



Maatregelen lozingen EGCS-waswater

Economische effecten van maatregelen
ter reductie van lozingen van EGCS-
waswater



Maatregelen lozingen EGCS-waswater

Economische effecten van maatregelen ter reductie van lozingen van EGCS-waswater

Dit rapport is geschreven door:
Peter Scholten, Dagmar Nelissen en Daan van Seters

Delft, CE Delft, december 2023

Publicatienummer: 23.230276.175

Zeevaart / EGCS / scrubber / lozingen waswater / economische effecten / reders

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur & 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 meer dan 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	9
	1.1 Achtergrond	9
	1.2 Aanleiding	10
	1.3 Doel en onderzoeksopzet	10
	1.4 Leeswijzer	11
2	Methode	12
	2.1 Bepalen van relevante maatregelen om lozen van waswater te reduceren	12
	2.2 Omvang Nederlandse maritieme sector en EGCS	12
	2.3 Bespreken relevante maatregelen uit Stap 1 met de sector	13
	2.4 Inschatting jaarlijkse kosten aan brandstoffen en technieken.	13
3	Maatregelen	15
	3.1 Bestaande regelgeving vanuit IMO	15
	3.2 Bestaande lokale maatregelen om lozingen te verminderen	16
	3.3 Longlist maatregelen	17
	3.4 Shortlist maatregelen	18
4	Nederlandse maritieme sector en EGCS	20
	4.1 Omvang sector	20
	4.2 Huidig gebruik van EGCS door Nederlandse schepen	25
	4.3 Effecten maatregelen op gedrag schepen	27
	4.4 Toekomstontwikkeling EGCS	33
5	Kosten van EGCS en alternatieven bij verboden lozen waswater	34
	5.1 Aanpak	34
	5.2 Uitgangspunten kosten	34
	5.3 Aandeel in territoriale wateren en gebieden	38
	5.4 Uitkomsten van kostenanalyse EGCS bij verboden	41
	5.5 Effecten van verboden op producenten	57
6	Conclusies	58
	Bibliografie	62
A	Interview opzet	64
B	Details van schepen	66
	B.1 Energieverbruik	66
	B.2 Scheepseigenschappen	68



Samenvatting

Sinds 1 januari 2020 stelt de International Maritime Organization (IMO) een lagere limiet op de hoeveelheid zwavel die in scheepsbrandstof mag zitten. Om de uitstoot van zwavel te beperken, kunnen scheepseigenaren verschillende maatregelen treffen. Eén van die maatregelen is het toepassen van emissiereducerende systemen, ook wel bekend als Exhaust Gas Cleaning Systems (EGCS). Deze systemen gebruiken zeewater om uitlaatgassen te wassen, zodat schepen kunnen varen op zwavelhoudende zware stookolie (HFO).

Er wordt in toenemende mate over de potentiële milieueffecten van waswaterlozingen van EGCS gediscussieerd, met name van lozingen nabij de kust en in havens. Verschillende landen en havens hebben maatregelen genomen die lozingen van EGCS verbieden in territoriale wateren of havens. Het gaat dan veelal om lozingen van open-loopsystemen (deze systemen lozen waswater overboord), maar ook om lozingen van bleed-off water van closed-loopsystemen (deze slaan het slib op en produceren beperkt overschot van water; het bleed-off water). Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft CE Delft verzocht om te onderzoeken wat de economische gevolgen zijn van maatregelen die lozingen van waswater verminderen van schepen onder Nederlandse vlag, Nederlandse rederijen en Nederlandse producenten van EGCS.

Opties om te voldoen aan verboden om waswater te lozen

Scheepseigenaren hebben de volgende opties om aan verboden te voldoen:

1. Ze kunnen overstappen op het gebruik van laagzwavelige brandstoffen, zoals Very Low Sulphur Oil of Marine Gas Oil in de gebieden waar een verbod geldt.
2. Ze kunnen kiezen voor een hybride of closed-loopsysteem.
3. Nieuwbouw van een schip dat volledig op LNG vaart. Schepen op LNG hebben geen EGCS nodig om aan zwaveleisen te voldoen.
4. Een andere optie is om gebieden te vermijden waar verboden gelden.

De mate waarin de kosten toenemen is afhankelijk van het type schip, het vaargebied en het soort maatregel. Daarnaast kan het ook gevolgen hebben voor producenten van EGCS en havens.

Maatregelen om lozingen van waswater te verminderen

In deze studie hebben we gekeken naar vier verschillende maatregelen die genomen kunnen worden om lozingen van waswater door EGCS te verminderen:

1. Een verbod op lozingen in de haven en/of binnen 3 nm van de kust. Hierbij hebben we zowel gekeken naar een variant waarbij Nederland een lokaal verbod invoert als een variant waarbij dit verbod wereldwijd wordt toegepast.
2. Een wereldwijd verbod op lozingen van waswater, waardoor alle schepen moeten overstappen op closed-loop-EGCS of laagzwavelige brandstoffen.
3. Een wereldwijd verbod op lozingen in specifieke kwetsbare gebieden (PSSAs).
4. Herziening van de (huidige) criteria van lozing volgens de 'EGCS guidelines' (Resolution MEPC.340(77)) 2021. Een herziening zal strengere eisen stellen aan de emissies voor nieuw geïnstalleerde EGCS.

Kosten van de verschillende opties om lozingen waswater te verminderen

Voor lokale verboden geldt dat de stijging van de kosten afhangt van de zone waarin het verbod geldt. Een wereldwijd verbod in territoriale wateren binnen 12 nm van de kustgrens heeft veel meer effect dan lokale verboden in havens. We schatten in dat, gemiddeld gezien, een wereldwijd verbod in territoriale wateren binnen 3 nm van de kustgrens ervoor zorgt dat EGCS 4 tot 8% minder worden ingezet. Er zijn echter schepen waar dit effect groter zal zijn, bijvoorbeeld omdat ze veel brandstof in havens verbruiken of vaak langs de kust varen. Een wereldwijd verbod binnen 3 nm van de kust levert schepen met open-loop-EGCS, afhankelijk van het scheepstype, extra jaarlijkse kosten op tussen de \$ 100.000 (kleine containerschepen) en \$ 3 miljoen (cruiseschepen). Omdat het gebruik van EGCS nog steeds een jaarlijks kostenvoordeel oplevert, verwachten we geen effect op producten.

Specifiek voor Nederland geldt dat de doorgaande vaarroutes relatief beperkt in territoriale wateren binnen de 3 nm liggen. We verwachten daarom dat lokale maatregelen in Nederland een beperkt effect hebben bij incidenteel bezoek. Voor schepen die vaak Nederlandse havens aandoen ligt dat anders. Voor deze schepen kunnen de kosten groter zijn, naar schatting \$ 25.000 tot \$ 400.000 per jaar voor schepen die EGCS in de haven gebruiken, waarbij een kwart van de bezochte havens Nederlands is. Voor schepen die EGCS alleen voor de hoofdmotor gebruiken (dit geldt voor het merendeel van de Nederlandse vloot), liggen kosten voor een vergelijkbare situatie tussen de \$ 7.000 en \$ 90.000. Eigenaren van Nederlandse schepen die gecharterd worden, hebben aangegeven dat de kans hierdoor bestaat dat opdrachtgevers ervoor kiezen om gecharterde Nederlandse schepen niet langer vanuit Nederland te laten opereren, of te kiezen voor een ander schip. We hebben niet kunnen inschatten hoe groot deze groep is en voor welke kosten zij precies komen te staan.

De ordegrrootte van het effect van een wereldwijd verbod op het lozen van waswater in PSSAs is zeer sterk afhankelijk van de route. Nederlandse schepen varen met name in PSSAs bij de Oostzee en de Franse westkust. Veel schepen zullen kiezen voor een closed-loopvariant, wanneer het lozen van bleed-off water is toegestaan binnen een wereldwijd verbod op het lozen van waswater. Als ook het lozen van bleed-off water verboden wordt, dan zullen closed-loopsystemen vaak geen optie zijn, omdat er onvoldoende ruimte aan boord is om langdurig bleed-off water op te slaan. Varen op laagzwavelige brandstoffen is dan de enige manier om aan verboden te voldoen. Het is technisch mogelijk om strengere eisen te stellen aan de maximale emissies naar water voor bestaande en nieuw geïnstalleerde EGCS. In de praktijk is dit voor bestaande systemen niet altijd mogelijk vanwege beperkte ruimte. Door een hoger gebruik van hybride EGCS kan de omzet van producenten stijgen van ongeveer \$ 250 naar \$ 350 miljoen per jaar.

Indirecte effecten

Door marktpartijen worden er naast de impact op de brandstofkosten nog andere, indirecte economische effecten genoemd als gevolg van het verbod op het lozen van waswater van EGCS:

- Een grote verscheidenheid aan bestaande lokale maatregelen leidt tot complexiteit, die tot extra nalevingskosten voor scheepseigenaren leidt. De verscheidenheid aan lokale maatregelen zorgt er ook voor dat het risico op overtredingen toeneemt.
- EGCS zorgen ervoor dat naast zwavel ook de emissies van fijnstof naar de lucht dalen. Bij het gebruik van fossiele laagzwavelige brandstoffen is dat niet het geval. Volgens reders wordt dit effect momenteel in de afwegingen onvoldoende meegenomen. Zij pleiten ervoor om het lozen van waswater vanuit een breder perspectief te bekijken, om zo tot een afgewogen beslissing te komen. Ook de aankomende klimaatregelingen en

relevante technieken, waaronder de afvang van CO₂ door EGCS, zouden onderdeel van het bredere perspectief moeten zijn.

- Reders hebben enkele jaren geleden investeringen van enkele miljoenen per schip in EGCS's gedaan, om aan de zwaveleisen te voldoen. Lokale maatregelen zorgen ervoor dat deze investeringen na enkele jaren al minder waardevol zijn. Dit leidt tot gebrek aan overheidsvertrouwen, wat schadelijk is voor de bereidheid om langetermijn-investeringen te doen.

Summary

Since 1 January 2020, the International Maritime Organisation (IMO) has set a lower limit on the amount of sulphur permitted in marine fuel. There are several measures shipowners can take to reduce sulphur emissions. One such measure is the application of emission-reducing systems, also known as Exhaust Gas Cleaning Systems (EGCS). These systems use seawater to wash exhaust gases, allowing ships to run on heavy sulphur fuel oil (HFO).

The potential environmental impact of washwater discharges from EGCS are increasingly being debated, especially discharges near the coast and at ports. Several countries and ports have adopted measures banning discharges of EGCS in territorial waters or ports. These bans are mostly for discharges from open-loop systems (these systems discharge washwater overboard), but also for discharges of bleed-off water from closed-loop systems (these store sludge and produce limited surplus water - the bleed-off water). The Ministry of Infrastructure and Water Management (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat) requested CE Delft to investigate the economic impact of measures that reduce washwater discharges from Dutch-flagged vessels, Dutch shipping companies and Dutch producers of EGCS.

Options to comply with bans on the discharge of washwater

Shipowners have the following options to comply with bans:

1. Switch to using low-sulphur fuels, such as Very Low Sulphur Oil or Marine Gas Oil, in the banned areas.
2. Opt for a hybrid or closed-loop system.
3. New construction of a ship fully powered by LNG. Ships running on LNG do not need EGCS to meet sulphur requirements.
4. Another option is to avoid areas where bans are in place.

The extent to which costs increase depends on the type of vessel, the area of operation and the type of measure. It may also affect producers of EGCS and ports.

Measures to reduce the discharge of washwater

In this study, we looked at four different policy measures that can be taken to reduce washwater discharges from EGCS:

1. A ban on discharges in ports and/or within 3 nm of the coast. We have investigated both a variant where the Netherlands implements a national ban and a variant where this ban is applied globally.
2. A global ban on washwater discharges, requiring all ships to switch to closed-loop EGCS or low-sulphur fuels.
3. A global ban on discharges in specific sensitive areas (PSSAs).
4. Review of current discharge criteria, based on 'EGCS guidelines' (Resolution MEPC.340(77)) 2021. A review will impose stricter emissions requirements for newly installed EGCS.

Costs of the various options to reduce the discharge of washwater

For national bans, the increase in costs depends on the zone in which the ban applies. A global ban in territorial waters within 12 nm of the coastal border has substantially more impact than local bans in ports. We estimate that, on average, a global ban in territorial waters within 3 nm of the coastal boundary reduces the potential deployment of EGCS by 4% to 8%. However, there are ships where this effect will be greater, because they consume a lot of fuel in ports or sail frequently along the coast. A global ban within 3 nm of the coast results in vessels with open-loop ECCS incurring additional annual costs of between \$ 100,000 (small container ships) and \$ 3 million (cruise ships), depending on the ship type. Because the use of EGCS continues to provide an annual cost benefit, we do not expect any impact on the demand for EGCS.

Specifically concerning the Netherlands, transit shipping routes are relatively limited in territorial waters located within 3 nm. We therefore expect national measures in the Netherlands to have a limited effect on ships that visit occasionally. The situation will differ for ships that frequently visit Dutch ports. The costs may be greater by an estimated \$ 25,000 to \$ 400,000 a year for ships using EGCS in ports, where a quarter of the ports visited are located in the Netherlands. In comparison, the costs for ships deploying EGCS for the main engine only (this applies to the majority of the Dutch fleet) are between \$ 7,000 and \$ 90,000. Owners of Dutch chartered ships have indicated that this raises the possibility that clients may choose to stop operating chartered Dutch ships and opt for ships from other nations. We have been unable to estimate the size of this group and the exact costs they will incur.

