



Verkenning Vervoer Gevaarlijke Stoffen

Huidige en toekomstige omvang vervoer gevaarlijke stoffen via spoor, binnenvaart en weg

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rotterdam, juni 2024

Verkenning Vervoer Gevaarlijke Stoffen

Huidige en toekomstige omvang vervoer gevaarlijke stoffen via spoor, binnenvaart en weg

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rotterdam, juni 2024

Tekst bevat persoonsgegevens

[Redacted text block]

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Achtergrond.....	5
1.2	Doel van dit rapport.....	5
1.3	Leeswijzer.....	6
2	Toelichting op de uitgevoerde analyses	7
2.1	Top-down analyse	7
2.2	Bottom-up analyse	9
2.3	Nieuwe stromen	10
2.4	What-if scenario's.....	10
3	Spoorprognose	13
3.1	Introductie.....	13
3.2	Realisatie.....	13
3.3	Basisprognose.....	15
3.4	Prognose: nieuwe stromen	16
3.5	What-if scenario's.....	17
3.6	Samenvatting	19
4	Binnenvaartprognose	20
4.1	Introductie.....	20
4.2	Realisatie.....	20
4.3	Basisprognose.....	21
4.4	Prognose: nieuwe stromen	22
4.5	What-if scenario's.....	23
4.6	Samenvatting	26
5	Wegprognose	27
5.1	Introductie.....	27
5.2	Realisatie.....	27
5.3	Basisprognose.....	29
5.4	Prognose: nieuwe stromen	29
5.5	What-if scenario's.....	30
5.6	Samenvatting	32
	Bijlage 1 – Benaderde stakeholders	33
	Bijlage 2 – Stofcategorieën per vervoerwijze	34
	Bijlage 3 – Toegepaste geografische afbakening	35
	Bijlage 4 – Methodische toelichting prognose nieuwe stromen	36
	Bijlage 5 – Methodische toelichting what-if scenario's	39
	Bijlage 6 – Toelichting Kaartmateriaal	44

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Economische ontwikkeling en transport zijn nauw aan elkaar verbonden. Om economische groei te kunnen bereiken, is het onder meer van belang te kunnen beschikken over een efficiënt transportsysteem. De overheid tracht een dergelijk systeem te garanderen. Het vervoer (van goederen) kent naast de positieve link met de economie echter ook nadelen. Een van die nadelen betreft het risico voor de omgeving voor het geval het gevaarlijke stoffen betreft. Onder gevaarlijke stoffen worden vloeistoffen en gassen verstaan die kunnen branden of giftig zijn¹. Bij incidenten kunnen deze stoffen vrijkomen en/of ontbranden en in het ergste geval zelfs exploderen. Hoe groot het risico is, hangt in hoge mate af van de omvang van het vervoer en de inrichting van de omgeving. Daarbij is het bijvoorbeeld van belang welke gebouwen er rondom de transportinfrastructuur aanwezig zijn en hoeveel mensen daar zijn. Om dit risico te kunnen beheersen heeft de overheid Basisnet ontwikkeld. Hierin is zowel geregeld waar en hoeveel transport van gevaarlijke stoffen gefaciliteerd wordt als welke ruimtelijke ontwikkeling rondom de infrastructuur mogelijk is.

Wet Vervoer Gevaarlijke stoffen

Onderdeel van de Wet die voor het Basisnet is opgesteld, is dat het vervoer van gevaarlijke stoffen (continue) wordt gemonitord en dat (eens in de vijf jaar) prognoses worden opgesteld. Dit is erop gericht om de toepasbaarheid van het Basisnet te kunnen beoordelen en dus om de met het vervoer van gevaarlijke stoffen gepaard gaande risico's ook op lange termijn te kunnen beheersen. Het Basisnet (Wvgs, artikel 12) is gericht op:

'het tot stand brengen en in stand houden van een duurzaam evenwicht tussen de belangen van 1) het vervoer van gevaarlijke stoffen over het Basisnet, 2) het gebruik van de ruimte langs dat basisnet, en 3) een maatschappelijk aanvaardbaar veiligheidsniveau in de nabijheid van dat basisnet.'

De Wvgs schrijft daarbij voor dat de Minister zicht houdt op de ontwikkeling van de omvang van het vervoer van gevaarlijke stoffen en de daarmee gepaard gaande risico's. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft Ecorys verzocht om een verkenning uit te voeren voor het eerste deel: de vervoeromvang. Het tweede deel, de risicoberekeningen, worden in een later stadium uitgevoerd in een aparte studie.

1.2 Doel van dit rapport

Voorliggend rapport beschouwt de omvang van het vervoer van gevaarlijke stoffen via spoor, binnenvaart en weg. We presenteren daarbij realisatiecijfers (2021/2022) en verwachtingen voor zichtjaar 2033. Verwachtingen voor de toekomst zijn per definitie onzeker. Die onzekerheden worden momenteel voor een belangrijk deel versterkt doordat we ons in een periode van energietransitie bevinden. Door de energietransitie zal het gebruik van fossiele

¹ Zie Wvgs Artikel 1 voor een uitgebreide definitie

brandstoffen als aardolie en aardgas in de toekomst afnemen. Daarvoor in de plaats komen alternatieve brandstoffen. We weten alleen niet in welke mate dat zal gebeuren.

Nieuwe stromen

Met name waterstof wordt als een veelbelovend potentieel gezien om in onze energiebehoefte te voorzien. Omdat waterstof een zeer licht gas is, brengt dit uitdagingen met zich mee tijdens opslag en transport ervan. Waterstof kan vloeibaar worden gemaakt onder extreem lage temperaturen, maar de koelsystemen die daarvoor nodig zijn, maakt het minder praktisch voor veel toepassingen. Daarom spelen de zogenaamde waterstofdragers een belangrijke rol. Waterstofdragers zijn stoffen of materialen die waterstof kunnen opslaan, vervoeren en afgeven. Veel voorkomende waterstofdragers zijn Liquid Organic Hydrogen Carriers kortweg LOHC, ammoniak en methanol. Er is veel onzekerheid over welke stof, in welke omvang, vanuit welke havens en ook met welke vervoerwijze de stroom zich zal gaan manifesteren.

Scenario's

Om rekening te houden met onzekerheden in de verwachtingen rond het vervoer van gevaarlijke stoffen hebben we enkele scenario's opgesteld. Gegeven de onzekerheid rond de mate waarin de verschillende vervoerwijzen hun vervoersaandeel zullen behouden is breder gekeken naar ontwikkelingen in het vervoer per binnenvaart, weg en spoor (en de relatie met pijpleidingen). Zo spelen in de binnenvaart bijvoorbeeld klimatologische ontwikkelingen een rol. Door een veranderend klimaat is de verwachting dat de waterstanden in de toekomst sterker zullen fluctueren (extreem hoge en lage waterstanden) waardoor de binnenvaart niet altijd volledig inzetbaar zal zijn. Rond deze en andere onzekerheden hebben we enkele *what-if* scenario's opgesteld. De *What-if* scenario's zijn vormgegeven door telkens één van de vervoerwijzen weg, binnenvaart en spoor naar een maximum modal split aandeel te laten groeien in prognosejaar 2033. De achterliggende gedachten daarbij is, dat we daarmee een theoretisch maximum voor de veiligheidscontour in beeld kunnen brengen. We komen daar verderop in dit rapport op terug. Voor alle scenario's in deze rapportage geldt dat niet expliciet rekening gehouden is met de beschikbare (infrastructuur-) capaciteit.

1.3 Leeswijzer

In dit rapport beschrijven we de aanpak en presenteren we de resultaten van de uitgevoerde analyses. In hoofdstuk 2 gaan we eerst in op de aanpak die we hebben gevolgd en de bronnen die we hebben gebruikt, die uiteindelijk hebben geleid tot realisatiecijfers en prognoses over het vervoer van gevaarlijke stoffen. Vervolgens beschouwen we in elk van de achtereenvolgende hoofdstukken per vervoerwijze (spoor, binnenvaart en weg) de huidige en toekomstige omvang van het vervoer van gevaarlijke stoffen aan de hand van de verschillende prognoses (zie hoofdstuk 3, 4 en 5). De bijlagen bevatten meer achtergrondinformatie en detailcijfers, in de hoofdtekst verwijzen we naar die bijlagen.

Concreet zijn de volgende bijlages toegevoegd:

- Bijlage 1: Overzicht van geïnterviewde stakeholders
- Bijlage 2: Stofcategorieën per vervoerwijze
- Bijlage 3: Toegepaste geografische afbakening
- Bijlage 4: Methodische toelichting prognose nieuwe stromen
- Bijlage 5: Methodische toelichting what-if scenario's
- Bijlage 6: Toelichting kaartmateriaal
- Bijlage 7: Zeevaartprognose

2 Toelichting op de uitgevoerde analyses

In Figuur 2.1 is een schematisch overzicht opgenomen van het gevolgde plan van aanpak en de daarvoor benodigde deelstappen. Elke deelstap wordt in de volgende paragrafen in detail beschreven.

Figuur 2.1 Schematisch overzicht van de uitgevoerde analyses



2.1 Top-down analyse

In de top-down analyse wordt een eerste basisprognose gemaakt met de reeds beschikbare data. Deze analyse is samengevat in de volgende onderdelen:

1. verzamelen diverse realisatiecijfers en bestanden;
2. inladen van beschikbare prognoses (voor weg, binnenvaart en spoor);
3. afbakening – zowel geografisch als indeling stofcategorieën – vaststellen;
4. berekenen van de jaarlijkse groeivoet;
5. basisprognose voor 2033 vaststellen.

De verkenning van het vervoer van gevaarlijke stoffen start met het verzamelen van de realisatiecijfers en de prognosebestanden voor de verschillende modaliteiten. De realisatiecijfers zijn door Rijkswaterstaat (weg en water) en ProRail (spoor) aangeleverd en vormen de basis voor de verdere analyses.

De volgende realisatie- en prognosebestanden zijn toegepast:

- Spoor:
 - Realisatiecijfers: Vervoer Gevaarlijke Stoffen in 2021
 - Prognosebestanden: RPGV 2030 en 2040 (zowel laag- en hoog)
- Binnenvaart:
 - Realisatiecijfers voor 2021 en 2022 binnenvaart (en zeevaart)
 - Prognosebestanden: BasGoed 2030 en 2040 (zowel laag- en hoog)
- Weg:
 - Realisatiecijfers: (Jaar)intensiteiten teldata 2018 – 2022
 - Prognosebestanden: BasGoed 2030 en 2040 (zowel laag- en hoog)

Stofcategorieën en geografische indeling

De beschikbare realisatiecijfers en prognoses voor de drie vervoerwijzen (weg, binnenvaart en spoor) wijken op verschillende aspecten af. Zo verschilt per vervoerwijze de indeling naar stofcategorie vervoer gevaarlijke stoffen. In Bijlage 2 wordt expliciet aangegeven welke indelingen in het vervoer van gevaarlijke stoffen via spoor, binnenvaart en weg zijn toegepast.

Het geografische detailniveau van de realisatie- of prognosecijfers is niet altijd gelijk. Zo gebruikt de BasGoed prognose voor Nederland het geografische detailniveau NUTS 3, de zogenoemde COROP regio's binnen provincies.² Het buitenland wordt op een hoger geografisch detailniveau onderverdeeld (NUTS 2), hetgeen in Nederland vergelijkbaar is met provincies. Daarnaast is het geografische detailniveau in de realisatiebestanden voor spoor, weg en binnenvaart eveneens niet volledig vergelijkbaar.

In deze studie is de geografische afbakening geaggregeerd ten behoeve van vergelijkbaarheid. Deze afbakening bevat een gesimplificeerde indeling, waarbij Nederland in beginsel is onderverdeeld in provincies en Zuid-Holland is opgesplitst in het havengebied Rotterdam en Overig Zuid-Holland. Duitsland is verdeeld in Noord-, Midden- en Zuid-Duitsland, en België is opgesplitst in West- en Oost-Vlaanderen, evenals West- en Midden-Wallonië. Deze aggregatie wordt uniform toegepast voor alle modaliteiten. In Bijlage 3 is de vertaling van de BasGoed gebieden naar de Ecorys afbakening opgenomen (grafisch en in tabelvorm).

Vaststellen groeivoeten basisprognose

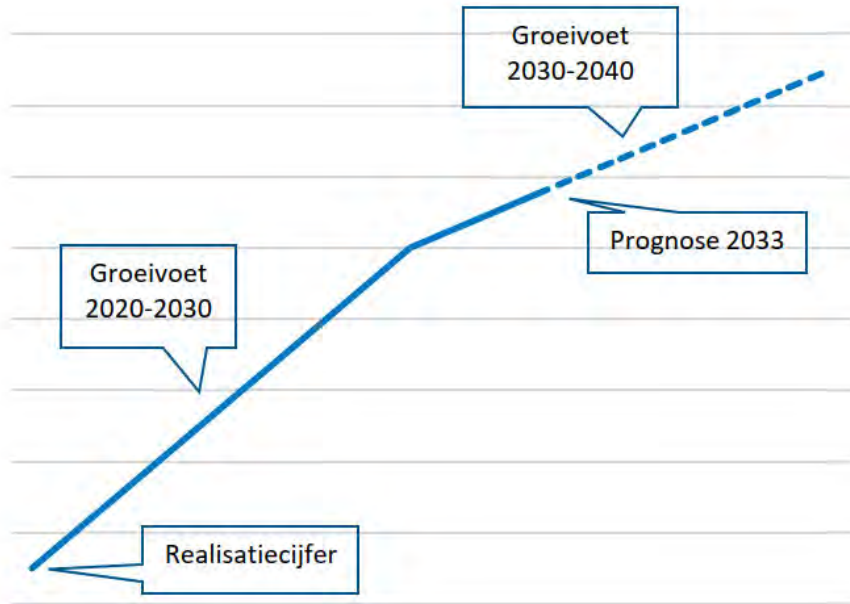
Vervolgens wordt voor de verschillende modaliteiten de groeivoet bepaald. Deze groeivoet is bepaald aan de hand van de groei tussen de realisatiecijfers en de prognosebestanden (zichtperiode 2030 en 2040). Specifiek voor de verschillende modaliteiten is de volgende aanpak gehanteerd:

- Voor **spoorvervoer** is vanuit de prognosebestanden voor de verschillende relevante goederensoorten (NSTR-classificatie) de groeivoet bepaald tussen H/B relaties, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de gecontaineriseerde en niet-gecontaineriseerde lading.
- Voor **water** geldt dat de groeivoet is bepaald voor de verschillende corridors per gevaarlijke stof (S3B classificering).
- Voor **weg** geldt dezelfde aanpak als bij water. Hier is de groeivoet echter bepaald voor de verschillende wegvakken (geaggregeerd per provincie) per gevaarlijke stof (S3B classificering).

