Toekomstbestendige bunkerpositie Nederlandse zeehavens

Eindrapport



CE Delft

Inhoud

Toekomstbestendige bunkerpositie Nederlandse zeehavens

Eindrapport

Dit rapport is geschreven door:
Dagmar Nelissen, Anouk van Grinsven, Koen van Dam, Kris Manna, Emiel van den Toorn en Anne Kleijn

Delft, CE Delft, November 2025

Publicatienummer: 25.250291.222

Opdrachtgever:
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Dagmar Nelissen (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

Samenvatting 5
Invloed klimaatbeleid zee- en luchtvaart op bunkervraag en -infrastructuur 5
Kansen en risico's voor de bunkerpositie van Nederlandse zeehavens 5
Handelingsperspectief stakeholders 6
Aanbevelingen 6

1 Inleiding 8
1.1 Achtergrond en aanleiding 8
1.2 Doel en onderzoeksvragen 9
1.3 Methode en afbakening 9
1.4 Leeswijzer 10

2 Huidige bunkerpositie Nederlandse zeehavens 11
2.1 Introductie 11
2.2 Huidige brandstoffen in lucht- en scheepvaart 11
2.3 Volumes scheepvaartbunkers 12
2.4 Marktaandeel scheepvaartbunkers 13
2.5 Volumes kerosine 15
2.6 Marktaandeel kerosine 16

3 Klimaatbeleid en energietransitie in de zee- en luchtvaart 19
3.1 Klimaatbeleid 19
3.2 Hernieuwbare bunkerbrandstoffen: toepasbaarheid en infrastructuur 25
3.3 Beleidseffecten op energievraag en brandstofmix lucht- en zeevaart 33

4 Binnenvaart 50
4.1 Introductie 50
4.2 Huidige bunkerpositie 50
4.3 Toekomstige bunkerpositie 53
4.4 Conclusies 57

5 Kansen en risico's voor de toekomstige bunkermarkt in Nederland 58
5.1 Introductie 58
5.2 Overzicht kansen en risico's 59
5.3 Potentiële synergiën met de industriële clusters 62

6 Handelingsperspectieven 68
6.1 Introductie 68

6.2 Stakeholders: De huidige waardeketens 68
6.3 Stakeholders – energietransitie 73
6.4 Handelingsopties 74
6.5 Wat gebeurt er al? 78

7 Conclusies en aanbevelingen 81

A Projectie energievraag voor 2030 en 2050 84

Literatuur 87

Samenvatting

De Nederlandse zeehavens nemen een centrale positie in binnen de mondiale bunkerbrandstoffenmarkt. Met name de havens van Rotterdam en Amsterdam vervullen een sleutelrol in de bevoorrading van scheep- en luchtvaartbrandstoffen.

Deze bunkerpositie kan, qua omvang en marktaandeel, niet vanzelfsprekend worden behouden: Het klimaatbeleid voor de scheep- en luchtvaart leidt potentieel tot een structurele verandering in zowel het volume als de samenstelling van de bunkervraag.

Invloed klimaatbeleid zee- en luchtvaart op bunkervraag en -infrastructuur

Voor de scheepvaart ontstaat naar verwachting vraag naar een breder palet aan brandstoffen. Hierdoor veranderen de technische, logistieke en veiligheidsvereisten voor de gehele bunkerketen. De uiteindelijke brandstofmix is op dit moment onzeker en hangt mede af van wederzijdse afhankelijkheden tussen vraag en aanbod (het kip-ei-mechanisme). Eén van deze brandstoffen zou daarbij qua marktaandeel relatief dominanter kunnen worden, maar welke is nog onduidelijk. Door het bredere palet aan brandstoffen, de veranderde risicocontouren en lagere energiedichtheid van de alternatieve bunkerbrandstoffen kan de ruimtevraag van de infrastructuur voor deze brandstoffen toenemen. Verder kan door elektrificatie, vooral bij kleine zeeschepen en bij binnenvaartschepen en door efficiëntieverbeteringen de vraag naar bunkers afnemen.

Voor de luchtvaart is de impact van het klimaatbeleid minder ingrijpend dan bij de scheepvaart, omdat *Sustainable Aviation Fuels* geen infrastructurele aanpassingen vergen.

Kansen en risico's voor de bunkerpositie van Nederlandse zeehavens

Als gevestigde bunkerhub heeft Nederland een goede basis om ook in de toekomst een leidende bunkerhub te blijven, maar door de veranderende marktvraag moet bestaande infrastructuur deels eerder afgeschreven worden en kunnen nieuwe investeringen relatief duurder zijn dan op onontwikkelde locaties elders.

Het voortvarende Europese klimaatbeleid geeft Nederland een kennisvoorsprong en creëert al een markt voor hernieuwbare bunkerbrandstoffen, wat een voordeel kan zijn als er mondiaal beleid voor de internationale zeescheepvaart zou worden geïmplementeerd. Tegelijkertijd bestaat ook het risico dat door strengere nationale of regionale regels zich bunkeractiviteiten naar landen met minder strenge wetgeving verplaatsen.

Nederland heeft lokale factoren die in de energietransitie de positie van Nederlandse zeehavens als bunkerhub kunnen versterken, zoals bestaande terminals voor methanol, LNG en ammoniak, potentiële synergiën met de in de havens gevestigde industrie (bijvoorbeeld bundeling vraag naar ammoniakimport), het maritieme cluster en mogelijke Noordzee-CO_2-opslag. Tegelijkertijd loopt Nederland ook risico's, door potentieel hogere bunkerbrandstofkosten, ruimtegebrek op land, netcongestie en door potentiële concurrentie met de industrie bij de vraag naar alternatieve brand-/grondstoffen en potentiële afhankelijkheid van de industrie als productiesynergiën worden benut.

Om de sterke bunkerpositie te behouden, zouden Nederlandse zeehavens kunnen proberen als early mover een blijvend marktvoordeel te behalen ten opzichte van andere bunkerlocaties. Dit gaat wel gepaard met risico's van potentiële onvoldoende vraag, mogelijke beleidswijzigingen of de keuze voor brandstoffen die niet bij de markt aansluiten.

Handelingsperspectief stakeholders

Publieke en private stakeholders hebben verschillende handelingsopties om de geïdentificeerde kansen van de energietransitie te benutten, barrières af te bouwen en risico's te omzeilen. Over het algemeen hebben publieke partijen vooral handelingsopties in de categorieën reguleren, stimuleren en faciliteren, terwijl private partijen vooral handelingsopties in de categorieën aansturen en faciliteren hebben. In de context van de energietransitie in de scheep- en luchtvaart kunnen lagere overheden ook middels vergunningen, toezicht en verordeningen en kunnen het Rijk en lagere overheden als aandeelhouder van (lucht)havens een sturende rol spelen.

Aanbevelingen

Gezien de onzekerheid omtrent de toekomstige bunkervraag in de zeevaart, is het voor het behoud van de Nederlandse bunkerpositie van belang om op alle mogelijke scenario's voorbereid te zijn. Dit betreft zowel scenario's met wel of geen binnenlandse productie van hernieuwbare brandstoffen, met of zonder bindend mondiaal klimaatbeleid voor de zeescheepvaart, als ook scenario's waarin verschillende brandstoftypen in de zeevaart de bunkermix gaan domineren.

Stimulering van hernieuwbare brandstoffen door de overheid kan dan ook het beste zo technologie-neutraal worden vormgegeven, waarbij commerciële strategische keuzes aan de markt worden overgelaten.

Om een comparatief nadeel voor Nederland te voorkomen, moeten voor de verschillende scenario's, ook rekening houdend met de energietransitie in de luchtvaart, niet alleen de opties en kansen, maar ook de barrières voor de uitrol in kaart worden gebracht en, waar mogelijk, deze barrières zo snel mogelijk worden afgebouwd. Hierbij moet breed naar mogelijke belemmerende factoren worden gekeken en ook onoverbrugbare obstakels worden geïdentificeerd (bijvoorbeeld potentieel beperkt ruimte voor ammoniakopslag).

Een draaiboek voor de uitrol van het aanbod van alternatieve brandstoffen kan nuttig zijn, zodat, wanneer de vraag naar de hernieuwbare brandstoffen toeneemt, de stakeholders relatief snel op de marktvraag kunnen inspelen, wellicht beginnend met flexibele opties zoals aanvoer van de brandstof middels trucks. Voor de uitrol, tenminste voor de begin-fase, kan ook coöperatie met andere havens in de regio uitkomst bieden. De uitrol van LNG als relatief nieuwe bunkerbrandstof kan als nuttige blauwdruk dienen.

De publieke partijen kunnen bij de identificering en afbouw van de barrières en bij het creëren van kansen een faciliterende, stimulerende en ook een coördinerende rol spelen en, vanuit hun rol als aandeelhouder van en toezichthouder op (lucht-)havens, ook een aansturende rol.

Early movers die bij de energietransitie een groot risico lopen, maar wel voor kennis-opbouw en mogelijk een kennisvoorsprong kunnen zorgen, zouden financieel kunnen worden ondersteund.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

De Nederlandse zeehavens nemen een centrale positie in binnen de mondiale bunker-brandstoffenmarkt. Met name de havens van Rotterdam en Amsterdam vervullen een sleutelrol in de bevoorrading van scheepvaart- en luchtvaartbrandstoffen. Zo is Rotterdam de grootste bunkerhaven van Europa en behoort deze tot de top 3 bunkerhavens van de wereld. Amsterdam geldt als grootste benzinehaven ter wereld en voorziet, samen met het Rotterdamse havengebied, via pijpleidingen luchthaven Schiphol van een groot deel van zijn kerosinebehoefte.

Deze bunkerpositie kan, qua omvang en marktaandeel, niet vanzelfsprekend worden behouden. Het klimaatbeleid voor de scheep- en luchtvaart leidt potentieel tot een fundamentele verandering van de brandstoffenmix, van een beperkt aantal fossiele brandstoftypes naar een breder scala aan energiedragers zoals sustainable aviation fuels, methanol, ammoniak, methaan en waterstof. Deze brandstoffen moeten, willen de sectoren aan de klimaatdoelen kunnen voldoen, als biobrandstof, en op termijn, als e-fuels worden geproduceerd, waarbij de productie van deze hernieuwbare brandstoffen nog sterk moet worden opgeschaald. En op dit moment is het nog niet zeker op welke specifieke bunkerbrandstofmix de sectoren en vooral de scheepvaart gaan inzetten.

Deze energietransitie zet de traditionele productielocaties en leveringsketens van fossiele bunkerbrandstoffen onder druk en vraagt om nieuwe infrastructuur in de havens. Denk aan importterminals voor duurzame brandstoffen, grootschalige opslag en nieuwe bunkervoorzieningen, waarbij ook de veiligheidsvoorschriften, ruimtelijke eisen en economische randvoorwaarden veranderen. Tegelijkertijd blijven bepaalde vestigingsfactoren, zoals geografische ligging, schaalvoordelen en synergiën met de maritieme en industriële clusters en de bestaande petrochemie relevant en kunnen deze bijdragen aan het behoud van de Nederlandse bunkerpositie. De uitdaging is om, ondanks de fundamentele veranderingen en de daarmee gepaard gaande onzekerheden, de juiste strategische keuzes te maken, zodat Nederland ook in een klimaatneutrale toekomst een toonaangevende bunkerhub kan blijven.

Voor het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is de energietransitie in de scheep- en luchtvaart aanleiding om nader te laten onderzoeken wat voor handelingsperspectieven voor de verschillende Nederlandse stakeholders zijn om voor een toekomstbestendige Nederlandse bunkerpositie te kunnen zorgen.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek is om de volgende twee onderzoeksvragen te beantwoorden:

1. Welke ontwikkelingen zijn te verwachten op het vlak van bunkerbrandstoffen, en hoe verhouden deze zich tot de verduurzaming van de lucht- en scheepvaart, de petrochemie en de bredere energietransitie?
2. Welke handelingsperspectieven zijn er voor de Rijksoverheid en andere stakeholders om de Nederlandse bunkerpositie te versterken in een toekomst waarin duurzame energiedragers centraal staan?

Om deze hoofdvragen te beantwoorden, wordt onder meer gekeken naar:

- de toekomstige duurzame brandstoffenmix voor lucht- en scheepvaart;
- de verschuiving van de relatie tussen de bunkermarkt en het petrochemisch cluster;
- de rol van nieuwe productieketens zoals waterstof, biogrondstoffen en synthetische energiedragers;
- integratiekansen tussen brandstof- en chemieketens;
- de potentie van Nederlandse havens om op deze transitie in te spelen;
- en de beleidsopties die beschikbaar zijn of ontwikkeld moeten worden.

De resultaten van dit onderzoek dienen als inhoudelijke onderbouwing voor de visie/verkenning op de verduurzaming van bunkerbrandstoffen, die het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat momenteel aan het opstellen is.

1.3 Methode en afbakening

Het onderzoek is uitgevoerd als semi-kwantitatieve systeemanalyse, waarbij gebruik is gemaakt van bestaande literatuur, statistieken en marktstudies.

Deze studie richt zich op:

1. **Geografisch:** Nederlandse zeehavens, met nadruk op Rotterdam en Amsterdam. In de praktijk hangt de bunkermarkt van Rotterdam sterk samen met die van Antwerpen: bunkerbedrijven zijn vaak in het hele ARA-gebied actief, er is tussen de havens een ruwe oliepijplijn en de havens werken aan steeds verdere uniformering van vergunningen, certificering en meetregels. In dit rapport wordt echter niet naar de Belgische zeehavens gekeken.
2. **Tijdshorizon:** De periode tot 2050, met bijzondere aandacht voor ontwikkelingen tot 2030.
3. **Brandstoftypen:** Hernieuwbare brandstoffen (bio-/e-fuels) voor de scheep- en luchtvaart.

4. **Modaliteiten:** Scheepvaart (primair zeescheepvaart met uitstap naar binnenvaart); luchtvaart met focus op rol van de zeehavens bij de kerosineafzet in Nederland met focus op Schiphol.
5. **Beleidscontext:** EU- en IMO-regelgeving en nationale strategieën zoals het Nationaal Plan Energiesysteem.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de huidige bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens, inclusief volumes, marktaandelen en de rol van de havens bij de levering van brandstoffen aan zeevaart en luchtvaart.

Hoofdstuk 3 gaat in op het beleidskader en de energietransitie in de zee- en luchtvaart. Hierin wordt uiteengezet hoe internationaal, Europees en nationaal klimaatbeleid de brandstofmix beïnvloedt en welke hernieuwbare brandstoffen naar verwachting een rol gaan spelen.

Hoofdstuk 4 behandelt de binnenvaart als afzonderlijke modaliteit en vergelijkt de potentiële bunkerontwikkelingen met die in de zeevaart.

Hoofdstuk 5 analyseert de kansen en risico's die de overgang naar duurzame brandstoffen met zich meebrengt voor de Nederlandse bunkermarkt, met aandacht voor infrastructuur, veiligheid, regelgeving en marktontwikkelingen.

Hoofdstuk 6 vertaalt de voorgaande analyses naar handelingsperspectieven voor private en publieke partijen.

Hoofdstuk 7 sluit af met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

2 Huidige bunkerpositie Nederlandse zeehavens

2.1 Introductie

Uitgangspunt van de analyse is de huidige bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens. Deze positie wordt in de volgende paragrafen beschreven, waarbij zowel naar het volume als naar het marktaandeel wordt gekeken. Daarvoor worden de brandstoffen die tegenwoordig in de lucht- en zeevaart gebruikt worden beknopt beschreven.

2.2 Huidige brandstoffen in lucht- en scheepvaart

In de zeescheepvaart was en is zware stookolie de belangrijkste brandstof. Daarnaast wordt ook gas-/dieselolie en lichte stookolie gebruikt, dit vooral om aan bepaalde emissie-eisen in *Emission Control Areas* te voldoen. Een groeiend, maar nog steeds klein aantal zeeschepen, vaart ook op LNG (Liquefied Natural Gas) en een nog kleiner aandeel maakt tegenwoordig gebruik van LPG, methanol (fossiel/bio) en drop-in biobrandstoffen.

De binnenvaart maakt vooral gebruik van gasolie[1] en nog, in mindere mate, van alternatieve brandstoffen.

Volgens de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) werd in 2024 7,4% van de in Nederland geleverde biobrandstoffen aan de zeevaart geleverd en 1,7% aan de binnenvaart (NEa, 2025). En van de 9,8 Mt die 2024 in totaal aan bunkerbrandstof in de Port of Rotterdam werden verkocht, had LNG een aandeel van 4,3%, biomethanol 0,04% en de verschillende bio-blended brandstoffen samengenomen een aandeel van rond 7,7%.

In de commerciële luchtvaart is er minder diversiteit wat de brandstoffen betreft.
Het overgrote deel van de brandstof is fossiele kerosine. Het gebruik van Sustainable Aviation Fuels (SAF), de verzamelterm voor duurzame vliegtuigbrandstoffen die zijn geproduceerd uit biogene grondstoffen (bio-SAF) of via synthetische routes (e-SAF), is tot op heden beperkt.

[1] Gasolie is qua eigenschappen nagenoeg gelijk aan autodiesel. Het accijnstarief is wel anders bij gebruik in de binnenvaart.

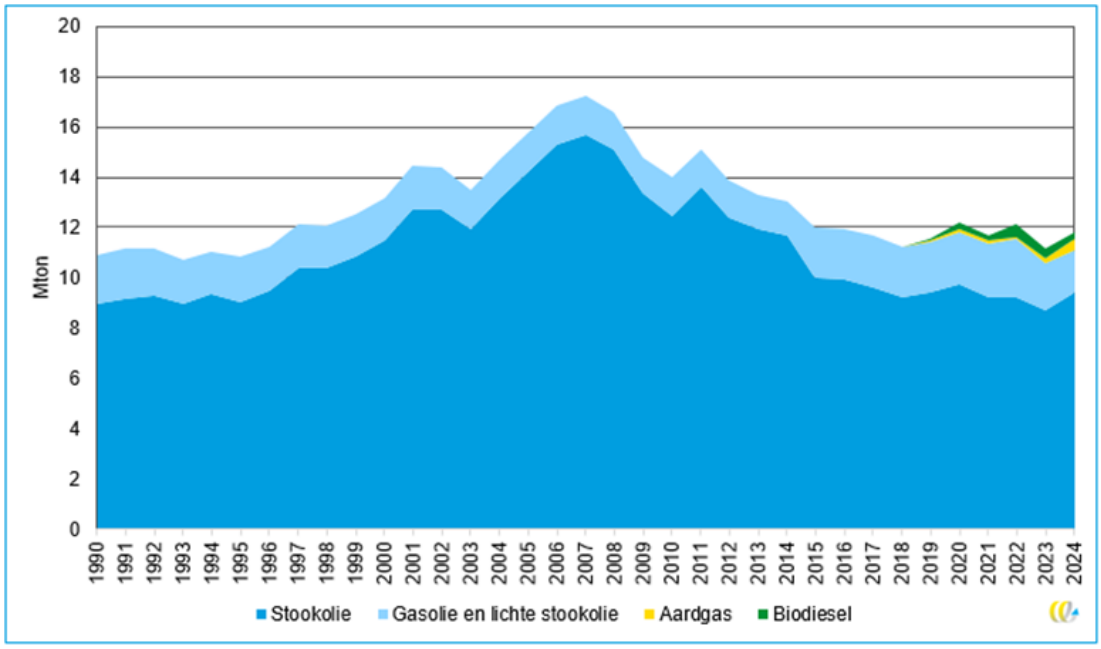
Volgens IATA was SAF goed voor 0,3% van de wereldwijde productie in 2024 (IATA, 2024). Door de Renewable Energy Directive is het aandeel biobrandstoffen dat aan de luchtvaart wordt geleverd in Nederland wel groter; volgens de NEa 12% in 2024 (NEa, 2025).

2.3 Volumes scheepvaartbunkers

In Figuur 1 is voor in Nederland gebunkerde scheepvaartbrandstoffen de langjarige volumetrend sinds 1990 weergegeven. Stookolie was, en is, nog steeds de belangrijkste brandstof en alternatieve energiedragers zoals aardgas (LNG) en biodiesel zijn pas sinds kort een (kleine) rol gaan spelen.

Figuur 1 laat zien, dat de totale afzet rond 2007 piekte en, na een daling, de laatste jaren met tussen de 10 en 12 Mton redelijk stabiel blijft.

Figuur 1 – Afzet scheepvaartbunkers in Nederland 1990-2024 (Mton; inclusief internationale binnenvaart)

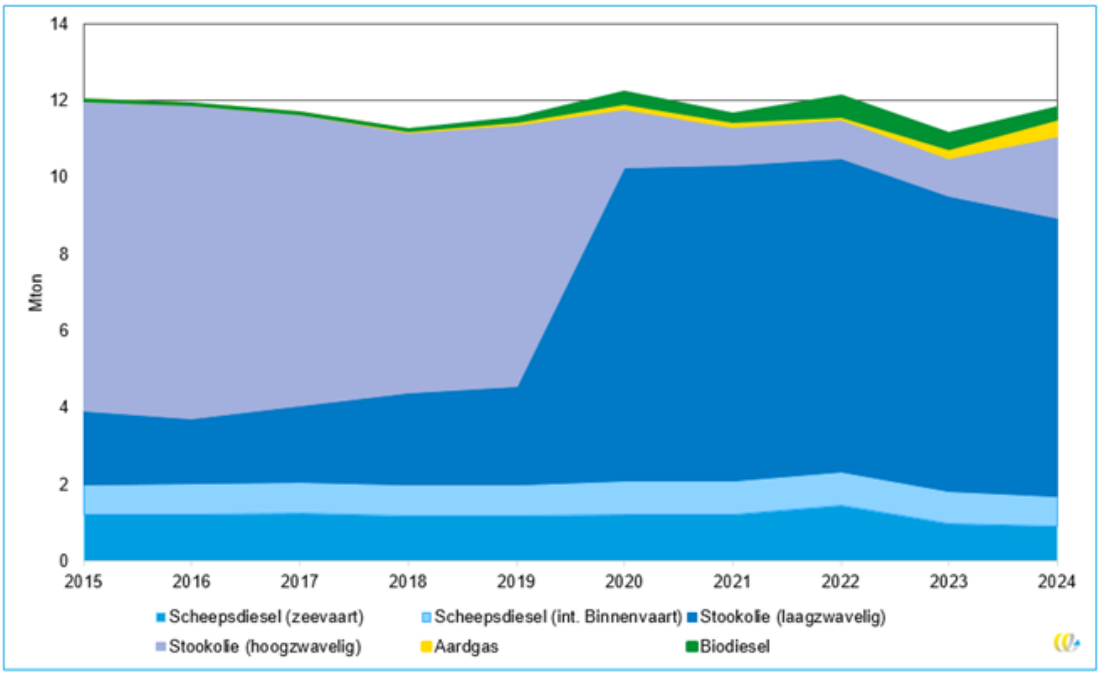


Bron: (CBS, 2024).

In Rotterdam wordt het leeuwendeel van de in Nederland afgezette bunkers verkocht: in 2024 in totaal 9,8 Mt brandstof (Port of Rotterdam, 2025f).

Als we kijken naar de afzetvolumes in de meer recente jaren (zie Figuur 2) zien we, zoals reeds geconstateerd, een redelijk stabiele situatie qua totale volumes. De grootste verandering betreft de verschuiving van hoogzwavelige naar laagzwavelige stookolie vanaf 2020 als gevolg van IMO-wetgeving. Om aan de aangescherpte zwaveleisen te voldoen kan hoogzwavelige stookolie alleen nog gebruikt worden door schepen die beschikken over een scrubber.

Figuur 2 – Bunkerafzet Nederlandse havens 2015-2024 (Mton; inclusief internationale binnenvaart)



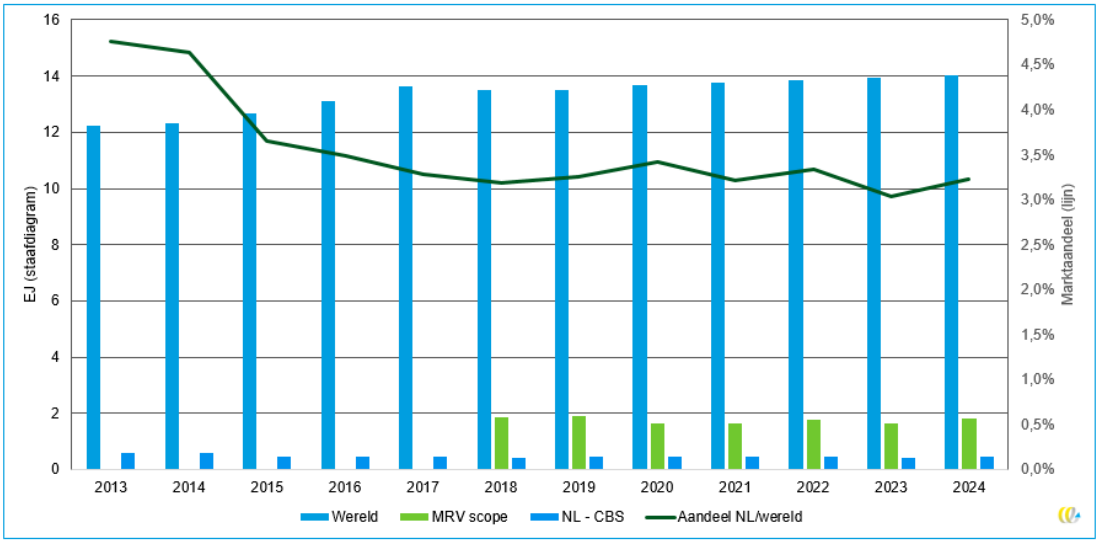
Bron: (CBS, 2024).

2.4 Marktaandeel scheepvaartbunkers

2.4.1 Aandeel op wereldmarkt

Het brandstofgebruik in de zeevaart neemt ondanks efficiëntieverbeteringen wereldwijd nog steeds toe. Zoals in Figuur 1 in de vorige paragraaf naar voren kwam, zagen de Nederlandse havens een piek in afzet rond 2007, waarna eerst een daling is ingezet en de bunkerafzet daarna de laatste jaren enigszins stabiel is gebleven. Door enerzijds groei van de bunkerafzet wereldwijd en anderzijds een daling van de afzet binnen Nederland is het marktaandeel van Nederland in de periode tot 2017 afgenomen. Sinds 2017 ligt het aandeel van Nederland op de wereldmarkt bij ongeveer 3% en is dit aandeel redelijk stabiel (zie Figuur 3).

Figuur 3 – Energievraag van bunkers wereldwijd en Nederland (MRV-scope[2] gebaseerd op uitstoot binnen mandaatgebied en voor de wereld vanaf 2019 geschat op basis van (CE Delft et al., 2020), (CE Delft et al., 2020), UMAS (2021) en Maersk McKinney Møller Center for Zero Carbon Shipping (2022)). De lijn geeft het aandeel van de bunkerafzet in Nederland met de vraag wereldwijd



2.4.2 Positie op wereldmarkt

In de Rotterdamse haven wordt ongeveer 95% van de scheepvaartbunkers in Nederland afgezet. Als je de bunkerafzet in de Rotterdamse haven met die van andere bunkerhubs wereldwijd vergelijkt, dan staat Rotterdam de laatste jaren op plaats twee. Singapore is de veruit grootste bunkerhaven gevolgd door Rotterdam. Rotterdam is daarmee ook de grootste bunkerhaven van Europa. (CE Delft et al., 2020)

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de afzet in enkele van de grootste bunkerhavens wereldwijd. Door gebrek aan gegevens is dit overzicht niet voor alle jaren of havens beschikbaar.

Tabel 1 – Bunkerafzet (in Mton) in verschillende havens wereldwijd (op 2024 gerangschikt)

	2021	2022	2023	2024	Bron
Singapore	50	48	52	55	MPA Singapore (2025)
Rotterdam	9,0	10,6	9,9	9,8	Port of Rotterdam (2025a)
Antwerpen-Brugge	n.b.	5	8,2	7,6	Port of Antwerp Bruges (2025)
Fujairah	7,8	7,1	6,9	7,5	Ship & Bunker (2022); Clarksons Research (2025)
Zhoushan	5,5	6,0	7,0	7,3	ZSBunker (2022); Xinde Marine News (2023); Ship & Bunker (2024); Ship & Bunker (2025)

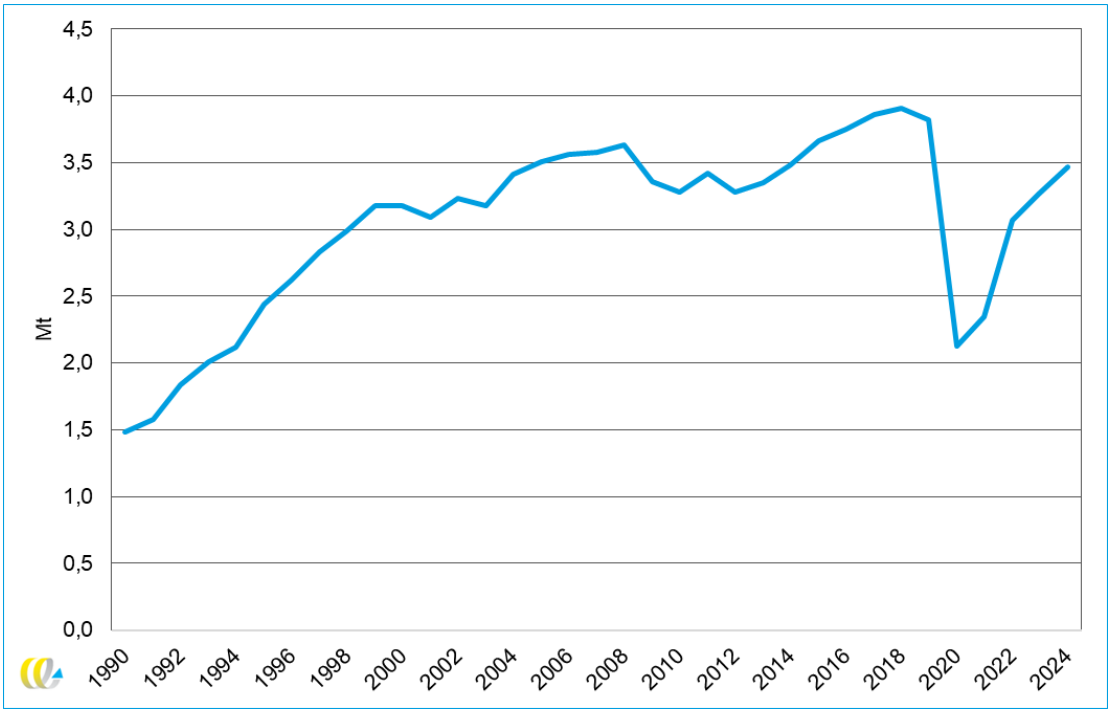
[2] Schepen vanaf 5.000 BT die van en naar EEA-havens varen moeten aan de EU MRV Verordening voldoen en hun brandstofverbruik op deze reizen rapporteren.