The magnitude of the impact of a global ban on the discharge of washwater into PSSAs is highly route-dependent. Dutch ships operate mainly in Particularly Sensitive Sea Areas (PSSAs) near the Baltic Sea and the French west coast. Many ships will opt for a closed-loop variant if discharging bleed-off water is permitted in the context of a global ban on the discharge of washwater. If the discharge of bleed-off water is also banned, closed-loop systems will often not be an option because there is insufficient space on board to store bleed-off water for long periods. Sailing on low-sulphur fuels is then the only way to comply with bans. It is technically possible to impose stricter requirements for maximum emissions to water for existing and newly installed EGCS. In practice, however, this is not always possible for existing systems due to limited space on board. Increased deployment of hybrid EGCS could increase producers' sales from about \$ 250 to \$ 350 million a year.

Indirect effects

In addition to the impact on fuel costs, the following indirect economic effects are mentioned by stakeholders resulting from the ban on the discharge of washwater from EGCS:

- A wide variety of national measures creates complexity, leading to additional compliance costs for shipowners. This variety of national measures also increases the risk of violations.
- EGCS, in addition to sulphur, also reduce emissions of particulate matter to air. This is not the case when using low-sulphur fossil fuels. According to shipowners, this effect is currently not sufficiently considered in decision-making. They advocate looking at the discharge of washwater from a broader perspective to arrive at a considered decision. Similarly, upcoming climate regulations and relevant technologies, including CO₂ capture by EGCS, should also be part of the broader perspective.
- Several years ago, shipowners made investments in EGCSs amounting to several millions per ship to meet sulphur requirements. National measures make these investments less

valuable after just a few years. This leads to lack of confidence in the government, which is detrimental to the willingness to make long-term investments.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Sinds 1 januari 2020 stelt de International Maritime Organization (IMO) een lagere limiet op de hoeveelheid zwavel die in scheepsbrandstof mag zitten¹. Daarnaast zijn er op enkele plekken ter wereld, waaronder de Noordzee, zogeheten Sulphur Emission Control Area's (SECA) waar een nog lagere limiet² geldt. Om de uitstoot van zwavel te beperken, kunnen schepen varen op brandstoffen met lagere zwavelinhoud, zoals Very Low Sulphur Oil (VLSFO), Ultra Low Sulphur Oil (ULSFO), Marine Gas Oil (MGO) of vloeibaar natuurlijk gas (LNG). Een andere oplossing is het toepassen van emissiereducerende systemen, ook wel bekend als Exhaust Gas Cleaning Systems (EGCS), zodat goedkopere zware stookolie gebruikt kan blijven worden. Met behulp van een EGCS wordt water gebruikt om zwaveloxide (SO_x) en andere schadelijke emissies zoals fijnstof (PM) en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) uit de uitlaatgassen te verwijderen. Het proces om de emissies te verwijderen staat bekend als 'scrubben'. Het vervuilde water dat gebruikt wordt om de zwavel te verwijderen, staat bekend als 'waswater'. Het waswater bevat verontreinigende stoffen en daardoor zijn er mogelijk schadelijke gevolgen aan het lozen van waswater. Er zijn echter verschillende soorten EGCS op de markt, waarmee lozingen voorkomen kunnen worden.

Tekstkader 1 - Werking van de verschillende types Exhaust Gas Cleaning Systems

Er bestaan drie soorten EGCS:

1. Open-loop-EGCS gebruikt zeewater om de uitlaatgassen te wassen. Het resulterende waswater wordt daarna met zeewater verdund en, veelal na een zekere mate van filtering, geloosd in de zee.
2. Closed-loop-EGCS gebruikt zoetwater of zeewater samen met een basische chemische stof om de uitlaatgassen te filteren. Het resultaat is geconcentreerd scrubber slib (*sludge*) en een beperkte hoeveelheid waswater (*bleed-off water*). Closed-loop-EGCS kunnen voor een beperkte periode opereren zonder emissies naar water, doordat waswater opgeslagen kan worden. Het scrubber slib wordt in principe altijd opgeslagen en ingeleverd in havens. Het opgeslagen waswater kan in havens afgegeven worden of overboord geloosd worden in gebieden waar dat toegestaan is.
3. Hybride EGCS kunnen zowel open of gesloten opereren, afhankelijk van de keuze van de schipper.

Er zijn daarnaast EGCS die ook andere stoffen afvangen. Het gaat dan met name om systemen die ook CO_2 -emissies kunnen afvangen. Dit wordt nog weinig toegepast, omdat dit nog geen sluitende businesscase heeft.

Op dit moment wordt een steeds groeiend gedeelte van de schepen uitgerust met EGCS. Momenteel zijn ongeveer 5.000 schepen wereldwijd (zo'n 5% van de totale vloot) met een EGCS uitgerust, waarvan in ongeveer voor 70% van de gevallen sprake is van retrofit. Omdat veelal grote schepen gebruik maken van EGCS, komt het op basis van laadvermogen neer op 26% van de wereldwijde vloot (Clarksons Research, 2023). Wereldwijd zijn met name tankers, containerschepen, RoRo-schepen en cruiseschepen uitgerust met EGCS. Deze schepen hebben een hoog brandstofverbruik, waardoor de investeringen sneller terugverdiend zijn. In Nederland komen, omdat het in een SECA ligt, relatief veel schepen met

¹ The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) Annex VI (Regulation 14) schrijft een verlaging voor van 3.5% m/m naar 0.5% m/m.

² MARPOL Annex VI (Regulation 14) schrijft een limiet van 0.10% m/m voor.

EGCS. In de havens van Amsterdam en Rotterdam zijn naar schatting respectievelijk zo'n 5 en 15% van de bezoekende schepen uitgerust met een EGCS in 2023. Het is onbekend in hoeverre de schepen EGCS ook daadwerkelijk in de haven gebruiken. De havens geven aan dat scrubberslib slechts beperkt wordt ingeleverd.

1.2 Aanleiding

Recentelijk is er meer discussie gekomen over het lozen van waswater in zee, met name nabij de kust. Er wordt in toenemende mate over de potentiële milieueffecten van waswaterlozingen van EGCS gediscussieerd, met name nabij de kust en in havens. Omdat de kennis over de schadelijkheid nog in ontwikkeling is, wordt er door sommige partijen opgeroepen om een voorzichtige aanpak te hanteren en lozingen van waswater te verbieden. Aan de andere kant zijn er partijen die beargumenteren dat schepen aan de huidige internationale eisen van lozingen voldoen, en als schadelijkheid aangetoond kan worden, de eisen aangescherpt kunnen worden. Ondertussen zijn er verschillende landen en havens die al maatregelen genomen hebben om lozingen te beperken door lozingen van EGCS te verbieden in wateren of havens. Het gaat dan veelal om lozingen van open-loopsystemen, maar in sommige gevallen ook om bleed-off water van closed-loopsystemen. Schepen hebben de volgende opties om met verboden om te gaan:

1. Schepen kunnen overstappen op duurdere laagzwavelige brandstoffen in de gebieden waar een verbod geldt.
2. Door te kiezen voor een hybride of closed-loopsysteem: met deze systemen is het mogelijk om waswater tijdelijk op te slaan aan boord, waardoor er geen emissies naar water plaatsvinden.
3. Varen op alternatieve brandstoffen: LNG of andere alternatieve brandstoffen hebben geen EGCS nodig om aan zwaveleisen te voldoen.
4. Een andere optie is om gebieden te vermijden waar verboden gelden.

Deze opties leiden tot hogere kosten doordat duurdere brandstoffen gebruikt worden, duurdere technieken gebruikt worden, of doordat op andere routes gevaren dient te worden. Dit zorgt voor negatieve economische effecten bij reders. Daarnaast kan het ook gevolgen hebben voor producenten van EGCS. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft CE Delft verzocht om te onderzoeken wat de economische gevolgen zijn van maatregelen die lozingen van waswater beperken, op schepen onder Nederlandse vlag, Nederlandse rederijen en Nederlandse producenten van EGCS.

1.3 Doel en onderzoekopzet

Het hoofddoel van deze studie is om te bepalen wat de economische effecten zijn van maatregelen die het lozen van waswater beperken, op de Nederlandse maritieme sector. We doen dit door de volgende vier deelvragen te beantwoorden:

1. Welke maatregelen zijn er mogelijk om de lozingen van waswater te verminderen?
2. Hoeveel Nederlandse schepen en EGCS-producenten worden er door deze maatregelen beïnvloed?
3. Welke opties hebben de schepen om aan de maatregelen te voldoen?
4. Wat zijn de kosten van deze opties?

De onderzoeksvragen zullen worden beantwoord door op een modelmatige manier de financiële keuzes in kaart te brengen. Daarnaast brengen we ook de effecten in kaart die niet goed in een kostenberekening te vatten zijn. De noodzakelijke informatie halen we op door middel van een combinatie van literatuuronderzoek en contact met betrokken partijen.

Gegeven de beperkingen in de beschikbare informatie en tijd, zal deze studie geen inschattingen maken van de exacte hoogte van de economische effecten voor de gehele Nederlandse markt, omdat hiervoor kennis over de specifieke naleving van de maatregelen nodig is. Wel maken we op basis van cases inzichtelijk wat de effecten van maatregelen zijn op de jaarlijkse brandstof- en EGCS-gerelateerde kosten. Deze kosteninschattingen gebruiken we samen met de bevindingen uit de markt om tot algemene conclusies te komen.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 bespreken we de gehanteerde methodiek in detail. De maatregelen die als doel hebben om lozingen van waswater te beperken, bespreken we in Hoofdstuk 3. In Hoofdstuk 4 bespreken we de omvang van de Nederlandse sector in relatie met EGCS en de bevindingen vanuit de sector. Mede dankzij de inzichten vanuit de sector bepalen we in Hoofdstuk 5 de effecten van maatregelen op de jaarlijkse brandstof- en EGCS-gerelateerde kosten. Ten slotte zullen de resultaten uit de eerdere hoofdstukken worden geresumeerd in Hoofdstuk 6.

2 Methode

Een combinatie van verschillende methodes is gehanteerd om tot een inschatting van de economische effecten te komen. Vier stappen kunnen gedefinieerd worden:

1. Het bepalen van relevante maatregelen gericht op het reduceren van lozingen van waswater.
2. Dit wordt opgevolgd door een inschatting van de omvang van de Nederlandse maritieme sector, die gebruikmaakt van EGCS.
3. Het bespreken van de effecten van relevante maatregelen uit Stap 1 binnen de sector.
4. Op basis van de voorgaande stappen wordt een inschatting gemaakt van het effect van maatregelen, gelet op de jaarlijkse kosten van brandstoffen en de technieken.

In de volgende paragrafen wordt toegelicht welke methodiek wordt gehanteerd per stap.

2.1 Bepalen van relevante maatregelen om lozen van waswater te reduceren

In de eerste stap bepalen we eerst een longlist aan relevante maatregelen die lozingen van waswater kunnen reduceren. Om dit te doen, beginnen we met maatregelen die genoemd zijn in een studie waar al een inventarisatie is gedaan (Marin-Enriquez et al., 2023). Dit combineren we met een overzicht van verschillende typen lokale maatregelen die al in verscheidene landen genomen zijn. Deze longlist is ter reflectie voorgelegd aan KNVR en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Vanuit de longlist werken we in dit rapport toe naar een beknopte lijst aan maatregelen die daadwerkelijk zullen worden doorgerekend. De beknopte maatregelenlijst is in samenspraak met IenW bepaald.

2.2 Omvang Nederlandse maritieme sector en EGCS

In de tweede stap bepalen we in welke mate de verschillende typen EGCS worden toegepast, waarbij we ons specifiek richten op de Nederlandse markt. Om het totale aantal Nederlandse schepen te bepalen, gebruiken we de volgende bronnen:

1. Het Vlootboek in beheer van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
2. De World Fleet Register van schepen (Clarksons Research Portal, ongoing) die onder andere het type EGCS specificeert.
3. Afstemming en validatie met verschillende interviewpartijen, waaronder KNVR.

Op basis van bovenstaande bronnen hebben we een overzicht gecreëerd van het aantal schepen onder Nederlandse vlag, of in dienst van een Nederlandse reder of eigenaar. Daarbij onderscheiden we om welk type EGCS het gaat.

Om de markt voor Nederlandse producenten van EGCS te bepalen gebruiken we de volgende bronnen:

1. De World Fleet Register van schepen (Clarksons Research Portal, ongoing), die onder andere het type EGCS specificeert, de (wereldwijde) afzet, en de locatie van het hoofdkantoor.
2. Afstemming en validatie met verschillende interviewpartijen, waaronder de branchevereniging Maritime Technology Netherlands.
3. Inzichten vanuit de literatuur, met name over de toekomstige vraag naar EGCS.

Op basis van voorgaande bronnen hebben we een overzicht gemaakt van het aantal EGCS van Nederlandse producenten of EGCS van producenten waar de productie voor een aanzienlijk deel naar Nederland te herleiden is. Hierbij hebben we als onderscheidend criterium aangehouden of een producent bij de Nederlandse branchevereniging betrokken is.