² CBS (2019), Indeling van Nederland in 40 COROP-gebieden ([link](#))

Tot slot is – op basis van de realisatiecijfers en de verwachte prognoses voor 2030 en 2040 – de basisprognose prognose vastgesteld. In Figuur 2.2. wordt het rekenvoorbeeld grafisch weergegeven.

Figuur 2.2 Weergave rekenvoorbeeld: vertaling realisatiecijfers naar basisprognose 2033



Opmerking: de grafische afzwakking van de groei na 2030 is geen exacte weergave van de groeiverwachting. Wel is de verwachting in de huidige WLO scenario's dat de jaarlijkse groei na 2030 minder sterk is dan in de periode voor 2030.

2.2 Bottom-up analyse

Voor het verzamelen van de inzichten bij de stakeholders over de belangrijkste toekomstige ontwikkelingen op het gebied van het vervoer van gevaarlijke stoffen zijn interviews uitgevoerd (Bijlage 1 geeft een overzicht van de stakeholders die zijn geïnterviewd). De resultaten van de interviews dienen ter validatie en verrijking van de resultaten verkregen uit de top-down analyse.

Om inzicht te verkrijgen in de belangrijkste toekomstige ontwikkelingen op het gebied van het vervoer van gevaarlijke stoffen zijn interviews afgenomen. In Bijlage 1 vind je een overzicht van de in partijen die in deze studie zijn gesproken. De resultaten van deze interviews zijn gebruikt om richting te geven aan de verder uitgewerkte scenario's. Gezien de grote onzekerheden hebben niet veel partijen concrete kwantitatieve informatie op kunnen leveren over verwachte volumes (bv. 'nieuwe stromen').

Een belangrijke conclusie die naar aanleiding van de interviews getrokken kan worden, is dat er nog grote onzekerheid bestaat over de ontwikkeling van de zogenaamde nieuwe stromen en de snelheid waarmee fossiele brandstoffen afgebouwd worden. Dit geldt in nog sterkere mate hoe de verdeling van die nieuwe stromen over de vervoerwijzen zal zijn. Wel is de algemene verwachting dat nieuwe stromen vanaf ongeveer 2030 op bescheiden schaal hun intrede zullen doen, maar dat de grote groei pas na 2033 zal gaan optreden. Onderkend wordt dat geopolitieke ontwikkelingen (denk aan handelsrestricties met Rusland) op korte termijn

nog een grote invloed kunnen hebben op de omvang en aard van importstromen. In de volgende paragrafen gaan we nader in op hoe de raming van nieuwe stromen tot stand is gekomen en hoe we met de onzekerheid over de toekomstige ontwikkelingen zijn omgegaan.

2.3 Nieuwe stromen

Middels interviews uitgevoerd in het kader van deze studie en literatuuronderzoek zijn de verwachtingen rond nieuwe stromen in kaart gebracht. Uitgangspunt is een recente studie van TNO, Berenschot en Arcadis. Deze studie schetst drie varianten³, waarbij concrete uitspraken worden gedaan rondom de toekomstige import en productie van waterstof en waterstofdragers voor de periode tussen 2030 en 2035. Daarbij wordt ingegaan op wat naar verwachting de volumes aan te transporteren gasvormige en vloeibare duurzame energiedragers zijn, en welke transport- en opslagmodaliteiten hierbij kunnen worden ingezet.

In deze paragraaf wordt een korte weergave gegeven van de verwachte volumes aan zogenaamde nieuwe stromen in 2033. Op basis van beschikbare informatie in studies en bij de sector is een globale inschatting gemaakt van de jaarlijks te vervoeren hoeveelheden ammoniak en LOHC per vervoerwijze. Deze inschatting is (grotendeels) gebaseerd op variant 2 van het eerder genoemde onderzoek. Voor meer achtergrondinformatie verwijzen we naar Bijlage 4.

Tabel 2.1 Nieuwe stromen (LOHC en Ammoniak) in 2033 (in miljoen ton)

H/B	Modaliteit	Waterstof (LOHC)			Ammoniak	
		weg	spoor	binnenvaart	spoor	binnenvaart
Rotterdam - Duitsland		0,2	0,2	0,2	0,4	2,0
Rotterdam – Nederland (intra)		0,2	0,2	0,2	0,1	0,5
Amsterdam - Duitsland		0,5	0,5	0,5	.	.
Amsterdam - Nederland (intra)		0,5	0,5	0,5	.	.
North Sea Port - Duitsland		.	.	.	0,2	0,7
North Sea Port - Nederland (intra)		0,2
Totaal		1,3	1,3	1,3	0,7	3,4

2.4 What-if scenario's

De toekomst is in hoge mate onzeker; hoewel de grote invloed van COVID-19 achter de rug is, heeft de oorlog tussen Oekraïne en Rusland een blijvende impact op vervoersstromen. Ook het neerslaan van de effecten rondom verduurzaming en impact van klimaatverandering zijn in hoge mate onzeker. Om deze reden is ervoor gekozen middels drie *what-if* scenario's de toekomstbeelden per vervoerswijze (weg, binnenvaart en spoor) te schetsen. Ook de relatie tussen deze vervoerswijze en het vervoer van gevaarlijke stoffen middels pijpleiding is

³ Varianten 1 en 2 zijn gebaseerd op uiteenlopende cijfers voor waterstofgebruik in Europese beleidsvoorstellen in het kader van het 'Fit for 55'-beleidspakket. De derde en hoogste variant is gebaseerd op door marktactoren ingebrachte verwachtingen.

een belangrijke ontwikkeling (met name tussen binnenvaart en pijpleiding is er verschuiving mogelijk).

In praktijk wordt dit gedaan door het modal split aandeel van de desbetreffende modaliteit te laten toenemen. De achterliggende gedachten daarbij is, dat we daarmee een theoretisch maximum voor de veiligheidscontour in beeld brengen (getoetst met plausibele vervoersvolumes). De argumentatie bij elk van de scenario's, mede gebaseerd op de interviews, is hieronder kort samengevat. De onderstaande modal split percentages zijn toegepast op de prognoses voor 2033 inclusief nieuwe stromen.

De grootste concurrentie is die tussen de pijpleiding en de binnenvaart. Weg en spoor concurreren ook in enige zin met de binnenvaart, maar in veel mindere mate. De omvang van het spoorvervoer is gering ten opzichte van de overige vervoerwijze en is daarmee nauwelijks een bron van verschuiving. In onderstaande tabel met meer nuance een beschrijving van de veronderstellingen in de what-if-scenario's.

Tabel 2.2 Veronderstellingen what-if scenario's

Maximum Weg	Maximum Binnenvaart	Maximum Spoor
<ul style="list-style-type: none"> • Veronderstelling is dat beperkte maar gestage groei van het aandeel weg in vervoer gevaarlijke stoffen doorzet; • De groei bij het wegvervoer gaat ten koste van binnenvaart (pijpleiding concurreert niet met wegvervoer) • Spoor en weg concurreren wel (op korte- en middellange afstanden), maar vanwege de (relatief) geringe vervoersomvang spoor is geen verschuiving verondersteld; • Corresponderende aantal tonnen verschuift naar de weg. 	<ul style="list-style-type: none"> • Veronderstelling is dat investeringen in extra pijpleidingen langer op zich laten wachten en realisatie van nieuwe leidingen pas na 2035 gereed komen; • Modal split pijpleidingen daalt tot 2030 (daarna constant verondersteld) ten gunste van modal split binnenvaart. • Corresponderende aantal tonnen verschuift naar binnenvaart. 	<ul style="list-style-type: none"> • Veronderstelling is minder binnenvaart in de toekomst door klimaatveranderingen; • Daardoor vaker laag water met beperkingen voor binnenvaart; • Modal split spoorvervoer groeit tot 2030 (daarna constant verondersteld) door in huidige tempo ten koste van modal split binnenvaart; • De verschuiving tussen modaliteiten weg en pijpleiding is constant verondersteld, vanwege de relatief beperkte vervoersomvang op het spoor; • Corresponderende aantal tonnen verschuift naar vervoer per spoor.

Modal split

In het maximum weg scenario stijgt het aandeel van de weg in het vervoer van gevaarlijke stoffen van 3,6% in 2021 naar 4,3% in 2033. Dit gaat ten koste van het aandeel binnenvaart dat daalt van 23,6% in 2021 naar 22,8% in 2033.

In het maximum binnenvaart scenario stijgt het aandeel van de binnenvaart in het vervoer van gevaarlijke stoffen van 23,6% in 2021 naar 31,3% in 2033. Dit gaat ten koste van het aandeel pijpleiding dat daalt van 71,5% in 2021 naar 63,7% in 2033.

In het maximum spoor scenario stijgt tenslotte het aandeel van het spoorvervoer in het vervoer van gevaarlijke stoffen van 1,4% in 2021 naar 2,5% in 2033. Dit gaat ten koste van het aandeel binnenvaart dat daalt van 23,6% in 2021 naar 22,5% in 2033.

Tabel 2.3 Prognose modal split (2021 – 2033) – scenario's maximum weg, binnenvaart en spoor (in %)

Vervoerwijze	Modal split 2021	Max Weg Modal split 2033	Max Binnenvaart Modal split 2033	Max Spoor Modal split 2033
Binnenvaart	23,6%	22,8%	31,3%	22,5%
Wegvervoer	3,6%	4,3%	3,6%	3,6%
Spoorvervoer	1,4%	1,4%	1,4%	2,5%
Pijpleidingvervoer	71,5%	71,4%	63,7%	71,4%
Totaal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Opmerking: de rood gemarkeerde cellen geven aan dat het percentage modal split in 2033 daalt ten opzichte van de modal split in 2021. De groen gemarkeerde cellen geven aan dat het percentage modal split in 2033 stijgt. De overige percentage (zwart gemarkeerd) blijven constant.

In Bijlage 5 gaan we in meer detail in op de totstandkoming van de drie *what-if* scenario's.

3 Spoorprognose

3.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de spoorprognoses behandeld en geanalyseerd aan de hand van diverse scenario's. De spoorprognoses omvatten de basisprognose, de prognose voor nieuwe stromen, en een drietal what-if scenario's. Om op een consistente wijze te vergelijken, wordt de basisprognose vergeleken met het scenario voor nieuwe stromen. Vervolgens wordt het scenario voor nieuwe stromen vergeleken met de resultaten van de what-if-scenario's.

Dit rapport presenteert de resultaten op een geaggregeerde wijze in figuren en tabellen. De gedetailleerde tabellen zijn beschikbaar in Excel.

3.2 Realisatie

ProRail houdt het vervoer van deze gevaarlijke stoffen bij en heeft de realisatiegegevens 2021 beschikbaar gesteld ten behoeve van dit onderzoek. De VGS realisatiegegevens 2021 dienen als basisjaar voor de prognoses. De realisatiegegevens omvatten per gevaarlijke stof de herkomst- en bestemmingslocatie en het totaal vervoerde volume⁴. Daarnaast worden de gevaarlijke stoffen omschreven en is de daarbij horende stofcategorie opgenomen. Meer inzicht in de relatie tussen de stofcategorieën en de NSTR goederengroepen, GEVI-nummers en voorbeeldstoffen zijn opgenomen in Bijlage 2. In Tabel 3.1. wordt een overzicht gegeven van de realisatiecijfers per stofcategorie.

Tabel 3.1 Realisatiecijfers VGS spoor per stofcategorie in 2021 (in 1.000 ton)

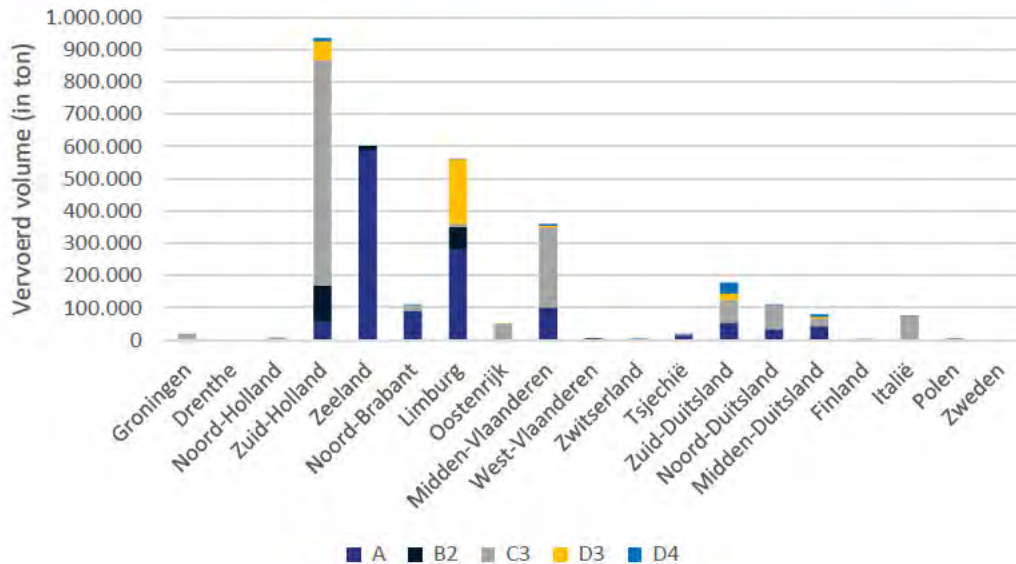
Stofcategorie	Omschrijving	Realisatiecijfers 2021
A	Brandbare gassen	1.275
B2	Giftige gassen	191
B3	Zeer giftig gas	-
C3	Zeer brandbare vloeistoffen	1.318
D3	Giftige vloeistoffen	291
D4	Zeer giftige vloeistoffen	57
Totaal		3.132

In 2021 bedroeg het totaal vervoerde volume aan gevaarlijke stoffen op het spoor 3,1 miljoen ton. De meest substantiële categorieën waren A (brandbare gassen) en C3 (zeer brandbare vloeistoffen), beide goed voor circa 1,3 miljoen ton. Giftige gassen (B2) en giftige vloeistoffen (D3) zijn in 2021 goed voor respectievelijk 191.000 en 291.000 ton. Een voorbeeld van een giftig gas is Ammoniak, waarop dieper wordt ingegaan in de prognose van nieuwe stromen.

