie van een activiteit is opgesteld op basis van de literatuur (o.a. risicoatlassen transport), generieke risico berekeningsmethoden (LPG generiek, IPORBM) en specifieke risicoanalyses voor een bepaalde locatie (door Bevoegd Gezag goedgekeurde Veiligheidsrapporten in het kader van BRZO'99). Voor zover PR - knelpunten en GR - aandachtspunten nog niet in de literatuur zijn beschreven, zijn aanvullende schattingen gedaan op basis van GIS analyses of steekproeven. Op basis van een voor de activiteit karakteristieke grootte (b.v. doorzet of opslag grootte) kan met behulp van de generieke methoden een diameter van de 10^{-6} PR-contour bepaald worden. Met behulp van een GIS analyse

kan dan worden bepaald of zich binnen deze contour kwetsbare objecten bevinden. Op vergelijkbare wijze kan op basis van effectafstanden bepaald worden hoe hoog het GR is. Voorwaarde voor de GIS analyses is wel dat de RDM coördinaten van de activiteit bekend zijn. Indien de coördinaten niet bekend zijn, is op basis van een steekproef een schatting van eventuele PR-knelpunten en GR-aandachtspunten gemaakt.

De EV-aandachtspunten zijn in deze analyse als volgt gedefinieerd:

Plaatsgebonden Risico: Het plaatsgebonden risico vormt een EV knelpunt indien zich binnen de 10^{-6} per jaar PR contour kwetsbare objecten bevinden. De ketenstudies zijn er op gericht om deze knelpunten op te lossen (resultaatsverplichting).

Groepsrisico: Het groepsrisico vormt een EV aandachtspunt indien de oriënterende waarde voor het groepsrisico voor stationaire activiteiten ($10^{-3}/N^2$ per jaar) of voor transportactiviteiten ($10^{-2}/N^2$ per jaar per kilometer route) wordt overschreden. Binnen de ketenstudies geldt een inspanningsverplichting om te zoeken naar veiliger alternatieven.

Overige risico's: Indien bij een ongeval grote materiële schade of hoge slachtoffer aantallen kunnen optreden waardoor er sprake is van een excessieve vraag voor de Overheid Hulpverlenings Diensten (OHD) en Medische Hulpverlening (GHOR) en/of er grote schade aan vitale transport infrastructuur ontstaat, is er sprake van een effectgericht aandachtspunt EV. Hierbij wordt dus geen rekening gehouden met de kans van optreden van een dergelijk ongeval. Wel wordt er rekening gehouden met de aanwezigheid van bevolking en vitale transport infrastructuur binnen het schadegebied van het ongeval. Binnen de ketenstudies geldt dat verkend moet worden of het mogelijk is om deze kwetsbare situaties te verminderen of beter beheersbaar te maken.

3. Ammoniak

3.1 Inleiding

3.1.1 Wat is ammoniak?

Ammoniak is bij normale omgevingsomstandigheden een gas. Het heeft een kooktemperatuur van -33°C , en kan dan ook alleen vloeibaar worden gemaakt door het óf sterk af te koelen óf onder hoge druk te brengen. Bij omgevingstemperatuur (20°C) is daarvoor een druk nodig van ongeveer 8,5 bar.

Hoe wordt ammoniak gemaakt?

Ammoniak (NH_3) is een verbinding van waterstof en stikstof. De grondstoffen voor de ammoniak productie zijn aardgas of nafta, water en lucht. Ammoniak wordt geproduceerd in grote éénstraats productie eenheden. In Nederland is aardgas de basisgrondstof en wordt gebruik gemaakt van het zgn. steam-reforming proces. Aardgas en stoom worden bij hoge temperatuur over een katalysator geleid waarbij de koolwaterstoffen gekraakt worden en een H_2 , CO , CO_2 en H_2O houdend synthesesgas ontstaat. Dit gas ondergaat een tweede kalking waarbij lucht wordt toegevoegd. Hierdoor wordt de benodigde stikstof toegevoerd. Het aldus verkregen ruwe synthesesgas wordt vervolgens in een aantal stappen gezuiverd waarbij achtereenvolgens CO , CO_2 en H_2O uit de gasstroom worden verwijderd. Hierdoor ontstaat een synthesesgas dat hoofdzakelijk uit H_2 en N_2 bestaat in de verhouding 3:1. De synthesesgas productie en de zuivering vindt plaats bij een druk van 25 – 35 bar.

De ammoniakvorming vindt plaats door het synthesesgas bij hoge druk (150 – 250 bar) en temperatuur over een katalysator te voeren. Een deel van de aanwezige H_2 en N_2 worden omgezet in NH_3 . De gevormde NH_3 wordt door koeling vloeibaar gemaakt en uit de gasstroom afgescheiden. Niet omgezet synthesesgas wordt samen met vers synthesesgas gerecirculeerd naar de NH_3 synthese reactor.

Productie van ammoniak is een energie-intensief proces, vooral omdat de grondstof een energiedrager is en omdat een hoeveelheid brandstofgas nodig is om de vereiste temperatuur bij het kraken te bereiken. Als voorbeeld: voor de productie van een ton ammoniak is ruim 1000 m^3 aardgas nodig. Blijkens een brede benchmark van de energie-efficiency van ammoniak-productiebedrijven blijken de Nederlandse producenten hiermee overigens tot de best presterende bedrijven te behoren.

In Nederland wordt ammoniak op twee locaties geproduceerd, in Geleen en Sluiskil. Verder zijn op deze locaties èn in IJmuiden voorzieningen aanwezig voor import en export van NH_3 .

3.1.2 Waarvoor wordt ammoniak gebruikt?

Ammoniak heeft een breed scala van gebruiksdoeleinden. De belangrijkste zijn:

Productie van kunstmest: Voor vrijwel alle stikstofhoudende kunstmesten vormt ammoniak een grondstof, hetzij direct, hetzij via een tussenproduct zoals salpeterzuur. Gedacht kan worden aan de kunstmeststoffen ureum, kalkammonsalpeter, ammoniumnitraat, etc. Verreweg de meeste (circa 80%) geproduceerde ammoniak vindt zijn weg in toepassing in kunstmest. Tot enkele jaren geleden vond voor bemesting van landbouwgrond ook directe injectie van pure ammoniak in de grond plaats. Dit wordt om veiligheids- en milieuredenen in Nederland niet meer gedaan.

Productie van kunststoffen en grondstoffen daarvoor: Ammoniak wordt ondermeer verwerkt in melamine, caprolactam en acrylonitril. Ook vormt het de grondstof voor een aantal aminen en kunstharsen.

Verwerking tot ammoniak-water, zogenaamd ammonia: Dit wordt meestal als 25 – 30 %-ige oplossing op de markt gebracht. Bekend gebruiksdoel is als schoonmaakmiddel, bijvoorbeeld bij schilderwerk.

In rookgasreiniging: Vooral voor het verminderen van de uitstoot van stikstofoxiden wordt bij grootschalige verbrandingsprocessen (bijv. electriciteitsopwekking, afvalverbranding) rookgasreiniging toegepast. In deze DeNO_x-installaties vindt injectie van ammoniak plaats, meestal in de vorm van ammoniak-water maar ook directe injectie van ammoniak komt voor. In de meeste gevallen wordt de ammonia als oplossing bij de installaties aangevoerd. Het komt echter ook voor dat zuivere ammoniak wordt aangevoerd, waarbij de oplossing ter plaatse wordt gemaakt.

Als industriële grond- of hulpstof: Bij diverse chemische bewerkings- of productieprocessen wordt ammoniak gebruikt. Eén ervan is in de metaalindustrie om staal te harden. Ook wordt ammoniak verwerkt in de farmaceutische industrie.

Als koudemiddel in de koel- en vriessector: De eigenschappen van ammoniak maken de stof zeer geschikt om als koudemedium te gebruiken. De stof wordt in toenemende mate ingezet als alternatief voor de gebruikelijk synthetische koudemiddelen (CFK's). Industriële koelinstallaties treft men aan bij de koeling van voedingsmiddelen en zuivelproducten, in fruit- en bloemenveilingen, in de visserij en visverwerking en in bierbrouwerijen. Ook voor het bevriezen van kunstijsbanen wordt nog ammoniak toegepast, maar tegenwoordig vrijwel nergens meer in overdekte ijsbanen en bovendien meestal alleen als primair koudemiddel in indirecte systemen. Voor toepassing in koelhuizen is sprake van een toename. Deze hangt mede samen met de verscherpte vereisten rond voedselveiligheid en -kwaliteit, die het nodig maken om kleinschalige koelvoorzieningen sterk te decentraliseren en ze dichtbij de ontvangers van gekoelde producten te bouwen; dit betekent vaak ook: dichtbij woongebieden. N.B.: In tegenstelling tot de overige genoemde toepassin-

gen, wordt ammoniak in koel- en vriesinstallaties niet verbruikt. De stof wordt in een in beginsel gesloten circuit gebruikt. Toch vindt er wel een zekere afname plaats die in de gehele ammoniak-keten uit oogpunt van EV-aspecten niet onbelangrijk is. Hierbij zijn de volgende activiteiten van belang: het vullen van een nieuwe installatie, het periodiek bijvullen van optredende lekverliezen, het leegmaken van de installatie bij periodieke inspecties en keuringen (verplicht eens per zes jaar) en daarmee verbonden het afvoeren van de gebruikte ammoniak en weer vullen met ‘virgin-NH₃’, en tenslotte het leegmaken en afvoeren van het koudemiddel bij ontmanteling van de installatie.

3.1.3 Externe veiligheidsaspecten van Ammoniak

Ammoniakdamp gas heeft een zeer karakteristieke, sterk prikkelende geur. Reeds bij vrij lage concentraties leidt blootstelling tot een bijtend gevoel op de neus en luchtwegen en tot pijnlijke, tranende ogen. Bij hogere concentraties in de lucht kan beschadiging van de bovenste luchtwegen optreden, waarbij uiteindelijk overlijden door longoedeem niet is uitgesloten. Afhankelijk van de duur van de blootstelling kan dodelijk letsel optreden bij concentraties van circa 2000 – 5000 ppm.

Het mogelijke vrijkomen van ammoniak tijdens een calamiteit heeft dan ook invloed op het Plaatsgebonden – en Groepsrisico van een activiteit met ammoniak. Daarnaast is een calamiteit met deze stof een belangrijk aandachtspunt voor de preparatie van de Overheidshulpverlening. Bij een calamiteit met ammoniak kunnen, afhankelijk van de installatie-inhoud, tot afstanden van enkele tientallen tot 100 meters (voor kleine installaties zoals in de koelsector) tot enkele kilometers (1 à 2 km voor grootverbruikers) tot zelfs meerdere kilometers (voor productie-installaties en grootschalig transport) vanaf de plaats van het ongeval gewonden en doden door de blootstelling aan ammoniak vallen.

Ammoniakdamp is overigens ook brandbaar, maar de ontstekingsgrenzen liggen vrij hoog (15 – 29 vol%). In de buitenlucht zullen deze concentraties zelden of nooit optreden. Voor de externe veiligheid is dan ook alleen het giftige karakter relevant.

3.1.4 Afbakening productketenanalyse Ammoniak

De in dit hoofdstuk gegeven productketenbeschrijving heeft alleen betrekking op tot vloeistof gekoelde ammoniak (bij atmosferische druk) en op tot vloeistof verdichte ammoniak (bij verhoogde druk, meestal bij omgevingstemperatuur). In de praktijk zijn alleen deze vormen van ammoniak relevant voor de externe veiligheid. In ammonia, de oplossing van ammoniak in water, is de dampdruk van ammoniak zodanig laag dat een ontsnapping hiervan niet bijdraagt aan het extern

risico voor omwonenden van een opslag of transportroute. Ammonia wordt daarom niet in de productketenanalyse meegenomen.

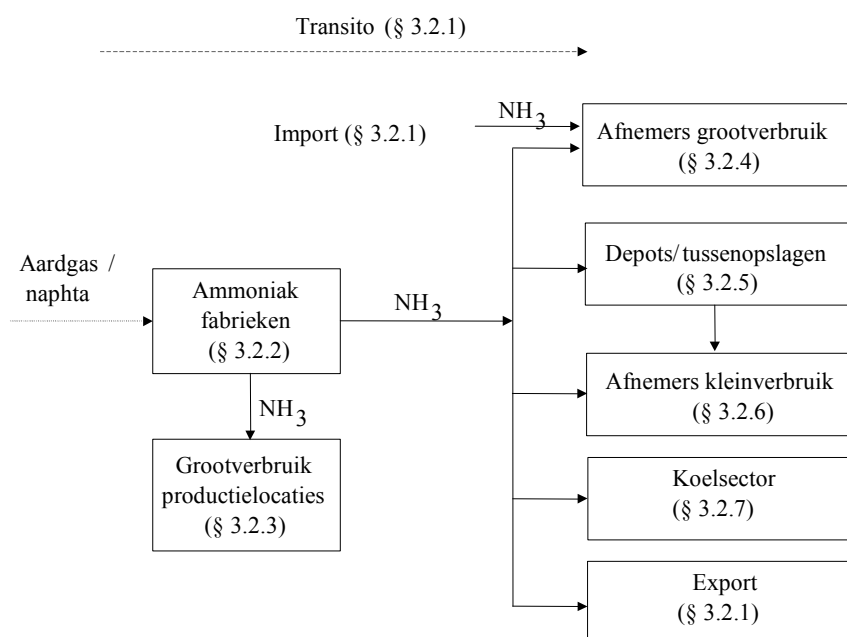
De in dit hoofdstuk gegeven ammoniakhoeveelheden en -stromen hebben in de meeste gevallen betrekking op het jaar 2001, tenzij anders vermeld. In een aantal gevallen zijn de getallen gebaseerd op vergunde hoeveelheden of op de productiecapaciteiten van installaties bij volledige benutting (100% van het jaar). In de hierna volgende rapportage worden de uitgangspunten op dit aspect verduidelijkt.

3.1.5 Indeling van hoofdstuk “Ammoniak”

In paragraaf 3.2 wordt eerst een overzicht gegeven van de import-, transito- en exportstromen van ammoniak (§ 3.2.1). Vervolgens wordt ingegaan op de stationaire activiteiten, waaronder:

- Productie van ammoniak (§ 3.2.2)
- Gebruik van ammoniak op de productielocaties (§ 3.2.3)
- Afnemers voor grootverbruik (§ 3.2.4)
- Depots (§ 3.2.5)
- Afnemers voor kleinverbruik (§ 3.2.6)
- Koelsector (§ 3.2.7)

In figuur 3-1 is de ammoniak-keten met daarin de stationaire activiteiten schematisch weergegeven.



Figuur 3-1 Schematische weergave ammoniak-keten (tussen haakjes paragraafnummers in dit rapport).

Paragraaf 3.3 vat de stofstromen en de locaties van productie en verwerking samen.

In paragraaf 3.4 wordt ingegaan op het transport van ammoniak in Nederland. Hierin komen verschillende transportmodaliteiten aan de orde: zeeschip, binnenvaart, spoor, tankauto en buisleiding. Verder vindt er ook transport over de weg plaats door middel van cilinders en minicontainers.

Paragraaf 3.5 tenslotte gaat in op de economische aspecten van de ammoniakketen.

De externe veiligheidssituatie (EV-situatie) rond ammoniak-activiteiten en een beschrijving van de eventuele EV-aandachtspunten is gegeven in de hoofdstukken 7 en 8.

3.2 De ammoniak-balans voor Nederland

3.2.1 Import / Transito / Export

Import

Import van ammoniak vindt in Nederland alleen plaats bij IJmuiden. De import is per zeeschip in gekoelde vorm en bedraagt in totaal circa 100 kton per jaar. Dit is een gemiddelde waarde die kan variëren door fluctuaties in de binnenlandse aanvoer per spoor vanuit Geleen. Zie ook § 3.2.4.

Transito

De belangrijkste transito-stroom vindt men op de Westerschelde. Dit is import met zeeschepen vanaf de Noordzee naar BASF in Antwerpen. Met deze stroom vinden geen handelingen in Nederland plaats. De omvang van deze transitostroom bedroeg in de afgelopen jaren circa 350 kton per jaar (+/- 50 kton). De stroom is enigszins aan fluctuaties onderhevig, door uitbreidingen van de eigen productiecapaciteit van BASF-Antwerpen. Verder vervult de BASF-terminal ook een ontvangst- en distributiefunctie voor diverse andere afnemers in het Antwerpse industriegebied.

Sinds oktober 2002 wordt 70 - 100 kton per jaar van de aanvoerbehoefte van BASF rechtstreeks vanaf de producent in Sluiskil aangevoerd, zodat de belasting van de Westerschelde westelijk van Terneuzen wordt verminderd. Hiertoe is onlangs een convenant getekend door Hydro Agri Sluiskil en BASF-Antwerpen. Dit convenant is voorlopig voor vijf jaar van kracht.

Een andere transitostroom van ammoniak vindt plaats per binnenvaart, tussen Antwerpen en Ludwigshafen (Duitsland), via de Schelde – Rijn verbinding. Uit eerdere inventarisaties is geconcludeerd dat het circa 100 binnenvaartschepen per jaar betreft. Uitgaande van een gemiddelde ladingscapaciteit van 2000 m³ (1350 ton), bedraagt deze stroom dus ongeveer 135 kton/jaar. Het jaarlijks aantal trans-

porten is overigens aan fluctuaties onderhevig: over de periode 1994 – 1996 varieerde het aantal transporten tussen 78 en 143.

In de laatste jaren (2000 – 2002) is dit transport veel lager geweest, minder dan 10 schepen per jaar. De fluctuaties zijn sterk afhankelijk van (periodieke stops in) de productie op één van de genoemde locaties. Levering tussen Antwerpen en Ludwigshafen is dan op basis van “swapping” (uitruil) die in beide richtingen kan plaatsvinden.

Export

De belangrijkste exportstroom van ammoniak vindt plaats op de Westerschelde, vanaf de producent in Sluiskil. Hier vandaan vindt afvoer plaats van (gekoelde) ammoniak in zeeschepen, naar Antwerpen en, via de Noordzee, naar andere Europese kunstmestproducenten. Beperkte exportstromen naar België en Duitsland vinden plaats per spoor en per tankauto zowel vanuit Sluiskil als Geleen.

3.2.2 Producenten

In Nederland wordt op een tweetal locaties ammoniak geproduceerd, te weten:

- DSM Agro, Geleen;
- Hydro Agri Sluiskil, Sluiskil.

De totale productie van deze twee sites (totaal vijf ammoniakfabrieken) tezamen bedraagt, gebaseerd op de maximum capaciteit (100% van de tijd in productie), ongeveer 2700 kton/jaar. Door tussentijdse stilstand (storing, onderhoud, vier- tot vijfjaarlijkse langdurige productiestop) wordt deze productie niet elk jaar gehaald. Gebaseerd op de meerjarige productiecijfers (1996 – 2002) van één van de producenten ligt de actuele productie tussen 93 en 99 % van de maximale capaciteit (gemiddeld 96%).

3.2.3 Gebruik van ammoniak op de productielocaties

Het grootste deel van de geproduceerde ammoniak (circa 70%) wordt op de respectievelijke productielocaties verwerkt als grondstof voor kunstmest (ureum, nitraathoudende meststoffen, etc.) en chemische producten zoals salpeterzuur, melamine, caprolactam, blauwzuur, acrylonitril en ammoniakwater. Ammoniak wordt ook gebruikt in de productie van ammoniumsulfaat, totaal zo'n 600 kton/jaar.

Het resterende deel (circa 30%) wordt afgevoerd naar externe afnemers, grotendeels in het buitenland. De ammoniak wordt hiertoe tijdelijk opgeslagen op de productielocatie, meestal in gekoelde vorm. Voor de opslag van ammoniak beschikken de producenten over opslagtanks voor atmosferische (gekoelde) opslag van ammoniak (met capaciteiten in de orde van grootte van 10 - 20 kton) en over bol-

tanks voor opslag van ammoniak onder druk (met capaciteiten van 150 - 1500 ton). In tabel 3-1 zijn de opslagcapaciteiten op de genoemde productielocaties gegeven. Het primaire doel van deze opslag is buffering van ammoniak-voorraden voor situaties van productiestops, zowel bij een stop van een NH₃-fabriek zodat afnemende procesinstallaties toch nog van voldoende grondstof kunnen worden voorzien, als ook bij een stop van een on-site afnemer zodat de NH₃-productie nog geruime tijd kan worden gecontinueerd.

Per saldo resteert op beide locaties een productie-overschot aan ammoniak, welke vanuit de bufferopslagen worden afgevoerd, via verschillende transportmodaliteiten naar zowel binnen- als buitenland. De afvoer van ammoniak vindt plaats per schip (zowel zeevaart als binnenvaart), per spoor en per tankauto. Uitsluitend de ammoniak die per zeeschip wordt vervoerd is tot vloeistof gekoeld, overige transporten vinden plaats in druktanks.

Tabel 3-1 Ammoniak-opslag op productiesites.

Locatie	Opslagvorm	Opslagcapaciteit [ton]
Geleen	Atmosferisch	15.000 (2x)
	Druk (bol)	1500
Sluiskil	Atmosferisch	10.000 en 20.000
	Druk (bol)	150 (1x) en 500 (2x)

3.2.4 Afnemers voor grootverbruik

Een gedeelte van de geproduceerde ammoniak wordt per spoor getransporteerd naar DSM-Agro te IJmuiden voor kunstmestproductie, de overige ammoniak wordt (per schip, spoor of tankauto) getransporteerd naar andere grootgebruikers (Delfzijl, Terneuzen, Tiel, Zwijndrecht, Rozenburg, Vlaardingen, Delden, Sas van Gent, Antwerpen/België, Duitsland) en naar andere kunstmestproducenten in West Europa. De afvoer per tankauto (capaciteiten 6 - 20 ton) geschiedt voornamelijk via NVCP Chemicals BV, ondermeer voor levering aan koelinstallaties.

In onderstaande tabel 3-2 is een overzicht gegeven van de wijze waarop ammoniak bij grootverbruikers wordt opgeslagen inclusief de opslagcapaciteiten [18].

Tabel 3-2 Overzicht wijze van opslag ammoniak verbruikers.

Inrichting	Wijze van opslag	Tankcapaciteit [ton]	Aantal tanks
DSM, IJmuiden	Gekoeld	10.000	1
	Druk, bolopslag	500	1
Tessenderlo, Vlaardingen	Druk	90	1
Dow, Terneuzen	Druk	75	2
Pasminco Budel Zink, Budel	Druk	47	1
Chemiepark Delfzijl ^{*)}	Druk, in spoorketelwagons	50	Gemidd. 6
ESD, Delfzijl	Druk	28	1
Epenhuysen Chemie, Zwijndrecht	Druk	9	3
AVR, Rozenburg	Druk	20	2
Sasol Servo, Delden	Druk	25	1
Zuid Chemie, Sas van Gent	Druk	200	1
Verdugt, Tiel	Druk	30	1

^{*)} Op Chemiepark Delfzijl zijn drie industriële afnemers van ammoniak: Delamine, MA/CC en Brunner Mond. Aanvoer en consumptie van ammoniak door deze bedrijven zijn gecombineerd, en vinden plaats door middel van spoorketelwagons.

3.2.5 Depots / tussenopslagen

Voor de meeste van de in paragraaf 3.2.4 genoemde afnemers geldt dat zij de ammoniak gebruiken in hun eigen productieproces. Er komen in Nederland geen regionale distributiedepots in de strikte zin van het woord voor, zoals die voor brandstoffen wel bestaan. Wel zouden de leveranciers van industriële gassen hiertoe gerekend kunnen worden. Eén van de genoemde bedrijven (Epenhuysen Chemie, Zwijndrecht) is gespecialiseerd in het 'overpakken' van druk ammoniak in kleinere transporteenheden: containers van circa 1000 liter en gasflessen (cilinders) van 70 liter. Deze minicontainers en cilinders worden, eventueel via gasflessendepots, toegepast bij de kleinverbruikers en in de koelsector. Het depot van HoekLoos in Dieren herbergt circa 15 ton ammoniak in dergelijke kleinverpakkingen.

3.2.6 Afnemers kleinverbruik

De in Nederland aanwezige kleinverbruikers van ammoniak zijn zeer diffuus verspreid. Deze categorie afnemers is buiten de scope van de ketenstudie gebleven omdat het over het algemeen om kleine hoeveelheden gaat met een lage doorzet waardoor er van deze inrichtingen geen bijdrage aan het extern veiligheidsrisico wordt voorzien.

3.2.7 De ammoniak koelsector

Er bestaan in Nederland circa 1000 ammoniak koelinstallaties met een inhoud van 200 kg ammoniak of meer. De schattingen van de aantallen lopen overigens nogal uiteen [30], van circa 800 tot circa 1500. In een beperkt aantal grote koelinstallaties gaat het om inhouden van meer dan 10.000 kg, tot maximaal 60 ton. In dezelfde inventarisatie wordt een gemiddelde vulinhoud genoemd van 2200 kg. Op basis hiervan kan een totale ammoniak-inhoud van alle installaties tezamen worden berekend van 1.800 – 3.300 ton.

Er zijn in Nederland ongeveer tien installatiebedrijven die zich bezighouden met (installering en onderhoud van) koel- en vriesinstallaties met ammoniak als kou-demiddel. Ten behoeve van de productketenanalyse is begin 2003 een inventarisatie uitgevoerd bij een drietal marktleiders in de koelsector. De drie zijn verantwoordelijk voor ruim 50 % van de (naar schatting 1000) ammoniak-koelinstallaties in Nederland. Uit deze inventarisatie is het volgende geaggregeerde beeld gevormd (zie tabel 3-3), wat resulteert in een schatting voor de NH₃-inhoud van alle installaties tezamen van 2.500 ton.

Tabel 3-3 Globaal overzicht ammoniakkoelinstallaties op basis van inhoud.

Ammoniakinhoud [kg]	Aantal installaties bij geïnterviewden	Schatting aantal installaties in Nederland	Gemiddelde inhoud (aanname *)
< 200	74	140	100 kg
200 – 1000	196	373	750 kg
1000 – 5000	204	387	3.000 kg
> 5000	52	100	10.000 kg
Totaal aantal / inhoud	526	1000	2.500 ton

*) Een meer gedetailleerde opsplitsing van systeeminhouden is niet beschikbaar. Voor de schatting van de in koelinstallaties toegepaste hoeveelheden ammoniak zijn aannamen voor de gemiddelde inhoud van de categorieën gemaakt. Dit resulteert in 2500 ton als totale inhoud in de Nederlandse installaties. Deze hoeveelheid wordt door de installateurs als waarschijnlijk overschat beoordeeld; 1000 ton wordt door hen als realistischer genoemd.

Normaliter kennen ammoniak koelinstallaties geen, dan wel een minimaal verbruik. Bij oplevering worden ze gevuld en pas bij sloop van de installatie wordt de ammoniak afgevoerd. Dit zijn echter niet de enige fasen waarbij handelingen met ammoniak aan de orde zijn. Voor een schatting van de bijdrage aan de (gebruiks-)keten van ammoniak moeten voor de koelsector vier handelingen of stadia worden onderscheiden, te weten:

- Vullen van een nieuwe installatie, vóór ingebruikname;
- (Gedeeltelijk) leegmaken en weer vullen ten behoeve van periodieke inspectie en onderhoud (elke zes jaar);
- Bijvullen van gedurende het gebruik optredende lekverliezen;
- Afvoeren van de inhoud, bij ontmanteling van de installatie.

Onderstaande schattingen van de ammoniak-verbruiken zijn gebaseerd op informatie vanuit de branche:

- A. Vullen van nieuwe installaties: Geschat wordt dat er jaarlijks circa 50 nieuwe installaties worden opgeleverd. Installateurs proberen om, door efficiënte regelingen, directe expansie, terugdringing van de koudevraag en toepassing van secundaire koudedragers, de installatie-inhouden te beperken, zo mogelijk kleiner dan 200 kg. Geschat wordt dat de nieuwbouwinstallaties bestaan uit een mix volgens de volgende samenstelling: 3 stuks met inhoud > 2000 kg, 5 stuks met 1000 – 2000 kg, 15 stuks met 200 – 1000 kg, en 25 stuks met < 200 kg. Hieruit resulteert een schatting van circa 30 ton/jaar verbruik voor vullen van nieuwbouw-installaties.
- B. Vervanging bij periodiek onderhoud: Bij een periodieke inspectie, welke elke zes jaar is vereist, wordt meestal niet de gehele installatie leeg gemaakt. Getracht wordt om de installatie in stappen te isoleren en te controleren, en de ammoniak tijdelijk in andere onderdelen te bergen. Soms echter is afvoer van de gehele inhoud nodig. Aannemend dat bij elke periodieke stop gemiddeld 10% van de inhoud wordt vervangen (door de branche als bovengrens beoordeeld), is hiermee $1/6 \times 10\%$ van 2500 ton = 40 ton 'virgin' ammoniak per jaar gemoeid.
- C. Bijvullen voor compensatie van lekverliezen: Dit is soms nodig, vooral bij de kleinere installaties. Gezien de geringe hoeveelheden die hierbij per keer gemoeid zijn, geschiedt dit meestal vanuit kleinverpakkingen (containers of cilinders). Er zijn (nog) geen betrouwbare cijfers beschikbaar over het ammoniakverbruik dat hiermee gemoeid is. Vanuit de brancheverenigingen worden schattingen genoemd van jaarlijks 2% van de installatie-inhoud. Bij een totale inhoud aan ammoniak in koelinstallaties in Nederland van 2500 ton, is hiermee dus zo'n 50 ton per jaar gemoeid.
- D. Leegmaken bij ontmanteling: Door de branche wordt geschat dat er jaarlijks (maximaal) acht installaties worden ontmanteld. Omdat het om oude installaties gaat, is hiervoor een gemiddelde inhoud van 2200 kg aannemelijk. Derhalve is hiermee circa $8 \times 2,2 =$ circa 20 ton per jaar gemoeid.

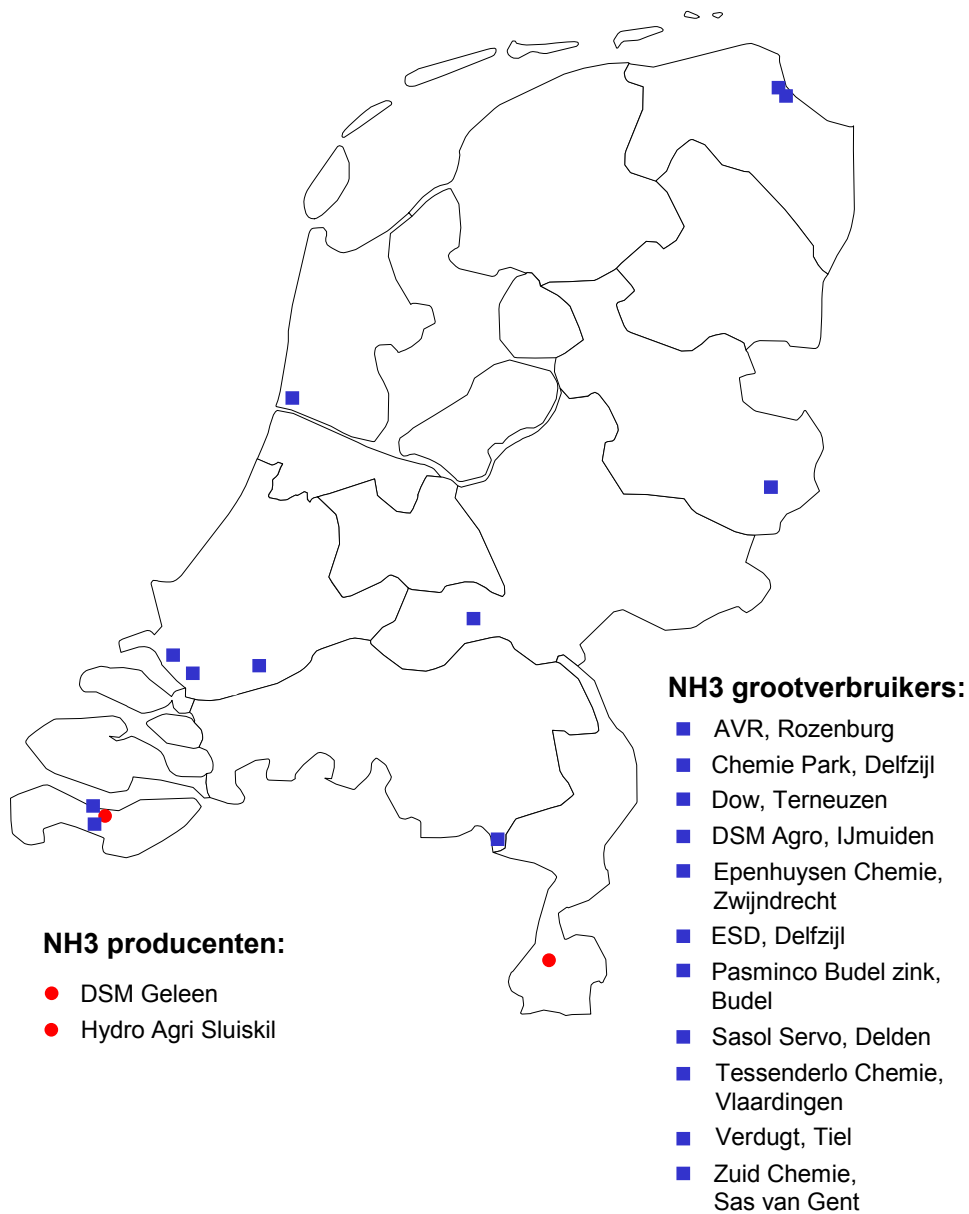
Voor deze ketenstudie zijn, ten aanzien van de bestemming van de in Nederland geproduceerde ammoniak, alleen de aspecten A, B en C van belang. De betrokken hoeveelheid wordt totaal geschat op 120 ton per jaar. Echter, omdat de af te voeren ammoniak bij aspecten B en D ook tot het transportcircuit gerekend moeten worden, wordt een vervoersprestatie berekend van $(A + 2xB + C + D)$, wat neerkomt op 180 ton/jaar. Dit komt volledig voor rekening van het wegtransport, in bulk per tankauto of in kleinverpakkingen (minicontainers en cilinders). Dit komt neer op minder dan 20 tankauto's per jaar met een inhoud van (gemiddeld) 10 ton.

De op deze wijze berekende omzet aan ammoniak in de koelsector komt goed overeen met de totaal-schatting die op basis van de belangrijkste leverancier in de koudesector is vastgesteld op 160 – 200 ton/jaar.

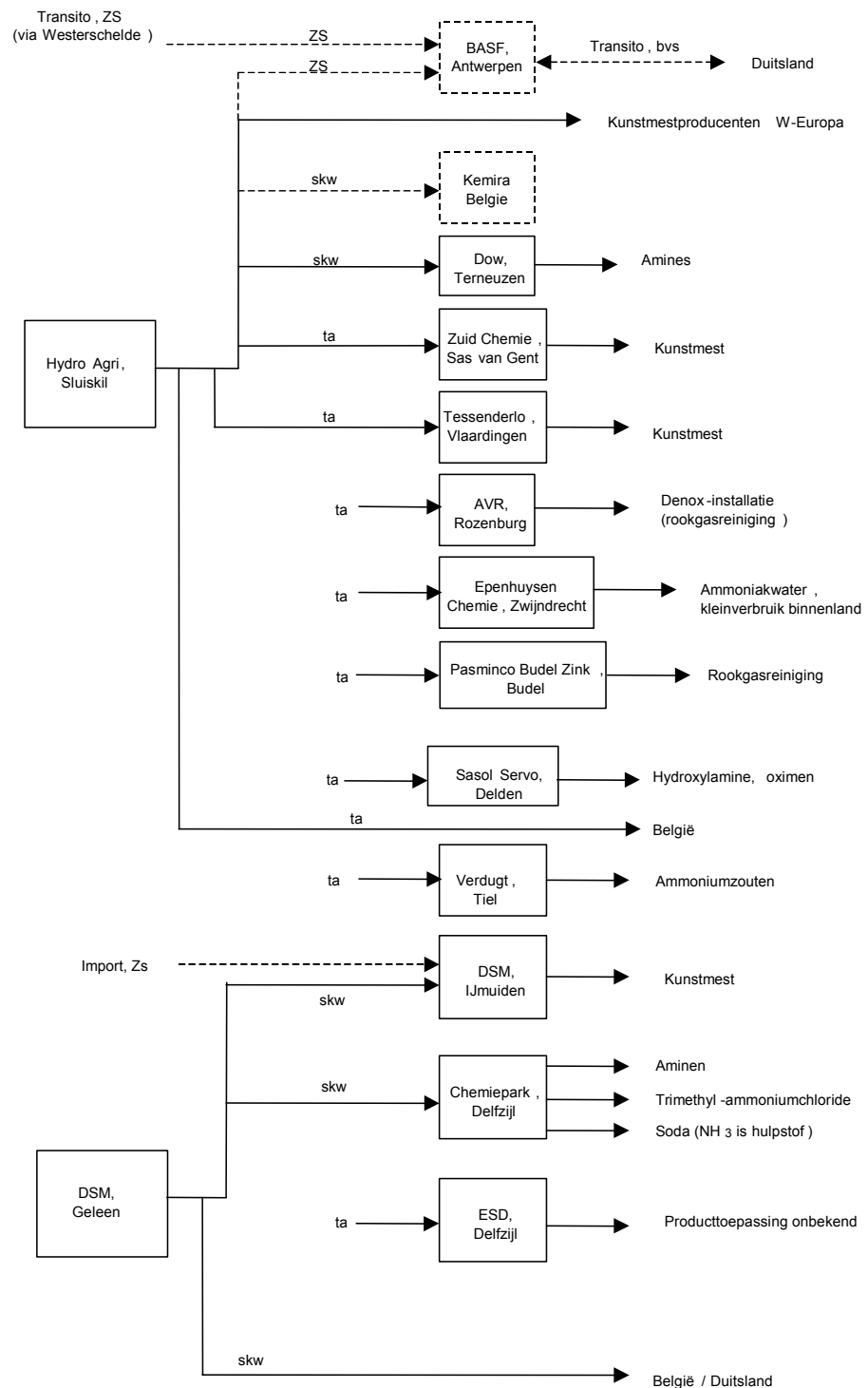
De op basis van de gegeven overwegingen berekende jaarlijkse input van ammoniak in koelinstallaties van 120 ton per jaar, komt overeen met minder dan 0,005% van de ammoniakproductie in Nederland (circa 2700 kton), en met circa 0,25% van de aan binnenlandse ge-/verbruikers geleverde ammoniak (circa 50 kton, excl. kunstmest). Geconcludeerd wordt dat, betrokken op de gehele grondstofketen van ammoniak, de koelsector bezien vanuit het verbruik een zeer beperkte bijdrage vertegenwoordigt.