2.3 Bespreken relevante maatregelen uit Stap 1 met de sector

In de derde stap hebben we inzichten uit de markt opgehaald. Dit is uitgevoerd door middel van interviews en mailcontact. We proberen in te schatten hoe scheepseigenaren en producenten van EGCS reageren op de verschillende geselecteerde maatregelen. Daarnaast gebruiken we de interviews om te achterhalen welke kosten gemoeid zijn met de verschillende maatregelen. In Bijlage A is opgenomen welk interviewformat gehanteerd is tijdens de gesprekken. We hebben gesproken met drie producenten, vijf reders, twee Nederlandse havenbedrijven en twee relevante brancheverenigingen.

2.4 Inschatting jaarlijkse kosten aan brandstoffen en technieken.

In de vierde stap maken we een inschatting van de kosten voor de Nederlandse maritieme sector. De kosten hangen samen met de vier opties die schepen hebben om aan het potentiële verbod te voldoen:

1. Schepen kunnen overstappen op laagzwavelige brandstoffen in de gebieden waar een verbod geldt.
2. Door te kiezen voor een hybride of closed-loopsysteem. Met deze systemen is het mogelijk om waswater tijdelijk op te slaan aan boord, waardoor er geen emissies naar water plaatvinden.
3. Varen op alternatieve brandstoffen. LNG of andere alternatieve brandstoffen hebben geen EGCS nodig om aan zwaveleisen te voldoen.
4. Gebieden vermijden waar verboden gelden.

De kosten hangen samen met het brandstofverbruik in gebieden met en zonder verboden, de kosten van de verschillende brandstoffen, en de kosten van de verschillende technische oplossingen. Voor de vierde optie, het vermijden van gebieden, hebben we geen kwalitatieve inschatting kunnen doen. We vergelijken de kosten met een baseline, waar geen verboden gelden. Hiervoor is van belang welk aandeel van de tijd schepen in SECAs varen, omdat hier het kostenvoordeel van een EGCS hoger is, doordat anders gebruik gemaakt moet worden van ULSFO of MGO, in plaats van het voordeligere VLSFO.

Om de kosten van schepen in te kunnen schatten, zijn de volgende factoren van belang:

- Het jaarlijkse brandstofverbruik en het gedeelte van het verbruik waar regelgeving toepasbaar op is. Afhankelijk van de maatregel en waar de schepen varen, gaat het om:
 - het totale brandstofverbruik;
 - brandstofverbruik in havens;
 - brandstofverbruik in 1 nautische mijl (nm), 3 nm of 12 nm vanaf de kust.
- Voor het brandstofverbruik baseren we ons op inschattingen uit de 4^{de} IMO studie (CE Delft et al., 2020), EU MRV (EMSA, ongoing) en andere relevante bronnen uit de literatuur aangevuld met inzichten uit de interviews.
- Een inschatting van het aantal landen en havens waar momenteel lokale maatregelen genomen worden.
- De investerings- en onderhoudskosten van verschillende typen EGCS, evenals het extra energieverbruik van EGCS.
- De investerings- en onderhoudskosten van nieuwbouwschepen varende op LNG.

- De kosten van verschillende typen brandstoffen, met name HFO, VLSFO, ULSFO, MGO en LNG.
- Het gedrag van scheepseigenaren en producenten van EGCS als reactie op de verschillende maatregelen.

Op basis van voorgaande punten maken we een inschatting van de kosten op het niveau van scheepstype (indeling volgens 4^{de} IMO GHG-studie), om rekening te houden met verschillen in brandstofverbruik en het aantal dagen op zee en in havens. We werken toe naar een overzicht waar de kosten voor de volgende scenario's worden bepaald:

1. De kosten van het varen op HFO met verschillende typen EGCS.
2. De kosten van het varen op laagzwavelige brandstoffen zonder verschillende typen EGCS, afhankelijk van het aandeel brandstofverbruik in SECAs.
3. De kosten van het varen op HFO met verschillende typen EGCS, en waar nodig door verboden met laagzwavelige brandstoffen. Afhankelijk van de maatregel fluctueert het aandeel waarbij op laagzwavelige brandstoffen wordt gevaren.
4. De kosten van varen op LNG voor nieuwbouwschepen. Uit eerdere onderzoeken is gebleken dat retrofit van LNG erg prijzig is en daardoor financieel niet interessant (EMSA, 2023).

Het effect van maatregelen op kosten hangt af van het scheepstype, de inzet van het schip en de gebruikswijze van de EGCS. In deze studie kunnen we deze informatie niet achterhalen voor alle relevante schepen. Wij kunnen dus geen inschatting maken van de totale kosten voor alle (Nederlandse) schepen. Wel zullen we door middel van enkele representatieve cases de variatie aan kosten illustreren.

Voor het tweede onderdeel van de kosteninschatting maken we een inschatting van de kosten voor de Nederlandse producenten van EGCS. Om dit in te schatten, voeren we de volgende stappen uit:

- Ten eerste bepalen we hoeveel EGCS-systemen geproduceerd zijn in de afgelopen jaren door Nederlandse producenten. We maken hierbij onderscheid naar verschillende typen.
- Ten tweede bekijken we de effecten van de verschillende maatregelen op de vraag naar verschillende typen EGCS. Hierbij kijken we ook specifiek naar additionaliteit van lokale maatregelen. Hierbij proberen we in te schatten in hoeverre lokale maatregelen investeringsbeslissingen op vlootniveau beïnvloeden.
- Ten derde geven we een meer kwalitatieve bespreking van indirecte effecten op de producenten. Hierbij gaan we in op de synergie met EGCS die ook CO₂ afvangen, en of de producenten ruimte gebruiken voor andere producten.

3 Maatregelen

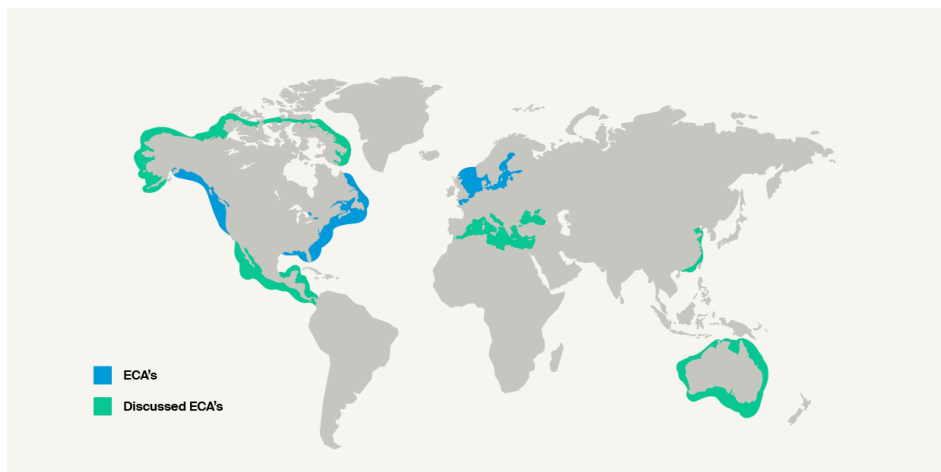
In dit hoofdstuk bespreken we maatregelen die genomen kunnen worden om lozingen van waswater uit EGCS te verminderen. We bespreken eerst de bestaande regelgeving vanuit de IMO, gevolgd door bestaande lokale maatregelen. Dit wordt gecombineerd met suggesties uit de literatuur om tot een longlist van maatregelen te komen. Vanuit de longlist werken we toe naar een beknopt overzicht, waarvoor de economische effecten zullen worden ingeschat in de volgende hoofdstukken.

3.1 Bestaande regelgeving vanuit IMO

Vanuit de IMO zijn er verschillende regelgevingen die effect hebben op de toegevoegde waarde van EGCS. Het gaat om de volgende regelgevingen:

- Ten eerste is Regulation 14 van MARPOL Annex VI van belang. Dit verdrag schrijft sinds 1 januari 2020 een verlaging voor van de limiet op de maximale zwavelinhoud van brandstoffen van 3.5% m/m naar 0.5% m/m. Aan deze regelgeving kan worden voldaan door op laagzwavelige brandstof te varen of door gebruik te maken van EGCS. De opkomst van EGCS is gedeeltelijk te herleiden naar deze globale aanscherpingen van de zwavelinhoud van brandstoffen.
- Ten tweede zijn er, als onderdeel van Regulation 14, specifieke regio's bekend als Emission Control Area's (zie Figuur 1), waaronder de Noordzee, waar strengere eisen zijn voor de zwavelinhoud van brandstoffen. Het gaat om een maximale inhoud van 0.10% m/m. De gebieden zijn op verschillende momenten geclassificeerd als ECA en de eisen gelden dus vanaf verschillende jaren. Vanaf 1 mei 2025 zal de Middellandse Zee ook een SECA zijn (IMO, 2022).

Figuur 1 - Emission Control Area's



Bron: (Kuehne+Nagel, n.d.).

Daarnaast heeft de IMO verschillende regelgevingen opgesteld voor het gebruik van EGCS:

- In 2005 zijn de eerste richtlijnen ingevoerd voor EGCS (Resolution MEPC.130(53)), in 2008 zijn bij een revisie (Resolution MEPC.170(57)) criteria vastgesteld voor de maximale uitstoot van bepaalde stoffen. Het gaat om de zuurtegraad (PH-waarde), de troebelheid (als proxy voor zware metalen) en de hoeveelheid PAK's³ van en in het waswater. De richtlijnen zijn in latere versies (2009, 2015 en 2020) aangepast, maar niet verder aangescherpt (ICCT, 2021). Wel zijn er sinds 2021 strengere eisen gesteld aan de frequentie en methodiek van monitoring van de emissies van waswater.
- Recentelijk is door MEPC overeengekomen (MEPC.1/Circ.899 78 2022) om de opgestelde '*2022 Guidelines for risk and impact assessments of the discharge water from exhaust gas cleaning systems*' te volgen wanneer lokale of regionale maatregelen genomen worden om zeewater te beschermen van waswaterlozingen.

3.2 Bestaande lokale maatregelen om lozingen te verminderen

Op dit moment zijn er geen verboden voor het lozen van waswater vanuit overkoepelende internationale instanties zoals International Maritime Organization (IMO) en de Europese Unie. Wel zijn er landen en havens die zelf maatregelen hebben genomen. ICCT (2023) heeft recentelijk een overzicht gepubliceerd van deze maatregelen. Wereldwijd zijn er in totaal 93 maatregelen genomen, verdeeld over 45 landen. Ongeveer de helft van de maatregelen is genomen door landen, terwijl de andere helft is genomen door individuele havens. In 86% van de gevallen gaat het om verboden van het lozen van waswater, in 14% van de gevallen worden er alleen aanvullende eisen gesteld, zoals het hebben van certificaten. In 64% van de gevallen gaat het alleen om verboden van het lozen van waswater uit open-loop-EGCS, waardoor closed-loopsystemen nog zijn toegestaan. In 29% van de maatregelen zijn ook lozingen van bleed-off water van hybride en closed-loopvarianten verboden.

Er zijn verschillende varianten van lokale maatregelen te herkennen:

- En groot aantal havens (20+) heeft een plaatselijk verbod waar het verbod logischerwijs alleen in de haven zelf geldt.
- In Vancouver Fraser Port zijn lozingen van waswater verboden als het schip voor anker of aan de kade ligt. Varend in de haven kan dus wel geloosd worden.
- Er zijn landen waar het verbod voor territoriale wateren geldt. Het gaat dan vaak om nationale maatregelen en niet om verboden voor een specifieke haven of zee. Aangezien havens binnen de territoriale wateren vallen, is het lozen van waswater in havens ook direct verboden. De territoriale wateren lopen tot 12 nm uit de grens van de laagwaterlijn. Voor verboden kiezen sommige landen ervoor om de grens van het verbod niet op 12, maar op 1 nm of 3 nm uit de kust te leggen.
- Er zijn landen waar het verbod geldt voor alle havens in het land (Kenia) of voor alle havens in het land en als een schip voor anker ligt (Israël).
- In Californië geldt een verbod op het lozen van waswater binnen 24 nm van de laagwaterlijn. Hetzelfde geldt voor Vale S.A. ports uit Brazilië.

Kijken we specifiek naar omliggende landen, dan zien we dat er verboden zijn in België, Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk:

- Frankrijk heeft in 2021 een verbod ingevoerd op lozingen uit open-loop-EGCS tot 3 nm van de kust. Lozingen van (gereinigd) waswater uit closed-loopsystemen zijn wel toegestaan. Daarnaast zijn er havens die aanvullende maatregelen hebben genomen.
- België heeft in 2021 een verbod ingevoerd op lozingen van EGCS tot 3 nm van de kust en in alle havens.

³ Verzamelnaam voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

- In Duitsland is het al langer verboden om waswater te lozen in binnenwateren en havens gesitueerd aan binnenwateren. Dit geldt dus onder andere voor Bremen en Hamburg.
- In het Verenigd Koninkrijk geldt geen algemeen verbod, maar er zijn vier havens die een lokaal verbod hebben.
- Denemarken onderzoekt momenteel de mogelijkheden omtrent een nationaal verbod.

Ook buiten Europa zijn er gebieden met verboden. Onder andere in China, Singapore, Egypte (waaronder het Suezkanaal), en Oman gelden verboden op het lozen van waswater.

3.3 Longlist maatregelen

In Marin-Enriquez et al. (2023) zijn potentiële internationale maatregelen gepresenteerd om lozingen van waswater tegen te gaan. Deze hebben we gecombineerd met de varianten van de lokale maatregelen uit Paragraaf 3.2 om tot een longlist van maatregelen te komen. We maken hierbij onderscheid naar maatregelen die lokaal in een land of haven genomen worden en maatregelen die in wereldwijd verband genomen worden.