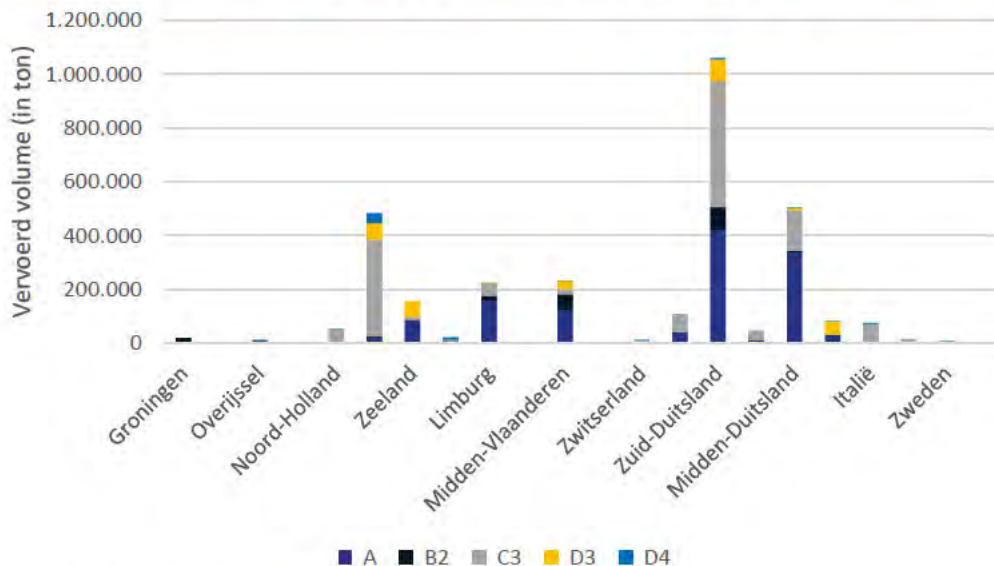
⁴ Het bestand richt zich op de netto tonnages (dus exclusief gewicht locs en wagens, maar inclusief het gewicht van eventuele containers).

In het vervolg kijken we eveneens op welke wijze de realisatiegegevens geografisch neerslaan; wat zijn de belangrijkste herkomsten en bestemmingen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. In Figuur 3.1. en 3.2. wordt deze geografische informatie visueel weergegeven.

Figuur 3.1 Realisatiecijfers VGS spoor per stofcategorie per herkomst in 2021 (in tonnen)



Figuur 3.2 Realisatiecijfers VGS spoor per stofcategorie per bestemming in 2021 (in tonnen)



De figuren laten een duidelijk patroon zien. Zuid Holland (waaronder Havengebied Rotterdam), Limburg (Chemelot) en Zeeland (waaronder North Sea Port) zijn de voornaamste herkomsten van gevaarlijke stoffen. Het vervoer gaat vervolgens met name naar Duitsland; waar het merendeel naar Zuid- en Midden-Duitsland wordt vervoerd. Overige belangrijke bestemmingen zijn de aanvoer naar Zuid-Holland (Rotterdam), Limburg (Chemelot) en, in

mindere mate, België (Vlaanderen). De stofcategorieën zijn sterk afhankelijk van de desbetreffende herkomst en bestemming.

In de volgende sectie wordt beknopt de methodiek en in meer detail de impact van de basisprognose (in 2033) toegelicht.

3.3 Basisprognose

In deze paragraaf wordt, op basis van de realisatiecijfers en de methodiek (zie Hoofdstuk 2), een basisprognose met zichtjaar 2033 opgesteld. De gevolgde stappen zijn hieronder kort beschreven⁵:

- **Stap 1** betreft het toewijzen van specifiek BasGoed zones naar geaggregeerde gebieden. Deze geografische afbakening is voor alle drie de modaliteiten ten behoeve van de vergelijkbaarheid van de analyse.
- In **stap 2** is voor elke herkomstbestemmingsrelatie (HB-relatie) per goederensoort (NSTR goederenclassificatie) een jaarlijkse groeivoet bepaald voor de periode tussen 2021 en 2033. Indien data beschikbaar – in het basisjaar en voor de zichtjaren 2030/2040 – op herkomst/bestemming relatie, is een specifieke groeivoet bepaald. Indien gegevens ontbreken – in het basis- of prognosejaar – is de gemiddelde groeivoet voor de desbetreffende goederensoort toegepast.
- **Stap 3** zet de realisatiecijfers om in een basisprognose door de berekende groeivoet (uit stap 2) te extrapoleren naar 2033.

Om te komen tot de prognose 2033 zijn dus groeicijfers toegepast op realisatiecijfers. De groeivoet is afhankelijk van de H/B relatie en goederensoort, maar varieert rond het gemiddelde van +/- 4%. Onderstaande tabel geeft een beeld van de jaarlijkse groei per goederengroep. Hieruit wordt duidelijk dat de groei tussen het basisjaar en 2030 veelal hoger ligt dan de groei na 2030, hetgeen hoofdzakelijk valt te verklaren door directe input van BasGoed; denk aan (verwachte) economische groei, werkgelegenheid, export, demografie).

Tabel 3.2 Overzicht van jaarlijkse groei per goederensoort (in percentage)

BasGoed goederengroep	WLO Scenario's			
	2030 Laag	2030 Hoog	2040 Laag	2040 Hoog
Aardolieproducten (Nr. 6)	4,4%	5,2%	0,0%	-0,4%
Chemische producten (Nr. 7)	3,5%	4,7%	0,7%	1,4%
Overige minerale producten (Nr. 10)	1,8%	2,3%	-0,9%	0,6%
Voedings- en genotsmiddelen (Nr. 11)	9,0%	8,8%	0,0%	0,7%
Machines, elektronica en transportmiddelen (Nr. 12)	2,3%	2,6%	1,1%	1,0%
Overige goederen (Nr. 13)	1,6%	1,6%	0,5%	0,6%

In de **basisprognose 2033** groeit het vervoerd volume (uitgaand van het gemiddelde tussen WLO Laag en Hoog) naar 4,5 miljoen ton. De WLO Laag en Hoog prognose zijn gelijk aan respectievelijk 4.4 en 4.7 miljoen ton. In absolute zin wordt de grootste groei verwacht in

⁵ Bij deze stappen wordt niet expliciet rekening gehouden met eventuele beperkingen aan de vraag als gevolg van de buitendienststellingen van de Betuweroute en de relatie met de Antwerpse haven

gevaarlijke stoffen A (645.000 ton) en C3 (2.2 miljoen ton). Relatief gezien stijgt ook het vervoerd volume van zeer brandbare vloeistoffen (C3), giftige gassen (B2), giftige vloeistoffen (D3) en brandbare gassen (A) met meer dan 50% gedurende de zichtperiode 2021-2033.

Tabel 3.3 Realisatie- en prognosecijfers (gemiddeld) VGS spoor per stofcategorie (in 1.000 ton)

Stof-categorie	Omschrijving	Realisatiecijfers		Index 2021-2033
		2021	Basisprognose* 2033	
A	Brandbare gassen	1.275	1.920	1,51
B2	Giftige gassen	191	305	1,60
B3	Zeer giftig gas	-	-	
C3	Zeer brandbare vloeistoffen	1.318	2.221	1,69
D3	Giftige vloeistoffen	291	441	1,52
D4	Zeer giftige vloeistoffen	57	84	1,46
Totaal		3.132	4.971	1,59

* Voor de basisprognose is een gemiddelde van WLO Laag en Hoog gebruikt

3.4 Prognose: nieuwe stromen

Op basis van beschikbare informatie is een globale inschatting gemaakt van de jaarlijks te vervoeren hoeveelheden ammoniak en waterstof (LOHC) per vervoerwijze. Deze 'nieuwe stromen' zijn toegevoegd aan de basisprognose doordat is aangenomen dat de (gevolgen van de) energietransitie onvoldoende verwerkt zijn in BasGoed.

Per vervoerwijze is een globale inschatting gemaakt van de jaarlijks te vervoeren hoeveelheden ammoniak en LOHC. Deze inschatting is gebaseerd op variant 2 van het rapport Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers⁶, verkregen prognoses van Havenbedrijf Rotterdam en de inzichten in de reeds uitgevoerde Marktverkenning Spoorgoederenvervoer. Voor spoorvervoer zijn deze volumes toegewezen aan herkomst/bestemming relaties; met name van de zeehavengebieden naar het achterland. Middels onderstaande tabel wordt aangegeven welke impact deze 'nieuwe' vervoerstromen hebben voor het vervoerd volume op het spoor.

Tabel 3.4 Overzicht van nieuwe stromen voor spoorvervoer in 2033 (in mln. ton)

HB-relatie	LOHC	Ammoniak
Rotterdam – Duitsland	0,2	0,4
Rotterdam – Nederland (intra)	0,2	0,1
Amsterdam – Duitsland	0,5	n.b.
Amsterdam – Nederland (intra)	0,5	n.b.
North Sea Port – Duitsland	n.b.	0,2
North Sea Port - Nederland (intra)	n.b.	n.b.
Totaal	1,3	0,7

Opmerking: Door de opkomst van nieuwe stromen is het mogelijk dat het vervoer van bestaande gevaarlijke zal afnemen (zoals toename van LOHC en mogelijke afname van brandbaar gas). Gegeven de zichtperiode (2033) en onzekerheid omtrent

⁶ TNO, Arcadis, Berenschot (2023). Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers. [Link](#).

de volumes volume zijn dergelijke ontwikkeling niet toegepast in het scenario 'nieuwe stromen'. Het betreft slechts een prognose waarbij de 'nieuwe stromen' zijn toegevoegd aan de basisprognose.

In Tabel 3.5. is per stofcategorie het vervoerd volume weergegeven voor zowel de realisatie, de basisprognose 2033 en de prognose nieuwe stromen voor 2033. Het scenario **nieuwe stromen** laat een stijging zien in de stofcategorie B2 en C3 als gevolg van het vervoer van respectievelijk 0.7 en 1.3 miljoen ton Ammoniak en LOHC. Daarmee stijgt het totaal vervoerd volume van gevaarlijke stoffen naar 7.1 miljoen ton in 2033.

Tabel 3.5 Realisatie- en prognosecijfers VGS spoor per stofcategorie (in 1.000 ton)

Stof-categorie	Omschrijving	Realisatie-cijfers 2021	Basisprognose 2033	Prognose: nieuwe stromen 2033	Index 2021-2033
A	Brandbare gassen	1.275	1.920	1.920	1,51
B2	Giftige gassen	191	305	1.105	5,80
B3	Zeer giftig gas	-	-	-	
C3	Zeer brandbare vloeistoffen	1.318	2.221	3.553	2,70
D3	Giftige vloeistoffen	291	441	441	1,52
D4	Zeer giftige vloeistoffen	57	84	84	1,46
Totaal		3.132	4.971	7.103	2,27

3.5 What-if scenario's

De **What-if** scenario's worden vormgegeven door telkens één van de vervoerwijzen weg, binnenvaart en spoor naar een maximum modal split aandeel te laten groeien tot 2030 (en daarna constant te veronderstellen). De achterliggende gedachte daarbij is dat we daarmee een theoretisch maximum voor de veiligheidscontour in beeld kunnen brengen (getoetst met plausibele vervoersvolumes). De argumentatie, mede gebaseerd op de interviews, is hieronder kort samengevat.

3.5.1 *What-if: maximum binnenvaart en weg*

In hoofdstuk 2 worden de methodiek en eerste inzichten van de what-if scenario's beschreven. Daaruit blijkt dat het aandeel spoorvervoer ongewijzigd blijft in de what-if scenario's 'max weg' en 'max binnenvaart'. Het vervoerd volume met gevaarlijke stoffen tonen daarom geen afwijking ten opzichte van het prognosejaar 2033. Aangezien beide what-if scenario's geen invloed hebben op het aandeel spoorvervoer, worden de spoorvolumes in deze scenario's niet apart gepresenteerd.

3.5.2 *What-if: maximum spoor*

De ontwikkelingen in het what-if-scenario 'maximum spoor' zijn in sterke mate afhankelijk van de ontwikkelingen in de binnenvaart. De veronderstelling daarbij is dat in de toekomst klimaatveranderingen een substantiële impact op de binnenvaart kunnen gaan hebben. Zo kunnen, als gevolg van een veranderend klimaat, sterk wisselende waterstanden (laag en hoog) vaker gaan optreden en resulteren in vaarbepeningen. Recente voorbeelden hiervan zijn het extreme laagwater in 2018 en 2022, met overduidelijke weerslag op het vervoerd volume in de binnenvaart. In het (theoretische) maximum spoor scenario wordt een toekomstige afname van het aandeel binnenvaart deels toebedeeld aan het spoorvervoer.

Daarnaast wordt verondersteld dat de modal split aandelen van weg en pijpleiding constant blijven.

Volgens de prognoses – in meer detail beschreven in hoofdstuk 2 – zal het aandeel binnenlands en grensoverschrijdend vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor stijgen tot respectievelijk 2,1 en 8,5 miljoen ton. Daarmee stijgt het aandeel spoorvervoer tot 1% van het binnenlands- en 4,0% van het grensoverschrijdend vervoerd volume in Nederland. Het totale aandeel spoorvervoer neemt in 2033 toe van 1,4% (de modal split in 2021) naar 2,5% (de modal split in 2033). Dit gaat ten koste van het aandeel binnenvaart dat daalt van 23,6% in 2021 naar 22,5% in 2033. In Tabel 3.6 worden de resultaten van het what-if scenario weergegeven en afgezet tegen de realisatiecijfers in 2021.

Tabel 3.6 Realisatiecijfers en prognoses nieuwe stromen en what-if VGS spoor per stofcategorie (in 1.000 ton)

Stof-categorie	Omschrijving	Realisatie-cijfers 2021	Prognose: nieuwe stromen 2033	What-if scenario	
				Max spoor 2033	Index 2021-2033
A	Brandbare gassen	1.275	1.920	3.392	2,66
B2	Giftige gassen	191	1.105	1.952	10,24
B3	Zeer giftig gas	-	-	-	
C3	Zeer brandbare vloeistoffen	1.318	3.553	6.276	4,76
D3	Giftige vloeistoffen	291	441	779	2,68
D4	Zeer giftige vloeistoffen	57	84	148	2,58
Totaal		3.132	7.103	12.547	4,01

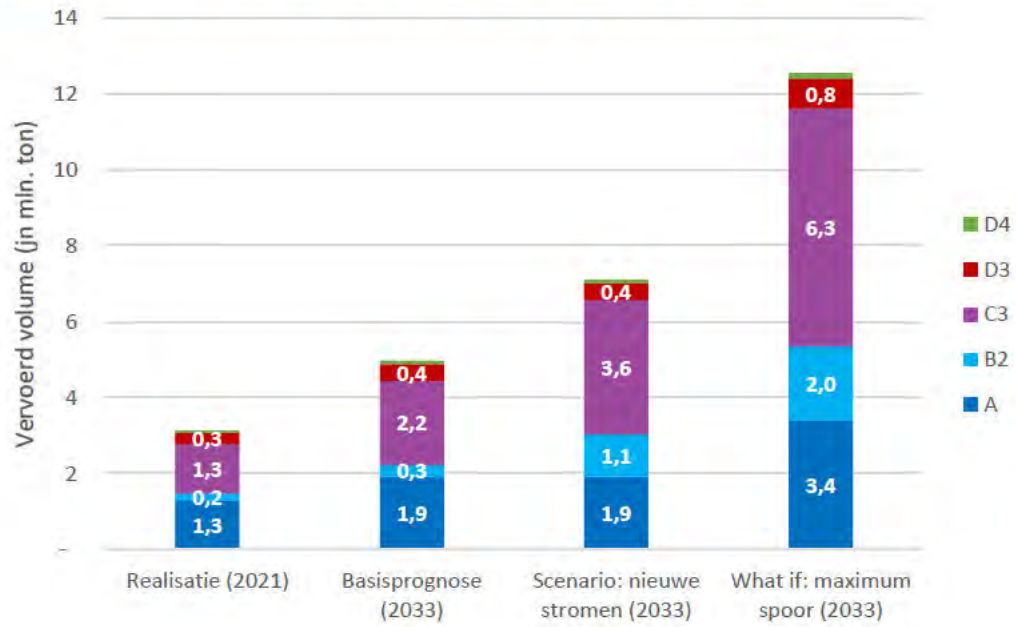
In Tabel 3.6 is per stofcategorie het vervoerd spoorvolume voor zowel de realisatie, de prognose nieuwe stromen 2033 en het what-if scenario 'maximum spoor' 2033 weergegeven. De (procentueel) beperkte afname van het aandeel binnenvaart in de modal split leidt tot een substantiële toename van het vervoer van gevaarlijke stoffen per spoor. In totaal groeien de spoorvolumes naar ruim 12,5 miljoen ton in 2033.