3.3 Locaties, hoeveelheden en stromen

De locaties waar aanvoer, opslag, productie en verwerking plaatsvindt, zijn weergegeven in figuur 3-2. In figuur 3-3 is een stroomschema van het transport van ammoniak weergegeven. De ammoniakbalans voor Nederland wordt in het Sankey diagram in figuur 3-4 gegeven.

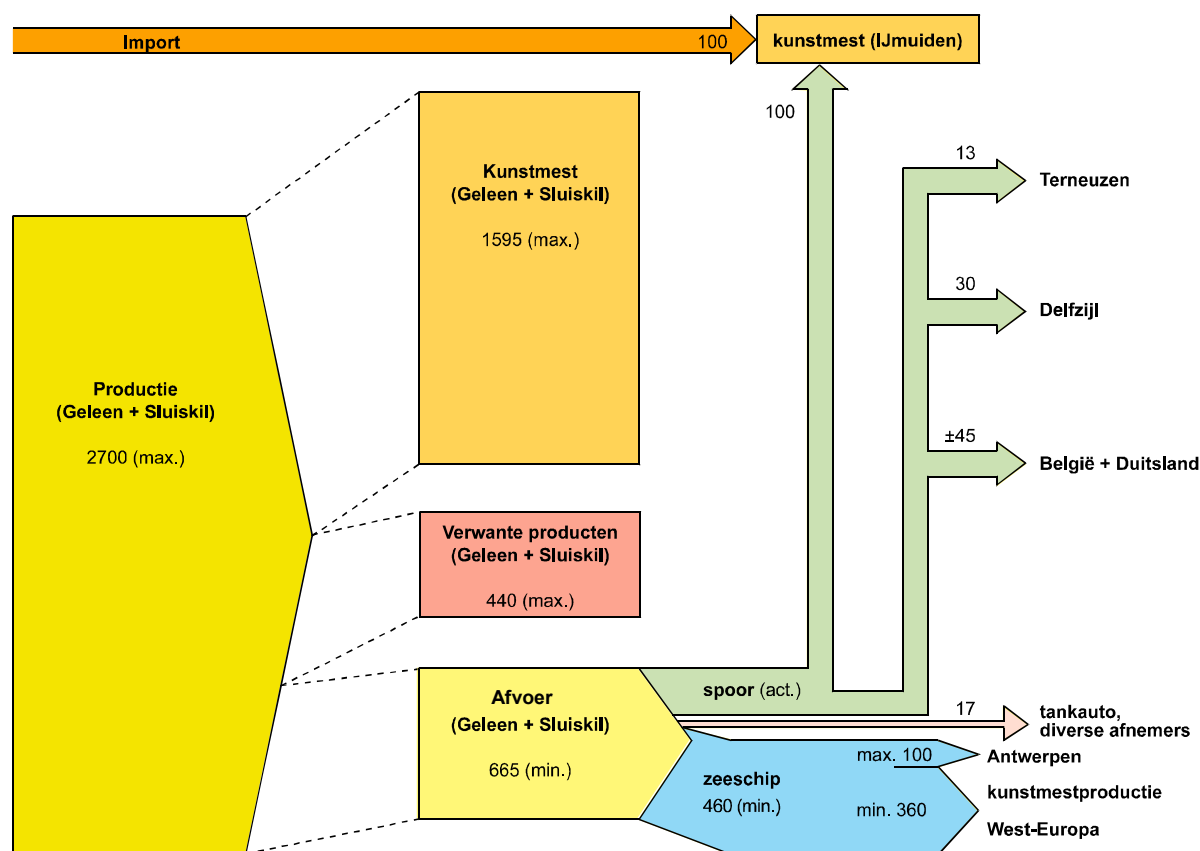


Figuur 3-2 Overzichtskart ammoniak producenten/grootverbruikers.



Figuur 3-3 Overzicht transport ammoniak naar grootverbruikers.

(Toelichting bij afkortingen: ZS = zeeschip; bvs = binnenvaartschip; skw = spoorketelwagen; ta = tankauto; herkomst van tankauto's varieert, informatie is bedrijfsvertrouwelijk)



Figuur 3-4 Sankey diagram ammoniak-keten (hoeveelheden in kton/jaar).

In het diagram en bij de gegeven stoffstromen in figuur 3-4 is ernaar gestreefd om een sluitende balans te geven. In de praktijk zijn de cijfers, zowel van productie als van afvoer, van jaar tot jaar verschillend. In tabel 3-4 zijn de variaties over een aantal afgelopen jaren voor de verschillende vervoersmodaliteiten gegeven. De marges en relatieve afwijkingen worden onderstaand nader toegelicht.

Aan de productiezijde (links in figuur 3-4) zijn de hoeveelheden gebaseerd op de capaciteiten van de fabrieken (ammoniak, kunstmest en aanverwante producten) uitgaande van 100% productietijd. Dit is weergegeven door de aanduiding 'max'. In de praktijk wordt deze productie op jaarbasis zelden bereikt. Voor ammoniak ligt de actuele productie op 93% - 99% van de maximum capaciteit (gemiddeld 96%), en voor de productie van kunstmest en andere producten gemiddeld nog wat lager (90 - 95%). Er resteert een surplus aan productie van ammoniak die in de praktijk minimaal de onder 'afvoer' genoemde 665 kton/jaar bedraagt.

De aanvoer van ammoniak per spoor in IJmuiden is afkomstig uit Geleen. De gegeven hoeveelheid van 100 kton/jaar vormt een actueel gemiddelde (2001), maar is

ook aan variaties onderhevig, veroorzaakt door fluctuaties in productie, interne verwerking en andere afzetten van Geleen. Aan de variaties liggen zowel productie-technische, als markt-economische invloeden ten grondslag. De grondstofbehoefte in IJmuiden (200 kton/jaar) wordt aangevuld door import per zeeschip, waarvan de omvang (gemiddeld 100 kton/jaar) dus varieert met de spooraanvoer vanuit Geleen.

De vervoersstroom per spoor (circa 190 kton/jaar, waarvan 100 kton naar IJmuiden) is gebaseerd op de actuele prestatie in 2002. De variaties in de meeste stromen worden vooral veroorzaakt door incidentele fluctuaties bij de afnemers. Alleen voor de exportstroom naar België geldt dat er in de nabije toekomst een structurele toename wordt verwacht, tot circa 80 à 90 kton/jaar.

De export per zeeschip vanuit Sluiskil naar buitenlandse afnemers (vooral West-Europa) bedraagt volgens dit schema 460 kton/jaar. Hiervan wordt, volgens een recent gesloten overeenkomst, 70 – 100 kton geleverd aan BASF in Antwerpen. De overige 360 – 390 kton wordt per zeeschip geëxporteerd via de Noordzee. Uit de statistiek van de export vanuit Sluiskil over de jaren 1998 – 2002 blijkt dat de actuele cijfers in die periode, op één jaar na, altijd hoger hebben gelegen dan de genoemde 460 kton. De export-cijfers per zeeschip varieerden van 440 tot 520 kton/jaar, resulterend in 43 – 51 scheepstransporten per jaar.

Tabel 3-4 Variaties in transportstromen van ammoniak, periode 1998 – 2002.

Transportstroom	Hoeveelheid [kton/jaar]
Zeeschip, export Sluiskil	440 - 520
Binnenvaart	n.b. (Kemira, tot 1999)
Spoor, Geleen – IJmuiden	90 - 140
Spoor, Geleen – Delfzijl	15 - 30
Spoor, overig (incl. export)	30 - 115
Weg (totaal)	17 - 20

3.4 Transport van ammoniak in Nederland

Uit het Sankey diagram valt af te leiden dat er verschillende transportstromen zijn te onderscheiden in Nederland. Per modaliteit is dit nader uitgewerkt.

3.4.1 Zeevaart

Ten aanzien van transport van ammoniak met zeeschepen zijn zowel import en transitie als export aan de orde.

De import is per zeeschip in gekoelde vorm. De gemiddelde grootte van zeeschepen bedraagt 20.000 m³ (ca. 14.000 ton), verdeeld over ladingtanks van gemiddeld 5000 m³ (circa 3500 ton) per compartiment. Deze schepen arriveren in IJmuiden en

in Antwerpen. De aanvoer en overslag bij IJmuiden vindt plaats in de Buitenhaven. Het zeetransport naar Antwerpen (transito) gaat via de Westerschelde.

Export per zeeschip vindt alleen plaats vanuit Sluiskil. De daar gebruikte schepen zijn kleiner; dit in verband met de doorvaartbeperking in de sluizen van Terneuzen en op het Kanaal Gent – Terneuzen. Voor Sluiskil geldt een gemiddelde scheepsgrootte van 14.000 m³ (10.000 ton), voorzien van ladingtanks variërend van 1000 – 2800 m³ per compartiment. De afvoer in Sluiskil gaat via het kanaal Terneuzen-Gent naar de Westerschelde en vervolgens door naar de Noordzee.

De zeeschepen die voor transport van gekoelde ammoniak worden gebruikt zijn daarvoor gecertificeerd. De schepen zijn alle eigendom van buitenlandse reders en varen met buitenlandse bemanning.

3.4.2 Binnenvaart

De in deze paragraaf gegeven informatie over de transportstromen per binnenvaart is ontleend aan de ammoniakproducenten en aan de resultaten van enkele gebiedsgerichte studies [16, 17, 20]. Bij de binnenvaart wordt ammoniak onder druk vervoerd, meestal bij omgevingstemperatuur maar soms ook semi-gekoeld (0 – 5°C). De grootte van een ladingstank bedraagt circa 350 m³, per schip wordt op basis van zes ladingstanks circa 2000 m³ (1350 ton) vervoerd.

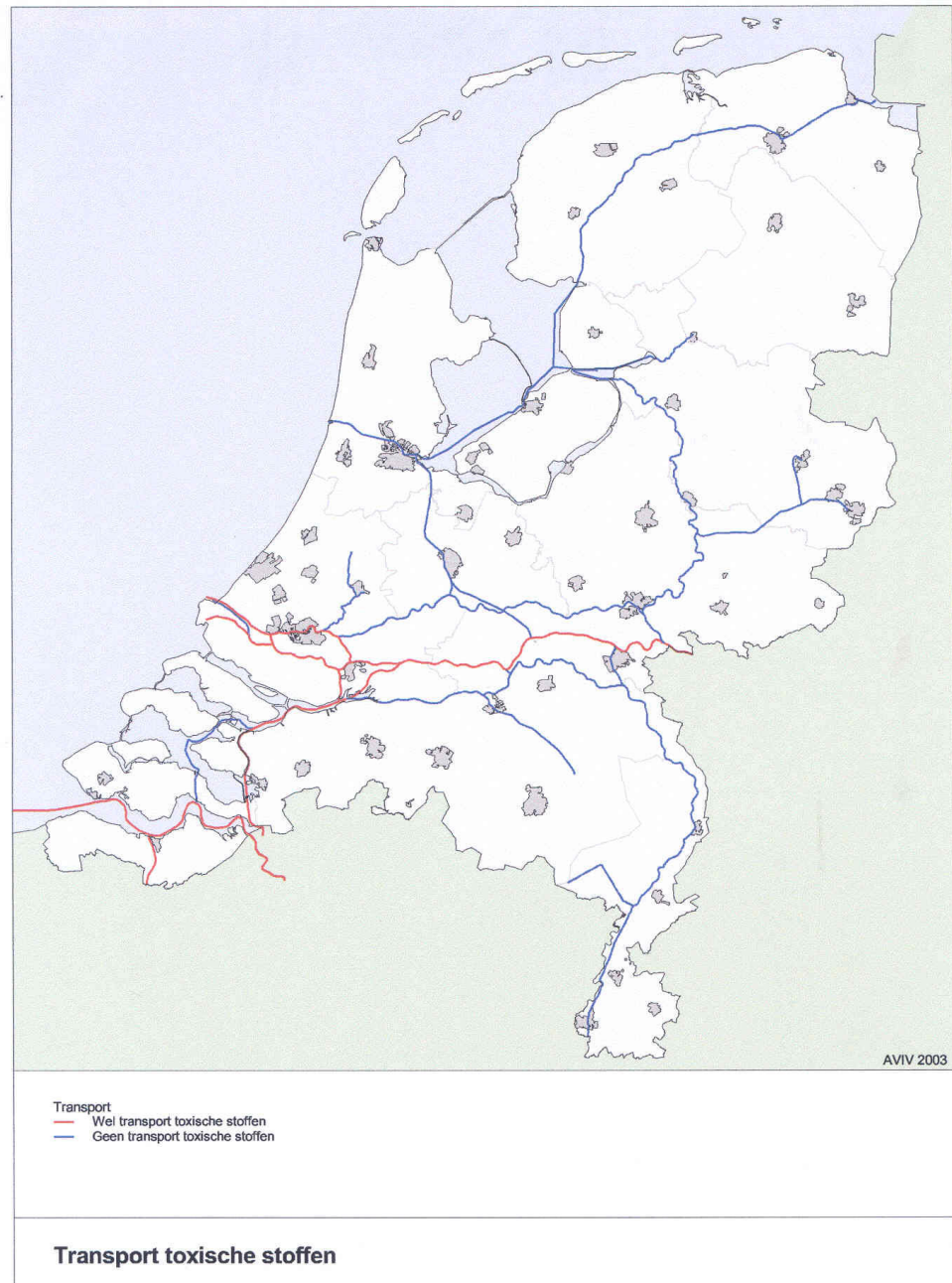
In Sluiskil bestaat de mogelijkheid om ammoniak onder druk in (binnenvaart-) schepen te verladen en aan- of af te voeren. Volgens de milieuvergunning van het bedrijf mag deze verlaadinstallatie maximaal 200 uren per jaar worden gebruikt. Dit komt neer op een verlaadcapaciteit van maximaal 80 kton/jaar. In de achterliggende (circa tien) jaren is van deze faciliteit geen gebruik gemaakt. Deze stroom wordt daarom voor de huidige situatie in de ketenanalyse buiten beschouwing gelaten, maar zou in de (nabije) toekomst toch weer actueel kunnen worden¹.

Een andere van belang zijnde binnenvaartstroom is een transito-transport tussen Antwerpen en Duitsland, via de Schelde - Rijnverbinding en vervolgens over de Waal en de Rijn. Dit omvatte in de periode 1995 – 1999 gemiddeld circa 100 schepen per jaar, ofwel 135 kton ammoniak. In recentere jaren is dit swopping-transport veel geringer geweest, met minder dan 10 schepen per jaar. Van jaar tot jaar kunnen hierin grote fluctuaties bestaan, en ook binnen een jaar kan kortdurend van pieken sprake zijn. Met deze transitostroom zijn binnen Nederland overigens geen handelingen gemoeid.

In de Risicoatlas hoofdvaarwegen Nederland [16] is onderstaande figuur voor het transport van toxische vloeistoffen en gasen per schip weergegeven. Op de Wes-

¹ Een recent leveringscontract kan er wel toe leiden dat deze binnenvaart-optie gaat worden gebruikt voor levering aan een afnemer in Duitsland. Dit wordt voor de studie beschouwd als een mogelijke toekomstige ontwikkeling.

terschelde vindt regelmatig transport van ammoniak plaats. Op de overige, met rood aangegeven vaarroutes, vindt incidenteel transport van ammoniak per schip plaats.



Figuur 3-5 Risicoatlas hoofdvaarwegen [16] – toxische stoffen.

3.4.3 Rail

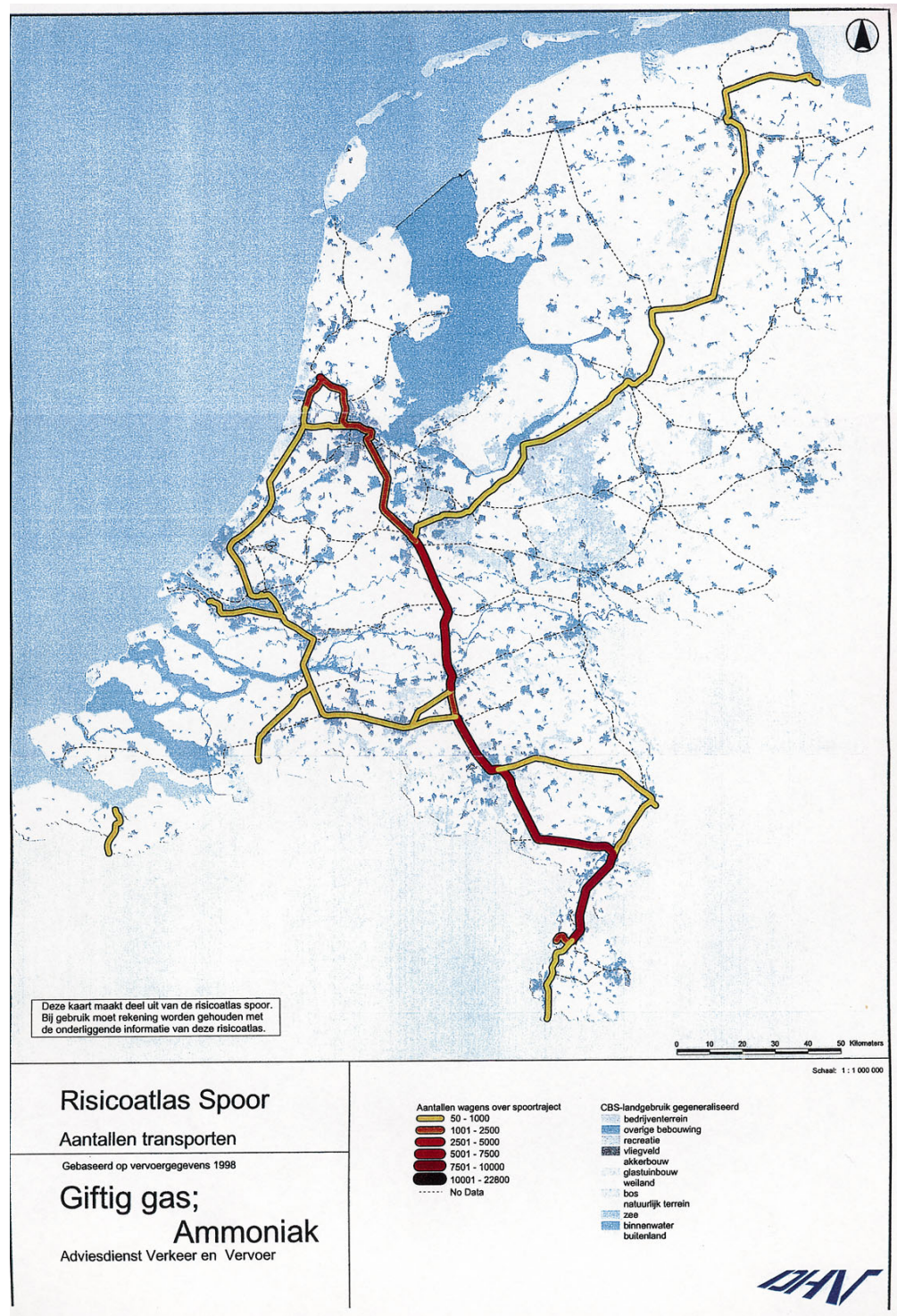
Het railtransport van ammoniak vindt plaats in ketelwagens onder druk. De capaciteit bedraagt circa 50 ton per ketelwagen.

Op basis van de Risico-atlas Rail [5] en aanvullende actuele informatie van de ammoniak-producenten zijn de volgende transportstromen per rail geïdentificeerd (zie figuur 3-6):

- Geleen – IJmuiden (via Eindhoven, Utrecht, Amsterdam, Haarlem);
- Geleen – België (via Visee);
- Geleen – Delfzijl (via Eindhoven, Utrecht, Groningen);
- Geleen – Duitsland (via Venlo, Kaldenkirchen);
- Sluiskil – Terneuzen en Sluiskil – België (via Zelzate);
- Roosendaal – België (via Essen).

Belangrijk in figuur 3-6 is de rode lijn welke het transport van ammoniak van Geleen naar IJmuiden aangeeft. Het in deze figuur aangeduide traject via Uitgeest (noordelijk van de lijn Amsterdam - Haarlem) wordt niet meer gebruikt voor ammoniaktransport. Dit transport gaat nu via de route Amsterdam, Haarlem, Beverwijk, IJmuiden. De in figuur 3-6 aangegeven transportstroom via Den Haag en Rotterdam vindt slechts incidenteel plaats, namelijk op momenten dat er sprake is van een verstoring in de treinenloop op het gangbare traject tussen Eindhoven en IJmuiden.

In de figuur 3-6 is ook nog de transportstroom opgenomen in het Europoort/Botlekgebied. Dit had betrekking op transporten van/naar Kemira Rozenburg. Dit bedrijf is enkele jaren geleden gesloten zodat dit railtransport thans niet meer plaatsvindt.



Figuur 3-6 Risicoatlas spoor – ammoniak (op basis van vervoersgegevens 1998).

3.4.4 Weg

Het transport van ammoniak over de weg vindt plaats in tankauto's, met de ammoniak onder druk bij omgevingstemperatuur. Per tankauto wordt zo'n 6 tot 20 ton ammoniak vervoerd. De transportstromen over de weg zijn divers van aard. Op basis van de Risico-atlas Weg [6] zijn de significante routes voor transport van ammoniak geïdentificeerd, op basis van een aantal van 50 of meer transporten giftige gassen per jaar (zie tabel 3-5). Lagere aantallen worden in de risico-atlas niet vermeld. Hierbij wordt opgemerkt dat in de Risicoatlas Weg [6] het transport van ammoniak is ingedeeld bij de giftige gassen, categorie GT3. Hiertoe worden, naast zuivere ammoniak, ook de volgende stoffen gerekend: ammonia (25%-ige oplossing in water), waterstoffluoride, ethyleenoxide en gasvormige insecticiden. Volgens [31] zou van de volgende toedeling aan de verschillende stoffen binnen de GT3-categorie kunnen worden uitgegaan (percentages van aantallen transporten):

- UN-1005: Ammoniak + ammonia: 56% (niet nader gedifferentieerd);
- UN-1040: Ethyleenoxide: 41%;
- UN-1967: Insecticiden: 2%.

Om de bijdrage van (druk-)ammoniak te kunnen schatten zijn aannamen gedaan. Uit informatie van de NH₃-producenten is bekend dat er ongeveer 60 kton ammoniakwater per jaar wordt geproduceerd. Dit wordt zowel per tankauto als per rail afgevoerd. Uitgaande van een verdeling 50/50, is de bijdrage aan het wegtransport 30 kton/jaar, als ammonia. Het transport voor druk-ammoniak over de weg bedraagt circa 17 kton/jaar, waarvan 12 kton binnen Nederland blijft; de rest is export, vooral naar België.

Dat betekent dat ongeveer 35 % van de onder UN-1005 geregistreerde transporten betrekking heeft op druk-ammoniak, ofwel $0,35 \times 56\% \sim 20\%$ van de geregistreerde GT3-transporten. Aangezien veel van de in tabel 3-5 genoemde trajecten 50 transporten per jaar rapporteren, zou het aantal transporten van druk-ammoniak over de weg op die trajecten 10 per jaar bedragen. Op het traject met het hoogste aantal getelde transporten zijn 617 GT3-transporten per jaar geregistreerd. Hiervan zouden er op basis van bovenstaande aannamen circa 125 drukammoniak betreffen, ofwel twee à drie per week. Door AVIV wordt bevestigd dat het aantal transporten in stofcategorie GT3 zodanig gering is (ca. 1% van het totaal aan transporten van gevaarlijke stoffen) dat de onnauwkeurigheid van de verkeerstellingen zeer groot is. Dit betekent dat de conclusies die op basis van deze tellingen worden getrokken nogal speculatief zijn.

Tabel 3-5 Routes ammoniak wegtransport (minimaal 50 transporten giftige gassen/jaar).

Weg	Traject
A28	Zwolle Zuid - Ommen
A15	Provinciegrens (Kp. Gorinchem) - Kp. Deil
A12	Kp. Oudenrijn - Kp. Lunetten
A2	Kp. Oudenrijn - Kp. Everdingen
A15	Pernis - Charlois
N215	Middelharnis - Oude-Tonge
A15	Sliedrecht O - Kp. Gorinchem
A15	Kp. Gorinchem - Provinciegrens (Kp. Deil)
A15	Kp. Vaanplein - Kp. Ridderkerk 1
N59	Oude-Tonge - Kp. Hellegatsplein
A16	s Gravendeel - Provinciegrens (Kp. Klaverpolder)
N3	A15 Papendrecht - Werkendam
A15	Papendrecht - Sliedrecht O
A15	Brug Hendrik-Ido-Ambacht - Brug Alblasserdam
A15	Charlois - Kp. Vaanplein
A15	Stenenbaakplein - Havens Welplaatweg
A2	Provinciegrens (Kp. Oudenrijn) - Kp. Everdingen
A15	Spijkenisse (via tunnel) - Hoogvliet Aveling (via tunnel)
A15	Havens Welplaatweg - Spijkenisse
A15	Kp. Benelux - Pernis
A15/16	Kp. Ridderkerk 1 - Kp. Ridderkerk 2
A15	Alblasserdam - Papendrecht
A15	Kp. Ridderkerk 2 - Hendrik-Ido-Ambacht
A15	Hoogvliet Aveling - Kp. Benelux
N253	021 N253 - richting Terneuzen
N253	023 N253 - richting Zelzate
N258	022 N258 - richting Hulst
A2	Kp. Batadorp - Kp. De Hogt
A58	Kp. De Baars - Kp. St. Annabosch
A16	Prinsenbeek - Etten-Leur
A58	Kp. Batadorp - Kp. De Baars
A16	Kp. Zonzeel - Prinsenbeek
A4	Kp. Markiezaat - Belgische grens
A4	Kp. Zoomland - Kp. Markiezaat
A17	Kp. Klaverpolder - Moerdijk
A2	Kp. Empel - Kp. Hintham
A59	Kp. Sabina - Kp. Noordhoek
A58	Kp. De Stok - Kp. Zoomland
A16	Provinciegrens - Kp. Klaverpolder
A2	Kp. Leenderheide - Provinciegrens
A73	Venray - Kp. Zaarderheiken
A2	Grathem - Kp. Kerensheide
A2	Kp. Leenderheide - Grathem

3.4.5 Buisleidingen

Ammoniaktransport per pijpleiding vindt in Nederland alleen binnen bedrijfsterreinen plaats, van de ammoniakfabrieken of bufferopslagen naar de verdere ammoniakverwerking of van/naar verlaadinstallaties. Pijpleidingstransport over grotere afstanden via terreinen van derden vindt niet plaats. Afhankelijk van de aard van de

procesactiviteiten wordt ammoniak binnen de inrichtingen zowel vloeibaar (gekoeld of onder druk) als gasvormig getransporteerd.

3.5 Economische aspecten ammoniak-keten

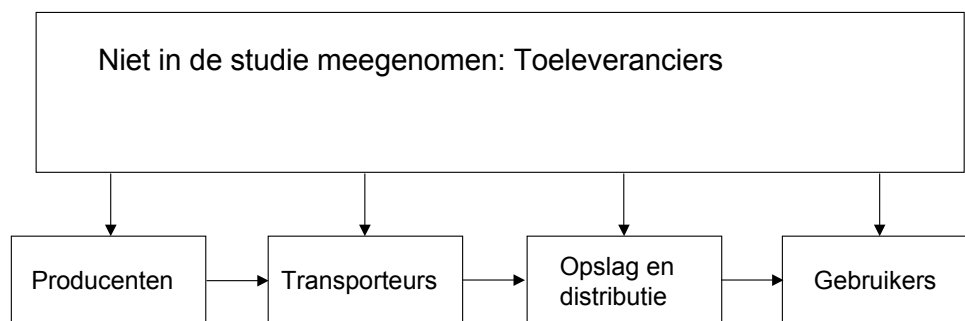
3.5.1 Aanpak economische ketenanalyse

De economische keten geeft het economisch belang weer van het product in de nationale economie voor verschillende schakels in de productie- en consumptieketen. Uitgangspunt is de toegevoegde waarde van economische activiteiten in de keten. Deze studie gaat niet in op de waarde voor afnemers van met ammoniak vervaardigde producten (aanwezigheid van deze producten in Nederland kan leiden tot lagere/hogere prijzen voor gebruikers). Deze studie gaat alleen in op de productiewaarde en werkgelegenheid van de activiteiten in de keten, maar is nog geenszins een economische effectenstudie. Wel kan de studie informatie aandragen voor een studie naar de economische effecten van maatregelen.

Voor deze studie en aansluitend bij de technisch-grondstoffelijke ketenbeschrijving worden de volgende schakels onderscheiden: productie, transport, distributie en opslag, en verbruik door industriële afnemers (verwerking tot afgeleide en eindproducten). De hier beschreven economische activiteiten betreffen alle bedrijven die *direct* betrokken zijn bij productie, transport, distributie en opslag, en verbruik door afnemers van ammoniak.

Zoals in § 3.1.2 is beschreven, kent ammoniak (NH_3) meerdere toepassingen in eindproducten, waarvan de meest bekende kunstmest is. Daarnaast wordt ammoniak onder meer verwerkt in melamine, caprolactam en acrylonitril en wordt het als grondstof gebruikt voor aminen en kunstharsen. Tevens wordt ammoniak toegepast voor rookgasreiniging. Tenslotte wordt ammoniak als koudemiddel in de koel- en vriessector gebruikt (maar niet verbruikt). Het economisch belang van het product werkt dus door in meerdere sectoren. De ketenanalyse geeft daarom een beschrijving van de productie, transport, opslag en distributie en verwerking van ammoniak (NH_3).

De toeleveranciers aan de direct betrokken bedrijven in de verschillende schakels zijn in deze fase van het onderzoek niet in kaart gebracht. Een uitzondering hierop vormen de contractors die direct op de site werken (aannemers, cateraars, e.d.). Indien in de volgende fase maatregelen worden geïdentificeerd die mogelijktoeleveranciers beïnvloeden, worden deze alsnog nagegaan.



Figuur 3-7 Afbakening ketenstudie.

In het geval van ammoniakproductie, -transport en -verwerking¹ is er sprake van een zeer beperkt aantal spelers. Bij de belangrijkste partijen die betrokken zijn bij productie, vervoer, distributie en opslag en verwerking van ammoniak is een interview afgenomen. Het gaat om de volgende spelers:

- Branchevereniging VNCI;
- Hydro Agri en DSM-Agro (beide zowel producent als grootverbruiker);
- Transporteurs: Railion, Chemgas Shipping, Coulier;
- Overige verbruikers: DOW, AKZO Nobel (MACC), Delamine, Zuid-Chemie;
- Gebruikers: Branchevereniging voor installateurs van koelinstallaties (NVKL) en van houders /beheerders koel- en vrieshuizen, o.a. NEKOVRI en VAI.

De volgende economische gegevens zijn gevraagd:

- werkgelegenheid (deel dat valt toe te rekenen aan de productie, transport, opslag en distributie van ammoniak);
- omzet (idem);
- toegevoegde waarde² (idem);
- verwachte ontwikkelingen in werkgelegenheid, omzet en toegevoegde waarde tot 2010³.

¹ Bij de verwerking van ammoniak zijn meerdere spelers betrokken, maar de markt wordt gedomineerd door een klein aantal bedrijven.

² Voor de vergaring van informatie over toegevoegde waarde zijn meerdere, meer specifieke, vragen gesteld. Dit om uiteenlopende interpretaties van het begrip te vermijden. Bruto toegevoegde waarde wordt gedefinieerd als zijnde de productiewaarde verminderd met de verbruikswaarde. De verbruikswaarde omvat op haar beurt de inkopen van de grond- en hulpstoffen, onder verrekening van voorraadmutaties, de kosten van energieverbruik en de overige bedrijfskosten. Anders gezegd, de bruto toegevoegde waarde omvat de volgende posten: winst na belasting (geschoond voor buitengewoon resultaat, indien van toepassing), belasting (idem geschoond), afschrijvingen en tenslotte bruto loonkosten (exclusief loonkosten van derden); daarbij is geabstraheerd van subsidies en indirecte belastingen.

³ Deze gegevens zijn verwerkt in het aparte hoofdstuk over autonome ontwikkelingen.

De bedrijven hebben hun medewerking verleend onder voorwaarde van vertrouwelijke behandeling van de gegevens. Omdat er een beperkt aantal spelers (waaronder een aantal grote spelers) is, is het daarom niet mogelijk de economische gegevens van de geïnterviewde bedrijven hier per schakel in de keten te rapporteren¹. De resultaten worden in dit rapport voor de keten als geheel gepresenteerd.

Met betrekking tot de verzameling en presentatie van de economische cijfers dient de problematiek van de “joint costs and benefits” in het oog te worden gehouden: dat wil zeggen kosten en opbrengsten hebben primair betrekking op processen en niet op individuele producten. Uit een en hetzelfde productieproces kunnen meerdere producten resulteren. In een aantal gevallen is daarom een precieze toerekening van kosten en opbrengsten naar individuele producten niet goed mogelijk. Derhalve is in een aantal gevallen een indicatieve toerekening naar individuele producten gemaakt.

3.5.2 Resultaten economische aspecten ammoniak

Hydro Agri te Sluiskil en DSM-Agro te Geleen zijn de enige ammoniakproducenten in Nederland. De totale jaarlijkse ammoniakproductie bedraagt omstreeks 2,7 miljoen ton. Circa 70 procent van de ammoniakproductie wordt ter plekke verwerkt in eindproducten. De producenten verzorgen zelf de opslag van het product. Het transport van ammoniak vindt plaats over zee (export), via het spoor (Railion) en een klein deel over de weg. Voor het transport over zee is vooralsnog aangenomen dat dit plaatsvindt via buitenlandse rederijen. Het transport over de weg vindt eveneens (grotendeels) plaats door buitenlandse transporteurs.

Daarnaast vindt er doorvoer (transito) plaats met name op de Westerschelde van circa 300 tot 400 kton per jaar via buitenlandse rederijen. Hierbij vinden geen handelingen in Nederland plaats. Daar het buitenlandse rederijen betreft is de economische betekenis voor Nederland nihil. Een andere transitostroom van ammoniak vindt plaats per binnenvaartschip tussen Antwerpen en Duitsland, via de Schelde - Rijn Verbinding. De hoeveelheden fluctueren sterk van jaar tot jaar. Een deel daarvan wordt door een Nederlands bedrijf getransporteerd, hetgeen een positieve bijdrage levert aan de Nederlandse economie (in termen van werkgelegenheid en toegevoegde waarde).

In Nederland zijn ca. 2980 personen werkzaam in de productie, het transport en de verwerking van ammoniak. De totale omzet in de keten bedroeg in 2001 omstreeks Euro 1,9 miljard euro. De toegevoegde waarde in de totale keten wordt geschat op 456 miljoen Euro. Dit komt overeen met een aandeel van 0,11 procent in het totale bruto binnenlands product (BBP) in 2001. Ter vergelijking: het aandeel in het BBP

¹ De bij ECORYS beschikbare gegevens kunnen wel in fase 2 worden gebruikt bij het opstellen van een kengetallen KBA, maar zullen wegens vertrouwelijkheid worden geaggregeerd met andere onderdelen.

van bijvoorbeeld de totale chemische basisproductenindustrie bedroeg in 2001 ca. 1,25%, van de totale aardolie-industrie ca. 1,60% en van de papierindustrie 0,46%¹.

Tabel 3-4 Economische gegevens ammoniak-keten in 2001*.

Variabele	
Fysieke productie NH ₃	2,7 miljoen ton
Werkgelegenheid NH ₃ keten (werkzame personen)	2980
Omzet NH ₃ keten (in miljard euro's)	1,9
Toegevoegde waarde NH ₃ keten (in miljard euro's)	0,46
Aandeel toegevoegde waarde ammoniak-keten in het totale Bruto Binnenlandse Product (BBP) in Nederland	0,11%

* Inclusief koelsector alleen voor zover betrekking hebbend op toeleveranciers en installateurs van koelinstallaties (NVKL-leden).

¹ Let wel: bij de ketenstudie betreft het de ammoniak-keten bestaande uit onderdelen van meerdere bedrijfstakken.