N.B.: Gegevens over de bunkermarkt in verschillende havens zijn niet overal even eenvoudig beschikbaar. Daarnaast bestaat er onzekerheid over de kwantiteit van geleverde bunkers, vooral in het buitenland maar ook in Nederland. Dit komt doordat de markt enigszins ondoorzichtig is, veel partijen betrokken zijn (leveranciers, transporteurs, tussenpartijen, enz.) en doordat tanklevelmetingen soms niet correct plaatsvinden (CE Delft, 2023). Bovendien houden niet alle havens of landen statistieken bij van geleverde bunkers.

2.5 Volumes kerosine

Figuur 4 laat een langdurige trend zien van de levering in Nederland van kerosine aan de internationale luchtvaart. Er is een duidelijke dip te zien in het jaar 2020 vanwege COVID-19. In de jaren daarna neemt de levering jaarlijks toe. In de jaren 2023 en 2024 vlakt deze stijging iets af.

Figuur 4 – Afzet fossiele vliegtuigkerosine aan de internationale luchtvaart in Nederland (Mt)



Bron: CBS (n.d.).

2.6 Marktaandeel kerosine

Wat kerosine betreft, is het marktaandeel van de Nederlandse zeehavens moeilijk te bepalen. Havens rapporteren niet de specifieke olieproducten die in de havens worden op- en overgeslagen in hun statistieken. Gezien de bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens, wat kerosine betreft, grotendeels door de afzet op Schiphol wordt bepaald, is het in deze context nuttig om naar de afzet in Nederland te kijken in vergelijking met andere landen, en daarbij in het bijzondere naar Europese landen met luchthavens die met Nederlandse luchthavens concurreren.

De internationale luchtvaartemissies die de Europese landen aan UNFCCC op basis van de bunkerafzet rapporteren zijn in deze context nuttig (zie Tabel 2).

Tabel 2 – Internationale luchtvaartemissies zoals aan UNFCCC op basis van bunkerafzet gerapporteerd

Lidstaat	CO_2-emissies in kton			Aandeel EU-27 emissies in 2023
	1990	2022	2023	
Oostenrijk	880	1.967	2.634	2,2%
België	3.125	5.257	5.270	4,3%
Bulgarije	713	592	660	0,5%
Kroatië	497	564	596	0,5%
Cyprus	718	790	953	0,8%
Tsjechië	670	806	1.040	0,9%
Denemarken	1.764	2.169	2.487	2,0%
Estland	107	172	145	0,1%
Finland	1.008	1.630	1.923	1,6%
Frankrijk	9.354	14.271	16.479	13,5%
Duitsland	12.027	27.186	28.387	23,3%
Griekenland	2.475	3.942	4.166	3,4%
Hongarije	504	791	911	0,7%
Ierland	1.073	3.023	3.413	2,8%
Italië	4.285	9.107	11.603	9,5%
Letland	221	434	407	0,3%
Litouwen	339	305	316	0,3%
Luxemburg	394	1.938	1.789	1,5%
Malta	197	379	469	0,4%
Nederland	4.604	9.480	9.985	8,2%
Polen	640	2.891	3.525	2,9%

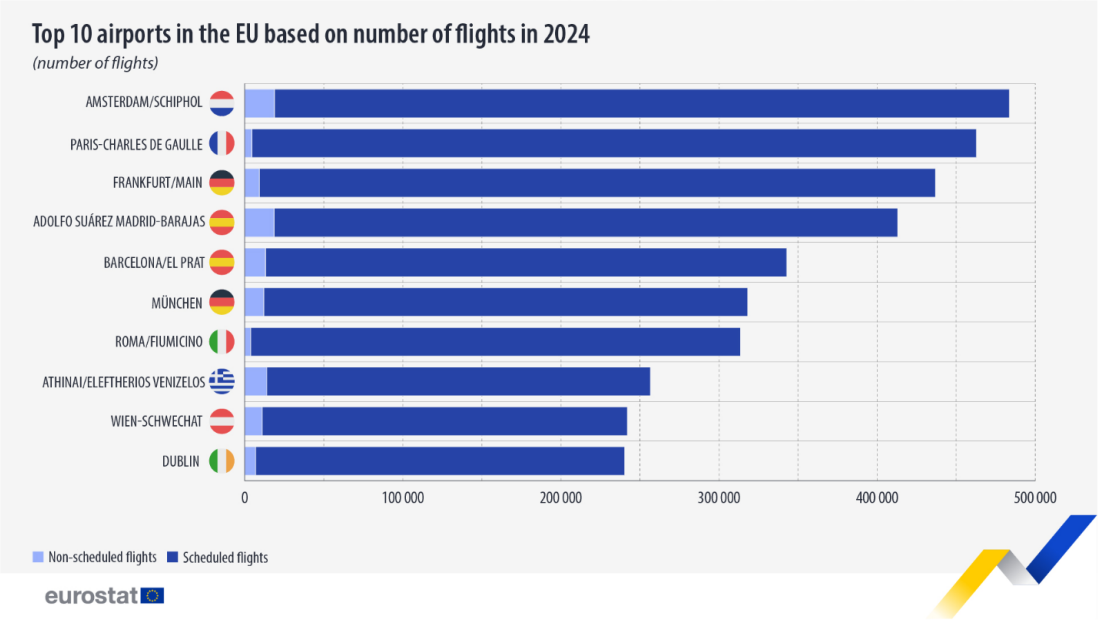
Lidstaat	CO_2-emissies in kton			Aandeel EU-27 emissies in 2023
	1990	2022	2023	
Portugal	1.533	4.105	4.774	3,9%
Roemenië	790	274	285	0,2%
Slovakije	67	131	152	0,1%
Slovenië	49	61	54	0,0%
Spanje	4.741	15.007	17.210	14,1%
Zweden	1.355	1.937	2.112	1,7%
EU-27	**54.189**	**109.208**	**121.743**	**100%**

Bron: EEA (2025).

Tabel 2 toont de gerapporteerde CO_2-emissies per EU-land (kton) en het aandeel van elk land in de EU (%). De aandelen van de 'top 3'-landen zijn geel gemarkeerd. Met 8,2% heeft Nederland het op vier na grootste aandeel. Het Verenigd Koninkrijk heeft voor 2022 en 2023 28,1 kton CO_2 en 32,9 kton CO_2 gerapporteerd (Department for Energy Security and Net Zero, 2025) en daarmee nog meer dan Duitsland die binnen de EU-27-landen het grootste aandeel heeft.

Als je naar het aantal commerciële vluchten kijkt, steekt volgens Eurostat Schiphol wel bovenuit. Met 484.000 was het aantal vluchten zelfs hoger dan op Heathrow (473.965; (Heathrow Media Center, 2025)), waarbij de bunkerafzet niet alleen van het aantal vluchten, maar ook van de gevlogen afstanden afhankelijk is.

Figuur 5 – Aantal commerciële vluchten op de top-10 luchthavens in de EU



Bron: eurostat (2025).

Deze gegevens geven dus een indicatie daarvoor dat de bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens qua kerosine in vergelijking met andere Europese landen relatief goed is, waarbij nog niet eens met doorvoer naar bijvoorbeeld Duitsland is rekening gehouden.

3 Klimaatbeleid en energietransitie in de zee- en luchtvaart

3.1 Klimaatbeleid

3.1.1 Zeevaart

Mondiaal klimaatbeleid

In juli 2023 heeft de International Maritime Organization (IMO) met de ‘IMO 2023 Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships’, een aangescherpt broeikasgasreductiekader voor de internationale zeescheepvaart aangenomen. Deze strategie bevat de doelstelling dat de netto-broeikasgasuitstoot van de internationale zeescheepvaart mondiaal ‘rond en nabij 2050’ tot nul moet zijn gereduceerd (IMO, 2023).

Bovendien kent de strategie de volgende twee 2030 doelen: een reductie van de koolstof-intensiteit van 40% ten opzichte van 2008, en dat tenminste 5% met een streven naar 10% van de energie die door de internationale zeescheepvaart wordt gebruikt middels technologieën, brandstoffen en/of energiebronnen met nul of bijna nul broeikasgas-emissies (‘ZNZs’) wordt gedekt.

Daarnaast kent de strategie ook indicatieve tussendoelen:

- in 2030 een broeikasgasreductie van 20% ten opzichte van 2008 (strevend naar 30%); en
- in 2040 een broeikasgasreductie van 70% ten opzichte van 2008 (strevend naar 80%).

Om de doelen van de IMO Strategie om te zetten heeft de IMO kortetermijnmaatregelen geïmplementeerd en is een middellangetermijn maatregelpakket, de IMO Net-Zero Framework, ontwikkeld. Dit maatregelpakket bevat een standaard voor de broeikasgas-intensiteit van het energieverbruik van de internationale zeescheepvaart in combinatie met alternatieve, financiële nalevingsopties.

Het ontwerp van de IMO Net-Zero Framework (NZF) werd in april 2024 door de Marine Environmental Protection Committee (MEPC) goedgekeurd, maar de NZF is nog niet aangenomen: In oktober 2025, bij een buitengewone vergadering van MEPC, is besloten om het besluit over de adoptie van de Net-Zero Framework met één jaar uit te stellen.

Het ontwerp van de IMO Net-Zero Framework kent volgende centrale elementen:

- Schepen vanaf 5.000 BT, die niet uitsluitend binnenlands varen, moeten aan het beleid voldoen.
- Het pakket kent twee sets aan reductiedoelen voor de broeikasgasemissie-intensiteit van de door een schip aan boord gebruikte energie (gCO_2-eq./MJ): een strikter 'direct compliance target' en een minder strikt 'base target'. De specifieke reductiedoelen zijn nog niet tot 2050 vastgelegd. Vanaf 2028 zijn de doelen, die jaarlijks scherper worden t/m 2035 vastgelegd; ook is de base target voor 2040 vastgelegd.
- Schepen zijn vrij in de keuze van de brandstof zolang de gemiddelde jaarlijkse broeikasgasintensiteit van het energieverbruik voldoet aan de standaard.
- Broeikasgasemissies (CO_2, CH_4, N_2O) worden op Well-to-Wake-basis in aanmerking genomen.
- Een schip dat aan het directe target voldoet moet geen additionele nalevingskosten maken; dit is wel het geval voor schepen met een broeikasgasemissie-intensiteit slechter dan de directe target. Deze schepen moeten voor de overtollige emissies (= emissies bovenop het emissieniveau dat was behaald als aan het schip aan de directe target had voldaan) betalen, waarbij met twee prijsniveaus wordt gewerkt, een lager Tier 1 remedial unit (RU)-prijs en een hogere Tier 2 RU-prijs.
- De inkomsten uit de verkoop van de RUs worden, onder andere, gebruikt om het gebruik van technologieën, brandstoffen en/of energiebronnen met nul of bijna-nul broeikasgasemissies te stimuleren.
- Het pakket kent verschillende flexibiliteitsopties.

Europees beleid

FuelEU Maritime

Als onderdeel van het Fit-for-55-pakket heeft de EU in 2023 de FuelEU Maritime Verordening aangenomen (EU, 2023c). Deze verordening verplicht maatschappijen om de gemiddelde broeikasgasintensiteit van de energie die aan boord van hun grotere schepen (> 5.000 BT) wordt gebruikt, vanaf 2025 op Well-to-Wake-basis geleidelijk te verlagen. Dit voor 100% van het energieverbruik in EEA-havens en op reizen tussen EEA-havens[3] en voor 50% van het energieverbruik op reizen tussen EEA- en non-EEA-havens.

[3] Met uitzondering van reizen van/naar EU outermost regions, waar 50% van het energieverbruik binnen de scope vallen.

De reductie-eisen lopen op van -2% in 2025 tot -80% vanaf 2050 ten opzichte van een fossiele referentiewaarde. FuelEU Maritime stimuleert het gebruik van duurzame brandstoffen (waaronder RFNBO's en elektriciteit) en is brandstofneutraal: maatschappijen kiezen zelf de brandstofmix waarmee zij aan de doelwaarde willen voldoen, waarbij ook van flexibiliteitsopties gebruik kan worden gemaakt.

EU ETS-uitbreiding
Per 2024 wordt de zeescheepvaart geleidelijk opgenomen in het EU ETS, het Europese emissiehandelssysteem: in 2024 met 40%, in 2025 met 70% en in 2026 met 100% van de CO_2-emissies die binnen de scope vallen. Binnen de scope vallen de Tank-to-Wake-emissies van grotere schepen (>= 5.000 BT) tijdens hun reis voor het vervoer van vracht of passagiers voor commerciële doeleinden, waarbij de emissies in EEA-havens en op reizen tussen EEA-havens voor 100% meetellen en op reizen tussen EEA- en non-EEA-havens voor 50%.

Vanaf 2026 vallen niet alleen de CO_2-emissies, maar ook de CH_4- en N_2O-emissies van de sector onder het EU ETS. En vanaf 2027 vallen niet alleen schepen die voor het vervoer van personen of vracht voor commerciële doeleinden worden gebruikt onder de Richtlijn maar ook de emissies van offshore-schepen.

De scheepvaartmaatschappijen zijn verantwoordelijk voor het indienen van de emissierechten.

In tegenstelling tot de FuelEU Maritime Verordening worden middels het EU ETS de absolute emissies van de sector beperkt waardoor ook, afhankelijk van de EUA-prijs, een prikkel bestaat om de energie-efficiëntie van schepen te verbeteren.

Nationaal beleid

Nederland heeft zich op basis van nationale en internationale afspraken gecommitteerd aan een klimaatneutrale zeevaart in 2050 (Algemene Bestuursdienst, 2023).

Vanwege het mondiale karakter van de zeevaart zet Nederland primair in op het normeren en beprijzen van de zeevaart op internationaal niveau. Nationaal worden wel randvoorwaarden gecreëerd om toe te werken naar een klimaatneutrale zeevaart, dit middels faciliterende en stimulerende maatregelen. Zie Paragraaf 6.5 voor meer informatie over deze maatregelen.

3.1.2 Luchtvaart

Internationale luchtvaart (ICAO)

Binnen het Akkoord van Parijs is vastgelegd dat de verantwoordelijkheid van de klimaatimpact van de internationale emissies bij ICAO is belegd.[4]

Sinds 2021 is het internationale marktmechanisme CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) in werking. CORSIA heeft als doel de CO_2-emissies van de sector te stabiliseren op het baseline-niveau (85% van de CO_2-uitstoot in het jaar 2019). De CO_2-uitstoot wordt berekend met een Life Cycle Analysis (LCA-)methodiek, waarbij dus ook de CO_2-uitstoot in de brandstofketen wordt meegeteld. Deze stabilisering van de CO_2-uitstoot kan worden bereikt met reductie van emissies of met compensatie van emissies:

- verbeterde efficiëntie, duurzamere brandstoffen of volumebeperkende maatregelen leiden tot een reductie van de CO_2-uitstoot;
- groei boven de baseline (2019-emissies) moet worden gecompenseerd met gecertificeerde emissie-reductieprojecten (ICAO, 2019).

Momenteel is de tweede vrijwillige fase van CORSIA van kracht (2024-2026). In de periode van 2027 tot 2035 gaat de derde fase van kracht en wordt CORSIA voor vrijwel alle landen verplicht. Na 2035 is CORSIA niet vastgesteld.

In 2022 hebben de ICAO-lidstaten een *Long-Term Aspirational Goal* aangenomen om de CO_2-uitstoot van de internationale luchtvaart uiterlijk 2050 naar netto nul te brengen (ICAO, 2022). ‘Aspiratief’ betekent in dit verband dat het een gezamenlijke intentieverklaring is, zonder juridisch bindende subdoelen per land of luchtvaartmaatschappij. Met andere woorden: landen hebben afgesproken te streven naar het einddoel, maar mogen zelf bepalen welke bijdrage zij leveren en met welk tempo. Er zijn dus geen afdwingbare quota of sancties vastgelegd.

In de derde ICAO Conferentie over Luchtvaart en Alternatieve Brandstoffen (CAAF/3) is het doel vastgelegd om in het jaar 2030 de CO_2-intensiteit van de internationale luchtvaart met 5% te verminderen door het gebruik van SAF (ICAO, 2023).

[4] De klimaatimpact van internationale luchtvaart valt, net als de klimaatimpact van de internationale scheepvaart, niet onder de *Nationally Determined Contributions* waarin individuele landen rapporteren over de klimaatimpact.

Europees beleid

De EU heeft een pakket aan maatregelen vastgesteld om de luchtvaartemissies te reduceren, in lijn met de Green Deal en Fit-for-55-doelstellingen. Belangrijke pijlers hierin zijn:

ReFuelEU Aviation

EU-verordening die vanaf 2025 toenemend gebruik van *Sustainable Aviation Fuels* (SAFs) verplicht voor alle vluchten vanaf in scope zijnde Unieluchthavens. Brandstofleveranciers zijn verplicht om duurzame brandstoffen bij te mengen oplopend van minimaal 2% in 2025, 6% in 2030, 34% in 2040 tot 70% in 2050 (European Commission, 2023).

Binnen het mandaat geldt vanaf 2030 een sub-mandaat voor synthetische kerosine (e-SAF) beginnend bij 1,2% in 2030 en oplopend tot 35% in 2050. Om te voorkomen dat luchtvaartmaatschappijen hoge SAF-kosten ontwijken door buiten de EU extra te tanken, schrijft ReFuelEU ook voor dat luchtvaartmaatschappijen ten minste 90% van de jaarlijks benodigde brandstof voor hun vertrekkende vluchten vanaf de in scope zijnde Uniluchthavens moeten afnemen (anti-tankeringbepaling).

EU Emissiehandelssysteem (EU ETS)

Sinds 2012 vallen intra-Europese vluchten onder het EU ETS. Luchtvaartmaatschappijen moeten hierbij emissierechten inleveren voor hun CO_2-uitstoot, waarbij in het verleden een deel van die rechten gratis werd toegekend. In het kader van Fit-for-55 is besloten de gratis emissierechten voor de luchtvaartsector vanaf 2024 geleidelijk af te bouwen en vanaf 2026 volledig te verdwijnen. In 2024 werden er al 25% minder gratis rechten uitgegeven, in 2025 worden er 50% minder rechten uitgegeven en per 2026 wordt volledig overgegaan op veiling van rechten (EU, 2023a). Daarnaast is een nieuwe bepaling ingevoerd die de toepassing van gratis emissierechten voor het gebruik van SAF tussen 2024 en 2030 mogelijk maakt, de zogenaamde FEETS-steun (Fuels Eligible for ETS). Deze steun is bedoeld om het gebruik van SAF te stimuleren door het kostenverschil tussen kerosine en SAF te compenseren. In totaal zijn er hiervoor 20 miljoen ETS-rechten beschikbaar gesteld voor de periode 2024-2030. Tot op heden is de reikwijdte van het EU ETS voor de luchtvaart meermaals tijdelijk beperkt tot de intra-Europese vluchten. In 2026 wordt het EU ETS herzien. Bij deze herziening hoort een analyse van de effectiviteit van CORSIA. Afhankelijk van de uitkomsten van deze evaluatie wordt bepaald of de reikwijdte van het EU ETS (gedeeltelijk) wordt uitgebreid naar intercontinentale vluchten.

Nationaal beleid

Sinds 2021 wordt in Nederland een *vliegbelasting* geheven. Exploitanten van een Nederlandse luchthaven moeten een vliegbelasting – een vast bedrag per vertrekkende passagier - afdragen, waarbij transferpassagiers uitgezonderd zijn. In oktober 2025 heeft het demissionair kabinet aangekondigd dat het van plan is om vanaf 1 januari 2027 een hogere belasting op vliegtickets voor middellange en lange vluchten in te voeren.

Verder is, om de geluidsoverlast voor omwonenden te verminderen, vanaf november 2025 het aantal vluchten tot jaarlijks 478.000 beperkt op Schiphol. Zover dit tot krimp van Schiphol leidt, zou deze maatregel ook de afzet van kerosine op Schiphol kunnen verminderen.

Naast nationaal beleid wordt in Nederland ook door middel van faciliterende en stimulerende maatregelen naar een klimaatneutrale luchtvaart toegewerkt. Zie Paragraaf 6.5 voor meer informatie over deze maatregelen.

Globale verschillen met niet-Europese landen

Buiten de EU lopen de aanpakken uiteen. Een aantal Aziatische landen, zoals Japan, Thailand en Zuid-Korea zijn van plan om een SAF-mandaat in te voeren. De Verenigde Staten hanteren vooral stimulerend beleid in plaats van harde verplichtingen. In 2021 lanceerde de VS de *SAF Grand Challenge* met als doel om in 2030 jaarlijks 3 miljard gallon (~11 miljard liter) duurzame vliegtuigbrandstof te produceren, en via de Inflation Reduction Act is een federale accijnskorting ingevoerd tussen $ 1,25 en $ 1,75 per gallon SAF (IRS, 2025). Andere regio's (bijv. merendeel Aziatische landen en Golfstaten) hebben tot nu toe minder bindende maatregelen en vertrouwen vooral op vrijwillige initiatieven of toekomstige technologische doorbraken. Deze mondiale verschillen leiden tot aandacht voor het gelijke speelveld: Europese luchtvaartmaatschappijen vrezen hogere kosten, en potentieel zogenaamde 'fuel tankering' (extra brandstof tanken in regio's met lagere duurzaamheidsverplichtingen of prijzen). Via internationale samenwerking (bijvoorbeeld binnen ICAO), instrumenten als het EU-anti-tankeringbeleid en het recent gepubliceerde EU Sustainable Transport Investment Plan (STIP) wordt geprobeerd zulke concurrentienadelen te beperken en andere landen aan te moedigen eveneens ambitieus klimaatbeleid voor de luchtvaart te voeren.

3.1.3 De Richtlijn hernieuwbare energie (RED III)

De herziene Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (EU, 2023b) stelt aangescherpte eisen aan de inzet van hernieuwbare brandstoffen in vervoer. Lidstaten moeten in 2030 een reductie van 14,5% in de broeikasgasintensiteit van transportbrandstoffen realiseren ten opzichte van een fossiele referentie (94 gCO_2-eq./MJ). Deze verplichting geldt voor álle transportbrandstoffen die in een lidstaat op de markt worden gebracht, inclusief leveringen aan de luchtvaart- en zeevaart. Echter wordt de richtlijn op nationaal niveau verschillend geïmplementeerd, waardoor de scope nationaal varieert. Binnen dit doel geldt een gecombineerd subdoel dat is uitgedrukt in energie-aandeel: 5,5% voor geavanceerde biobrandstoffen en brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO's), waarvan minstens 1 procentpunt uit RFNBO moet bestaan (EU, 2023b)).

Voor de luchtvaart geldt daarnaast de ReFuelEU Aviation-verordening (EU 2023/2405), die vanaf 2025 oplopende bijmengverplichtingen introduceert: minimaal 2% in 2025, 6% in 2030 en 70% in 2050, met een subdoel voor RFNBO's[5] oplopend van 1,2% in 2030 tot 35% in 2050. De duurzaamheidscriteria voor SAF verwijzen rechtstreeks naar RED III.

Voor de zeevaart geldt de RED III-verplichting voor brandstofleveranciers, terwijl de FuelEU Maritime-verordening (EU 2023/1805) een afzonderlijke verplichting oplegt aan de scheepseigenaren om de Well-to-Wake-broeikasgasintensiteit van de gebruikte energie geleidelijk te verlagen (–2% in 2025 tot –80% in 2050). De RED III dekt de aanbodkant dus af met een verplichting, terwijl FuelEU Maritime dat samen met EU ETS aan de vraagkant doet. Door zowel doelen aan de aanbodkant als aan de vraagkant te hebben, wordt de brandstoftransitie versterkt.

De ERE-systematiek
Nederland bereidt de invoering van het systeem van de brandstoftransitieverplichting voor. Daarbij worden de huidige Hernieuwbare Brandstofeenheden (HBE) vervangen door Emissie Reductie Eenheden (ERE). Waar het HBE-stelsel rekende in energie-eenheden (MJ), richt het ERE-stelsel zich op broeikasgasintensiteit (g CO_2-eq./MJ).[6] Daarbij worden sectorspecifieke verplichtingen ingevoerd voor de verschillende modaliteiten voor weg- en spoorvervoer, binnenvaart en zeevaart. Ook is er sprake van 'vrije ruimte' waarbinnen ERE's tot bepaalde hoogte tussen de sectoren mogen worden uitgewisseld.

Voor de luchtvaart wordt ReFuelEU Aviation als leidend beleid gezien voor de verduurzaming en legt daarmee al een verplichting op aan de brandstofleveranciers. Volgens deze verordening zijn aanvullende nationale bijmengverplichtingen voor de luchtvaart niet toegestaan. Een nationale sectorspecifieke verplichting is daarom niet opgenomen in het nieuwe ERE-stelsel. Duurzame vliegtuigbrandstoffen (SAF) tellen, naast voor de ReFuelEU Aviation doelstellingen, wel mee in de berekening van de totale broeikasgasreductie in Nederland voor de RED III.

3.2 Hernieuwbare bunkerbrandstoffen: toepasbaarheid en infrastructuur

De hernieuwbare brandstoffen die naar verwachting in de scheep- en luchtvaart tijdens en na de energietransitie een rol gaan spelen worden in de volgende paragrafen per sector kort geïntroduceerd, waarbij de toepasbaarheid in de sector aan bod komt, en vervolgens wordt uitgebreider op de gevolgen voor de infrastructuur ingegaan.

---

[5] Waterstof telt mee, maar in de praktijk zal het om e-SAF gaan.
[6] De RED III geeft lidstaten de keuze om op nationaal niveau of op broeikasgasintensiteit te sturen of op energie-aandelen. Nederland heeft voor het eerste gekozen.

3.2.1 Scheepvaart

Introductie en toepasbaarheid hernieuwbare brandstoffen

De scheepvaart kan in principe overstappen op verschillende typen hernieuwbare brandstoffen. De opties waar op dit moment de meeste aandacht naar uitgaat zijn (alfabetische volgorde): ammoniak, diesel, methaan, methanol en waterstof.

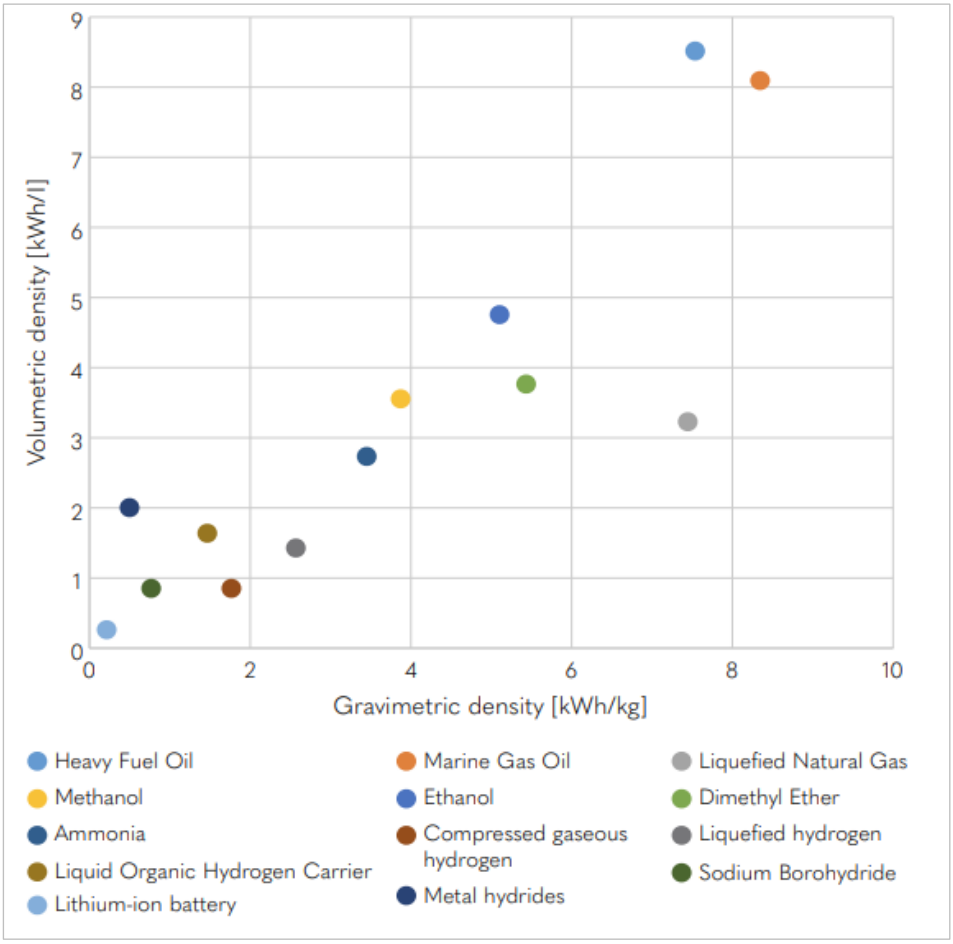
De meeste van deze brandstoffen kunnen zowel als biobrandstof (biogene herkomst van CO_2) of als e-fuel (synthetische brandstof op basis van hernieuwbare waterstof en afgevangen CO_2) worden geproduceerd.