Een vergelijking van het maximum spoorscenario met de huidige realisatiecijfers laat zien dat het vervoerd volume met meer dan een factor 4 zal toenemen. De sterke toename in stofcategorieën B2 (giftige gassen) en C3 (zeer brandbare vloeistoffen) wordt versterkt door de ontwikkelingen in het nieuwe stromen scenario. De overige gevaarlijke stoffen nemen met ruim een factor 2 toe ten opzichte van de realisatiecijfers 2021.

3.6 Samenvatting

In Figuur 3.3. worden de realisatiecijfers en verschillende prognoses grafische afgebeeld. Voor nadere duiding van deze resultaten wordt verwezen naar secties 3.2. t/m 3.5.

Figuur 3.3 Realisatie- en prognosecijfers VGS spoor per stofcategorie (in mln. ton)



4 Binnenvaartprognose

4.1 Introductie

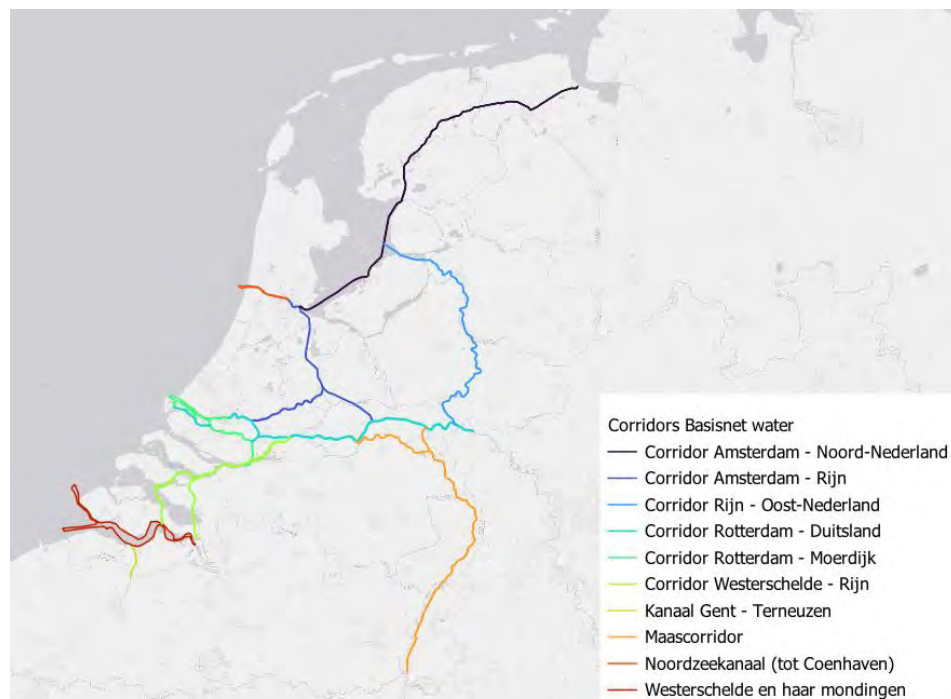
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de binnenvaartprognoses behandeld en geanalyseerd aan de hand van diverse scenario's. De binnenvaartprognoses omvatten de basisprognose, de prognose voor nieuwe stromen, en een drietal *'what-if'*-scenario's. Om op een consistente wijze te vergelijken, wordt de basisprognose vergeleken met het scenario voor nieuwe stromen. Vervolgens wordt het scenario voor nieuwe stromen vergeleken met de resultaten van de *'what-if'*-scenario's.

Dit rapport presenteert de resultaten op een geaggregeerde wijze in figuren, tabellen en kaarten. De gedetailleerde tabellen zijn beschikbaar gesteld (in Excel- en GIS-overzichten) aan de opdrachtgever.

4.2 Realisatie

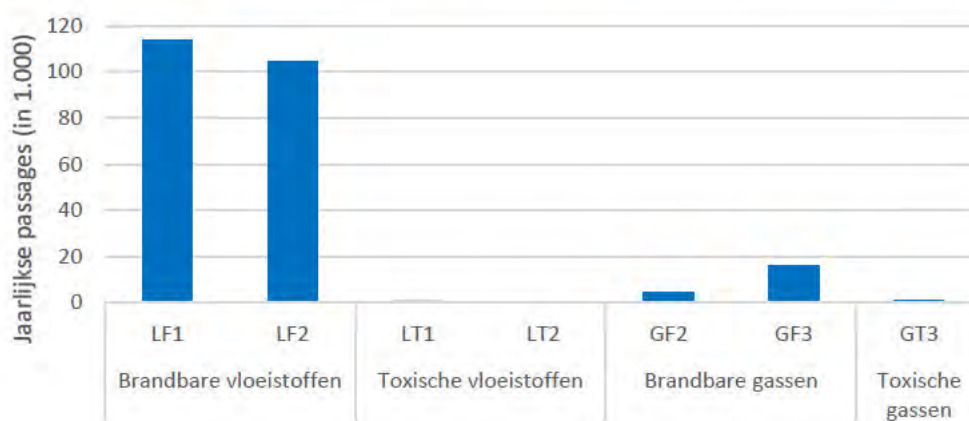
De mate van het vervoer van gevaarlijke stoffen voor de binnenvaart wordt bepaald aan de hand van scheepspassages langs bepaalde gedefinieerde telpunten. Deze telpunten zijn weer ingedeeld in bepaalde corridors. In Figuur 4.1 zijn de Nederlandse binnenvaartcorridors grafisch weergegeven.

Figuur 4.1 Kaart met Nederlandse binnenvaartcorridors



Rijkswaterstaat telt ieder jaar per stofcategorie het aantal scheepspassages langs deze telpunten. In deze studie is gewerkt met de meest recente complete telling uit 2021. Omwille van de overzichtelijkheid worden de resultaten in deze sectie op landelijk niveau gepresenteerd.

Figuur 4.2 Realisatiecijfers VGS binnenvaart per stofcategorie in 2021 (in duizenden jaarlijkse passages)



In Tabel 4.1 en Figuur 4.2. zijn per stofcategorie het jaarlijkse aantal scheepspassages langs de Nederlandse telpunten weergegeven. De voorgeschreven stofcategorieën zijn in de realisatiecijfers van Rijkswaterstaat opgenomen. Hierbij geldt: hoe hoger het nummer, hoe toxischer of brandbaarder de stof is.⁷ Uit de tabel blijkt dat in 2021 voornamelijk brandbare vloeistoffen over de Nederlandse binnenvaartroutes werden vervoerd.

Tabel 4.1 Realisatiecijfers VGS binnenvaart per stofcategorie in 2021 (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021
Brandbare vloeistoffen (<i>liquid flammable</i>)	LF1	114
	LF2	104
Toxische vloeistoffen (<i>liquid toxic</i>)	LT1	0,88
	LT2	0,07
Brandbare gassen (<i>gaseous flammable</i>)	GF2	4,5
	GF3	16
Toxische gassen (<i>gaseous toxic</i>)	GT3	1,2
Totaal		241

4.3 Basisprognose

Vanuit de realisatiecijfers wordt een prognose voor zichtjaar 2033 opgesteld op basis van de methodiek (zoals toegelicht in Hoofdstuk 2). Voor de binnenvaart betekent dit dat voor elke

⁷ Rijkswaterstaat (g.d.). GEVI, UN en stofcategorie. [Link](#).

corridor en per stofcategorie een jaarlijkse groeivoet is bepaald voor de periode tussen de realisatiecijfers en de prognose (zichtjaar 2033).

In Tabel 4.2 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal scheepspassages langs Nederlandse telpunten weergegeven voor zowel de realisatie als de basisprognose voor 2033. Hierbij wordt duidelijk dat in de basisprognose voor geen enkele stofcategorie een daling in het totaal aantal passages wordt verwacht.

Voor het vervoer van toxische vloeistoffen wordt de grootste stijging verwacht; tot 2033 een toename van 35% - 37% ten opzichte van het aantal passages in 2021. Voor de overige stofcategorieën wordt in de basisprognose een groei in het totaal aantal passages langs de Nederlandse telpunten van zo'n 10% tot 25% verwacht.

Tabel 4.2 Realisatie en basisprognose 2033 VGS binnenvaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Basisprognose 2033	Index 2021-2033
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	114	127	1,12
	LF2	104	129	1,23
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,88	1,21	1,37
	LT2	0,07	0,10	1,35
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	4,5	5,3	1,20
	GF3	16	18	1,12
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	1,2	1,5	1,26
Totaal		241	282	1,17

4.4 Prognose: nieuwe stromen

Zoals toegelicht in Hoofdstuk 2 zijn de nieuwe stromen, ammoniak en *liquid organic hydrogen carriers* (LOHC), toegevoegd aan de basisprognose.

Per vervoerwijze is een globale inschatting gemaakt van de jaarlijks te vervoeren hoeveelheden ammoniak en LOHC. Deze inschatting is voornamelijk gebaseerd op variant 2 van het rapport '*Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers*'⁸ en verkregen prognoses van Havenbedrijf Rotterdam. Specifiek voor het binnenvaartvervoer is aangenomen dat zowel LOHC als ammoniak per schip vervoerd zal gaan worden.

In tabel 4.3 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal scheepspassages langs de Nederlandse telpunten weergegeven voor zowel de realisatie, de basisprognose 2033 en de prognose 2033 inclusief de nieuwe stromen.

De nieuwe stroom aan ammoniak zorgt voor een forse toename in het aantal passages langs de Nederlandse telpunten voor stofcategorie GT3. Ten opzichte van de basisprognose leidt de

⁸ TNO, Arcadis, Berenschot (2023). Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers. [Link](#).

nieuwe stroom ammoniak naar verwachting tot ruim tweeënhalve keer zoveel scheepspassages voor deze stofcategorie langs de Nederlandse telpunten.

De nieuwe stroom aan LOHC zorgt, ten opzichte van de basisprognose, naar verwachting voor een kleine stijging in de stofcategorie LF2.⁹

Tabel 4.3 Realisatie, basisprognose 2033 en prognose: nieuwe stromen VGS binnenvaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Basisprognose 2033	Prognose: nieuwe stromen	Index 2021-2033
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	114	127	127	1,12
	LF2	104	129	133	1,27
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,88	1,21	1,21	1,37
	LT2	0,07	0,10	0,10	1,35
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	4,5	5,3	5,3	1,20
	GF3	16	18	18	1,12
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	1,2	1,5	3,7	3,19
Totaal		241	282	288	1,20

4.5 What-if scenario's

In de what-if scenario's groeit, zoals toegelicht in Hoofdstuk 2, steeds één vervoerswijze tot een (theoretisch) maximum. Deze scenario's bouwen voort op de vervoersvolumes in het scenario en nieuwe stromen. Van de drie gedefinieerde 'what-if'-scenario's zijn alle drie de maximum-scenario's relevant voor de binnenvaart. In zowel het maximum-spoor-, maximum-binnenvaartscenario als maximum-wegscenario vindt namelijk een verandering in het aandeel binnenvaart plaats.

4.5.1 What-if: maximum spoor

In het maximum-spoorscenario wordt verondersteld dat in de toekomst extreme waterstanden frequenter zullen voorkomen door klimaatveranderingen. Aangenomen wordt dat dit zal leiden tot vaker voorkomende vaarbeporingen in de binnenvaart. Als gevolg hiervan zal het aandeel binnenvaart afnemen, ten gunste van het spoorvervoer.

Het aandeel spoorvervoer zal dan jaarlijks gemiddeld met 7,5% (binnenlands) en 4,3% (grensoverschrijdend) stijgen tot 2033, waarna het constant wordt verondersteld. Tegelijkertijd blijft de modal split van weg en pijpleidingen constant, waarbij het betreffende aantal tonnen van binnenvaart naar railvervoer verschuift. Het aandeel van binnenvaart in de modal split daalt hiermee van 23,6% (2021) naar 22,5% in 2033.

In Tabel 4.4 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal scheepspassages langs de Nederlandse telpunten weergegeven voor zowel de realisatie, de prognose incl. nieuwe stromen 2033 en

⁹ Arcadis & Berenschot (2021). Ketenstudie omgevingsveiligheid van duurzame waterstofrijke energiedragers. [Link](#).

het maximum-spoorscenario 2033. Zoals weergegeven zorgt de afname van het aandeel binnenvaart in de modal split voor slechts een kleine afname in het vervoer van gevaarlijke stoffen, ten opzichte van de prognose voor 2033 incl. nieuwe stromen. Dit komt doordat de vervoerscapaciteit van spoor relatief klein is.

Als het maximum-spoorscenario wordt vergeleken met de huidige realisatiecijfers is de minimale stijging van het aantal passages langs de Nederlandse telpunten zo'n 6%. Verder neemt naar verwachting met name het vervoer van toxische vloeistoffen via de binnenvaart toe in dit scenario. De toename in het vervoer van toxische gassen wordt veroorzaakt door de nieuwe stroom van ammoniak, en niet door het maximum-spoorscenario.