4. Chloor

4.1 Inleiding

4.1.1 Wat is chloor?

Chloor is één van de halogenen. Het is één van de meest voorkomende elementen in de biosfeer en doet zich vooral voor als chloride, bijvoorbeeld in keukenzout (NaCl). Zuiver chloor komt van nature niet voor maar kan vrij eenvoudig worden gemaakt. Onder normale omstandigheden is het een groengeel gas, Cl₂, dat zwaarder is dan lucht. Het kookpunt ligt bij - 34°C. Om het als vloeistof op te slaan moet het dus ofwel gekoeld, ofwel onder druk gezet worden.

Hoe wordt chloor gemaakt ?

Chloor wordt gemaakt in een gecombineerd proces. De grondstof is keukenzout, NaCl. In een electrolyseproces reageert NaCl met water tot Cl₂, NaOH en waterstof. NaOH ofwel natronloog is ook een veelgebruikt en onmisbaar product in de industrie. De chloorproductie kan dan ook niet los worden gezien van de loogproductie. In alle studies waarin men zich afvraagt of er ook een maatschappij zonder chloor denkbaar is, is één van de struikelblokken dan ook altijd de loogproductie. Hiervoor zou dan een alternatief proces moeten worden ingezet. Er bestaan wel alternatieve processen, maar deze hebben weer andere nadelen waar niet zomaar overheen gestapt kan worden.

Voor de productie van chloor bestaan verschillende varianten. *Kwikelectrolyse* is de oudste techniek, die in Europa momenteel tevens de meest gebruikte techniek is. Vanwege de kwikemissies staat deze techniek onder druk. In de VS heeft in het verleden reeds een grootschalige omschakeling naar alternatieven plaatsgevonden en in Europa wordt een dergelijke omschakeling overwogen. Eén van de alternatieven voor de kwikelectrolyse is de *diafragma-elektrolyse* die in de VS veel wordt toegepast. Dit vanwege het feit dat in de VS veelal vraag is naar een andere loogkwaliteit (loog dat veel zout bevat) en deze kwaliteit met behulp van de diafragma-elektrolyse wordt bereikt. Een nadeel van deze methode is dat eveneens een stof wordt gebruikt waarvan de toepassing onder druk staat, te weten asbest. De modernste techniek voor de chloorproductie is de *membraanelektrolyse*. In Nederland worden momenteel alle drie de processen aangetroffen. De verwachting is dat na implementatie van het convenant van de overheid met Akzo Nobel de volledige chloorproductie in Nederland via het membraanproces zal plaatsvinden.

Vanwege de chemische eigenschappen is chloor een veel gebruikt intermediair in industriële processen. Het wordt gebruikt om waterstof te vervangen in koolwaterstoffen, waarna het chloor op zijn beurt weer door iets anders vervangen kan wor-

den. Chloor is ook een bestanddeel van veel eindproducten, zoals bijvoorbeeld PVC. Chloorkoolwaterstoffen zijn over het algemeen minder afbreekbaar dan koolwaterstoffen zonder chloor, en zijn daarmee stabiel en minder brandgevaarlijk.

4.1.2 Waarvoor wordt chloor gebruikt?

Chloor vindt zijn weg in tal van producten. Volgens de chemische industrie komt chloor voor in ca. 60% van alle producten van deze branche [45]. Als belangrijkste toepassingen kunnen worden genoemd:

Productie van PVC, een chloorhoudend plastic. Dit wordt gebruikt in tal van toepassingen, o.a. vloerbedekkingen, kabelbemanteling, meubilair, kozijnen en dakgoten, schoeisel en kleding, en rioolbuizen. PVC is wereldwijd gezien de grote sink voor chloor.

Productie van andere kunststoffen. Bij diverse productieprocessen, zoals bijvoorbeeld die van polycarbonaat, polyurethaan, epoxyharsen, carboxymethylcellulose en titaandioxide wordt chloor ingezet als intermediair. Het komt niet in het eindproduct terecht maar wordt omgezet tot chloride of tot HCl, dat vervolgens weer in andere industriële processen kan worden gebruikt. Ook dit is een grote stroom.

Productie van oplosmiddelen en lijmen. Ook deze worden vooral in de industrie gebruikt.

Productie van hypochloriet, wat als ontsmettingsmiddel wordt gebruikt. Het wordt o.a. toegepast in zwembaden en bij uitzondering in de drinkwaterbereiding. Het vindt verder zijn weg naar huishoudens als onderdeel van schoonmaakmiddelen/-desinfectiemiddelen.

Kleinere toepassingen van chloor betreffen o.a. bestrijdingsmiddelen en medicijnen.

4.1.3 Externe veiligheidsaspecten van chloor

De voordelen die chloor heeft voor industriële processen en producten kunnen voor sommige toepassingen ook nadelen inhouden. De slechte afbreekbaarheid van sommige producten kan leiden tot ophoping in het milieu. Ozonlaagaantasting door CFK's en toxiciteitsproblemen als gevolg van dioxines zijn bekende voorbeelden. De hoge reactiviteit van chloorgas kan zeer nadelig zijn voor organismen die daarmee in aanraking komen. Chloorgas reageert in de atmosfeer met water tot het bijtende en corrosieve HCl, dat reeds bij geringe concentraties slijmvliezen aantast,

en bij hogere concentraties afhankelijk van de blootstellingsduur letaal letsel kan veroorzaken.

Om die redenen is chloor al jarenlang een onderwerp van maatschappelijke discussie. Enerzijds wijst de milieubeweging op de risico's die met chloor en chloorverbindingen te maken hebben en pleit zij voor het volledig uitfaseren ervan. Anderzijds onderstreept de industrie de energetische-, proces- en chemische voordelen en het maatschappelijk belang van chloor als goede en goedkope grondstof en onmisbaar onderdeel van tal van producten, en voert aan dat risico's zijn geminimaliseerd door allerlei maatregelen. Vanwege de maatschappelijke tegenstellingen is chloor ook al sinds jaren het onderwerp van overheidsbeleid. Emissies zijn sterk teruggedrongen. Bepaalde chloortoepassingen zijn uitgefaseerd. Recent is vooral de zogenaamde chloortrein het onderwerp van discussie. Daarmee wordt gedoeld op het transport van chloor per spoor. Om het chloor vloeibaar te maken wordt het onder druk vervoerd. Wanneer er iets mis gaat met dit transport en een lek ontstaat, zal het chloorgas ontsnappen en kunnen de gevolgen groot zijn. Tal van veiligheidsmaatregelen zijn genomen om de kans op een dergelijke calamiteit te minimaliseren. Desondanks valt een calamiteit nooit helemaal uit te sluiten.

Dit betekent dat activiteiten met chloor een invloed hebben op het plaatsgebonden- en groepsrisico rond die activiteit. Daarnaast is een mogelijke calamiteit met chloor een belangrijk aandachtspunt voor de preparatie van de overheids hulpverleningsdiensten. Bij een grote calamiteit kunnen tot op enkele kilometers afstand van de activiteit gewonden en doden vallen door de blootstelling aan chloor.

4.1.4 Afbakening productketenanalyse Chloor

De in dit hoofdstuk gegeven productketenbeschrijving heeft alleen betrekking op tot vloeistof gekoelde chloor (bij atmosferische druk) en op tot vloeistof verdichte chloor (bij verhoogde druk, meestal bij omgevingstemperatuur). In de praktijk zijn alleen deze vormen van chloor relevant voor de externe veiligheid. In chloorbleekloog, een oplossing van chloor in natronloog, is de dampdruk van het chloor zodanig laag dat een ontsnapping hiervan niet bijdraagt aan het extern risico voor omwonenden van een opslag of transportroute. Chloorbleekloog wordt daarom niet in de productketenanalyse meegenomen. Chloorverbindingen (zoals bijvoorbeeld: vinyl chloride monomeer (VCM), fosgeen, dichloorethaan, PVC enz.) zijn in de productketenanalyse alleen meegenomen in de chloorbalans voor Nederland. De externe veiligheidseffecten van sommige van deze verbindingen (b.v. VCM en fosgeen) vallen buiten de scope van de productketenanalyse chloor.

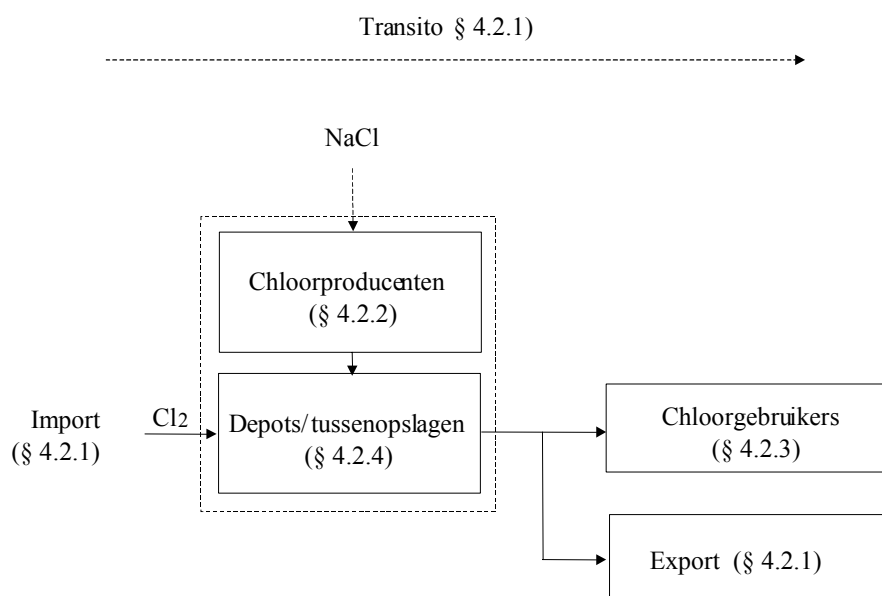
De in dit hoofdstuk gegeven chloorhoeveelheden en –stromen hebben in de meeste gevallen betrekking op het jaar 2000, tenzij anders vermeld. In een aantal gevallen zijn de getallen gebaseerd op vergunde hoeveelheden of op de productiecapaciteiten van installaties bij volledige benutting (100% van het jaar).

4.1.5 Indeling van hoofdstuk “Chloor”

In paragraaf 4.2 wordt eerst een overzicht gegeven van de import- en transitostromen van chloor (§ 4.2.1). Vervolgens wordt ingegaan op de stationaire activiteiten, waaronder:

- Productie van chloor (§ 4.2.2)
- Chloorgebruikers (§ 4.2.3)
- Depots/tussenopslagen (§ 4.2.4)

In figuur 4-1 is de chloor-keten met daarin de stationaire activiteiten schematisch weergegeven.



Figuur 4-1 Schematische weergave chloor-keten (tussen haakjes paragraafnummers in dit rapport).

Paragraaf 4.3 vat de stofstromen en de locaties van productie en verwerking samen.

In paragraaf 4.4 wordt ingegaan op het transport van chloor in Nederland. Hierin komen verschillende transportmodaliteiten aan de orde: spoor, weg en buisleiding.

Paragraaf 4.5 tenslotte gaat in op de economische aspecten van de ammoniakketen.

In hoofdstukken 7 en 8 wordt een overzicht gegeven van de externe veiligheidssituatie (EV-situatie) rond chloor-activiteiten en eventuele EV-aandachtspunten.

4.2 De chloor-balans voor Nederland

De productketenanalyse omvat tot vloeistof verdicht (druk) of gekoeld chloor. Dit chloor wordt ter plaatse ingezet in industriële processen, of wordt vervoerd naar afnemers via pijpleidingen of via het spoor. Naast dit bulkgebruik vindt bij de kleinere afnemers ook gebruik van containers van 1000 kg en 2100 kg plaats, vervoerd via de weg. Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de chloor-keten. De gepresenteerde gegevens hebben betrekking op 2000, tenzij anders vermeld.

4.2.1 Import / Transito / Export

Import

Een zeer beperkte import van chloor vindt in Nederland per spoor plaats naar de locatie Botlek. De import per rail geschiedt als vloeistof onder druk. De totale import in Nederland bedroeg 11 kton Cl_2 in 2000 en is afkomstig van Akzo Nobel vestigingen in Duitsland en Zweden.

Transito

Er is geen doorvoer van chloor.

Export

De export van chloor is nog kleiner dan de import: in 2000 was dit nog geen 2 kton, in sommige andere jaren vindt in het geheel geen export van chloor plaats.

4.2.2 Producenten

Er zijn drie chloorproducenten in Nederland: Akzo Nobel (locaties Botlek, Delfzijl en Hengelo) en General Electric (locatie Bergen op Zoom, productie alleen voor eigen gebruik). In figuur 4.2 zijn de locaties van de chloor producenten weergegeven.

Voor de distributie van chloor over de diverse afnemers op de Botlek locatie beschikt Akzo Nobel over twee koudchlooropslagtanks met ieder een capaciteit van 1.000 ton. De tanks zijn in de huidige situatie maximaal tot de helft gevuld. Akzo Nobel Delfzijl heeft 2 koudchlooropslagtanks. De capaciteit bedraagt 600 ton per tank. Akzo Nobel Hengelo heeft een drukopslag met een capaciteit van 50 ton.

4.2.3 Chloor gebruikers

De drie grootste chloorverwerkers in Nederland zijn het bedrijf Shin-Etsu in de Botlek die uit chloor het vinylchloride monomeer (VCM) produceert, Resolution te Pernis voor de productie van epichlorohydrine (ECH) en Huntsman PC te Rozen-

burg die methyleen-difenyldiisocyaan (MDI) produceert. Eindproducten in deze ketens zijn respectievelijk PVC, epoxyhars en polyurethaan. Daarnaast zijn er nog verschillende kleinere gebruikers. In figuur 4.2 zijn de locaties van de chloor gebruikers weergegeven.

4.2.4 Depots/tussenopslagen

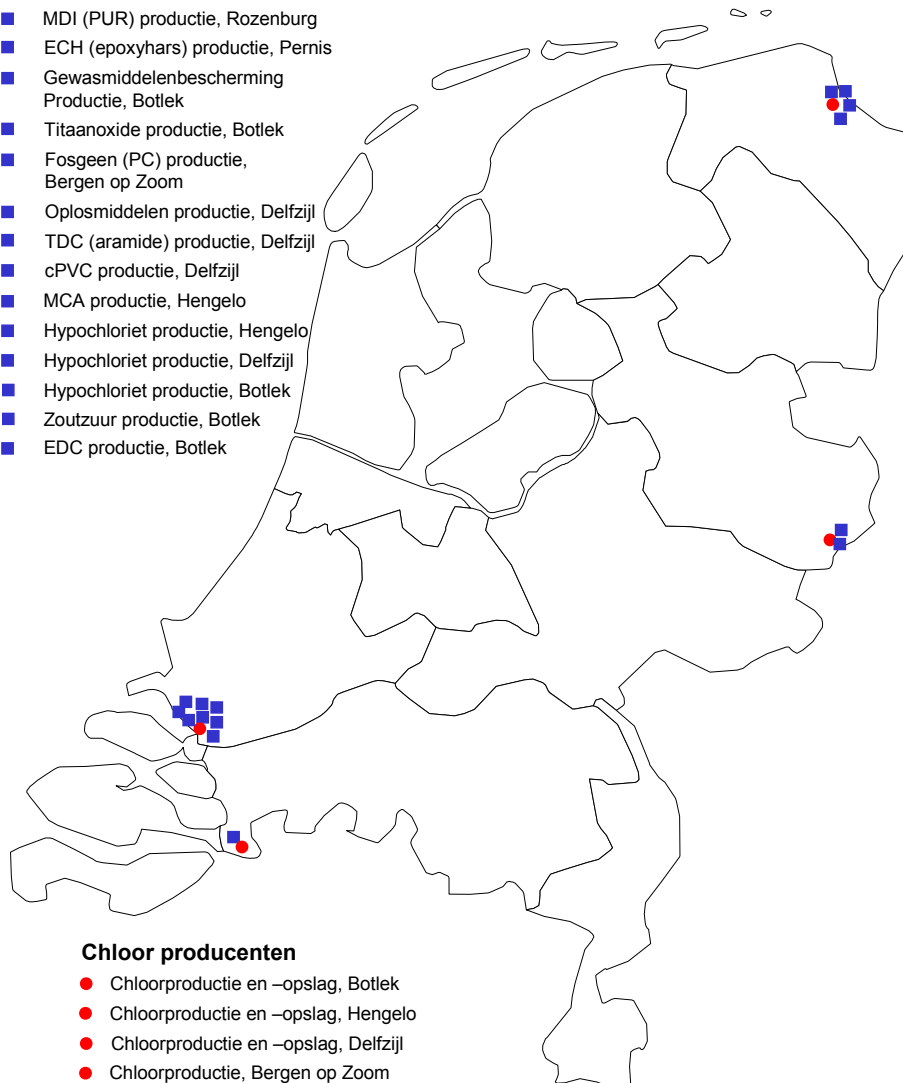
Opslag van chloor bij afnemers vindt nauwelijks plaats, daar het chloor via pijpleidingen vanuit de chloorproducent direct wordt ingezet in het productieproces van de afnemer. Voor noodsituaties beschikken sommige afnemers over een kleine noodopslag.

4.3 Locaties, hoeveelheden en stofstromen

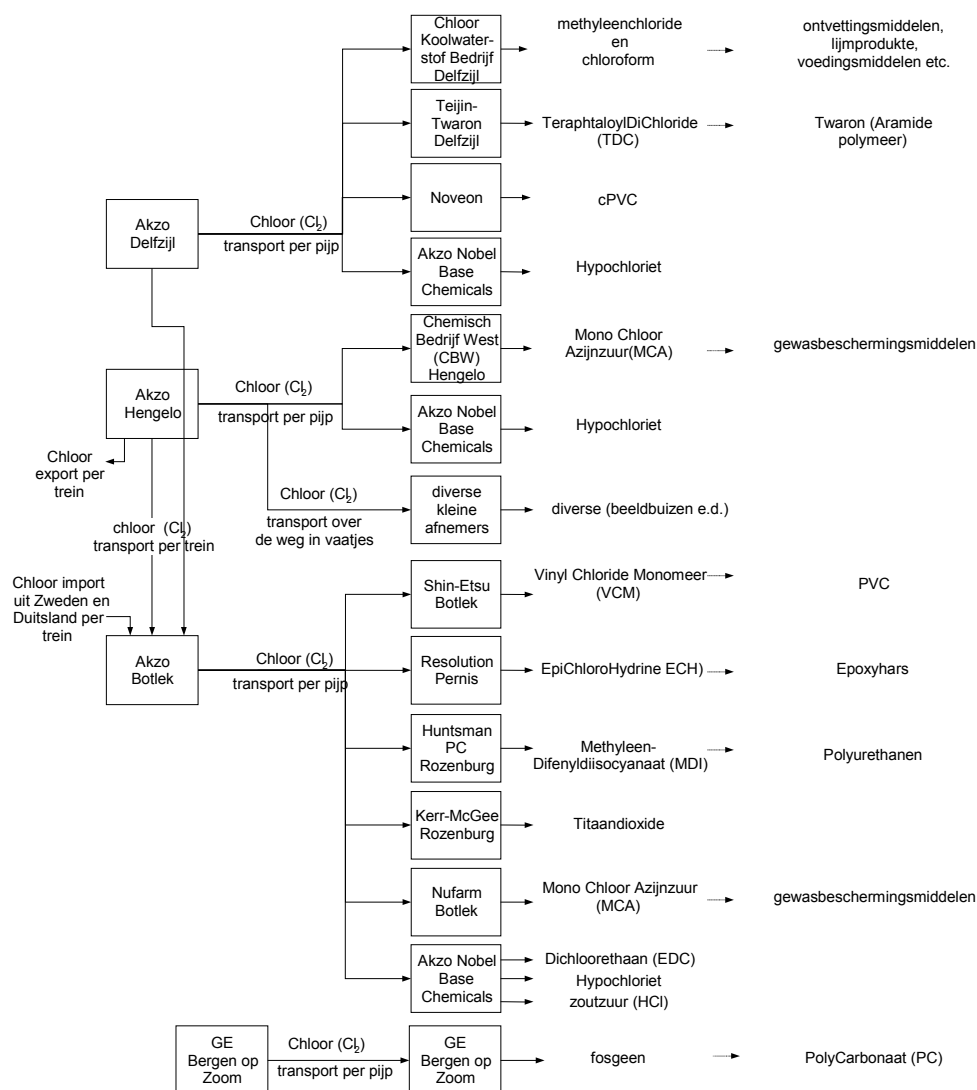
De locaties waar aanvoer, opslag, productie en verwerking plaatsvindt, zijn in figuur 4-2 weergegeven. Figuur 4-3 bevat een stroomschema van chloor in Nederland. De chloorbalans voor Nederland wordt gegeven in het Sankey diagram in figuur 4-4. Alle drie de figuren zijn gebaseerd op de situatie in 2000.

Chloorgebruik

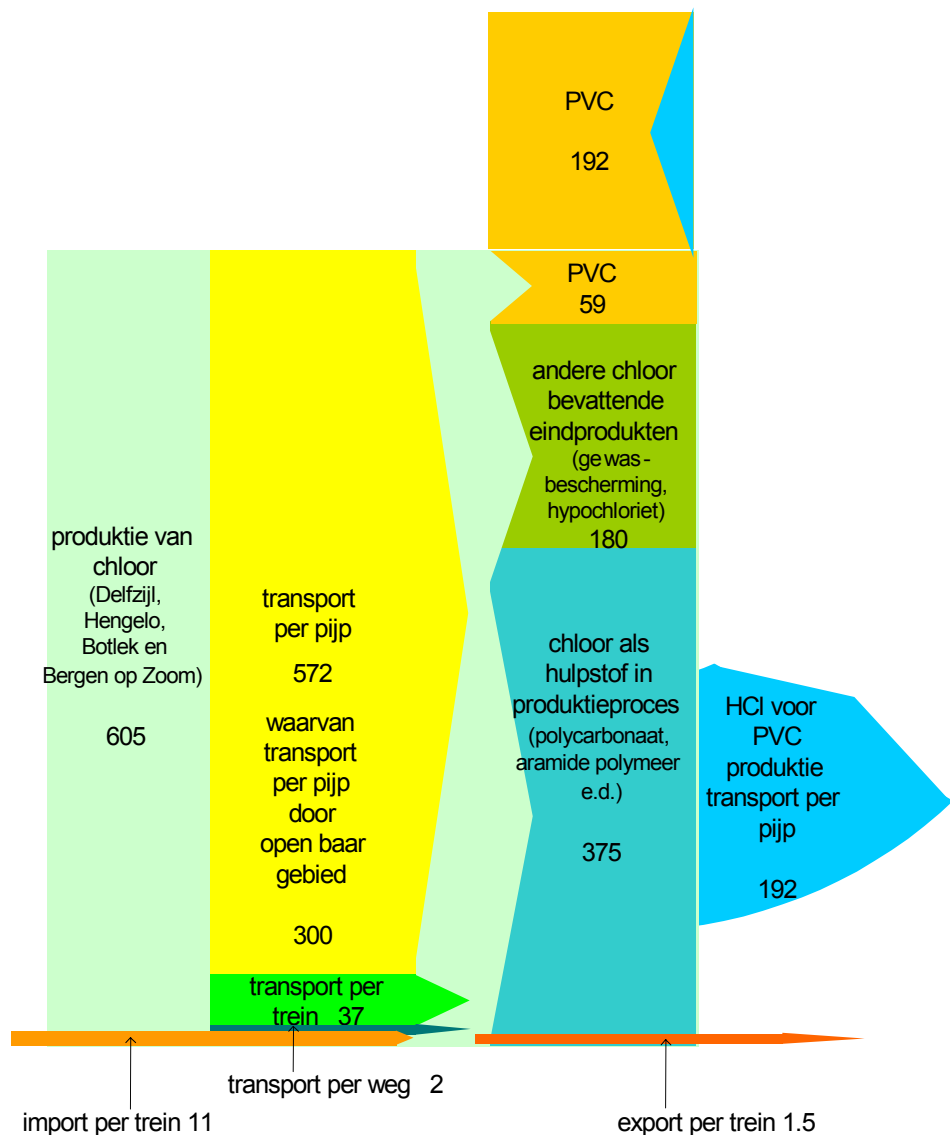
- VC-(PVC) productie, Botlek
- MDI (PUR) productie, Rozenburg
- ECH (epoxyhars) productie, Pernis
- Gewasmiddelenbescherming Productie, Botlek
- Titaanoxide productie, Botlek
- Fosgeen (PC) productie, Bergen op Zoom
- Oplosmiddelen productie, Delfzijl
- TDC (aramide) productie, Delfzijl
- cPVC productie, Delfzijl
- MCA productie, Hengelo
- Hypochloriet productie, Hengelo
- Hypochloriet productie, Delfzijl
- Hypochloriet productie, Botlek
- Zoutzuur productie, Botlek
- EDC productie, Botlek



Figuur 4-2 Locaties waar aanvoer, opslag, productie en verwerking van chloor in Nederland plaatsvindt.



Figuur 4-3 Import, productie en afzet van chloor in Nederland in 2000.



Figuur 4-4 Sankey diagram van chloor in Nederland in 2000 (kton Cl₂).

4.4 Transport van chloor in Nederland

Uit het Sankey diagram valt af te leiden dat verschillende transportstromen zijn te onderscheiden in Nederland. Per modaliteit is dit nader uitgewerkt.

4.4.1 Zeevaart

Er vindt in Nederland geen transport van chloor per zeeschip plaats.

4.4.2 Binnenvaart

Er vindt in Nederland geen transport van chloor per binnenschip plaats.

4.4.3 Rail

Het railtransport van chloor vindt plaats in ketelwagens onder druk. Per ketelwagen wordt ca. 50 ton vervoert. De volgende transportstromen per rail zijn te onderscheiden:

- Hengelo – Botlek, via Amersfoort, Weesp, Gouda (beoogde stop na uitvoering convenant per 2006)
- Delfzijl – Botlek, via Groningen, Zwolle, Amersfoort, Weesp, Gouda (stopt uiterlijk per 2006)

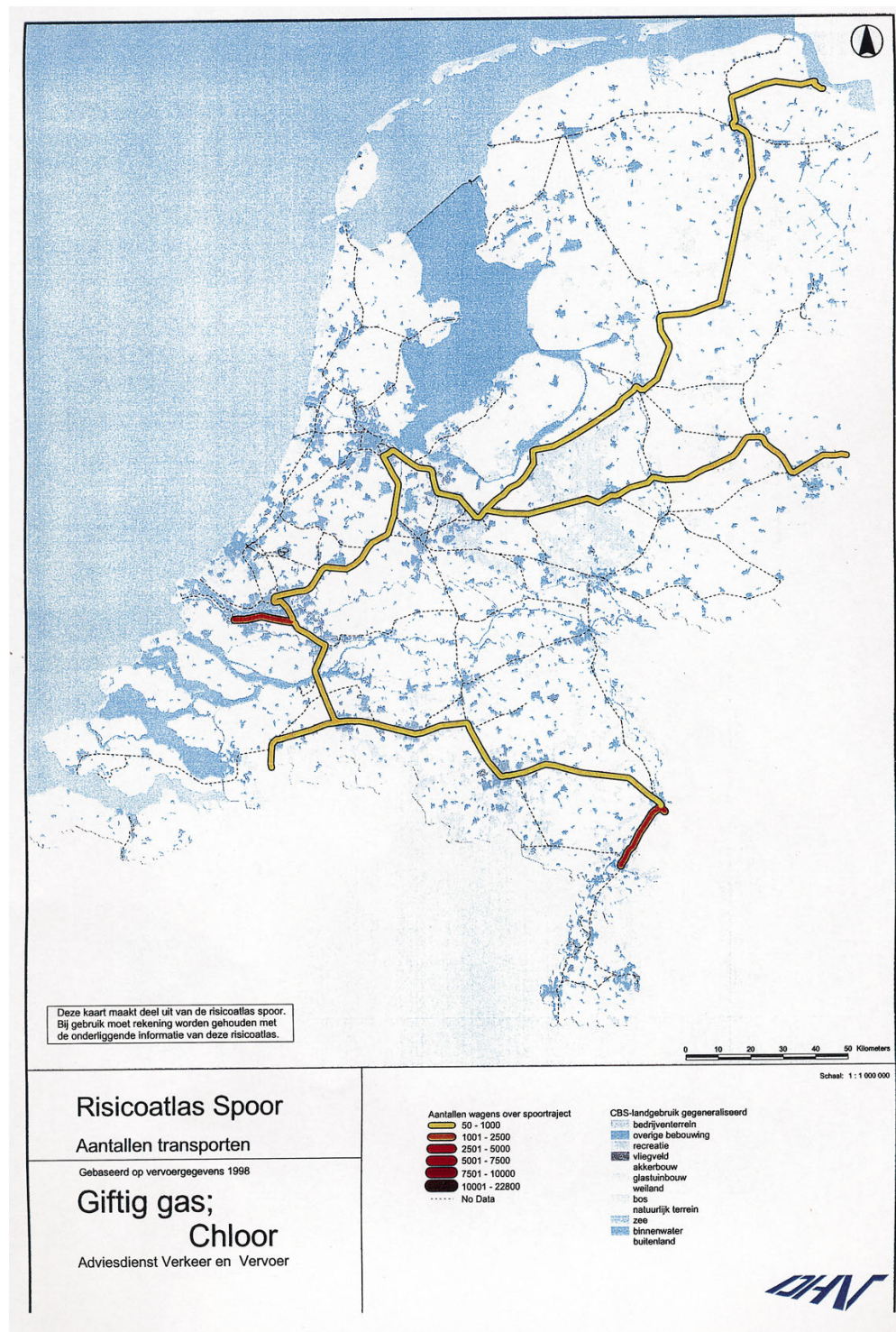
De afgelopen 10 jaar vervoerde Akzo Nobel gemiddeld 78 kton chloor per jaar van Delfzijl en Hengelo naar Rotterdam. Deze hoeveelheid is in die periode gedaald. Terwijl in 1990 dit transport nog ongeveer 100 kton bedroeg, is dat in 2000 gedaald tot ongeveer 50 kton.

In de Risicoatlas Spoor [5] is voor het totaal aan baantrajecten de omvang (chloorwagens/jaar) van het chloortransport per baantraject beschreven voor het jaar 1998. Figuur 4-5 geeft het chloortransport weer in 1998.

Het in deze figuur aangegeven railtransport van Roermond naar Venlo, Eindhoven, Breda, Rotterdam en Roosendaal vindt niet meer plaats. Dit transport is gestopt vanwege de sluiting van de chloorproductie in Herten.

4.4.4 Weg

Voor kleinere afnemers vindt transport van vloeibaar chloor in vaten over de weg plaats. Het betreft kleine vaten met een inhoud van 1000 en 2100 kg. Transport van chloor over de weg vindt plaats vanuit Hengelo, onder anderen naar FSM te Sittard. Het traject loopt als volgt: Hengelo - Apeldoorn - Arnhem - Cuijk - Maasbracht - Sittard. Het transport over de weg bedroeg in 2000 ca. 2 kton.



Figuur 4-5 Risicoatlas spoor – chloor (op basis vervoersgegevens 1998).

4.4.5 Buisleidingen

Op de locaties Hengelo en Delfzijl wordt chloor per pijpleiding alleen binnen bedrijfsterreinen getransporteerd van de producenten naar de verdere chloorverwerking. Voor de Botlek locatie vindt naast transport op het bedrijfsterrein ook transport plaats (in leidingstroken) in openbaar gebied. In het rapport “Risicoanalyse van het transport en de op- en overslag van chloor in Zuid-Holland” [42], [43] is het chloortransport per pijp voor het referentiejaar 1991 in kaart gebracht. Het betreft leidingen naar Resolution te Pernis (20 ton/uur), Huntsman te Rozenburg (24 ton/uur) en Kerr-McGee te Rozenburg (1.5 ton/uur). Het transport van chloor per pijp door openbaar gebied bedroeg in 2000 ongeveer 300 kton. De leidingen naar Resolution en Huntsman maken deel uit van een leidingstraat. De leiding naar Kerr-McGee loopt via de Welplaatweg en onder de Botlekhaven. Enkele karakteristieken van de leidingen vanuit de Botlek [42] zijn in tabel 4-1 gegeven.

Tabel 4-1 Overzicht karakteristieken chloorpijpleidingen.

Leidingspecificaties	Bestemming pijpleidingen		
	Resolution (in 1991 Shell)	Huntsman (in 1991 ICI)	Kerr-McGee (in 1991 Tiofine)
Lengte, m	6500	4700	3600
Diameter, m	0.097	0.074	0.05
Werkdruk, bar(g)	19	25	10.7
Testdruk, bar(g)	54	54	54
Materiaal	Staal TT35n	ASTM A333Gr6	ASTM A333Gr6
Wanddikte, mm	8.56	7.6	5.5
Bedrijfstemperatuur, °C	15	15	15
Ontwerptemperatuur, °C	-35	-35	-35/+50
Leiding inhoud, ton	75	33	13
Diepte ligging, m	1.5	1.5	1.5
Veiligheid, bar	40	40	40
Markering	Ja	Ja	Ja
Kathodische bescherming	Ja	Ja	Ja
Wanddikte controle	jaarlijks	jaarlijks	jaarlijks

4.5 Economische aspecten chloor-keten

4.5.1 Aanpak economische ketenanalyse

De economische keten geeft het economisch belang weer van het product in de nationale economie voor verschillende schakels in de productie- en consumptie keten. Voor deze studie en aansluitend bij de technisch-grondstoffelijke ketenbeschrijving worden de volgende schakels onderscheiden: Productie, transport, distributie & opslag, en gebruik door afnemers (verwerking tot afgeleide en eindproducten). De toeleveranciers aan deze schakels vormen ook een belangrijk onderdeel van de totale economische keten.

Zoals in het begin van hoofdstuk 4 is opgemerkt kent chloor (Cl_2) vele toepassingen in afgeleide chloorproducten (bijvoorbeeld vinyl-chloride-monomeer waarvan PVC wordt gemaakt), productieprocessen (bijvoorbeeld voor de productie van chloorvrije kunststoffen) en eindproducten (bijvoorbeeld PVC). Het economisch belang van het product werkt dus door in een groot aantal sectoren. In deze schakels van de chloor-keten levert het product echter geen externe veiligheidsrisico's op, met name vanwege het feit dat bij deze bedrijven geen opslag van chloor plaatsvindt. De schakel betreffende verwerking van chloor (Cl_2) in afgeleide producten en eindproducten is daarom niet in kaart gebracht.

De toeleveranciers aan de direct betrokken bedrijven in de verschillende schakels van de keten zijn in deze fase van het onderzoek nog niet in kaart gebracht. Indien in de volgende fase maatregelen worden geïdentificeerd die mogelijktoeleveranciers beïnvloeden, worden deze vanzelfsprekend alsnog nagegaan.

De ketenanalyse beperkt zich dus tot een beschrijving van de productie, transport en opslag & distributie van chloor (Cl_2). De resultaten geven een beperkte weergave van het totale economische belang van het product chloor in de nationale economie. In het onderhavige worden wel publieke bronnen (VNCI) aangehaald die inzicht bieden in een belangrijk deel van de chloor-keten, inclusief afgeleide producten. Verdere verwerking van deze afgeleide producten in eindproducten worden buiten beschouwing gelaten.

In het geval van chloorproductie en -transport is er sprake van een zeer beperkt aantal spelers. Bij de belangrijkste partijen die betrokken zijn bij productie, vervoer, distributie en opslag van chloor is een interview afgenomen. Geïnterviewde spelers zijn:

- Branchevereniging VNCI;
- AKZO Nobel (producent);
- Transporteurs: Railion.

De volgende economische gegevens zijn gevraagd:

- Werkgelegenheid (deel dat valt toe te rekenen aan de productie, transport, opslag en distributie van chloor);
- Omzet (idem);
- Toegevoegde waarde¹ (idem);
- Verwachte ontwikkelingen in werkgelegenheid, omzet en toegevoegde waarde tot 2010¹.

¹ Voor de vergaring van informatie over toegevoegde waarde zijn meerdere, meer specifieke, vragen gesteld. Dit om uiteenlopende interpretaties van het begrip te vermijden. Bruto toegevoegde waarde wordt gedefinieerd als zijnde de productiewaarde vermindert met de verbruikswaarde. De verbruikswaarde omvat op haar beurt de inkoop van de grond- en hulpstoffen, onder verrekening van voorraadmutaties, de kosten van energieverbruik en de overige bedrijfskosten. Anders gezegd, de bruto toegevoegde waarde omvat de volgende posten: winst na belasting (geschoond voor buitengewoon resultaat, indien van toepassing), belasting (idem geschoond), afschrijvingen en tenslotte bruto loonkosten (exclusief loonkosten van derden); daarbij is geabstraheerd van subsidies en indirecte belastingen.

De bedrijven hebben hun medewerking verleend onder voorwaarde van vertrouwelijke behandeling van de gegevens. Vanwege het feit dat sprake is van een zeer beperkt aantal spelers, is het daarom niet mogelijk de economische gegevens van de geïnterviewde bedrijven hier te rapporteren². Om toch een indicatie te kunnen geven van het belang van de chloor-keten in de nationale economie is gebruik gemaakt van publieke bronnen.

Met betrekking tot de verzameling en presentatie van de economische cijfers dient de problematiek van de “joint costs and benefits” in het oog te worden gehouden: dat wil zeggen kosten en opbrengsten hebben primair betrekking op processen en niet op individuele producten. Uit een en hetzelfde productieproces kunnen meerdere producten resulteren. In een aantal gevallen is daarom een precieze toerekening van kosten en opbrengsten naar individuele producten niet goed mogelijk. Derhalve is in een aantal gevallen een indicatieve toerekening naar individuele producten gemaakt.