Om een schip middels de alternatieve brandstoffen aan te kunnen drijven moeten de schepen, behalve voor diesel, van nieuwe motoren en brandstofsystemen gebruik maken. Deze motoren zijn vaak ‘dual-fuel’-motoren, waarbij het schip kan kiezen tussen gebruik van de alternatieve brandstof in combinatie met een kleine hoeveelheid diesel (‘pilot fuel’) of voor gebruik van alleen maar diesel.

Qua technische rijpheid bestaan er duidelijke verschillen. Methaan/LNG-motoren zijn het verst ontwikkeld en worden commercieel toegepast op uiteenlopende scheepstypen. Methanolmotoren zijn inmiddels ook commercieel beschikbaar, maar nog minder wijdverspreid. De ammoniakverbrandingsmotoren zijn nog het minst ver ontwikkelt, maar het kan worden verwacht, dat deze binnenkort op grotere schaal commercieel beschikbaar komen. Waterstofverbrandings- en brandstofcelsystemen zijn vooralsnog beperkt tot kleinere schepen of korte vaarroutes.

De energie-inhoud per volume-eenheid van alternatieve brandstoffen ligt aanzienlijk lager dan die van conventionele scheepsdiesel of zware stookolie (HFO). Daardoor moeten schepen die hierop varen grotere brandstoftanks installeren of vaker bunkeren.
Figuur 6 toont de gravimetrische (MJ/kg) en volumetrische (MJ/l) energiedichtheden van verschillende maritieme brandstoffen.

Figuur 6 – Volumetrische en gravimetrische energie dichtheid voor verschillende energiedragers



Bron: RVO (2024a).

Waterstof en methaan worden vanwege hun lage volumetrische energiedichtheid in vloeibare vorm bij zeer lage temperatuur of onder hoge druk opgeslagen. Dit vereist goed geïsoleerde cryogene tanks om verdamping en vorming van zogenoemd boil-off gas te beperken. Ammoniak wordt onder matige druk (ongeveer 10 bar) vloeibaar en is daardoor eenvoudiger op te slaan. Om deze reden wordt ammoniak ook gezien als een optie om waterstof middels schepen te transporteren. Methanol is een vloeistof bij omgevingstemperatuur die geen compressie of koeling voor de opslag behoeft.

Elk van de alternatieve brandstoffen stelt ook eigen eisen aan de veiligheidsvoorzieningen aan boord. Waterstof en methaan hebben een hele lage temperatuur bij het bunkeren en zijn extreem brandbaar, bovendien valt waterstof in de explosiegroep IIC. Methanol is zeer brandbaar en bovendien toxisch bij inademing of huidcontact. Ammoniak is minder brandbaar, maar sterk giftig. Het Internationale Verdrag voor de beveiliging van mensenlevens op zee (SOLAS) schrijft voor dat alle nieuwe en omgebouwde schepen van meer dan 500 GT die brandstoffen met een laag vlampunt gebruiken, moeten voldoen aan de IGF-code (International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-Flashpoint Fuels).

Het ombouwen van bestaande schepen is doorgaans economisch onrendabel; de toepassing van alternatieve brandstoffen zal daarom vooral plaatsvinden bij nieuwbouwschepen.

Haveninfrastructuur hernieuwbare brandstoffen

De opslag- en bunkeringseisen voor alternatieve brandstoffen in de zeevaart verschillen fundamenteel van die voor conventionele fossiele brandstoffen. Zware stookolie (HFO) en scheepsdiesel (MGO/MDO) kunnen zonder bijzondere condities in atmosferische tanks worden opgeslagen. Gezien de langdurige toepassing, ligt de bunkering ervan vast in wereldwijde standaarden en protocollen. Voor alternatieve brandstoffen gelden uiteenlopende technische, logistieke en veiligheidsvereisten. Hieronder worden per brandstof de aspecten rond opslag, distributie, bunkering, standaardisatie en de huidige toepassing en status in de havens behandeld.

Methanol

Of methanol nu fossiel, biogeen of synthetisch (e-methanol) wordt geproduceerd, de moleculaire samenstelling is identiek en de opslagvereisten zijn dus gelijk. Methanol is vloeibaar bij omgevingstemperatuur, maar de hoge toxiciteit en vluchtigheid vragen om strikte veiligheidsmaatregelen. De stof verdampt snel, de dampen zijn brandbaar en schadelijk bij inademing, en lekkages kunnen tot explosiegevaar leiden. Opslagtanks zijn daarom doorgaans dubbelwandig uitgevoerd, voorzien van geschikte coatings of roestvrij staal, en aangesloten op aparte leidingsystemen met dampdetectie en noodafsluiting.

De distributie en bunkering verlopen vergelijkbaar met die van vloeibare bulkchemicaliën. Gescheiden leidingen, pompen en ladingarmen zijn noodzakelijk om vermenging en corrosie te voorkomen. Bij het bunkeren gelden aanvullende voorschriften voor dampdetectie, persoonlijke bescherming en noodsystemen. Methanol kan per truck, barge of pijpleiding worden geleverd, en bunkerschepen kunnen technisch ook zelf op methanol varen, waardoor een gesloten methanolketen mogelijk is.

De standaardisatie bevindt zich in een vergevorderd stadium. De IMO heeft de IGF-code (veiligheidsvoorschriften voor schepen die laagvlampuntbrandstoffen gebruiken) uitgebreid zodat ook methanolbrandstof onder de verplichte internationale regelgeving valt. Daarmee zijn ontwerp- en veiligheidsvereisten voor nieuwe schepen vastgelegd. De ISO heeft aanvullend de Publicly Available Specification (PAS 21582:2022) opgesteld voor methanol als scheepsbrandstof. Deze vrijwillige standaard beschrijft de eisen aan brandstofkwaliteit en bunkering, in afwachting van opname in een volwaardige ISO-norm. Omdat de implementatie nog gaande is, werken havens voorlopig met eigen veiligheidsprotocollen gebaseerd op lokale vergunningseisen en risicostudies.

Wereldwijd groeit het aantal schepen dat op methanol kan varen, maar het aandeel blijft nog beperkt. Volgens de DNV Alternative Fuels Insight database (DNV, ongoing) waren begin 2025 circa 240 schepen in de vaart of in bestelling met methanolmotoren. Het merendeel betreft ferries, offshore- en shortsea-schepen met vaste vaarroutes, terwijl enkele grote containerrederijen, zoals Maersk, dual-fuel-schepen in de vloot opnemen. De eerste commerciële bunkeringen vonden plaats in Scandinavië, gevolgd door Singapore en Rotterdam, waar ervaring wordt opgedaan met veilige procedures en infrastructuuraanpassing.

De haven van Rotterdam is inmiddels de grootste methanolhub van Noordwest-Europa. Methanol wordt hier op commerciële schaal opgeslagen bij terminals van onder meer EVOS, Vopak, Chane en ETT, en er vinden sinds 2024 regelmatig ship-to-ship-bunkeringen plaats. Jaarlijks wordt ongeveer 100 kiloton groene methanol overgeslagen, een volume dat naar verwachting verder zal groeien. Daarnaast verrijst in de haven van Amsterdam de Advanced Methanol Amsterdam (AMA)-fabriek van GIDARA Energy, die vanaf 2026 jaarlijks circa 90 kiloton hernieuwbare methanol uit afvalstromen zal produceren. In 2025 vond in Amsterdam tevens de eerste methanolbunkering plaats bij TMA Logistics in de Amerikahaven.

Ammoniak

Ammoniak (NH_3) is een vloeibare brandstof met een hoog waterstofgehalte en wordt beschouwd als een veelbelovende energiedrager voor de maritieme sector. De stof is bij omgevingstemperatuur gasvormig, maar kan onder lichte druk (circa 10 bar) of bij –33 °C vloeibaar worden opgeslagen. Daardoor lijken de opslag- en transportcondities op die van LPG (Liquefied Petroleum Gas), al vraagt ammoniak om strengere veiligheidsvoorzieningen vanwege de hogere toxiciteit en corrosiviteit. Ammoniak verdampt snel, is schadelijk bij inademing en vormt bij lekkage direct gevaar voor mens en milieu. Opslag vindt plaats in dubbelwandige drukvaten of gekoelde tanks, voorzien van ventilatie-, detectie- en noodafblaassystemen.

De distributie en bunkering kunnen technisch deels aansluiten op bestaande LPG-infrastructuur, maar ammoniak en LPG kunnen niet worden gemengd en vereisen strikt gescheiden leidingen en tanks. Bij bunkering zijn extra gasdetectie, persoonlijke beschermingsmiddelen en evacuatieprocedures verplicht. Vanwege de giftigheid moeten bemanning en walpersoneel speciaal getraind zijn en zijn aanvullende noodsystemen noodzakelijk. Bunkerschepen voor ammoniak bestaan nog niet commercieel, maar diverse ontwerpen zijn in ontwikkeling, onder andere door MAN Energy Solutions en Samsung Heavy Industries.

Op het gebied van standaardisatie en regelgeving is ammoniak nog in ontwikkeling. De IMO werkt aan een uitbreiding van de IGF-code om ammoniak als brandstof formeel onder de verplichte veiligheidsregels van het SOLAS-verdrag (Safety of Life at Sea) te brengen. De ontwerptekst wordt naar verwachting in 2027 goedgekeurd, met inwerkingtreding in 2028. Parallel ontwikkelt de ISO een aanvulling op ISO 8217 waarin eisen aan brandstofkwaliteit, zuiverheid en verontreinigingslimieten van ammoniak worden vastgelegd. Deze richtlijn bevindt zich momenteel in de ontwerpfase (verwachte publicatie 2026) en heeft voorlopig een vrijwillig karakter. Totdat deze normen zijn afgerond, werken havens en reders met lokale veiligheidsprotocollen en projectspecifieke vergunningen.

Wereldwijd bevinden ammoniakprojecten zich grotendeels nog in de pilotfase, maar de belangstelling neemt snel toe. In Rotterdam wordt gewerkt aan de ontwikkeling van de ACE Terminal, een samenwerking tussen Gasunie, HES International en Vopak, die vanaf 2027 grootschalige import en opslag van groene ammoniak mogelijk moet maken. In 2025 vond de eerste ship-to-ship-overslagtest met ammoniak plaats in de haven, gericht op het valideren van detectie- en noodprocedures. Ook Evolution Terminals, Gunvor en Air Products ontwikkelen opslag- en conversiecapaciteit in Rotterdam voor ammoniakimport en de productie van waterstof.

De haven van Amsterdam verkent eveneens de mogelijkheden voor ammoniakopslag en -doorvoer. In samenwerking met Kiwa wordt de technische en juridische haalbaarheid onderzocht, waarbij de focus ligt op veiligheid en aansluiting bij het toekomstige Hynetwork-waterstofsysteem.

Waterstof

Waterstof is een energiedrager die in gasvorm of als vloeibare brandstof kan worden toegepast, maar beide varianten stellen hoge eisen aan opslag en veiligheid. In gecomprimeerde vorm wordt waterstof opgeslagen bij drukken tot 350-700 bar, wat vraagt om robuuste materialen en voorzieningen tegen lekkage en waterstofbrosheid. Vloeibare waterstof (LH_2) vereist opslag bij circa –253 °C, in dubbelwandige cryogene tanks met vacuümisolatie, ventilatie en continue gasdetectie. Vanwege de lage energiedichtheid is het volumebeslag groot en zijn geavanceerde lekdetectie en noodafblaassystemen verplicht.

De distributie en bunkering van waterstof bevinden zich nog in een experimentele fase. Transport kan plaatsvinden via hogedruktrailers, vloeibare waterstof-tankers of pijpleidingen, maar internationale maritieme bunkernormen ontbreken nog. De IMO werkt daarom aan een specifiek hoofdstuk in de IGF-code voor vloeibare en gecomprimeerde waterstof, met verwachte adoptie in 2027 en inwerkingtreding in 2028. Tot die tijd gelden tijdelijke Interim Guidelines onder de SOLAS-bepalingen. Parallel ontwikkelt de ISO via werkgroep TC 197/WG 24 een richtlijn voor maritieme bunkering van waterstof, die naar verwachting in 2026-2027 wordt gepubliceerd. Tot die tijd werken projecten onder nationale of lokale veiligheidskaders met risicoanalyses op projectbasis.

Internationaal bevinden toepassingen zich nog in de demonstratiefase, met projecten als de Energy Observer, HYSHIP en Japanse demonstraties in Kobe en Yokohama.
In Nederland worden inmiddels de eerste schakels van een waterstofketen zichtbaar. In Rotterdam bouwt Shell de Holland Hydrogen I-elektrolyser (200 MW) op de Maasvlakte, die vanaf 2026 hernieuwbare waterstof zal leveren aan de lokale industrie. De Gasunie realiseert via Hynetwork een landelijk pijpleidingennet, waarvan het eerste tracé in de Rotterdamse haven als pilot fungeert. Daarnaast ontwikkelen bedrijven als Air Products en Uniper plannen voor importterminals voor vloeibare waterstof of ammoniak als drager.

Ook de haven van Amsterdam bereidt zich voor op een rol in de distributie van waterstof. Samen met Firan werkt de haven aan het H2avennet, een regionaal distributienet dat vanaf 2026 wordt gekoppeld aan het nationale Hynetwork. Daarnaast neemt Amsterdam deel aan Europese projecten zoals H2SHIPS, waarin bunkering en waterstofscheepvaart in de praktijk worden getest. Zo ontstaat in Nederland een groeiend netwerk waarin de havens de logistieke schakel vormen tussen productie, import en eindgebruik.

LNG/methaan

LNG (Liquefied Natural Gas) kan fossiele, biogene (bio-LNG) of synthetische (e-LNG) oorsprong hebben, maar bestaat chemisch altijd uit vloeibaar methaan. Opslag vindt plaats bij circa –162 °C in goed geïsoleerde dubbelwandige tanks om verdamping te beperken. De distributie- en bunkerinfrastructuur voor LNG is inmiddels sterk ontwikkeld, met transport via pijpleidingen, trucks en gespecialiseerde bunkerschepen. Cryogene leidingen, koppelingen en veiligheidsvoorzieningen zijn noodzakelijk, maar veel bunkerschepen varen inmiddels zelf op LNG. De bestaande infrastructuur is volledig geschikt voor bio-LNG en e-LNG, waardoor verduurzaming kan plaatsvinden zonder grote aanpassingen.

LNG beschikt over een volwassen internationaal standaardisatiekader, met de IMO IGF-code als veiligheidsnorm en ISO 20519 als richtlijn voor bunkering. De brandstof is wereldwijd toegepast in de scheepvaart; havens als Rotterdam, Singapore, Zeebrugge en diverse Scandinavische havens hebben uitgebreide LNG-bunkerinfrastructuren.

In Rotterdam is LNG beschikbaar voor opslag, doorvoer en bunkering. Het wordt per tanker aangevoerd vanuit onder meer de Verenigde Staten, Noorwegen en het Midden-Oosten. Vanuit Rotterdam wordt LNG teruggeladen in kleinere tankers voor re-export, in gasvorm geleverd aan het Europese gasnetwerk of per truck naar regionale distributienetten vervoerd. Daarnaast wordt LNG aangeboden als brandstof voor de scheepvaart en het zware wegtransport. De Gate-terminal beschikt over een import- en re-exportcapaciteit van circa 12 miljard m^3 per jaar, met faciliteiten voor het beladen van bunkerschepen en trucks. De terminal wordt uitgebreid met een vierde opslagtank, waardoor de totale capaciteit stijgt naar ongeveer 16 miljard m^3.

Ook in Amsterdam wordt LNG al langer opgeslagen en gedistribueerd via bestaande terminals. De haven fungeert als aanvullende hub op Rotterdam, met levering aan binnenvaart en regionale industrie.

3.2.2 Luchtvaart

De luchtvaartsector richt zich in de verduurzaming primair op het gebruik van SAF. Dit zijn hernieuwbare brandstoffen die chemisch vrijwel identiek zijn aan fossiele kerosine, waardoor deze als drop-in-brandstof kunnen worden gebruikt zonder aanpassingen aan vliegtuigen of bestaande infrastructuur.

Qua productieroutes zijn er twee hoofdtypen SAF te onderscheiden: bio-SAF, geproduceerd uit biogene grondstoffen zoals gebruikt frituurvet, dierlijk vet, bepaalde reststromen uit de land- en bosbouw of lignocellulose, en e-SAF, synthetische kerosine gemaakt uit hernieuwbare waterstof en afgevangen of direct uit de lucht gewonnen CO_2.

De verschillende productieroutes bevinden zich op uiteenlopende niveaus van technologische volwassenheid. De HEFA-route (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids), ter productie van bio-SAF, is commercieel beschikbaar en vormt momenteel de belangrijkste bron van duurzame kerosine. Fischer-Tropsch-kerosine (FT-Jet), Alcohol-to-Jet (AtJ) en Power-to-Liquid (PtL) bevinden zich in de demonstratie- of vroege opschalingsfase.

De kwaliteits- en certificeringsnormen zijn internationaal vastgelegd in ASTM D7566, dat per productieroute de specificaties voor synthetische componenten beschrijft. Afhankelijk van de technologie mag 10-50 vol% worden bijgemengd met fossiele kerosine. Zodra het mengsel voldoet aan ASTM D1655, kan het als conventionele Jet A-1-brandstof worden behandeld. Dit maakt het mogelijk om SAF te gebruiken binnen de bestaande pijpleidingen, opslagtanks en hydrant-systemen, mits afzonderlijke kwaliteitsborging en traceerbaarheid worden toegepast. De broeikasgasreductie op well-to-wake-basis varieert per SAF-productieroute: 70-90% voor FT- en AtJ-brandstoffen en meer dan 90% voor e-SAF, mits geproduceerd met volledig hernieuwbare elektriciteit. EASA (2025b) rapporteert een gemiddelde besparing van 91% voor de in 2024 aan Unieluchthavens geleverde SAFs, waarvan 98% bio-SAF. Het reductiepotentieel van bio-SAF is wel afhankelijk van de specifieke feedstockmix.

De wereldwijde productie van SAF bedroeg in 2024 ongeveer 0,5 miljoen ton, goed voor circa 0,3% van de totale kerosinevraag.

In Nederland produceren Neste en Chane in Rotterdam duurzame kerosine via de HEFA-route en heeft VARO Energy plannen voor een HEFA-fabriek in de Port of Rotterdam. Ook hebben twee partijen aangekondigd e-SAF productiefaciliteiten in de Port of Rotterdam te willen bouwen (Power2X & Avario en Metafuels & Evos).

3.2.3 Conclusies

Alternatieve brandstoffen stellen andere eisen aan opslag, distributie en bunkering dan conventionele fossiele brandstoffen. LNG en methanol beschikken inmiddels over de meest ontwikkelde standaarden en toepassingen, waardoor havens hier al operationele ervaring mee opdoen. Ammoniak en waterstof vragen daarentegen om de zwaarste veiligheids- en infrastructuuraanpassingen en verkeren nog in de pilotfase waarin technische en regelgevende kaders worden getest. Biobrandstoffen kunnen grotendeels binnen de bestaande infrastructuur worden toegepast, al vereisen varianten als FAME en pyrolyse-olie aanvullende maatregelen vanwege hun chemische instabiliteit.

Voor de luchtvaart biedt Sustainable Aviation Fuel (SAF) een relatief eenvoudig pad naar verduurzaming: het is een drop-in-brandstof die via de bestaande kerosine-infrastructuur kan worden opgeslagen en gedistribueerd, mits afzonderlijke kwaliteitsborging en certificering plaatsvinden.

Gezamenlijk laten deze ontwikkelingen zien dat de Nederlandse havens zich ontwikkelen tot multi-fuel-hubs, waarin fossiele, biogene en synthetische brandstoffen naast elkaar bestaan en elk hun eigen technische, veiligheids- en logistieke vereisten kennen.

3.3 Beleidseffecten op energievraag en brandstofmix lucht- en zeevaart

3.3.1 Energievraag en brandstofmix zeevaart

Onderstaand overzicht geeft de uitkomsten weer van verschillende scenario- en outlookrapporten voor de zeevaart. Het betreft nadrukkelijk géén eigen analyse maar een samenvatting van de bevindingen uit de deskresearch. De getabelleerde gegevens zijn omgerekend naar exajoules[7] (EJ) om de vergelijking te vergemakkelijken en tonen de verdeling van de energievraag naar fossiele brandstoffen en alternatieve brandstoffen voor de zeevaart. Het gaat hier om de mondiale energievraag door de zeevaart: waar die in de rapporten niet wordt behandeld, is de EU-energievraag of Nederlandse energievraag getoond. De overzichten staan hieronder kort beschreven:

- Figuur 7 geeft de projectie van de brandstofmix voor de zeevaart weer op basis van de uitkomsten van verschillende DNV-scenariorapporten. Dit is gedaan voor 2030 en is getoond in het procentueel aandeel dat de brandstof heeft van het totaal.
- Figuur 8 geeft dezelfde projectie van de brandstofmix voor de zeevaart weer richting 2050.
- Tabel 3 toont overige deskresearch met een relevante raming van de mondiale energievraag van de zeevaart.

[7] 1 EJ = 1.000 PJ.

Beleidsuitgangspunten in scenario- en outlookrapporten

Het DNV-rapport *Maritime Forecast to 2050* (DNV (2024);DNV (2022)) baseert zich op bestaand of vastgesteld beleid zoals EU-regelgeving (RED III/FuelEU), maar ook voorgenomen beleid zoals het IMO Net-Zero Framework en modelleert daaruit de toekomstige brandstofmix tot 2050. Daarnaast onderzoekt de *Comprehensive Impact Assessment* de effecten van kandidaat-maatregelen uit de IMO-klimaatstrategie van 2023[8]. Additionele rapporten zoals HCSS en CE Delft schetsen een toekomstig scenario waarin de mondiale bunkermix voldoet aan een 1,5-graaddoelstelling. Bovendien doet ook het meest recente EMSA-rapport een scenariostudie naar de toekomstige energievraag op basis van de IMO-doelstelling en EU-richtlijnen eerder beschreven (EMSA, 2025).

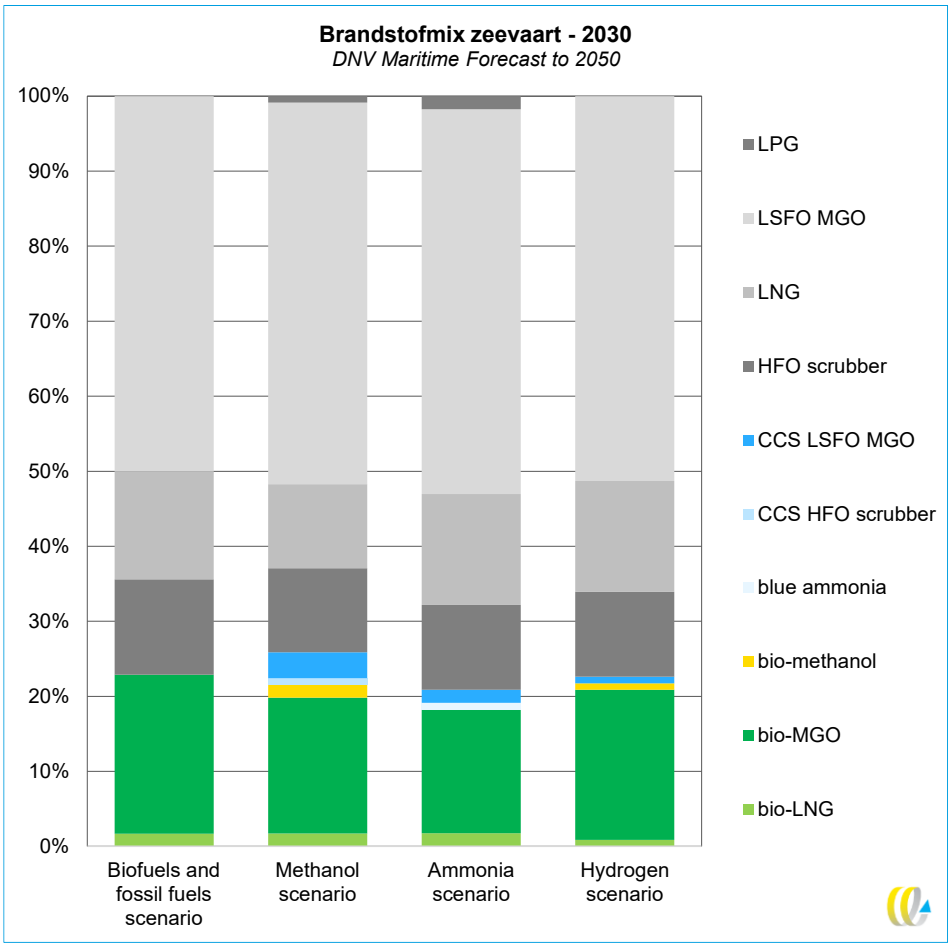
Brandstofmix voor de zeevaart in 2030

Figuur 7 toont de brandstofmix in de zeevaart in 2030 verdeeld over verschillende scenario's. De scenario's leggen de nadruk op respectievelijk biobrandstoffen en fossiele brandstoffen met CCS, adoptie van methanol, ammoniak en waterstof. DNV beschrijft in haar 2024-editie van de Maritime Forecast to 2050 dat de scenario's exploratief zijn voor de decarbonisatie van de zeevaart. Daarbij is met behulp van het rekenmodel van DNV onderzocht hoe een verandering in enkele parameters (e.g. brandstofprijs of CAPEX) kan leiden tot een toekomstige brandstofmix waarbij enkele brandstoffen een significant marktaandeel zullen krijgen. Het is daarbij belangrijk te benadrukken dat deze scenario's laten zien onder welke omstandigheden een specifieke brandstof, of een combinatie van brandstoffen, dominant zou kunnen worden. Het zijn daarmee randvoorwaardelijke en soms relatief extreme scenario's, maar ze bieden desondanks inzicht in *welke* omstandigheden nodig zijn om een bepaald scenario tot stand te laten komen en welke brandstofmix daaruit zou voortvloeien.

LSFO/MGO vormt in vrijwel al de genoemde scenario's de grootste energiebron, met ongeveer 50% van de totale energievraag door de zeevaart. LNG is aanwezig in alle scenario's, maar blijft beperkt tot een aandeel van circa 10-15%. Biobrandstoffen speelt een rol in alle scenario's, met een aandeel van 15-20%, maar blijven relatief beperkt vanwege beperkte beschikbaarheid van biomassa. Andere alternatieve brandstoffen zoals e-ammonia, e-methanol, e-LNG, e-hydrogen en CCS fuels zijn in sommige scenario's zichtbaar, maar blijven klein met een aandeel onder de 5%.

[8] Dit gaat om een groot aantal scenario's die hier verder niet worden toegelicht gezien het besluit met betrekking tot de NZF is uitgesteld.

Figuur 7 – Projectie brandstofmix in 2030 op basis van uitkomsten uit de 2024-editie van de Maritime Forecast to 2050



Bron: DNV (2024).