Tabel 4.4 Realisatie, prognose nieuwe stromen en prognose 'what-if'-scenario maximaal spoor VGS binnenvaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Prognose: nieuwe stromen	What-if scenario:	
				max. spoor	Index 2021 – What-if max. spoor
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF 1	114	127	121	1,07
	LF 2	104	133	127	1,21
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT 1	0,88	1,21	1,15	1,30
	LT 2	0,07	0,10	0,09	1,29
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF 2	4,5	5,3	5,1	1,14
	GF 3	16	18	17	1,06
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT 3	1,2	3,7	3,6	3,0
Totaal		241	288	275	1,14

4.5.2 What-if: maximum binnenvaart

In het maximum-binnenvaartscenario wordt verondersteld dat investeringen in extra buisleidingen langer op zich zullen laten wachten, waardoor nieuwe leidingen pas na 2035 gereed zullen zijn. Hierdoor wordt aangenomen dat het aandeel vervoerd volume in pijpleidingen jaarlijks daalt met gemiddeld -0,6% (binnenlands) en -1,4% (grensoverschrijdend) tot 2033, waarna het constant wordt verondersteld. Deze daling in het aandeel pijpleidingvervoer komt ten gunste van de binnenvaart, waarbij het corresponderende aantal tonnen naar de binnenvaart verschuift. Het aandeel van binnenvaart stijgt hiermee van 23,6% (2021) naar 31,3% in 2033.

In Tabel 4.5 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal scheepspassages langs de Nederlandse telpunten weergegeven voor zowel de realisatie, de prognose incl. nieuwe stromen 2033 en het maximum-binnenvaartscenario 2033. Zoals weergegeven zorgt de toename van het aandeel binnenvaart in de modal split voor een substantiële toename van zo'n 33% in het vervoer van gevaarlijke stoffen, ten opzichte van de prognose voor 2033 incl. nieuwe stromen.

Als het maximum-binnenvaartscenario wordt vergeleken met de huidige realisatiecijfers is de minimale stijging van het aantal passages langs de Nederlandse telpunten een krappe anderhalf keer zo hoog. De toename in het vervoer van de stofcategorie LF2 en toxische gassen wordt veroorzaakt door de nieuwe stromen van LOHC en ammoniak, en niet door het maximum-binnenvaartscenario.

Tabel 4.5 Realisatie, prognose incl. nieuwe stromen 2033 en prognose 'what-if'-scenario maximaal binnenvaart VGS binnenvaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Prognose: nieuwe stromen	What-if scenario:	
				max. binnenvaart	Index 2021 – What-if max. binnenvaart
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	114	127	169	1,49
	LF2	104	133	177	1,69
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,88	1,21	1,61	1,82
	LT2	0,07	0,10	0,13	1,79
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	4,5	5,3	7,1	1,59
	GF3	16	18	24	1,48
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	1,2	3,7	5,0	4,2
Totaal		241	288	383	1,59

4.5.3 What-if: maximum weg

In het maximum-wegscenario wordt verondersteld dat het aandeel van wegvervoer in gevaarlijke stoffen beperkt blijft, maar dat het wel groeit. Er wordt aangenomen dat het aandeel van de weg in het vervoer van gevaarlijke stoffen jaarlijks stijgt met gemiddeld 1,0% (binnenlands) en 2,6% (grensoverschrijdend). De totale modal split van het wegvervoer stijgt hierdoor in van 3,6% (2021) naar 4,3% in 2033.

In tabel 4.6 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal passages langs de Nederlandse telpunten weergegeven voor zowel de realisatie, de prognose incl. nieuwe stromen 2033 en het maximum-wegscenario 2033. Zoals weergegeven zorgt de toename van het aandeel wegvervoer in de modal split voor een geringe afname in het vervoer van gevaarlijke stoffen, ten opzichte van de prognose voor 2033 incl. nieuwe stromen. Dit komt, vergelijkbaar met het maximum-spoorscenario, doordat de vervoerde wegvolumes ten opzichte van de binnenvaartvolumes relatief klein zijn.

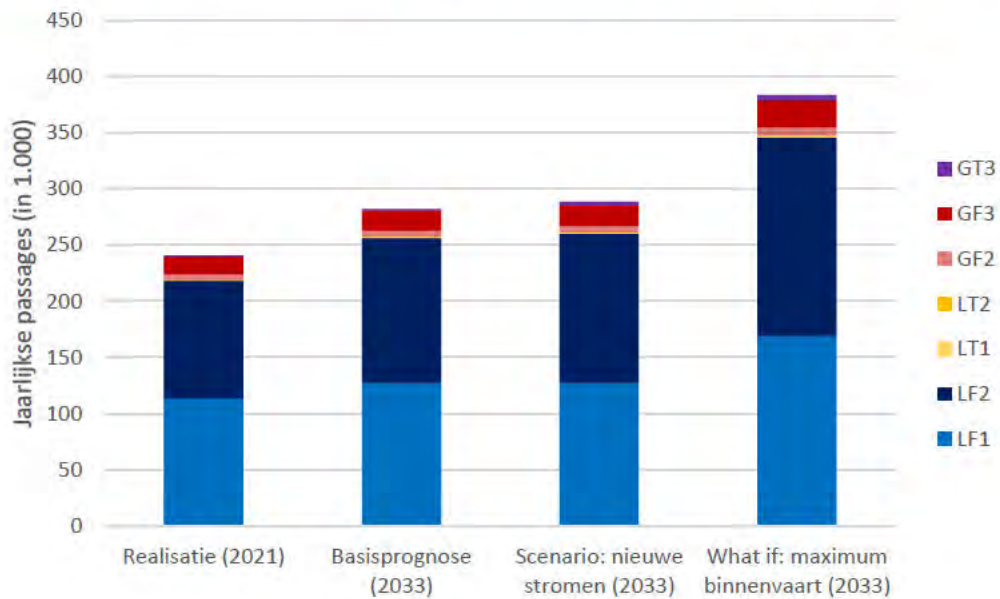
Tabel 4.6 Realisatie, prognose incl. nieuwe stromen 2033, en prognose 'what-if'-scenario maximaal weg 2033 VGS binnenvaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Prognose: nieuwe stromen	What-if scenario:	
				max. weg	Index 2021 – What-if max. weg
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	114	127	123	1,08
	LF2	104	133	129	1,23
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,88	1,21	1,17	1,32
	LT2	0,07	0,10	0,09	1,31
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	4,5	5,3	5,2	1,16
	GF3	16	18	17	1,08
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	1,2	3,7	3,6	3,1
Totaal		241	288	279	1,16

4.6 Samenvatting

In Figuur 4.3. worden de realisatiecijfers en verschillende prognoses grafische afgebeeld. Voor nadere duiding van deze resultaten wordt verwezen naar secties 4.2. t/m 4.5.

Figuur 4.3 Realisatie- en prognosecijfers VGS binnenvaart per stofcategorie (in 1.000 passages)



5 Wegprognose

5.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de wegprognoses behandeld en geanalyseerd aan de hand van diverse scenario's. De wegprognoses omvatten de basisprognose, de prognose voor nieuwe stromen, en een drietal 'what-if'-scenario's. Om op een consistente wijze te vergelijken, wordt de basisprognose vergeleken met het scenario voor nieuwe stromen. Vervolgens wordt het scenario voor nieuwe stromen vergeleken met de resultaten van de what-if-scenario's.

Dit rapport presenteert de resultaten op een geaggregeerde wijze in figuren, tabellen en kaarten. De gedetailleerde tabellen zijn beschikbaar in de Bijlage en in Excel- en GIS-overzichten.

5.2 Realisatie

De mate van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg wordt bepaald aan de hand van truckpassages over bepaalde gedefinieerde wegvakken. Rijkswaterstaat telt ieder jaar (gedurende 2 weken) op een vijfde deel van de Nederlandse wegvakken het aantal truckpassages met gevaarlijke stoffen. Na vijf jaar zijn dus alle wegvakken een keer geteld. Sommige wegvakken worden als representatief voor andere gezien en worden daardoor niet apart geteld. In onderstaande kaart zijn alle Nederlandse wegvakken grafisch weergegeven.

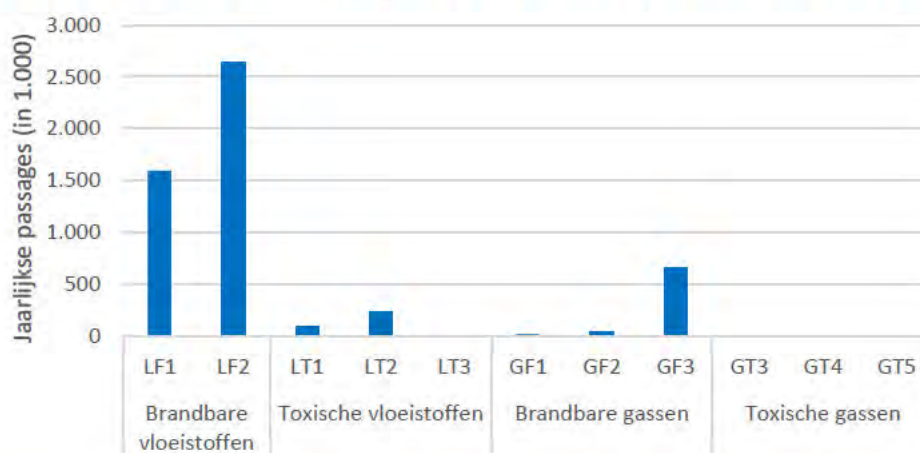
Figuur 5.1 **Overzicht van wegvakken**



In Tabel 5.1 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal passages over de Nederlandse wegvakken weergegeven. De stofcategorieën zijn door Rijkswaterstaat gedefinieerd. Hierbij geldt: hoe hoger het nummer, hoe toxischer of brandbaarder de stof is.¹⁰ Uit Figuur 5.2. en Tabel 5.1. komt helder naar voren dat tussen 2018 en 2022 voornamelijk brandbare vloeistoffen over het Nederlandse hoofdwegenet werden vervoerd.

Doordat Rijkswaterstaat ieder jaar een vijfde deel van de wegvakken telt, stammen de meest recente tellingen uit 2022 en de oudste tellingen uit 2018. Bij het uitvoeren van verdere prognoses is gecorrigeerd voor dit verschil in recentheid van de data.

Figuur 5.2 Realisatiecijfers VGS weg per stofcategorie in 2021 (in duizenden jaarlijkse passages)



Tabel 5.1 Realisatiecijfers VGS weg per stofcategorie 2018 – 2022 (in 1.000 jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2018 – 2022
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	1.593
	LF2	2.645
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	97
	LT2	231
	LT3	2,6
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF1	19
	GF2	38
	GF3	657
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	11
	GT4	3,3
	GT5	0,2
Totaal		5.298

¹⁰ Rijkswaterstaat (g.d.). GEVI, UN en stofcategorie. [Link](#).

5.3 Basisprognose

Vanuit de realisatiecijfers wordt vervolgens, volgens de methode zoals behandeld in Hoofdstuk 2, een prognose richting 2033 gemaakt. Dit betreft een prognose op basis van het gemiddelde tussen het lage en hoge groeiscenario. Voor elke provincie (plus het havengebied Rotterdam) is per stofcategorie een jaarlijkse groeivoet bepaald voor de periode tussen de realisatiecijfers en prognose (zichtjaar 2033). Omdat een jaarlijkse groeivoet is bepaald kan gecorrigeerd worden voor zowel tellingen uit 2018 als uit 2022.

In Tabel 5.2 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal passages over de Nederlandse wegvakken weergegeven voor zowel de realisatie als de basisprognose voor 2033. Hierbij wordt duidelijk dat in de basisprognose voor geen enkele stofcategorie een daling in het totaal aantal passages wordt verwacht.

Voor brandbare en toxische vloeistoffen wordt de grootste stijging verwacht met maximale stijgingen van ongeveer een derde van het huidig aantal passages. De overige stofcategorieën groeien in de basisprognose zo'n 10% tot 20%.

Tabel 5.2 Realisatie en basisprognose 2033 VGS weg per stofcategorie
(in 1.000 jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2018 – 2022	Basisprognose 2033	Index realisatie – basisprognose 2033
Brandbare vloeistoffen (<i>liquid flammable</i>)	LF1	1.593	1.942	1,22
	LF2	2.645	3.511	1,33
Toxische vloeistoffen (<i>liquid toxic</i>)	LT1	97	128	1,32
	LT2	231	306	1,33
	LT3	2,6	3,4	1,31
Brandbare gassen (<i>gaseous flammable</i>)	GF1	19	21	1,10
	GF2	38	43	1,15
	GF3	657	756	1,15
Toxische gassen (<i>gaseous toxic</i>)	GT3	11	13	1,17
	GT4	3,3	3,9	1,19
	GT5	0,2	0,2	1,33
Totaal		5.298	6.727	1,27

5.4 Prognose: nieuwe stromen

Zoals eerder behandeld in Hoofdstuk 2 zijn de zogeheten nieuwe stromen, ammoniak en *liquid organic hydrogen carriers* (LOHC), toegevoegd aan de basisprognose doordat is aangenomen dat de (gevolgen van de) energietransitie onvoldoende verwerkt zijn in het deels gedateerde Basismodel Goederenvervoer (BasGoed).

Per vervoerwijze is een globale inschatting gemaakt van de jaarlijks te vervoeren hoeveelheden ammoniak en LOHC. Deze inschatting is voornamelijk gebaseerd op variant 2 van het

rapport 'Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers'¹¹ en verkregen prognoses van Havenbedrijf Rotterdam. Specifiek voor het wegvervoer is aangenomen dat ammoniak niet via trucks vervoerd zal worden, maar LOHC wel.

In Tabel 5.3 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal passages over de Nederlandse wegvakken weergegeven voor zowel de realisatie, de basisprognose 2033 en de prognose incl. nieuwe stromen voor 2033.

Zoals weergegeven zorgt de nieuwe stroom aan LOHC voor een stevige toename in het aantal passages op de Nederlandse wegvakken met stofcategorie LF2. Ten opzichte van de basisprognose leiden de nieuwe stromen naar verwachting tot een krappe verdubbeling van het aantal passages met stofcategorie LF2 over de Nederlandse wegvakken.

Tabel 5.3 Realisatie, basisprognose 2033 en prognose incl. nieuwe stromen 2033 VGS weg per stofcategorie (in 1.000 jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2018 – 2022	Basisprognose 2033	Prognose: nieuwe stromen	Index realisatie - prognose: nieuwe stromen
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	1.593	1.942	1.942	1,22
	LF2	2.645	3.511	6.773	2,56
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	97	128	128	1,32
	LT2	231	306	306	1,33
	LT3	2,6	3,4	3,4	1,31
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF1	19	21	21	1,10
	GF2	38	43	43	1,15
	GF3	657	756	756	1,15
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	11	13	13	1,17
	GT4	3,3	3,9	3,9	1,19
	GT5	0,2	0,2	0,2	1,33
Totaal		5.298	6.727	9.990	1,89

5.5 What-if scenario's

Zoals uitgelegd in Hoofdstuk 2 groeit in de 'what-if'-scenario's steeds één vervoerswijze tot een maximum. Deze scenario's bouwen voort op de vervoersvolumes in het scenario en nieuwe stromen. Dit heeft als gevolg dat een andere vervoerswijze aandeel in de modal split verliest. Op deze manier wordt verkend wat de gevolgen van een theoretisch maximaal aandeel in de modal split voor de veiligheidscontouren voor een bepaalde vervoerswijze zijn.