4.5.2 Resultaten economische aspecten chloor

Akzo Nobel en GE Plastics zijn de enige chloorproducenten in Nederland. GE Plastics (Bergen op Zoom) produceert alleen voor eigen gebruik ten behoeve van de productie van polycarbonaat. Akzo Nobel heeft 3 productielocaties in Nederland, nl. Rotterdam (Botlek), Delfzijl en Hengelo. De totale jaarlijkse chloorproductie in Nederland bedraagt 612 kton, de in 2000 gerealiseerde productie omstreeks 605 kton. De producenten verzorgen zelf de opslag en distributie van het product.

Het transport van chloor wordt verzorgd door Akzo Nobel zelf en Railion. De jaarlijks vervoerde hoeveelheid via het spoor en over de weg bedraagt ongeveer 15 procent van de totale productie [44]. Dit aandeel zal de komende jaren dalen als gevolg van de afspraken met de overheid ten aanzien van beperking van chloorvervoer via het spoor en over de weg. Het grootste deel van de chloorproductie wordt via pijpleidingen vervoerd.

In Nederland zijn ca. 660 (+PM Railion) personen werkzaam in de productie en het transport van zuiver chloor. Indien de productie van afgeleide chloorproducten wordt meegerekend is de werkgelegenheid veel groter, namelijk circa 12.000 personen [44].

¹ Deze gegevens zijn verwerkt in het aparte hoofdstuk over ontwikkelingen.

² De bij ECORYS beschikbare gegevens kunnen wel in fase 2 worden gebruikt bij het opstellen van een kengetallen KBA, maar zullen wegens vertrouwelijkheid worden geaggregeerd met andere onderdelen.

In verband met de vertrouwelijkheid van de gegevens is het niet mogelijk om de omzet en toegevoegde waarde van de geïnterviewde bedrijven betrokken bij de productie, vervoer en opslag & distributie van Cl₂ te presenteren. Publieke bronnen [44] geven aan dat de totale omzet van de productie van chloor en afgeleide producten jaarlijks 1,8 miljard Euro bedraagt. De omzet van de bijproducten loog en waterstof bedraagt jaarlijks ongeveer 1,5 miljard Euro. De toegevoegde waarde in de totale keten wordt geschat op 1 miljard Euro¹. Dit komt overeen met een aandeel van 0,23 procent in het totale bruto binnenlands product (BBP) in 2001. Ter vergelijking: het aandeel in het BBP van bijvoorbeeld de totale chemische basisproductenindustrie bedroeg in 2001 ca. 1,25%, van de totale aardolieindustrie ca. 1,60% en van de papierindustrie 0,46%². Tabel 4-2 vat de hierboven gepresenteerde gegevens nog eens samen.

Tabel 4-2 Economische gegevens chloor-keten.

Variabele	
Fysieke productie Cl ₂	605 kton
Werkgelegenheid productie en transport Cl ₂	660 + PM
Werkgelegenheid productie Cl ₂ en afgeleide producten (VNCI)	12.000 personen
Omzet Cl ₂ en afgeleide producten (VNCI)	Euro 3,3 miljard
Toegevoegde waarde Cl ₂ en afgeleide producten (VNCI)	Euro 1,0 miljard
Aandeel toegevoegde waarde chloor-keten in het totale Bruto Binnenlands Product (BBP) in Nederland	0,23 %

¹ Volgens de nationale rekeningen van het CBS bedraagt de toegevoegde waarde van de productie van chloor (Cl₂) en eindproducten in de chemische industrie omstreeks 30 procent van de omzet. Dit percentage hebben we toegepast op de totale omzet van chloor, bijproducten en afgeleide producten zoals gepubliceerd door de VNCI voor een benadering van de totale toegevoegde waarde in de chloor-keten.

² Let wel: bij de ketenstudie betreft het de chloor-keten bestaande uit onderdelen van meerdere bedrijfstakken.

5. LPG-producten

5.1 Inleiding

5.1.1 Wat is LPG?

LPG is de afkortende verzamelnaam voor een grote groep brandbare koolwaterstoffen. De afkorting staat voor Liquefied Petroleum Gas, ofwel vloeibaar gemaakte gasvormige koolwaterstoffen. De bekendste LPG-producten zijn propaan en butaan, maar er is ook een scala van stoffen die vooral grondstoffen of tussenproducten vormen in de petrochemische industrie. Ze worden ook vaak C-3 en C-4 producten genoemd, naar het aantal koolstofatomen waaruit hun moleculen zijn opgebouwd.

LPG-producten zijn in het algemeen de lichtere fracties van aardolie en de zwaardere fracties van aardgas. Ze worden dan ook primair uit deze fossiele grondstoffen afgescheiden, in raffinaderijen uit ruwe aardolie en bij aardgaswinning in gasscheidingsinstallaties.

Kenmerk is dat het stoffen zijn die bij atmosferische omstandigheden gasvormig zijn. Hun kookpunten liggen beneden omgevingstemperatuur, bijvoorbeeld voor propaan bij -42°C en voor butaan bij -1°C . Deze gassen kunnen dan ook alleen vloeibaar gemaakt worden door ze óf sterk af te koelen óf onder verhoogde druk te brengen. De kooktemperatuur en dampspanning (bij 9°C) van de relevante LPG-producten zijn gegeven in Tabel 5-1.

Propaan en butaan noemt men ‘verzadigde koolwaterstoffen’. De fossiele delfstoffen, zowel aardolie als aardgas, bestaan voornamelijk uit deze verzadigde verbindingen. Voor de productie van vele chemische producten, zoals plastics en kunstrubbers, zijn vooral onverzadigde koolwaterstoffen als grondstof nodig. Hierin zijn ethyleen, propyleen en butyleen de belangrijkste vertegenwoordigers. Ze worden geproduceerd in zogenaamde kraakinstallaties die met name in de petrochemische industrie worden toegepast. In Nederland kennen we vier locaties waar zulke productie van LPG-producten plaatsvindt. In de krakers wordt als grondstof vooral (vloeibare) nafta gebruikt, maar ook propaan, butaan en aardgascondensaten gebruikt. Voor de petrochemie vindt ook directe import van deze grondstoffen plaats. De genoemde onverzadigde producten worden tot de LPG-producten gerekend. Hun fysische eigenschappen zijn analoog aan die van de verzadigde koolwaterstoffen; in het algemeen ligt hun kookpunt nog iets lager en daarom zijn de onverzadigde verbindingen iets vluchtiger.

Tabel 5-1 Tot vloeistof verdichte gassen.

Verbinding	Bruto formule	UN-nummer	Kookpunt [°C]	Dampspanning [bar, bij 9 °C] *)
Propaan	C ₃ H ₈	1978	-42	6,2
Propeen	C ₃ H ₆	1077	-48	7,5
Butaan, n- en iso	C ₄ H ₁₀	1011	-0,5	1,5
Buteen (1-, 2-, iso)	C ₄ H ₈	1012	-7	1,8
Butadiëen	C ₄ H ₆	1010	-5	1,6
Autogas	Propaan/butaan	1965	-40 à -10	Ca. 3,5
Ethyleenoxide	C ₂ H ₄ O	1040	11	0,95
Propyleenoxide	C ₃ H ₆ O	1280	34	0,36

*) De dampspanning is gegeven bij 9 °C. Dit is de in Nederland heersende gemiddelde buitenluchttemperatuur welke ook in het Paarse Boek wordt aanbevolen als rekenwaarde in kwantitatieve risicoanalyses.

Hoe wordt LPG gemaakt?

Zoals al beschreven in paragraaf 5.1.1, is er voor het grootste deel van de LPG-producten geen sprake van industriële productie ('fabriceren'), maar van winning uit natuurlijke delfstoffen. De C-3 en C-4 stoffen vormen een bestanddeel van uit fossiele bronnen gewonnen aardolie of aardgas. Aardgas bestaat voor het grootste deel (meer dan 90 - 95%) uit de lichtste koolwaterstoffen: methaan en ethaan. Voor het verkrijgen van een constante samenstelling van aardgas in huishoudelijk en industrieel gebruik worden alleen deze gassen toegelaten, en worden de hogere koolwaterstoffen (C-3 en hoger) in een scheidingsinstallatie direct na de winning uit de gasstroom verwijderd. Het toegepaste proces van afscheiding van de hogere koolwaterstoffen is een combinatie van diepkoele en verhoogde druk, waardoor de C-3 en hogere verbindingen vloeibaar worden (condenseren). Dit 'aardgascondensaat' wordt afgevoerd voor verdere verwerking in raffinage of petrochemie, waarbij de LPG-producten beschikbaar komen voor hetzij directe toepassing in de gebruiksketen, of als grondstof voor kraakinstallaties.

Aardolie is een in hoofdzaak in vloeibare vorm gewonnen delfstof. De samenstelling omvat een lange reeks van koolwaterstoffen, lopend van methaan (C-1) tot teerachtige stoffen (C-20 en hoger). De vluchtigste componenten, vooral methaan en ethaan, worden direct na de winning uit de ruwe aardolie verwijderd door verdamping in een gas/vloeistof-scheider. Het gewonnen gas wordt meestal gebruikt voor energie-opwekking op de winningslocatie, vooral wanneer het een offshore-installatie betreft. De hogere koolwaterstoffen, dus vanaf C-3, worden zo veel mogelijk in de aardolie gelaten. In de raffinaderijen wordt de ruwe aardolie in verschillende fracties gescheiden door de vloeistof aan oplopende temperaturen te onderwerpen. Eén van die fracties is de C-3/C-4 fractie die bij de laagste raffinaderij-temperatuur uit de aardolie vrijkomt. Andere fracties zijn vervolgens benzine, kerosine, dieselolie, stookolie en zware residuen. Na verdere processtappen worden zuivere propaan- en butaanstromen verkregen die hun weg vinden in de verschillende gebruikstoepassingen (zie 5.1.2).

Tenslotte wordt er nog een (beperkte) stroom propaan/butaan geproduceerd in het petrochemische traject. Deze wordt voornamelijk gevormd als bijproduct van de kraakprocessen. Ook komt een stroom beschikbaar vanuit de zuivering van de grondstof voor de petrochemie, bijvoorbeeld van verontreinigingen propaan in geïmporteerde propyleen.

5.1.2 Waarvoor worden LPG-producten gebruikt?

In het dagelijkse spraakgebruik denkt vrijwel iedereen bij de term 'LPG' aan de motorbrandstof voor auto's die als (relatief goedkoop) alternatief voor benzine of diesel kan worden gebruikt. LPG-tankstations zijn in het dagelijks leven de meest opvallende objecten in relatie tot deze stof.

Echter, uit de toelichting in de vorige paragraaf blijkt dat er een veel bredere toepassing bestaat voor LPG-producten. Zoals verderop in dit rapport bij de stoffenbalans duidelijk wordt, maakt de toepassing van LPG als motorbrandstof minder dan 20% uit van de totale hoeveelheid LPG-producten die in Nederland wordt verwerkt. Om verwarring in de terminologie te voorkomen, spreken we in dit rapport over LPG of over LPG-producten als het gehele scala van deze stoffen wordt bedoeld, en noemen we LPG als motorbrandstof verder steeds 'Autogas'.

De belangrijkste toepassingen van LPG-producten worden onderstaand kort beschreven:

Als grondstof voor de petrochemische en kunststofverwerkende industrie: Veel van de in ons dagelijks leven bekende kunststoffen zijn geproduceerd uit LPG-producten. Te denken valt aan plastics, polyethyleen, polypropyleen, propyleenoxide, rubbers, etc.. De petrochemie levert hiervoor voornamelijk halffabrikaten die als grondstoffen voor de kunststofverwerkende industrie worden afgezet.

Als bestanddeel van autobenzines: Zowel om economisch redenen (waardevermeerdering van LPG) als ten behoeve van verbetering van de rijprestaties, worden aan autobenzine LPG-additieven toegevoegd. Het betreft vooral de stoffen butaan en MTBE; in de laatste wordt ondermeer butaan verwerkt. De praktijk van het toevoegen van LPG wordt ook wel 'blending' genoemd. Het vindt vooral plaats op raffinaderijen.

Motorbrandstoffen: Bijna 10% van het gebruik van motorbrandstoffen in Nederland wordt gevormd door LPG, c.q. autogas. Autogas is een mengsel van propaan en butaan, in verhouding variërend tussen 30/70 en 70/30. De voorkeurssamenstelling is sterk seizoen-afhankelijk: in de zomer kan met een hogere butaanfractie worden gereden, terwijl in een koude winterperiode de voorkeur wordt gegeven aan een groter aandeel (vluchtiger) propaan. In een aantal gemeenten in Nederland is in de afgelopen tien jaar een beleid ingezet om ook in het openbaar vervoer autogas als brandstof te introduceren, met name in stadsbussen en taxi's.

Voor verwarmingsdoeleinden: In gebieden die niet op het landelijke aardgasnet zijn aangesloten, wordt voor woningverwarming en kookdoeleinden vooral propaan of butaan gebruikt. In Nederland staan voor deze doeleinden enkele tienduizenden propaantanks met een grootte van enkele kubieke meters, veelal bij boerderijen en woningen in het buitengebied. Ook op terreinen voor verblijfsrecreatie (campings) worden de vakantiebungalows vaak nog van warmte voorzien vanuit een propaan-

reservoir. Een derde type verwarmingstoepassing ligt in de bouwwereld, bijvoorbeeld voor het versneld laten drogen van beton in nieuwbouw door middel van mobiele heaters.

Toepassing door middel van flessengas: Er zijn in Nederland een aantal flessenvul-inrichtingen voor kleinverbruik van propaan en butaan. De toepassing vindt men vooral in de recreatie (koken en verwarming in caravans en kampeertenten) en in de bouw (verwarming, dakbedekking, loodgieterswerk, etc.). Incidenteel wordt flessengas ook voor kookdoeleinden in woningen toegepast, wanneer de woningverwarming door middel van huisbrand- of stookolie wordt verzorgd. Door de toename in elektrisch koken is dit gebruik naar verwachting minimaal.

Industriële toepassingen: Enkele van de toepassingen van propaan/butaan in de industrie en in de agrarische wereld zijn brandstof voor heftrucks en luchtverwarming voor productdroging, bijvoorbeeld van gras en granen.

Drijfgas in spuitbussen: Propaan is een zeer geschikt middel als drijfgas voor diverse producten in spuitbussen, bijvoorbeeld voor cosmetica (haarlak, schuimen), onderhoudsartikelen en verflakken. Ook worden uitsluitend met propaan gevulde bussen gebruikt, bijvoorbeeld voor het vullen van aanstekers en voor hobbydoeleinden (soldeerbranders etc.).

Als koudemiddel: In de koel- en vriessector worden diverse koudemiddelen toegepast. In de groep van natuurlijke koudemiddelen vormen de LPG-producten (vooral propaan) een belangrijke bijdrage.

Overige recreatie: LPG/autogas wordt vaak toegepast als motorbrandstof in de recreatieve sfeer, bijvoorbeeld bij carting.

5.1.3 Externe veiligheidsaspecten van LPG

LPG-producten zijn, net als aardgas (methaan) meestal niet aan hun geur waar te nemen. Om toch een waarschuwing te geven bij lekkages van deze gassen, worden typerende geurstoffen aan toegevoegd, bijvoorbeeld mercaptanen die reeds bij zeer lage concentraties door de menselijke neus worden waargenomen.

De belangrijkste (externe) risico's van LPG liggen in de hoge brandbaarheid van deze stoffen. Door zijn grote vluchtigheid vormt LPG, samen met zuurstof uit de lucht, zeer gemakkelijk een brandbaar mengsel dat tot heftige vuurverschijnselen en explosies kan leiden. Vooral wanneer het onder druk vloeibaar gemaakte gas vrijkomt, bijvoorbeeld door een grote lekkage vanuit een opslagtank of door het bezwijken van zo'n tank als gevolg van een brand in de omgeving, expandeert het mengsel tot ongeveer 270 x zijn oorspronkelijke volume. Wanneer dit mengsel vervolgens ontbrandt, kan nog een extra expansie optreden door de hoge verbrandingstemperatuur; dit kan het volume van de brandende wolk nog eens zes tot acht

maal zo groot maken. De drukgolf die daarbij ontstaat kan tot zeer omvangrijke explosieschade leiden. Daarnaast geeft ook de brand aanleiding tot ernstige schade, door direct vlamcontact binnen de wolk maar ook, tot op grotere afstanden, door de hittestraling die brandwonden of secundaire branden van goederen kan veroorzaken. Een bijzondere vorm van mogelijke effecten van een LPG-ontsnapping is de zogenaamde BLEVE¹. Hierbij ontstaat bij instantaan falen van een LPG-reservoir een grote gaswolk die, bij ontsteking, verbrandt in een vernietigende vuurbal. Deze geeft aanleiding tot schade die zowel uit directe verbranding en hittestraling, als ook uit de explosie-effecten voortkomen.

Er zijn veel preventieve maatregelen genomen om dergelijke ongevallen te voorkomen. Niettemin valt niet volledig uit te sluiten dat een ongeval tijdens de productie, opslag of transport van LPG optreedt. De kans hierop is zeer laag, echter het kan wel een bijdrage leveren aan het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) van een activiteit met LPG.

Vanwege de potentiële gevolgen in de vorm van materiële schade, gewonden en letale slachtoffers tot op 300 à 400 meter van de activiteit, is de voorbereiding van de Overheidshulpdiensten op mogelijke calamiteiten bij LPG-activiteiten een belangrijk aandachtspunt. Daarnaast is de schade die kan ontstaan tijdens het weg- en railtransport aan vitale verkeers-infrastructuur zoals bijvoorbeeld tunnels en stations, een belangrijk aandachtspunt. Om deze reden mag LPG niet door de Nederlandse onderwatertunnels worden vervoerd.

5.1.4 Afbakening productketenanalyse LPG

De in dit hoofdstuk gegeven productketenbeschrijving heeft betrekking op de verzadigde en onverzadigde koolwaterstoffen in de categorie C-3 en C-4 verbindingen, uitsluitend bestaand uit koolstof en waterstof.

De in tabel 5-1 genoemde zuurstofhoudende verbindingen ethyleenoxide en propyleenoxide worden niet tot deze LPG-keten gerekend. Er zijn drie belangrijke motieven om ze voor deze analyse buiten beschouwing te laten. Ten eerste maken ze vooral deel uit van de (grondstoffen)cyclus binnen de petrochemische industrie. Verder zijn beide stoffen bij de in Nederland heersende referentie-temperatuur (9 °C) niet gasvormig maar vloeibaar; ethyleenoxide met een kookpunt van 11°C is hierin overigens een grensgeval. En tenslotte verdient deze stof uit oogpunt van externe veiligheid ook een andere benadering dan de geselecteerde LPG-producten; E.O. is naast uiterst brandbaar, ook nog giftig. Voor transport-classificering wordt aan dit gevaarsaspect prioriteit toegekend.

De in dit hoofdstuk gegeven LPG hoeveelheden en –stromen hebben in de meeste gevallen betrekking op het jaar 2001, tenzij anders vermeld. In een aantal gevallen zijn de getallen gebaseerd op vergunde capaciteiten van installaties. In de hierna volgende rapportage worden de uitgangspunten op dit aspect verduidelijkt.

¹ BLEVE is de afkorting voor Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

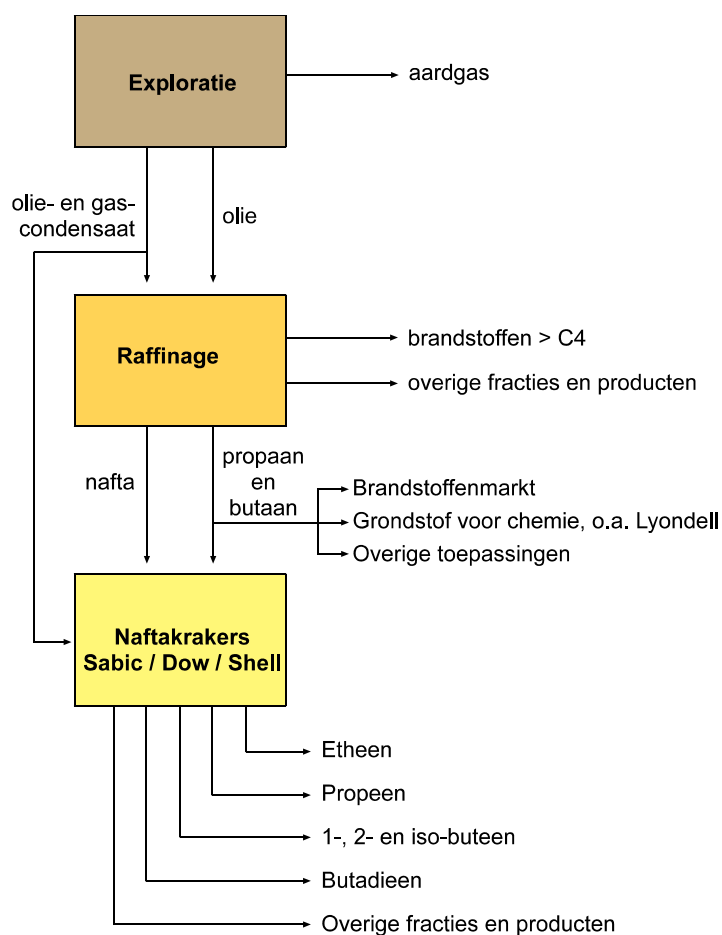
Een groot deel van de algemene informatie in dit hoofdstuk is afkomstig van de volgende bronnen:

- Interviews met de VVG; Vereniging Vloeibaar Gas [53];
- Interview met de VNPI; Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie [55];
- Interviews met LPG grootgebruikers DOW, Sabic, Lyondell en Shell [54].

Deze referenties worden alleen hier genoemd. Overige referenties worden alleen vermeld waar dat relevant is.

5.1.5 Indeling van hoofdstuk “LPG”

LPG-producten worden in grote hoeveelheden in Nederland geproduceerd in de raffinaderijen en in de petrochemie. In figuur 5-1 is een overzicht gegeven van de stromen rond de raffinaderijen en de petrochemie. Productie van propaan, butaan en autogas vindt voornamelijk plaats in raffinaderijen, terwijl propeen en buteen voornamelijk worden geproduceerd in naftakrakers.

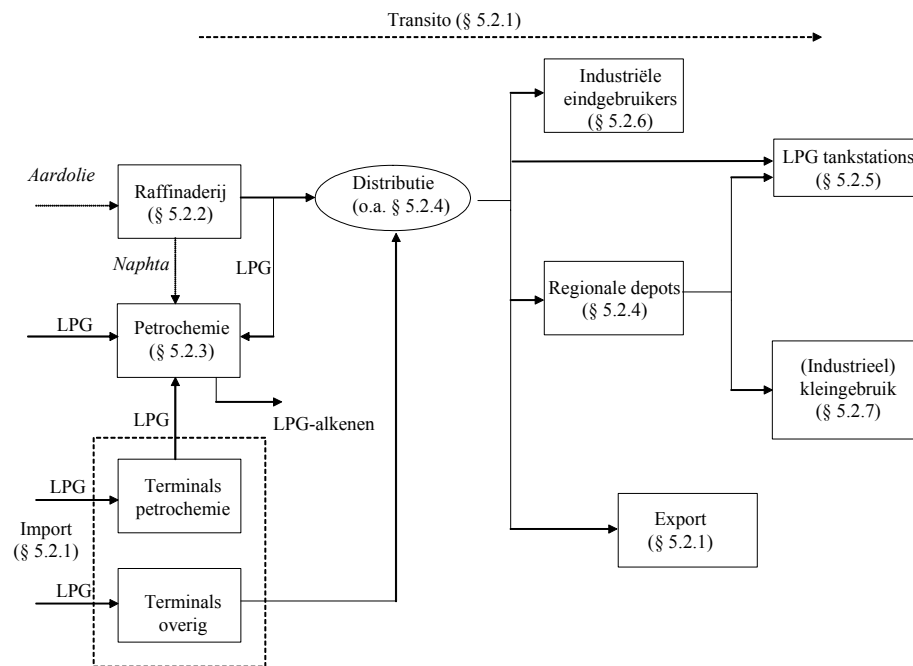


Figuur 5-1 Stofstromen van LPG-producten in de exploratie, raffinage en petrochemie.

In paragraaf 5.2 wordt eerst een overzicht gegeven van de import-, export- en transitostromen van LPG (§ 5.2.1). Vervolgens wordt ingegaan op de stationaire activiteiten, waaronder:

- Producenten (§ 5.2.2)
- Petrochemie: Producent / gebruiker van propeen en buteen (§ 5.2.3)
- Regionale depots (§ 5.2.4)
- LPG tankstations (§ 5.2.5)
- Industriële eindgebruikers (§ 5.2.6)
- (Industrieel) kleinverbruik (§ 5.2.7)

In figuur 5-2 is de LPG-keten met daarin de stationaire activiteiten schematisch weergegeven.



Figuur 5-2 Schematische weergave LPG-keten.

Paragraaf 5.3 vat de stofstromen en de locaties van productie en verwerking samen.

In paragraaf 5.4 wordt ingegaan op het transport van LPG in Nederland. Hierin komen verschillende transportmodaliteiten aan de orde: zeevaart, binnenvaart, spoor, tankauto en buisleiding.

Paragraaf 5.6 tenslotte gaat in op de economische aspecten van de LPG-keten.

In de hoofdstukken 7 en 8 wordt een overzicht van de externe veiligheidssituatie (EV-situatie) rond LPG-activiteiten en de eventuele EV-aandachtspunten voor de huidige situatie en de situatie in 2010.

5.2 De LPG-balans voor Nederland

5.2.1 Import / Transito / Export

Import

Import van LPG-producten in Nederland vindt plaats via de volgende terminals/-importlocaties (verder aangeduid als terminals):

- BP terminal, Amsterdam;
- Chemgas terminal, Vlissingen;
- Dow terminal, Terneuzen;
- Esso terminal, Botlek;
- Lyondell terminal, Maasvlakte;¹
- Lyondell terminal, Europoort;
- Lyondell terminal, Botlek;
- Shell terminal, Moerdijk;
- Sabic terminal, Stein.

De Chemgas en BP terminals verrichten alleen logistieke activiteiten: aanvoer, opslag, overslag en distributie. De via de overige terminals aangevoerde LPG-producten worden voornamelijk gebruikt voor productieprocessen ter plaatse. Op bescheiden schaal vindt verder doorvoer plaats naar Duitsland en België en transport per pijpleiding naar lokale afnemers.

De import van LPG-producten vindt voornamelijk plaats via zeeschepen. In aanvulling hierop vinden kleine importen plaats via binnenvaart vanuit België, en van autogas per tankauto vanuit Emden (Shell terminal), Lingen (Aral terminal) en Antwerpen (AGT opslag).

In 2001 bedroeg de import van LPG-producten 1974 kton [53]. De belangrijkste landen van herkomst zijn het Midden-Oosten, België/Luxemburg, Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Noorwegen, Algerije en Italië. Voor 40% van de LPG-import geeft [50] aan dat de herkomst onbekend is.

Transito

Over de Westerschelde worden LPG-producten doorgevoerd naar België. Daarnaast is het ook mogelijk dat vanuit Antwerpen transito naar Duitsland via de Rijn-Schelde verbinding plaatsvindt.

¹ Hoewel de betreffende terminal van Lyondell bij het schrijven van het rapport nog niet operationeel was, is de terminal wel meegenomen in de ketenstudie.

Export

Export vindt plaats vanuit de genoemde terminals en door de raffinaderijen. Transport geschiedt door middel van zeeschepen, binnenvaart, spoor en tankauto's. Volgens [53] bedroeg in 2001 de uitvoer van vloeibare gassen 1661 kton. De belangrijkste landen van bestemming zijn: België/Luxemburg, Duitsland, Verenigd Koninkrijk en de USA [50].

5.2.2 Producenten van propaan, butaan en autogas

Propaan, butaan en autogas worden geproduceerd en verkocht door de volgende raffinaderijen:

- Shell, Pernis;
- Nerefco, Europoort;
- Esso, Botlek-Rt;
- Total, Vlissingen;
- Kuwait Petroleum, Europoort;

Het bedrijf Koch HC Partnership verwerkt condensaten afkomstig uit de exploratie. De geproduceerde LPG-producten worden door het bedrijf zelf als brandstof gebruikt en worden niet extern afgezet.

In 2001 bedroeg de productie door bovengenoemde raffinaderijen 1450 kton, op een totale productie van bijna 68 Mton aardolieproducten. De productie aan vloeibaar gas bedraagt daarmee circa 2,3 % van de totale productie van de raffinaderijen.

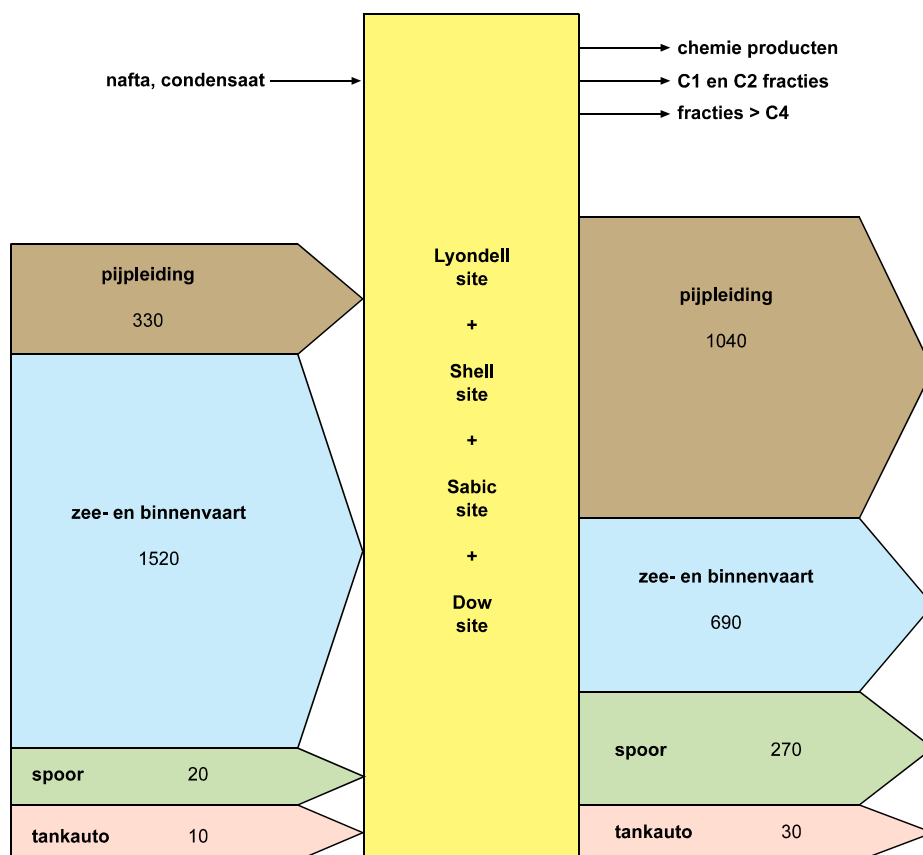
Ook naftakrakers produceren enige propaan / butaan, zie hiervoor § 5.1.

5.2.3 Petrochemie: Producenten en gebruikers van propeen en buteen

In Nederland staan op drie locaties naftakrakers: in Geleen, in Terneuzen en in Moerdijk. Als feedstock wordt primair nafta gebruikt afkomstig van raffinaderijen. Van secundair belang zijn olie- en gascondensaat. Propaan / butaan fracties vormen enkele procenten van de feedstock. Zie figuur 5-3 voor een overzicht.

Hoofdproduct van de krakers is etheen, wat buiten deze ketenstudie valt. Verder worden propeen en buteen geproduceerd, benzine en in geringe mate propaan en butaan. De laatste stromen kunnen opnieuw als grondstof voor de kraker dienen. Afhankelijk van de marktprijzen van de verschillende grondstoffen en de behoefte aan bepaalde producten worden keuzes gemaakt. Input en output zijn binnen bepaalde bandbreedtes aanpasbaar.

De gezamenlijke capaciteit van de naftakrakers betreft ca. 4000 kt/jaar etheen en 2000 kt/jaar propeen [54]. De jaarlijkse output aan buteen isomeren is onbekend.



Figuur 5-3 In- en uitgaande C3- en C4-stromen van de petrochemische sites met een terminal. Hoeveelheden in kt/jaar.

Opmerkingen bij figuur 5-3:

- Nafta en condensaat vormen de hoofdmoot van de feedstock, met een omvang van ca. 8000 kt/jaar. Nafta zelf maakt geen deel uit van de LPG productketen
- De totale input aan C3/C4 betreft 1880 kt/jaar. Hiervan is 1450 kt/jaar import, de overige 430 kt/jaar wordt uit de Nederlandse raffinaderijen betrokken.
- 90% van de input wordt verwerkt op de sites zelf tot chemie producten.
- Alle 4 locaties zijn in geringe mate betrokken in de handel van LPG-producten. Dit zijn de producten die aan zowel de input- als de outputzijde staan van figuur 5-3.
- De naftakrakers genereren een enorme aanvullende hoeveelheid producten die op de sites worden verwerkt. Totaal ca. 8000 kt/jaar, waarvan het merendeel etheen en volgproducten. De hoeveelheid C3/C4 die extern wordt afgezet betreft een klein aandeel van het gehele bedrijfsproces.
- De totale afvoer betreft 2030 kt/jaar. Alle afvoer gaat naar industriële grootverbruikers.
- De afvoer per pijpleiding (1040 kt/jaar) gaat naar de lokale grootverbruikers in de Botlek. De overige afvoer (990 kt/jaar) betreft vrijwel geheel export.

De jaarlijkse fluctuaties kunnen aanmerkelijk zijn.

Propeen wordt merendeels omgezet in de volgende verbindingen:

- Polypropeen: Basell, Sabic, Shell Pernis;
- Cumeen: Dow;
- Propyleenoxide: Lyondell, Shell, Basell;
- Epichloorhydrine: Shell Pernis.

Buteen isomeren worden merendeels omgezet in de volgende verbindingen:

- Polybuteen: Basell;
- Styreen Butadien Rubber (SBR): DSM;
- Acrylonitril Butadien Styreen rubber (ABS): DSM en Dow;
- EPDM rubber: DSM;
- MTBE: Lyondell.

Het grootste deel van bovengenoemde processen speelt zich af op of in de buurt van de productielocaties van de naftakrakers zelf. Het bijbehorende transport geschiedt per buisleiding. Inmiddels bestaat voor propeen een redelijk vertakt buisleidingnet in Zuidwest Nederland, wat nog steeds wordt uitgebreid [56]:

- Uitbreiding van het propeen leidingnetwerk naar Maasvlakte door Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam;
- Aanleg van een multicore leiding in Botlek en Europoort door Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam;
- Een consortium van bedrijven (EPDC) hoopt binnen enkele jaren tot een aaneengesloten netwerk te komen tussen Nederland, België en Duitsland.

Buteen en een klein deel van het geproduceerde propeen verlaat de site van de naftakrakers per schip, spoor of tankauto.

5.2.4 Tussenopslag bij regionale depots

In Nederland bevinden zich elf regionale depots voor de tussenopslag van propaan, butaan en LPG. Het betreft hierbij de volgende locaties:

1. Benegas, Putten;
2. Benegas, Horst;
3. Jewagas, Meerlo-Wansum;
4. Kavegas, Ederveen;
5. Margas, Tiel;
6. Primagaz, Venray;
7. Primagaz, Woudenberg;
8. Primagaz, Zutphen.
9. Robo gas, Nijkerk;
10. Primagaz, Texel;
11. Primagaz, Tilburg.

Deze depots worden gebruikt voor distributie naar de kleinverbruikers, alsmede (in een deel ervan) voor de vulling van gasflessen. Aanvoer naar de depots vindt plaats per tankauto. Op één locatie (Tiel) vindt tevens aanvoer per binnenvaartschip plaats. In [49, 1985] worden naast de hierboven vermelde depots een tiental andere depots genoemd met een capaciteit $> 250 \text{ m}^3$. Inmiddels is vast komen te staan dat deze depots zijn geamoveerd.

In opdracht van de VROM-inspecties is een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheid van een aantal depots [58]. Het onderzoek betreft de depots 1, 2, 4, 5, 8, 9 en 11 en de importterminals Lyondell Maasvlakte, Vlissingen en Amsterdam. De gezamenlijke doorzet van de door VROM onderzochte regionale depots bedraagt 140 kt/jaar. Verondersteld wordt dat alle elf bovengenoemde depots samen een doorzet hebben van 200 kt/jaar.

Behalve door regionale depots worden kleinverbruikers beleverd door transportbedrijven zonder een eigen bulkopslag, die rechtstreeks afnemen van raffinaderijen dan wel regionale depots; voorbeelden zijn OK-gas, Hoes Errogas en Driessengas. Deze transportbedrijven zijn relevant omdat ze over een aantal tankauto's beschikken die mogelijk een groot deel van de tijd geladen met LPG op het bedrijfsterrein aanwezig zijn. Deze inrichtingen zijn buiten de scope van de ketenstudie gebleven.

5.2.5 LPG tankstations

Het gebruik van autogas bedroeg in 2001 volgens [53] totaal 982 mln. liter, ofwel 520 kton (gebaseerd op een 50/50-samenstelling propaan en butaan). Hiervan wordt circa 92,5% gebruikt in personenauto's en 7,5% in vrachtauto's en bussen. Autogas vormt hiermee circa 8,3% van het totale verbruik aan motorbrandstoffen. De levering vindt plaats via tankstations. Nederland telt totaal circa 3600 tankstations, waarvan er bij 2137 stations, naast benzine en diesel, ook autogas wordt geleverd.