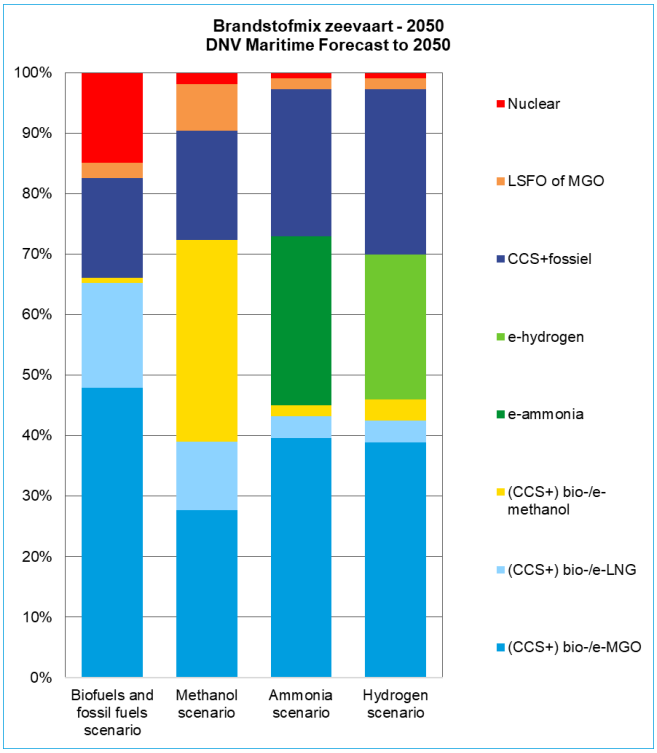
De brandstofmix voor de zeevaart in 2050

Figuur 8 toont de verwachte brandstofmix in de scheepvaart in 2050 verdeeld over dezelfde vier DNV-scenario's als eerder toegelicht. In alle scenario's blijven conventionele brandstoffen, vooral LSFO/MGO, belangrijk, vaak aangevuld met fossiele brandstoffen in combinatie met CCS. In het Methanol-scenario zijn de aannames dusdanig dat methanol (specifiek e-methanol) een groot aandeel in de energiemix heeft, aangevuld met verschillende CCS-opties zoals bijvoorbeeld CCS LSFO/MGO en CCS e-MGO. Richting 2050 leunt de transitie hier dus sterk op methanol en verschillende e-fuels, maar wordt nog gedeeltelijk gedragen door fossiele brandstoffen en brandstofproductie in combinatie met CCS. Het scenario gaat daarbij uit van omstandigheden waarbij de beschikbaarheid van biomassa laag is, aanbod van duurzame koolstof en elektriciteit gemiddeld blijft en er hoge kosten zijn voor het transporteren/opslaan van CO_2.

In het scenario waarin ammoniak de dominante brandstof wordt neemt e-ammonia een duidelijk aandeel in de brandstofmix. Er is ook duidelijk een verschuiving naar alternatieve brandstoffen te zien zoals (CCS) e-MGO: de omstandigheden zijn namelijk zo dat de beschikbaarheid van biomassa beperkt blijft, het aanbod van duurzame koolstof beperkt blijft, maar wel een grote beschikbaarheid is van low carbon elektriciteit.

In het scenario waarin waterstof de dominante brandstof wordt neemt e-waterstof een duidelijk aandeel in de brandstofmix. Daarbij worden soortgelijke omstandigheden als bij ammoniak veronderstelt, aangevuld met relatief lage investeringskosten voor vloeibare waterstoftanks en brandstofcellen ten opzichte van de huidige situatie. Daarnaast blijft LSFO/MGO een aanzienlijk deel behouden, ondersteund door CCS. Het aandeel fossiele brandstoffen is relatief kleiner dan in de andere scenario's, maar nog steeds niet verdwenen.

Figuur 8 – Projectie brandstofmix op basis van uitkomsten Maritime Forecast to 2050 voor verschillende scenario's



Bron: DNV (2025).

Andere projecties richting 2050, gedaan door bijvoorbeeld de 2022-editie van de Maritime Forecast to 2050, laten weer een sterke groei zien van carbon neutral fuels.
De *Decarbonization by 2050*-scenario's gaan daarbij uit van de volledige afwezigheid van fossiele brandstoffen en maken plaats voor brandstoffen zoals bio-MGO, bio-LNG, e-MGO, bio-methanol en bio-/e-ammoniak. Van dergelijke brandstoffen wordt, in de scenario's die koolstofneutraliteit waarborgen in 2050, voorzien dat zij meer dan 50% van de brandstofmix zullen uitmaken (op een energievraag van 10,6-11,3 EJ) door energie-

efficiency maatregelen, snelheidsbeperkingen, maar bijvoorbeeld ook relatief hoge ETS-prijzen voor schepen in Europa vanaf 2030 (DNV, 2022).

Resultaten voor de energievraag in de zeevaart

De verschillende DNV-scenario's voor de maritieme sector laten zien dat de brandstofmix sterk varieert afhankelijk van hoe bepaalde factoren zoals de brandstofprijzen en beschikbaarheid van grondstoffen zich ontwikkelen. In de Maritime Forecast-scenario's blijft het totale brandstofgebruik in 2030 en 2050 relatief stabiel rond de 11-12 EJ, maar verschuift de samenstelling. Belangrijk hier is wederom te vermelden dat de verandering in enkele parameters (e.g. brandstofprijs) kan leiden tot een toekomstige brandstofmix waarbij enkele brandstoffen een significant marktaandeel zullen krijgen.

De Impact Assessment-scenario's geven een minder gedetailleerde spreiding in brandstoftypen (DNV, 2024). Zo zit de mondiale energievraag in de scheepvaartsector tussen de 9-29,1 EJ, mede doordat er in deze raming richting 2050 nog een sterke afhankelijkheid blijft op fossiele brandstoffen zoals LNG, LSFO MGO en fossiele methanol.

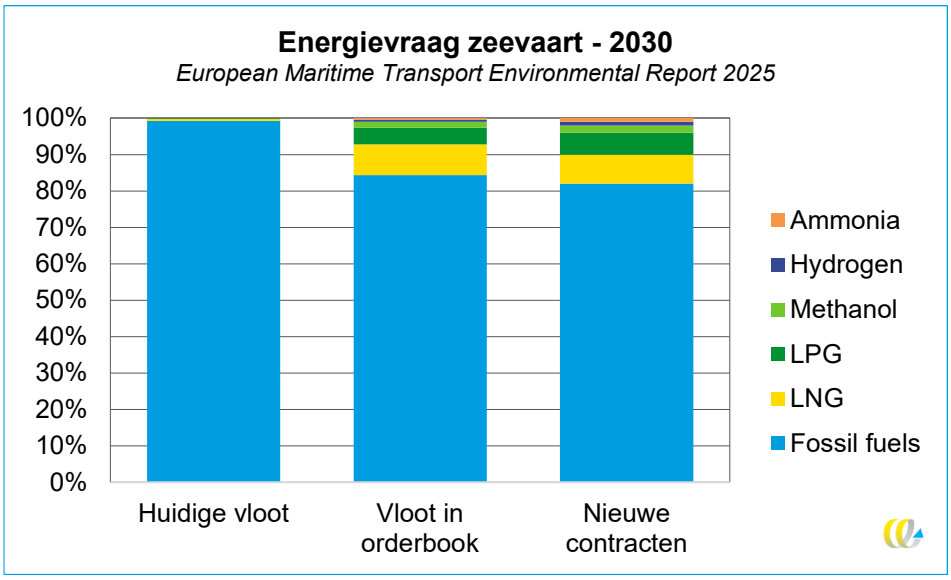
In het EMTER 2025-rapport laat de energievraag voor 2030 grote verschillen zien afhankelijk van het vlootscenario EMSA (2025). Sommige scenario's zijn hypothetisch of gebaseerd op de huidige vloot, terwijl andere rekening houden met de volledige orderbook of toekomstige nieuwe contracten, waardoor ze hogere volumes van LNG, LPG, methanol, waterstof en ammonia laten zien.

Ook CE Delft heeft in samenwerking met HCSS een projectie gemaakt van de energievraag voor de zeevaart (HCSS & CE Delft, 2023). De raming gaat uit van 1,5 degree fuel mix-scenario voor de mondiale zeevaart en gaat voor 2050 van een totale brandstofvraag van 7,9 EJ uit.

Energievraag volgens het European Maritime Transport Environmental Report (EMTER) 2025

Figuur 9 geeft de brandstofmix weer en Tabel 3 de corresponderende energievraag: LNG varieert van 64,3 PJ bij de huidige vloot tot 902-957 PJ op basis van het orderportefeuille en nieuwe contracten, terwijl ook LPG, methanol, waterstof en ammonia substantieel toenemen. De totale energievraag zit hiermee relatief goed in lijn met eerdere raming door bijvoorbeeld DNV, maar leggen nog wel grotere nadruk op de afhankelijkheid van fossiele scheepbrandstoffen, in ieder geval voor het zichtjaar 2030.

Figuur 9 – Energievraag zeevaart in 2030 op basis van European Maritime Transport Environmental Report 2025



Bron: EMSA (2025).

Tabel 3 – Projectie energievraag in EJ op basis van uitkomsten EMSA-scenario- en outlookrapporten zeevaart. Getoonde waardes zijn voor respectievelijk 2030 en 2050. Enkele waarden gelden voor zowel 2030 als 2050. Noot: Schuine eenheden zijn in PJ.

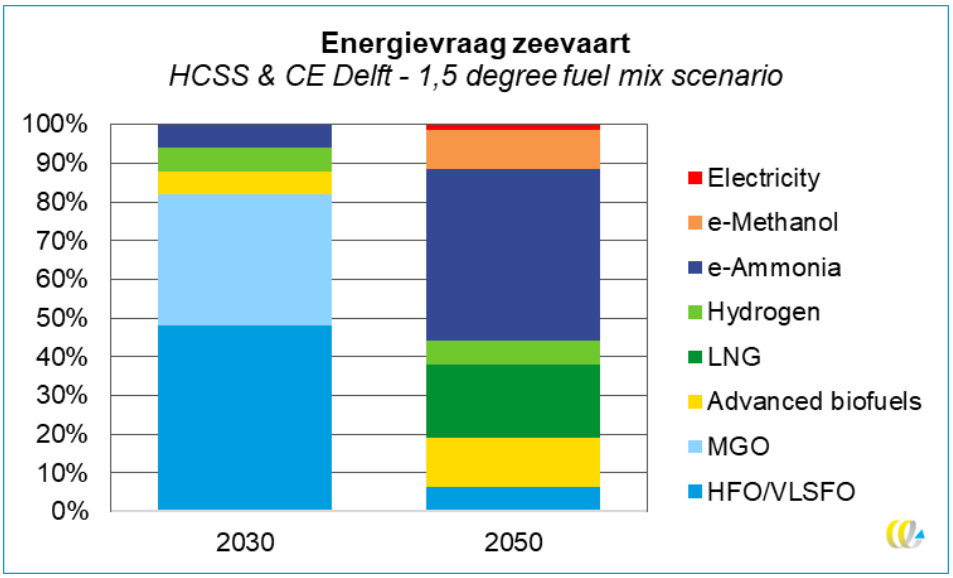
	EMTER 2025 Globale energievraag		**EMTER 2025 Hypothetisch scenario**		**EMTER 2025 o.b.v. huidige vloot**		**EMTER 2025 o.b.v. vloot in orderbook**		**EMTER 2025 o.b.v. nieuwe contracten**	
LNG	-		-		64,3 *PJ*	-	957,7 *PJ*	-	902,4 *PJ*	-
LPG	-		-		15,79 *PJ*	-	516,62 *PJ*	-	676,8 *PJ*	-
Methanol	-		-		5,64 *PJ*	-	183,86 *PJ*	-	225,6 *PJ*	-
Waterstof	-		-		1,13 *PJ*	-	60,91 *PJ*	-	112,8 *PJ*	-
Ammonia	-		-		0,0 *PJ*	-	48,5 *PJ*	-	112,8 *PJ*	-
Fossiel anders	11,3	N.v.t.	6	3,2-4,2	11,19	-	9,51	-	9,25	-
Low carbon fuels anders	0,8-2,9	7-19	6,1-8,2	7-19	-		-		-	
Totaal	**12,1-14,2**	**10,2-23,2**	**12,1-14,2**	**10,2-23,2**	**11,3**	**-**	**11,3**	**-**	**11,3**	**-**

Bron: EMSA (2025).

De brandstofmix en energievraag van de zeevaart in 1,5 graad-scenario

In 2030 is het brandstofgebruik in de scheepvaart nog vooral fossiel zo blijkt uit werk door CE Delft in samenwerking met (HCSS & CE Delft, 2023). Het fossiel volume aan scheepbrandstoffen bedraagt 4,0 EJ HFO/VLSFO en 2,8 EJ MGO, terwijl LNG en waterstof elk 0,5 EJ bijdragen en e-fuels en elektriciteit nog marginaal aanwezig zijn. Tegen 2050 verschuift de mix richting duurzame opties: HFO/VLSFO daalt naar 0,5 EJ, MGO verdwijnt, terwijl advanced biofuels (1,5 EJ), e-ammonia (3,5 EJ), e-methanol (0,8 EJ) en elektriciteit (0,1 EJ) toenemen, waardoor de totale brandstofvraag iets daalt naar 7,9 EJ. Daarnaast beargumenteert dit onderzoek ook hoe efficiëntiewinsten en technische verbeteringen ervoor zorgen dat de totale energievraag stabiel blijft of relatief daalt, ondanks een groeiende scheepvaartactiviteit wereldwijd. De relatief lagere energievraag voor de sector kan hierdoor worden verklaard.

Figuur 10 – Projectie brandstofmix in EJ



Bron: HCSS and CE Delft (2023).

Tabel 4 – Projectie energievraag in EJ op basis van uitkomsten uit HCSS and CE Delft (2023). Getoonde waardes zijn voor respectievelijk 2030 en 2050. De raming gaat uit van '1.5 degree fuel mix-scenario' voor de mondiale zeevaart

Brandstof	2030	2050	Eenheid
HFO/VLSFO	4,0	0,5	EJ
MGO	2,8	0,0	EJ
LNG	0,5	1,0	EJ
Advanced biofuels	0,0	1,5	EJ
Waterstof	0,5	0,5	EJ
e-ammonia	0,5	3,5	EJ

Brandstof	2030	2050	Eenheid
e-methanol	0,0	0,8	EJ
Elektriciteit	0,0	0,1	EJ
Totaal	**8,3**	**7,9**	**EJ**

Vraag naar ammoniak als bunkerbrandstof

In het DNV-scenario waarin ammoniak de dominante brandstof wordt groeit de energievraag naar deze brandstof richting 3,1 EJ in 2050. De meeste recente 2025-editie van de Maritime Forecast to 2050 daarentegen verwacht dat het maximum potentieel voor ammoniak circa 0,5 Mtoe (~0,02 EJ) bedraagt, gebaseerd op de aanname dat alle schepen in exploitatie én in de orderportefeuille hun volledige capaciteit gebruiken om op alternatieve brandstoffen te varen tegen 2030 (CE Delft et al., 2020). De Impact Assessment voorspelt in haar scenario's dat de energievraag van de zeevaart voor ammoniak zal liggen tussen 0-1,5 EJ in 2030 en 0-2 EJ in 2050.

De bandbreedte die kan worden afgeleid uit het EMTER-rapport uit 2025 projecteert een soortgelijke energievraag voor ammoniak: 0-0,1 EJ in 2030. Voor 2050 is geen projectie gemaakt. CE Delft en HCSS verwachten in 2030 dat e-ammoniak nog een relatief klein aandeel heeft van 0,5 EJ. Richting 2050 zou binnen de 1,5 graad-scenario een energievraag van 3,5 EJ bereikt kunnen worden.

Samenvattend zou de energievraag voor ammoniak richting 2030 geschat kunnen worden tussen 0-1,5 EJ en in 2050 tussen 0-3,5 EJ. Kanttekening hierbij is dit dergelijke schattingen sterk afhankelijk zijn van hoe verschillende factoren zich ontwikkelen alsmede het beleid daarvoor.

Vraag naar methanol als bunkerbrandstof

De energievraag voor methanol wordt voor 2030 geschat tussen 0 en 0,5 EJ op basis van de 2025-editie van de Maritime Forecast to 2050 en andere studies zoals de 2024-editie en EMTER-studie.

Voor 2050 liggen de ramingen tussen 0 en 3,3 EJ, waarbij het methanolscenario van DNV een aandeel van circa 3,3 EJ laat zien als methanol de dominante brandstof wordt. In het 1,5°C fuel mix-scenario van CE Delft en HCSS speelt methanol, vooral e-methanol, een beperkte rol (0 EJ in 2030 en 0,8 EJ in 2050). Kanttekening hierbij is dat ook deze schattingen sterk afhankelijk zijn van aannames, technologische ontwikkelingen en beleid.

Implicaties voor de totale energievraag naar bunkerbrandstoffen

De totale energievraag door de zeevaart in Nederland laat een grote onzekerheid zien in vergelijking met de luchtvaart. Op basis van studies zoals de KEV 2024, WLO 2025, Trajectverkenning Klimaatneutraal in 2050 en Nationaal Plan Energiesysteem is de verwachting dat de energievraag van de zeevaart ligt tussen 357-495 PJ in 2030. Voor 2050 ligt dit tussen 134-480 PJ ((PBL, 2024a); (PBL, 2025b); (PBL, 2024b); (Rijksoverheid, 2023c)). Daaruit is te concluderen dat de nationale vraag vermoedelijk binnen dezelfde bandbreedte zal blijven liggen.

De mondiale zeevaart laat ook een grote onzekerheid zien. Uit de geraadpleegde studies komt over het algemeen een bandbreedte tussen 8,3-14,2 EJ aan vraag aan bunkerbrandstoffen door de zeevaart in 2030. Voor 2050 ligt dat tussen 7,9-23,2 EJ wat potentieel een toename weerspiegelt richting 2050 ten opzichte van 2030. De energievraag daalt richting 2050 doordat efficiencyverbeteringen relatief zwaarder wegen dan de groei van de mondiale scheepvaart, waardoor de totale benodigde energie afneemt in raming door bijvoorbeeld die van CE Delft en HCSS. Hierdoor ligt in 2050 de ondergrens van de bandbreedte voor de energievraag aanzienlijk lager, ook al blijft de brandstofmix tot 2030 grotendeels onveranderd. De grote divergentie in de bovengrens komt voornamelijk door onzekerheden in hoeverre hernieuwbare brandstoffen zullen worden geadopteerd richting 2050.

Wat betekent dit voor de Nederlandse bunkerhavens?

In de mondiale energievraag voor de zeevaart hebben de Nederlandse zeehavens op de bunkermarkt een marktaandeel van circa 3% van het volume. Op basis van bovenstaande ramingen voor de toekomstige energievraag zouden, bij behoud van dit marktaandeel, de Nederlandse zeehavens in 2030 tussen de 249 en 426 PJ en in 2050 tussen de 237 en 696 PJ aan bunkerbrandstoffen moeten gaan aanbieden.

3.3.2 Energievraag en brandstofmix luchtvaart

Onderstaand overzicht geeft de uitkomsten weer van verschillende scenario- en outlookrapporten voor de luchtvaart. Het betreft nadrukkelijk géén eigen analyse maar een samenvatting van de bevindingen uit voorgaande paragrafen. De getabelleerde gegevens zijn omgerekend naar petajoules (PJ) om de vergelijking te vergemakkelijken en tonen de verdeling van de energievraag naar fossiele brandstoffen en alternatieve low carbon brandstoffen voor de luchtvaart. Het gaat hier om de mondiale energievraag: waar die in de rapporten niet wordt behandeld, is de EU-energievraag of Nederlandse energievraag getoond. De overzichten staan hieronder kort beschreven:

- Tabel 5 geeft de projectie weer van de energievraag voor de luchtvaart op basis van de uitkomsten van verschillende scenario- en outlookrapporten. Dit is gedaan voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

Daarbij is zoveel mogelijk de clustering kerosine, SAF, e-SAF[9] en waterstof aangehouden. Bronnen die enkel Nederland of de EU als scope hebben, staan bovenaan. Mondiale ramingen staan onderaan.
- Tabel 6 geeft de brandstofmix voor de luchtvaart weer richting 2030, met dezelfde clustering (kerosine, SAF, e-SAF en waterstof). Ook hier staan de bronnen met nationale of Europese scope bovenaan en de mondiale ramingen (zoals SkyNRG en ICF) onderaan.
- Tabel 7 geeft de brandstofmix voor de luchtvaart richting 2050, opnieuw met dezelfde clustering en indeling van bronnen.

Bovendien vermeldt elk overzicht expliciet de scope en het scenario waarop de cijfers zijn gebaseerd. In gevallen waar de raming onbekend is wordt 'N.V.T.' genoteerd.

Beleidsuitgangspunten in scenario- en outlookrapporten

De geraadpleegde scenario- en outlookrapporten baseren hun ramingen op internationaal en Europees vastgesteld of voorgenomen beleid, met name ReFuelEU Aviation, RED III en het EU ETS. Waar de scope enkel Nederland betreft, vormen ook nationale beleidskaders een belangrijk uitgangspunt. Dit gaat dan bijvoorbeeld over PBL-rapporten zoals de KEV, de WLO-scenario's, Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 en het Nationaal Plan Energiesysteem (PBL, 2024b, 2025a, 2025b; Rijksoverheid, 2023d).

Rapporten zoals de SAF Market Outlook 2025 maken daarnaast expliciet gebruik van zowel bestaande als aangekondigde faciliteiten en beleidsdoelen. Specifiek rapporteert de SAF Market Outlook per land de energievraag op basis van de doelstellingen en beleid in ontwikkeling *(current trends)*, bestaand beleid *(existing policies)* en versnelde adoptie van toekomstig beleid *(accelerated actions)* (SkyNRG & ICF, 2025). Het overzicht staat in Tabel 5.

Tabel 5 – Projectie energievraag op basis van uitkomsten scenario- en outlookrapporten luchtvaart

Rapport	Scenario	2030	2040	2050	Eenheid
Fossiele kerosine					
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Lage eco-groei, vraag, kosten en innovatie	144,1	110	N.v.t.	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Referentie eco-groei, vraag, kosten en innovatie	159	110	N.v.t.	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Hoge eco-groei, vraag, kosten en innovatie	180	110	N.v.t.	PJ

[9] e-SAF valt eveneens onder de overkoepelende categorie SAF. In dit rapport wordt e-SAF echter afzonderlijk gerapporteerd, in lijn met de geraadpleegde bronnen en om het onderscheid tussen bio-SAF en e-SAF duidelijk te houden.

Rapport	Scenario	2030	2040	2050	Eenheid
Nationaal plan energiesysteem (Rijksoverheid, 2023b)	NL: Huidig beleid	151	N.v.t.	69	PJ
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op biofuels	132	N.v.t.	0	PJ
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op e-fuels en waterstof	132	N.v.t.	0	PJ
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Hoge eco-groei en snelle transitie	N.v.t.	125	19	PJ
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Hoge eco-groei en vertraagde transitie	N.v.t.	126	97	PJ
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Lage eco-groei en snelle transitie	N.v.t.	101	13	PJ
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Lage eco-groei en vertraagde transitie	N.v.t.	111	80	PJ
A route to net zero European aviation (NLR & seo, 2021)	Destination 2050: EU Sustainability scenario: Net-zero ‘50	2.119 *(Europa)*	N.v.t.	395,9 *(Europa)*	PJ
SAF					
Nationale SAF Roadmap (Deloitte & to70, 2025)	NL	0,0	0,0	0,2	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Lage eco-groei, vraag, kosten en innovatie	7,0	40	N.v.t.	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Referentie eco-groei, vraag, kosten en innovatie	8,0	40	N.v.t.	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Hoge eco-groei, vraag, kosten en innovatie	9,0	40	N.v.t.	PJ
Nationaal plan energiesysteem (Rijksoverheid, 2023b)	NL: Huidig beleid	6,5	N.v.t.	81	PJ
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op biofuels	20	N.v.t.	123	PJ
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op e-fuels en waterstof	20	N.v.t.	51	PJ
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Hoge eco-groei en snelle transitie	N.v.t.	64	173	PJ

Rapport	Scenario	2030	2040	2050	Eenheid
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Hoge eco-groei en vertraagde transitie	N.v.t.	65	109	PJ
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Lage eco-groei en snelle transitie	N.v.t.	52	114	PJ
TV WLO 2025: Cahier Mobiliteit (PBL, 2025b)	WLO Lage eco-groei en vertraagde transitie	N.v.t.	57	90	PJ
A route to net zero European aviation (NLR & seo, 2021)	Destination 2050: EU Sustainability scenario: Net-zero '50	134,9	N.v.t.	896,1	PJ
European Aviation Environmental report 2025 (EASA, 2025a)	Operating scenario: Huidige situatie EU	40 (HEFA)	N.v.t.	N.v.t.	PJ
European Aviation Environmental report 2025 (EASA, 2025a)	Realistic scenario: Meetellen productie in aanbouw EU	110 (HEFA)	N.v.t.	N.v.t.	PJ
European Aviation Environmental report 2025 (EASA, 2025a)	Optimistic scenario: Alle projecten EU	240	N.v.t.	N.v.t.	PJ
SAF Market Outlook 2025 (SkyNRG & ICF, 2025)	Current Trends: 4,5% avg. SAF blend	657 *(Mondiaal)*	3.263 *(Mondiaal)*	8.526 *(Mondiaal)*	PJ
SAF Market Outlook 2025 (SkyNRG & ICF, 2025)	Existing Policies: 2,2% avg. SAF blend	326 *(Mondiaal)*	1.088 *(Mondiaal)*	3.132 *(Mondiaal)*	PJ
SAF Market Outlook 2025 (SkyNRG & ICF, 2025)	Accelerated Actions: 9,0% avg. SAF blend	1.344 *(Mondiaal)*	5.438 *(Mondiaal)*	12.267 *(Mondiaal)*	PJ
e-SAF					
Nationale SAF Roadmap (Deloitte & to70, 2025)	NL	0	0	0,1	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Lage eco-groei, vraag, kosten en innovatie	2	17	N.v.t.	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Referentie eco-groei, vraag, kosten en innovatie	2	17	N.v.t.	PJ
KEV 2024 (PBL, 2024a)	NL: Hoge eco-groei, vraag, kosten en innovatie	2	17	N.v.t.	PJ
Nationaal plan energiesysteem (Rijksoverheid, 2023b)	Huidig beleid	1,5	N.v.t.	81	PJ
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op biofuels	2,0	N.v.t.	48	PJ

Rapport	Scenario	2030	2040	2050	Eenheid
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op e-fuels en waterstof	2,0	N.v.t.	103	PJ
A route to net zero European aviation (NLR & seo, 2021)	Destination 2050: EU Sustainability scenario: Net-zero '50	26,1	N.v.t.	544	PJ
SAF Market Outlook 2025 (SkyNRG & ICF, 2025)	Current Trends: 4,5% avg. SAF blend	N.v.t.	139,2 *(2035 Europa)*	787,4 *(Europa)*	PJ
Waterstof					
Nationaal plan energiesysteem (Rijksoverheid, 2023b)	NL: Huidig beleid	0,0	N.v.t.	0,0	PJ
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op biofuels	0,0	N.v.t.	0,0	PJ
Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 (PBL, 2024c)	NL: Accent op e-fuels en waterstof	0	N.v.t.	17	PJ
A route to net zero European aviation (NLR & seo, 2021)	Destination 2050: EU Sustainability scenario: Net-zero '50	0,0	N.v.t.	420	PJ

Duiding van de resultaten van de energievraag voor de luchtvaart

De scenario's verschillen sterk in hun focus. KEV 2024 houdt in 2030 nog een hoog gebruik van fossiele kerosine (144-180 PJ) en stabiliseert in 2040 op 110 PJ, zonder zicht op 2050. Het Nationaal Plan Energiesysteem voorziet een afbouw naar 69 PJ in 2050, mede door een toename van SAF, terwijl de Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 zelfs uitgaat van 0 PJ aan fossiele kerosine door inzet van bio- en e-fuels. De WLO-scenario's laten zien dat de uitkomst juist weer sterk afhangt van de transitiesnelheid: 19-97 PJ fossiele kerosine in 2050 en tegelijkertijd 90-173 PJ aan SAF in 2050. Internationaal benadrukt Destination 2050 juist de rol van alternatieve brandstoffen, met nog 395 PJ fossiele kerosine maar ook forse volumes SAF (896 PJ) en e-fuels (544 PJ) richting 2050.

Opvallend is dat alleen de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 en Destination 2050 een rol voor waterstof in de luchtvaart voorzien (los gezien van e-fuels), terwijl andere studies hier geen expliciete verwachtingen of ramingen voor opnemen. Wat dit betekent voor de projectie van de brandstofmix wordt hieronder toegelicht. Tabel 6 geeft dit weer voor het zichtjaar 2030.

Tabel 6 – Projectie brandstofmix 2030 op basis van uitkomsten scenario- en outlookrapporten luchtvaart

Referentie	Scenario	Fossiele kerosine	(bio-) SAF	e-Se-SAF	Waterstof	Eenheid
KEV 2024	Laag	144	7	2	N.v.t.	PJ
	Midden	159	8	2	N.v.t.	PJ
	Hoog	180	9	2	N.v.t.	PJ
Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050	Accent of biofuels	132	20	2	0	PJ
	Accent op e-fuels en waterstof	132	20	2	0	PJ
Toekomstverkenning WLO 2025: Cahier Mobiliteit	Hoog Snel	125 (2040)	64 (2040)		N.v.t.	PJ
	Hoog Vertraagd	126 (2040)	65 (2040)		N.v.t.	PJ
	Laag Snel	101 (2040)	52 (2040)		N.v.t.	PJ
	Laag Vertraagd	111 (2040)	57 (2040)		N.v.t.	PJ
Nationale SAF Roadmap	NL	N.V.T.	21,8		N.v.t.	PJ
	EU	N.V.T.	13,1	N.v.t.	N.v.t.	PJ
Nationaal plan energiesysteem	Huidig beleid	151	6,5	1,5	0	PJ
Knelpuntenanalyse vraag en aanbod duurzame energie-dragers voor de luchtvaart (Deloitte & to70, 2024)	N.v.t.	145 (2035)	27	9	0	PJ
A Route to net zero European aviation	Destination 2050: EU Sustainability scenario: Net-zero ‘50	2.119	134,9	26,1	0	PJ
European Aviation Environmental Report 2025	Operating scenario: Huidige situatie EU	N.v.t.	40		N.v.t.	PJ
	Realistic scenario: Meetellen productie in aanbouw EU	N.v.t.	110		N.v.t.	PJ
	Optimistic scenario:	N.v.t.	240		N.v.t.	PJ

Referentie	Scenario	Fossiele kerosine	(bio-) SAF	e-Se-SAF	Waterstof	Eenheid
	Alle projecten EU					
SAF Market Outlook 2025	Current Trends: 4,5% avg. SAF blend	N.v.t.	657 *(Mondiaal)*	N.v.t.	N.v.t.	PJ
	Existing Policies: 2,2% avg. SAF blend	N.v.t.	326 *(Mondiaal)*	N.v.t.	N.v.t.	PJ
	Accelerated Actions: 9,0% avg. SAF blend	N.v.t.	1.344 *(Mondiaal)*	N.v.t.	N.v.t.	PJ

De brandstofmix voor de luchtvaart in 2030

De verschillende studies leggen in 2030 sterk uiteenlopende accenten in de verduurzaming van de luchtvaartbrandstoffen. In de KEV 2024-scenario's ligt de nadruk nog duidelijk op fossiele kerosine, met een energievraag van 144-180 PJ, terwijl de bijdrage van SAF en e-SAF beperkt blijft tot respectievelijk 7-9 PJ en 2 PJ. Het Nationaal Plan Energiesysteem schetst een vergelijkbaar beeld: 151 PJ fossiele kerosine, 6,5 PJ SAF en 1,5 PJ e-SAF, waarmee de inzet van duurzame alternatieven marginaal blijft.