5.5.1 What-if: maximum spoor en binnenvaart

In hoofdstuk 2 wordt de methodiek en eerste inzichten van de what-if scenario's beschreven. Daaruit blijkt dat het aandeel weg ongewijzigd blijft in de what-if scenario's 'max spoor' en 'max binnenvaart'. Het vervoerd volume met gevaarlijke stoffen tonen daarom geen afwijking

¹¹ TNO, Arcadis, Berenschot (2023). Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers. [Link](#).

ten opzichte van het prognosejaar 2033. Van de drie gedefinieerde 'what-if'-scenario's is alleen het maximum-wegscenario relevant voor deze prognose.

5.5.2 What-if: maximum weg

In het maximum-wegscenario wordt verondersteld dat het aandeel van wegvervoer in gevaarlijke stoffen beperkt blijft, maar dat het wel groeit. Er wordt aangenomen dat het aandeel van de weg in het vervoer van gevaarlijke stoffen jaarlijks stijgt met gemiddeld 1,0% (binnenlands) en 2,6% (grensoverschrijdend). De totale modal split van het wegvervoer stijgt hierdoor in van 3,6% (2021) naar 4,3% in 2033.

In Tabel 5.4 is per stofcategorie het jaarlijkse aantal passages over de Nederlandse wegvakken weergegeven voor zowel de realisatie, de prognose incl. nieuwe stromen 2033 en het maximum-wegscenario 2033. De toename van het aandeel wegvervoer in de modal split zorgt voor een toename van ongeveer een vijfde in het vervoer van gevaarlijke stoffen, ten opzichte van de prognose voor 2033 incl. nieuwe stromen.

Als het maximum-wegscenario wordt vergeleken met de huidige realisatiecijfers is de minimale stijging van het aantal passages over de Nederlandse wegvakken ongeveer een derde. Verder neemt naar verwachting met name het vervoer van brandbare en toxische vloeistoffen via de weg toe in dit scenario.

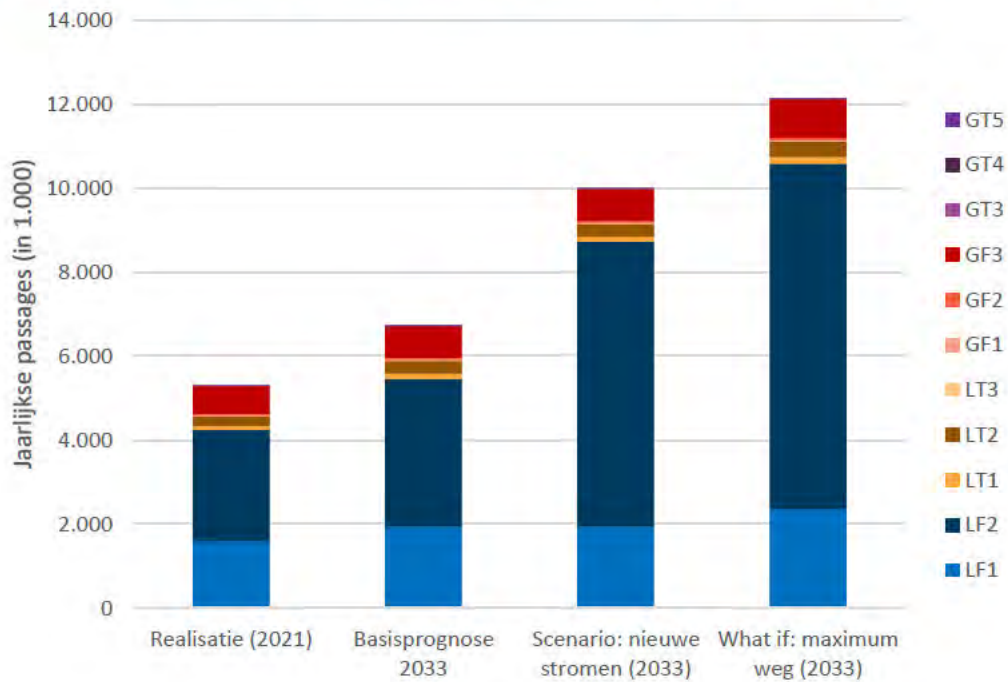
Tabel 5.4 Realisatie, prognose incl. nieuwe stromen 2033, en prognose 'what-if'-scenario maximaal weg 2033 VGS weg per stofcategorie (in 1.000 jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2018 – 2022	Prognose: nieuwe stromen	What-if scenario	
				max. weg	Index realisatie – What-if max. weg
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	1.593	1.942	2.357	1,48
	LF2	2.645	6.773	8.223	3,11
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	97	128	156	1,60
	LT2	231	306	372	1,61
	LT3	2,6	3,4	4,2	1,59
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF1	19	21	25	1,34
	GF2	38	43	53	1,39
	GF3	657	756	917	1,40
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	11	13	15	1,42
	GT4	3,3	3,9	4,8	1,44
	GT5	0,2	0,2	0,3	1,63
Totaal		5.298	9.990	12.128	2,29

5.6 Samenvatting

In Figuur 5.3. worden de realisatiecijfers en verschillende prognoses grafisch afgebeeld. Voor nadere duiding van deze resultaten wordt verwezen naar secties 5.2. t/m 5.5.

Figuur 5.3 Realisatie- en prognosecijfers VGS weg per stofcategorie (in 1.000 passages)



Bijlage 1 – Benaderde stakeholders

Tabel B1 Overzicht van geïnterviewde organisaties

Bedrijf/organisatie
Havenbedrijf Rotterdam
Havenbedrijf Amsterdam
North Sea Port
Chemelot
Railgood
Sabic
VNCl

Bijlage 2 – Stofcategorieën per vervoerwijze

Spoor

Tabel B2 Stofcategorie en NSTR

Stofcategorie	Omschrijving	NSTR	Omschrijving
A	Brandbare gassen	3	Aardoliën en aardolieproducten
B2	Giftige gassen	7	Meststoffen
B3	Zeer giftig gas	8	Chemische producten
C3	Zeer brandbare vloeistoffen	8	Chemische producten
D3	Giftige vloeistoffen	8	Chemische producten
D4	Zeer giftige vloeistoffen	8	Chemische producten

Tabel B3 Stofcategorieën en voorbeeldstoffen op grond van GEVI-nummers

Stofcategorie	Omschrijving	GEVI-nummer	Voorbeeldstof
A	Brandbare gassen	23, 263, 239	Propaan
B2	Giftige gassen	26, 265, 268 (excl. Chloor)	Ammoniak
B3	Zeer giftig gas	268 (enkel chloor UN 1017)	Chloor
C3	Zeer brandbare vloeistoffen	33, 336 (excl. Acrylnitril), 338, 339, X323, X333, X338	Hexaan
D3	Giftige vloeistoffen	336 (enkel acrylnitril UN 1093)	Acrylnitril
D4	Zeer giftige vloeistoffen	66, 663, 668, 886, (X88, X886)	Waterstofluoride

Binnenvaart en weg

Tabel B4 Overzicht stofcategorieën (S3B classificering) op grond van GEVI-nummers

Omschrijving	Stofcategorie	GEVI-nummer
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	30, 39, 63, 80, 83, 668, 883
	LF2	33, 336, 339
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	60, 63, 66, 80, 336
	LT2	66, 80, 336, 668
	LT3	336, 668
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF1	23
	GF2	23
	GF3	23
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	20, 23, 268
	GT4	23, 268
	GT5	268

Bijlage 3 – Toegepaste geografische afbakening

Figuur B1 Toegepaste geografische afbakening



In deze studie is de geografische afbakening geaggregeerd ten behoeve van vergelijkbaarheid. Deze afbakening bevat een gesimplificeerde indeling:

- Nederland is onderverdeeld in provincies en Zuid-Holland is opgesplitst in het havengebied Rotterdam en Overig Zuid-Holland.
- Duitsland is verdeeld in Noord-, Midden- en Zuid-Duitsland
- België is opgesplitst in West- en Oost-Vlaanderen, evenals West- en Midden-Wallonië.

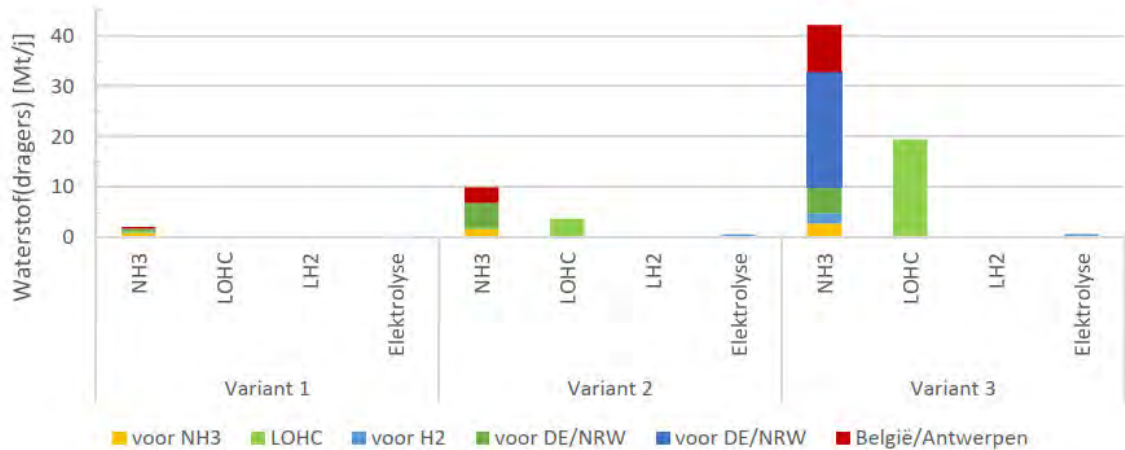
Deze aggregatie wordt uniform toegepast voor alle modaliteiten.

Bijlage 4 – Methodische toelichting prognose nieuwe stromen

Import en productie van waterstofdragers: 3 varianten

In een recente studie van TNO, Berenschot en Arcadis worden drie varianten¹² geschetst, waarbij concrete uitspraken (in mln. ton) worden gedaan rondom de toekomstige import en productie van waterstof en waterstofdragers voor de periode tussen 2030 en 2035. Daarbij wordt ingegaan op wat naar verwachting de volumes aan te transporteren gasvormige en vloeibare duurzame energiedragers zijn, en welke transport- en opslagmodaliteiten hierbij kunnen worden ingezet. In onderstaande figuur wordt een beeld geschetst van de volumes in drie varianten.

Figuur B2 Import en productie van waterstofdragers per jaar voor de periode 2030-2035 (in megaton stofstromen per jaar)



Bron: Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers - Eindrapport, TNO/Arcadis/Berenschot, 26 januari 2023

Noot: In de figuur wordt met 'voor NH3' bedoeld op ammoniak die wordt geïmporteerd en waar het eindgebruik ook ammoniak is in Nederland. Bij 'voor H2' wordt ammoniak geïmporteerd, maar betreft het eindgebruik van waterstof in Nederland. Bij 'voor DE/NRW' gaat het om import van ammoniak bestemd voor een vraag naar waterstof of ammoniak in Duitsland/Noordrijn-Westfalen. De kleur bij 'voor DE/NRW' geeft aan of dit groene of blauwe ammoniak betreft.

In variant 1 gaat het dus om 3-4 miljoen ton ammoniak. In variant 2 betreft het ongeveer 10 miljoen ton ammoniak en 4 miljoen ton LOHC. En in variant 3 gaat het om ruim 40 miljoen ton ammoniak en ongeveer 20 miljoen ton LOHC. De studie beschouwt voor variant 3 ook globaal via welke havens ammoniak en LOHC worden ingevoerd en welk deel wordt doorgevoerd. Dit is door Ecorys vertaald naar de cijfers in de volgende tabel.

¹² Varianten 1 en 2 zijn gebaseerd op uiteenlopende cijfers voor waterstofgebruik in Europese beleidsvoorstellen in het kader van het 'Fit for 55'-beleidspakket. De derde en hoogste variant is gebaseerd op door marktactoren ingebrachte verwachtingen.

Tabel B5 Globale raming volumes (in miljoen ton) per (haven)regio voor variant 3, jaarlijkse volumes periode 2030-2035

Haven(regio)	Ammoniak (in miljoen ton)	LOHC (in miljoen ton)
Rotterdam	24 waarvan 20 doorvoer naar Duitsland	6,2 deels voor binnenlands gebruik, deel doorvoer naar Duitsland
Amsterdam	Nog geen plannen	15 deels binnenlands cluster, deels Duitsland
North Sea Port	9 waarvan grootste deel doorvoer naar Duitsland (schatting 7,5), kleiner deel naar Antwerpen en Chemelot (1,5 in totaal)	
Groningen Seaports	Nog Geen plannen	
Import Antwerpen (via Westerschelde)	9	
Totaal	42	21

Bron: Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers - Eindrapport, TNO/Arcadis/Berenschot, 26 januari 2023; Bewerking Ecorys

In gesprekken met Havenbedrijf Rotterdam en Amsterdam verkregen we een vergelijkbaar beeld. Zo lichtte Havenbedrijf Amsterdam toe dat de omvang van de nieuwe stromen tot 2030 beperkt blijven. Richting 2050 nemen de volumes wel een vlucht (toename met grofweg een factor 10). De studie van TNO/Arcadis/Berenschot concludeert onder andere:

- Wanneer varianten 2 of 3 realiteit worden, zullen met name voor het basisnet spoor en binnenvaart de risico's fors toenemen door de grote hoeveelheid ammoniak die verondersteld wordt in beide varianten;
- Ook voor weg vallen de risico's niet uit te sluiten wanneer er grote hoeveelheden waterstofrijke energiedragers met vrachtwagens vervoerd zullen gaan worden;
- Tot 2035 zullen ook grote hoeveelheden fossiele brandstoffen vervoerd blijven worden, omdat veel van de bestaande transporten niet bedoeld zijn voor de grote industriële clusters (waarvoor ammoniak ingezet wordt) maar bijvoorbeeld als brandstof voor het wegverkeer.

Kortom, tot 2035 zal er sprake zijn van een overgangssituatie waarin grote hoeveelheden fossiele brandstoffen én nieuwe waterstofrijke energiedragers naast elkaar vervoerd zullen worden. Kijkend naar de beschikbare prognoses vormen de nieuwe stromen in 2035 echter nog een fractie van de bestaande energiedragers.