De LPG-stations vindt men zowel binnen- en aan de rand van de stedelijke bebouwde kom (63%), als in buitengebied en langs auto(snel)wegen (37%) [52].

Het gebruik van autogas als motorbrandstof is overigens gedurende de afgelopen circa 10 jaren gestaag afgenomen, zowel in absolute zin als relatief betrokken op het totale verbruik. In 1990 bijvoorbeeld werd er nog ruim 1710 mln liter autogas getankt, waarmee het relatieve aandeel 15,9% bedroeg. Er is dus sprake van een afname van autogas verbruik met bijna 45% over een periode van ruim tien jaar; dit terwijl de totale consumptie aan motorbrandstoffen in dezelfde periode juist met ruim 20% toenam.

5.2.6 Industrieel verbruik: Spuitbus vulinrichtingen

Het industrieel verbruik van LPG in Nederland beperkt zich tot spuitbus vulinrichtingen. In Nederland bevinden zich circa 10 bedrijven die zich bezig houden met het afvullen van spuitbussen. Als drijfgas wordt hierbij hoofdzakelijk propaan en butaan gebruikt. De aerosol bedrijven slaan de LPG op in ondergrondse of ingeterpte tanks. De schatting is dat circa 25 kton LPG per jaar als drijfgas wordt gebruikt.

In tabel 5-2 is een overzicht gegeven van de wijze waarop LPG wordt opgeslagen bij de spuitbus vulinrichtingen inclusief de opslagcapaciteit.

Tabel 5-2 Spuitbus vulinrichtingen.

Inrichting	Wijze van opslag	Tank capaciteit [m ³]	Aantal tanks
Denka International, Barneveld	Druk, ingeterpt	20	2x
Enna Aerosols bv, Dokkum	Druk, ingeterpt	20	6x
Eurofill bv, Zaandam	Druk, ingeterpt	20	(2x) ⁽¹⁾
		30	(2x) ⁽¹⁾
Illbruck Seallant Systems BV, Arkel	Druk, ingeterpt	20	
SC Johnson Europlant bv, Mijdrecht	Druk, bovengronds	125	
		60	
		40	
Mobacc bv, Veendam	Druk, ondergronds	20	
		40	
MoTip bv, Wolvega	Druk, ondergronds	40	

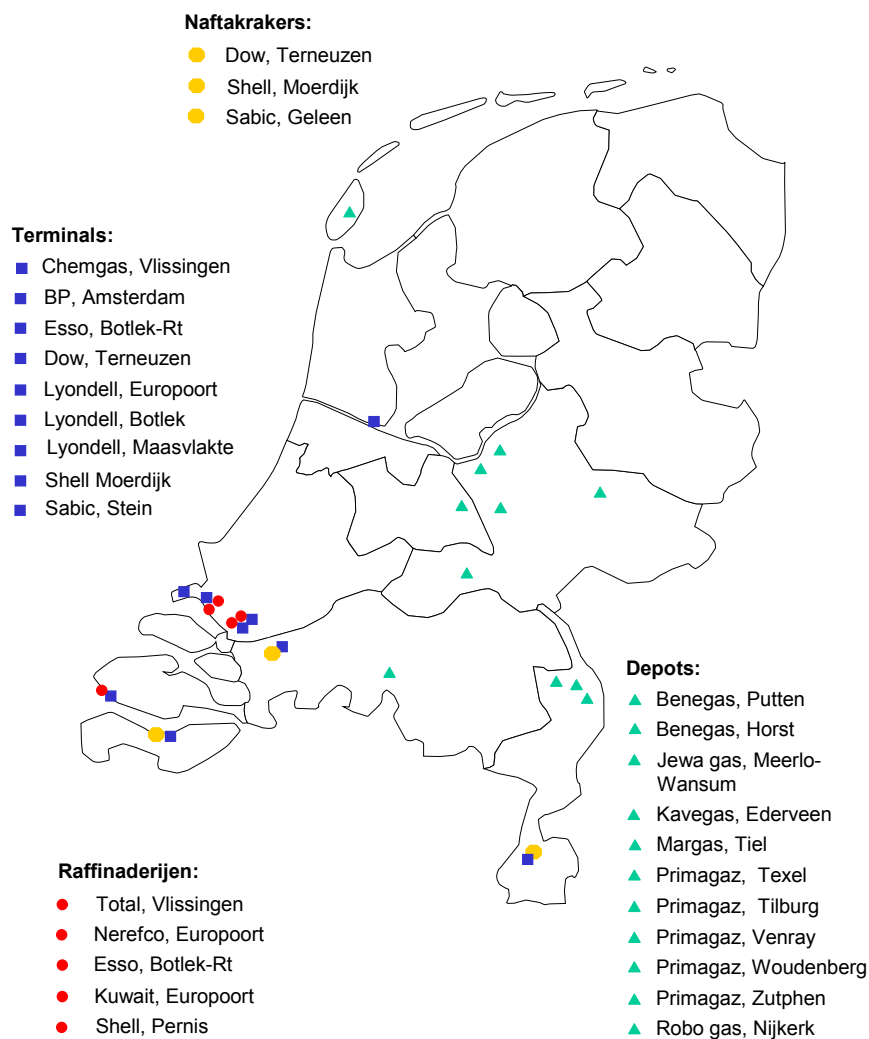
⁽¹⁾ Niet bekend is of beide tanks worden gebruikt voor de opslag van LPG of dat één van de tank wordt gebruikt voor de opslag van DME.

5.2.7 Kleingebruikers

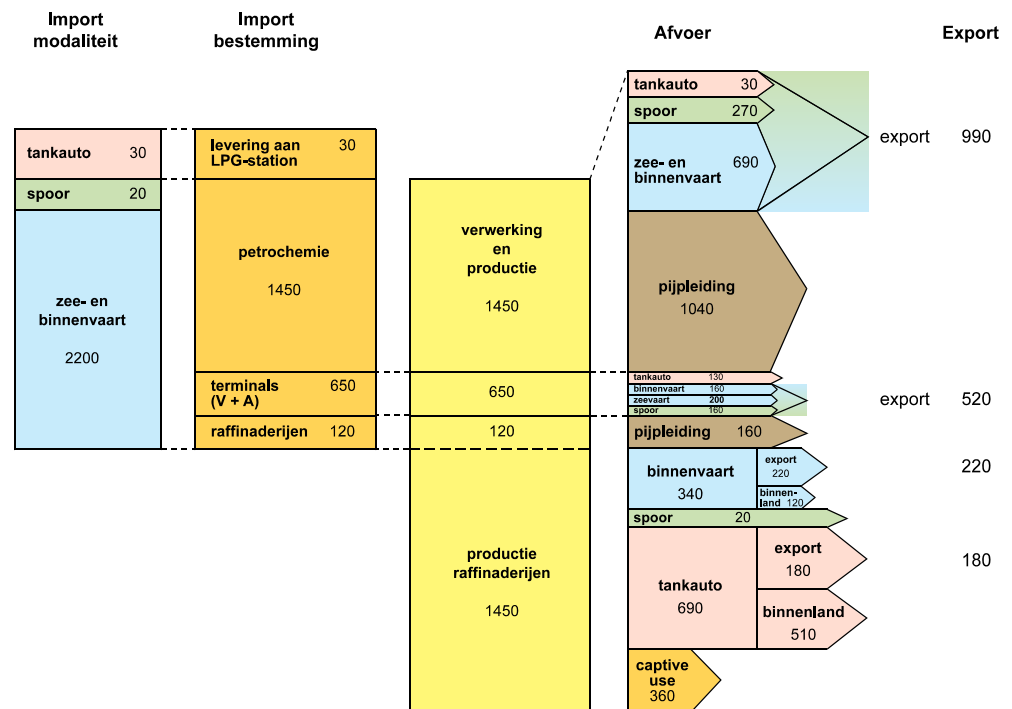
Er bevinden zich in Nederland zo'n 30.000 opslagen van LPG producten. Het betreft hier de bestemmingen die niet aangesloten zijn op het aardgasnet. Hieronder vallen campings, bungalowparken, boerenbedrijven, particulieren, etc. Ook piek gebruik in de agrarische sector zoals voor het drogen van producten na de oogst valt hieronder. Als brandstof wordt meestal propaan gebruikt. Het grootste deel van deze opslagen, zo'n 20.000 tot 25.000, heeft een inhoud tussen 0,15 en 13 m³. Deze opslagen zijn buiten de scope van de ketenstudie gebleven omdat over het algemeen de doorzet en daardoor het extern risico laag is. Daarnaast bevinden deze opslagen zich meestal in dunbevolkte buitengebieden.

5.3 Locaties, hoeveelheden en stofstromen

De locaties waar aanvoer, opslag en verwerking plaatsvindt zijn in figuur 5-4 weergegeven. De balans voor Nederland wordt in het sankey diagram in figuur 5-5 gegeven.



Figuur 5-4 Overzichtskaart LPG-producten.



Figuur 5-5 Sankey diagram LPG-keten.

Het Sankey diagram is gebaseerd op de volgende informatie:

- Import/export gegevens van de VVG [53];
- Gegevens over de terminals in Vlissingen en Amsterdam door de VVG [53];
- Cijfers ten aanzien van raffinage door de VNPI [50, 55]. Schatting van import door tankauto's van 30 kt/jaar;
- Interviews met afzonderlijke bedrijven [54];
- Studie van de regionale depots en terminals door VROM-inspecties [58].

Verdere opmerkingen:

Jaarlijks wordt in Nederland 640 kton propaan, butaan en LPG per tankauto afgeleverd aan tankstations, LPG-depots en overige verbruikers [53]. Hiervan is 130 kton afkomstig van importterminals. De overige 510 kton komt van de raffinaderijen. Vanuit de raffinaderijen wordt totaal 690 kton per tankauto afgevoerd [55]. Geconcludeerd wordt dat de resterende 180 kton geëxporteerd wordt, rechtstreeks naar lokale verbruikers en depots. Het betreft hierbij voornamelijk propaan t.b.v. verwarmingsdoeleinden.

De binnenvaart vanaf de raffinaderijen kent twee grote binnenlandse verbruikers, die samen 120 kt/jaar afnemen. De rest, 220 kt/jaar moet derhalve export betreffen.

De door de diverse partijen aangegeven hoeveelheden leiden zowel bij de import als bij de export tot een grotere omvang (ca. 250 kt/jaar) dan door [53] aangegeven, zie ook § 5.2.1. Voor de grotere omvang bestaan twee verklaringen. De eerste is

dat aanvullende capaciteit in de petrochemische industrie reeds is verwerkt in de getallen van het Sankey diagram. De tweede verklaring is dat een deel van de import- en exporthoeveelheden die de individuele bedrijven gemeld hebben, feitelijk afname binnen Nederland betreft, hoewel het transport wellicht gedeeltelijk over zee gaat.

Het secundaire transport vanaf de regionale depots naar de kleinverbruikers is niet opgenomen in het Sankey diagram. Het betreft 200 kt/jaar die per tankauto getransporteerd wordt. Zie ook § 5.2.4.

5.4 Transport van LPG-producten in Nederland

In deze paragraaf is het transport van LPG producten in Nederland per modaliteit nader uitgewerkt. Om redenen van confidentialiteit kunnen in veel gevallen geen kwantitatieve gegevens worden opgenomen in de tekst; de herkenbaarheid van individuele bedrijven zou te groot worden. De hoeveelheden per route zijn wel bekend bij de auteurs.

5.4.1 Zeevaart

Transport van LPG-producten met zeeschepen vindt plaats zowel gekoeld als onder druk. Zeeschepen met gekoelde tanks hebben een maximale capaciteit in orde-grootte van zo'n 125.000 m³. Zeeschepen die dienen voor de aanvoer van LPG-producten onder druk hebben een maximale capaciteit in orde-grootte van zo'n 20.000 m³, met compartimenten van elk zo'n 5000 m³.

Het volgende transport per zeeschip vindt plaats:

- Aanvoer (import) bij de terminals en petrochemische sites; 2200 kt/jaar
- Afvoer (export) van de terminals en petrochemische sites; ca. 890 kt/jaar

In afnemende volgorde van importantie vindt het transport via de volgende vaarwegen plaats:

- Westerschelde
- Nieuwe Waterweg
- Noordzeekanaal

5.4.2 Binnenvaart

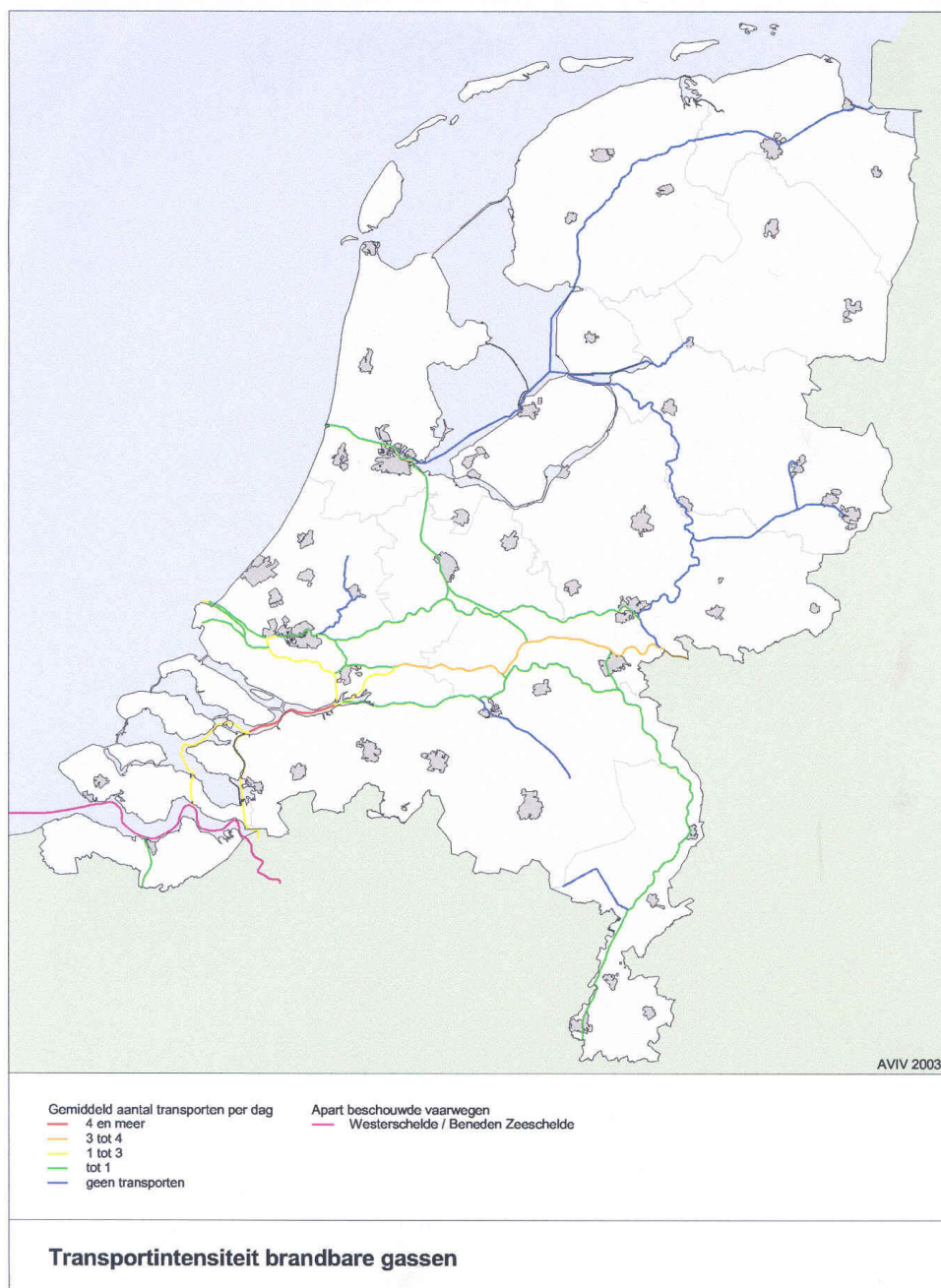
Het transport per binnenvaartschip ('lichter' in het jargon) vindt plaats onder druk in schepen met een typische grootte variërend van 300 tot 2000 ton (550 - 3600 m³), de afzonderlijke tanks hebben een grootte oplopend tot zo'n 200 m³ inhoud.

Het transport vindt plaats naar (in afnemende volgorde van importantie):

- Export over de Waal naar Duitsland: 300 kt/jaar

- Transport naar en van de petrochemische sites
- Export via de Westerschelde naar België
- Bevoorrading van één regionaal depot

In figuur 5-6 is het transport van brandbare gassen per schip weergegeven.



Figuur 5-6 Risicoatlas hoofdvaarwegen [16] – brandbare gassen.

5.4.3 Rail

Het railtransport van LPG-producten vindt plaats in ketelwagens onder druk. Per ketelwagen wordt in totaal zo'n 48 ton (100 m³) vervoerd. Het volgende railtransport vindt plaats:

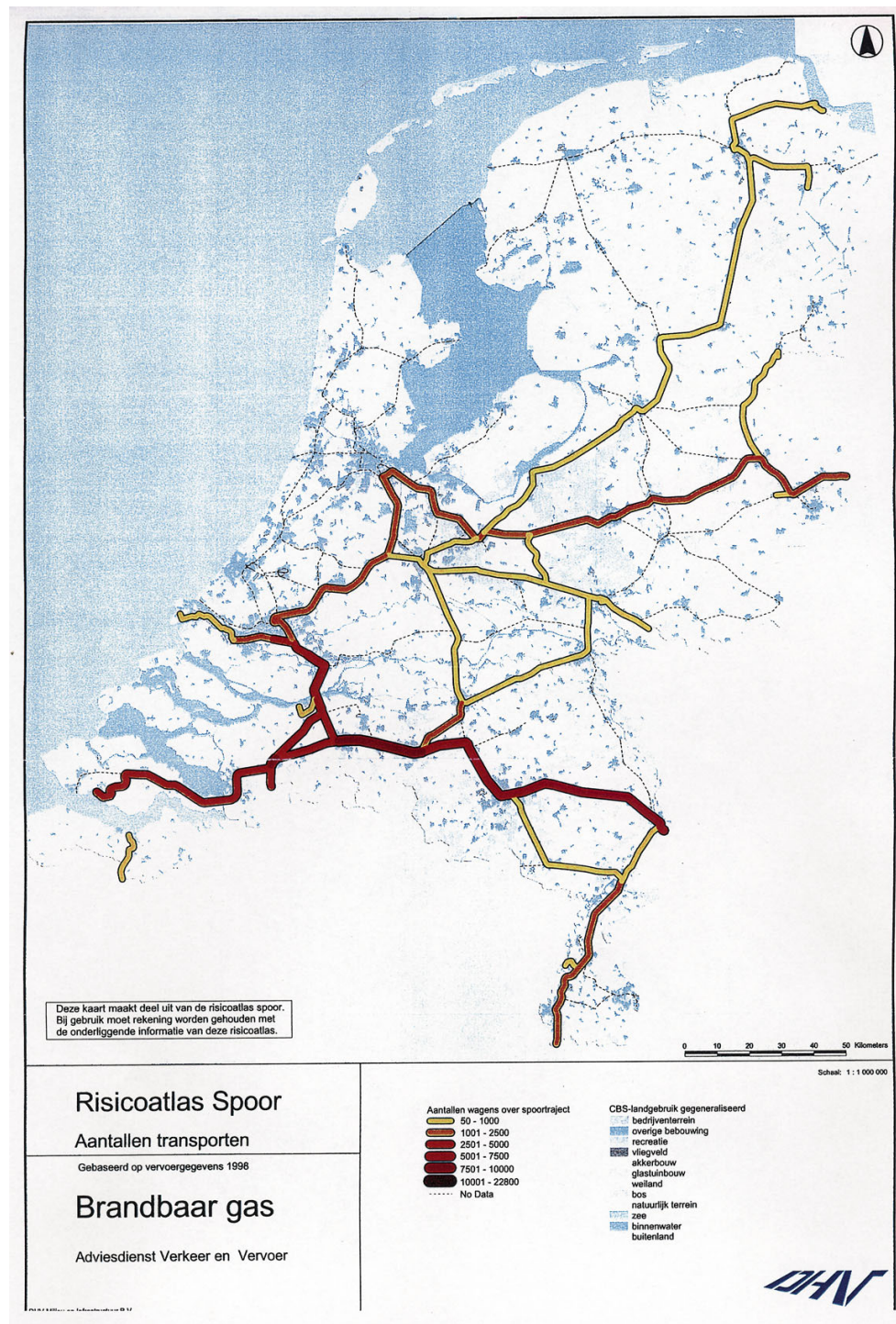
- Aanvoer (import); 20 kt/jaar;
- Export vanaf raffinaderijen naar Duitsland; 20 kt/jaar. Via Venlo en Hengelo;
- Export vanuit doorvoerterminals; 160 kt/jaar. Hier wordt aangenomen dat 120 kt/jaar naar Duitsland gaat via Venlo, en 40 kt/jaar naar België via Roosendaal;
- Export door de petrochemische sites; 270 kt/jaar. Via Venlo, Roosendaal en Maastricht.

Op basis van de railatlas en interviews [5, 53] zijn de volgende transportroutes per rail geïdentificeerd: (zie figuur 5-7):

- Europoort – Duitsland (via Gouda, Weesp, Amersfoort, Hengelo, Bad Bentheim);
- Europoort/Vlissingen – Duitsland (via Tilburg, Eindhoven, Venlo, Kaldenkirchen);
- Terneuzen – Sas van Gent;
- Roosendaal – België (via Essen);
- Roermond – België (via Visée).
- Geleen – Venlo – Duitsland

Uit deze figuur valt af te leiden dat de meest intensieve routes voor het railtransport in volgorde van importantie zijn:

- Brabantroute (Breda-Tilburg-Eindhoven-Venlo)
- Vlissingen - Lage Zwaluwe
- Rotterdam - België
- Rotterdam – Gouda – Weesp – Amersfoort – Hengelo - Bad Bentheim
- Roermond - België



Figuur 5-7 Risicoatlas spoor – LPG (op basis vervoersgegevens 1998).

5.4.4 Weg

LPG producten worden in tankauto's onder druk vervoerd. De inhoud per tankauto bedraagt maximaal zo'n 30 ton (60 m³). Het transport over de weg betreft [53]:

- Import van autogas: 30 kt/jaar;
- Autogas voor de Nederlandse markt: 520 kt/jaar;
- LPG-producten voor vulling van flessen: 20 kt/jaar;
- Propaan voor verwarmingsdoeleinden: 100 kt/jaar.
- C3/C4 producten afkomstig van petrochemische sites: 30 kt/jaar;
- Export van LPG-producten van raffinaderijen: 180 kt/jaar.

Belangrijke transportroutes lopen van de raffinaderijen/terminals naar de regionale depots, en diffuus in het land naar autogas-tankstations en andere kleingebruikers. In de Risicoatlas weg [6] is een schematisch overzicht gegeven van de routes waarlangs brandbare gassen worden getransporteerd. Hierbij worden vijf transport categorieën per jaar onderscheiden:

- Blauwe routes : 0 transporten
- Groene routes : < 1000 transporten
- Lichtgele routes : 1000 – 5000 transporten
- Gele routes : 5000 – 10.000 transporten
- Rode routes : > 10.000 transporten

In [6] wordt het transport van zeer brandbare gassen aangeduid als GF3. In tabel 5-3 wordt een overzicht gegeven van de componenten behorende tot deze categorie en het aandeel in de tellingen.

Tabel 5-3 Nadere specificatie categorie GF3 (op basis van tellingen).

Component	UN-nummer	Aandeel in tellingen
Autogas	1965	98%
Propeen	1077	1%
Propaan en butaan	1978/1011	1%
Acetyleen, 1,1-difluorethaan, ethaan, methylacetyleen, vinylfluoride, tetrafluorethyleen, 1,1-difluorethyleen, 1,1,1-trifluorethaan, propadieen, ethylfluoride, methylfluoride, perfluor(methylvinyl)ether		-

Alle genoemde transporten hebben betrekking op LPG-producten. Opmerkelijk is het geringe aandeel propaan in de tellingen. Verwacht werd een waarde van ca. 16% [53].

In figuur 5-8 is het transport van brandbare gassen over de weg weergegeven.



Figuur 5-8 Risicoatlas weg[6] – brandbare gassen.

Uit deze figuur valt af te leiden dat de concentratie van het transport plaatsvindt rond Rotterdam en Bergen op Zoom en op de A28 tussen Amersfoort en Utrecht. Dit laatste is opvallend omdat er geen producenten en grote gebruikers in Utrecht zijn. Ook opvallend is het geringe transport rond de terminal in Amsterdam. Mogelijk zijn deze punten te wijten aan de onnauwkeurigheid in de tellingen.

5.4.5 Buisleidingen

Transport per buisleiding dient:

- Levering van propaan en butaan aan petrochemische industrie
- Levering van propeen aan petrochemische industrie

De volgende inrichtingen beschikken over een buisleiding ten behoeve van transport van LPG-producten buiten de inrichting:

- Dow, Terneuzen
- Shell, Pernis
- Lyondell, Maasvlakte
- Lyondell, Botlek
- Esso, Botlek
- Shell, Moerdijk

Momenteel bestaat voor LPG-producten geen grensoverschrijdend buisleiding-transport. Wel loopt er een buisleiding over Nederlands grondgebied van BASF Zandvliet (België) naar Antwerpen. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de LPG-producten die per buisleiding worden getransporteerd [60]. Daarbij zijn uitsluitend de buisleidingen genoemd voor transport buiten de inrichting.

Tabel 5-4 Overzicht buisleiding trajecten.

	Van	Via	Naar	Stof	Diameter
1.	Terneuzen	Moerdijk, Pernis	Europoort	Propeen	4" - 6"
2.	Europoort	Pernis	Moerdijk	Butaan	6" - 8"

5.5 Economische aspecten LPG-keten

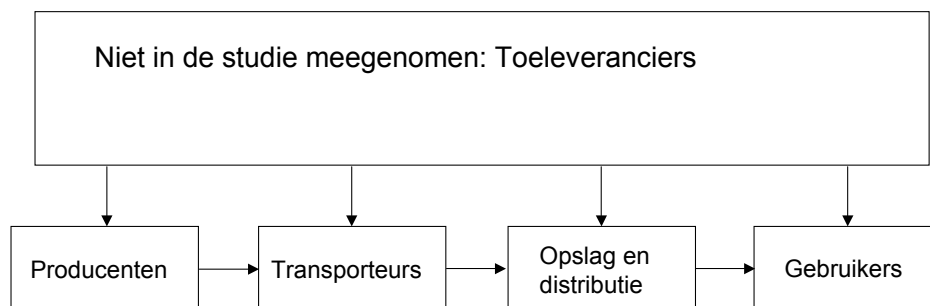
5.5.1 Aanpak economische ketenanalyse

De economische keten geeft het economisch belang weer van het product in de nationale economie voor verschillende schakels in de productie- en consumptie keten. Uitgangspunt is de toegevoegde waarde van economische activiteiten in de keten. Deze studie gaat niet in op de waarde voor gebruikers van LPG bijv. in termen van kostenvoordelen voor hun productieproces of kostenvoordelen voor automobilisten. Deze studie gaat alleen in op de productiewaarde en werkgelegenheid van de activiteiten in de keten, maar is nog geenszins een economische effectenstudie. Wel kan de studie informatie aandragen voor een studie naar de economische effecten van maatregelen.

Voor deze studie en aansluitend bij de technisch-grondstoffelijke ketenbeschrijving worden de volgende schakels onderscheiden: productie, transport, distributie en opslag, en gebruik door afnemers (verwerking tot afgeleide producten). De hier beschreven economische activiteiten betreffen alle bedrijven die *direct* betrokken zijn bij productie, transport en distributie en verbruik van LPG.

Zoals reeds is opgemerkt in het begin van hoofdstuk 5 worden LPG stoffen (propanaan, butaan, autogas, propeen, buteen en butadieen) behalve als autogas gebruikt als grondstof voor meerdere toepassingen in producten, zoals polypropeen, polypropeenoxide en etheen. Maar ook van deze halffabrikaten kunnen weer afgeleide producten gemaakt worden. Het economisch belang van LPG stoffen werkt dus door in meerdere afgeleide producten en sectoren. De ketenanalyse beperkt zich echter tot de *direct* uit LPG afgeleide producten als polypropeen, polypropeenoxide, etheen en cumeen. De ketenstudie geeft derhalve een beschrijving van het economisch belang van de productie, transport, opslag en distributie en (directe) verwerking van LPG stoffen in halffabrikaten en eindproducten.

De toeleveranciers aan de direct betrokken bedrijven in de verschillende schakels zijn in deze fase van het onderzoek niet in kaart gebracht. Een uitzondering hierop vormen de contractors die direct op de site werken en de producenten, installateurs en onderhoudsbedrijven van autogastanks. Indien in de volgende fase maatregelen worden geïdentificeerd die mogelijktoeleveranciers beïnvloeden, worden deze alsnog nagegaan.



Figuur 5-9 Afbakening ketenstudie.

In het geval van productie, transport en verwerking van LPG is er sprake van een groot aantal spelers. Bij de belangrijkste partijen die betrokken zijn bij productie, vervoer, distributie en opslag en verwerking van LPG stoffen is een interview afgenomen. Geïnterviewde spelers zijn:

- Branchevereniging VVG;
- Branchevereniging VNPI;
- BOVAG (als vertegenwoordiger van tankstations en inbouw/onderhoud van autogastankinstallaties);

- Diverse transporteurs, overslagbedrijven en opslagbedrijven (Railion, Chemgas Shipping, Chemgas terminal Vlissingen, BP terminal Amsterdam, Schenk, Max autogas, Coulier, Jongeleen, Primagaz, Benegas);
- LPG verwerkende industrie (DOW, Lyondell, Sabic, Shell Moerdijk).

De volgende economische gegevens zijn gevraagd:

- Werkgelegenheid (deel dat valt toe te rekenen aan de productie, transport, opslag en distributie van LPG-stoffen);
- Omzet (idem);
- Toegevoegde waarde¹ (idem);
- Verwachte ontwikkelingen in werkgelegenheid, omzet en toegevoegde waarde tot 2010².

De bedrijven hebben hun medewerking verleend onder voorwaarde van vertrouwelijke behandeling van de gegevens. Omdat er in veel schakels een beperkt aantal spelers is, is het niet mogelijk de economische gegevens van de geïnterviewde bedrijven per schakel in de keten te rapporteren. Daarom worden de resultaten gepresenteerd voor een aantal schakels gezamenlijk (zoals voor productie en transport).

Met betrekking tot de verzameling en presentatie van de economische cijfers dient de problematiek van de “joint costs and benefits” in het oog te worden gehouden: dat wil zeggen kosten en opbrengsten hebben primair betrekking op processen en niet op individuele producten. Uit een en hetzelfde productieproces kunnen meerdere producten resulteren. In een aantal gevallen is daarom een precieze toerekening van kosten en opbrengsten naar individuele producten niet goed mogelijk. Derhalve is in een aantal gevallen een indicatieve toerekening naar individuele producten gemaakt.

¹ Voor de vergaring van informatie over toegevoegde waarde zijn meerdere, meer specifieke, vragen gesteld. Dit om uiteenlopende interpretaties van het begrip te vermijden. Bruto toegevoegde waarde wordt gedefinieerd als zijnde de productiewaarde vermindert met de verbruikswaarde. De verbruikswaarde omvat op haar beurt de inkoop van de grond- en hulpstoffen, onder verrekening van voorraadmutaties, de kosten van energieverbruik en de overige bedrijfskosten. Anders gezegd, de bruto toegevoegde waarde omvat de volgende posten: winst na belasting (geschoond voor buitengewoon resultaat, indien van toepassing), belasting (idem geschoond), afschrijvingen en tenslotte bruto loonkosten (exclusief loonkosten van derden); daarbij is geabstraheerd van subsidies en indirecte belastingen.

² Deze gegevens zijn verwerkt in het aparte hoofdstuk over autonome ontwikkelingen.

5.5.2 Resultaten economische aspecten LPG

5.5.2.1 Productie, transport en verbruikende industrie

Shell (Pernis), Nerefco (Europoort), Esso (Botlek), Total (Vlissingen) en Kuwait (Europoort) zijn de producenten van LPG in Nederlandse raffinaderijen. De totale jaarlijkse productie van LPG bedraagt omstreeks 1450 kiloton. Daarnaast wordt nog eens 120 kiloton door de raffinaderijen geïmporteerd. Ca. 360 kiloton van de fysieke productie wordt intern gebruikt door de raffinaderijen. Het overige deel wordt afgevoerd per tank- of vrachtwagen (flessen), schip (bulk) of pijpleiding naar binnen- en buitenland. Het totale transport van LPG vindt plaats over zee (export), via het spoor (doorvoer naar Duitsland door Railion) en over de weg (met name autogas naar tankstations).

In Nederland zijn ca. 4700 personen werkzaam in de productie, transport en op/overslag gemoeid met fabricage van eindproducten waarin LPG is verwerkt. Hierin zijn ook de verkooporganisaties van raffinaderijen en depots besloten. De omzet in dit deel van de keten bedroeg in 2001 omstreeks 6,2 miljard euro. De toegevoegde waarde in dit deel van de keten wordt geschat op 1,9 miljard euro in 2001.

Tabel 5-5 Economische gegevens LPG productie, transport, op/overslag en verbruik industrie in 2001^a.

Variabele	
Fysieke productie raffinaderijen (kiloton)	1570
Transport rail, weg en schip NL wateren (kiloton)	2070
Werkgelegenheid (werkzame personen)	4700
Omzet in miljard euro	6,2
Toegevoegde waarde in miljard euro	1,9

^a De omzet, toegevoegde waarde en werkgelegenheid van enkele andere industrietakken (zoals drijfgas voor spuitbussen) ontbreekt nog in het overzicht.

^b Deze post bevat ook vervoer naar en in het buitenland van de Nederlandse LPG transporteurs.

5.5.2.2 Tankstations

Uit informatie van de BOVAG blijkt dat er in Nederland circa 3600 tankstations zijn. Daarvan verkopen ruim 2100 tankstations LPG als autobrandstof. De meeste LPG tankstations zijn gelegen binnen de bebouwde kom van gemeentes, maar het grootste deel van de LPG-verkoop vindt plaats bij tankstations langs rijkswegen of provinciale wegen. Slechts 1 op de 3 buurtstations beschikt over LPG aan de pomp. In 2001 werd 982 miljoen liter LPG afgezet door de tankstations. Hiermee is een omzet gemoeid van 442 miljoen euro (in 2001). Met de afzet van LPG (autogas) hangt echter ook een aantal nevenverkopen van de tankstations samen, zoals in de

shop, wassingen en onderhoud. Inclusief deze aan LPG gerelateerde activiteiten bedraagt de omzet van tankstations gerelateerd aan LPG circa 540 miljoen euro. De toegevoegde waarde van de tankstations uit LPG verkoop en gerelateerde activiteiten komt uit op 270 miljoen euro. Er zijn circa 1840 werkzame personen betrokken bij de verkoop van LPG in de tankstations (inclusief shop etc.). In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de economische betekenis van LPG afzet in tankstations.

Tabel 5-6 Economische gegevens LPG afzet tankstations 2001.

Variabele	
Fysieke afzet LPG (miljoen liter)	982
Werkgelegenheid gerelateerd aan LPG (werkzame personen)	1840
Omzet LPG in miljoen euro	540
Toegevoegde waarde LPG in miljoen euro	270

5.5.2.3 Productie, onderhoud en installatie van LPG tanks in auto's

Voor verbruik van LPG als autogas is een LPG tank nodig. In de onderhoudsbranche zijn ca. 420 full time arbeidsplaatsen gemoeid met installatie en onderhoud van de tanks. Daarnaast zijn er nog eens 440 arbeidsplaatsen gemoeid met de productie van 120.000 autogastanks en brandstofinstallaties per jaar (waarvan 90.000 voor de export en 30.000 voor de Nederlandse markt). De productie van LPG tanks, alsmede de inbouw van ca. 30.000 LPG tanks per jaar in Nederland en het onderhoud daarvan levert een omzet op van in totaal 157 miljoen euro (2001). De toegevoegde waarde bedraagt bijna 80 miljoen euro.

Tabel 5-7 Economische gegevens productie, onderhoud en installatie LPG tanks in auto's, 2001.

Variabele	
Fysieke afzet (aantal tanks per jaar)	120.000
Werkgelegenheid (werkzame personen)	860
Omzet in miljoen euro	157
Toegevoegde waarde in miljoen euro	78

5.5.3 Totaal LPG-keten

Op basis van de uitgevoerde inventarisatie blijken er circa 7400 personen werkzaam bij productie, transport (incl. import, en op- en overslag) en distributie en verbruik van LPG.

De omzet van de LPG branche lag in 2001 op ca. 6,9 miljard euro. De toegevoegde waarde van de totale keten bedraagt ca. 2,3 miljard euro op jaarbasis. Dit komt overeen met een aandeel van 0,53 procent in het totale bruto binnenlands product (BBP) in 2001. Ter vergelijking: het aandeel in het BBP van bijvoorbeeld de totale

chemische basisproductenindustrie bedroeg in 2001 ca. 1,25%, van de totale aardolie-industrie ca. 1,60% en van de papierindustrie 0,46%¹

Tabel 5-8 Economische gegevens LPG branche, 2001.