Internationale maatregelen:

1. Herziening van de criteria van lozing volgens de ‘EGCS guidelines’ (resolution MEPC.340(77)). Deze herziening zou voor nieuw geïnstalleerde EGCS strengere eisen stellen aan de limieten van stoffen die in het waswater mogen zitten.
2. Eén wereldwijd afgestemd verbod op lozingen nabij land.
 - a Tot 12 nm vanaf de laagwaterlijn langs de kust.
 - b Tot 3 nm vanaf de laagwaterlijn langs de kust.
 - c Tot 1 nm vanaf de laagwaterlijn langs de kust.
3. Eén wereldwijd afgestemd verbod op lozingen in specifieke gebieden (PSSAs).
4. Schepen verplichten voldoende laagzwavelige brandstof aan boord te hebben om te gebruiken als EGCS steringen hebben. Op die manier zorgen incidenten niet voor een verhoogde uitstoot.
5. Wereldwijd afstemmen dat open-loop- of alle typen EGCS niet langer worden gezien als alternatief gebruik voor laagzwavelige brandstof. Dit zal alleen voor nieuwe schepen gelden.
6. Een wereldwijd verbod op het gebruik van alle typen EGCS of een wereldwijd verbod op lozingen van waswater in zee.
7. Een wereldwijd verbod op het gebruik van (hoogzwavelig) HFO.

Maatregelen in specifieke havens en landen omvatten lokale verboden op het lozen van waswater in specifieke wateren en/of havens. We gaan daarbij uit van verschillende grenzen:

1. Een verbod op lozingen bij havens en territoriale wateren (tot 12 nm van kust).
2. Een verbod op lozingen bij havens en territoriale wateren (tot 3 nm van kust).
3. Een verbod op lozingen bij havens en binnenwateren (tot 1 nm van kust).
4. Een verbod op lozingen bij havens.
5. Een verbod op lozingen bij havens tijdens het stilliggen van schepen.

3.4 Shortlist maatregelen

De twaalf maatregelen zijn in veel gevallen vergelijkbaar. Zo omvat een verbod tot 1 nm of 3 nm uit de kust deels dezelfde wateren. Daarnaast is uit eerder onderzoek dat bepaalde maatregelen minder effectief zijn voor het reduceren van emissies naar water (Marin-Enriquez et al., 2023). Zo zijn Maatregelen 1 en 6 gericht op nieuw geïnstalleerde EGCS, waardoor schippers met al gerealiseerde EGCS worden ontzien waardoor de effectiviteit lager is.

Op basis van overleg met IenW is besloten de volgende maatregelen niet mee te nemen:

- Maatregel 4: Schepen moeten laagzwavelige brandstof aan boord hebben in geval van storingen. Deze maatregel nemen we niet mee, omdat deze maatregel al gangbaar is en het effect op de hoeveelheid lozingen beperkt is.
- Maatregel 7: Een verbod op HFO. Deze maatregel nemen we niet mee, omdat het qua doorrekening lijkt op Maatregel 6 en 7 en omdat deze maatregel niet realistisch kan worden geïmplementeerd op de korte termijn.

Op basis van bovenstaande overwegingen komen we uit op onderstaande beknopte lijst van maatregelen:

- Een verbod op lozingen in de haven en/of binnen 3 nm van de kust.
Hierbij onderscheiden we twee subvarianten:
 1. In deze variant gaan we ervan uit dat ook Nederland een lokaal verbod invoert.
 2. In deze variant geldt het verbod voor alle landen wereldwijd (longlist Maatregel 3)
- Een wereldwijd verbod op lozingen van waswater, waardoor alle schepen moeten overstappen op closed-loop-EGCS of laagzwavelige brandstoffen. Hierbij onderscheiden we maatregelen die gelden voor nieuwe EGCS of ook voor bestaande EGCS.
- Een wereldwijd verbod voor lozingen in specifieke kwetsbare gebieden. We gaan daarbij uit van door IMO-criteria gedefinieerde gebieden (PSSA⁴). We gaan daarbij uit van door IMO-criteria gedefinieerde gebieden (PSSAs⁵).
- Herziening van de (huidige) criteria van lozing volgens de ‘EGCS guidelines’ ([Resolution MEPC.340\(77\)\) 2021](#). Een herziening zal strengere eisen stellen aan de emissies voor nieuw geïnstalleerde EGCS.

Wij bekijken niet in detail in hoeverre maatregelen juridisch en praktisch haalbaar zijn en of er milieuvoordelen aan verbonden zijn, maar wij richten ons hoofdzakelijk op de kosten die hiermee gemoeid gaan.

⁴ <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/pssas.aspx>

⁵ <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/pssas.aspx>

Figuur 2 - Aangewezen Particularly Sensitive Sea Areas



Bron: (IMO, 2023).

4 Nederlandse maritieme sector en EGCS

In dit hoofdstuk richten we ons op de Nederlandse maritieme sector in relatie tot EGCS. Hierbij kijken we eerst naar de omvang van de sector. Daarna bespreken we de ervaringen met het huidige gebruik van EGCS. In Paragraaf 4.3 en 4.4 richten we ons op de effecten van de geselecteerde maatregelen. Hierbij richten we ons eerst op de verschillende soorten verboden van lozingen en daarna op aanscherpingen van de eisen. We eindigen de paragraaf met de verwachte toekomstontwikkeling.

4.1 Omvang sector

4.1.1 Nederlandse vloot

Om in kaart te brengen op hoeveel schepen in de Nederlandse vloot zijn, hebben we gebruik gemaakt van Clarksons World Fleet Register (Clarksons Research Portal, ongoing) en het Vlootboek, dat in beheer is van het ministerie van IenW. Als definitie van een Nederlands schip gaan we uit van schepen die onder Nederlandse vlag varen of een Nederlandse eigenaar hebben. Dit resulteert in ongeveer 1.950 schepen in 2023. De meeste schepen vallen in de categorie multipurpose, offshore, sleepboten en general cargo.

Ongeveer 152 schepen binnen de Nederlandse vloot zijn uitgerust met EGCS. Tabel 1 geeft de resultaten weer per scheepstype. Een groot gedeelte van de schepen betreft General Cargo, Container of Ro-Ro-schip. De schepen vallen in verschillende grootteklassen. De kleinere schepen worden meer lokaal ingezet, terwijl de grotere schepen ingezet worden voor langere, intercontinentale reizen. Daarnaast zijn er ook meerdere, relatief kleine containerschepen en chemische tankers van gemiddelde omvang.

Tabel 1 - Schepen onder Nederlandse vlag of met Nederlandse eigenaar met EGCS per scheepstype

Type schip	Grootteklasse	Eenheid	Aantal
General cargo	10.000-19.999	dwt	42
General cargo	20.000-+	dwt	19
Container	0-999	TEU	12
Cruise	60000-99999	GT	11
General cargo	0-4.999	dwt	11
Ro-Ro	15.000-+	dwt	8
Ro-Ro	10.000-14.999	dwt	7
Chemische tanker	20.000-39.999	dwt	7
General cargo	5.000-9.999	dwt	7
Offshore	0-+	dwt	5
Chemische tanker	10.000-19.999	dwt	4
Vloeibaargastanker	50.000-99.999	cbm	4
Container	1.000-1.999	TEU	3
Ferry-RoPax	20000-+	GT	3
Olietanker	80.000-119.999	dwt	2
Olietanker	120.000-199.999	dwt	2

Type schip	Grootteklasse	Eenheid	Aantal
Gekoeldebulkschip	10.000-+	dwt	2
Olietanker	200.000-+	dwt	1
Drogebulkschip	100.000-199.999	dwt	1
Totaal			152

Bron: World Fleet Register (Clarksons Research Portal, ongoing) (bezocht 10-10-2023).

Tabel 2 geeft weer hoeveel Nederlandse schepen die met een EGCS varen, onder dezelfde eigenaar vallen. Er zijn veel eigenaren die verschillende schepen hebben met EGCS-systemen, waarbij nummer één eruit springt met 86 schepen in totaal. Het grootste deel van de schepen is uitgerust met een open-loopsysteem, terwijl geen enkel schip met een closed-loopsysteem lijkt te zijn uitgerust. Tabel 3 geeft weer welke producenten de EGCS gebouwd hebben waarmee de Nederlandse schepen varen. De producenten die de meeste systemen hebben geleverd, zijn: Ecospray, Alfa Laval, en Value Maritime.

Tabel 2 - Eigenaren van Nederlandse schepen met EGCS

Eigenaar	Open loop	Hybride	Onbekend	Closed loop	Totaal
1	71	7	8		86
2	10		1		11
3	9				9
4	8				8
5	7				7
6		5			5
7	1			3	4
8	2				2
9	2				2
10	2				2
11	2				2
12	2				2
13		2			2
14	1				1
15		1			1
16	1				1
17	1				1
18	1				1
19	1				1
20	1				1
21	1				1
22	1				1
23			1		1
Totaal	109	15	10	3	152

Bron: World Fleet Register (Clarksons Research Portal, ongoing) (bezocht 10-10-2023).

Tabel 3 - EGCS-producenten van geïnstalleerde EGCS op Nederlandse schepen

EGCS Producent	Land vestiging	Open loop	Hybride	Onbekend	Closed loop	Totaal
Ecospray	Italië	47		1		48
Alfa Laval	Frankrijk (EGCS uit Nederland)	19	11			30
Value Maritime	Nederland	19				19
<i>Onbekende producent</i>	-	1		8		9
Wärtsilä	Nederland (HQ Finland)	4	2			6
PuretecQ	Zweden	4				4
Langh Group	Finland	3	1			4
CR Ocean Eng	USA	3				3
VDL AEC Maritime	Nederland	2				2
Clean Marine	Noorwegen	2				2
Global Echo	Zuid-Korea	2				2
Ionada	Canada			1		1
Viswa EGCS	USA		1			1
Qingdao Headway	China	1				1
Yara Marine Technologies	Noorwegen	1				1
HD Hyundai	Zuid-Korea	1				1

Bron: World Fleet Register (Clarksons Research Portal, ongoing) (bezoekt 10-10-2023).

4.1.2 Nederlandse EGCS-producenten

Uit gesprekken met de branchevereniging voor maritieme technologie en een analyse van het World Fleet Register blijkt dat er drie producenten zijn die in Nederland gevestigd zijn en waar de productie van EGCS tot een zekere hoogte in Nederland plaatsvindt. Het gaat om:

1. Value Maritime.
2. Alfa Laval.
3. VDL AEC Maritime.

Tabel 4 geeft weer hoeveel EGCS van de drie fabrikanten geïnstalleerd zijn op schepen en van welk type de EGCS zijn. Het aantal geleverde EGCS ligt aanzienlijk hoger dan het aantal wat bij Nederlandse schepen is geïnstalleerd, waardoor geconcludeerd kan worden dat de producenten ook leveren aan schepen buiten Nederland. Het merendeel van de geproduceerde EGCS van deze drie producenten betreft een open-loopsysteem, al geven alle fabrikanten aan meerdere typen EGCS aan te bieden. De typeverdeling van de Nederlandse fabrikanten komt overeen met de wereldwijde verdeling naar typen EGCS.

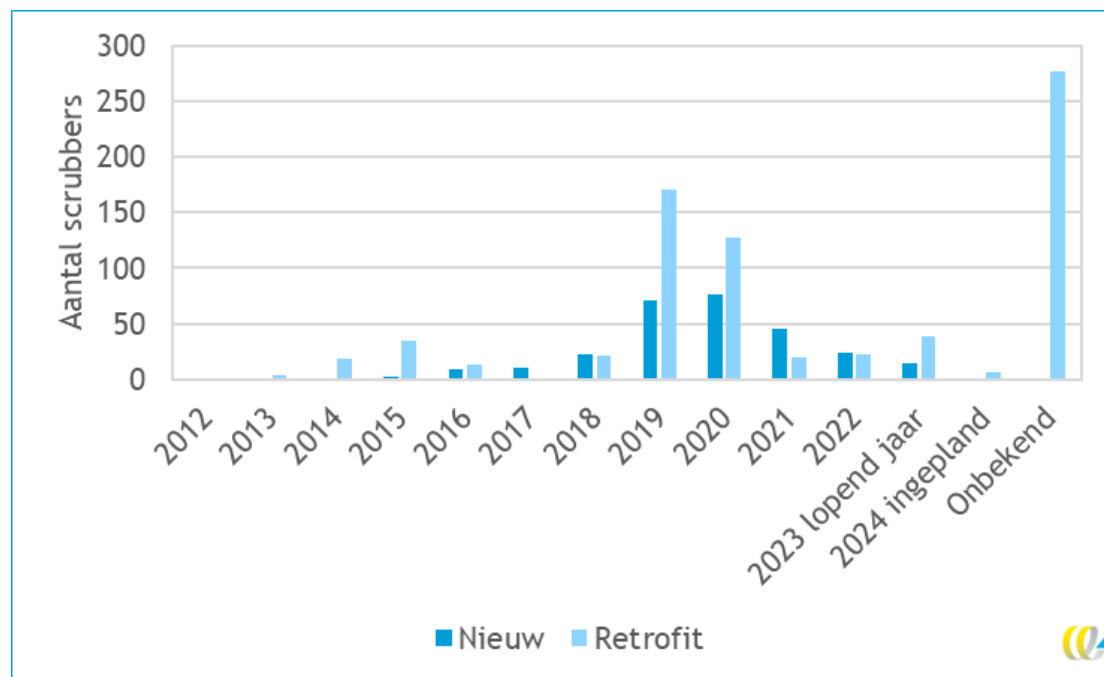
Tabel 4 - Geproduceerde EGCS van Nederlandse producenten van 2012 tot en met 2024 (ingepland)

	Open loop	Hybride	Closed loop	Onbekend	Eindtotaal
Alfa Laval	485	95	11	5	596
Value Maritime	45			1	46
VDL AEC Maritime	109	1	6		116
Eindtotaal	639	96	17	6	758

Bron: World Fleet Register(Clarksons Research Portal, ongoing) (bezocht 10-10-2023)

In Figuur 3 is te zien in welk jaar de EGCS afkomstig van Nederlandse producenten, geïnstalleerd zijn. Er is een duidelijke piek zichtbaar rond 2020, het jaar waarop de strengere IMO-eisen voor de zwavelinhoud van brandstoffen inging. In de afgelopen periode is de mondiale afzet van EGCS rond de 70 per jaar, waarbij een toenemend aandeel bij nieuwbouwschepen wordt geïnstalleerd.