Daartegenover staat de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050, die in 2030 uitgaat van een lager fossiel aandeel (132 PJ) en een relatief grotere rol voor biobrandstoffen (20 PJ SAF) en een kleiner aandeel e-SAF (2 PJ). Internationaal toont het Europese Destination 2050-scenario een veel bredere verschuiving, met een Europese vraag van 2.119 PJ fossiel, maar tegelijkertijd een aanzienlijke productie van SAF (134,9 PJ) en e-SAF (26,1 PJ).

Andere rapporten, zoals de SAF Market Outlook 2025, leggen de nadruk juist op mondiale opschaling: afhankelijk van beleid en marktomstandigheden varieert het gebruik van SAF in 2030 van 326 PJ tot maar liefst 1.344 PJ wereldwijd. Deze verschillen laten zien dat de studies met een nationale scope zich vooral focussen op geleidelijke reductie van fossiele brandstoffen en een nog beperkte inzet van SAF, terwijl studies met een internationaal perspectief sterker inzetten op opschaling van duurzame brandstoffen. Wat dit betekent voor de projectie van de brandstofmix richting 2050 wordt in Tabel 7 toegelicht.

Tabel 7 – Projectie brandstofmix 2050 o.b.v. uitkomsten scenario- en outlookrapporten luchtvaart

Referentie	Scenario	Fossiele kerosine	(bio-) SAF	e-SAF	Waterstof	Eenheid
KEV 2024	Laag	110 (2040)	40 (2040)	17 (2040)	N.v.t.	PJ
	Midden	110 (2040)	40 (2040)	17 (2040)	N.v.t.	PJ
	Hoog	110 (2040)	40 (2040)	17 (2040)	N.v.t.	PJ
Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050	Accent of biofuels	0	123	48	0,0	PJ
	Accent op e-fuels en waterstof	0	51	103	17	PJ
Toekomstverkenning WLO 2025: Cahier Mobiliteit	Hoog Snel	19	173		N.v.t.	PJ
	Hoog Vertraagd	97	109		N.v.t.	PJ
	Laag Snel	13	114		N.v.t.	PJ
	Laag Vertraagd	80	90		N.v.t.	PJ
Nationale SAF Roadmap	NL	N.v.t.	230,6		N.v.t.	PJ
	EU	N.v.t.	0,2	N.v.t.	N.v.t.	PJ
Nationaal plan energiesysteem	Huidig beleid	69	81	81	0,0	PJ
Knelpuntenanalyse vraag en aanbod duurzame energiedragers voor de luchtvaart	N.v.t.	69	80	76	5	PJ
A Route to net zero European aviation	Destination 2050: EU Sustainability scenario: Net-zero ‘50	395,9 *(Europa)*	896,1 *(Europa)*	544 *(Europa)*	420 *(Europa)*	PJ
SAF Market Outlook 2025	Current Trends: 4,5% avg. SAF blend	N.v.t.	8.526 *(Mondiaal)*	787,4 *(Europa)*	N.v.t.	PJ
	Existing Policies: 2,2% avg. SAF blend	N.v.t.	3.132 *(Mondiaal)*	N.v.t.	N.v.t.	PJ
	Accelerated Actions: 9,0% avg. SAF blend	N.v.t.	12.267 *(Mondiaal)*	N.v.t.	N.v.t.	PJ

De brandstofmix voor de luchtvaart in 2050

In 2050 lopen de scenario's sterk uiteen in hun aannames over fossiele kerosine en duurzame alternatieven. KEV 2024 doet geen raming voor 2050, maar wel voor 2040 waarbij circa 110 PJ fossiel kerosine overblijft, aangevuld met 40 PJ SAF en 17 PJ e-SAF. Het Nationaal Plan Energiesysteem en de Knelpuntenanalyse van Deloitte uitgaan van een veel lagere fossiele vraag (69 PJ) en een zo goed als even grote rol voor SAF en e-SAF (80-81 PJ).

De Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 voorziet juist een volledig fossielvrije luchtvaart waarbij in het pad met een accent op biobrandstoffen 123 PJ SAF en 48 PJ e- SAF de grootste aandelen hebben en in het pad met een accent op e-fuels en waterstof 51 PJ SAF, 103 PJ e-SAF en 17 PJ waterstof het geval is. De WLO-scenario's laten uiteenlopende bandbreedtes zien, van slechts 13–19 PJ fossiel bij een snelle transitie tot 80-97 PJ bij vertraging.

Internationaal schetst het Europese Destination 2050 de grootste verschuiving met nog 395,9 PJ fossiel, maar een relatief grote rol voor duurzame brandstoffen: 896 PJ SAF, 544 PJ e-SAF en zelfs 420 PJ waterstof in Europa.

4 Binnenvaart

4.1 Introductie

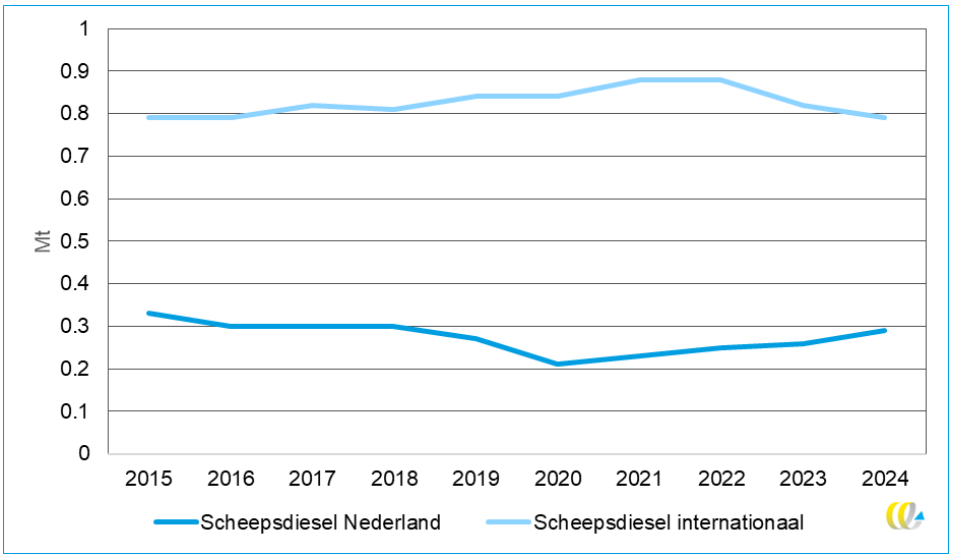
Hoewel voor de scheepvaart de nadruk in deze studie ligt op de bunkerpositie van Nederlandse zeehavens ten behoeve van de zeevaart, is het relevant om ook de binnenvaart in beschouwing te nemen. Niet alleen vormt de binnenvaart een belangrijke schakel in de logistiek van havens, ook kent de binnenvaart een eigen brandstofvraag, infrastructuur en transitieopgave. Dit hoofdstuk beschrijft de specifieke kenmerken van de binnenvaart op het vlak van bunkering, en vergelijkt deze met de zeevaart, om inzicht te geven in de verschillen die relevant zijn voor de verduurzaming van beide modaliteiten.

4.2 Huidige bunkerpositie

4.2.1 Brandstoftype en -verbruik

Binnenvaartschepen gebruiken op dit moment vrijwel uitsluitend gasolie. In de praktijk gaat het om diesel van EN590-kwaliteit (wegdiesel) waarbij wel een ander accijnstarief voor de binnenvaart van toepassing is. Het jaarlijkse bunkervolume voor de binnenvaart in Nederland bedraagt volgens het CBS circa 1,0 miljoen ton. Daarvan is, volgens de CBS-data, ongeveer 70 tot 80% bestemd voor de internationale binnenvaart en circa 20 tot 30% voor puur binnenlandse vaarten (CBS, 2025), waarbij, volgens RIVM (2023), de verdeling van de bunkerafzet aan de binnenvaart over binnenlands en internationaal relatief onzeker is.

Figuur 11 – Afzet in Nederland van gasolie aan Nederlandse en internationale binnenvaart



Bron: CBS (2025).

Ter vergelijking: De jaarlijkse totale bunkerafzet in Nederland bedraagt circa 10 à 12 miljoen ton (zie Paragraaf 2.3).

Als alternatief kan de afzet van bunkers aan de binnenvaart ook via de afvalbeheers-bijdrage worden bepaald die voor elk kubieke meter geleverde gasolie moet worden betaald. Uitgaande van de totale bijdrage die in Nederland 2023 werd geïnd (€ 7.832.462 volgens SAB (2024)) en een bijdrage van 10 €/m^3 in 2023 (SAB, 2025), kan de gasolie-afzet aan de binnenvaart in Nederland op rond 0,65 Mt worden geschat.

4.2.2 Bunkerlogistiek en infrastructuur

De bunkerinfrastructuur voor de binnenvaart is veel fijnmaziger dan die voor de zeevaart. Binnenvaartschepen bunkeren via bunkerpunten verspreid over Nederland, variërend van vaste tankstations aan de kade tot bunkerschepen die actief zijn in havengebieden of langs hoofdvaarwegen (Binnenvaart Kennis, 2025). Levering vindt plaats via binnenlandse depots of rechtstreeks vanaf de raffinaderijen, afhankelijk van de brandstofleverancier. De schaal van een gemiddelde bunkering ligt doorgaans tussen de 5 en 20 m^3 per keer, aanzienlijk kleiner dan in de zeevaart, waar volumes tot enkele honderden of duizenden m^3 worden gebunkerd. Door de verspreide ligging en het kleinere afnamevolume is de introductie van alternatieve brandstoffen logistiek uitdagender en minder rendabel zonder schaalvergroting of clustering.

4.2.3 Regelgeving en prikkels

Nederland heeft zich gecommitteerd aan een klimaatneutrale binnenvaart in 2050 (Algemene Bestuursdienst, 2023). Om dit doel te realiseren heeft Nederland voor de binnenvaart gekozen voor een opt-in onder het Europese emissiehandelssysteem 2 (EU ETS-2), een Europees systeem dat, naar verwachting, vanaf 2028[10] de CO_2-uitstoot van gebouwen, wegtransport en kleine industrieën beperkt door middel van het 'cap and trade'-principe. Brandstofleveranciers moeten dan emissierechten inkopen en kunnen de kosten voor deze rechten bij de eindgebruiker in rekening brengen. Door middel van de opt-in vallen de brandstofleveringen aan de binnenvaart in Nederland dus onder het EU ETS-2. Het kabinet heeft hiervoor gekozen met het oog op de klimaatdoelen voor 2030. Onze buurlanden, België en Duitsland, hebben nog geen besluit genomen over de opt-in voor de binnenvaart. In het geval zij hier niet voor kiezen, kan dit ervoor zorgen dat schippers van binnenvaartschepen vanwege de verhoogde brandstofprijs besluiten hun brandstof over de grens te gaan bunkeren ('bunkertoerisme'). Dit tenminste wat fossiele brandstoffen betreft, waar het EU ETS-2 juist voor een relatief hogere prijs gaat zorgen.

Tegelijkertijd worden mede nationale implementatie van de RED III-brandstofleveranciers aan de binnenvaart verplicht om 14,5% CO_2-reductie in de keten te bewerkstelligen per 2030. Deze EU ETS-2 opt-in en de RED III-verplichting versterken zo samen de business-case om te verduurzamen.

De binnenvaart kent ook emissie-eisen op basis van Stage V-motoren voor nieuwe motoren (en vervangingen). Veel bestaande schepen varen echter nog op oudere CCR-2 of zelfs oudere motoren.

Verduurzaming wordt gestimuleerd via nationale regelingen zoals de Subsidieregeling Verduurzaming Binnenvaartschepen (SRVB; net tijdelijk gesloten), de tijdelijke Subsidie-regeling Elektrificatie Binnenvaartschepen of de tijdelijke Subsidieregeling Energietransitie Binnenvaart Motoren (SEBM), waar op dit moment (november 2025) nog aan gewerkt wordt. Vanuit het Klimaatfonds komen, naar aanleiding van de opt-in ETS-2, voor de verduurzaming van de binnenvaart € 163,6 miljoen beschikbaar en € 33,5 miljoen worden onder voorwaarde toegekend voor een 'subsidie voor waterstof in binnenvaart' (Ministerie van KGG, 2024).

Tot en met 2023 konden ook partijen die niet onder de jaarverplichting vielen er vrijwillig voor kiezen om leveringen van hernieuwbare brandstoffen aan de binnenvaart te regi-streren in het Register Energie voor Vervoer (REV). Wanneer deze leveringen voldeden aan de duurzaamheids- en traceerbaarheidseisen, leverden zij Hernieuwbare Brandstof-eenheden (HBE's) op, die verhandelbaar waren aan partijen die wel onder de verplichting vielen. In sommige gevallen werd een deel van deze waarde doorberekend in de vorm van

[10] Begin november 2025 is de Raad van de EU overeengekomen met een bepaling om de inwerkingtreding van ETS-2 met een jaar uit te stellen, van 2027 naar 2028. Medio november 2025 is het Europees Parlement overeen-gekomen om het uitstel te steunen. De definitieve beslissing is nog in behandeling.

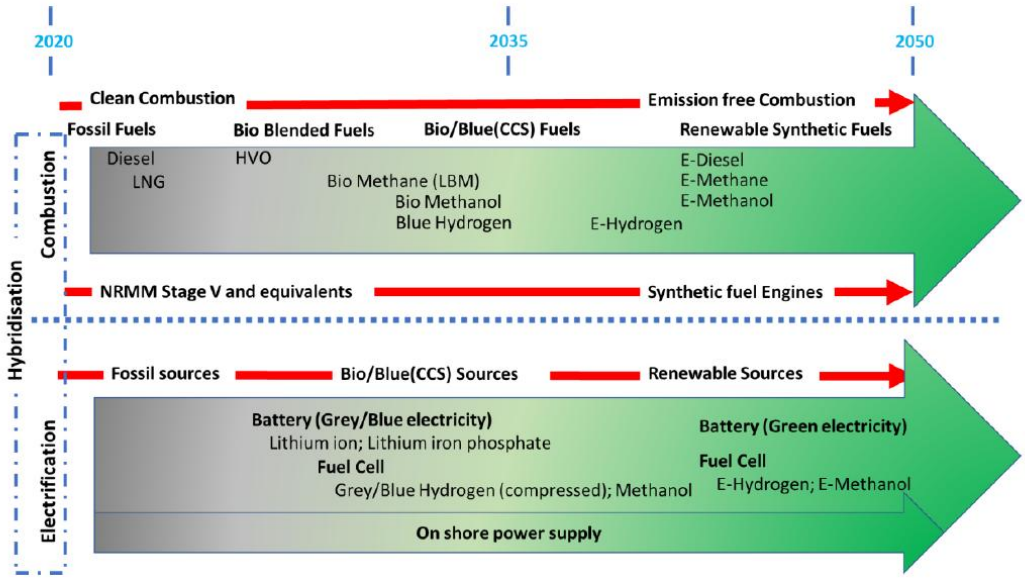
een lagere meerprijs voor duurzame brandstoffen of door betere beschikbaarheid van gecertificeerde biobrandstoffen. De opt-in bood de binnenvaart daarmee een potentiële kostenverlaging, maar dit voordeel was niet gegarandeerd. Ook de rapportages van de Nederlandse Emissieautoriteit laten zien dat er maar beperkt gebruik is gemaakt van de opt-in. In 2022 werd in totaal circa 9 miljoen liter biobrandstof geleverd aan de binnenvaart en geregistreerd via de jaarverplichting, goed voor minder dan 1% van het totale verbruik in de sector (NEa, 2023). In 2024 werden, volgens de NEa (NEa, 2025), in de binnenvaart duidelijk meer biobrandstoffen dan in 2023 ingezet, maar was het verbruik nog steeds beperkt.[11]

4.3 Toekomstige bunkerpositie

4.3.1 Technologische transitiepaden

De binnenvaart kent een ander vaarprofiel dan de zeevaart. Dit heeft als gevolg dat er andere dominante oplossingsrichtingen zijn om een klimaatneutrale binnenvaart te realiseren. In Figuur 12 worden schematisch de mogelijke technologieën en energiedragers voor de binnenvaart weergegeven voor de periode 2020-2050.

Figuur 12 – Mogelijke transitiepadenrichting klimaatneutrale binnenvaart



Bron: (EICB, 2023).

[11] De opt-in bepaling is vanaf 2024 niet langer opgenomen in de Regeling Energie voor Vervoer en lijkt daarmee te zijn vervallen.

Volgens EICB (2023) zijn er twee hoofdsporen te onderscheiden voor de ontwikkeling naar nabije zero-emissie en klimaatneutrale binnenvaart, namelijk:

1. Schone verbrandingsmotoren.
2. Elektrificatie.

Combinaties van beide sporen zijn ook mogelijk.

Wat het eerste transitiepad betreft, wordt ervan uitgegaan, dat de sector met verbrandingsmotoren blijft werken en dan eerst de inzet van biobrandstoffen en later van synthetische brandstoffen toenemen. Biobrandstoffen, zoals HVO, worden momenteel toegepast als overgangsbrandstof. Veel motoren zijn hier zonder aanpassing geschikt voor. In de praktijk zijn er al binnenvaartschepen die 100% HVO bunkeren, mits de beschikbaarheid en prijs het toelaten.

Wat het tweede spoor betreft, kan de aandrijving van het schip geëlektrificeerd worden en/of kan er gebruik worden gemaakt van brandstofcellen of batterijen. Aan de kade is bovendien al regelmatig walstroom beschikbaar, zodat de hulpgeneratoren aan de kade uitkunnen. Batterijvaren is geschikt voor vaste lijndiensten op korte afstanden. Projecten zoals ZES (Zero Emission Services) maken gebruik van standaard batterijcontainers die op vaste punten gewisseld kunnen worden. Het eerste waterstof-elektrische vrachtschip, de Antonie, vaart inmiddels emissieloos op waterstof (NPRC, 2023). Er wordt verwacht dat in de loop van de tijd een toenemend aandeel van de energie (waterstof, elektriciteit) duurzaam zal worden opgewekt.

TNO en PBL hebben eveneens transitiepaden naar een klimaatneutrale binnenvaart geanalyseerd (TNO & PBL, 2024) en maken eveneens onderscheid tussen twee hoofdpaden: Een ‘innovatief transitiepad’ met een grote rol voor elektrische aandrijving en e-brandstoffen en een ‘conservatief transitiepad’ met een dominante rol voor biobrandstoffen.

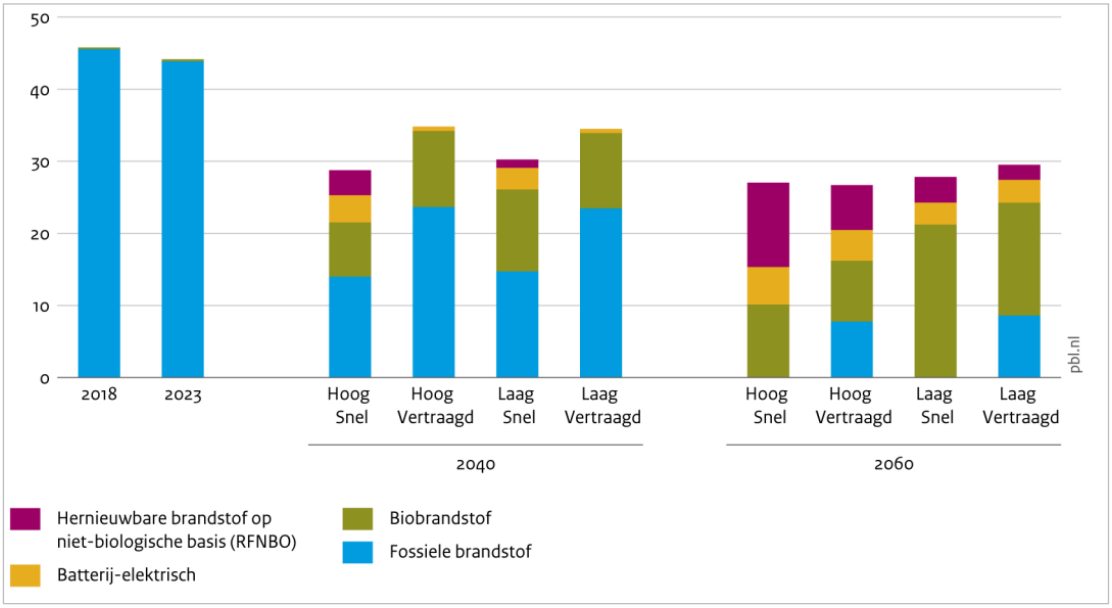
Niet alle technologieën en energie(dragers) zijn geschikt voor alle typen binnenvaartschepen. De toepasbaarheid hangt af van een aantal belangrijke aspecten, zoals:

- De afmetingen van het schip en de beschikbare ruimte aan boord; is er voldoende ruimte aan boord om de alternatieve energie(dragers) op te slaan? En in hoeverre heeft dit gevolgen voor de hoeveelheid lading die kan worden meegenomen?
- Het vaarprofiel van het schip in combinatie met de beschikbare infrastructuur; vaart het op schip een vaste route, waarbij er telkens op dezelfde locaties gebunkerd kan worden? Of wordt het schip ingezet in de spotmarkt, waarbij zij telkens een andere route vaart en dus ook iedere keer op andere plekken moet bunkeren?
- Het gebruiksprofiel van het schip; Vaart het schip 24/7 of ligt het schip ’s nachts aan de kade? En zijn er momenten beschikbaar waarop de energievoorraden van het schip, zonder productiviteit- en/of tijdsverlies, bijgevuld kunnen worden?

Deze aspecten verschillen niet alleen per scheepstype, maar kunnen ook voor schepen van hetzelfde type verschillen vanwege een ander vaarprofiel, wat leidt tot verschillende transitiepaden (EICB, 2023).

Volgens de WLO-scenario's neemt de energievraag van de binnenvaart in Nederland richting 2040 en 2060 af, heeft de fossiele brandstof nog een groot aandeel in de 2040 bunkermix en hangt de 2060 bunkermix af van de snelheid van de klimaattransitie en socio-economische factoren (zie Figuur 13).

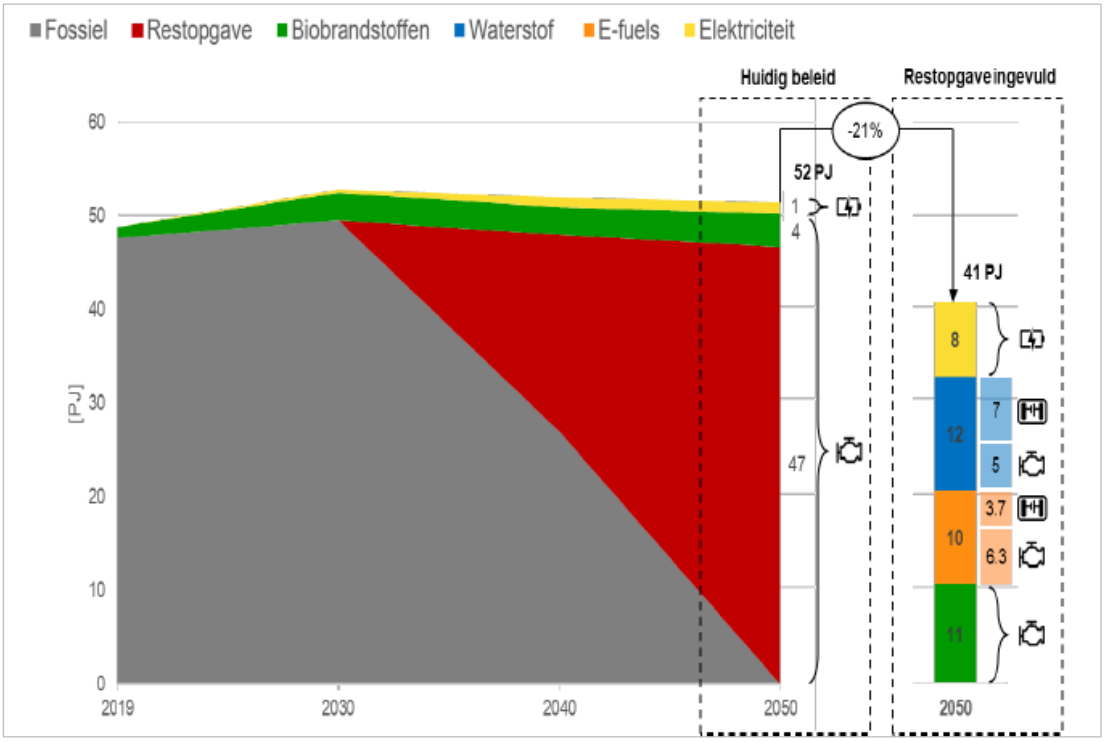
Figuur 13 – Energievraag en bunkermix (incl. elektriciteit) van de binnenvaart in Nederland



Bron: PBL (2025b).

Volgens het Nationaal Plan Energiesysteem (Rijksoverheid, 2023c) stijgt daarentegen de energievraag van de binnenvaart richting 2050 (van 40 naar 52 PJ) en wordt, zonder aanvullend beleid, van een enorme restopgave in 2050 uitgegaan, gezien er in 2050 nog steeds vooral fossiele gasolie door de sector zou worden gebruikt. Hierbij is geen rekening met de ETS-2 opt-in gehouden.

Figuur 14 – Energievraag en brandstofmixontwikkeling volgens het Nationaal Plan Energiesysteem



Bron: Rijksoverheid (2023c).

4.3.2 Infrastructuurbehoeften en schaalbaarheid

Voor elektrificatie en waterstof vraagt de binnenvaart om nieuwe bunkervoorzieningen. In 2023 waren er in Nederland slechts enkele locaties waar waterstof (mobiel) gebunkerd kon worden voor de binnenvaart, met name in pilotvorm, en bunkeren van waterstof vindt nog steeds slechts kleinschalig plaats, waarbij voor de binnenvaart ook aan een concept wordt gewerkt, waarbij bunkeren door het laden en lossen van waterstofcontainers gebeurt (Port of Rotterdam, n.d.). Grootschalige uitrol vereist standaardisatie van opslag, aansluitingen en veiligheidsprotocollen. Voor batterij-elektrisch varen zijn vaste laad- of wisselpunten nodig, bij voorkeur geïntegreerd in bestaande logistieke knooppunten. Innovaties zoals mobiele waterstoftanks en batterijcontainers bieden flexibiliteit, maar vragen om afstemming op vaarprofielen, scheepstypen en havencapaciteit.

4.4 Conclusies

De potentiële transitiepaden van de binnenvaart verschillen in zoverre van de transitiepaden van de zeevaart als voor de binnenvaart kan worden verwacht dat elektrificatie een grotere rol gaat spelen. Hierdoor zou de vraag naar bunkers in de binnenvaart relatief sterker kunnen afnemen. Het effect van de EU ETS-2 opt-in voor de binnenvaart op de bunkervraag is nog onduidelijk, maar de opt-in zou tot bunkertourisme en dus tot een daling van de bunkervraag in Nederland kunnen leiden. Wat de brandstofmix betreft, zo zal in ieder geval door de RED III-verplichting de afzet van hernieuwbare brandstoffen voor de binnenvaart toenemen. Verder zou ook, in tegenstelling tot de zeevaart, waterstof als bunkerbrandstof een sterkere rol kunnen gaan spelen in de binnenvaart. Het kan wel zo zijn, dat, als de transitie in de zeevaart voortvarender verloopt, de brandstofmix van binnenvaart zich aanpast aan die van de zeevaart. Onafhankelijk van de brandstofmix moet bij de energietransitie van de binnenvaart er rekening mee worden gehouden dat, in tegenstelling tot de zeevaart, de huidige bunkerafzetstructuur voor de binnenvaart gefragmenteerder en kleinschaliger is.