Vervoersmogelijkheden voor de nieuwe stromen

De vervoersmogelijkheden voor de nieuwe stromen zijn in de studie van TNO/Arcadis/Berenschot kort samengevat (zie volgende tabel). Met name de zeer grote hoeveelheden ammoniak in variant 3 vereisen een grote rol van met name pijpleiding en binnenvaart in het transport van deze stof. Voor LOHC is er in principe voor alle modaliteiten geen echte beperking om het te vervoeren. Voor waterstof lijkt eigenlijk alleen vervoer per buisleiding een echte serieuze optie.

Tabel B6 Vervoersmogelijkheden per stof en (achterland)modaliteit

	Spoor	Weg	Binnenvaart	Buisleiding
Waterstof	Alleen in kleine hoeveelheden	Alleen in kleine hoeveelheden	Op dit moment niet toegestaan	Op grote schaal mogelijk, maar nog in ontwikkeling
Ammoniak	vervoer van ammoniak is mogelijk maar wordt vanuit het beleid zoveel mogelijk geminimaliseerd	Komt weinig voor	Nog niet grootschalig maar technisch en praktisch wel mogelijk	Vervoer is mogelijk maar infrastructuur moet nog ontwikkeld worden
LOHC	technisch en praktisch goed mogelijk	technisch en praktisch goed mogelijk	technisch en praktisch goed mogelijk	technisch en praktisch goed mogelijk

Bron: Omgevingsveiligheid van toekomstige stromen waterstofrijke energiedragers - Eindrapport, TNO/Arcadis/Berenschot, 26 januari 2023

Op basis van voorgaande informatie is een globale inschatting gemaakt van de jaarlijks te vervoeren hoeveelheden ammoniak en LOHC per vervoerwijze. Omdat er nog heel veel onzekerheden zijn rond zowel de volumes en de wijze waarop de stoffen uiteindelijk vervoerd zullen worden, hebben we een aantal aannames gedaan:

- De verdeling van de importstromen per haven en verdeling naar het achterland in alle varianten gelijkgesteld. Voor ammoniak komt dat neer op globaal 80% relatie met Duitsland en 20% relatie met binnenlandse bestemmingen. Voor LOHC is de verdeling 50/50 over Duitsland en binnenlandse bestemmingen.
- Omdat vervoer van ammoniak over de weg nauwelijks voorkomt en vervoer via spoor door het beleid geminimaliseerd wordt, gaan we voor de periode 2030-2035 uit van een verdeling van 10%, 45% en 45% over de modaliteiten spoor, binnenvaart en pijpleiding (in de MKBA voor de Delta Rhine Corridor wordt rekening gehouden met transport van ammoniak per pijpleiding).
- Omdat vervoer van LOHC per pijpleiding nagenoeg uitgesloten is (vanwege het aanleggen van dubbele buizen voor retourlading zijn de investeringen erg hoog; daarnaast speelt de hoge viscositeit een rol) en er voor de andere vervoerwijzen in principe geen technische en praktische belemmeringen zijn om LOHC te vervoeren, gaan we uit van een evenredige verdeling over weg (met name voor de binnenlandse bestemmingen), binnenvaart en spoor (met name richting Duitsland).

Bovenstaande uitgangspunten ten aanzien van vervoerwijzen en herkomstbestemmingsrelaties zijn toegepast in het scenario "Nieuwe stromen", met als uitgangspunt variant 2 van het Berenschot-onderzoek. De uiteindelijke toegepaste cijfers in dit scenario worden in de hoofdstuktekst gepresenteerd.

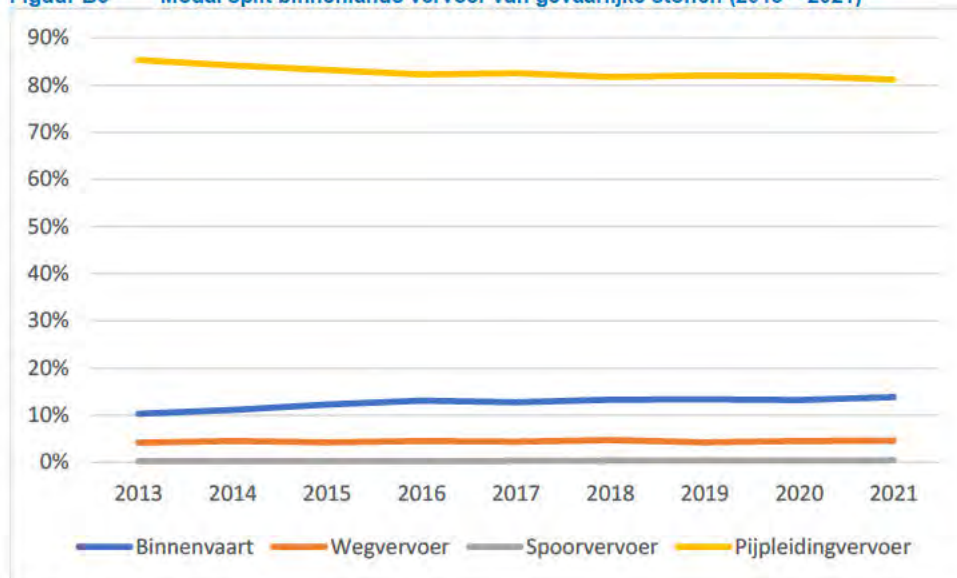
Nogmaals zij benadrukt dat er een grote onzekerheid is over deze stromen, zowel welke stoffen dominant zullen worden, alsook vanuit welke havens de stromen gaan lopen. Bij gebruik aan buisleidingen en binnenvaartschepen zou dit bijvoorbeeld voor het spoorvervoer tot een aanzienlijk aantal treinen kunnen leiden. Verdere monitoring hiervan is voor toekomstige verkenningen van groot belang.

Bijlage 5 – Methodische toelichting what-if scenario's

Historische ontwikkeling modal split in vervoer gevaarlijke stoffen

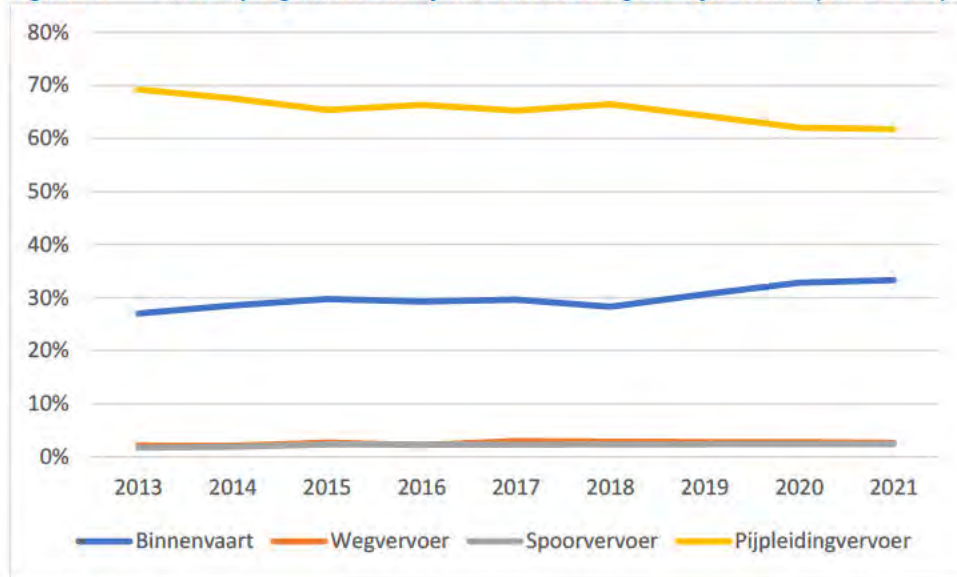
Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen in de periode 2013-2021 is de ontwikkeling in de modal split in beeld gebracht. Daarbij is onderscheid gemaakt in het binnenlands en grensoverschrijdend vervoer van gevaarlijke stoffen via binnenvaart, weg, spoor en pijpleiding (zie volgende figuren). De pijpleiding is met afstand de dominante vervoerwijze als het gaat om vervoer van gevaarlijke stoffen, gevolgd door binnenvaart. Weg en spoor spelen een bescheiden rol. De afname van het aandeel pijpleiding in de periode 2013-2021 is zowel in het binnenlands als grensoverschrijdend vervoer goed waar te nemen.

Figuur B3 Modal split binnenlands vervoer van gevaarlijke stoffen (2013 – 2021)



Bron: CBS/Statline, bewerking Ecorys

Figuur B4 Modal split grensoverschrijdend vervoer van gevaarlijke stoffen (2013 – 2021)



Bron: CBS/Statline, bewerking Ecorys

De volgende tabel toont het absolute volume van vervoer van gevaarlijke stoffen in 2013 en in 2021 per vervoerwijze, de modal split in beide jaren en de jaarlijks gemiddelde verandering die daaruit is af te leiden. We onderscheiden daarbij tevens binnenlands (zowel herkomst als bestemming van het vervoer liggen binnen Nederland) en grensoverschrijdend vervoer (de herkomst en/of de bestemming liggen in het buitenland).

Tabel B7 Modal split vervoer van gevaarlijke stoffen 2013 en 2021 (in tonnen x miljoen)

Stroom	Vervoerwijze	Vervoerd volume (in mln. ton)		Modal split (in %)		
		2013	2021	2013	2021	Jaarlijkse verandering
Totaal	Binnenvaart	91,6	100,4	18,7%	23,6%	2,9%
	Wegvervoer	15,3	15,2	3,1%	3,6%	1,6%
	Spoorvervoer	4,8	6,0	1,0%	1,4%	4,6%
	Pijpleidingvervoer	377,0	304,4	77,1%	71,5%	-1,0%
	Totaal	488,7	426,0	100,0%	100,0%	
Binnenlands vervoer	Binnenvaart	24,8	29,5	10,3%	13,8%	3,8%
	Wegvervoer	10,2	9,7	4,2%	4,6%	1,0%
	Spoorvervoer	0,6	0,9	0,2%	0,4%	7,5%
	Pijpleidingvervoer	205,7	173,0	85,3%	81,2%	-0,6%
	Totaal	241,2	213,2	100,0%	100,0%	
Grensover- schrijdend	Binnenvaart	66,8	70,9	27,0%	33,3%	2,7%
	Wegvervoer	5,2	5,5	2,1%	2,6%	2,6%
	Spoorvervoer	4,2	5,1	1,7%	2,4%	4,3%
	Pijpleidingvervoer	171,3	131,3	69,2%	61,7%	-1,4%
	Totaal	247,6	212,8	100,0%	100,0%	2,9%

Bron: CBS/Statline, bewerking Ecorys

De jaarlijks gemiddelde verandering in modal split is toegepast om te komen tot drie what-if scenario's. We beschouwen kort de belangrijkste veronderstellingen per vervoerwijze hierna.

Scenario – Maximum Weg

- Beperkte maar gestage groei van het aandeel weg in vervoer gevaarlijke stoffen zet door;
- Aandeel weg groeit jaarlijks gemiddeld met 1,0% en 2,6% in respectievelijk het binnenlands en grensoverschrijdend vervoer van gevaarlijke stoffen;
- De groei bij het wegvervoer gaat ten koste van binnenvaart (pijpleiding concurreert niet met wegvervoer, en omvang spoor is al zeer gering);
- Corresponderende aantal tonnen verschuift naar de weg en verdwijnt bij de binnenvaart.

De modal split aandelen in het 'Maximum Weg' scenario in 2033 (met de modal split in 2021 als referentie toegevoegd) die hieruit resulteren, zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel B8 Prognose modal split (2021 – 2033) – maximum wegvervoer (in %)

Stroom	Vervoerwijze	Modal split 2021	Modal split 2033
Totaal	Binnenvaart	23,6%	22,8%
	Wegvervoer	3,6%	4,3%
	Spoorvervoer	1,4%	1,4%
	Pijpleidingvervoer	71,5%	71,4%
	Totaal	100,0%	100,0%
Binnenlands vervoer	Binnenvaart	13,8%	13,3%
	Wegvervoer	4,5%	5,1%
	Spoorvervoer	0,4%	0,4%
	Pijpleidingvervoer	81,1%	81,1%
	Totaal	100,0%	100,0%
Grensoverschrijdend	Binnenvaart	33,3%	32,4%
	Wegvervoer	2,6%	3,5%
	Spoorvervoer	2,4%	2,4%
	Pijpleidingvervoer	61,7%	61,7%
	Totaal	100,0%	100,0%

Scenario – Maximum Binnenvaart

- Investerings in extra pijpleidingen laten langer op zich laten wachten, realisatie van nieuwe leidingen pas na 2035 gereed;
- Aandeel pijpleidingen daalt tot 2033 (daarna constant verondersteld) jaarlijks gemiddeld met -0,6% en -1,4% in respectievelijk het binnenlands en grensoverschrijdend vervoer van gevaarlijke stoffen;
- Deze afname in het aandeel pijpleidingvervoer gaat ten gunste van de binnenvaart;
- Corresponderende aantal tonnen verschuift naar binnenvaart.

De modal split aandelen in het 'Maximum Binnenvaart' scenario in 2033 (met de modal split in 2021 als referentie toegevoegd) die hieruit resulteren, zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel B9 Prognose modal split (in 2021 en 2033) – maximum binnenvaart (in %)

Stroom	Vervoerwijze	Modal split 2021	Modal split 2033
Totaal	Binnenvaart	23,6%	31,3%
	Wegvervoer	3,6%	3,6%
	Spoorvervoer	1,4%	1,4%
	Pijpleidingvervoer	71,5%	63,7%
	Totaal	100,0%	100,0%
Binnenlands vervoer	Binnenvaart	13,8%	19,6%
	Wegvervoer	4,5%	4,5%
	Spoorvervoer	0,4%	0,4%
	Pijpleidingvervoer	81,1%	75,4%
	Totaal	100,0%	100,0%
Grensoverschrijdend	Binnenvaart	33,3%	43,1%
	Wegvervoer	2,6%	2,6%
	Spoorvervoer	2,4%	2,4%
	Pijpleidingvervoer	61,7%	52,0%
	Totaal	100,0%	100,0%

Scenario – Maximum Spoor

- In de toekomst treden vaker extreme waterstanden op als gevolg van klimaatveranderingen;
- Binnenvaart zal daardoor vaker met vaarbepalingen te maken krijgen;
- Het aandeel binnenvaart zal daardoor afnemen ten gunste van spoorvervoer;
- Aandeel spoorvervoer stijgt tot 2033 (daarna constant verondersteld) jaarlijks gemiddeld met 7,5% en 4,3% in respectievelijk het binnenlands en grensoverschrijdend vervoer van gevaarlijke stoffen;
- Modal split van weg en pijpleiding blijft constant;
- Corresponderende aantal tonnen verschuift van binnenvaart naar vervoer per rail.