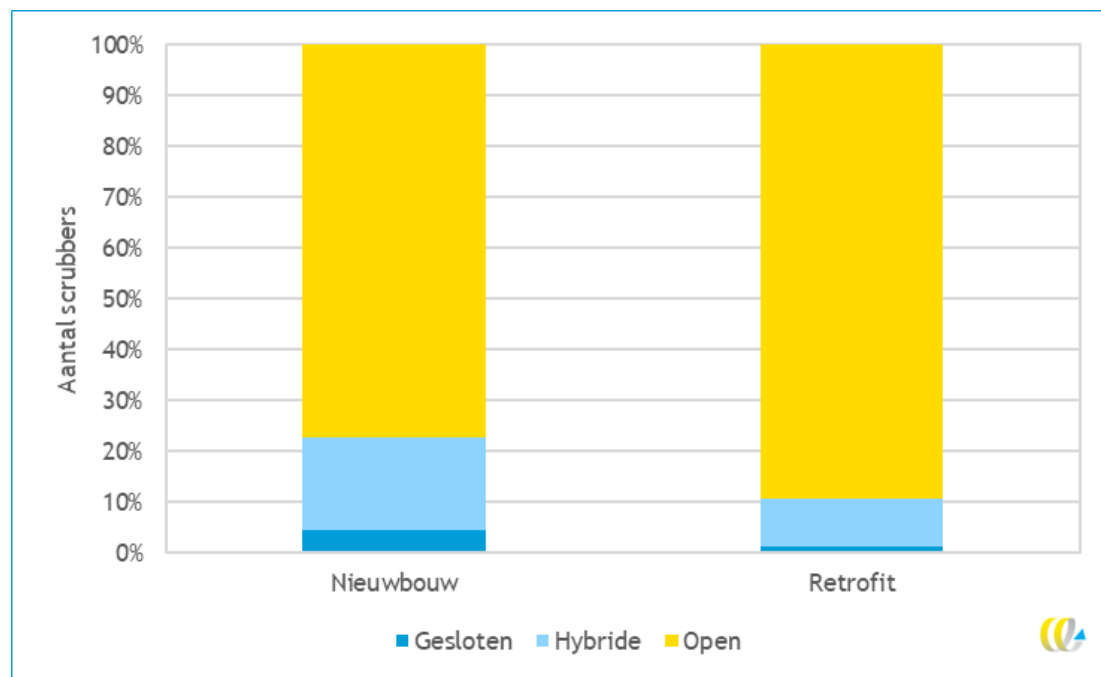
Figuur 3 - Jaar van installatie EGCS afkomstig van Nederlandse producenten



Bron: World Fleet Register (Clarksons Research Portal, ongoing) (bezocht 10-10-2023).

In Figuur 4 is zichtbaar hoe de verhouding naar type EGCS verdeeld is over nieuwbouw en retrofit. Bij nieuwbouw van schepen wordt steeds vaker gekozen voor hybride of closed-loopsystemen, al gaat het nog steeds om een minderheid.

Figuur 4 - Type EGCS voor nieuwbouw en retrofit door Nederlandse producenten tussen 2012 en 2023



Bron: World Fleet Register (Clarksons Research Portal, ongoing) (bezocht 10-10-2023).

4.2 Huidig gebruik van EGCS door Nederlandse schepen

In deze paragraaf bespreken we de huidige ervaringen van de Nederlandse maritieme sector met EGCS. De Nederlandse maritieme vloot bevat voor een gedeelte schepen die relatief beperkt in grootte zijn. Een gedeelte van deze schepen wordt vooral binnen Europa ingezet, waardoor de SECAs en lokale regelgeving van belang zijn. Er zijn echter ook schepen die wereldwijd worden ingezet en daarom slechts heel beperkt Nederlandse havens aandoen. Uit gesprekken met de Nederlandse maritieme sector blijken de volgende zaken momenteel te spelen met betrekking tot EGCS-systemen:

Gebruik van EGCS

De schepen die met een EGCS zijn uitgerust, gebruiken het EGCS zoveel als mogelijk is. Het is de meest voordelige manier om aan de zwaveleisen te voldoen. Een open-loop-systeem is de meest gekozen optie vanuit kostenvoordelen. Bij een gedeelte van de schepen is EGCS alleen aangesloten op de hoofdmotor. Tijdens het stilliggen worden vaak alleen generatoren en hulpmotoren gebruikt, die bij veel schepen op MGO en niet op zware stookolie draaien. Voor schepen met een dergelijke opstelling van motoren levert een EGCS alleen een kostenvoordeel op tijdens het varen. Er zijn echter ook schepen waar alle motoren op EGCS zijn aangesloten. Een categorie die hier uitspringt zijn cruiseschepen waarvoor het elektriciteitsverbruik uit het hotelgebruik dermate groot is dat de opwekking met grote motoren gebeurt, die ook op zware stookolie draaien.

Type EGCS

Nederlandse schepen zijn voornamelijk uitgerust met open-loopsystemen. De keuze voor dit systeem is gebaseerd op de bijbehorende kosten. Open-loopsystemen zijn voordeliger in aanschaf en gebruik dan hybride of closed-loopvarianten. De schepen met hybride varianten gebruiken het EGCS zoveel mogelijk open in plaats van closed. Het gebruik van closed-loopsystemen lijkt in Nederland beperkt te zijn. Closed-loopsystemen worden voornamelijk ingezet voor veerponten en schepen met vaste trajecten en beperkte afstand. Nederlandse schepen maken hier (bijna) geen gebruik van, en uit gesprekken met de havens Rotterdam en Amsterdam blijkt dat er in de Nederlandse havens nauwelijks EGCS-slib wordt afgegeven. Uit de markt komt naar voren dat de capaciteit om waswater aan boord op te slaan voor closed-loopsystemen beperkt is. Het opgeslagen bleed-off waswater wordt bij hybride of closed-loopsystemen vaak direct buiten zones met een lokaal verbod geloosd.

CO₂-afvang

Een aanzienlijk deel van de schepen heeft een EGCS dat geschikt is om CO₂ af te vangen. Dit wordt nog nauwelijks toegepast, omdat dit vanwege kostenoverwegingen op dit moment nog niet uit kan. In veel CO₂-afvangsystemen is het noodzakelijk dat de uitlaatgassen eerst gescrubd worden. Wanneer het lozen van waswater is verboden, dan kunnen open-loopsystemen in dat gebied ook geen CO₂ afvangen. Uit de gesprekken komt het beeld naar voren dat CO₂-afvang een belangrijke optie kan gaan worden om de CO₂-emissies van schepen op de middellange termijn te reduceren, omdat hernieuwbare brandstoffen nog onvoldoende beschikbaar en relatief prijzig zijn. In Tekstkader 2 is weergegeven wat de huidige status is van CO₂-afvang binnen maritiem beleid.

Tekstkader 2 - CO₂-afvang en maritiem beleid voor reductie van koolstofemissies

De internationale zeevaart neemt ook maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. Het gaat om:

- **Carbon Intensity Indicator (CII):** De CII is een beleidsmaatregel van de IMO die gericht is op het verlagen van de operationele CO₂-uitstoot. Schepen krijgen een label (A t/m E) op basis van hun CO₂-uitstoot ten opzichte van de transportprestatie. Schepen met een slecht label dienen maatregelen te nemen om hun uitstoot te reduceren.
- **EU ETS:** Zeevaart valt vanaf 2024 ook onder het Europese emissiehandelssysteem (ETS). Schepen moeten emissierechten afdragen voor alle reizen tussen Europese havens. Voor reizen van binnen de EU naar buiten de EU (bijvoorbeeld Rotterdam - Shanghai) en vice versa (Shanghai - Rotterdam) dienen schepen voor 50% van de emissies rechten af te dragen.
- **FuelEU:** FuelEU is een Europees beleidsinstrument dat erop gericht is om de koolstofinhoud van brandstoffen te verlagen en het gebruik van walstroom te bevorderen. De (gemiddelde) broeikasgasintensiteit van het energieverbruik in de scheepvaart moet geleidelijk dalen met 2% in 2025 en met 80% in 2050. Daarnaast worden schepen, afhankelijk van de categorie waaronder zij vallen, vanaf 2030 verplicht om in Europese havens gebruik te maken van walstroom.

Voor EU ETS is duidelijk dat CCU/S een oplossing is die is toegestaan zolang aan specifieke voorwaarden wordt voldaan. De voorwaarden voor opslag zijn bekend en de voorwaarden voor hergebruik (DIRECTIVE 2009/31/EC) worden momenteel ontwikkeld⁶. Voor CII en FuelEU geldt dat nog niet gespecificeerd is op welke manier CCS geïmplementeerd kan worden. Voor beide beleidsinstrumenten wordt in het komende jaar meer toelichting verwacht.

4.3 Effecten maatregelen op gedrag schepen

In deze paragraaf bespreken we hoe de sector aankijkt tegen maatregelen die het lozen van waswater verminderen. We kijken eerst naar het effect op de kosten van lokale en internationale verboden in Paragrafen 4.3.1 en 4.3.3. In Paragraaf 4.3.5 bespreken we indirecte economische effecten die verboden op lozen van waswater hebben. Tot slot bespreken we in Paragraaf 4.3.4 de effecten voor een maatregel over de aanscherping van emissie-eisen van EGCS.

4.3.1 Opties bij verbod op lozen van waswater

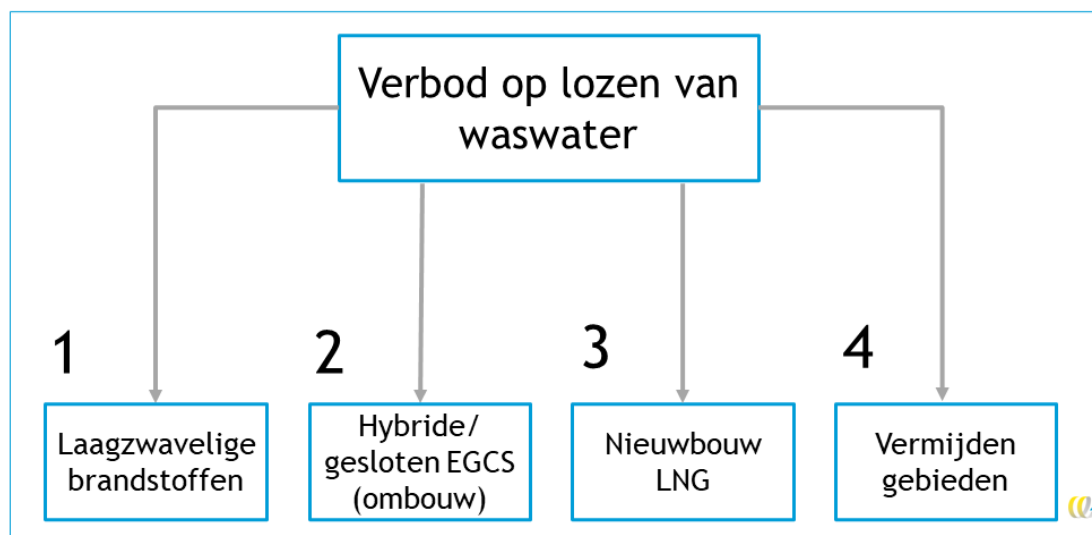
Voor schepen die EGCS-waswater niet meer mogen lozen, bestaan er vier opties om aan de regelgeving te voldoen. De mogelijkheden verschillen voor een bestaand en nieuwbouwschip en per type EGCS. Figuur 5 geeft de vier mogelijkheden weer:

1. Schepen kunnen overstappen op laagzwavelige brandstoffen in de gebieden waar een verbod geldt. Dit betekent dat er van brandstof gewisseld moet worden voordat het gebied met een loosverbod wordt betreden.
2. Met een hybride of closed-loopsysteem is het mogelijk om waswater tijdelijk op te slaan aan boord, waardoor er geen emissies naar water plaatsvinden. Het is mogelijk om een open-loopsysteem om te bouwen naar hybride of closed-loopsysteem. Hierbij is het wel van belang dat er voldoende ruimte aan boord is voor extra apparatuur en opslagtanks voor basische stoffen en waswater, wat niet voor alle schepen het geval zal zijn.
3. Schepen die op LNG varen, hebben geen EGCS nodig om aan de zwaveleisen te voldoen. Overstap naar een alternatieve brandstof kan een oplossing zijn om aan verboden van het lozen van waswater te voldoen. Wel is LNG vanuit kosten oogpunt alleen interessant voor de nieuwbouw van schepen.