5 Kansen en risico's voor de toekomstige bunker-markt in Nederland

5.1 Introductie

Door het klimaatbeleid voor de scheep- en luchtvaart gaat de vraag naar bunkers in deze sectoren veranderen. Voor de scheepvaart kan worden verwacht dat er vraag naar een breder mix aan verschillende brandstoffen ontstaat die niet alleen andere eisen aan motoren en brandstofsystemen van schepen, maar ook aan de gehele infrastructuur in de waardeketens gaan stellen. Bovendien kan door elektrificatie, vooral bij kleine zeeschepen en bij binnenvaartschepen, de vraag naar bunkers afnemen. Voor de luchtvaart is het klimaatbeleid in die zin minder ingrijpend als SAFs geen infrastructurele aanpassingen vergen.

De energietransitie in de lucht- en scheepvaart is met kansen en risico's voor de bunker-positie van de Nederlandse zeehavens verbonden. In de volgende paragrafen worden deze kansen en risico's, onderscheid makend tussen de volgende factoren, in kaart gebracht:

1. Gevestigde bunkerhub.
2. Beleid en regelgeving.
3. Potentiële comparatieve voor-/nadelen van de Nederlandse zeehavens.
4. Early mover.

Focus ligt hierbij op onderscheidende factoren die ten nadele/voordeel van de Nederlandse zeehavens ten opzichte van andere (potentiële) bunkerlocaties zouden kunnen zijn.

Na dit overzicht van de kansen en risico's wordt onder Paragraaf 5.2 nog verdiepend op potentiële synergiën tussen de bunkerbrandstoffenmarkt en de industrie in de Nederlandse havens ingegaan.

5.2 Overzicht kansen en risico's

5.2.1 Gevestigde bunkerhub

Als gevestigde bunkerhub is de potentiële toekomstige vraag naar bunkerbrandstoffen in Nederland groot. Nederland beschikt over gevestigde transport- en handelsketens via de zeehavens en Schiphol is een van de grootste luchthavens in Europa, wat voor een groot aantal potentiële afnemers van bunkers zorgt. De goede reputatie als bunkerhub wat beschikbaarheid, kwaliteit, betrouwbaarheid en veiligheid betreft kan ook de toekomstige vraag naar bunkers ten goede komen. Het feit dat er momenteel op grote schaal bunker-infrastructuur beschikbaar is en de grote spelers op de bunkermarkt al in Nederland gevestigd zijn zou ook een positief effect op de toekomstige bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens kunnen hebben.

Aan de andere kant, als bestaande infrastructuur niet kan worden hergebruikt en deze nog niet afgeschreven is kan de energietransitie tot *stranded assets* leiden en zou de aanleg van nieuwe infrastructuur in Nederland wel duurder kunnen zijn in vergelijking met *greenfield investments* op locaties die nog niet ontwikkeld zijn.

5.2.2 Beleidsfactoren

Europa loopt, wat de implementatie van klimaatbeleid voor de zeevaart betreft, internationaal voorop dankzij de implementatie van FuelEU Maritime, de herziene Renewable Energy Directive (RED III) en doordat scheepvaart onder EU ETS valt. Dit zorgt voor een voorspelbaar beleidskader waarin Nederland vroegtijdig ervaring kan opbouwen met rapportage, certificering en naleving. Dit zou een comparatief voordeel voor Nederland als bunkerhub kunnen opleveren wanneer ook op mondiaal niveau klimaatmaatregelen voor de scheepvaart zouden worden geïmplementeerd. Ook zorgen de RED II en RED III nu al voor afzet van hernieuwbare bunkerbrandstoffen in Nederland.[12]

Strenger regionaal beleid ten opzichte van de rest van de wereld kan wel ook ten nadele van de Nederlandse bunkerpositie zijn. Zo zou bijvoorbeeld de ETS-2 opt-in voor de binnenvaart tot minder bunkerafzet in Nederland kunnen leiden.

[12] De nationale regelgeving is momenteel in transitie van nationale uitvoering van RED II naar RED III. Per 1 januari 2026 moet de nieuwe systematiek gaan gelden in Nederland.

5.2.3 Potentiële comparatieve voor-/nadelen van de Nederlandse zeehavens

Er zijn een aantal factoren die ervoor kunnen zorgen dat Nederlandse zeehavens of een comparatief voordeel of juist een comparatief nadeel als bunkerlocatie zouden kunnen hebben:

1. Als de alternatieve brandstoffen in Nederland tegen een relatief hogere kostprijs worden aangeboden, zouden schepen ervoor kunnen kiezen om elders te bunkeren en zou tankering bij vliegtuigen kunnen toenemen. Daarbij kan worden verwacht, dat dit effect in de luchtvaart wel minder significant is. Dit vanwege fysieke beperkingen, maar ook vanwege de anti-tankering provisies in de ReFuelEU Aviation Verordening. De kostprijs zou in Nederland hoger kunnen zijn vanwege potentieel hogere productiekosten bij productie in eigen land of door additionele transport- en distributiekosten bij import en productie elders.
2. Door elektrificatie van kleine zeeschepen en binnenvaartschepen zou de vraag naar bunkers kunnen afnemen en door netcongestie in Nederland zou het aanbod elektriciteit voor de scheepvaart beperkt kunnen zijn.
3. Sommige huidige activiteiten in de havens kunnen de energietransitie faciliteren, zo vindt al op- en overslag van LNG, fossiel methanol en fossiel ammoniak in de Nederlandse havens plaats en bieden de scheepssegmenten met vaste routes (lijnvaart, veerdiensten) kansen voor de uitrol van eerste *green corridors*.
4. Beschikbaarheid van ruimte gaat een rol spelen in de energietransitie van de scheepvaart: Door de verandering van de risicocontouren en lagere energie-dichtheid van alternatieve brandstoffen kan de ruimtevraag van de infrastructuur voor deze brandstoffen toenemen en, omdat ruimte schaars is in Nederland, zou dit een beperkende factor voor het bunkeraanbod in Nederland kunnen zijn of zou het behouden van de bunkerpositie ten laste van andere activiteiten kunnen gaan. Met de Maasvlakte beschikt Nederland wel over ruimte voor opslag met afstand tot een bebouwde kom.
5. Als OCCS (Onboard Carbon Capture & Storage) een rol gaat spelen in de energietransitie van de scheepvaart, zou Nederland en de Nederlandse havens qua CO_2-opslaglocaties op de Noordzee een streepje voor kunnen hebben.
6. Het maritieme cluster in Nederland zou een faciliterende werking voor de energie-transitie in de scheepvaart kunnen hebben. Zo zouden schepen ervoor kunnen kiezen om op een locatie te bunkeren, waar ook de motor kan worden onder-houden.

7. De in de Nederlandse havens gevestigde industrie biedt verschillende synergie-opties. Als in de industrie, door klimaatbeleid voor de industrie, vraag naar hernieuwbare methaan, methanol, ammoniak of waterstof zou ontstaan, zouden voor de scheepvaart schaalvoordelen qua importprijs en gebruik van import-terminals voor methaan, methanol of ammoniak kunnen ontstaan.[13] En zouden de bunkerbrandstoffen in Nederland worden geproduceerd, zou de gezamenlijke behoefte aan waterstof en hernieuwbare elektriciteit en bijhorende infrastructuur voor schaalvoordelen kunnen zorgen. Ook zou bij de productie van de hernieuwbare brandstoffen van CO_2 gebruik kunnen worden gemaakt, die bij de industrie is afgevangen. Bovendien zou zowel bij de industrie als ook de productie van de hernieuwbare brandstoffen vraag naar CO_2-afvang middels *Direct Air Capture* kunnen ontstaan. Als de energietransitie in de industrie doorzet zou het wel ook kunnen zijn, dat in de industrie een hogere betalingsbereidheid bestaat voor de grondstoffen die ook als bunkerbrandstoffen kunnen worden gebruikt, zodat de prijs van de brandstoffen voor de lucht- en zeevaart daardoor stijgt en dat, als industrie en brandstofproducenten om de hernieuwbare elektriciteit concurreren ook deze prijzen stijgen.
8. Tenslotte zouden Nederlandse havens onderling of met andere havens in de nabijheid kunnen coöpereren, tenminste aan het begin van de energietransitie. Gezien de potentiële bandbreedte van de verschillende brandstoffen zouden de havens zich aan het begin van de transitie qua type brandstof (terminals/opslag) kunnen specialiseren en elkaars aanbod kunnen complementeren (aanvoer via barges) ook al zijn de havens van plan om zich tot een ‘multifuel port’ te ontwikkelen. In het algemeen is een niet gecoördineerde aanpak, zowel binnen en tussen de havens, met het risico op overcapaciteit verbonden.

5.2.4 Early mover

Om de bunkerpositie te houden zouden de Nederlandse zeehavens kunnen proberen om als early mover een marktvoordeel ten opzichte van de andere (potentiële) bunkerlocaties te bemachtigen. Hiervoor zouden de havens kunnen proberen om op verschillende manier voorop te lopen: door een relatief vroeg aanbod van hernieuwbare brandstoffen en de bijhorende smeermiddelen, door met internationaal gestandaardiseerde bunkerprotocollen te werken, door digitalisering, door facilitering van de naleving van het beleid, etc. Zouden stakeholders in de Nederlandse waardeketens van de hernieuwbare brandstoffen tegen bepaalde drempels aanlopen of zouden de potentiële concurrenten voortvarender handelen zo zou dit ertoe kunnen leiden dat juist de concurrerende havens een early mover voordeel weten te pakken.

[13] Als in de industrie vraag naar hernieuwbare waterstof is en deze middels schepen wordt aangevoerd, zo wordt deze naar verwachting in de vorm van ammoniak getransporteerd.

Maar vooroplopen brengt ook risico's met zich mee, zo zou de vraag naar en de productie van de hernieuwbare brandstoffen nog tegen kunnen vallen, zou het beleid nog ten nadele kunnen veranderen en bestaat het risico, dat een brandstofmix wordt aangeboden die niet aansluit bij de uiteindelijke marktvraag.

Een onnodige vertraging zou in ieder geval moeten worden voorkomen. Desbetreffend is bijvoorbeeld een niet gecoördineerde aanpak en een groot risico gezien het grote aantal betrokken stakeholders.

5.3 Potentiële synergiën met de industriële clusters

5.3.1 Samenhang tussen industrie en bunkerpositie

De Nederlandse industriële clusters, waaronder we raffinage, chemie, staal, kunstmest-productie en afvalverwerking verstaan, spelen een sleutelrol in de energietransitie. Ze beschikken over bestaande infrastructuur voor grootschalige import, opslag en conversie van energiedragers als waterstof, ammoniak, methanol en biogrondstoffen. De mate waarin de bunkersector weet aan te haken bij deze industriële transitie (en vice versa), bepaalt in belangrijke mate de leveringszekerheid, kostprijs en duurzaamheid van toekomstige bunkerbrandstoffen. Tegelijkertijd staat de industrie ook voor de opgave om te verduurzamen en treedt er mogelijk ook concurrentie op.

De belangrijkste industriële clusters met directe koppelingen aan de bunkerketen zijn:

- raffinagecluster en biobrandstofproductie in Rotterdam, Zeeland en Amsterdam;
- chemische industrie in het ARA(Antwerpen-Rotterdam-Amsterdam)-cluster;
- ammoniakproductie en -import in Sluiskil, Geleen en de North Sea Port;
- staalproductie bij Tata Steel in IJmuiden;
- afvalverbrandingsinstallaties met CO_2-afvang en -levering aan glastuinbouw of industriële hubs;
- potentiële SAF-productie op terrein van Groningen Seaports gebruikmakend van (industriële) reststromen en bijproducten uit de oleochemie.

Deze sectoren delen cruciale infrastructuur met de bunkermarkt: pijpleidingen, terminals, CO_2-hubs en waterstofnetwerken. De toekomstige koppeling van deze netwerken bepaalt of Nederland zijn rol als geïntegreerde energie- en bunkerhub kan behouden.

5.3.2 Ammoniak: brug tussen industrie en bunkermarkt

Nederland beschikt over twee grootschalige ammoniakproducenten:

- Yara Sluiskil (capaciteit 1,8 Mton/jaar ammoniak), voornamelijk voor kunstmestproductie. Deze productie komt overeen met circa 38 PJ waterstofverbruik (ongeveer 0,32 Mton H_2). Yara vangt inmiddels een deel van de CO_2 af, dat vloeibaar wordt gemaakt en per schip wordt geëxporteerd naar Northern Lights in Noorwegen (Yara, 2025).
- OCI Geleen (Chemelot) produceert jaarlijks ongeveer 1,2 Mton ammoniak, overeenkomend met 25 PJ waterstof (ongeveer 0,21 Mton H_2). Deze ammoniak wordt grotendeels gebruikt als grondstof voor de productie van kunststoffen, met name ureum- en nitraathoudende verbindingen. Op Chemelot loopt daarnaast het FUREC-project, dat ammoniakproductie uit afvalstromen onderzoekt om de afhankelijkheid van aardgas te verminderen.

Door de relatief hoge kosten van groene waterstofproductie is grootschalige binnenlandse productie van groene ammoniak voorlopig niet concurrerend. Daarom ligt de nadruk op import via havens. De Port of Rotterdam ontwikkelt meerdere importterminals en krakers voor ammoniak, zoals weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 – Plannen voor ammoniakimport in Haven van Rotterdam

Importterminal	Status	Eigenaar	Functionaliteiten
ACE Terminal	In voorbereiding	Gasunie en Vopak	Op- en overslag Kraker
Air Products en Gunvor	In voorbereiding, met doel eerste import 2026	Air Products en Gunvor Petroleum	Op- en overslag Kraker
Amplifhy	In voorbereiding, met doel eerste import 2026	VTTI en Essent	Op- en overslag Kraker
OCI Europoort terminal	FID genomen		Uitbreiding op- en overslag
Stargate Terminal	In voorbereiding	GES	Op- en overslag
Horisont Energi en Chane	In voorbereiding		Op- en overslag
Advario		Advario	Op- en overslag
ACE Terminal	In voorbereiding	Gasunie en Vopak	Op- en overslag Kraker

Bron: (Rotterdam-Moerdijk, 2024).

In de North Sea Port wordt gewerkt aan een uitbreiding van de ammoniakterminal. Hier wordt gepland om 150.000 m^3 aan ammoniakopslag (Fase 1), 180.000 m^3 methanol en 70.000 m^3 biobrandstofopslag te realiseren. In Fase 2 en 3 wordt de ammoniakopslag nog verder uitgebreid en een ammoniakkraker gepland. Het doel is ook om deze terminal te verbinden aan de waterstofbackbone, zowel naar Antwerpen als naar Rotterdam (Evolution Terminals, 2025).

Tabel 9 – Plannen voor ammoniakimport in de North Sea Port

Importterminal	Status	Eigenaar	Functionaliteiten
LBC Vlissingen terminal	In voorbereiding	LBC tank terminals	Op- en overslag Kraker

De Haven van Amsterdam en Groningen Seaports hebben op dit moment geen concrete ammoniakimportplannen, wat de nadruk op Rotterdam en North Sea Port als primaire hubs versterkt. Deze infrastructuur is direct relevant voor de bunkermarkt: ammoniak kan immers zowel dienen als waterstofdrager (na kraken) als potentiële scheepsbrandstof.

5.3.3 Staalproductie

Tata Steel Nederland (IJmuiden) is met 12 Mton CO_2-uitstoot per jaar de grootste industriële uitstoter van Nederland (ongeveer 7% van de nationale emissies). Het bedrijf plant een transitie naar een Direct Reduced Iron (DRI)-proces, waarbij staal kan worden geproduceerd met aardgas, waterstof of een mengsel hiervan. Bij volledige ombouw zou Tata Steel een waterstofvraag van circa 33 PJ/jaar hebben (≈0,28 Mton H_2), te leveren via het nationale waterstofnetwerk (CE Delft, 2024).

De ombouw vindt gefaseerd plaats: de helft van de productie in 2030, de rest in 2037. In de overgangsperiode wordt aardgas gebruikt, mogelijk gecombineerd met CCS (Carbon Capture and Storage) met een potentieel van 1,2 Mton CO_2-afvang in 2030 en 2,4 Mton/jaar na 2037. De geplande maatwerkafspraak tussen de Nederlandse overheid en Tata Steel zal bepalend zijn voor de aansluiting op de waterstofbackbone en dus ook voor de lokale waterstofinfrastructuur die indirect relevant is voor bunkerbrandstoffen in het Noordzeekanaalgebied. Hierna zal een Final Investment Decision (FID) genomen worden.

Totdat waterstof beschikbaar en betaalbaar is, wordt aardgas ingezet, mogelijk in combinatie met CCS. De potentie van CCS is 1,2 Mton in 2030 en 2,4 Mton per jaar na 2037. In de Joint Letter of Intent (JLoI) van Tata Steel Nederland heeft Tata Steel de inspanningsverplichting om een afvang van 0,6 Mton per jaar in 2032 te realiseren. Tussen 2032 en 2037 hebben zij de inspanningsverplichting om aardgas te vervangen door biomethaan of waterstof (Ministerie van KGG, 2025a).

5.3.4 Chemische industrie

Nederland is een grote chemische producent binnen het Antwerpen-Rotterdam-Rhine-Ruhr (ARRRA)-cluster, met grote vestigingen in Terneuzen (DOW), Geleen (Chemelot), Pernis en Moerdijk (Shell), Rotterdam (ExxonMobil, LyondellBasell) en Zeeland (Vitol). Deze bedrijven gebruiken nafta als grondstof en zijn vaak direct verbonden met raffinaderijen.

De chemische industrie heeft in principe een groot potentieel voor de inzet van biogrondstoffen, waterstof, ammoniak en methanol, maar de benodigde aanpassingen zijn omvangrijk. Het is mogelijk om via methanol veel chemische bouwstenen te produceren. Hiervoor moeten nieuwe fabrieken worden gebouwd die dit proces ondersteunen (Methanol-to-Olefins). Recent heeft Blue Cirkel Olefins een fabriek gepland in de haven van Rotterdam. Zij willen 200 kton olefinen gaan maken uit methanol. Zij willen de methanol uit afval produceren (Westerveld, 2025).

Momenteel ligt de nadruk binnen de chemische industrie op CO_2-afvang en recycling, niet op alternatieve brandstoffen of productieroutes.

Er bestaan wel niches van overlap:

- **Methanol:** Shell Pernis gebruikt methanol als grondstof, die kan worden vervangen door groene methanol.
- **Methanol-to-olefins (MTO)-technologie:** Sabic, Shell Moerdijk en DOW Terneuzen kunnen op termijn olefinen uit methanol produceren, een technologie die in China al commercieel wordt toegepast (Transparency market research, 2024). Deze ontwikkeling kan synergie opleveren met methanolproductie voor bunkerdoeleinden.
- **Biogrondstoffen:** Shell Pernis gebruikt glycerol uit bio-olie; dit is dezelfde grondstof als voor HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), die ook als scheepsbrandstof kan dienen.

Bij de chemische industrie afgevangen CO_2 zou voor de productie van alternatieve brandstoffen kunnen worden gebruikt, waarbij, afhankelijk van het beleidskader, de brandstof alleen als hernieuwbaar wordt beschouwd als er geen fossiele maar biogene CO_2 wordt gebruikt.

5.3.5 Raffinagecluster en productie van duurzame brandstoffen

De raffinagesector is sterk geconcentreerd in de Rotterdamse haven, met bedrijven als BP, Esso, Gunvor, Shell en Vitol, en in Zeeland (Zeeland Refinery). Deze raffinaderijen hebben uitgebreide ervaring met op- en overslag van brandstoffen en beschikken over de technische capaciteit om nieuwe brandstoftypes te verwerken. Binnen deze sector vindt een verschuiving plaats richting groene waterstofbijmenging en productie van duurzame brandstoffen.

Nederland is een grote producent van biobrandstoffen. Het gaat hier voornamelijk om de productie van biodiesel (PBL, 2020). Ook wordt er SAF gemaakt in Nederland.
Enkele relevante partijen zijn:

- **Neste** (Rotterdam) produceert biodiesel en Sustainable Aviation Fuel (SAF).
- **BioMCN** (Delfzijl) produceert (bio)methanol, momenteel niet in actieve productie.
- **VARO Energy** en Gunvor hebben plannen oor een HEFA-fabriek in de Port of Rotterdam (VARO, 2024).
- **SkyNRG** heeft plannen om in Delfzijl (DSL-01) een fabriek te bouwen voor 100 kton SAF (HEFA) per jaar (SkyNRG, 2019).
- **Power2X en Advario** zijn van plan om 250 kton e-SAF te gaan produceren in de haven van Rotterdam. Hiervoor willen zij groene methanol importeren als grondstof (Port of Rotterdam, 2024).
- **Metafuels en Evos** nemen in 2026 een FID voor de bouw van een e-SAF fabriek in de haven van Rotterdam. De verwachte productiecapaciteit is 4.400 m^3 (3,3 kton) per jaar, met een latere uitbreiding tot 44.000 m^3 (+/- 33 kton) per jaar (Port of Rotterdam, 2025c).

Deze projecten bieden directe kansen voor koppeling tussen industriële productie en bunkermarkt, omdat de geproduceerde biobrandstoffen lokaal geleverd kunnen worden aan scheepvaart en luchtvaart, wat transportkosten en certificeringscomplexiteit reduceert.

Binnen de huidige raffinage is er de mogelijkheid om groene waterstof bij te mengen. Hierdoor worden deze processen verduurzaamd en wordt de emissiefactor van brandstoffen lager (TNO, 2025).

5.3.6 Afvalverbrandingsinstallaties

Nederland telt meerdere afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) met CO_2-afvangcapaciteit van in totaal circa 0,2 Mton/jaar in 2025, met groeipotentie tot 2-6 Mton/jaar in 2040.
Een deel van deze CO_2 wordt geleverd aan de glastuinbouw. In de toekomst kan biogene CO_2 worden ingezet voor Power-to-Liquid (PtL)-brandstofproductie, bijvoorbeeld in samenwerking met de Porthos- en Aramis-projecten ((Porthos, 2025), (Aramis, 2024)).
Deze integratie biedt kansen voor negatieve emissies en versterkt de reputatie van Nederlandse havens als duurzame energiehubs.

5.3.7 Kansen

De koppeling tussen bunker- en industriële ketens kan aanzienlijke voordelen opleveren in termen van kostenreductie, leveringszekerheid en duurzaamheid. Gedeelde infrastructuur voor H_2, CO_2 en biogrondstoffen verlaagt de kostprijs per eenheid door schaalvoordelen en maakt gezamenlijke investeringen in PtL- en biobrandstoffabrieken mogelijk.
Bovendien kunnen biogene CO_2-stromen uit de industrie dienen als grondstof voor synthetische brandstoffen, wat bijdraagt aan klimaatdoelen en compliancevoordelen oplevert onder EU-beleid.

Tabel 10 – Belangrijkste kansen: integratie met het industriële cluster

Kansen	Verwachte impact op bunkerpositie*
Feedstockzekerheid via gedeelde H_2-, CO_2- en biogrondstofketens	Verhoogt leveringszekerheid; stabiliseert marktaandeel in duurzame brandstoffen.
Kostenreductie door gedeelde infrastructuur	Lagere brandstofprijzen; concurrentievoordeel; aantrekken van extra bunker calls.
Gezamenlijke PtL- en biofuelproductie	Langetermijncontracten en verankering van afzetvolumes.
Gebruik biogene CO_2 uit industrie voor e-fuels	Creëert negatieve emissies en versterkt duurzame reputatie haven.

5.3.8 Risico's

De verwevenheid met industriële processen brengt ook risico's met zich mee. Concurrentie om grondstoffen (waterstof, biomassa, CO_2) kan de beschikbaarheid en prijs voor de bunkersector onder druk zetten. Industriële partijen kunnen hogere marges realiseren en daardoor de brandstofstroom naar scheepvaart beperken.

Daarnaast kan afhankelijkheid onderling en afhankelijkheid van één cluster of feedstock leiden tot kwetsbaarheid. Een voorbeeld is de tijdelijke stillegging van de fabriek van Neste na een brand in november 2024, die direct leidde tot een merkbare terugval in bio-bunkerafzet. (Industrielinqs, 2024)

Tot slot vergroot sterke koppeling het risico op lock-in: investeringen die te specifiek zijn ingericht op één type brandstof of feedstock kunnen toekomstige flexibiliteit beperken.

Tabel 11 – Belangrijkste risico's: integratie met het industriële cluster

Risico's	Impact op bunkerpositie (logica en voorbeeld)
Concurrentie om grondstoffen	Beperkte beschikbaarheid → volumeverlies in alternatieve fuels.
Afhankelijkheid van één cluster of feedstock	Storing of marktverandering → direct marktaandeelverlies, zoals bijv. bij Neste (Industrielinqs, 2024).
Beperkte flexibiliteit door vaste koppeling	Moeilijk omschakelen bij verandering energiemix; lock-in-risico.

6 Handelings-perspectieven

6.1 Introductie

Het doel van dit hoofdstuk is het formuleren van concrete handelingsperspectieven voor de Rijksoverheid en andere betrokken partijen om de bunkerpositie van Nederlandse zeehavens toekomstbestendig te maken; dit op basis van de kansen- en risicoanalyse zoals in Hoofdstuk 5 gepresenteerd. Hiervoor gaan we eerst de relevante stakeholders zowel in de waardeketens van de huidige brandstoffen als ook de stakeholders die tijdens/na de transitie een rol gaan spelen in kaart brengen.

6.2 Stakeholders: De huidige waardeketens

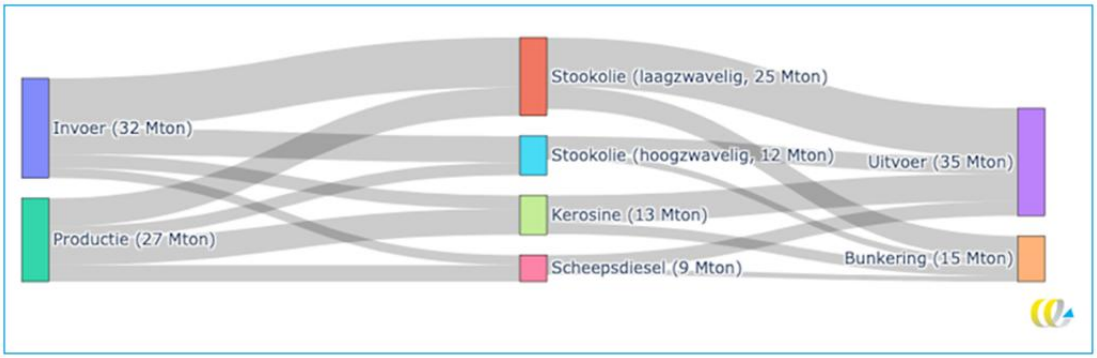
6.2.1 Scheepvaart

De waardeketens van de conventionele bunkerbrandstoffen voor schepen zijn gekenmerkt door verschillende schakels en bijhorende entiteiten.

De bunkerbrandstoffen worden of geïmporteerd of in Nederland geproduceerd, waarbij in het laatste geval de grondstoffen voor de productie (aardolie en aardgas) grotendeels worden geïmporteerd.

Figuur 15 laat, op basis van CBS-gegevens, voor het jaar 2024 de naar Nederland ingevoerde, de in Nederland geproduceerde en gebunkerde volumes en de uitgevoerde volumes van fossiele bunkerbrandstoffen (exclusief LNG) zien. Uit deze gegevens kan niet worden afgeleid of de gebunkerde volumes uit productie of uit invoer afkomstig zijn, maar de gebunkerde volumes zijn in ieder geval minder dan de in totaal in Nederland geproduceerde volumes - 60% van de productie voor stookolie en scheepsdiesel samengenomen.

Figuur 15 – Stromen van fossiele bunkerbrandstoffen in Nederland voor het jaar 2024 (exclusief LNG)



Bron: CBS (2024).

Productie, import/uitvoer, op-/overslag

Productie, invoer, overslag, opslag en uitvoer van de bunkerbrandstoffen vindt in en rond de havens plaats. Zo zijn er bijvoorbeeld raffinaderijen in de havens gevestigd en zijn er terminals gespecificeerd in ruwe olie, olieproducten of LNG.

De productie, import, overslag en opslag van bunkerbrandstoffen (ruwe olie, olieproducten, LNG) vinden voornamelijk plaats in en rond de zeehavens. Hier zijn raffinaderijen gevestigd en gespecialiseerde terminals aanwezig.

Levering aan schepen

Als de schepen in een haven bunkeren waar de brandstof niet is geproduceerd/geïmporteerd, wordt deze, meestal met schepen aangevoerd en gedistribueerd.

Bunkerleveranciers verkopen de brandstoffen en vaak ook smeermiddelen aan de schepen. Veel leveranciers zijn verticaal geïntegreerd: zij beschikken over eigen opslag, bunkerbarges en/of trucks. Andere leveranciers huren opslag of transport in.

Bunkertransporteurs verzorgen het fysieke transport van de brandstof naar het schip (soms zijn dit dezelfde bedrijven als de leveranciers).

De Inspectie voor Leefomgeving en Transport (ILT) publiceert, in het kader van MARPOL Annex VI Regulation 18.9.1, regelmatig een lijst met in Nederland gevestigde leveranciers van brandstoffen voor de zeescheepvaart. Op de lijst van januari 2025 staan 43 leveranciers.

Wat het bunkeren zelf betreft, zijn er verschillende opties qua infrastructuur: Bij ‘ship-to-ship’-bunkering bunkert het schip middels bunkerbarges vanaf de waterkant; bij ‘shore-to-ship’-bunkering bunkert het schip middels een vaste installatie op de kade en bij ‘truck-to-ship’-bunkering levert een truck de brandstof en wordt de brandstof direct vanaf de truck op de kade aan het schip geleverd.