Variabele	
Werkgelegenheid (werkzame personen)	7400
Omzet in miljard euro	6,9
Toegevoegde waarde in miljard euro	2,3
Aandeel toegevoegde waarde LPG branche in het totale Bruto Binnenlandse Product (BBP) in Nederland	0,53%

¹ Let wel: bij de ketenstudie betreft het de LPG branche bestaande uit onderdelen van meerdere bedrijfstakken.

6. Toekomstverkenning

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de mogelijke toekomstige ontwikkelingen vanaf 2002 tot circa 2010, en waar relevant na 2010. Nagegaan wordt of er op grond van min of meer trendmatige “autonome” ontwikkelingen - met betrekking tot bijvoorbeeld technologie, beleid, economie, ruimtelijke ontwikkeling - belangrijke veranderingen in de ketens worden verwacht. Tevens wordt aangegeven waar er nu al “trendbreuken” kunnen worden voorzien en waar er nog belangrijke onzekerheden bestaan m.b.t. de toekomst.

Allereerst wordt in paragraaf 6.2 beschreven welke economische ontwikkeling in dit decennium wordt verwacht op basis van CPB scenario's. Hierbij wordt ingegaan op de groei van productie en gebruik en het vervoer. Aangezien deze scenario's vrij algemeen de economische ontwikkeling beschrijven is ook specifiek naar de verwachtingen voor ammoniak, chloor en LPG gekeken op basis van specifieke bronnen voor deze producten [62-77] in de respectievelijke paragrafen 6.3-6.5. Naast de economische ontwikkeling zal er in de komende jaren ook ruimtelijke ontwikkeling plaatsvinden. Deze wordt beschreven in paragraaf 6.6.

6.2 CPB scenario's

Het CPB heeft drie omgevingsscenario's opgesteld voor de periode tot 2020 in de publicatie *Economie en Fysieke Omgeving* (CPB, 1997). Uitgangspunt van de scenario's is voortzetting van het beleid zoals dat tot 1997 in wetsvoorstellen en plannen was neergelegd.

In het **Global Competition** scenario (GC) ligt de nadruk op internationale concurrentie en een grote dynamiek. Het algehele vertrouwen in de werking van het marktmechanisme leidt tot een grote groei van de wereldhandel. De groei van het nationale BBP ligt in dit scenario op 3¼% per jaar voor de periode 2000-2010. De dienstensector groeit beduidend sterker dan de industrie. Het **European Coordination** scenario (EC) gaat uit van een verregaande Europese integratie. De economische groei is in Europees georiënteerde sectoren hoog mede als gevolg van de integratie. De economische groei in Nederland ligt op 2¾% per jaar. Onenigheid rond de Europese eenwording, afscherming van nationale economieën en een sterke beleidsconcurrentie zijn de ingrediënten van het **Divided Europe** scenario (DE). In dit scenario is sprake van een trage economische groei van 1½% per jaar.

Tabel 6-1 *Kerncijfers CPB scenario 's, 2000-2010 [62].*

	Groei in % per jaar		
	GC	EC	DE
Wereldhandel	7 ½	6	4
BBP West-Europa	2 ¾	2 ½	1 ½
BBP Nederland	3 ¼	2 ¾	1 ½

Het CPB geeft toekomstverwachtingen voor een drietal subsectoren van de chemie: de petrochemie, anorganische chemie en de kunstmestchemie. Navraag bij het CPB wijst uit dat er geen ramingen zijn op een lager niveau. In tabel 6-2 wordt de stijging van de fysieke productie van kunstmestchemie (waaronder ammoniak), de anorganische chemie (waaronder chloor) en de petrochemie (waaronder LPG) in de CPB scenario 's weergegeven.

Tabel 6-2 *Groei fysieke productie basischemie CPB scenario 's, 1996-2020 [62].*

Subsector Chemie	% groei [1/jaar]		
	GC	EC	DE
Petrochemie (wo. LPG)	2,4 niet bekend	2,0 niet bekend	0,9 niet bekend
Anorganische chemie (wo. Chloor)	2,5 niet bekend	2,2 niet bekend	1,0 niet bekend
Kunstmestchemie (wo. Ammoniak)	0,4 niet bekend	-0,2 niet bekend	-0,6 niet bekend

Goederen vervoersontwikkelingen

Het totale goederenvervoer blijft in de toekomst verder toenemen. De ontwikkeling van het vervoerd tonnage ligt in DE in lijn met de historische groei, terwijl in EC en GC de groei van het tonnage krachtiger is dan in het verleden. Het goederenvervoer per spoor, dat qua aandeel in de modal split (vervoersmodaliteit) bescheiden is, vertoont in alle scenario 's de grootste groei. De groei van de binnenvaart is trager door de geringe groei van vervoer van droog massagoed (granen, ertsen etc.). Het marktaandeel van het spoor neemt met 1%-punt toe door de verbeterde aanbodcondities (o.a. Betuwelijn), afstandstoename en de groei van het internationale goederentransport.

6.3 Ontwikkelingen ammoniak

6.3.1 Productie van ammoniak

Ammoniak is een belangrijke grondstof voor de kunststof- en kunstmest chemie. De vraag naar kunstmest neemt in de CPB scenario 's niet tot nauwelijks toe door de matige vooruitzichten voor de akkerbouw en milieu - regelgeving. Door de groei van de tuinbouw stijgt de productie van kunstmestchemie alleen nog in ge-

ringe mate in het GC scenario. Voor West-Europa als geheel wordt zelfs een daling van de productie van ammoniak verwacht met 20% (Bron: VNCI). Voor zover er uitbreiding van de productie is zal dit meer in het verre oosten zijn of in landen waar veel c.q. goedkoop aardgas beschikbaar is.

Hieruit is op te maken dat de fysieke productie van ammoniak eerder zal stabiliseren in GC tot dalen in EC en DE. Ook uit interviews met ammoniakproducenten is gebleken dat de algehele vooruitzichten voor de productie van ammoniak niet erg gunstig zijn. Met name de kunstmest-toepassingen van ammoniak staan onder druk. De meeste bedrijven verwachten voor de markt als geheel een teruglopende vraag naar ammoniak en een zekere consolidatie in de markt. De Nederlandse producenten verwachten evenwel op basis van hun gunstige uitgangspositie qua kosten hun marktpositie te versterken bij een verslechterende afzetmarkt. Geen van de bedrijven verwacht echter een uitbreiding van de productiecapaciteit. Al met al duidt dit op een stabilisatie tot geringe groei van de fysieke productie van ammoniakproducenten in Nederland. Een van de ammoniakbedrijven verwacht een dalende export, maar een stijgende productie voor intern verbruik van ammoniak.

Er is regelmatig sprake van om de ammoniak overschotten op de Oost-Europese markt af te zetten in West Europa. Dit zou kunnen betekenen dat zich in de komende jaren een import terminal zal vestigen in het Rijnmond gebied. De vestiging van een dergelijke ammoniak terminal is echter onwaarschijnlijk gezien het intrekken van de vergunning voor de ammoniak terminal van het voormalige Kemira in Rozenburg.

6.3.2 Transport van ammoniak

Aangezien er nauwelijks groei van de ammoniakproductie en verbruik wordt verwacht zal ook het transport niet sterk veranderen tot 2010. Alleen indien in Nederland een terminal voor de import van ammoniak uit Oost Europa wordt gevestigd mag een sterke toename van het railtransport en transport per binnenschip naar Duitsland en België worden verwacht. In het kader van het recent intrekken van de vergunning van de ammoniak terminal van het voormalige Kemira in Rozenbrug lijkt deze ontwikkeling niet erg waarschijnlijk.

Een andere verandering is dat mogelijk meer ammoniak van Hydro Agri in Sluiskil aan BASF Antwerpen wordt geleverd. Beide bedrijven hebben een onlangs een 5 jarig convenant gesloten voor de onderlinge levering van 70 - 100 kton per jaar. Dit betekent een afname van het transport op de Westerschelde westelijk van Terneuzen van 140-200 kton. Een mogelijke ontwikkeling zou kunnen zijn een nog grotere onderlinge levering.

In Sluiskil bestaat de mogelijkheid om ammoniak onder druk in (binnenvaart-) schepen te verladen en aan- of af te voeren. Volgens de milieuvergunning van het bedrijf mag deze verlaadinstallatie maximaal 200 uren per jaar worden gebruikt.

Dit komt neer op een verlaadcapaciteit van maximaal 80 kton/jaar. In de achterliggende (circa tien) jaren is van deze faciliteit geen gebruik gemaakt. Deze stroom wordt daarom voor de huidige situatie in de ketenanalyse buiten beschouwing gelaten, maar zou in de (nabije) toekomst toch weer actueel kunnen worden. Een recent leveringscontract kan er wel toe leiden dat deze optie gaat worden gebruikt voor levering aan een afnemer in Duitsland. Dit wordt voor de studie beschouwd als een mogelijke toekomstige ontwikkeling.

Uit interviews met wegtransporteurs blijkt dat men in het algemeen geen grote veranderingen verwacht.

6.4 Ontwikkelingen chloor

6.4.1 Productie en opslag van chloor

Chloor dat geproduceerd wordt in Hengelo en Delfzijl wordt gebruikt als grondstof voor de productie van oa. monochloorazijnzuur in Hengelo, gechloreerde oplosmiddelen in Delfzijl en voor de productie van vinylchloride monomeer in het Botlekgebied in Rotterdam. Wereldwijd wordt verwacht dat de chloorproductie zich sterk zal uitbreiden. Dit komt vooral door een uitbreiding in landen als China en India. De vooruitzichten voor de vraag naar chloor in West-Europa zijn echter minder gunstig. Momenteel is sprake van overcapaciteit in de productie van chloor.

Voor chloor zijn geen voorspellingen bekend op basis van desk research. Wel is de verwachting dat de chloorproductie in West Europa niet sterk zal veranderen. De capaciteit zal naar verwachting ongeveer gelijk blijven, de productie neemt marginaal toe vanwege een iets hogere operation rate. Chloor is over het algemeen een product dat niet over grote afstanden wordt getransporteerd. De productie is voor lokale afnemers zoals producenten van PVC, titaandioxide, MDI, Epichloorhydriene, aramide enz. Dat betekent dat lokaal de situatie kan afwijken van het Europees gemiddelde. De productie van chloor zal toenemen als de afnemers hun productiecapaciteit vergroten.

Chloorakkoord

Deze verwachtingen zijn gebaseerd op het convenant van Akzo Nobel met de overheid. Eind 2001 is aangekondigd dat de productie van chloor in Delfzijl per 2004 zou worden beëindigd. Toen was voorzien dat chloor daarna per rail aangevoerd zou worden om te voorzien in lokale vraag te Delfzijl (ongeveer 20.000 ton per jaar). Nu de situatie in het kader van het convenant is gewijzigd, wordt overwogen de chloorproductie in Delfzijl ook na 2004 gedeeltelijk voort te zetten, binnen procesmatige randvoorwaarden, om in ieder geval in de lokale behoefte te kunnen voorzien. De productie zal dan medio 2005 worden beëindigd waarna gedurende korte tijd chloor dient te worden aangevoerd. Een besluit over voortzetting

van de chloorproductie in Delfzijl zal in de eerste helft van dit jaar worden genomen. Indien alle randvoorwaarden, opgenomen in het convenant op tijd zijn vervuld, zal de herlocatie van de chloorproductie en MCA-productie van Hengelo naar Delfzijl in 2006 kunnen zijn geëffectueerd. Dit betekent dat de vestiging van Akzo Nobel in Hengelo (capaciteit 70 kton chloor per jaar) wordt gesloten. Ook de chloorfabriek die werkt met het diafragma-proces in Delfzijl wordt gesloten. In Delfzijl wordt op dezelfde lokatie een nieuwe membraan electrolyse fabriek gebouwd met een iets kleinere capaciteit dan de huidige (van 120 naar 110 kton/jaar). De monochloorazijnzuur productie wordt verplaatst van Hengelo naar Delfzijl.

De productiecapaciteit van chloor in de Botlek wordt uitgebreid. De capaciteit bedraagt nu 370 kton chloor per jaar, in 2006 zal dat naar verwachting 600 kton per jaar zijn met een verdere stijging tot 800 kton/jaar in 2008. Deze productie is volledig bestemd voor lokale afnemers. In totaal stijgt de capaciteit in Nederland dus van 550 naar 810 kton chloor per jaar en zal de chloorproductie volledig via het membraanproces plaatsvinden. Doordat de productie meer ter plaatse van de afnemers gaat plaats vinden neemt de transportstroom per rail af. Het reguliere transport stopt; incidenteel zal tot maximaal 10 000 ton per jaar over het spoor vervoerd kunnen worden (zie § 4.1).

Wanneer het reguliere transport per trein stopt, zal de opslagcapaciteit wat groter moeten zijn om als buffer te kunnen dienen. Mogelijk komt er een derde koudchlooropslagtank bij in de Botlek (capaciteit van 2000 naar 3000 ton). In Delfzijl is de opslagcapaciteit (ook koudchloor) nu 600 ton. Ook hier overweegt men uitbreiding. De opslag van 50 ton in Hengelo (drukopslag) verdwijnt.

Voor General Electric in Bergen op Zoom, de enige andere producent van chloor, worden geen capaciteitswijzigingen voorzien. Het chloor van General Electric wordt ook in de toekomst ter plaatse volledig gebruikt voor de productie van polycarbonaat.

6.4.2 Transport van chloor

Railion gaf in het interview aan geen eigen voorspellingen te hebben voor het railtransport van chloor, ammoniak en LPG.

Ook hier speelt het convenant met Akzo Nobel weer een belangrijke rol bij de vooruitzichten voor 2010. Dit convenant is vooral gericht op het stoppen van de chloortrein. Indien alle randvoorwaarden, opgenomen in het convenant op tijd zijn vervuld, zal de relocatie van de chloorproductie en MCA-productie van Hengelo naar Delfzijl in 2006 kunnen zijn geëffectueerd. Door deze herlocatie, aangevuld met een capaciteitsvergroting in de Botlek, zal structureel transport over het spoor dan niet langer nodig zijn. Tot die tijd zal Akzo Nobel regulier chloor blijven transporteren. Naar Rotterdam zal dat maximaal de vergunde 90.000 ton per jaar

zijn. Het actuele transport is de laatste jaren lager. Na 2005 zal in geval van storingen nog maximaal 10.000 ton chloor per jaar mogen worden getransporteerd per spoor. Dit incidenteel transport zal naar verwachting vooral import uit het buitenland zijn. De import van chloor zal daarom vermoedelijk in 2010 iets hoger kunnen zijn dan in 2000.

De verwachting is dat het transport over de weg van chloorvaatjes van Hengelo naar Sittard zal stoppen met de sluiting van de Hengelo-vestiging. Dit wordt niet vervangen door een levering uit een andere Nederlandse vestiging van Akzo Nobel. Mogelijk zal deze stroom vervangen worden door een importstroom. Het transport over langere afstand zal in 2010 niet meer plaatsvinden. Het transport van de producent naar de grootverbruikers gaat via (korte afstand) pijpleidingen plaatsvinden.

6.5 Ontwikkelingen LPG

6.5.1 Productie van LPG

LPG ontstaat vooral als bijproduct van raffinaderijen in Rotterdam (petrochemie), waarvan een groot deel wordt geëxporteerd naar Duitsland. LPG wordt voor de volgende doeleinden gebruikt:

- verwarmings- en stookdoeleinden;
- autogas;
- grondstof voor de chemische industrie (o.a. krakers).

De vraag vanuit de chemische industrie is afhankelijk van het proces (soms is bijvoorbeeld propaan of butaan de enig mogelijke grondstof in het proces) en / of de marktprijs (bij krakers wordt afhankelijk van de prijs nafta of LPG als grondstof gebruikt).

Verwarmingsdoeleinden in Nederland

LPG wordt in Nederland voor stook- en verwarmingsdoeleinden gebruikt. Dit betreft afgelegen bestemmingen en bedrijven met een piekbelasting, zoals bijvoorbeeld bij grasdrogerijen in de zomer. Verwacht wordt dat deze afzet tamelijk constant zal blijven de komende 10 jaar. Eventuele groei zal gecompenseerd worden doordat meer bedrijven / woningen aardgas gaan gebruiken.

Autogas

Sinds 1990 is een sterke daling van het verbruik van LPG als autobrandstof opgetreden door verschuiving van gebruik van LPG naar diesel (zie tabel 6-3).

Tabel 6-3 Verbruik autobrandstoffen in Nederland, 1985-2001 [72].

Jaar	Verbruik autobrandstoffen [Mln liters]	
	autogas	Diesel
1985	1544	3167
1990	1713	4435
1995	1425	5173
2000	1069	6483
2001	982	6610

De vooruitzichten voor LPG als autogas zijn onzeker. Tien jaar geleden was het rijden op LPG aanzienlijk goedkoper dan diesel, niet alleen vanwege fiscale bevoordeling, maar ook omdat kleine diesel auto's nog niet beschikbaar waren. Thans ontlopen de prijs per autokilometer van diesel en LPG elkaar nauwelijks meer. Er is echter nog een belangrijk verschil: de dieseltechnologie wordt ondersteund door de autofabrikanten en in het laatste decennium zijn de dieselmotoren aanzienlijk beter en gebruikersvriendelijker geworden. Het merendeel van de LPG auto's is echter "retrofit" (d.w.z. de auto's worden door de importeur of gespecialiseerde bedrijven omgebouwd voor LPG). Hierdoor duurt het altijd enige tijd voordat een nieuw model verkrijgbaar is op LPG. In de laatste jaren levert een klein aantal autofabrikanten echter, af fabriek, auto's op LPG, maar daarin is nog geen sterke groei waarneembaar. Lease bedrijven en wagenparkbeheerders lijken bovendien in toenemende mate een voorkeur aan diesel te geven.

Wel stijgt het aantal voertuigkilometers tot 2010 met ca. 17 % (ECN en RIVM, 2001). Het totale brandstofverbruik van het wagenpark stijgt in de periode 2000-2010 met 12 %. LPG wordt echter voornamelijk gebruikt voor personenauto's. Volgens ECN en RIVM is de groei van het energiegebruik bij het personenvervoer slechts 2 % voor de gehele periode 2000-2010. Bij een afnemend aandeel van LPG in het totale brandstofverbruik kan de afzet van LPG brandstof nog constant blijven tot licht dalen.

Chemische industrie

De ontwikkeling van de vraag naar LPG als grondstof voor de krakers is moeilijk te voorspellen. Als door een afname van het gebruik van LPG als autogas een overschot op de Nederlandse markt ontstaat zal er meer LPG in krakers worden gebruikt. Daarentegen wordt door het bedrijfsleven in het algemeen niet verwacht dat de vraag naar kraakproducten (etheen, propeen, butenen) in West Europa de komende jaren sterk zal toenemen. Bij industriële grootverbruikers van butaan en propeen zou een mogelijke groei kunnen worden verwacht, al is dat mede afhankelijk van de economische conjunctuur. Gezien de huidige economische ontwikkelingen, waarbij in ieder geval voor de komende jaren slechts op een bescheiden economische groei mag worden gerekend, wordt er echter geen grote verandering verwacht.

Export Duitsland en België

LPG wordt in Duitsland voornamelijk gebruikt voor kook- en verwarmingsdoel-einden. LPG als motorbrandstof is niet populair in Duitsland, mede omdat Duitse automobielfabrieken nauwelijks LPG auto's af fabriek leveren. De laatste jaren is de import van LPG uit Oost Europa toegenomen, ten koste van de import uit Nederland. Verwacht wordt dat de export naar Duitsland op het huidige niveau zal blijven, mede omdat ook geen grote investeringen in de chemische industrie in Duitsland worden verwacht.

De export naar België betreft vooral grondstof voor de chemische industrie. Gezien de gunstige ligging van de Antwerpse haven kan hier mogelijk ook in de komende 10 jaar een chemie bedrijf komen dat LPG als grondstof heeft. De aanvoer zal per zeeschip over de Westerschelde zijn of per lichter vanuit Vlissingen, Terneuzen of Botlek. Verwacht wordt dat de afzet voor de autogas markt in België constant zal blijven of zal afnemen.

Conclusie LPG

Al met al lijkt een constante LPG productie en afzet aannemelijk. Dit spoort met de inzichten van de VNPI.

De VNPI geeft aan dat men geen veranderingen in de afzet van LPG verwacht. Mogelijk dat de autogasmarkt iets afneemt, echter het niet als autogas gebruikte LPG zal dan als grondstof naar de chemische industrie of naar het buitenland gaan. Dit zou een geleidelijke verschuiving van het wegtransport naar vaarweg of rail kunnen betekenen.

Aandachtspunt

Het EU beleid zou zich kunnen richten op vervanging van olieproducten als motorbrandstof door alternatieve brandstoffen. In dat kader zou 20 % van de brandstof in 2020 zijn vervangen door alternatieve brandstoffen, de zogenaamde "20/20" *challenge*. Er vindt in dit verband discussie plaats wat die alternatieve brandstoffen zouden moeten zijn. Genoemd kunnen o.a. worden bio-diesel, waterstof, CNG en LPG. Ook wordt gediscussieerd over de respectievelijke aandelen van de diverse stoffen in het streefpercentage (totaal aandeel van 20 % in 2020). Blijkens de discussie in de klankbordgroep van 17 december 2002, zou mogelijk de helft van dat streefpercentage door LPG en bio-diesel kunnen worden gedekt. De vraag is of dat mogelijke EU beleid realiteit wordt en of LPG als een alternatieve brandstof in de lidstaten wordt beschouwd. Indien dit het zou gebeuren mag verwacht worden dat er een groei van de afzet van LPG in de EU zal optreden. Voor Nederland zou dit mogelijk betekenen dat het gebruik van als autogas weer gaat toenemen en dat daarnaast meer doorvoer van geïmporteerd LPG naar Duitsland via weg, rail en waterweg kan gaan optreden. In fase 3 van de ketenanalyse zal hierop in de vorm van groeiscenario's voor LPG gebruik als autogas worden teruggekomen.

6.5.2 Transport van LPG

Voor het railtransport van LPG gaat Railned op basis van het PAGE onderzoek uit van een toename met een factor 1,5 tussen nu en 2010. Uit het interview met de VNPI blijkt echter dat geen uitbreiding van de productie en afzet van LPG verwacht wordt. Hierdoor lijkt een stabilisering van de railtransportstroom veel aannemelijker.

Verwacht mag worden dat in de toekomst meer vervoer over water per lichter naar de grootverbruikers zal plaatsvinden.

Het transport van LPG over de weg betreft hoofdzakelijk leveranties aan tankstations en regionale depots. Aangezien het verbruik van LPG als autobrandstof zal stabiliseren tot dalen (zie hiervoor) zal de omvang van het transport van LPG over de weg niet veel veranderen.

6.6 Ruimtelijke ontwikkelingen

6.6.1 Algemeen

In de vigerende bestemmingsplannen voor de stedelijke omgeving wordt in het algemeen uitgegaan van een verdere stedelijke verdichting. Doelstelling van de door de 2^e Kamer in behandeling zijnde 5^e Nota Ruimtelijke Ordening is om tot een verdere stedelijke intensivering te komen, (met een opdracht om tot 40 % intensivering binnen de rode contouren te komen). Dit zou moeten worden bereikt door onder andere meervoudig ruimtegebruik. Dit is bijvoorbeeld geconcretiseerd in de Nieuwe Sleutel Projecten (NSP) rond de HSL stations. Deze projecten houden een sterke toename in van het aantal woningen, kantoren en commerciële functies bij de vervoersknooppunten. Onder andere wordt dit bereikt door overbouwingen van wegen en spoorwegen. Echter, ook op circa 150 andere plaatsen langs wegen en spoorwegen worden dergelijke intensiveringsprojecten ontwikkeld. Complicerend hierbij is dat, om te voldoen aan luchtkwaliteits- en geluidseisen, (gedeeltelijke) overkapping van de weg (A2 bij Leidsche Rijn) of ondertunneling (voorstel tunnel A2 bij Maastricht, tunnels Betuwelijn) een voorwaarde is.

Op dit moment zijn er vele plannen voor stedelijke ontwikkeling langs de spoorlijnen Kijfhoek-Rotterdam-Gouda-Woerden-Duivendrecht-Gooilijn/Hanzelijn-Zwolle-Groningen, de Route Geleen-Utrecht-IJmuiden en de Brabantlijn. Langs de autowegen worden plannen ontwikkeld langs de Rotterdamse ruit, de Rondweg Amsterdam en de A2.

6.6.2 Gevolgen stedelijke ontwikkeling voor de externe veiligheid

Bij het opstellen van bestemmingsplannen en de verlening van een bouwvergunning wordt er thans rekening meegehouden dat geen kwetsbare bestemmingen gerealiseerd worden binnen de 10^{-6} per jaar PR-contour. Er wordt niet verwacht dat door de stedelijke verdichting nieuwe PR-knelpunten zullen ontstaan.

Ten aanzien van de mogelijke overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico ligt dit anders. Hierop werd bij de planontwikkeling nog niet getoetst in het verleden. Hierdoor zijn er veel reeds goedgekeurde bestemmingsplannen, met name langs transportassen met transport van gevaarlijke stoffen, die bij realisatie zullen leiden tot een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico. Dit kan in beeld gebracht worden indien van alle plannen het toekomstig aantal aanwezige personen bekend is. In principe zou dit moeten kunnen op basis van de Nieuwe Kaart van Nederland. Echter de informatie die ten grondslag ligt aan de Nieuwe Kaart is onvoldoende. Vaak is bij de bestemmingsplannen niet aangegeven hoeveel aanwezigen worden verwacht. Daarnaast omvat de Nieuwe Kaart niet alle plannen, vanwege de vrijwillige toelevering van de informatie door de gemeenten en provincies. In fase 1 van de Ketenganalyse is daarom gebruik gemaakt van de door DG Ruimte van het Ministerie van VROM ontwikkelde Bebouwde Omgeving Spoor methodiek (BOS) [78].

De BOS methodiek is een globale methodiek om de ruimtelijke knelpunten rond de routing van het railtransport van gevaarlijke stoffen in beeld te brengen. In de BOS methodiek is op basis van GIS analyses de adressendichtheid in een zone van 200 m aan weerszijden van het spoor bepaald. Voor elk adres is uitgegaan van de aanwezigheid van 2,5 personen. Er is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van bijvoorbeeld bedrijven, scholen en andere specifieke bestemmingen waardoor er veel meer personen op een bepaald adres aanwezig kunnen zijn. Vervolgens is aangenomen dat tot 2010 de adressendichtheid met circa met 5% zal toenemen. Daarnaast is er vanuit gegaan dat alle VINEX locaties zullen worden ingevuld. Echter bijzonder stedelijke intensiveringsplannen van gemeentes zoals bijvoorbeeld de NSP en specifieke plannen in Rotterdam (Parkstad), Amersfoort, Gouda enz. zijn niet in de BOS methode meegenomen. Dit leidt ertoe dat de stedelijke verdichting langs spoorlijnen wordt onderschat in de BOS methodiek. Voor de gevolgen daarvan voor de externe veiligheid moet naar een grotere zone dan 200 m naast de transportas gekeken worden. In de analyse van de toekomstige veiligheidsaandachtspunten heeft TNO een gebied van 400 m aan weerszijden van de transportas beschouwd door aan te nemen dat de dichtheid in het gebied van 200 m tot 400 m gelijk is aan de eerste 200 m zoals bepaald met de BOS methodiek.

Voor het wegtransport is geen vergelijkbare methode als de BOS methodiek beschikbaar. Aangezien hier over het algemeen de stedelijke intensivering binnen de bebouwde kom plaatsvindt en de wegen waarover veel transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt meestal buiten de bebouwde kom liggen, is alleen gekeken naar

wegen die door of langs de rand van het stedelijk gebied gaan. Deze wegen zijn echter reeds als GR-aandachtspunt aangemerkt. De overschrijding van de oriënterende waarde van het GR wordt wel groter door de verdere stedelijke verdichting, maar er wordt niet verwacht dat er veel GR-aandachtpunten bijkomen.

7. Externe veiligheid productketens

In dit hoofdstuk worden de externe veiligheidsaspecten van de ammoniak, chloor en LPG-ketens beschreven. Hierbij wordt een beschrijving gegeven van de PR-knelpunten en de aandachtspunten voor het groepsrisico en hulpverlening, zoals gedefinieerd in paragraaf 2.2, voor de huidige situatie. Tevens wordt aandacht besteed aan de in hoofdstuk 6 beschreven toekomstige ontwikkelingen.

7.1 EV-aandachtspunten van de ammoniak-keten

Ten aanzien van de EV-aandachtspunten wordt onderscheid gemaakt tussen de ammoniak productielocaties, de grootverbruik-afnemers, de koelsector en het transport van ammoniak. Op elk van deze categorieën wordt hieronder nader ingegaan. Tenslotte wordt aangegeven in hoeverre de EV-aspecten van de ammoniak-keten veranderen door de autonome ontwikkelingen.

7.1.1 Productielocaties

In onderstaande tabel 7-1 is voor de productielocaties van ammoniak een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-1 Overzicht EV-aandachtspunten ammoniak productielocaties.

Productielocatie	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
DSM-Agro, Geleen	Nee	Nee ⁽¹⁾	Ja
Hydro Agri Sluiskil, Sluiskil	Ja ⁽²⁾	Ja ⁽²⁾	Ja

⁽¹⁾ Voor het GR in Geleen geldt dat de oriënterende waarde wordt overschreden in de categorie 30 – 250 slachtoffers. Het blijkt echter dat deze overschrijding niet wordt veroorzaakt door productie/opslag van ammoniak (zie ook § 5.5.1).

⁽²⁾ Voor de inrichting van Hydro Agri geldt ten aanzien van het PR dat de 10⁻⁶ contour ongeveer 100 meter binnen het bebouwde gebied van het dorp Sluiskil (Gemeente Terneuzen) ligt.
Voor het GR geldt dat de oriënterende waarde wordt overschreden voor de categorie 180-360 slachtoffers. Dit laatste wordt vooral veroorzaakt door de atmosferische (gekoelde) opslag van ammoniak en door de verlading van koude en warme ammoniak naar schepen aan de kade van het Kanaal van Gent naar Terneuzen.

7.1.2 Grootverbruik afnemers

In onderstaande tabel 7-2 is voor de grootverbruik afnemers van ammoniak een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-2 Overzicht EV-aandachtspunten grootverbruik afnemers ammoniak.

Afnemers	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
DSM-Agro, IJmuiden	Nee	Nee	Nee
Chemiepark Delfzijl	Nee	Nee	Nee
ESD, Delfzijl	Nee	Nee	Nee
ZuidChemie, Sas van Gent	Nee	Nee	Ja
Verdugt, Tiel	Nee	Nee	Ja
Dow, Terneuzen	Nee	Nee	Nee
Sasol Servo, Delden	Nee	Nee	Nee
Pasminco Budel Zink, Budel	Nee	Nee	Ja
Epenhuysen Chemie, Zwijndrecht	Nee	Nee	Ja
AVR, Rozenburg	Nee	Nee	Ja
Tessenderlo, Vlaardingen	NB ⁽¹⁾	NB ⁽¹⁾	Nee

⁽¹⁾ Voor de inrichting van Tessenderlo is geen QRA uitgevoerd, het bedrijf is vanwege de aanwezigheid hoeveelheid ammoniak als PBZO-plichtig aangewezen.

7.1.3 Ammoniak-koelsector

Uit interviews met de koelsector (zowel de brancheverenigingen als enkele installateurs) blijkt dat er nog geen (compleet) beeld is over het bestaan van eventuele EV-aandachtspunten rond koelinstallaties. Globale schattingen leveren op dat, bij toepassing van de afstandstabellen zoals voorgesteld in de ontwerp-AMvB (februari 2002), minstens enkele tientallen tot meer dan 100 installaties in een overschrijdingssituatie zouden kunnen zitten. Uit inventarisaties in het kader van Provinciale Risicokaarten zijn (nog) geen concrete aandachtspunt-situaties bekend. Deze conclusie is echter niet op een volledige inventarisatie gebaseerd.

Uit twee door de VROM-Inspecties (Regio Noord en Regio Zuid-West) [32] gerapporteerde inventarisaties bij een aantal koelinstallaties (totaal circa 70) is onder meer geconcludeerd:

- Niet alle installaties zijn gebouwd en bedreven conform de vereisten in CPR-13.2.
- In veel gevallen is de verplichting om te voldoen aan CPR-13.2 niet opgenomen in de voorwaarden voor de vergunning Milieubeheer van de betreffende inrichtingen. Er wordt geconstateerd dat in veel gevallen de gemeenten op te beperkte wijze invulling geven aan de verlening van de gebruiksvergunning en dat vergunningverlening en toezicht in het algemeen als ontoereikend worden gekwalificeerd.
- Bij diverse bevoegde gezaghebbers bestaat (nog) geen volledig beeld van het bestaan van dergelijke installaties binnen het ambtsgebied;
- Bijna alle onderzochte installaties (ook de oudere) staan op grotere dan de volgens de concept-AMvB gewenste afstand tot de woonbebouwing. Bij de meeste installaties zijn geen woningen in de directe omgeving gesitueerd.

Op basis van het inspectierapport zou men dus kunnen concluderen dat na implementatie van de CPR 13-2 voorschriften bij de ammoniak koelinstallaties weinig PR-knelpunten en GR-aandachtspunten zijn.

Uit een inventarisatie onder drie vertegenwoordigers van de installateurs van ammoniak-koelinstallaties [29] is een beeld ontstaan van de bij hen in onderhoud zijnde installaties. Twee bedrijven stelden informatie beschikbaar over de bij hen bestaande kennis over overschrijdingssituaties van de voorgestelde veiligheidsafstanden. De informatie heeft betrekking op ruim 40% van de installaties in Nederland, uitgaande van een totaal aantal van 1000. Deze geëxtrapoleerde schatting resulteert in circa 170 overschrijdingssituaties, waarvan (zowel absoluut als relatief) het merendeel een inhoud heeft tussen 200 en 5000 kg.

Tabel 7-3 Conservatieve schatting aantal EV-aandachtspunten bij ammoniak koelinstallaties (schatting op basis van informatie van twee installateurs voor 40% van het totale aantal koelinstallaties).

Inhoud [kg]	Installaties [Aantal]	EV-overschrijdingen in de steekproef		EV-overschrijdingen geëxtrapoleerd naar alle koelinstallaties in Nederland [Aantal]
		[Aantal]	[%]	
<200	67	1	1 à 2 %	2 à 3
200 – 1000	162	34	21 %	78
1000 – 5000	142	30	21 %	82
> 5000	32	2	6 %	6
Totaal	411	67	17%	Ca. 170

De in tabel 7-3 gegeven aantallen worden als een conservatieve schatting gezien omdat:

- De schatting is gebaseerd op het aanwezig zijn van (kwetsbare) objecten binnen de in de concept-AMvB Milieukwaliteit Externe Veiligheid voorgestelde veiligheidsafstanden voor de 10^{-6} risicocontour. In een recente inventarisatie van, door verschillende bureaus uitgevoerde, QRA's (Quantitative Risk Assessments) voor specifieke installaties is gebleken dat in vrijwel alle gevallen een kleinere 10^{-6} -afstand wordt berekend dan de afstandstabellen voorschrijven. Daarom wordt inmiddels een herziening van deze afstandstabellen overwogen. Hierdoor kan het beeld uit de inventarisaties mogelijk nog wijzigen.
- Het hiervoor vermelde VROM inspectie onderzoek [32] laat zien dat er op basis van een steekproef van 70 koelinstallaties nauwelijks knelpunten zijn te verwachten.

De afstandstabellen in het ontwerp-besluit MkeV [79] zijn vooral gericht op het voorkomen van PR-overschrijdingen. Hoewel er geen specifieke inventarisatie naar het bestaan van GR-aandachtspunten is uitgevoerd, mag verwacht worden dat deze

in de huidige situatie wel zullen bestaan. Uit toepassing van de ADG-methodiek [48] kan wel worden geconcludeerd dat, wanneer er geen kwetsbare bestemmingen binnen de 10^{-6} -contour meer voorkomen, er rond ammoniak-koelinstallaties nauwelijks of geen GR-aandachtspunten¹ meer zullen bestaan.

7.1.4 Transport van ammoniak

Zeevaart

Uit in het verleden uitgevoerde risicoanalyses voor transport over de Westerschelde (import, export en transit) blijkt dat er op diverse plaatsen langs de vaarroute sprake is van overschrijdingen van oriënterende - en grenswaarden voor respectievelijk het GR en het PR. Dit geldt ondermeer voor Vlissingen, Breskens, Terneuzen en Hansweert. De risico's worden veroorzaakt door diverse typen vervoerde stoffen, maar ammoniak blijkt hieraan toch de grootste bijdrage te leveren. Over de risico's van het ammoniaktransport over de Westerschelde vindt internationaal overleg (tussen Nederland en België) plaats. Naar verwachting wordt eind 2003 de actualisatie van de risicoanalyse voor het ammoniak transport op de Westerschelde afgerond. De resultaten hiervan zullen aan de ketenanalyse worden toegevoegd.