⁶ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector/faq-maritime-transport-eu-emissions-trading-system-ets_en

4. Een andere optie is om gebieden te vermijden waar verboden gelden. Deze optie is een laatste redmiddel, omdat veel schepen op vaste gebieden varen, waardoor overstappen vaak niet mogelijk is.

Figuur 5 - Mogelijkheden voor schepen om aan een verbod op het lozen van open-loopsystemen te voldoen



Bij de vier opties spelen verschillende afwegingen mee die in de volgende paragrafen terugkomen.

Laagzwavelige brandstoffen

Bij verboden kunnen schepen overschakelen op laagzwavelige brandstoffen. Hieraan zijn kosten verbonden, omdat varen op laagzwavelige brandstoffen duurder is dan op zware stookolie in combinatie met EGCS. Naast brandstofkosten levert het ongemak op, omdat het tijd kost om van brandstof te wisselen. Hoeveel tijd dit kost is afhankelijk van de beschikbare apparatuur en tankinrichting. Dit geldt met name voor verschillende varianten van zware stookolie, omdat deze brandstoffen aparte tanks nodig hebben en tijd vergen om te bezinken. Voor het wisselen van zwavelhoudende stookolie naar zwavelarme stookolie rekent het IMO vier dagen per tank, terwijl het voor wisselen naar MGO gemiddeld drie uur kost. Veel schepen hebben al een tank voor MGO gereserveerd, omdat generatoren en hulpmotoren vaak MGO gebruiken. Ook speelt mee dat de verschillen in kosten tussen MGO en ULSFO op dit moment beperkt zijn.

De Nederlandse reders geven aan dat zij bij de bestaande verboden op open-loopsystemen overstappen op MGO. Dit doen zij omdat MGO wereldwijd goed verkrijgbaar is en er op het schip al een tank met MGO aanwezig is, daarnaast is overschakelen naar ULSFO omslachtiger.

Hybride/closed-loop-EGCS

Hybride en closed-loopsystemen kunnen tijdelijk varen zonder waswater te lozen. Dit zorgt ervoor dat ze in zones met verboden kunnen opereren. Voor hybride systemen nemen hierdoor de kosten toe, doordat vers water en alkaloïden verbruikt worden en slib geproduceerd wordt. Daarnaast moeten schepen, wanneer elke vorm van waswater lozen verboden is, bleed-off water aan boord opslaan. Dit kunnen schepen voor een beperkte periode doen. Vanuit een technisch oogpunt is het mogelijk om bestaande open-loopsystemen om te bouwen naar hybride of closed-loopvarianten. In de praktijk is dit niet bij alle schepen mogelijk, vanwege beperkingen in de beschikbare ruimte, voornamelijk in de machinekamers.

De Nederlandse reders geven aan dat de hogere investerings- en gebruikskosten van een hybride en, in hogere mate, een closed-loopsysteem ervoor zorgen dat veel schepen kiezen voor een open-loopsysteem. Daarnaast geven reders aan dat voor een gedeelte van de schepen, door de beperkte beschikbare ruimte, de ombouw naar en het gebruik van hybride systemen niet mogelijk is. Beperkingen in de beschikbare ruimte zorgen er ook voor dat closed-loopsystemen niet onbeperkt slib en bleed-off waswater van EGCS aan boord kunnen opslaan. Hierdoor lozen closed-loopsystemen ook waswater buiten gebieden waar lokale verboden gelden. Bij verboden voor een groot gebied is de kans reëel dat closed-loopsystemen niet voldoende opslagruimte hebben. Doordat reders weinig gebruik maken van hybride of gesloten varianten, hebben zij geen concrete uitspraken gedaan over het verbruik van alkaloïden en vers water. Het lozen van EGCS-slib (Marpol Annex VI) is momenteel nog relatief kostbaar; volgens de gesproken partijen namelijk tussen de \$ 0,50 en \$ 1,00 per liter. Volgens de havens van Amsterdam en Rotterdam wordt ook in zeer beperkte mate EGCS-slib afgeleverd.

Nieuwbouw LNG

LNG is een brandstof die relatief schoon is tijdens de verbranding. Hierdoor is er geen EGCS nodig om aan de zwaveleisen te voldoen. Schepen die op LNG willen varen, moeten bepaalde aanpassingen doen. LNG moet gekoeld worden opgeslagen in speciale tanks en dit vraagt veel aanpassingen aan het schip. Daarnaast zijn er speciale motoren nodig om op LNG te varen. Hierdoor is LNG voornamelijk aantrekkelijk voor de nieuwbouw van schepen.

Veel reders geven aan dat een overstap naar LNG in veel gevallen geen realistische optie is om aan de verboden van het lozen van waswater te voldoen. Dit komt omdat, vergeleken met de andere oplossingen om SO_x-emissies reduceren, de benodigde investeringen aanzienlijk groter zijn. Ook speelt mee dat LNG op veel plekken onvoldoende beschikbaar is, waardoor de mogelijkheden om het schip in te zetten, beperkt worden.

Vermijden van gebieden

Het is ook mogelijk dat schepen gebieden met verboden gaan vermijden. Dit kan door bepaalde transporten af te wijzen of, voor reders die meerdere schepen bezitten, door schepen met hybride of closed-loopsystemen in te zetten bij transport binnen gebieden waar verboden gelden. Deze aanpassingen kunnen zorgen voor extra kosten doordat schepen op andere routes worden ingezet. Vanuit de markt komt het beeld naar voren dat bestaande (lokale) verboden nog niet leiden tot veranderingen in de inzet van schepen. De extra kosten worden doorgezet naar de klant en aangezien concurrenten dezelfde regelgeving treffen, zijn de kostenverschillen tussen partijen veelal beperkt. Er bestaan wel zorgen over schepen met een Nederlandse thuishaven die gecharterd worden. Voor deze

schepen bepaalt de opdrachtgever namelijk in welk gebied de schepen worden ingezet. Hier kunnen opdrachtgevers ervoor kiezen om schepen met een open-loop-EGCS in te zetten op trajecten zonder verboden, waar het concurrentievoordeel gemaximaliseerd wordt. Voor schepen met een Nederlandse thuishaven kan het betekenen dat opdrachtgevers ervoor kiezen om ze buiten Nederland in te zetten.

4.3.2 Impact verbod in havens en territoriale wateren

Een gedeelte van de geselecteerde maatregelen, namelijk Maatregel B en D, begrenst het gebruik van open-loop-EGCS in bepaalde gebieden. De kosten voor de vier opties die schepen hebben om aan de maatregelen te voldoen, hangen af van de mate waarin het gebruik van de EGCS beperkt wordt. Als een groter gedeelte van de vaarroute onder een verbod valt, wordt het interessanter om te kijken naar een hybride EGCS of LNG, doordat er meer ruimte is om de investeringskosten terug te verdienen. In deze paragraaf bespreken we in hoeverre het gebruik van EGCS plaatsvindt in bepaalde gebieden.

Havens

Het grootste gedeelte van het brandstofverbruik vindt plaats tijdens het varen op open zee. In de havens vindt maar een beperkt gedeelte van het brandstofverbruik plaats, al is dit afhankelijk van het scheepstype en de typen motoren. Daarnaast gebruiken veel schepen in de haven ook vaak relatief kleinere generatoren en hulpmotoren die geen HFO verbruiken, maar MGO. Er zijn echter ook schepen, met name cruiseschepen, die in de haven motoren gebruiken, draaiend op zware stookolie. De marktpartijen bevestigen dat het brandstofverbruik van zware stookolie in de haven vaak beperkt is. Dit komt doordat een aanzienlijk deel van de Nederlandse schepen geen zware stookolie gebruikt voor generatoren en hulpmotoren, en tijdens het stilliggen dus geen EGCS gebruiken. Ook wordt tijdens het varen in de haven relatief weinig motorvermogen gebruikt. Er zijn echter ook schepen, met name cruiseschepen, die ook generatoren hebben die op zware stookolie draaien, wat betekent dat voor al het brandstofverbruik zware stookolie gebruikt kan worden. Voor deze scheepstypen hebben verboden in havens significant meer impact. Op de lange termijn zou een groeiend aanbod en verbruik van walstroom het gebruik van EGCS in havens overbodig kunnen maken.

Territoriale wateren

Voor veel scheepstypen geldt dat een significant gedeelte van het brandstofverbruik plaatsvindt in territoriale wateren binnen 12 nm. In Paragraaf 5.3 wordt aangetoond dat dit richting 20% van het totale brandstofverbruik kan gaan. Wel valt het verbruik van zware stookolie, wat relevant is voor gebruik van EGCS, in veel gevallen lager uit. Dit komt doordat veel schepen in havens geen of maar beperkt stookolie gebruiken. Ook gebruiken de schepen bij het uitvaren van de havens aanzienlijk minder motorvermogen, waardoor met name in de eerste mijlen uit de kust het brandstofverbruik voor de voortstuwing beperkt is. Vanuit de marktpartijen komt het beeld naar voren dat het verbruik van zware stookolie in territoriale wateren over het algemeen beperkt is. Dit hangt echter af van in welke mate (doorgaande) vaarroutes territoriale wateren doorsnijden. Voor de 12-mijlszone is dit veel vaker het geval dan bij de 1- en 3-mijlszone. Daarnaast zijn er routes die langdurig langs de kust lopen, bijvoorbeeld rond Noorwegen en in de Oostzee. Hier kan volgens de gesproken partijen tot wel 30% van de route binnen territoriale wateren plaatsvinden. Met name kleinere schepen, die een significant gedeelte van de Nederlandse vloot omvatten, komen vaker dicht bij de kust. Specifiek voor de Nederlandse wateren geldt dat in de

territoriale wateren, met name in de 1 nm-zone en 3 nm-zone, naar verwachting het verbruik van stookolie vaak beperkt is.

Particularly sensitive areas

De gedefinieerde gebieden die relevant zijn voor Nederlandse schepen, zijn met name de West-Europese wateren en de Oostzee. Een mogelijk verbod kan daarom relevant zijn. ICCT (2021) heeft in kaart gebracht in welke mate er lozingen van waswater plaatsvinden in PSSAs⁷. Dit lijkt wereldwijd om ongeveer 6% van de totale waswater lozingen te gaan. Echter is onze inschatting dat het voor sommige reizen om meer dan 50% gaat.

Vanuit de reders komt het beeld naar voren dat Nederlandse schepen slechts in beperkte mate de door de IMO gedefinieerde gevoelige gebieden (PSSAs) betreden. Afhankelijk van de route kunnen schepen echter wel een groot gedeelte van de trip in een PSSA varen.

Effecten van een lokaal verbod in Nederland

De marktpartijen geven aan dat een lokaal verbod in Nederland extra impact kan hebben op Nederlandse schepen ten opzichte van lokale verboden in andere landen. Het gaat dan met name om schepen die een Nederlandse haven als thuishaven hebben. De thuishaven wordt relatief vaak aangedaan, waardoor de schepen veel met het verbod te maken krijgen. Ook spenderen ze, in verband met de bevoorrading en crewwissels, meer tijd in deze haven. Daarnaast zijn de schepen ook in deze haven voor bezoeken die niet direct met het vervoer van goederen te maken hebben, zoals bijvoorbeeld voor onderhoud. Specifiek voor het onderhoud van een EGCS kan een lokaal verbod impact hebben. Om de EGCS-systemen te testen en te onderhouden is het nodig om deze te laten functioneren. Door een lokaal verbod op het lozen van waswater kan dat onmogelijk worden en dient het schip samen met technici eerst uit te varen of moet het onderhoud plaatsvinden in een haven waar het lozen van waswater wel is toegestaan. Een lokaal verbod kan ook veel effect hebben op schepen met een Nederlandse thuishaven die worden gecharterd. Zij verliezen namelijk een concurrentievoordeel en de opdrachtgever kan ervoor kiezen om de schepen vanaf een andere thuishaven in te zetten. Dit heeft echter veel effect op de operatie van de opdrachtgever.

4.3.3 Wereldwijd verbod op lozen van waswater

Voor een wereldwijd verbod op het lozen van waswater voor alle wateren geldt dat de reactie vanuit de markt afhangt van de vormgeving. Als ook het lozen van bleed-off water verboden wordt, zullen closed-loopsystemen in veel gevallen geen optie zijn doordat er onvoldoende ruimte aan boord is om langdurig bleed-off water op te slaan. Als gevolg hiervan zullen veel schepen overstappen op laagzwavelige brandstoffen. Als het lozen van bleed-off water wel wordt toegestaan, dan zullen schepen de afweging maken of ombouwen naar een closed-loopsysteem financieel voordeliger is dan varen op laagzwavelige brandstoffen.

⁷ <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/pssas.aspx>

Vanuit de marktpartijen komt naar voren dat een wereldwijd verbod op lozen van open en closed-loopwaswater niet wenselijk is. Zij geven aan dat er niet voldoende aanbod is van laagzwavelige brandstoffen voor de overstap op de korte termijn. Daarnaast stelt het raffinaderijen voor uitdagingen, omdat stookolie (een restproduct) niet meer afgezet kan worden. Dat zorgt ervoor dat er extra kosten gemaakt moeten worden om de residuen uit het raffinageproces te reinigen. Een algemeen verbod op lozingen van open-loopsystemen wordt ook als niet wenselijk beoordeeld. Dit komt doordat niet alle schepen de mogelijkheid hebben om de bestaande open-loopsystemen om te bouwen naar een closed-loop-variant. Hierdoor zullen deze investeringen waardeloos worden en zijn er geen mogelijkheden meer om CO₂ af te vangen. Wel zorgt een algeheel verbod voor een level playing field, waardoor alle partijen aan dezelfde regels zijn gebonden.