‘Ship-to-ship’-bunkering[14] wordt daarbij als de meest flexibele optie beschouwd, waarbij de hoeveelheid bunkerbrandstof veel minder beperkt is in vergelijking met truck-to-ship’-bunkering. Truck-to-ship-bunkering wordt vooral in de beginfase, waarin nog geen opslag-infrastructuur en bunkerbarges in de haven ter beschikking staan toegepast.

Overige dienstverleners

Naast deze marktpartijen zijn ook verschillende dienstverleners actief in de waardeketens van de bunkerbrandstoffen, zoals bijvoorbeeld bunker surveyors, makelaars voor scheepsbrandstoffen, inkoopcoöperaties, etc.

Havenbedrijven en publieke partijen

De havenbedrijven zijn op verschillende manieren bij de waardeketens betrokken, zo geven zij de grond uit voor de vestiging van terminals en andere bedrijven in het haven-gebied en geven zij namens de verantwoordelijke gemeentes vergunningen uit voor bunkerleveranciers/-transporteurs en bunkervoorzieningen.

Daarnaast schrijven de havens, wat de bunkerprocedures betreft, checklisten voor. Port of Amsterdam maakt hierbij bijvoorbeeld gebruik van door de IAPH (International Association of Ports and Harbors) ontwikkelde checklisten (Port of Amsterdam, n.d.)

Afhankelijk van de governancestructuur van de havens, zijn gemeentes en/of het Rijk aandeelhouders:

- Port of Rotterdam is een niet-beursgenoteerde naamloze vennootschap met twee aandeelhouders, de gemeente Rotterdam (70,83%) en de Nederlandse Staat via het ministerie van Financiën (29,17%) (Port of Rotterdam, 2025d).
- Port of Amsterdam is eveneens een niet-beursgenoteerde naamloze vennoot-schap, waarbij de gemeente Amsterdam de enige aandeelhouder is. (Port of Amsterdam, 2025)

De gemeenten stellen ook de havenverordeningen op, waarin eisen aan het bunkeren kan worden gesteld. In de Regionale Havenverordening Noordzeekanaalgebied[15] is bijvoor-beeld vastgelegd, dat het college gebieden of ligplaatsen kan aanwijzen waar niet gebunkerd mag worden en dat het brandstoffen kan aanwijzen die niet gebunkerd mogen worden.

[14] Soms ook met ‘barge-to-ship’ aangeduid.
[15] De havengemeenten Amsterdam, Beverwijk, Velsen en Zaanstad zijn met het Centraal Nautisch Beheer Noordzeekanaalgebied (CNB) en samenwerkingsverband aangegaan.

Omgevingsdiensten zijn gespecialiseerd in milieuvergunningverlening, toezicht en handhaving en voeren deze taken voor gemeenten en provincies uit. Nederland heeft 28 omgevingsdiensten (OmgevingsdienstNL, n.d.), waarvan DCMR voor het havengebied Rotterdam en de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied voor het havengebied Amsterdam verantwoordelijk is. Opslag van brandstoffen in bunkerstations wordt bijvoorbeeld, volgens het Besluit activiteiten leefomgeving, als milieubelastende activiteit beschouwd waarvoor een omgevingsvergunning nodig is (IPLO, ongoing).

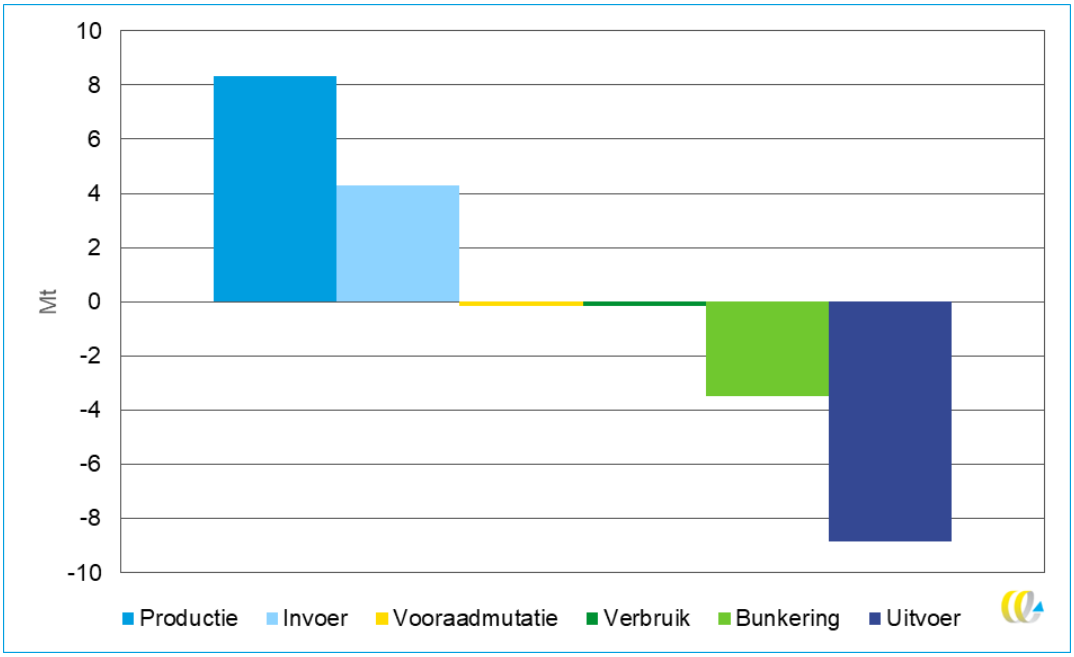
De Rijksoverheid is voor de (mede)ontwikkeling, implementatie en handhaving van (inter)nationaal beleid verantwoordelijk dat invloed op aanbod en vraag naar de bunkerbrandstoffen kan hebben. De douane speelt een belangrijke rol bij de invoer van brandstoffen.

6.2.2 Luchtvaart

Net als de bunkerbrandstoffen voor de scheepvaart wordt de vliegtuigkerosine of geïmporteerd of in Nederland geproduceerd, waarbij in het laatste geval de grondstoffen voor de productie grotendeels worden geïmporteerd.

Figuur 16 laat, op basis van CBS-gegevens, voor het jaar 2024, de in Nederland geproduceerde, de naar Nederland ingevoerde, de in Nederland gebunkerde volumes en de uitgevoerde volumes voor kerosine zien. Uit deze gegevens kan niet worden afgeleid of de gebunkerde volumes uit productie of uit invoer afkomstig zijn, maar de gebunkerde volumes zijn in ieder geval minder dan de in totaal in Nederland geproduceerde volumes, rond 40% van de lokale productie.

Figuur 16 – Aanbod en verbruik vliegtuigkerosine in Nederland in 2024 (Mt)



Bron: (CBS, n.d.).

Productie, invoer, overslag, opslag en uitvoer van de vliegtuigkerosine vindt, net als bij de scheepsbrandstoffen in en rond de zeehavens plaats, maar het fundamentele verschil met de scheepvaart is, dat het bunkeren, bij vliegtuigen tanken genoemd, niet in de zeehavens maar op de luchthavens plaatsvindt.

Wat Schiphol betreft, zo is de luchthaven met zowel het Amsterdamse als het Rotterdamse havengebied middels kerosinepijpleidingen verbonden. De Amsterdam-Schiphol Pijpleiding (ASP) verloopt vanaf de EVOS-terminal naar Schiphol en is in eigendom van een joint-venture van KLM, Shell, BP en Total (IvCB & Arcadis, 2024). Daarnaast wordt middels onderdelen van het Defensie Pijpleiding Organisatie (DPO)-netwerk (Ministerie van Defensie, n.d.), welk deel uitmaakt van het CEPS-netwerk, vliegtuigbrandstof uit raffinaderijen en opslagterminals in Rotterdam naar Schiphol getransporteerd.

De vliegtuigen kunnen op Schiphol dan of direct vanuit het brandstof-distributiesysteem tanken (hydrantpunt + dispenserwagen) of de kerosine wordt via tankwagens aan-geleverd. (AMS Schiphol, 2019)

Op Schiphol zelf is AFS (Aircraft Fuel Supply B.V.) verantwoordelijk voor het beheer van de brandstofinfrastructuur (leidingen, opslagtanks, hydranten) (Royal Schiphol Group, 2018).

Neste, een aanbieder van duurzame vliegtuigbrandstof heeft in 2020 een minderheids-belang in AFS verkregen, waardoor op Schiphol SAF verkrijgbaar is (AMS Schiphol, 2020).

Een drietal bedrijven bieden tankdiensten op Schiphol aan: KLM Tankdienst, Combined Refuelling Services, Gezamenlijke Tankdienst Schiphol B.V. (AMS Schiphol Cargo, 2025). Luchtvaartmaatschappijen sluiten contracten met deze tankdiensten af. De tankdiensten zijn op Schiphol gevestigd waarbij de grond door de Schiphol Group wordt uitgegeven.

Andere commerciële luchthavens in Nederland worden via de weg met kerosine bevoor-raad.

Afhankelijk van de governancestructuur van de luchthavens, zijn gemeentes en/of het Rijk aandeelhouders. Wat Schiphol betreft, zijn zowel Rijk als ook de gemeente Amsterdam en de gemeente Rotterdam aandeelhouders aan de Koninklijke Schiphol Group.

De omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is, namens de gemeente Haarlemmermeer voor vergunningen, toezicht en handhaving van zowel Schiphol zelf als ook bedrijven op het terrein van Schiphol verantwoordelijk.

6.3 Stakeholders – energietransitie

Zoals uit de analyse van de huidige waardeketens van de bunkerbrandstoffen voor de scheep- en luchtvaart blijkt (zie Paragraaf 6.2) zijn verschillende private en publieke partijen betrokken bij deze waardeketens. Deze partijen spelen daardoor een belangrijke rol in de energietransitie.

Daarnaast kunnen deze partijen bij de energietransitie nog een andere rol spelen en additionele stakeholders een rol spelen:

- De schepen en vliegtuigen in/op de Nederlandse (lucht)havens moeten voor het gebruik van de hernieuwbare brandstoffen geschikt zijn en er moet vraag naar de hernieuwbare brandstoffen zijn, zodat rederijen, luchtvaartmaatschappijen en bedrijven die in bouw en uitrusting van schepen en vliegtuigen gespecialiseerd zijn van belang zijn.
- Naast de producenten van de conventionele bunkerbrandstoffen, kunnen andere producenten van hernieuwbare brandstoffen en bijhorende waarde- en transportketens een rol gaan spelen.
- Als bunkerleveranciers, -transporteurs, opslagbedrijven, etc. in nieuwe infrastructuur moeten investeren om alternatieve bunkerbrandstoffen aan te kunnen bieden, moet hiervoor kapitaal worden opgehaald, zodat, tenminste bij private partijen, ook financiële instellingen betrokken zijn.
- Als schepen en vliegtuigen hernieuwbare brandstoffen gaan gebruiken moet hun duurzaamheid gecertificeerd worden, zodat certificerende instellingen, accreditatieinstellingen en certificeringssysteemeigenaren betrokken zijn.
- Om aan te tonen, dat aan het beleid wordt voldaan, moeten vaak ook derde partijen zoals verificateurs worden ingeschakeld.
- Omdat het risicoprofiel van sommige hernieuwbare brandstoffen, zoals ammoniak en waterstof, afwijkt van het profiel van de conventionele brandstoffen:
  - kan dit invloed op de risicocontouren en daarmee de ruimtelijke ordening hebben, waarbij de havenbedrijven, gemeentes en provincies bij de ruimtelijke ordening betrokken kunnen zijn;
  - moeten bunkerprotocollen/-checklists door de havens worden opgesteld;
  - kan dit invloed op de aard en omvang van eventuele calamiteiten hebben, zodat de veiligheidsregio's zich hierop moeten instellen;
  - kan dit invloed op financierings- en verzekeringsvoorwaardes hebben en moet de desbetreffende kennis bij de financiële instellingen worden opgebouwd.
- Het Rijk speelt bij de energietransitie in eerste instantie een rol als beleidsmaker: het is (mede-)verantwoordelijk voor het (inter)nationale klimaatbeleid dat de energietransitie aanjaagt; verder ziet het Rijk op de implementatie en handhaving van het beleid toe.

6.4 Handelingsopties

6.4.1 Introductie

De verschillende stakeholders die in de huidige waardeketens van de brandstoffen een rol spelen en de stakeholders die bij de energietransitie en de toekomstige waardeketen van de hernieuwbare brandstoffen een rol kunnen gaan spelen, kunnen op verschillende manieren aan de toekomstbestendigheid van de bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens bijdragen. Deze handelingsopties worden in het volgende voor de meest belangrijke stakeholdergroepen gespecificeerd, onderscheid makend tussen de volgende categorieën handelingsopties:

1. Reguleren.
2. Aansturen.
3. Stimuleren.
4. faciliteren.

Verder wordt onderscheid tussen private en publieke partijen gemaakt, waarbij in het algemeen publieke partijen meer handelingsopties in de categorieën reguleren, stimuleren en faciliteren en private partijen meer handelingsopties in de categorieën aansturen en faciliteren. In de context van de energietransitie in de scheep- en luchtvaart kunnen lagere overheden wel ook middels vergunningen, toezicht en verordeningen en kunnen Rijk en lagere overheden als aandeelhouder van (lucht)havens een sturende rol spelen.

De specifieke handelingsopties zijn erop gericht om de in Hoofdstuk 5 uitgewerkte kansen te benutten en de geïdentificeerde risico's en mogelijke barrières te vermijden.

6.4.2 Private partijen

Havenbedrijven

1. **Reguleren:** -
2. **Aansturen:** De havenbedrijven kunnen:
   a. Bij de gronduitgifte met de energietransitie rekening houden.
   b. De energietransitie in aanmerking nemen bij vergunningen voor bunkerleveranciers/-transporteurs en bunkervoorzieningen.
   c. Met andere havens coöpereren bijvoorbeeld ten behoeve van afstemming van bunkeraanbod of ten behoeve van toekomstige import van hernieuwbare brandstoffen.

3. **Stimuleren:** De havenbedrijven kunnen:
    a. Schepen die hernieuwbare brandstof in Nederlandse havens bunkeren belonen bijvoorbeeld middels positieve vermelding in de pers en/of korting op havengelden.
    b. Bij hun aanbestedingsbeleid (bijvoorbeeld bij baggerwerk) de voorkeur geven aan partijen die hernieuwbare brandstoffen toepassen.
    c. Hun eigen vloot verduurzamen.
4. **Faciliteren:** De havenbedrijven kunnen:
    a. Bunkerprotocollen/checklisten voor nieuwe soorten brandstoffen in afstemming met andere havens ontwikkelen.
    b. Voor kennisopbouw (bijvoorbeeld beleids(implementatie)kennis; digitalisering) bij stakeholders in de haven, zoals bunkertransporteurs, zorgen.
    c. Kennisopbouw faciliteren (bijvoorbeeld trials met nieuwe soorten brandstof in de haven faciliteren).
    d. Overleg/kennisuitwisseling tussen betrokken partijen in de haven faciliteren.
    e. Informatie inwinnen bijvoorbeeld middels een survey onder havengebruikers met betrekking tot keuzes en wensen de energietransitie betreffend.
    f. Goede randvoorwaarden scheppen door bijvoorbeeld de aantrekkelijkheid van haven qua efficiëntie en wachttijden te bewaren/verbeteren.

Luchthavens

Voor de exploitanten van luchthavens is een subset van de handelingsopties van de havenbedrijven van toepassing:

1. **Reguleren:** -
2. **Aansturen:** Luchthavens kunnen:
    a. Bij de gronduitgifte de energietransitie in aanmerking nemen.
    b. Bij vergunningen voor tankdiensten de energietransitie in aanmerking nemen.
3. **Stimuleren:** Luchthavens kunnen:
    a. Vliegtuigen die SAF op Nederlandse luchthavens tanken belonen (PR en/of korting op luchthavengelden).
4. **Faciliteren:** Luchthavens kunnen:
    a. De goede randvoorwaarden scheppen door bijvoorbeeld de aantrekkelijkheid van de luchthaven qua efficiëntie en wachttijden te bewaren/verbeteren.

Reders, luchtvaartmaatschappijen, bunkerproducenten/-leveranciers/-transporteurs

1. **Reguleren:** -
2. **Aansturen:**
   a. Reders en luchtvaartmaatschappijen kunnen de vinger aan de pols houden van de beleidsontwikkeling en analyseren hoe zij het beste aan het beleid kunnen voldoen.
   b. Als de reders, zodra ze een keuze voor het type alternatieve brandstof hebben gemaakt, deze keuze openbaar maken/richting relevante stakeholders communiceren, kan dit de strategische keuzes van de andere stakeholders in de waardeketen van de bunkerbrandstoffen beïnvloeden.
3. **Stimuleren:** -
4. **Faciliteren:**
   a. Als reders/luchtvaartmaatschappijen duidelijk informatiebehoeftes en belemmeringen signaleren, kan doelgericht aan de afbouw van deze barrières worden gewerkt.
   b. De stakeholders aan de vraag en aanbodkant van de brandstoffen kunnen gezamenlijk contractvormen onderzoeken die voor afname- en leveringszekerheid zorgen.

6.4.3 Publieke partijen

Het Rijk

1. **Reguleren:** Het Rijk kan:
   a. Barrières bij de implementatie van beleid proberen af te bouwen (bijvoorbeeld onduidelijkheden afbouwen wat beleid of standaards betreft).
   b. Voor toegankelijkheid van de markt zorgen (kerosine-infrastructuur op Schiphol is bijvoorbeeld deels in private handen, wat markttoegang bemoeilijkt).
   c. Invloed op beleid in ontwikkeling uitoefenen, zodat er geen beleidsbelemmeringen ontstaan.
   d. Beleid met omringende landen afstemmen (bijvoorbeeld ETS-2 opt-in voor de binnenvaart).
2. **Aansturen:** Het Rijk kan:
   a. Regie houden waar nodig en zinvol, zoals bijvoorbeeld bij ruimtelijke vraagstukken.
3. **Stimuleren:** Het Rijk kan:
   a. Financiële ondersteuning bieden: Bijvoorbeeld beloning van bovenwettelijk gebruik van hernieuwbare brandstoffen mits in Nederland gebunkerd of financiële ondersteuning van first movers.
   b. Kennisopbouw (bijvoorbeeld pilots) financieel ondersteunen.

   c. Het trainen van personeel in de omgang met de brandstoffen financieel ondersteunen
   d. Bij het eigen aanbestedingsbeleid/inkoopbeleid eisen ter stimulering van de energietransitie stellen;
   e. Het goede voorbeeld geven door de Rijksrederij ter verduurzamen.
4. **Faciliteren:** Het Rijk kan:
   a. Een overkoepelende visie en strategie ontwikkelen bijvoorbeeld wat ruimtelijke vraagstukken betreft.
   b. De financiering van infrastructuur in Nederland faciliteren, door bijvoorbeeld leningen tegen relatief lage rente te verstrekken of door toegang tot kapitaal te faciliteren (bijvoorbeeld via ABP).
   c. Investeringsbeschermingsovereenkomsten met landen afsluiten waar Nederlandse partijen in productiefaciliteiten willen gaan investeren.
   d. Een coördinerende rol tussen overheden (bijvoorbeeld ruimtelijke ordening) en/of tussen havens/landen (ARA, green corridors) ter facilitering van coöperaties spelen.
   e. De relevante stakeholders op de transitie voorbereiden door kennis over beleid en implementatie ervan te delen.
   f. Voor een goed vestigingsklimaat voor bijvoorbeeld producenten van hernieuwbare brandstoffen zorgen.

Als aandeelhouder van havenbedrijven en luchthavens heeft het Rijk ook de handelingsperspectieven vanuit deze rol.

Lagere overheden en omgevingsdiensten

1. **Reguleren:**
   a. Gemeentes zijn voor de havenverordeningen verantwoordelijk en kunnen middels deze bepalen welke brandstoffen wel/niet op de verschillende ligplaatsen in de haven mogen worden gebunkerd.
2. **Aansturen:**
   Gemeentes kunnen middels volgende instrumenten invloed op de energietransitie uitoefenen:
   a. Vergunningsverlening.
   b. Omgevingsplannen.
   c. Bunkervergunningen voor bunkertransporteurs/leveranciers.
3. **Stimuleren:** -
4. **Faciliteren:**
   a. Opstellen/actualiseren van richtlijnen voor de op- en overslag van de brandstoffen.
   b. Aanwijzen van locaties waar opslag in potentie wel/niet kan worden toegestaan.

c. De verschillende gemeentes en omgevingsdiensten kunnen onderling relevante kennis met betrekking tot de energietransitie van de scheep- en luchtvaart uitwisselen.

Als aandeelhouder van havenbedrijven en luchthavens hebben gemeentes ook de handelingsperspectieven vanuit deze rol.

6.5 Wat gebeurt er al?

In Paragraaf 6.4 is beschreven hoe de verschillende stakeholdergroepen aan een toekomstbestendige bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens kunnen bijdragen. Gezien de stakeholders reeds verschillende stappen desbetreffend hebben gezet, moet niet bij nul worden begonnen. In de volgende paragrafen worden voorbeelden gegeven van deze initiatieven.

Scheepvaart

Nationaal worden randvoorwaarden gecreëerd om toe te werken naar een klimaatneutrale zeevaart en binnenvaart, dit middels faciliterende en stimulerende maatregelen.
Hier volgen verschillende voorbeelden:

- RVO heeft in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en in samenwerking met een groot aantal Nederlandse stakeholders de *Roadmap Brandstoftransitie in de zeevaart* (RVO, 2024b) opgesteld, om in kaart te brengen hoe in Nederland naar een klimaatneutrale zeevaart kan worden toegewerkt.
- Er waren en zijn verschillende subsidieregelingen beschikbaar, die aan de verduurzaming van de zeescheepvaart kunnen bijdragen, zoals bijvoorbeeld:
  - om het gebruik voor duurzame en energiebesparende aandrijftechnieken bij zeeschepen te stimuleren zijn € 111,3 miljoen beschikbaar gesteld vanuit het Klimaatfonds en wordt een subsidieregeling hiervoor uitgewerkt;
  - de Maritiem Masterplan subsidieregeling voor de ontwikkeling en bouw van klimaatneutrale schepen. (Rijksoverheid, n.d.);
  - subsidieregeling maritieme innovatieprojecten (RVO, 2025);
  - naar aanleiding van de keuze om binnenvaart onder ETS-2 te laten vallen, komen middelen beschikbaar voor aanvullende maatregelen ter verduurzaming van de binnenvaart (Ministerie van KGG, 2025c);
  - de subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) stelt, onder andere, middelen voor de productie van geavanceerde hernieuwbare brandstoffen voor de binnenvaart ter beschikking (RVO, lopend).

- Nederland heeft tijdens COP26 in 2021 de Clydebank Declaration ondertekend, waarin meer dan 20 landen met elkaar hebben afgesproken in dit decennium tenminste zes zero-emissie scheepvaartroutes te realiseren tussen twee (of meer) havens. In het kader van deze declaratie wordt een haalbaarheidsstudie voor een *green corridor* tussen de Zeehaven IJmuiden en de Port of Tyne uitgevoerd (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2025).
- Bij de uitwerking van het *Nationaal Plan Energiesysteem*, de *Klimaat- en Energienota's* (bijvoorbeeld (Ministerie van KGG, 2025b)) en het *Nationaal Waterstof Programma* wordt expliciet ook aandacht aan de zeevaart besteed.
- In het *NOVEX-gebied Rotterdamse Haven* werken Rijk (ministeries van IenW, KGG, EZ, VRO, LVVN) en Regio (provincie Zuid-Holland, gemeente Rotterdam, Havenbedrijf Rotterdam en DCMR) samen aan de transitie naar een duurzaam, circulair en klimaatneutraal Haven Industrieel Complex Rotterdam. In dit kader is een ruimtelijk ontwikkelperspectief en een uitvoeringsagenda voor de Rotterdamse Haven ontwikkeld (Ministerie van BZK et al., 2023).

Port of Rotterdam en Amsterdam hebben ook verschillende stappen gezet om de energietransitie van de scheepvaart te faciliteren. Hier volgen enkele voorbeelden:

- Voor het bunkeren van alternatieve brandstoffen schrift Port of Amsterdam het gebruik van *bunkering checklists* voor. Hierbij wordt van door de IAPH ontwikkelde checklisten gebruik gemaakt, die inmiddels voor LNG en op alcohol gebaseerde brandstoffen (zoals methanol) beschikbaar zijn. De checklisten voor ammoniak zijn in ontwikkeling (Port of Amsterdam, n.d.).
- Port of Rotterdam heeft een samenwerkingsovereenkomst met De Maritime and Port Authority of Singapore getekend om hun inspanningen voor de Rotterdam-Singapore Green & Digital Shipping Corridor verder te versterken (Port of Rotterdam, 2025e).
- Er heeft een praktijktoets in de Rotterdamse haven plaatsgevonden, waarbij ammoniakoverslag tussen twee schepen is uitgevoerd (Port of Rotterdam, 2025b).
- Het Versnellingshuis Haven Industrieel Complex (HIC) is een samenwerkingsverband van het Havenbedrijf Rotterdam, de bedrijven in het HIC (vertegenwoordigd via Deltalinqs), de gemeente Rotterdam, InnovationQuarter, DCMR Milieudienst Rijnmond, provincie Zuid-Holland en het Rijk (RVO, KGG, IenW). Doel van het Versnellingshuis is het om barrières voor de realisatie van innovatieve verduurzamingsprojecten weg te nemen (Deltalinqs, n.d.).

Luchtvaart

Nederland profileert zich actief op het thema duurzame luchtvaartbrandstoffen. In het *Akkoord Duurzame Luchtvaart* (KNVvL, 2021) en later de Luchtvaartnota 2020-2050 (Ministerie van I&W, 2020) zijn ambitieuze doelen opgenomen, zoals 14% duurzame kerosine in 2030 en 100% in 2050 voor vluchten vanaf Nederlandse luchthavens. Deze niet-bindende doelstellingen zijn samen met de sector gesteld.

De Rijksoverheid werkt aan een integrale visie op de productie en infrastructuur van duurzame vliegtuigbrandstoffen (SAF), onder andere door middel van de *Nationale SAF-roadmap 2025-2035* (Deloitte & to70, 2025). Hiermee wordt, volgens IenW, ook ingezet op het versterken van Nederland als productielocatie om leveringszekerheid en strategische autonomie te vergroten en het Nederlandse verdienvermogen te stimuleren.

Er wordt, waar raakvlakken zijn, aansluiting gezocht bij het *Nationaal Waterstof Programma (NWP, n.d.)* en bij de *Biogrondstoffenstrategie* ((Ministerie van EZK & Ministerie van I&W, 2022); (Ministerie van I&W, 2024)) en de bijbehorende uitvoerings-agenda, Met laatstgenoemde worden strategische richtingen bepaald voor de vraag- en aanbodontwikkeling en de optimale inzet van biogrondstoffen, waaronder voor biogene SAF. Met het Duurzaamheidskader biogrondstoffen wordt ingezet op het zo duurzaam mogelijk gebruiken van biogrondstoffen in hoogwaardige toepassingen of in sectoren waar biogrondstoffen vooralsnog onmisbaar zijn om te kunnen verduurzamen, zoals in de lucht- en scheepvaart.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat laat onderzoeken welke directe en indirecte economische waarde de productie, handel en distributie van duurzame vliegtuig-brandstof voor Nederland kan hebben. Met de uitkomsten van dit onderzoek en de inzichten in de economische waarde van deze industrie, zal worden bekeken welke beleidsmaatregelen nodig zijn om de ontwikkeling en opschaling van de SAF-productie en de inzet van SAF in Nederland te ondersteunen, bijvoorbeeld voor e-kerosine en geavan-ceerde biobrandstoffen.

Vanuit het Klimaatfonds zijn verschillende budgetten beschikbaar gesteld voor de ontwik-keling van duurzame kerosineproductie in Nederland:

- In het Meerjarenprogramma Klimaatfonds 2024 is € 100 miljoen beschikbaar gesteld voor de ontwikkeling van de technologie voor vergassing, waarmee onder meer duurzame kerosine kan worden gemaakt (Ministerie van EZK, 2023).
- In het Meerjarenprogramma Klimaatfonds 2025 is voorgesteld om nogmaals € 500 miljoen voor technologie voor vergassing toe te kennen (Ministerie van KGG, 2024). Er zijn daarnaast ook voorstellen ingediend voor het Meerjaren-programma 2025 voor Alcohol-to-Jet (€ 90 miljoen toegekend), biopyrolyse (€ 90 miljoen toegekend) en e-SAF (€ 60 miljoen toegekend, € 150 miljoen reservering). Alcohol to Jet en e-SAF worden alleen voor luchtvaart geproduceerd, biopyrolyse kan breder ingezet worden dan voor (luchtvaart)brandstoffen.

In het kader van duurzaam inkoopbeleid heeft het Rijk met KLM een overeenkomst voor de afname van SAF voor dienstreizen gesloten (Rijksoverheid, 2023a).

7 Conclusies en aanbevelingen

De Nederlandse zeehavens nemen een centrale positie in binnen de mondiale bunkerbrandstoffenmarkt. Met name de havens van Rotterdam en Amsterdam vervullen een sleutelrol in de bevoorrading van scheepvaart- en luchtvaartbrandstoffen. Zo is Rotterdam de grootste bunkerhaven van Europa en behoort deze tot de top 3 bunkerhavens van de wereld. Amsterdam geldt als grootste benzinehaven ter wereld en voorziet, samen met het Rotterdamse havengebied, via pijpleidingen luchthaven Schiphol van een groot deel van zijn kerosinebehoefte.