Binnenvaart

In het kader van de risicoatlas hoofdvaarwegen [16] zijn aandachtspunten met betrekking tot het PR en GR geïdentificeerd:

- Voor het PR geldt dat op een aantal vaarroutes sprake is van een 10^{-6} contour op de oever van het betreffende traject, te weten Amsterdam-Rijnkanaal, het Lekkanaal en de Oude Maas. Dit transport betrof het ammoniak vervoer van de voormalige Kemira terminal naar IJmuiden en vindt thans niet meer plaats.
- Voor de Westerschelde geldt dat de 10^{-6} contour enkele honderden meters op de oever ligt.
- Bij de grotere plaatsen (Vlissingen, Terneuzen, Hansweert) langs de Westerschelde is een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico berekend. In de risicoatlas grote vaarwegen wordt opgemerkt dat de berekeningen niet meer vergelijkbaar zijn met de huidige standaard.
- Langs de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg² is sprake van een overschrijding van de oriënterende waarde van het GR welke veroorzaakt wordt door het transport van ammoniak. Ook in [17] wordt hiervan uitgegaan. Echter het huidige risico ligt lager vanwege de sluiting van Kemira in Rozenburg. Bij een -vooralsnog niet voorziene- herstart van de ammoniak activitei-

¹ Pas indien meer dan 300 personen per hectare aanwezig zijn buiten de 10^{-6} per jaar contour treedt volgens [79] een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico op.

² In [17] is aangegeven dat in de berekening van het risico voor de Nieuwe Maas ervan is uitgegaan dat een aantal schepen van Kemira Rozenburg via Calandkanaal, Hartelkanaal, Oude Maas, Nieuwe Maas en Lek naar DSM Agro in IJmuiden varen.

ten bij deze terminal zullen er naar verwachting GR-overschrijdingen optreden in Rotterdam rond de Nieuwe Maas.

Er is sprake van effectgerichte aandachtspunten voor de hulpverlening in de plaatsen langs de vaarroutes tussen Sluiskil, Antwerpen en Duitsland. Dit betreft o.a. Tholen, Gorcum, Tiel en Nijmegen.

Railtransport ammoniak

EV vrije baan

Voor het transport van ammoniak per spoor is gebruik gemaakt van de risicoatlas spoor [5]. Deze kaart heeft betrekking op het gerealiseerde transport in 1998. Op basis van [5] is geconcludeerd dat er voor het ammoniaktransport per spoor geen PR-knelpunten optreden. Evenmin treden er door het ammoniaktransport per spoor overschrijdingen op van de oriënterende waarde van het groepsrisico. Wel is bij de passages van de grote steden (Roermond, Eindhoven, 's Hertogenbosch, Utrecht, Amsterdam en Haarlem) sprake van een aandachtspunt voor de overheids-hulpverleningsdiensten.

EV Goederenemplacementen

Op het emplacement van Sittard treedt een GR-aandachtspunt op. Dit wordt veroorzaakt door cumulatie van het risico van vervoer van ammoniak en dat van brandbare gassen. Voor de oplossing van de hieruit voortkomende beperkingen in de ruimtelijke ordening wordt de aanleg van een nieuw rangeerterrein op het terrein van DSM in Geleen en elektrificatie van het tracé DSM - Sittard overwogen. Hierdoor zal rangeren van treinen op emplacement Sittard niet (of veel minder) meer nodig zijn.

Wegtransport

Voor het transport van ammoniak per tankauto is gebruik gemaakt van de risicoatlas weg [6]. In [6] zijn zevenentwintig trajecten waarover transport van ammoniak plaatsvindt aangeduid als aandachtspunt m.b.t. het PR. Deze knelpunten worden echter niet veroorzaakt door ammoniak.

Ten aanzien van de aandachtspunten voor het GR geldt dat er geen trajecten als aandachtspunt worden aangemerkt waarover wegtransport van ammoniak plaatsvindt. Omdat bij een ongeval tijdens het wegtransport van ammoniak veel slachtoffers kunnen vallen is er sprake van een aandachtspunt voor de overheidshulpdiensten op die plaatsen waar de wegen langs de bebouwing van het stedelijk gebied gaan.

Buisleidingen

Er zijn in Nederland geen ammoniakbuisleidingen buiten de grenzen van de inrichtingen. EV-aspecten zijn voor deze transportmodaliteit dan ook niet aan de orde.

7.1.5 EV-aandachtspunten ammoniak bij autonome ontwikkeling

In hoofdstuk 6 is de autonome ontwikkeling voor ammoniak tot 2010 aangegeven. Onderstaand is aangegeven wat deze autonome ontwikkeling voor de externe veiligheid ten gevolge van import, productie, transport en gebruik betekent.

Import

Door het aanbod van goedkoop ammoniak uit Oost Europa is het niet uit te sluiten dat er plannen ontwikkeld zullen worden voor de vestiging van een ammoniak import terminal. Deze ontwikkeling is echter niet waarschijnlijk, gezien het voornemen van het provinciaal bestuur van Zuid-Holland om de milieuvergunning van de terminal van het voormalige Kemira bedrijf in Rozenburg in te trekken. Vestiging van een terminal in het Rijnmond gebied zou betekenen dat ten gevolge van de afvoer van ammoniak naar Duitsland en België er een aandachtspunt voor het groepsrisico langs de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas in Rotterdam ontstaat. Indien het railtransport van ammoniak naar Duitsland over de Betuweroute zal gaan zal dit leiden tot effectgerichte aandachtspunten in de plaatsen langs de Betuweroute. Het railtransport naar België zal leiden tot effectgerichte aandachtspunten in Baren-drecht, Zwijndrecht, Dordrecht en Roosendaal zolang er geen nieuwe railverbinding Rotterdam – België is die deze plaatsen ontziet.

Productie

Er wordt geen noemenswaardige groei van de ammoniak productie in Sluis en Geleen verwacht. Hierdoor zal de EV-situatie rond deze productielocaties gelijk blijven.

Ammoniak gebruik in de chemische industrie

Er worden geen grote veranderingen verwacht in het ammoniak gebruik in de chemische industrie. In de huidige situatie treden bij de gebruikers alleen effectgerichte aandachtspunten voor de hulpverlening op (tabel 7-2).

Ammoniak koelinstallaties

Vanwege de gunstige milieu aspecten (energie rendement, geen aantasting ozonlaag) wordt verwacht dat er in de toekomst meer ammoniak koelinstallaties zullen komen. Door gebruik van indirecte ammoniak koelsystemen en toepassing van de afstanden tabel zal dit echter niet leiden tot extra EV-aandachtspunten.

Zeevaart

Voor de transitostroom van ammoniak over de Westerschelde naar Antwerpen en de afvoer van ammoniak uit Sluis worden geen belangrijke wijzigingen voorzien. Gedetailleerde scenario's voor deze stromen worden in het kader van de actualisatie van de risicoanalyse voor de Westerschelde ontwikkeld en onderzocht.

Binnenvaart

Voor de toekomst zal er mogelijk een grotere hoeveelheid ammoniak per binnenschip tussen Sluiskil, Antwerpen en Duitsland worden vervoerd. Door schepen te gebruiken met een grotere aanvaringsbestendigheid voor het vervoer van ammoniak onder druk zal het grotere vervoer niet leiden tot PR-knelpunten en GR-aandachtspunten. In de plaatsen langs deze vaarroute zijn er wel effectgerichte aandachtspunten voor de hulpverlening. Dit is echter ook al in de huidige situatie het geval.

Railtransport

In de toekomst worden geen belangrijke veranderingen in de EV-situatie ten gevolge van het railtransport van ammoniak verwacht. Ook indien het sleutelproject Utrecht en andere stedelijke verdichtingen plaatsvinden langs de spoorlijn Geleen-Roermond- Eindhoven-Den Bosch- Utrecht-Amsterdam-Haarlem- Beverwijk, leiden die niet tot PR-knelpunten of GR-aandachtspunten ten gevolge van het ammoniak transport. Door de stedelijke verdichting zal er wel meer aandacht moeten komen voor de effectgerichte aandachtspunten voor de hulpverlening in de genoemde stedelijke gebieden.

Wegtransport

Aangezien het wegtransport van ammoniak minimaal is en er ook geen groei wordt voorzien, wordt geen verandering in de EV-situatie van het ammoniak wegtransport verwacht.

7.2 EV-aandachtspunten van de chloor-keten

7.2.1 Productie en on-site verwerking

In tabel 7-4 is voor de productielocaties van chloor en de on-site verwerking een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-4 Overzicht EV-aandachtspunten productie en on-site verwerking chloor.

Productielocatie	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
Hengelo	Nee	Ja ⁽¹⁾	Ja
Delfzijl	Nee	Nee	Ja
Botlek	Nee	Nee	Ja
Bergen op Zoom	Nee	Nee	Nee

(1) De overschrijding van de oriënterende waarde voor het groepsrisico wordt veroorzaakt door het scenario 'catastrofaal falen van een gevulde spoorketelwagon

7.2.2 Andere grootverbruikers van chloor

In tabel 7-5 is voor grootverbruikers van chloor een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-5 Overzicht EV-aandachtspunten grootverbruikers chloor.

Grootverbruikers	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
VC-(PVC) productie, Botlek	Nee	Nee	Nee
MDI (PUR) productie, Rozenburg	Nee	Nee ⁽¹⁾	Nee
ECH (epoxyhars) productie, Pernis	Nee	Nee	Nee
Gewasmiddelenbescherming productie, Botlek	Nee	Nee	Nee
Titaanoxide productie, Botlek	Nee	Nee	Nee
Fosgeen (PC) productie, Bergen op Zoom	Nee	Nee	Nee
Oplosmiddelen productie, Delfzijl	Nee	Nee	Nee
TDC (aramide) productie, Delfzijl	Nee	Nee	Ja
cPVC productie, Delfzijl	Nee	Nee	Nee
MCA productie Hengelo	Nee	Nee	Nee
Hypochloriet productie, Hengelo	Nee	Nee	Nee
Hypochloriet productie, Delfzijl	Nee	Nee	Nee
Hypochloriet productie, Botlek	Nee	Nee	Nee
Zoutzuur productie, Botlek	Nee	Nee	Nee
EDC productie, Botlek	Nee	Nee	Nee

(1) Voor het GR geldt dat de oriënterende waarde wordt overschreden in de categorie 10 – 400 slachtoffers. Het blijkt echter dat deze overschrijding niet wordt veroorzaakt door chloor.

Opslag van chloor bij afnemers vindt nauwelijks plaats, daar het chloor via pijpleidingen vanuit de chloorproducent direct wordt ingezet in het productieproces van de afnemer. Er zijn soms kleine noodopslagen, die alleen bij de aramideproductie in Delfzijl leiden tot een effectgericht aandachtspunt.

7.2.3 Kleinere chloorverbruikers

Er zijn weinig kleine chloorverbruikers. De hoeveelheden die omgaan zijn ook klein. Het betreft de 2 kton/jaar die via de weg wordt vervoerd. In deze studie worden de kleinere chloorverbruikers niet geïnventariseerd.

7.2.4 Transport van chloor

Zeevaart

Aangezien er in Nederland geen chloor per zeeschip wordt vervoerd, is voor deze modaliteit geen sprake van een EV-aandachtspunt.

Binnenvaart

Evenmin vindt er chloortransport per binnenvaartschip plaats, zodat er ook voor deze modaliteit geen EV-aandachtspunten bestaan.

Railtransport

Vrije baan

Door de lage transportfrequentie en lage uitstroomkans draagt het transport van chloor nauwelijks bij aan het plaatsgebonden risico. Dit blijkt ook uit de Risicoatlas Spoor [5]. Om dezelfde redenen draagt het transport van chloor niet bij aan Groepsrisico. Doordat de gevolgen van een chloorongeval zeer groot zijn is er wel sprake van een effectgericht aandachtspunt daar waar het railtransport van chloor langs bebouwd gebied gaat. Dit is het geval in alle plaatsen langs de spoorlijn Delfzijl-Groningen-Zwolle-Amersfoort, Hengelo- Amersfoort en vervolgens Amersfoort-Duivendrecht-Gouda-Rotterdam.

Goederenemplacementen

In het Plan van Aanpak Goederen Emplacementen [7] zijn knelpunten voor externe veiligheid geïnventariseerd voor goederenemplacementen. De inventarisatie heeft betrekking op het peiljaar 1993. In dit peiljaar leidt chloor niet tot overschrijding van de grenswaarde voor PR van 10^{-6} . Echter, voor de emplacementen van Hengelo, Venlo en Delfzijl wordt (mede door de handelingen met LPG treinen) de oriënterende waarde van het GR wel overschreden. Sinds 1993 is echter het transport van chloor over de rails flink gedaald. Bovendien worden chloortreinen niet meer gerangeerd. Volgens Railinfrabeheer [44] zijn er geen emplacementen meer buiten de bedrijfsterreinen waar als gevolg van het behandelen van chloorwagens overschrijding van plaatsgebonden dan wel groepsrisico plaatsvindt.

Volgens de provincie Zuid-Holland wordt echter op het emplacement IJsselmonde de norm voor het groepsrisico overschreden mede door de aanwezigheid van chloorwagens op emplacement. Er vinden géén handelingen met chloorwagens plaats te IJsselmonde. Er passeren wel wagens met chloor te IJsselmonde, en die

staan af en toe even stil op een wachtpoor aldaar (buiten de inrichtingsgrenzen van het emplacement). Dit leidt niet tot een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico [44].

Wegtransport chloor

Transport van chloor over de weg vindt plaats vanuit Hengelo naar diverse (kleine) afnemers (bijvoorbeeld FSM te Sittard). Het transport bedroeg in 2000 ongeveer 2 kton. Uitgaande van 6 vaten per transport, waarbij elk vat een inhoud heeft van 2100 kg, zou het aantal transporten dan 159 per jaar bedragen. In werkelijkheid zal het om wat meer transporten gaan, omdat de vaten normaal gesproken niet tot het maximum gevuld zijn. Bij een gemiddelde van 1200 kg per vat komen we uit op 278 transporten per jaar.

Dit feitelijke transport van chloor ligt ver beneden de drempelwaarde, gegeven in het Paarse Boek [3]. Beneden deze drempelwaarde bestaat er geen 10^{-6} risico contour en ook geen overschrijding van een groepsrisico. Er is dus geen sprake van een extern veiligheidsprobleem in termen van PR en GR.

Buisleidingen

Momenteel is een Risico-atlas Buisleidingen in ontwikkeling, maar nog niet beschikbaar. In het rapport "Risico-analyse van het transport en de op- en overslag van chloor in Zuid-Holland" [42, 43] is de externe veiligheidsproblematiek voor het referentiejaar 1991 in kaart gebracht. In dit rapport wordt geconcludeerd dat voor alle woongebieden het berekende plaatsgebonden risico lager is dan de grenswaarde. Alleen ter hoogte van Hoogvliet raakt de 10^{-6} contour van de leiding naar Resolution aan het bebouwd gebied. Met uitzondering van Hoogvliet geldt dat voor alle woongebieden het berekende plaatsgebonden risico lager is dan 10^{-7} per jaar.

Ten aanzien van het groepsrisico geldt dat het maximaal berekende groepsrisico voor de leiding naar Resolution (ter hoogte van Hoogvliet) hoger is dan de oriënterende waarde. De berekende groepsrisico's voor de leiding naar Huntsman liggen rondom onder de oriënterende waarde. De risico's voor de leiding naar Kerr-McGee liggen ruim onder de oriënterende waarde.

De in [42, 43] gehanteerde uitgangspunten dateren van 1991 en het is de vraag in hoeverre de gegevens nog correct zijn voor de huidige situatie. Zo is de doorzet van de pijpleiding naar Resolutions minder geworden (van 30 naar 20 ton/uur), waardoor de overschrijding van de oriënterende waarde van het GR mogelijk niet meer aan de orde is. De pijpleiding naar Huntsman daarentegen heeft juist een hogere doorzet gekregen (van 20 naar 24 ton/uur). Meer actuele risicogegevens over deze buisleidingen zijn niet aanwezig bij DCMR of bij de Provincie Zuid-Holland. De binnenkort verwachte Risicoatlas Buisleidingen geeft over deze leidingen mogelijk meer informatie.

7.2.5 EV-aandachtspunten chloor bij autonome ontwikkeling

In hoofdstuk 6 is de autonome ontwikkeling voor chloor tot 2010 aangegeven. Onderstaand is aangegeven wat deze ontwikkeling voor de externe veiligheid ten gevolge van productie, transport en gebruik betekent. De EV-situatie die hier beschreven wordt gaat er van uit dat het chloor convenant tussen de overheid en het bedrijfsleven wordt gerealiseerd.

Productie

Door het stedenbouwkundig plan Hart van Zuid in Hengelo zou het daar bestaande GR-aandachtspunt toenemen. Aangezien de chloorproductie in Hengelo wordt beëindigd, verdwijnt het aandachtspunt GR en het effectgerichte aandachtspunt voor de hulpverlening.

In Delfzijl en Botlek neemt de chloorproductie toe. Hier worden geen PR-knelpunten en aandachtspunten GR verwacht. Wel blijven er effectgerichte aandachtspunten voor de hulpverlening.

Chloorgebruik in de industrie

Er worden geen veranderingen verwacht rond de EV-situatie van de chloorverbruikende chemische en overige industrie.

Railtransport

Bij de uitvoering van het chloorconvenant zal het railtransport van chloor dalen van 50.000 ton per jaar (2000) tot 10.000 ton per jaar. Er zal, evenals nu, geen sprake van PR-knelpunten of GR-aandachtspunten ten gevolge van railtransport van chloor. De effectgerichte aandachtspunten langs de route Delfzijl-Groningen-Zwolle-Amersfoort-Duivendrecht-Gouda-Rotterdam blijven; die langs de route Hengelo-Deventer-Amersfoort verdwijnen.

Leidingtransport

In de toekomst zal de chloorproductie in de Botlek stijgen van 370 kton nu, tot 800 kton in 2008. Een grote hoeveelheid van dit chloor wordt via buisleidingen naar gebruikers getransporteerd. Verwacht wordt dat, indien Huntsman meer chloor gaat gebruiken, ook de pijpleiding naar Huntsman, naast de pijpleiding van de chloorproductie naar Resolution, een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico gaat geven in Hoogvliet.

7.3 EV-aandachtspunten LPG-keten

In deze paragraaf worden de Externe Veiligheid aspecten toegelicht per onderdeel van de keten.

7.3.1 Producenten

In onderstaande tabel 7-6 is voor de producenten van LPG een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-6 Overzicht EV-aandachtspunten producenten LPG.

Producenten	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
Shell, Pernis	Nee ⁽¹⁾	Nee	Nee
Nerefco, Europoort	Nee	Nee	Nee
Esso, Botlek-Rt	Nee	Nee	Nee
Kuwait, Europoort	NB ⁽²⁾	Nee	Nee
Total, Vlissingen	Nee	Nee	Nee
Sabic, Geleen	Nee	Ja ⁽³⁾	Ja
Shell, Moerdijk	Nee	Nee	Nee
Dow, Terneuzen	Nee	Nee	Nee

- (1) Voor de inrichting van Shell liggen de 10^{-5} en 10^{-6} contour gedeeltelijk buiten het terrein. Het veiligheidsrapport doet geen uitspraak op de vraag of wordt voldaan aan de norm, evenmin wordt aangegeven of zich binnen deze contouren kwetsbare of minder kwetsbare objecten bevinden. Wel geldt dat de contouren in belangrijke mate worden bepaald door activiteiten waarbij LPG geen rol speelt.
- (2) Voor de inrichting van Kuwait liggen de 10^{-5} en 10^{-6} contour gedeeltelijk buiten het terrein. Het veiligheidsrapport doet geen uitspraak op de vraag of wordt voldaan aan de norm, evenmin wordt aangegeven of zich binnen deze contouren kwetsbare of minder kwetsbare objecten bevinden. De betreffende contouren worden voornamelijk bepaald door de opslag van LPG in bollen.
- (3) De overschrijding van de oriënterende waarde wordt gedomineerd door de opslag van LPG-producten [60].

7.3.2 Overslag in terminals

In tabel 7-7 is voor de overslag van LPG in terminals een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-7 Overzicht aandachtspunten LPG overslag in terminals.

Terminals	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
Esso Terminal, Botlek;	Nee	Nee	Nee
Chemgas terminal, Vlissingen	Ja ⁽¹⁾	Nee ⁽¹⁾	Ja
BP terminal, Amsterdam	Nee	Ja ⁽²⁾	Ja
Dow, Terneuzen	Nee	Nee	Nee
Lyondell terminal, Maasvlakte	Nee	Nee	Nee
Lyondell terminal, Europoort	Nee	Nee	Nee
Lyondell terminal, Botlek	Nee	Nee	Nee
Shell terminal, Moerdijk	Nee	Nee	Nee
Sabic terminal, Stein	Nee	Ja ⁽³⁾	Ja

- (1) Voor de terminal in Vlissingen is sprake van een PR door de aanwezigheid van bedrijven binnen de 10^{-5} contour. Daarnaast bevindt zich een partycentrum gedeeltelijk binnen de 10^{-6} per jaar PR contour [58].
- (2) De oriënterende waarde van het GR wordt in de categorie 60 - 80 slachtoffers overschreden [58].
- (3) De overschrijding van de oriënterende waarde wordt gedomineerd door de opslag van LPG-producten [60].

7.3.3 Regionale depots

In tabel 7-8 is voor de op- en overslag van LPG in regionale depots een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-8 Overzicht aandachtspunten LPG overslag in regionale depots.

Regionale depots	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
Benegas, Putten	Ja ⁽¹⁾	Nee ⁽¹⁾	Ja
Benegas, Horst	Ja ⁽²⁾	Ja ⁽²⁾	Ja
Jewagas, Meerlo-Wansum	NB ⁽³⁾	NB ⁽³⁾	Nee
Kavegas, Ederveen	Nee	Nee	Nee
Margas, Tiel	Nee	Ja	Ja
Primagaz Texel	NB ⁽³⁾	NB ⁽³⁾	Nee
Primagaz Tilburg	Ja ⁽⁴⁾	Nee ⁽⁴⁾	Ja
Primagaz, Venray	NB ⁽³⁾	NB ⁽³⁾	Nee
Primagaz, Woudenberg	NB ⁽³⁾	NB ⁽³⁾	Nee
Primagaz, Zutphen	Nee	Nee	Nee
Robo gas, Nijkerk	Nee	Nee	Nee

- (1) Voor het depot in Putten is sprake van een PR door de aanwezigheid van enkele woningen binnen de 10^{-6} contour. Voor het GR is op dit moment geen sprake van overschrijding van de oriënterende waarde, echter na realisatie van RO-plannen zal dat wel het geval zijn [58].
- (2) Voor depot Horst is zowel sprake van een overschrijding van het PR (5 woningen binnen 10^{-6} contour) als van een GR [58]. Op basis hiervan is reeds besloten tot intrekking van de vergunning.
- (3) Er is geen QRA beschikbaar.
- (4) Voor het depot in Tilburg is sprake van overschrijding van het PR door de aanwezigheid van een drietal woningen binnen de 10^{-6} contour. Op dit moment is geen sprake van een GR, echter de uitgevoerde QRA is gedateerd. Een actualisatie is gewenst zeker gezien de voorgenomen bouw van kantoren in de omgeving [58].

7.3.4 Eindgebruikers

In onderstaande tabellen 7-9 en 7-10 is voor de eindgebruikers van LPG een overzicht gegeven van de EV-aandachtspunten.

Tabel 7-9 Overzicht EV-aandachtspunten eindgebruikers LPG, Petrochemie.

Eindgebruikers	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
Basell, Moerdijk	Nee	Nee	Nee
Dow, Terneuzen	Nee	Nee	Nee
Lyondell, Botlek	Nee	Nee	Nee
Lyondell Maasvlakte	Nee	Nee	Nee
Sabic, Geleen	Nee	Ja ⁽¹⁾	Ja
Shell Pernis	Nee ⁽²⁾	Nee	Nee
Shell, Moerdijk	Nee	Nee	Nee

- (1) De overschrijding van de oriënterende waarde wordt gedomineerd door de opslag van LPG-producten [60].
- (2) Voor de inrichting van Shell liggen de 10^{-5} en 10^{-6} contour gedeeltelijk buiten het terrein. Het veiligheidsrapport doet geen uitspraak op de vraag of wordt voldaan aan de norm, evenmin wordt aangegeven of zich binnen deze contouren kwetsbare of minder kwetsbare objecten bevinden. Wel geldt dat de contouren in belangrijke mate worden bepaald door activiteiten waarbij LPG geen rol speelt.

Tabel 7-10 Overzicht EV-aandachtspunten spuitbusvulinrichtingen.

Eindgebruikers	EV-aandachtspunten		
	PR	GR	Effectgericht
Denka International, Barneveld	NB ⁽¹⁾	NB ⁽¹⁾	Nee
Enna Aerosols bv, Dokkum	Ja? ⁽²⁾	? ⁽²⁾	Ja
Eurofill bv, Zaandam	NB ⁽¹⁾	NB ⁽¹⁾	Nee
Illbruck Seallant Systems BV, Arkel	NB ⁽¹⁾	NB ⁽¹⁾	Ja
SC Johnson Europlant bv, Mijdrecht	Nee	Nee	Nee
Mobacc bv, Veendam	Nee	Nee	Nee
MoTip bv, Wolvega	Nee	Nee	Nee

- (1) Voor dit bedrijf is geen QRA uitgevoerd.
- (2) Geen QRA uitgevoerd, op grond van de ligging t.o.v de bebouwing en de LPG omzet is er naar alle waarschijnlijkheid een 10^{-6} per jaar PR-knelpunt, met mogelijk ook een GR-aandachtspunt.

7.3.5 LPG voor verwarmingsdoeleinden

Ten aanzien van het gebruik van LPG voor verwarmingsdoeleinden geldt dat dit met name speelt in landelijke gebieden zonder aardgasnet. Een risico uit oogpunt van PR of GR wordt niet verwacht gezien de relatief kleine inhoud van de betreffende opslagen, een relatief lage doorzet en een lage bevolkingsdichtheid (landelijk gebied). Een uitzondering op een lage personendichtheid vormen recreatieve bestemmingen (campings, bungalowparken). Voor deze categorie geldt dat meestal

slechts gedurende een bepaalde periode van het jaar sprake is van aanwezigheid van grote(re) aantallen personen.

De bovengenoemde LPG-opslagen worden toch als aandachtspunt aangemerkt gezien het feit dat de betreffende tanks voornamelijk bovengronds staan opgesteld en derhalve betrokken kunnen raken bij een omgevingsbrand (bijvoorbeeld een bosbrand).

7.3.6 LPG Tankstations

Van de 2137 LPG tankstations in Nederland is bepaald bij hoeveel tankstations een 10^{-6} per jaar PR-knelpunt optreedt en bij hoeveel tankstations een GR-aandachtspunt optreedt. Hiervoor zijn eerst de afstanden voor 10^{-6} contour gedefinieerd en zijn vervolgens op basis van de recent uitgevoerde inventarisatie van LPG tankstations [61] het aantal PR-knelpunten en GR-aandachtspunten bepaald.

10^{-6} PR afstanden LPG tankstations

In de productketenanalyses is een PR-knelpunt gedefinieerd als het aanwezig zijn van kwetsbare bestemmingen binnen de 10^{-6} per jaar PR contour. Hierbij wordt in de ketenanalyses de PR contour berekend volgens de CPR rekenvoorschriften (Gele, Groene en Paarse Boek). Deze rekenregels zijn toegepast in het onderzoek “Kwantitatieve Risico-analyse generiek voor LPG-tankstations” [52]. De afstanden voor de 10^{-6} contour blijken afhankelijk te zijn van de LPG omzet van het tankstation. In onderstaande tabel zijn deze afstanden weergegeven. De berekende afstanden gelden voor de bovengrens van omzetrage. Ter vergelijking zijn ook de afstanden uit de concept AMvB Milieu kwaliteitseisen Externe Veiligheid van inrichtingen [79] opgenomen.

Tabel 7-11 Omzetafhankelijke 10^{-6} PR afstanden voor LPG tankstations.

Omzet [m ³ /jaar]	Afstand tot PR = 10^{-6} /jaar [meter]	
	TNO [52]	AMvB [79]
0 – 500	43	80
500 – 1000	45	80
1000 – 1500	110	110
1500 – 2000	140	110

Inventarisatie LPG tankstations

Recentelijk zijn de Nederlandse LPG-tankstations en de aanwezigheid van kwetsbare bestemmingen binnen een straal van 110 m geïnventariseerd [61]. Van 60% van deze tankstations was ook de omzet bekend. Deze omzetcijfers zijn geëxtrapolleerd naar alle tankstations. Op basis van deze extrapolatie is in onderstaande tabel voor alle LPG tankstations aangegeven of er kwetsbare bestemmingen aanwezig zijn binnen een bepaalde afstand afhankelijk van de omzet van het station. Helaas is in de inventarisatie niet gekeken of er kwetsbare bestemmingen zijn tot een straal van 140 m.

Tabel 7-12 Aantal LPG-stations met kwetsbare bestemmingen binnen een bepaalde straal.

omzet m ³ /jaar	Aantal LPG-stations met kwetsbare bestemmingen binnen een bepaalde straal van [m]								
	25	30	35	40	50	60	70	80	110
0-250	83	33	32	32	55	22	12	20	65
250-500	62	23	32	28	38	18	42	20	125
500-1000	20	10	13	10	12	10	10	18	62
>1000	7	0	2	8	3	2	0	8	15

Aantal 10⁻⁶ knelpunten bij LPG tankstations

Indien we tabel 7-12 combineren met de omzetafhankelijke 10⁻⁶ PR afstanden (tabel 7-11) dan kan het aantal tankstations met kwetsbare bestemmingen binnen de 10⁻⁶ PR contour worden bepaald. Aangezien er in de inventarisatie geen onderscheid is gemaakt naar kwetsbare objecten binnen 43 en 45 meter, is aangenomen dat het aantal stations met kwetsbare bestemmingen binnen 40 en 50 m evenredig over de afstand is verdeeld. In onderstaande tabel is dit weergegeven.

Tabel 7-13 Aantal LPG-stations met kwetsbare bestemmingen binnen de 10⁻⁶ PR afstand.

omzet m ³	Aantal LPG-stations met kwetsbare bestemmingen binnen de 10 ⁻⁶ PR afstand [m]		
	43	45	110
0-500	353		
500-1000	59		
>1000	45		

Uit dit overzicht blijkt dat er 457 tankstations met een 10⁻⁶ PR-knelpunt zijn. In deze schatting zijn de tankstations met een omzet groter dan 1500 m³ (PR 10⁻⁶ afstand 140 m) niet opgenomen. Vandaar dat het aantal LPG tankstations in Nederland met een 10⁻⁶ PR-knelpunt op circa 500 wordt geschat.

Aantal GR-aandachtspunten bij LPG tankstations

Op basis van de in genoemde inventarisatie [61] vastgestelde aantallen kwetsbare objecten in de omgeving van LPG tankstations en uitgaande van gemiddelde waarden voor de bewoningsdichtheid van woningen en aanwezigheid in kwetsbare bestemmingen (o.a. scholen), is een verdeelsleutel voor de kritische aantallen aanwezige personen bepaald waarbij de oriënterende waarde voor het groepsrisico zou worden bereikt. Hiermee is een schatting gemaakt van het aantal situaties waarbij de oriënterende waarde voor het GR wordt overschreden. Deze schatting resulteert in ruim 300 GR-aandachtspunten onder de LPG tankstations in Nederland

7.3.7 Transport van LPG-producten

Zeevaart

In de Risicoatlas hoofdvaarwegen [16] worden geen aandachtspunten genoemd t.a.v. PR en GR die betrekking hebben LPG-producten.

Binnenvaart

In de Risicoatlas hoofdvaarwegen [16] worden geen aandachtspunten genoemd t.a.v. PR en GR die betrekking hebben LPG-producten.

Railtransport

Vrije baan

Voor het transport per spoor is gebruik gemaakt van de Risicoatlas spoor [5]. Op basis van [5] is geconcludeerd dat het LPG transport geen significante invloed heeft op de ligging van de 10^{-6} contour. De ligging van deze contour wordt bepaald door het transport van brandbare en toxische vloeistoffen over dezelfde trajecten.

In [5] wordt een 10-tal plaatsen genoemd waarbij sprake is van een overschrijding van de oriënterende waarde voor het GR, te weten Amersfoort, Bergen op Zoom, Breda, Capelle aan den IJssel, Dordrecht, Eindhoven, Hilversum, Rotterdam, Tilburg en Zwijndrecht.

Goederenemplacementen

In de PAGE-studie zijn voor binnenstedelijke spooremplacementen voor de referentiesituatie (1993) een drietal emplacementen geïdentificeerd waar als gevolg van het transport van LPG sprake is van een aandachtspunt t.a.v. het GR, te weten Amersfoort, Hengelo en Venlo. Ook op emplacement Sittard treedt een overschrijding van de oriënterende waarde voor het GR op. Deze wordt veroorzaakt door de cumulatie van het risico van vervoer van LPG en dat van toxische stoffen. Ten aanzien van het PR geldt dat er voor de referentiesituatie in één geval sprake is van een knelpunt, te weten in Amersfoort. Verder is in de betreffende studie aangegeven dat emplacement Roosendaal zowel uit oogpunt van PR als GR aandacht verdient. Voor het transport van brandbare gassen (bijvoorbeeld butadieen) worden verder in de PAGE-studie nog Sas van Gent (knelpunt PR) en Maastricht (aandachtspunt GR) genoemd.

Op basis van de resultaten van bovenstaande studie hebben inmiddels de nodige wijzigingen op de betreffende emplacementen plaatsgevonden. Hieronder wordt nader ingegaan op de actuele situatie voor de verschillende emplacementen.

- *Amersfoort:* rangers vindt niet meer plaats op het emplacement waardoor niet langer sprake is van een PR-knelpunt, noch een GR-aandachtspunt.
- *Hengelo;* op dit moment wordt onderzocht welke passende maatregelen kunnen worden genomen om het risiconiveau zodanig te verlagen dat er geen sprake meer is van een overschrijding van het GR. De rapportage van deze studie wordt medio 2003 verwacht.

- *Venlo*; in het kader van PAGE is reeds een aantal risicoreducerende maatregelen getroffen maar het GR is daardoor nog niet beneden de oriënterende waarde terecht gekomen. Een uitplaatsing van het emplacement is de enige mogelijkheid om wel te voldoen aan deze norm maar deze maatregel is niet aan PAGE gerelateerd.
- *Sittard*; op dit moment worden de mogelijke risicoreducerende maatregelen voor het emplacement nader onderzocht.
- *Sas van Gent*; op basis van een uitgevoerde veiligheidsstudie dient een keuze te worden gemaakt tussen twee maatregelen om het PR te laten voldoen aan de norm, te weten uitplaatsing of verlenging van het emplacement.
- *Maastricht*; op het emplacement vinden geen rangeeractiviteiten meer plaats doordat de gebruikte systemen zowel op de Nederlandse als de Belgische spoorbaan inzetbaar zijn.
- *Roosendaal*; het risiconiveau is verlaagd door de inzet van diesellocs voor het transport in west-oost richting en de inzet van multifunctionele locs voor het transport in noord-zuid richting. Hierdoor is Roosendaal niet langer aandachtspunt.

In de rapportage van 1993 werden Almelo en Deventer niet genoemd als aandachtspunt, op dit moment wordt wel nader gekeken naar de betreffende emplacementen.

- *Almelo*; voor het emplacement wordt net als voor het emplacement in Hengelo een studie uitgevoerd om de passende PAGE- maatregelen in kaart te brengen.
- *Deventer*; op dit moment vinden nauwelijks rangeeractiviteiten plaats maar met de ingebruikname van de Betuwelijn zou dit kunnen veranderen. Het is daarom van belang meer inzicht te verkrijgen in de toekomstige situatie om op basis daarvan PAGE- maatregelen te kunnen definiëren.

Wegtransport

Voor het transport van LPG-producten per tankauto is gebruik gemaakt van de nieuwe Risicoatlas weg [6]. De nieuwe Risicoatlas weg is gebaseerd op actuele tellingen ten opzichte van de Wegatlas uit 1997. Een uitzondering hierop wordt gevormd door de provincie Zeeland waar geen actualisatie van tellingen heeft plaatsgevonden zodat hiervoor de resultaten uit 1995 zijn gehanteerd.

In de Risico atlas weg [6] worden 53 trajecten aangeduid als aandachtspunt voor het PR terwijl 33 trajecten worden aangemerkt als aandachtspunt voor het GR.

PR-knelpunten wegtransport LPG

De PR-knelpunten zoals bepaald in de Risicoatlas Weg [6] worden hoofdzakelijk bepaald door het transport van brandbare vloeistoffen. Door de lage uitstroomkans vanuit LPG druktanks draagt LPG pas significant bij aan het PR als er sprake is van meer dan circa 7 000 tankauto's per jaar. Dit is op de volgende routes het geval:

- A12: Utrecht (Oude Rijn) - Gouda (aansluiting A20)
- A20: Gouda (aansluiting A12) - Rotterdam Terbrechtseplein
- A15: N218 Spijkenisse – Ridderkerk (aansluiting A16) en Ridderkerk (aansluiting A16) - Papendrecht
- N3 : Dordrecht - Papendrecht
- A16: Terbrechtseplein – Ridderkerk en s'Gravendeel - Klaverpolder
- A17: Klaverpolder - Bergen op Zoom
- A4 : Bergen op Zoom - Aansluiting A58
- A58: Goes - aansluiting A4
- N254: Middelburg - Nieuwdorp - Goes

Afhankelijk van de transportintensiteit op deze wegen komt de 10^{-6} per jaar PR contour tot op 50 m (bij circa 7 000 tankauto's per jaar), respectievelijk tot 140 m (bij circa 20 000 tankauto's per jaar) te liggen.