4.3.4 Aanscherpen van eisen

De laatste maatregel (E) uit de shortlist stelt strengere eisen aan de maximale emissies naar water voor bestaande en/of nieuw geïnstalleerde EGCS. Voor het lozen van waswater uit EGCS zijn door IMO eisen vastgesteld over de zuurtegraad en de maximale concentratie van bepaalde stoffen. Vanuit de markt blijkt dat het technisch mogelijk is om de eisen te herzien en strikter te maken. Er kan een extra filter of systeem dat water reinigt, geplaatst worden. Een dergelijke toepassing wordt al door meerdere producenten aangeboden. De meerkosten van een dergelijke oplossing zijn beperkt in vergelijking met de benodigde investeringen voor de ombouw naar een hybride of closed-loopsysteem. Wel neemt deze oplossing extra ruimte in, waardoor het niet altijd mogelijk is om toe te passen bij bestaande systemen.

De gesproken partijen geven aan dat een aanscherping technisch mogelijk is, maar dat het bij bestaande schepen niet altijd mogelijk is vanwege ruimtegebrek. Hierdoor heeft een aanscherping van de eisen die ook voor bestaande systemen gelden niet de voorkeur bij reders. Over het algemeen staat de markt open voor deze maatregel, zolang deze alleen voor nieuwe installaties van EGCS geldt. Echter moet de noodzaak wetenschappelijk onderbouwd zijn, omdat dit voor iedereen binnen de sector zal gelden en niet tot lokale verschillen zal leiden.

4.3.5 Indirecte economische effecten

Naast economische effecten die direct invloed hebben op de businesscase, hebben de reders en producenten ook effecten benoemd die indirect de concurrentiepositie en investeringsbeslissingen beïnvloeden.

Verscheidenheid lokale maatregelen

Veel reders geven aan dat het frustrerend is dat in toenemende mate lokale maatregelen voor het lozen van waswater genomen worden. Het zorgt ervoor dat bemanning de kennis moet hebben van de lokale specifieke situatie en dat het schip van veelal brandstoffen moet wisselen. Beide elementen zorgen voor een stijging van de kosten. De verscheidenheid aan lokale maatregelen geldt voor het lozen van waswater, maar heeft ook invloed op andere gebieden, zoals veiligheid. De verscheidenheid aan verschillende maatregelen zorgt ervoor dat het risico om overtredingen te begaan, waar juridisch zware gevolgen aan kunnen zitten, toeneemt. De scheepvaart heeft volgens de marktpartijen baat bij uniforme en duidelijke regels.

Gevolgen luchtkwaliteit en breder beeld

Binnen de gevolgen van het lozen van waswater wordt volgens de sector te eenzijdig gekeken naar de emissies naar water. EGCS levert namelijk een verbetering van de luchtkwaliteit op die verder gaat dan zwavel en het biedt mogelijkheden om CO₂ af te vangen. Als de milieueffecten van EGCS worden beoordeeld, dan zou niet alleen naar de waterkwaliteit gekeken moeten worden, maar ook naar andere milieuaspecten. Het lozen van waswater zou volgens de sector vanuit een breder perspectief bekeken moeten worden om tot een gewogen beslissing te komen.

Kortetermijnaanpassingen maatregelen

Bij de invoering van laagzwavelige zones werd EGCS als alternatieve oplossing bestempeld. Veel reders hebben daarom een langetermijninvestering in EGCS gedaan. Dat lokale maatregelen de toegevoegde waarde van deze investeringen gedeeltelijk teniet kunnen doen, wordt als onrechtvaardig ervaren. Als maatregelen op korte termijn ingevoerd worden, hebben reders weinig tijd om te anticiperen. Daarnaast is EGCS met CO₂-afvang, mits schepen beschikken over voldoende ruimte, een oplossing die ervoor zorgt dat de bestaande vloot kan opereren zonder dat ze vroegtijdig uitgefaseerd zal worden vanwege klimaatbeleid en de relatief hoge CO₂-uitstoot. Verboden op het lozen van waswater zorgen ervoor dat er minder CO₂ afgevangen kan worden, waardoor volgens de reders hun langetermijnperspectief vermindert.

4.4 Toekomstontwikkeling EGCS

Vanuit de markt komt naar voren dat de verwachting is dat de vraag naar EGCS blijft bestaan zolang er geen ingrijpende aanvullende maatregelen, zoals een algemeen verbod, genomen zullen worden. Ten eerste omdat de investering voor veel scheepstypen hogere baten oplevert, waardoor het een interessante optie blijft. Ten tweede is er door de combinatie met CO₂-afvang een vraag naar EGCS voor de lange termijn. Scheepseigenaren zijn over het algemeen vrij reactief met investeringen. Zo heeft de wereldwijde verlaging van de zwavellimieten in 2020 pas vanaf 2019 gezorgd voor een groei van het aantal EGCS-installaties, zoals te zien is in Figuur 3. In de komende jaren krijgt de maritieme sector te maken met de introductie van verschillende vormen van klimaatbeleid (zie ook Tekstkader 2). Op dit moment lijken scheepseigenaren daardoor afwachtend te zijn om grote investeringen te doen. Het is goed mogelijk dat de vraag naar EGCS sterk toeneemt als, na de introductie van het aangekondigde klimaatbeleid, blijkt dat CO₂-afvang een effectieve maatregel is. Vanuit de markt is de verwachting dat de vraag naar EGCS constant op huidige niveau blijft en in de toekomst zal toenemen.

5 Kosten van EGCS en alternatieven bij verboden lozen waswater

5.1 Aanpak

In Hoofdstuk 4 hebben we besproken hoe de Nederlandse reders en producenten de economische effecten van EGCS en de verboden van het lozen van waswater inschatten. In dit hoofdstuk maken we een kwantitatieve inschatting van de economische effecten en visualiseren we de effecten van (lokale) verboden op het lozen van waswater.

Zoals toegelicht in Paragraaf 4.3.1 zijn er vier verschillende methoden om aan verboden te voldoen. Het gaat om:

1. Overstappen op laagzwavelige brandstoffen.
2. Overstappen op hybride of closed-loop-EGCS.
3. Overstappen op alternatieve brandstoffen (nieuwbouw).
4. Vermijden van gebieden met lozingen.

Voor deze kostenanalyse richten we ons op de eerste drie opties. De vierde optie vraagt specifieke informatie over de concurrentiepositie van reders op vaarroutes. Dit is kwalitatief behandeld in Hoofdstuk 4.

5.2 Uitgangspunten kosten

5.2.1 Investeringskosten EGCS

Er zijn veel fabrikanten van EGCS op de markt, die verschillende technieken hanteren om emissiereductie te behalen. De kosten voor EGCS lopen daardoor uiteen. Over het algemeen gelden de volgende punten:

- Open-loop-EGCS is de voordeligste optie qua investeringskosten. Omdat er continu vers zeewater gebruikt wordt, zijn er, ten opzichte van een closed-loopvariant, grote pompen nodig. Ook ligt het brandstofverbruik van de pompen hoger (zie ook Paragraaf 5.2.2).
- Closed-loop-EGCS vraagt extra apparatuur, zoals een installatie die het water reinigt en een tank voor de opslag van slib. Het closed-loopsysteem heeft minder zeewater nodig, waardoor er kleinere pompen nodig zijn. Hierdoor is het brandstofverbruik van een closed-loopsysteem lager dan van een open-loopsysteem (zie ook Paragraaf 5.2.2).
- Een hybride systeem is qua materiaal vergelijkbaar met een closed-loopsysteem. Wel zijn er extra grote pompen nodig om ook in open-loopstatus te opereren. Hierdoor zijn de investeringskosten van een hybride systeem het hoogst.
- De kosten hangen af van het vermogen van de motor. Een motor met meer vermogen vraagt om een grotere investering. Daarnaast zijn er bij grotere schepen meerdere systemen nodig.
- Voor het retrofitten van een EGCS is het in veel gevallen nodig om het schip op de kade te leggen. Het installeren kost zo'n tien tot veertien dagen volgens de marktpartijen.

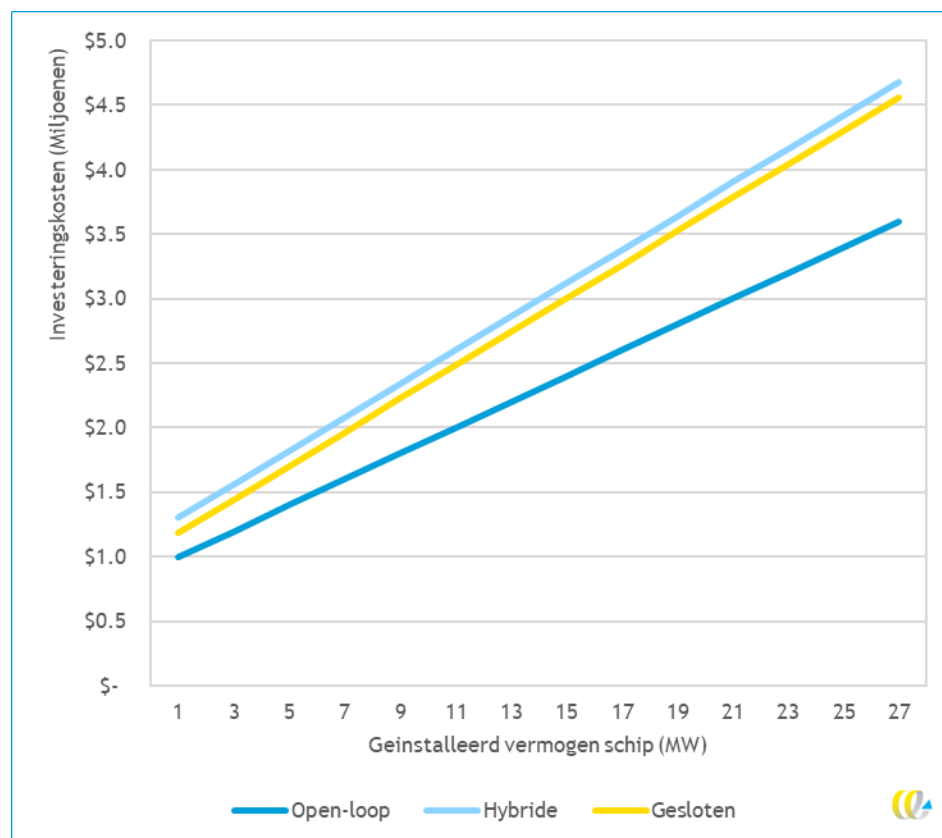
Hierna bespreken we de uitgangspunten die we aannemen voor de kostenberekeningen.

Uitgangspunten

Op basis van de uitkomsten uit de literatuur en de gesprekken met de marktpartijen passen we de volgende uitgangspunten toe:

- Voor de installatie van EGCS op een bestaand schip vallen de installatiekosten hoger uit, omdat de schepen uit de vaart zijn en daardoor geen inkomsten hebben. Daarnaast zijn er kosten verbonden aan het huren van een werf. We gaan uit van meerkosten van 50% ten opzichte van nieuwbouw (Jiang et al., 2014) (Verma, 2018).
- In veel gevallen is het mogelijk om een bestaande open-loop-EGCS om te bouwen naar een hybride of closed-loopvariant. Op basis van contact met producenten schatten we in dat de kosten van het ombouwen van open-loop naar hybride of closed-loop zo'n 50 tot 100% is van de originele investeringskosten.
- De investeringskosten die we aanhouden, zijn weergegeven in Figuur 6. We rekenen, in navolging van Clarksons Research (2017), met een investeringstermijn van tien jaar en een rentepercentage van 9% om de kosten terug te rekenen naar jaarlijkse kosten (relevant voor private investeringen).

Figuur 6 - Inschatting investeringskosten inclusief installatie bij nieuwbouw



Bron: (VDL AEC Maritime, 2021), (Clarksons Research, 2017), (S&P Global, 2020) (EGCSA, 2012) en contact met marktpartijen.

Aanscherpingen

Veel fabrikanten bieden verschillende varianten van EGCS aan. Bij de eerste versies van open-loopsystemen was vaak sprake van een volledige doorloop van waswater. De huidige versies van EGCS kunnen vaak uitgerust worden met additionele filters of waterreinigings-systemen, zodat het uiteindelijke waswater verder gefilterd wordt van fijnstof, PAK's en zware metalen. De kosten van dit soort additionele installaties verschillen per fabrikant en het type open-loop-EGCS, maar over het algemeen zijn ze beperkt ten opzichte van de nieuwprijs van de EGCS. Op basis van gesprekken met marktpartijen schatten we dit in op 10 tot 30% extra kosten ten opzichte van een basis open-loopvariant. Daarnaast zijn er ook extra operationele kosten doordat er meer onderdelen zijn die onderhoud nodig hebben of periodiek vervangen dienen te worden.

5.2.2 Operationele kosten en brandstofverbruik EGCS

Er zijn enkele relevante soorten operationele kosten te onderscheiden voor EGCS. Voor hybride en closed-loopsystemen zijn er meer kostenposten, omdat afvalwater afgegeven dient te worden in havens. We nemen de volgende kostenposten mee:

1. Jaarlijkse kosten aan onderhoud.
2. Het extra brandstofverbruik vanwege de energie die EGCS vraagt.
3. Kosten van verbruik van alkaloiden en vers water.
4. Kosten van het afgeven van EGCS-residu.