De modal split aandelen in het 'Maximum Spoor' scenario in 2033 (met de modal split in 2021 als referentie toegevoegd) die hieruit resulteren, zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel B10 Prognose modal split (in 2021 en 2033) – maximum spoorvervoer (in %)

Stroom	Vervoerwijze	Modal split 2021	Modal split 2033
Totaal	Binnenvaart	23,6%	22,5%
	Wegvervoer	3,6%	3,6%
	Spoorvervoer	1,4%	2,5%
	Pijpleidingvervoer	71,5%	71,4%
	Totaal	100,0%	100,0%
Binnenlands vervoer	Binnenvaart	13,8%	13,3%
	Wegvervoer	4,5%	4,5%
	Spoorvervoer	0,4%	1,0%
	Pijpleidingvervoer	81,1%	81,1%
	Totaal	100,0%	100,0%
Grensoverschrijdend	Binnenvaart	33,3%	31,7%
	Wegvervoer	2,6%	2,6%

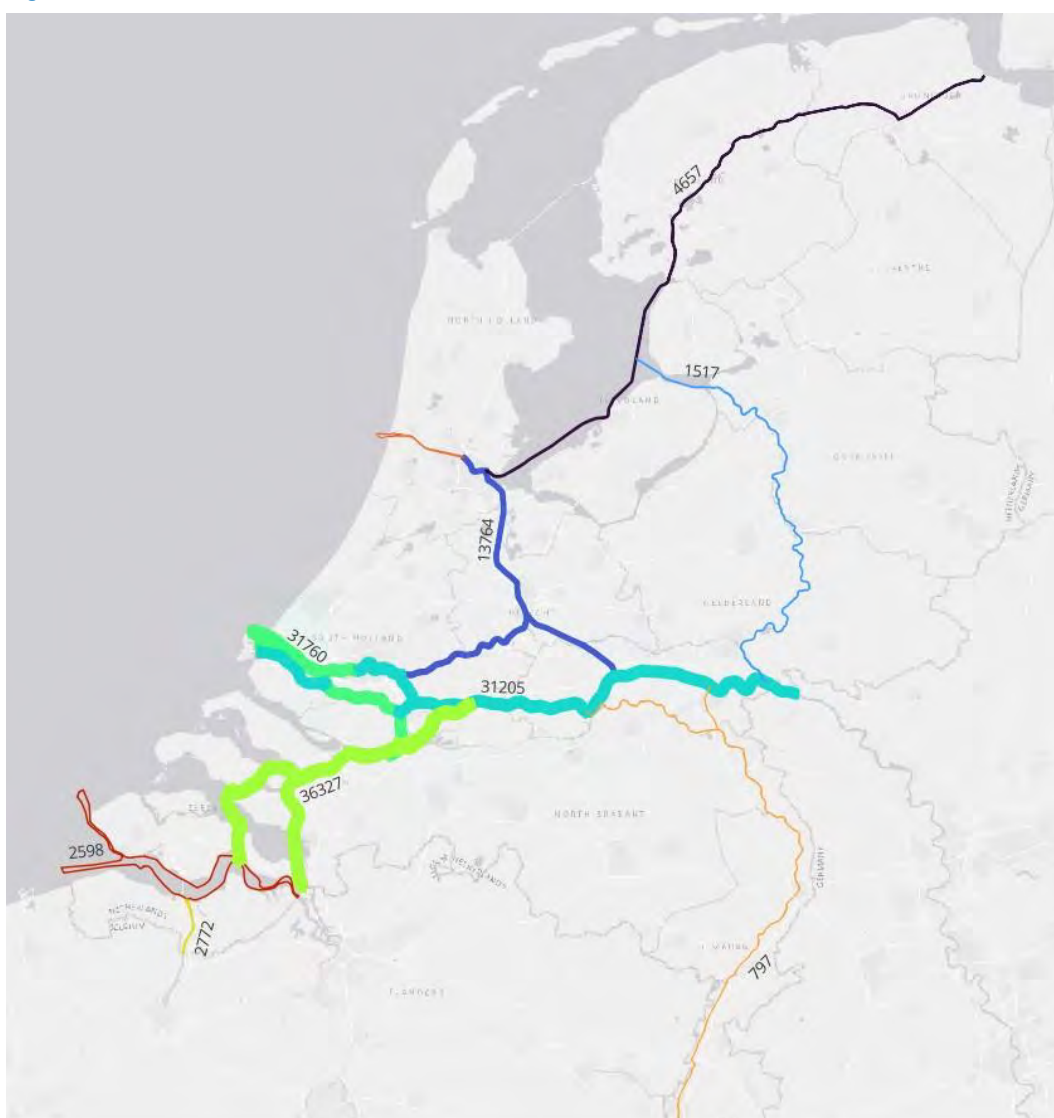
Stroom	Vervoerwijze	Modal split 2021	Modal split 2033
	Spoorvervoer	2,4%	4,0%
	Pijpleidingvervoer	61,7%	61,7%
	Totaal	100,0%	100,0%

Bijlage 6 – Toelichting Kaartmateriaal

Binnenvaart

Dit rapport presenteert de resultaten voor de binnenvaart via een geaggregeerde wijze in figuren, tabellen en kaarten (zie hoofdstuk 4). Het gedetailleerde cijfermateriaal is – zoals eerder aangegeven – beschikbaar gesteld via kaartmateriaal aan de opdrachtgever. Middels onderstaande figuur wordt een voorbeeld gegeven van de weergave van binnenvaartcorridors en de gevaarlijke stof LF1.

Figuur B5 Uitsnede van binnenvaartcorridors en LF1 hoeveelheden



Weg

Dit rapport presenteert de resultaten voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg op een geaggregeerde wijze in figuren, tabellen en kaarten (zie hoofdstuk 3). Het gedetailleerde cijfermateriaal is – evenals voor de binnenvaart – beschikbaar gesteld via kaartmateriaal aan de opdrachtgever. Middels onderstaande figuur wordt een voorbeeld gegeven van de weergave van wegvakken en de gevaarlijke stof LF1.

Figuur B6 Uitsnede van wegvakken en LF1 aantallen



Bijlage 7 – Zeevaartprognose

Introductie

In deze Bijlage worden de resultaten van de zeevaartprognoses behandeld en geanalyseerd aan de hand van diverse scenario's. De binnenvaartprognoses omvatten:

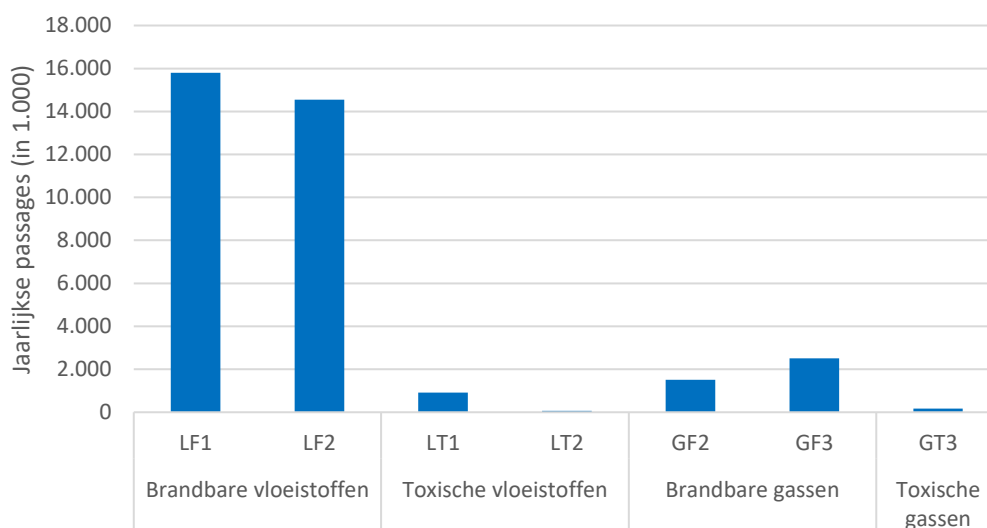
- Basisprognose;
- Prognose voor nieuwe stromen
- Drietal 'what-if'-scenario's.

Om op een consistente wijze te vergelijken, wordt de basisprognose vergeleken met het scenario voor nieuwe stromen. Vervolgens wordt het scenario voor nieuwe stromen vergeleken met de resultaten van de 'what-if'-scenario's.

Deze Bijlage presenteert de resultaten op een meer geaggregeerde wijze (t.o.v. andere modaliteiten) gezien de beperkte mate van detailniveau in de BasGoed prognosebestanden. Resultaten worden hoofzakelijk in figuren en tabellen opgenomen. De gedetailleerde tabellen zijn beschikbaar gesteld (in een Excel overzicht) aan de opdrachtgever.

Realisatie

Figuur B7 Realisatiecijfers VGS zeevaart per stofcategorie in 2021 (in duizenden jaarlijkse passages)



Tabel B11 Realisatiecijfers VGS zeevaart per stofcategorie in 2021 (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	15,8
	LF2	14,5
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,9
	LT2	0,1
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	1,5
	GF3	2,5
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	0,2
Totaal		35,5

Basisprognose

Tabel B12 Realisatie en basisprognose 2033 VGS zeevaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Basisprognose 2033	Index 2021-2033
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	15,8	16,9	1,07
	LF2	14,5	17,9	1,23
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,9	1,4	1,58
	LT2	0,1	0,1	1,18
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	1,5	1,6	1,09
	GF3	2,5	2,7	1,09
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	0,2	0,2	1,25
Totaal		35,5	40,9	1,15

Prognose: nieuwe stromen

Tabel B13 Realisatie, basisprognose 2033 en prognose: nieuwe stromen VGS zeevaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Basisprognose 2033	Prognose: nieuwe stromen	Index 2021-2033
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	15,8	16,9	16,9	1,07
	LF2	14,5	17,9	17,9	1,23
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,9	1,4	1,4	1,58
	LT2	0,1	0,1	0,1	1,18
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	1,5	1,6	1,6	1,09
	GF3	2,5	2,7	2,7	1,09
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	0,2	0,2	0,3	1,89
Totaal		35,5	40,9	41,0	1,15

*What-if scenario's***What-if: maximum spoor**

Tabel B14 Realisatie, prognose nieuwe stromen en prognose 'what-if'-scenario maximaal spoor
VGS zeevaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Prognose: nieuwe stromen	What-if scenario:	
				max. spoor	Index 2021 – What-if max. spoor
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF 1	15,8	16,9	16,1	1,02
	LF 2	14,5	17,9	17,0	1,17
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT 1	0,9	1,4	1,4	1,50
	LT 2	0,1	0,1	0,1	1,13
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF 2	1,5	1,6	1,6	1,04
	GF 3	2,5	2,7	2,6	1,04
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT 3	0,2	0,3	0,3	1,81
Totaal		35,5	40,9	39,1	1,10

What-if: maximum binnenvaart

Tabel B15 Realisatie, prognose incl. nieuwe stromen 2033 en prognose 'what-if'-scenario maximaal binnenvaart VGS zeevaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Prognose: nieuwe stromen	What-if scenario:	
				max. binnenvaart	Index 2021 – What-if max. binnenvaart
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	15,8	16,9	22,5	1,42
	LF2	14,5	17,9	23,7	1,63
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,9	1,4	1,9	2,09
	LT2	0,1	0,1	0,1	1,57
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	1,5	1,6	2,2	1,45
	GF3	2,5	2,7	3,6	1,45
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	0,2	0,3	0,4	2,51
Totaal		35,5	40,9	54,4	1,53

What-if: maximum weg

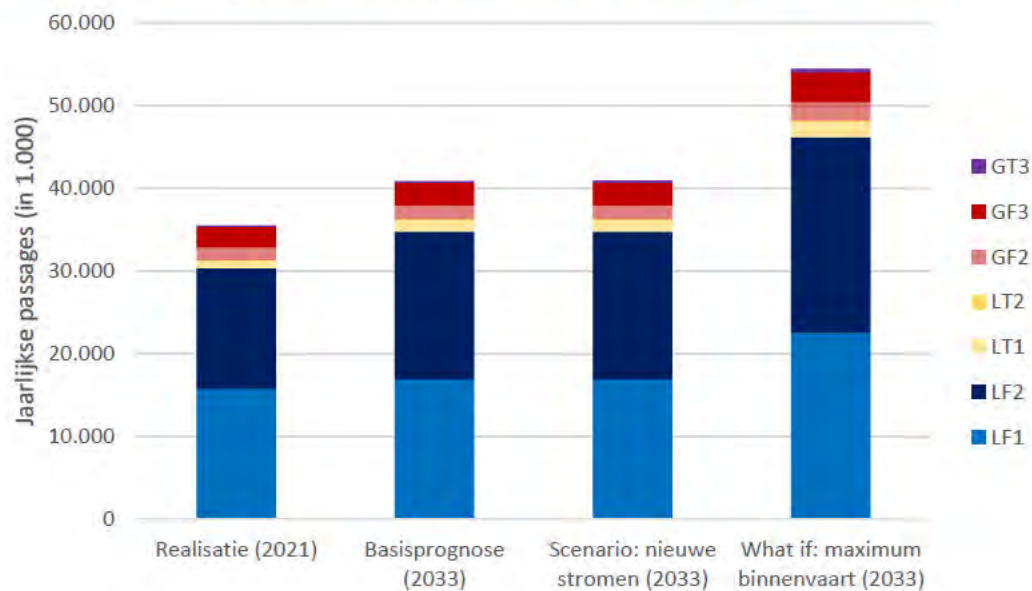
Tabel B16 Realisatie, prognose incl. nieuwe stromen 2033, en prognose 'what-if-scenario maximaal weg 2033 VGS zeevaart per stofcategorie (in duizenden jaarlijkse passages)

Omschrijving	Stofcategorie	Realisatie 2021	Prognose: nieuwe stromen	What-if scenario:	
				max. weg	Index 2021 – What-if max. weg
Brandbare vloeistoffen (liquid flammable)	LF1	15,8	16,9	16,4	1,04
	LF2	14,5	17,9	17,3	1,19
Toxische vloeistoffen (liquid toxic)	LT1	0,9	1,4	1,4	1,53
	LT2	0,1	0,1	0,1	1,15
Brandbare gassen (gaseous flammable)	GF2	1,5	1,6	1,6	1,06
	GF3	2,5	2,7	2,6	1,05
Toxische gassen (gaseous toxic)	GT3	0,2	0,3	0,3	1,83
Totaal		35,5	40,9	39,7	1,12

Samenvatting

In Figuur B8 worden de realisatiecijfers en verschillende prognoses grafisch afgebeeld. Voor nadere duiding van deze resultaten wordt verwezen naar voorgaande secties.

Figuur B8 Realisatie- en prognosecijfers VGS zeevaart per stofcategorie (in 1.000 passages)





Postbus 4061
3006 AB Rotterdam
Nederland

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
Nederland

T 010 453 87 62
F 010 453 87 55
E info@ecorys.com

K.v.K. nr. 24289883

W www.ecorys.com