GR-aandachtspunten wegtransport LPG

Het groepsrisico wordt op routes waar ook LPG transport plaatsvindt, bepaald door het LPG transport. In de Risicoatlas Weg [6] worden aandachtspunten genoemd, d.w.z. die plaatsen waar de oriënterende waarde van het groepsrisico wordt overschreden en bijna aandachtspunten d.w.z. die plaatsen waar het groepsrisico groter is dan 10% van de oriënterende waarde, maar waar de oriënterende waarde niet wordt overschreden. De groepsrisico aandachtspunten zijn bepaald met IPORBM in [6]. De schademodelering in IPORBM is niet volgens de CPR richtlijnen [1-3] uitgevoerd. Indien de CPR richtlijnen wel worden gevolgd dan worden de schadegebieden ongeveer 2 keer groter dan met IPORBM bepaald. Uitgaande van eenzelfde dichtheid van personen in dit grote gebied betekent dit dat het groepsrisico bijna 4 keer groter wordt dan in de Risicoatlas Weg bepaald. Dat wil zeggen dat bijna aandachtspunten uit de Risicoatlas Weg met een groepsrisico groter dan 30 % van de oriënterende waarde (d.w.z. de categorie 0,3 tot 1 keer de oriënterende waarde uit de Risicoatlas Weg), volgens de CPR richtlijnen berekend wel een overschrijding van de oriënterende waarde zullen geven. In de volgende tabel worden de wegen met overschrijding van de oriënterende waarde aangegeven. In figuur 8-4 zijn de GR-aandachtspunten op de kaart van Nederland weergegeven.

Tabel 7-14 Plaatsen met overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico t.g.v. wegtransport LPG.

Weg	Bevolkingskernen
A2	Zaltbommel, Rosmalen, Den Bosch, Eindhoven, Veldhoven, Maastricht
A4	Bergen op Zoom
A10	Amsterdam Westen Zuid, Duivendrecht, Amstelveen
A12	Den Haag, Voorburg
A13	Rijswijk Delft, R'dam, Schiedam
A15	Hoogvliet, Rotterdam, HI Ambacht, Papendrecht, Papendrecht, Slie-drecht, Hardinxveld-Giessendam, Tiel
A20	Capelle a/d IJssel, Rotterdam Alexander, Rotterdam, Schiedam
A16	Rotterdam, Prinsenbeek
A17	Roosendaal
A28	Zwolle, Amersfoort, Soesterberg, Zeist
A58	Tilburg, Goirle
A59	Waalwijk
A67	Venlo
A73	Venray
A76	Stein/Elsloo
N3	Papendrecht, Dordrecht
N61	IJzendijke, Schoondijke
N201	Heemstede
N265, N279	Veghel
N271	Venlo
N280	Roermond
N281	Heerlen
N284	Reusel
N295	Susteren
N318	Aalten
N325	Arnhem
N344	Voorthuizen
N348	Dieren
N506	Hoorn
Gem. Dinteloord	Dinteloord
Gem. Venlo	Venlo
Gem. Middelburg	Middelburg

Buisleidingen

De risicoatlas buisleidingen zal op zijn vroegst beschikbaar zijn eind 2003. Hierdoor kunnen nog geen indicaties worden opgenomen van de mogelijke EV-aandachtspunten ten gevolge van het LPG buisleiding transport.

7.3.8 EV-aandachtspunten LPG bij autonome ontwikkeling

In hoofdstuk 6 is de autonome ontwikkeling voor LPG-producten tot 2010 aangegeven. Onderstaand is aangegeven wat deze ontwikkeling voor de externe veiligheid ten gevolge van import, productie, transport en gebruik betekent.

Import, overslag en regionale depots

Er wordt geen toename van de import van LPG producten verwacht. Dit betekent dat de EV situatie rond de import terminals gelijk zal zijn zoals in tabel 7-7 vermeld.

Doordat geen groei wordt verwacht van het autogasgebruik, noch van LPG-gebruik voor ruimteverwarming, zal de EV situatie bij de depots niet veranderen en gelijk blijven als in tabel 7-8 vermeld. Een uitzondering vormt het depot Horst waarvan verwacht wordt dat dit zal worden gesloten.

Productie van LPG

Er wordt geen toename van de productie van LPG producten verwacht. Dit betekent dat de EV situatie rond de productielocaties gelijk zal zijn aan zoals aangegeven in tabel 7-6.

Industrieel LPG gebruik

Er wordt geen toename van het industrieel gebruik van LPG producten in de chemische industrie en als drijfgas voor spuitbussen verwacht. Dit betekent dat de EV situatie rond het gebruik in de petrochemie gelijk zal zijn aan zoals aangegeven in tabel 7-9 en voor de spuitbusvulinrichtingen zoals aangegeven in tabel 7-10.

LPG tankstations

Verwacht wordt dat het autogasverbruik in Nederland hooguit gelijk zal blijven aan het huidige verbruik, met mogelijk een afname. Voor de LPG stations betekent dit dat de EV situatie gelijk zal blijven met circa 500 PR-knelpunten en ruim 300 GR-aandachtspunten rond LPG tankstations. Een trendbreuk zou kunnen optreden als in het kader van de 20-20 challenge LPG wordt aangemerkt als een alternatieve brandstof. Het verbruik van autogas zal dan mogelijk kunnen toenemen. Hierdoor zal de omzet van de LPG tankstations toenemen en zullen er extra PR-knelpunten bijkomen.

Zee- en binnenvaart transport van LPG

Er wordt niet verwacht dat het transport van LPG per zeeschip in 2010 tot EV aandachtspunten zal leiden. Verwacht wordt dat het binnenvaarttransport van LPG op de vaarwegen naar Duitsland en België zal toenemen. Dit zal niet leiden tot extra aandachtspunten EV. Te meer niet omdat naar verwachting alle nieuwe binnenvaarttankers een betere botsbestendigheid zullen hebben.

Railtransport LPG

Het railtransport van LPG zal naar verwachting van verladers en vervoerders niet toenemen. Door het beschikbaar komen van de Betuweroute zal het vervoer wel anders worden verdeeld over Nederland. Het transport van Rijnmond naar Duitsland en omgekeerd gaat dan via de Betuweroute in plaats van de Brabantlijn. Dit betekent dat in de Drechtsteden het LPG vervoer met 2/3 vermindert tot 2400 wagens per jaar en dat over de Brabantlijn een afname met 60 % tot 3000 wagens per

jaar. Voor de LPG doorvoer vanuit Vlissingen naar Duitsland over de Brabantroute (circa 2500 ketelwagens per jaar) is de Betuwelijn geen alternatief omdat een rechtstreekse verbinding tussen Roosendaal en Kijfhoek ontbreekt. Het resterende aantal LPG wagens is te hoog om de overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico in de Drechtsteden en de steden langs de Brabantlijn te laten verdwijnen. Voor de spoorlijnen naar Noord- en Oost-Nederland wordt geen verandering in het aantal wagens LPG verwacht.

In veel gemeenten zijn reeds goedgekeurde bestemmingsplannen voor stedelijke ontwikkeling langs het spoor. In andere gemeenten worden plannen voor stedelijke verdichting ontwikkeld waaronder de nieuwe sleutel projecten in Amsterdam, Rotterdam, Utrecht, Arnhem en Breda. In bijna al deze gevallen leiden deze verdere stedelijke verdichtingen langs spoorroutes met meer dan circa 500 wagens per jaar LPG vervoer tot een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico. In figuur 8-5 zijn de overschrijdingen van de oriënterende waarde van het groepsrisico aangegeven.

Wegtransport

Verwacht wordt dat het wegtransport van LPG gelijk zal blijven aan het huidige niveau. Door de verdere stedelijke ontwikkeling zal de omvang van de overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico toenemen.

8. De analyse van EV-aandachtspunten

In dit hoofdstuk wordt een analyse gegeven van de EV-aandachtspunten welke in de productketens ammoniak, chloor en LPG optreden. Dit is gebeurd op basis van de in § 2.2 gegeven definities van de EV-aandachtspunten. Voor de analyse van de EV aandachtspunten zijn verschillende doorsneden van de keten gemaakt, zoals:

- Naar activiteit: opslag, productie, transport en gebruik;
- Naar afnemers/gebruikers/stakeholders/actoren: handel en doorvoer, chemische industrie, overige industrie, levering aan verbruikers.

In de volgende paragrafen worden achtereenvolgens de ammoniak-, chloor- en LPG-keten geanalyseerd.

8.1 Analyse ammoniak-keten

8.1.1 Huidige situatie ammoniak-keten

In figuur 8-1 zijn de huidige aandachtspunten voor de ammoniak-keten aangegeven. Indien we naar de activiteiten import-export-transito, productie, opslag, transport en gebruik kijken, zien we de volgende aandachtspunten:

Import-export-transito

Bij de import-export-transito treden langs de Westerschelde zowel PR-knelpunten als GR- en effectgerichte aandachtspunten op.

Productie van ammoniak

De productie van ammoniak geeft alleen in Sluiskil een PR-knelpunt en een GR-aandachtspunt. Effectgerichte aandachtspunten treden op bij de productie in Geleen en Sluiskil.

Transport van ammoniak van productielocaties naar grootverbruikers

Zowel het weg-, rail- als vaarwegtransport geven, met uitzondering van het ammoniaktransport op de Westerschelde, geen PR-knelpunten of GR-aandachtspunten in Nederland. Daar waar het transport door bebouwde gebieden gaat is er wel sprake van een effectgericht aandachtspunt. De PR-knelpunten en GR-aandachtspunten langs de Westerschelde zullen aan de ketenanalyse worden toegevoegd nadat de lopende risicoactualisatie van het ammoniaktransport op de Westerschelde is voltooid.

Grootverbruikers

Zowel de aanvoer van ammoniak naar de chemische industrie als de opslag en het gebruik van ammoniak geven geen aanleiding tot PR-knelpunten en GR-

aandachtspunten. Wel zijn er effectgerichte aandachtspunten, daar waar het transport of de verwerking binnen 1 km van de bebouwde gebieden optreedt.

Koelsector

Binnen de koelsector is de schatting op basis van de bestaande afstandtabel dat bij circa 170 koelinstallaties in Nederland een PR-knelpunt optreedt. Naar verwachting zijn er, bij handhaving van de PR-grenswaarden, nauwelijks GR-aandachtspunten, echter wel effectgerichte aandachtspunten.

Het transport naar de ammoniak koelinstallaties leidt niet tot PR-knelpunten of GR-aandachtspunten. Alleen daar waar een zeer grote koelinstallatie door middel van een bulktankauto gevuld wordt waarbij de aanrijdroute in bebouwd gebied ligt zal een effectgericht aandachtspunt optreden.

8.1.2 Toekomstige ontwikkelingen

Aangezien er geen grote veranderingen in de ammoniak productie en gebruik in Nederland worden verwacht is de verwachting dat de EV aandachtspunten in 2010 gelijk zijn aan de huidige. Door de verdere stedelijke verdichting rond het spoor worden de effectgerichte aandachtspunten voor de hulpverlening in de grote steden langs de spoorlijn Geleen-Roermond-Eindhoven-s'Hertogenbosch-Utrecht-Amsterdam-Haarlem- Beverwijk pregnanter.

Bij een eventuele herstart van de terminal in Rozenburg wordt verwacht dat er PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten optreden langs de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en mogelijk langs de Rijn. Ook zullen dan effectgerichte aandachtspunten optreden in de bebouwing langs de Havenspoorlijn, de Betuwe-route, de Brabantroute en het traject Rotterdam-België. In combinatie met een verdere stedelijke verdichting langs deze routes betekent dit dat hieraan meer aandacht moet worden besteed om eventuele ongevallen te beheersen.

8.1.3 Conclusie EV-aandachtspunten ammoniak

Binnen de ammoniak-keten productie, transport en gebruik treden de volgende knelpunten en aandachtspunten op:

- De productie en afvoer van ammoniak per zeeschip uit Sluiskil geeft PR-knelpunten, GR- en effectgerichte EV aandachtspunten.
- Het transport van ammoniak over de Westerschelde, vooral als zeevaart, levert langs deze rivier PR-knelpunten, GR-aandachtspunten en effectgerichte aandachtspunten op. Deze hangen samen zowel met de doorvoer van ammoniak naar Antwerpen, als met de afvoer vanuit Sluiskil. Dit laatste transport heeft vooral als bestemming Noordzee/Europa en Antwerpen.

- Indien er een herstart plaatsvindt van de terminal in Rozenburg zullen er ook PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten optreden langs de aan- en afvoerroutes per schip en effectgerichte aandachtspunten langs de afvoerroutes per rail en mogelijk ook per binnenvaartschip.
- De ammoniak koelsector leidt tot PR-knelpunten en effectgerichte EV aandachtspunten.

In figuur 8-1 zijn de locaties van de geïdentificeerde PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten op tekening aangegeven.

Aandachtspunten EV Ammoniak: stationaire installaties, rail- en vaarwegtransport



Figuur 8-1 PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten ammoniak-keten in Nederland.

8.2 Analyse chloor-keten

8.2.1 Huidige situatie chloor-keten

De chloor-keten is in Nederland zeer overzichtelijk. Chloor wordt op vier locaties geproduceerd en daar ook grotendeels verwerkt. Vanwege een overcapaciteit in Delfzijl en Hengelo en een tekort in de Botlek vindt thans transport plaats van chloor per rail vanuit Delfzijl en Hengelo naar de Botlek. Dit wordt aangevuld met een kleine importstroom via Hengelo naar de Botlek.

Import-export-transito

Import en export per railtransport leiden niet tot PR-knelpunten of GR-aandachtspunten. Effectgerichte aandachtspunten treden op bij het transport door stedelijke bebouwing.

Productie

Alleen bij de productie in Hengelo is een GR-aandachtspunt. Voor alle productiesites geldt een effectgericht aandachtspunt.

Transport van chloor van productielocaties naar grootverbruikers

Het railtransport leidt niet tot PR-knelpunten of GR-aandachtspunten. Effectgerichte aandachtspunten treden op daar waar de railtransporten door de grote steden langs de spoorlijnen Delfzijl – Botlek en Hengelo – Botlek gaan. Dit betreft onder andere de gemeenten: Groningen, Assen, Meppel, Zwolle, Hengelo, Deventer, Apeldoorn, Amersfoort, Hilversum, Bussum, Weesp, Duivendrecht/Amsterdam ZO, Woerden, Gouda en Rotterdam.

Grootverbruikers

De opslag en verwerking van chloor in de chemische industrie levert geen PR-knelpunten of GR-aandachtspunten op, wel effectgerichte aandachtspunten daar waar de bebouwing zich binnen 3 km van de verwerkingslocaties bevindt.

8.2.2 Toekomstige ontwikkelingen

De belangrijkste verandering in de chloor-keten is de uitvoering van het chloorconvenant tussen overheid en bedrijfsleven. Hierdoor zal het chloortransport per rail dalen van 50 000 ton per jaar (2000) naar 10 000 ton per jaar.

Daarnaast zal de chloorproductie in Hengelo verdwijnen en de chloorproductie in Botlek toenemen tot 800 kton. Het GR-aandachtspunt in Hengelo verdwijnt hierdoor. Mogelijk neemt door de grotere afzet naar chloorgebruikers in de Botlek het aantal chloorpijpleidingen met GR-aandachtspunten toe.

8.2.3 Conclusies EV-aandachtspunten chloor

De productie, transport en verwerking van chloor leveren geen PR-knelpunten of GR-aandachtspunten op. Uitzondering hierop vormt de productie in Hengelo met een GR-aandachtspunt. Daarnaast geeft de chloorleiding van de chloorproductie in de Botlek naar Resolution bij Hoogvliet een GR-aandachtspunt. De effectgerichte aandachtspunten treden op bij het railtransport van chloor door de stedelijke bebouwing.

In de toekomst zullen bij uitvoering van het chloorconvenant effectgerichte aandachtspunten langs het spoor minder pregnant worden en het GR-aandachtspunt in Hengelo verdwijnen.

In figuur 8-2 zijn de locaties van de geïdentificeerde PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten op tekening aangegeven.

Aandachtspunten EV Chloor: stationaire installaties, railtransport



Figuur 8-2 PR-knelpunten, GR- en effectgerichte aandachtspunten chloor-keten in Nederland.

8.3 Analyse LPG-keten

8.3.1 Huidige situatie LPG-keten

Opslagterminals en transitio van LPG

Bij de opslagterminals van LPG treden geen PR-knelpunten en GR-aandachtspunten op, met uitzondering van de terminals in Amsterdam en Stein waar een GR-aandachtspunt optreedt. Daar waar de bebouwing zich binnen 500 m van de locatie bevindt zal er sprake zijn van een effectgericht aandachtspunt.

De doorvoer van LPG van de terminal in het Sloegebied naar Duitsland draagt significant bij aan de GR-aandachtspunten langs de Brabantlijn.

Productie van LPG

Bij de productie van LPG bij de raffinaderijen en petrochemie treden geen PR-knelpunten en GR-aandachtspunten op, met uitzondering van de locatie Geleen waar een GR-aandachtspunt optreedt. Daar waar de bebouwing zich binnen 500 m van de productielocatie bevindt zal er sprake zijn van een effectgericht aandachtspunt.

De import van LPG grondstoffen en de export van LPG producten dragen voor 60 % bij aan de GR-aandachtspunten bij het railtransport en voor 25 % aan die bij het wegtransport.

Petrochemie

In de petrochemie treden geen PR-knelpunten en GR-aandachtspunten op met uitzondering van de locatie Geleen waar een GR-aandachtspunt optreedt. Daar waar de bebouwing zich binnen 500 m van de locatie bevindt zal er sprake zijn van een effectgericht aandachtspunt.

Vullen Spuitbussen

Bij het vullen van spuitbussen met LPG als drijfgas vormt Dokkum een PR-knelpunt en GR-aandachtspunt. Daar waar de bebouwing zich binnen 350 m van de locatie bevindt zal er sprake zijn van een effectgericht aandachtspunt.

Het vullen van spuitbussen heeft een beperkte bijdrage aan de GR-aandachtspunten bij het wegtransporten (3%).

LPG depots

Bij de LPG depots treden bij een aantal depots PR-knelpunten en GR-aandachtspunten op. Daar waar de bebouwing zich binnen 350 m van de locatie bevindt zal er sprake zijn van een effectgericht aandachtspunt.

Verwarmingsmarkt

LPG wordt ten behoeve van verwarmingsdoeleinden (woningen/stallen) veel in het landelijk gebied gebruikt. Dit draagt bij aan het GR-aandachtspunt van de terminal in Amsterdam, voor 14 % aan de GR-aandachtspunten bij het wegtransport en aan de PR-knelpunten en GR-aandachtspunten bij een aantal depots. Verder kunnen er EV-aandachtspunten bestaan bij gebruik van LPG (propan) voor verwarmingsdoeleinden in de verblijfsrecreatie (stacaravans en vakantiebungalows).

Autogasgebruik

Het autogasgebruik draagt bij aan het GR-aandachtspunt van de terminal in Amsterdam, voor 60% aan de GR-aandachtspunten bij het wegtransport en aan de PR-knelpunten en GR-aandachtspunten bij een aantal depots. Daarnaast treden PR-knelpunten en GR-aandachtspunten op bij autogastankstations.

LPG tankstations

Van de 2137 tankstations met LPG verkoop hebben circa 500 tankstations kwetsbare bestemmingen binnen de 10^{-6} per jaar PR contour. Het aantal tankstations dat een aandachtspunt met betrekking tot het GR vormt bedraagt ruim 300.

LPG wegtransport

Het LPG-wegtransport komt voor ruim 60% voor rekening van de autogastankstations. Het aandeel voor de export bedraagt 24%, dat voor verwarming 13% en voor spuitbussen 3%. De LPG wegtransportstroom geeft zowel PR- als GR-aandachtspunten.

Op de wegen met hoge LPG transportfrequenties wordt de afstand van het as van de weg tot de 10^{-6} per jaar PR-contour aanzienlijk vergroot van maximaal 30-40 m bij alleen transport van brandbare vloeistoffen tot circa 50 m (7.000 tankauto's per jaar) en tot 140 m (circa 20.000 tankauto's per jaar). Deze hoge transportfrequenties treden alleen op bij vervoer over de weg tussen het Rijnmondgebied en Utrecht, tussen het Rijnmondgebied en Roosendaal en tussen Vlissingen en Roosendaal (zie figuur 8-3).

Op routes met lagere LPG transportfrequenties per jaar treedt daar waar de wegen stedelijk gebied passeren (b.v. Westelijke en Zuidelijke rondweg Amsterdam, Delft, Rotterdamse ruit, Drechtsteden, Eindhoven, Venlo, Roermond, Maastricht, Amersfoort, Zwolle) een overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico op (zie figuur 8-3). Daarnaast is het wegtransport een effectgericht aandachtspunt daar waar het binnen 350 m langs stedelijk gebied of vitale infrastructuur passeert.

Aandachtspunten EV LPG wegtransport



Figuur 8-3 PR-knelpunten en GR-aandachtspunten LPG wegtransport in Nederland. LPG railtransport.

Het LPG railtransport geeft veel GR-aandachtspunten daar waar de spoorlijnen door stedelijk gebied gaan (b.v. Zwijndrecht/Dordrecht, Breda, Tilburg, Eindhoven, Venlo, Rotterdam, Gouda, Duivendrecht/Amsterdam ZO, Amersfoort, Arnhem). Daarnaast veroorzaakt het railtransport een effectgericht aandachtspunt daar waar het binnen 350 m langs stedelijk gebied of vitale infrastructuur gaat.

De EV-aandachtspunten in de Drechtsteden worden veroorzaakt door het transport tussen Rijnmond en Duitsland (4800 wagens), tussen Rijnmond en de chemische industrie in Limburg (500 wagens) en tussen Rijnmond en België (1900 wagens).

De EV aandachtspunten langs de Brabantroute worden veroorzaakt door de transitostroom van 2500 wagons van de terminal in Vlissingen naar Duitsland (35%), de export stroom van circa 4800 wagons van de Nederlandse petrochemische industrie naar Duitsland en omgekeerd (60%), en de stroom tussen de petrochemische industrie in Rijnmond en Geleen (5%).

Huidige aandachtspunten EV LPG: stationaire installaties, railtransport



Figuur 8-4 PR-knelpunten en GR-aandachtspunten huidig LPG railtransport in Nederland.

Toekomstige aandachtspunten EV LPG: stationaire installaties, railtransport



Figuur 8-5 PR-knelpunten en GR-aandachtspunten toekomstig LPG railtransport in Nederland.

8.3.2 Toekomstige ontwikkelingen

Er wordt geen groei van de LPG import, productie en gebruik (chemische industrie, autogas, ruimteverwarming, transit) verwacht. Daarom zal de toekomstige ontwikkeling van de EV situatie rond de productie en transport van LPG sterk afhan-

gen van de verdere stedelijke verdichting rond transportroutes. Er wordt niet verwacht, door de reeds lang bestaande Integrale nota LPG en het hierin aangegeven EV toetsingskader, dat de stedelijke verdichting nieuwe EV aandachtspunten rond stationaire installaties zal geven.

LPG tankstations

De LPG tankstations zijn mogelijk een uitzondering op de algemene verwachting dat er geen nieuwe aandachtspunten EV ontstaan. Een trendbreuk zou kunnen optreden als in het kader van de EU 20-20 challenge LPG wordt aangemerkt als een alternatieve brandstof. Het verbruik van autogas zal dan toenemen. Hierdoor zal de omzet van de LPG tankstations toenemen en zullen er extra PR-knelpunten (en mogelijk GR-aandachtspunten) bijkomen.

Railtransport LPG

Het railtransport van LPG zal naar verwachting van verladings- en vervoerders niet toenemen. Door het beschikbaar komen van de Betuweroute zal het vervoer wel anders worden verdeeld over Nederland. Het transport van Rijnmond naar Duitsland en omgekeerd gaat dan via de Betuweroute in plaats van de Brabantlijn. Dit betekent dat in de Drechtsteden het LPG vervoer met 2/3 vermindert tot 2400 wagens per jaar en dat over de Brabantlijn een afname optreedt met 60 % tot 3000 wagens per jaar. Het resterende aantal LPG wagens is te hoog om de overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico in de Drechtsteden en de steden langs de Brabantlijn te laten verdwijnen. Door de nieuwe stedelijke verdichtingsplannen in deze steden zal de overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico verder toenemen.

8.3.3 Conclusies EV aandachtspunten LPG

Concluderend kan worden gesteld dat de EV aandachtspunten voor LPG hoofdzakelijk worden bepaald door de LPG tankstations (autogas) en het weg- en railtransport van LPG.

Het wegtransport is ten behoeve van de bevoorrading van de LPG tankstations (60 % van het aantal transporten), LPG verbruik voor afvullen spuitbussen (3 %) LPG ruimte- en industriële verwarming (13 %) en export (8 %). Door dit wegtransport van LPG neemt de omvang van de 10^{-6} per jaar PR contour toe op de routes van Rijnmond naar Utrecht, Rijnmond - België, Vlissingen - Roosendaal. Dit zijn de belangrijkste afvoerroutes voor de LPG producten van de chemische industrie en van de LPG terminal in Vlissingen.

De overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico bij het wegtransport hangt ook sterk samen met de vestigingsplaatsen van de LPG terminals in Amsterdam en Vlissingen, en de petrochemische industrie in Rijnmond, Limburg, Duitsland en België. Met name op de wegen rond Amsterdam, Rotterdam en de

steden in Zuid Nederland treden overschrijdingen van de oriënterende waarde van het groepsrisico op (zie figuur 8-3).

Het LPG railtransport zorgt voor overschrijdingen van de oriënterende waarde van het groepsrisico in de steden langs de spoorlijnen van Rotterdam naar Noord en Oost Nederland, de Drechtsteden en de steden aan de Brabantlijn. De GR-aandachtspunten naar Noord en Oost Nederland worden veroorzaakt door de leveringen aan lokale gebruikers in N-O Nederland en de export van de chemische industrie naar Duitsland. De GR-aandachtspunten langs de Brabantlijn hebben te maken met im- en export van de chemische industrie in West-Nederland van en naar Duitsland en de export van LPG vanuit de terminal in Vlissingen naar Duitsland (zie figuur 8-4).

Door de toenemende stedelijke verdichting worden de GR-aandachtspunten omvangrijker. Door het in gebruik nemen van de Betuweroute voor de aan- en afvoer van de chemische industrie in West-Nederland verdwijnen de GR-aandachtspunten in de Drechtsteden en in de steden langs de Brabantroute niet (zie figuur 8-5).

9. Referenties

- [1] Gele Boek, Methoden voor het berekenen van fysische effecten van het incidenteel vrijkomen van gevaarlijke stoffen (vloeistoffen en gassen), Directoraat-Generaal van de Arbeid, CPR-14E, 1997.
- [2] Groene Boek, Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen door het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. CPR 16. Directoraat-Generaal van de Arbeid. Eerste druk 1990.
- [3] Purple Book, Guidelines for quantitative risk assessment, Committee for the Prevention of Disasters, CPR-18E, The Hague, The Netherlands, First edition, 1999.
- [4] Nota Risico-normering vervoer gevaarlijke stoffen (RNVGS), brief aan de Tweede Kamer, Ministerie van V&W, 1995-1996, 24 611, nr. 2
- [5] Risicoatlas, vervoer van gevaarlijke stoffen over de vrije baan, R2335-69.001, DHV Milieu en Infrastructuur B.V. in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2001.
- [6] Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen AVIV in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, maart 2003.
- [7] Plan van aanpak goederenemplacementen (PAGE), 1997
- [8] Quick scan gevolgen beleidsvernieuwing externe veiligheid, Arcadis / TNO-MEP in opdracht van Ministerie van VROM, Den Haag december 2001
- [9] Risicoanalyses EV sleutelprojecten Amsterdam Zuidas, Arnhem, Breda, TNO 2001
- [10] Diverse risicoanalyses EV van stedelijke ontwikkelingen langs transportassen, TNO 2000-2002
- [11] Overzicht schadeafstanden transportroutes gevaarlijke stoffen in de provincie Zeeland, TNO 2000
- [12] Veiligheidsanalyses interne en externe veiligheid tunnel A73 Roermond en overkapping A2 Leidsche Rijn, TNO 2001
- [13] Economische beoordeling van externe veiligheidsmaatregelen, NEI/TUD, 1998

-
- [14] Economische beoordeling van wet- en regelgeving. NEI/EUR, 1999
- [15] Leidraad operationele prestaties hulpverlening bij rampen en calamiteiten, BZK 2001
- [16] Risicoatlas hoofdvaarwegen Nederland
AVIV, in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat,
Adviesdienst Verkeer en Vervoer, februari 2003
- [17] Vaarwegenstudie
Risicoanalyse van het transport van gevaarlijke stoffen over de Nieuwe
Waterweg en de Nieuwe Maas
AVIV, oktober 2001
- [18] Risicoanalyse van de productie, het transport en het gebruik van ammoniak
in Nederland
Fase 1: inventarisatie en analyse van de bestaande situatie en van de
autonome ontwikkelingen
SAVE rapport, ref. nr. R462 dd. september 1994
- [19] Notitie over Externe Veiligheid
Provincie Zuid-Holland, ref. SCR2002-024, 30 mei 2002
- [20] Risicocontouren Westerschelde 1998, AVIV 1999.
- [21] Onzekerheden in de modellering ammoniak uitstroming uit zeeschepen op
de Westerschelde, TNO 2002
- [22] Vrijwaringszones transport gevaarlijke stoffen per (zee)schip in Rotterdam,
TNO 2002
- [23] Diverse risicoanalyses EV van ijsbanen, koel- en vrieshuizen
TNO 1990-2002
- [24] Diverse onderzoeken naar alternatieve koeltechnieken
TNO 1995-2002
- [25] Landelijk beeld mogelijke knelpuntsituaties ammoniakkoelinstallaties,
AVIV-rapport, juli 1994
- [26] Interview met Hydro Agri Sluiskil, 5 november 2002
- [27] Interview met DSM-Agro Geleen, 4 november 2002
- [28] Interview met NVKL en NEKOVRI (belangenverenigingen koelsector), op
20 november 2002

- [29] Interview met enkele vertegenwoordigers van installateurs van ammoniakkoelinstallaties, op 3 december 2002
- [30] Verslag Tweede Kamer, vergaderjaar 2000 – 2001, 27628, nr2, pg 5.
- [31] Mondelinge informatie Bureau AVIV
- [32] VROM Inspectie
Onderzoek Risicovolle bedrijven met een ammoniakkoelinstallatie
Ministerie VROM, Februari 2002; distr. Nr. 17083/185 (Regio Noord)
Ministerie VROM, December 2001; distr. Nr. 17079/185 (Regio ZuidWest)
- [33] Een chloorbalans voor Nederland
Deel 1: Samenvatting en hoofdrapport
Deel 2: Stofdocumenten
Deel 3: Achtergronden, bijlagen en Peer-review
TNO-rapport, referentie nr. STB/95/40-I t/m 40-III dd. 1995
- [34] Prognos Studie (1994). Uitgebreide analyse van kosten en baten uitfasering van processen in de chloor-keten.
- [35] Contrast Advies i.o. Greenpeace (1996): Uitgebreide analyse kosten en baten uitfasering processen in de Nederlandse chloor-keten
- [36] Europese studie Dichloormethaan (TNO, 1999). Uitgebreide analyse kosten uitfasering dichloormethaan en toeleverende processen in de EU (o.a. chloorproductie)
- [37] Alternatievenstudie chloor/Commissie Tuininga (met ondersteuning van TNO en IVM): kostenanalyse uitfasering PVC uit rioolbuizen, inclusief toeleverende ketens.
- [38] Analyses t.b.v. uitfasering chloortransport AKZO, Ministerie van VROM 2001.
- [39] CBS import en export statistieken
- [40] Chemical Market Associates Inc. (CMAI)
World Chlor-Alkali Analysis
(Database voor productie tijdreeksen chloor en chloorverbindingen, inclusief inschattingen voor de komende jaren)
Volume I, 2001

- [41] Alternatieven voor de chloorchemie. Financiële- en werkgelegenheidseffecten van de overstap van de belangrijkste chloorverbruikende bedrijven in de Nederlands chemie op alternatieve processen of producten. Centrum voor Onderzoek Training en Strategisch Advies (CONTRAST), Amsterdam.
Gelder, J.W. van & H. Heerings, 1996.
- [42] Risico-analyse van het transport en de op- en overslag van chloor in Zuid-Holland
Ingenieurs/adviesbureau SAVE, Apeldoorn, 1992,
- [43] Risico-analyse van het transport en de op- en overslag van chloor in Zuid-Holland. Fase 2.
Ingenieurs/adviesbureau SAVE, Apeldoorn, 1993,
- [44] Mondelinge mededeling Railinfrabeheer (dhr. E. Gerding en mevr. M. Berrevoets)
- [45] Website VNCI: www.vnci.nl
- [46] <http://www.eurochlor.org/chlorine/generalinfo/figures.html>
- [47] Handleiding bij PC-pakket RORISC “Ruimtelijke Ordening en Risico”
Rapport nr. 610066010. RIVM, Bilthoven.
- [48] Handrekenmethode voor groepsrisico bij Externe Veiligheid. Rapport nr. 610066004, RIVM, Bilthoven.
- [49] LPG Integraal studie (TNO 1983), en Integrale Nota LPG (Ministerie van VROM, 1985)
- [50] <http://www.NVPI.nl>
- [51] Gegevens over LPG-tankstations, RIVM 2001
- [52] Risicoanalyse generiek voor LPG tankstation, TNO 2002
- [53] Interview met de VVG; Vereniging Vloeibaar Gas
- [54] Interviews met DOW, Sabic, Lyondell en Shell
- [55] Interview met de VNPI; Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie
- [56] European Chemical News, 22-28 April 2002; Polypropylene profile
- [57] Website van Ministerie V&W
- [58] VROM inspectierapport LPG terminals en depots

- [59] Samenvatting EV-knelpunten LPG-depots: TNO-MEP notitie
- [60] Mondelinge informatie VROM-inspectie Zuid
- [61] Inventarisatie LPG tankstations in Nederland, KPMG 2003.
- [62] CPB: Economie en fysieke omgeving: beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995-2020, Den Haag, 1997.
- [63] ECN en RIVM (Ybema et al.), 2001, Referentieraming energie en CO₂, 2001-2010.
- [64] CE, 2001, Benzine, diesel en LPG: balanceren tussen milieu en economie, Update van “Optimale brandstofmix voor het wegverkeer”.
- [65] Franfurter Allgemeine: <http://fazarchiv.faz.net/FAZ.ein>
- [66] Deutscher Verband Flüssiggas bv: <http://www.dvfg.de/>
- [67] European Chemical News:
<http://www.eurochemnews.com/home/frameset.htm>
- [68] Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie, Frankfurt:
<http://www.dechema.de/homepage/welcome.html>
- [69] Centrum voor Energie besparing en schone technologie <http://www.ce.nl>
- [70] Nederlands Duitse Kamer van Koophandel: informatie betreffende invloed Oost Europa / Rusland op Duitse markten
- [71] European Chemical Industry Council (Cefic): <http://www.cefic.org>
- [72] Centraal Bureau Statistiek: diverse statistieken
- [73] Environmental outlook Chemical Industry (OECD).
- [74] [The Fertilizer Industry Of The European Union](#) (1997). Forecast of food, farming and fertilizer use in the EU, 2002-2012
- [75] FAO Statistics Series Fertilizer Yearbook
Fertilizer International
- [76] www.iiar.org International Institute of Ammonia Refrigeration
- [77] <http://www.eurammon.com>

-
- [78] De bebouwde omgeving van het spoorweginet (BOS) in het kader van de Regulerings Vervoer Gevaarlijke Stoffen-spoor.
DG Ruimte van Ministerie van VROM, Den Haag, 9 december 2002.
- [79] Ontwerp-besluit vaststelling milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen
Staatscourant 22 februari 2002, nr. 38

10. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

Ministerie van VROM
Directoraat-Generaal Milieubeheer, IPC 637
Directie Externe Veiligheid
t.a.v. Mw. Ir. A.G. Nijhof MBA en Drs. M. Schraver
Rijnstraat 8
2515 XP Den Haag

Namen en functies van de projectmedewerkers:

Ir. M. Molag (TNO-MEP)
Dr. J. van der Vlies (TNO-STB)
Ing. S.J. Elbers, Ir. A.J. Kruithof en Ing. J.M. Ham (TNO-MEP)
Drs. L. Beumer en Drs. G. van Bork (Ecorys)
Drs. L. van Oers en Dr. E. van der Voet (CML)

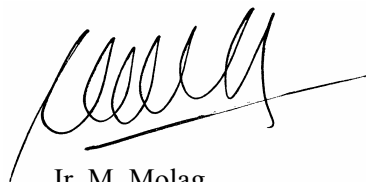
Namen van instellingen waarmee in het onderzoek is samengewerkt:

- TNO-STB, Delft
- TNO-MEP, Apeldoorn
- Ecorys/NEI, Rotterdam
- CML, Leiden

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

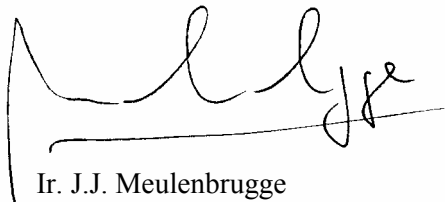
oktober 2002 – mei 2003

Ondertekening:



Ir. M. Molag
deelprojectleider

Goedgekeurd door:



Ir. J.J. Meulenbrugge
afdelingshoofd