De totale bunkerafzet aan de scheepvaart piekte rond 2007 in Nederland en blijft, na een daling, de laatste jaren met tussen de 10 en 12 Mton redelijk stabiel. Het jaarlijkse bunkervolume voor de binnenvaart in Nederland is duidelijk lager en bedraagt circa 1,0 Mton. Nederland heeft een marktaandeel van rond de 3% op de mondiale bunkermarkt.
Data over de afzet van de kerosine, die vanuit de Nederlandse zeehavens worden aangevoerd is niet openbaar beschikbaar.

In de zeescheepvaart was en is zware stookolie de belangrijkste brandstof. Daarnaast wordt ook gas-/dieselolie en lichte stookolie gebruikt. Een groeiend, maar nog steeds klein aantal zeeschepen vaart ook op LNG en een nog kleiner aandeel maakt tegenwoordig gebruik van LPG, methanol (fossiel/bio) en drop-in biobrandstoffen. In de binnenvaart wordt vooral gasolie gebruikt en worden nog amper alternatieve brandstoffen toegepast. In de commerciële luchtvaart is er minder diversiteit wat de brandstoffen betreft. Het overgrote deel van de brandstof is fossiele kerosine. Het gebruik van Sustainable Aviation Fuels (SAFs), de verzamelterm voor duurzame vliegtuigbrandstoffen, is tot op heden beperkt.

Er zijn verschillende beleidsmaatregelen op nationaal, Europees en mondiaal niveau geïmplementeerd of in ontwikkeling met als doel de broeikasgasemissies van de scheep- en luchtvaart te reduceren. Dit beleid leidt potentieel tot een fundamentele verandering van de brandstofvraag. In de scheepvaart van een beperkt aantal fossiele brandstoftypes naar een breder scala aan energiedragers zoals methanol, ammoniak, methaan of waterstof, geproduceerd als bio- of e-fuel; in de luchtvaart van fossiele kerosine naar SAFs.
Op dit moment is nog niet zeker op welke specifieke bunkerbrandstofmix de sectoren en vooral de scheepvaart gaan inzetten.

Er is een reeks aan studies beschikbaar die naar de toekomstige energievraag en de brandstofmix van de sectoren kijken. Deze laten voor 2050 in het bijzondere voor de zeescheepvaart een brede range qua verwachte toekomstige energievraag zien: voor 2050 mondiaal 7,9-23,2 EJ en nationaal 134-480 PJ. Voor luchtvaart is deze range iets minder groot met 127-206 PJ energievraag in 2050 in Nederland, waarbij van een aandeel van SAF tussen de 52 en 100% wordt uitgegaan.

Voor de scheepvaart ontstaat naar verwachting vraag naar een breder palet aan brandstoffen. Eén van deze brandstoffen zou daarbij qua marktaandeel relatief dominanter kunnen worden, maar welke is nog onduidelijk. Dat waterstof en elektrificatie in de zeescheepvaart een relatief kleine rol gaan spelen is wel duidelijk. Dit in tegenstelling tot de binnenvaart.

De hernieuwbare brandstoffen voor de scheepvaart hebben van de conventionele brandstoffen afwijkende eigenschappen, waardoor de technische, logistieke en veiligheidsvereisten voor de gehele bunkerketen veranderen; door de veranderde risicocontouren en lagere energiedichtheid van de bunkerbrandstoffen kan de ruimtevraag van de infrastructuur voor deze brandstoffen toenemen. Voor de luchtvaart zijn de gevolgen van het klimaatbeleid minder ingrijpend omdat SAFs geen infrastructurele aanpassingen vergen.

De energietransitie in de lucht- en scheepvaart gaat met kansen en risico's voor de bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens gepaard. Als gevestigde bunkerhub heeft Nederland een goede basis om ook in de toekomst leidend te blijven. Het voortvarende Europese klimaatbeleid zou Nederland een voorsprong kunnen geven waanneer de scheepvaartemissies ook mondiaal worden gereguleerd. Ook heeft Nederland lokale factoren die in de energietransitie de positie van Nederlandse zeehavens als bunkerhub kunnen versterken. Denk hierbij aan bestaande terminals voor methanol, LNG en ammoniak, potentiële synergiën met de industrie en met de maritieme cluster. Tegelijkertijd moet door de energietransitie bestaande infrastructuur eerder worden afgeschreven, kan door strengere nationale of regionale regels zich bunkeractiviteit verplaatsen en loopt Nederland risico's door potentieel hogere bunkerbrandstofkosten, ruimtegebrek op land, netcongestie, door potentiële concurrentie met de industrie en door potentiële afhankelijkheid van de industrie wanneer productiesynergiën worden benut.

Er is een groot aantal private en publieke stakeholders die regulerend, aansturend, stimulerend of faciliterend een bijdrage aan het behoud van de bunkerpositie van de Nederlandse zeehavens kunnen leveren. De studie schets handelingsperspectieven voor publieke en private stakeholders die zijn gericht op het afbouwen van de barrières voor, het omzeilen van de risico's en het benutten van de kansen van de energietransitie. Verschillende van deze handelingsopties zijn al in gang gezet.

Voor het behoud van de Nederlandse bunkerpositie bevelen het volgende aan:

Gezien de onzekerheid omtrent de toekomstige bunkervraag in de zeevaart, is het voor het behoud van de Nederlandse bunkerpositie van belang om op alle mogelijke scenario's voorbereid te zijn. Dit betreft zowel scenario's met wel of geen binnenlandse productie van hernieuwbare brandstoffen, met of zonder bindend mondiaal klimaatbeleid voor de zeescheepvaart, als ook scenario's waarin verschillende brandstoftypen in de zeevaart de bunkermix gaan domineren.

Stimulering van de energietransitie door de overheid kan dan ook het beste zo technologieneutraal worden vormgegeven, waarbij commerciële strategische keuzes aan de markt worden overgelaten.

Om een comparatief nadeel voor Nederland te voorkomen, moeten voor de verschillende scenario's, ook rekening houdend met de energietransitie in de luchtvaart, niet alleen de opties en kansen maar ook de barrières voor de uitrol in kaart worden gebracht en, waar mogelijk, deze barrières zo snel mogelijk worden afgebouwd. Hierbij moet breed naar mogelijke belemmerende factoren worden gekeken en ook onoverbrugbare obstakels worden geïdentificeerd (bijvoorbeeld potentieel beperkt ruimte voor ammoniakopslag).

Een draaiboek voor de uitrol van het aanbod van alternatieve brandstoffen kan nuttig zijn, zodat, wanneer de vraag naar de hernieuwbare brandstoffen toeneemt, de stakeholders relatief snel op de marktvraag kunnen inspelen, wellicht beginnend met flexibele opties zoals aanvoer van de brandstof middels trucks. Voor de uitrol, tenminste voor de beginfase, kan ook coöperatie met andere havens in de regio uitkomst bieden. De uitrol van LNG als relatief nieuwe bunkerbrandstof kan als nuttige blauwdruk dienen.

De publieke partijen kunnen bij de identificering en afbouw van de barrières en bij het creëren van kansen een faciliterende, stimulerende en ook een coördinerende rol spelen en, vanuit hun rol als aandeelhouder van en toezichthouder op (lucht-)havens, ook een aansturende rol.

Early movers die bij de energietransitie een groot risico lopen, maar wel voor kennisopbouw en mogelijk een kennisvoorsprong kunnen zorgen, zouden financieel kunnen worden ondersteunt.

A Projectie energievraag voor 2030 en 2050

Tabel 12 geeft de energievraag weer uit de geraadpleegde DNV-scenario en outlook-rapporten voor de zeevaart. Getoonde waardes zijn voor respectievelijk 2030 en 2050. Deze zijn naast elkaar getoond. Tabelgegevens waarin maar één waarde is getoond gelden voor zowel 2030 als 2050. De volgende clustering is daarbij aangehouden: biofuels (excl. CCS), e-fuels (excl. CCS), fossiel (excl. CCS), CCS en overige brandstoffen.

Tabel 12 – Projectie energievraag in EJ op basis van uitkomsten DNV-scenario en outlookrapporten zeevaart. Getoonde waardes zijn voor respectievelijk 2030 en 2050. Enkele waarden gelden voor zowel 2030 als 2050 (getallen zijn in het Nederlands).

	DNV Maritime Forecast Bio and fossil fuels with CCS-scenario		DNV Maritime Forecast Methanol-scenario		DNV Maritime Forecast Ammonia-scenario		DNV Maritime Forecast Hydrogen-scenario		DNV Impact Assessment-scenario 1-18		DNV Impact Assessment-scenario 21-36, 41, 42, 55, 56		DNV Impact Assessment-scenario 43-54	
Bio fuels (excl. CCS)														
Bio-methanol	0	0,1	0,2	0	0	0,2	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
Bio-LNG	0,2	1,9	0,2	0	0,2	0	0,1	0	-	-	-	-	-	-
Bio-MGO	2,5	4,5	2,1	0	1,9	0	2,3	0	-	-	-	-	-	-
Anders	-		-		-		-		1-3	2-8	0,1-0,5	1-3	0-1	2
e-fuels (excl. CCS)														
e-methanol	0		0,2	3,3	0		0		-		-		-	
e-LNG	0		0	1,0	0	0,2	0	0,2	-		-		-	
e-MGO	0		0	2,1	0	2,9	0	2,5	-		-		-	
e-hydrogen	0		0		0		0	2,7	-		-		-	
e-ammonia	0		0		0	3,1	0		-		-		-	
Anders	-		-		-		-		0-1		0-3	2-5	0-2-	3-5
Fossil (excl. CCS)														
LNG	1,7	0	1,3	0	1,7	0	1,7	0	1-2	1 – 5	2-4	2-5	2-3	2-5
LPG	0		0,1	0	0,2	0	0		0-0,5	0 - 3	0-3	0-1	1-2	0
LSFO MGO	5,9	0,3	5,9	0,8	5,9	0,2	5,9	0,2	7-8	5 – 9,5	5-6	4-6	4-5	4-7
HFO scrubber	1,5	0	1,3	0	1,3	0	1,3	0	1-	1 - 2	0-3	0-2	0,5-1	0-0,1

	DNV Maritime Forecast Bio and fossil fuels with CCS-scenario		DNV Maritime Forecast Methanol-scenario		DNV Maritime Forecast Ammonia-scenario		DNV Maritime Forecast Hydrogen-scenario		DNV Impact Assessment-scenario 1-18		DNV Impact Assessment-scenario 21-36, 41, 42, 55, 56		DNV Impact Assessment-scenario 43-54	
Ammonia	-		--		-		-		0-0,5	0-0,5	0-1	0-2	0,5-1,5	1-2
Methanol	-		-		-		-		0	0-0,1	0-0,5	0,5-3	0,1-0,5	0,1-3
Anders	-		-		-		-		-		-		-	
CCS														
CCS LNG	0		0		0	0,2	0		-		-		-	
CCS bio-LNG	0	0,2	0		0		0		-		-		-	
CCS e-LNG	0		0	0,2	0	0,2	0	0,2	-		-		-	
CCS LSFO MGO	0	1,7	0,4	1,7	0,2	2,3	0,1	2,9	-		-		-	
CCS bio-MGO	0	1,3	0		0		0		-		-		-	
CCS e-MGO	0		0	0,8	0	1,5	0	1,9	-		-		-	
CCS e-methanol	0		0	0,2	0		0		-		-		-	
CCS HFO scrubber	0	0,3	0,1	0,2	0	0,2	0	0,2	-		-		-	
CCS ammonia	0		0		0,1	0	0		-		-		-	
Anders	-		-		-		-		0		0		0	
Overig														
Elektriciteit	0		0		0		0		0		0		0	
Nucleair	0	1,8	0	0,2	0	0,1	0	0,1	-		-		-	
Anders	-		-		-		-		-		-		-	
Totaal	**11,9**	**12,1**	**11,7**	**10,7**	**11,6**	**11,3**	**11,6**	**11,4**	**10-18**	**9-29,1**	**7,1-21**	**9,5-27**	**8,1-16**	**12,1-21,1**

Literatuur

Algemene Bestuursdienst. (2023). *Martine hoeksma afdelingshoofd duurzame scheepvaart bij ienw*. Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties,. https://www.algemenebestuursdienst.nl/actueel/nieuws/2023/11/22/martine-hoeksma-afdelingshoofd-duurzame-scheepvaart-bij-ienw

AMS Schiphol. (2019). *Hoe wordt mijn vliegtuig getankt?* Schiphol. https://www.schiphol.nl/nl/blog/hoe-wordt-mijn-vliegtuig-getankt/

AMS Schiphol. (2020). *Duurzamere brandstof op schiphol*. Schiphol. https://www.schiphol.nl/nl/duurzaamheid/blog/duurzamere-brandstof-op-schiphol/

AMS Schiphol Cargo. (2025). *Luchtvaartondersteuning*. Schiphol. https://www.schiphol.nl/nl/cargo/schiphols-faciliteiten-en-partners-luchtvaartondersteuning/

Aramis. (2024). *About the aramis project*. Aramis. https://www.aramis-ccs.com/project/

Binnenvaart Kennis. (2025). Bunkerstations / bunkerboten. In: Binnenvaart Kennis.

CBS. (2024, 25 januari 2024). *Aardoliegrondstoffen- en aardolieproductenbalans; aanbod en verbruik*. CBS. https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84596NED/table?searchKeywords=motorbenzine

CBS. (2025). *Hoeveel brandstof wordt in nederland afgezet aan vervoer over water?* Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/uitstoot-en-brandstofafzet/brandstofafzet-vervoer-over-water

CBS. (n.d.). *Statline: Aardoliegrondstoffen- en aardolieproductenbalans; aanbod en verbruik*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/84596NED

CE Delft. (2023). *Betrouwbaarheid van de kwantiteit van de geleverde bunkers in de haven van rotterdam en port of antwerp-bruges*.

CE Delft. (2024). *Analyse toekomstplannen tata steel*.

CE Delft, Dallan Maritime University, ClassNK, Purdue University, Krannert School of Management, Fudan University, ICCT, Manchester Metroplitan University, NMRI, UMAS & Fipe. (2020). *Fourth imo greenhouse gas study 2020, imo ghg study 2020 - full report and annexes*.

Clarksons Research. (2025). *Shipping intelligence network, timeseries, bunker sales volumes*. Clarksons Research.

Deloitte & to70. (2024). *Knelpuntenanalyse vraag en aanbod duurzame energiedragers voor de luchtvaart*.

Deloitte & to70. (2025). *Nationale saf-roadmap*.

Deltalinqs. (n.d.). *Versnellingshuis energietransitie haven industrieel complex*. Deltalinqs. https://www.deltalinqs.nl/versnellingshuis#:~:text=Het%20Versnellingshuis%20Energietransitie%20Haven%20Industrieel,als%20het%20gaat%20om%20verduurzamingsprojecten.

Department for Energy Security and Net Zero. (2025). *Final uk greenhouse gas emissions statistics: 1990 to 2023; 2023 uk greenhouse gas emissions: Final figures - data tables*. n.b. https://www.gov.uk/government/statistics/final-uk-greenhouse-gas-emissions-statistics-1990-to-2023

DNV. (2022). *Maritime forecast to 2050 - energy transition outlook 2022*.

DNV. (2024). *Energy transition outlook 2024: Maritime forecast*.

DNV. (2025). *Energy transition outlook 2025: Maritime forecast*.
DNV. (ongoing). *Alternative fuels insight (afi)*. DNV. https://www.dnv.com/services/alternative-fuels-insights-afi--128171/
EASA. (2025a). *Europan aviation environmental report 2025*.
EASA. (2025b). *Refueleu aviation annual technical report 2025, 2024 in review*.
EEA. (2025). *Annual european union greenhouse gas inventory 1990-2023 and inventory report 2025*.
EICB. (2023). *Kennisdocument - emissiereductietechnologieën voor de binnenvaart - een overzicht van verschillende technieken, energiedragers en hun toepasbaarheid*.
EMSA. (2025). *European maritime transport environmental report 2025*.
EU. (2023a). *Directive (eu) 2023/959 of the euopean parliament and of the council of 10 may 2023 amending directive 2003/87/ec establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the union and decision (eu) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the union greenhouse gas emission trading system*.
EU. (2023b). *Directive (eu) 2023/2413 of the european parliament and of the council of 18 october 2023 amending directive (eu) 2018/2001, regulation (eu) 2018/1999 and directive 98/70/ec as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing council directive (eu) 2015/652*. Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413
EU. (2023c). *Regulation (eu) 2023/1805 of the european parliament and of the council of 13 september 2023 on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport, and amending directive 2009/16/ec (text with eea relevance)*.
European Commission. (2023). *Regulation (eu) 2023/2405 of the european parliament and of the council of 18 october 2023 on ensuring a level playing field for sustainable air transport (refueleu aviation)*. European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302405&qid=1707139670875
eurostat. (2025). *Commercial flights reach 6.7 million in 2024*. European Union. https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250120-1
Evolution Terminals. (2025). *Evolution terminals - the terminal*. Evolution Terminals. https://www.evoterminals.com/the-terminal/
HCSS & CE Delft. (2023). *Decarbonising maritime bunkering in the netherlands and the embargo on russian oil*.
Heathrow Media Center. (2025). *Heathrow ends record-breaking year with busiest december ever*. Heathrow Media Center. https://mediacentre.heathrow.com/pressrelease/detail/21683
IATA. (2024). *Disappointingly slow growth in saf production*. IATA. https://www.iata.org/en/pressroom/2024-releases/2024-12-10-03
ICAO. (2019). *Resolution a40-19: Consolidated statement of continuing icao policies and practices related to environmental protection - carbon offsetting and reduction scheme for international aviation (corsia)*. ICAO. https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Assembly/Resolution_A40-19_CORSIA.pdf
ICAO. (2022). *Resolution a41-21: Consolidated statement of continuing icao policies and practices related to environmental protection — climate change*. ICAO. https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Assembly/Resolution_A41-21_Climate_change.pdf
ICAO. (2023). *Icao global framework for saf, lcaf and other aviation cleaner energies*. ICAO. https://www.icao.int/sites/default/files/sp-files/environmental-protection/GFAAF/Documents/ICAO-Global-Framework-on-Aviation-Cleaner-Energies_24Nov2023.pdf
IMO. (2023). *2023 imo strategy on reduction of ghg emissions from ships*.
Industrielinqs. (2024). Neste staakt productie rotterdamse raffinaderij na brand. In: Industrielinqs.

IPLO. (ongoing). *Milieubelastende activiteit bunkerstations en andere tankplaatsen voor schepen (paragraaf 3.8.3 bal)*. Informatiepunt Leefomgeving (IPLO). https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/transport-logistiek/tankplaats-schepen/
IRS. (2025). *Sustainable aviation fuel credit*. IRS. https://www.irs.gov/credits-deductions/businesses/sustainable-aviation-fuel-credit
IvCB & Arcadis. (2024). *Onderzoek infrastructuur duurzame energiedragers luchtvaart*.
KNVvL. (2021). Akkoord duurzame luchtvaart. In: KNVvL.
Maersk McKinney Møller Center for Zero Carbon Shipping. (2022). *Maritime decarbonization strategy 2022: A decade of change*.
Ministerie van BZK, Ministerie van I&W, Ministerie van EZK, Ministerie van LNV, Provincie Zuid-Holland, Gemeente Rotterdam, Havenbedrijf Rotterdam & DCMR. (2023). *Ontwikkelperspectief novex-gebied, samenwerken aan de toekomst van het rotterdamse havengebied*.
Ministerie van Defensie. (n.d.). *Pijpleidingnetwerk*. Ministerie van Defensie. https://www.defensie.nl/onderwerpen/taken-in-nederland/defensie-pijpleidingen/pijpleidingnetwerk
Ministerie van EZK. (2023). *Meerjarenprogramma klimaatfonds 2024*.
Ministerie van EZK & Ministerie van I&W. (2022). *Kamerbrief d.D. 22 april 2022: Beleidsinzet biogrondstoffen*. Tweede Kamer der Staten-Generaal. https://open.overheid.nl/repository/ronl-7fbf02296b8e93cf235319dcc4331c2ea6153566/1/pdf/beleidsinzet-biogrondstoffen.pdf
Ministerie van I&W. (2020). *Verantwoord vliegen naar 2050 : Luchtvaartnota 2020-2050*.
Ministerie van I&W. (2024). *Kamerbrief over voortgang duurzaamheidskader biogrondstoffen*. Ministerie van I&W. https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2024/12/20/voortgang-duurzaamheidskader-biogrondstoffen
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2025). *Bijlage – overzicht voortgang klimaatbeleid voor de zeevaart 2024*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. https://open.overheid.nl/documenten/df6be502-9353-4839-b474-8ac9a262481a/file
Ministerie van KGG. (2024). *Meerjarenprogramma klimaatfonds 2025*.
Ministerie van KGG. (2025a). *Joint letter of intent - tata steel*.
Ministerie van KGG. (2025b). *Klimaat- en energienota 2025*.
Ministerie van KGG. (2025c). *Meerjarenprogramma klimaatfonds 2026*.
MPA Singapore. (2025). *Maritime performance, bunker sales*. MPA Singapore. https://www.mpa.gov.sg/who-we-are/newsroom-resources/research-and-statistics
NEa. (2023). *Rapportage energie voor vervoer in nederland 2022*.
NEa. (2025). *Rapportage hernieuwbare energie voor vervoer 2024*.
NLR & seo. (2021). *Destination 2050: A route to net-zero european aviation*.
NPRC. (2023). *Koning bezoekt zero-emissie schip nprc-binnenvaartondernemer*. NPRC. https://nprc.eu/koning-bezoekt-zero-emissie-schip-nprc-binnenvaartondernemer/
NWP. (n.d.). *Nationaal waterstof programma*. Nationaal Waterstof Programma (NWP). https://www.nationaalwaterstofprogramma.nl/home/default.aspx
OmgevingsdienstNL. (n.d.). *Over ons*. OmgevingsdienstNL. https://www.omgevingsdienst.nl/omgevingsdiensten/
PBL. (2020). *Decarbonisation options for the dutch biofuels industry*.
PBL. (2024a). *Klimaat- en energieverkenning (kev) 2024*.
PBL. (2024b). *Trajectverkenning klimaatneutraal 2050*. Planbureau voor de Leefomgeving. https://www.pbl.nl/publicaties/trajectverkenning-klimaatneutraal-2050
PBL. (2024c). *Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 - trajecten naar een klimaatneutrale samenleving voor nederland in 2050*.

PBL. (2025a). *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten - achtergronddocument bij de klimaat- en energieverkenning 2024 en de emis sieramingen luchtverontreinigende stoffen 2025*.
PBL. (2025b). *Toekomstverkenning wlo 2025: Cahier mobiliteit*.
Port of Amsterdam. (2025). *Opmaat naar een groenere haven, port of amsterdam - jaarverslag 2024*.
Port of Amsterdam. (n.d.). *Duurzame brandstoffen bunkeren in de haven*. Havenbedrijf Amsterdam. https://www.portofamsterdam.com/nl/scheepvaart/binnenvaart/faciliteiten/lng-bunkeren
Port of Antwerp Bruges. (2025). *Bunkering, quarterly figures of bunkered fuels*. Port of Antwerp Bruges. https://www.portofantwerpbruges.com/en/shipping/maritime-services/bunkering
Port of Rotterdam. (2024). *Power2x en advario ontwikkelen e-saf-hub van wereldformaat in haven rotterdam*. Port of Rotterdam. https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/power2x-en-advario-ontwikkelen-e-saf-hub-van-wereldformaat-haven-rotterdam
Port of Rotterdam. (2025a). *Bunker sales port of rotterdam 2021-2025*. Havenbedrijf Rotterdam N.V. https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/2025-07/bunkersales-2021-2025.pdf
Port of Rotterdam. (2025b). *Haven van rotterdam zet belangrijke stap in verduurzaming scheepvaart: Haven door praktijktoets voorbereid op veilig bunkeren ammoniak*. Havenbedrijf Rotterdam N.V. https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/haven-van-rotterdam-zet-belangrijke-stap-verduurzaming-scheepvaart-haven
Port of Rotterdam. (2025c). *Metafuels en evos werken samen om de productie van e-saf in rotterdam te versnellen*. Port of Rotterdam. https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/metafuels-en-evos-werken-samen-om-de-productie-van-e-saf-rotterdam-te
Port of Rotterdam. (2025d). *Navigeren naar een duurzame toekomst, jaarverslag 2024*.
Port of Rotterdam. (2025e). *Rotterdam en singapore versterken samenwerking green & digital shipping corridor*. Havenbedrijf Rotterdam N.V. https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/rotterdam-en-singapore-versterken-samenwerking-green-digital-shipping
Port of Rotterdam. (2025f). *Zeevaart bunkerde iets minder brandstof in rotterdam in 2024, maar 52 procent meer vraag naar lng*. Havenbedrijf Rotterdam N.V. https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/zeevaart-bunkerde-iets-minder-brandstof-rotterdam-2024-maar-52-procent-meer
Port of Rotterdam. (n.d.). *Bunkeren in rotterdam*. Havenbedrijf Rotterdam N.V. https://www.portofrotterdam.com/nl/zeevaart/bunkeren-in-rotterdam
Porthos. (2025). Project. In: Porthos CO2 Transport & Storage.
Rijksoverheid. (2023a). *Categorieplan vervoer en verblijf - efficiënt werken, slim reizen*.
Rijksoverheid. (2023b). *Nationaal plan energiesysteem*.
Rijksoverheid. (2023c). *Nationaal plan energiesysteem - verdiepingsdocument c - transitiepaden gebruikssectoren*.
Rijksoverheid. (2023d). *Nationaal plan energiesysteem (npe)*.
Rijksoverheid. (n.d.). Maritiem masterplan. In: n.b.
RIVM. (2023). *Greenhouse gas emissions in the netherlands 1990-2021, national inventory report 2023*.
Rotterdam-Moerdijk, P. (2024). *Cluster energie strategie - industriecluster rotterdam-moerdijk*.
Royal Schiphol Group. (2018). *Wie doet wat op schiphol*. Schiphol. https://www.schiphol.nl/nl/jij-en-schiphol/wist-je-dat-factsheets/
RVO. (2024a). *Branstoftransitie in de zeevaart*.
RVO. (2024b). *Roadmap brandstoftransitie in de zeevaart*.

RVO. (2025). Subsidieregeling maritieme innovatieprojecten. In: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
RVO. (lopend). *Subsidies & financiering: Stimulering duurzame energieproductie en klimaattransitie (sde++)*. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/sde
SAB. (2024). *Jaarrapport 2023 - 14 mei 2024*.
SAB. (2025). *Tarieven*. SAB. https://sabni.nl/tarieven/
Ship & Bunker. (2022). *Fujairah 2021 bunker sales gain 5.1% despite december slowdown*. Ship & Bunker. https://shipandbunker.com/news/emea/752873-fujairah-2021-bunker-sales-gain-51-despite-december-slowdown
Ship & Bunker. (2024). *Zhoushan authorities plan to grow bunker sales to 10 million mt/year*. Ship & Bunker. https://shipandbunker.com/news/apac/427904-zhoushan-authorities-plan-to-grow-bunker-sales-to-10-million-mtyear
Ship & Bunker. (2025). *Zhousan's bunker sales rose by 3% in 2024*. Ship & Bunker. https://shipandbunker.com/news/apac/676501-zhoushans-bunker-sales-rose-by-3-in-2024
SkyNRG. (2019). *Skynrg, klm en shv energy lanceren 1e fabriek voor duurzame kerosine*. SkyNRG. https://skynrg.com/skynrg-klm-en-shv-energy-lanceren-project-voor-eerste-europese-fabriek-voor-duurzame-kerosine/
SkyNRG & ICF. (2025). *Saf market outlook 2025*.
TNO. (2025). *Een raffinageroute met toekomstwaarde voor groene waterstof in nederland*.
TNO & PBL. (2024). *Klimaatneutrale binnenvaart in 2050*.
Transparency market research. (2024). *Methanol-to-olefins market*. Transparency market research. https://www.transparencymarketresearch.com/methanol-to-olefins-market.html#:~:text=Asia%2DPacific%20is%20the%20leading,to%20maintain%20their%20competitive%20edge.
UMAS. (2021). *A strategy for the transition to zero-emission shipping an analysis of transition pathways, scenarios, and levers for change*.
VARO. (2024). Varo's rotterdam saf project gains momentum with gunvor's 50% investment. In: VARO.
Westerveld, J. (2025). Blue circle olefins plant grote circulaire fabriek in rotterdam. *Energeia*. https://energeia.nl/blue-circle-olefins-plant-grote-circulaire-fabriek-in-rotterdam/
Xinde Marine News. (2023). *China data: Fuel oil exports fall 6% on year to 18 mil mt in 2022*. n.b. https://www.xindemarinenews.com/m/view.php?aid=45167#:~:text=However%2C%20lower%20bunker%20demand%20since,of%20The%20Xinde%20Marine%20News.
Yara. (2025). *Ccs project*. Yara. https://www.yara.nl/over-yara/yara-in-de-benelux/yara-sluiskil/ccs-project/
ZSBunker. (2022). *Why does zhoushan climb to become the fifth-largest bunkering port in the world?* ZSBunker. https://www.zsbunker.cn/news_detail.jsp?id=911