In Tabel 5 is weergegeven welke inschatting we aanhouden voor de jaarlijkse kosten aan onderhoud van een EGCS. In de praktijk zullen er verschillen zitten tussen verscheidene systemen, afhankelijk van de inrichting die een producent hanteert.

Tabel 5 - Jaarlijkse kosten aan onderhoud

Inschattingen	Bron
2% van investeringskosten	(Clarksons Research, 2017)

Voor de toename van het brandstofverbruik door diverse typen EGCS worden verschillende waarden in de literatuur gegeven. Tabel 6 geeft de inschattingen weer die in de literatuur genoemd worden. De energievraag voor closed-loop-EGCS is lager, omdat er minder water gepompt hoeft te worden dan bij een open-loopvariant. Hierdoor is het verbruik vaak 50% lager. Daarnaast zijn er verschillen, afhankelijk van de precieze instellingen van de systemen.

In ECA-gebieden, waar de zwavelnormen strenger zijn, leveren de pompen zo'n 10 tot 20% meer vermogen om aan de normen te voldoen (CE Delft, 2020).

Tabel 6 - Toenames jaarlijks brandstofverbruik door EGCS uit literatuur

Inschattingen	Bron
2% voor open-loopscrubbers	(CE Delft, 2020)
1,3% voor open-loopscrubbers	(IVL, 2019)
— 1 - 2% voor open loop — 0,5% - 1% voor closed loop — 0.5% - 2% voor hybride scrubber	(ICCT, 2019)
1,4% - 3,4%	(Hansen & Aalborg, 2012)

Voor de berekeningen in deze studie sluiten we aan bij de inschattingen uit (CE Delft, 2020), aangezien de waarden direct afkomstig zijn van een producent van EGCS. Voor closed-loopsystemen gaan we ervan uit dat het brandstofverbruik 50% lager is ten opzichte van open-loopsystemen.

Tabel 7 - Aannames verbruik brandstof door gebruik EGCS

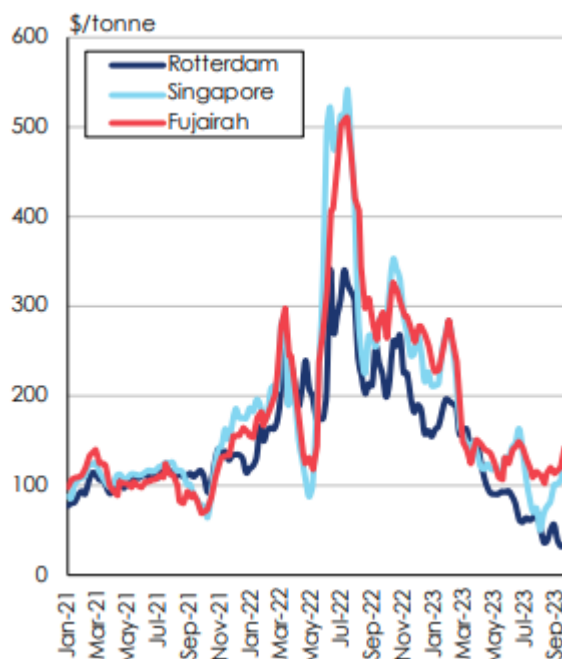
Open loop	Closed loop	Hybride
2%	1%	1% of 2% afhankelijk van stand

Daarnaast zijn er extra kosten voor hybride en closed-loopsystemen. Het gaat dan om kosten van het gebruik van alkaloïden⁸ en kosten voor het inleveren van EGCS-residu. Voor het gebruik van alkaloïden gaan we uit van tien liter per uur per MW motorvermogen van EGCS (ABS, 2018). We gaan uit van een vers waterverbruik van 0,2 m³/MWh (Wärtsilä, n.d.). Voor de productie van slib gaan we uit van één liter per uur per MW motorvermogen (ABS, 2018) en op basis van gesprekken met stakeholders hanteren we \$ 1,00 per ton als kosten voor geconcentreerde slib. De apparatuur van een closed-loopsysteem en de bijbehorende kosten kunnen significant verschillen tussen verschillende systemen; dit betekent dat de uitkomsten van een closed-loopsysteem in de praktijk kunnen afwijken van onze aannames.

5.2.3 Kosten van brandstoffen

De kosten van laagzwavelige brandstoffen liggen boven die van de traditionele zware stookolie (HFO). De meerkosten fluctueren door de jaren heen, zoals te zien is in Figuur 7. De piek in 2022 valt samen met de Russische inval in Oekraïne, een gebeurtenis die zorgde voor veel onzekerheid op de internationale brandstofmarkt. Recentelijk zijn de kosten weer tot oude niveaus gedaald rond de 100 USD per tonne.

Figuur 7 - Meerkosten van laagzwavelige stookolie (VLSFO) ten opzichte van zware stookolie (HFO)



Bron: (Clarksons Research, 2023)

⁸ Deze worden gebruikt om het waswater te reinigen.

In Tabel 8 staan de kosten van de verschillende brandstoffen. We gaan uit van de gemiddelde prijzen van 2023 tot en met september. We gebruiken de prijzen gehanteerd door Rotterdam, aangezien dit de meest relevante bunkerlocatie is voor de Nederlandse schepen. HFO is veruit de goedkoopste brandstof, gevolgd door VLSFO en LNG. Daarnaast valt op dat per MJ de prijs van MGO lager ligt dan ULSFO. Voor schepen is het voordeliger om in SECAs op MGO te varen dan op ULSFO. De kosten van HFO liggen echter nog 40% lager dan MGO wat laat zien dat EGCS in SECAs extra interessant is.

Tabel 8 - Kosten per tonne van verschillende brandstoffen (\$ jaargemiddelde 2023) voor Rotterdam

Brandstof	HFO (3,5% m/m)	VLSFO (0,5% m/m)	ULSFO (0,1% m/m)	MGO (0,1% m/m)	LNG (0,1% m/m)
USD per tonne	455	563	780	784	740
USD per MJ	11,5	14,3	19,7	18,2	15,3

Bron: (Clarksons Research, 2023) en (Ship & Bunker, lopend).

5.2.4 Kosten overstap naar LNG

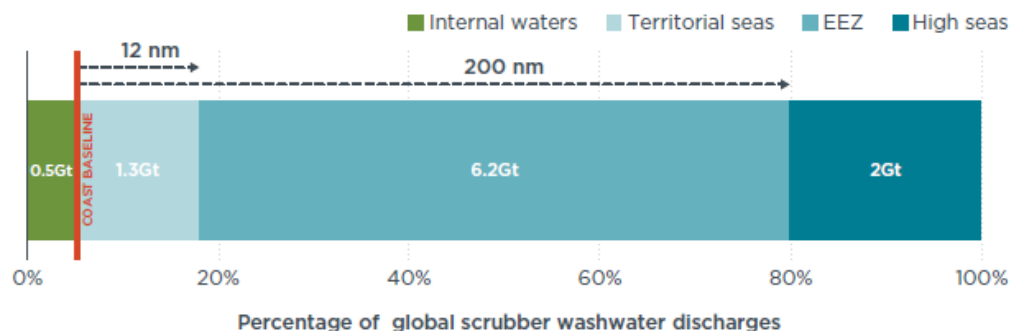
LNG is een relatief schone brandstof waardoor er bij de verbranding weinig zwavel vrijkomt. Schepen die op LNG varen, voldoen daarom aan de uitstooteisen voor zwavel, gesteld aan brandstoffen zonder EGCS. LNG moet gekoeld worden opgeslagen in speciale tanks en dit vraagt veel aanpassingen aan het schip. Daarnaast zijn er speciale motoren nodig om op LNG te varen. Hierdoor is LNG voornamelijk aantrekkelijk voor nieuwbouw van schepen. De kosten voor een nieuwbouw LNG-schip zijn bepaald op basis van een recente studie in opdracht van EMSA (EMSA, 2023). Hierin zijn de investeringskosten en operationele kosten bepaald van een overstap naar LNG voor de verschillende scheepstypen, zoals gedefinieerd in de vierde IMO GHG-studie. Onderdeel van de kosteninschattingen zijn onder andere de speciale tanks en aanpassingen aan de motoren. Voor de brandstofprijzen gaan we uit van de kosten uit Tabel 8 die aansluiten bij onze uitgangspunten voor de brandstoffen uit olie.

5.3 Aandeel in territoriale wateren en gebieden

5.3.1 Gemiddeld

Lokale en internationale verboden op het lozen van waswater beïnvloeden de mate waarin EGCS gebruikt kan worden. ICCT (2021) geeft een inschatting van de locaties waar waswater geloosd wordt. Het grootste gedeelte van de emissies vindt plaats binnen 200 nautische mijl van de kust. Ook het brandstofverbruik in territoriale wateren is significant. De studie van ICCT lijkt er echter wel van uit te gaan dat schepen EGCS ook gebruiken voor hulpmotoren en generatoren. In Paragraaf 4.3.2 is besproken dat dit voor de Nederlandse schepen vaak niet het geval is. De inschattingen van ICCT voor de binnen- en territoriale wateren kunnen voor de Nederlandse schepen daarom lager uitvallen, omdat tijdens het stilliggen geen EGCS wordt gebruikt.

Figuur 8 - Locatie van emissies waswater wereldwijd



Bron: ICCT (2021).

We hebben via een alternatieve methode bekeken op welke locatie in Nederland emissies plaatsvinden. MARIN kijkt jaarlijks naar de emissies die plaatsvinden in de Nederlandse binnengaats op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en in de Nederlandse havens (MARIN, 2023). Omdat door het NCP ook doorgaande vaarroutes gaan is het niet representatief voor Nederland alleen. MARIN (2020) geeft aan dat vaaruren in de 12-mijlzone zo'n 25% van de vaaruren bedragen van het gehele NCP. In 'Prijs van een Reis' geeft (CE Delft, 2022) een globale inschatting van de CO₂-emissies van alle reizen van en naar Nederland. Hierbij passen we een 50% allocatie toe om ook rekening te houden met de emissies in andere landen.

Tabel 9 - Aannames over emissies per locatie.

	Emissies mil. kg
Binnengaats	1,622
12-mijlzone	787
Waarvan stilliggend	1,283
Nederland totaal (50% allocatie)	10,500

Daarmee zien we dat voor schepen die Nederland aandoen ongeveer 11% van de varende emissies binnen de 12-mijlzone (inclusief binnengaats) plaatsvinden. Hiermee komt de inschatting voor Nederland lager uit dan de inschatting van de ICCT, die aangeven dat zo'n 18% van de lozingen binnen de 12-mijlzone plaatsvindt. Als we op basis van ICCT een lineaire verdeling maken naar afstandsklasse dan leidt dit tot de inschattingen in Tabel 10. We gaan bij deze verdeling uit voor de kosteninschattingen van een gemiddeld schip.

Tabel 10 - Aannee jaarlijks brandstofverbruik in verschillende territoriale wateren voor gemiddeld schip.

Zone	Voortstuwing en hulpmotoren	Voortstuwing excl. hulpmotoren
Binnengaats	5.0%	2.3%
1 nm	6.1%	2.8%
3 nm	8.3%	3.9%
12 nm	18.0%	8.4%

5.3.2 Specifieke reizen

Uit de gesprekken met de markt kwam naar voren dat voor specifieke reizen de aandelen in reisafstand in territoriale wateren zeer kunnen verschillen met de gemiddelde situatie. Om dit te illustreren, hebben we op basis van een analyse met GIS⁹ bepaald welk aandeel van de reis in bepaalde gebieden plaatsvindt voor vier voorbeeldreizen.

De eerste drie voorbeeldreizen zijn relevant voor Nederlandse partijen, terwijl de laatste voorbeeldreis juist verder weg van de kust plaatsvindt:

1. Feeder Rotterdam - Stavanger - Haugesund - Bergen - Kristiansund.
2. Cruise Amsterdam - Portland (UK) - Bilbao - A Coruna - Porto - Lissabon - Sevilla - Gibraltar - Cartagena (ES) - Valencia - Barcelona - Rome.
3. Ro-Ro Antwerp - Bristol - Baltimore (MD) - Gloucester (NJ) - Morehead City (NC).
4. Containerschip met route Rotterdam - Antwerp - Felixstowe - Algericas - Singapore - Laem Chabang - Nignbo - Shanghai - Yantian.

In Tabel 11 zijn de afstanden weergegeven voor de verschillende reizen. In Figuur 9 is in percentage weergegeven in hoeverre in bepaalde wateren wordt gevaren. De percentages, voor met name de eerste reis vallen aanzienlijk hoger uit dan de gemiddelde percentages uit Tabel 9. Over het algemeen wordt er binnengaats en in de eerste kilometers buiten de kust met minder snelheid gevaren. Dit geldt met name voor het in- en uitvaren van havens, bij rivieren en kanalen. Er zijn echter ook stukken zee die als binnengaats geclassificeerd worden waar doorgaande vaarroutes doorheen gaan. Dit komt omdat voor de grenzen van territoriale wateren de buitenste landmassa, bijvoorbeeld een eiland, wordt aangehouden. Het is dus niet zo dat binnengaats en in territoriale wateren het brandstofverbruik standaard beperkt is. In Paragraaf 5.4 brengen we in kaart wat de effecten zijn van een hoger aandeel brandstofverbruik nabij de kust bij verboden op het lozen van waswater.

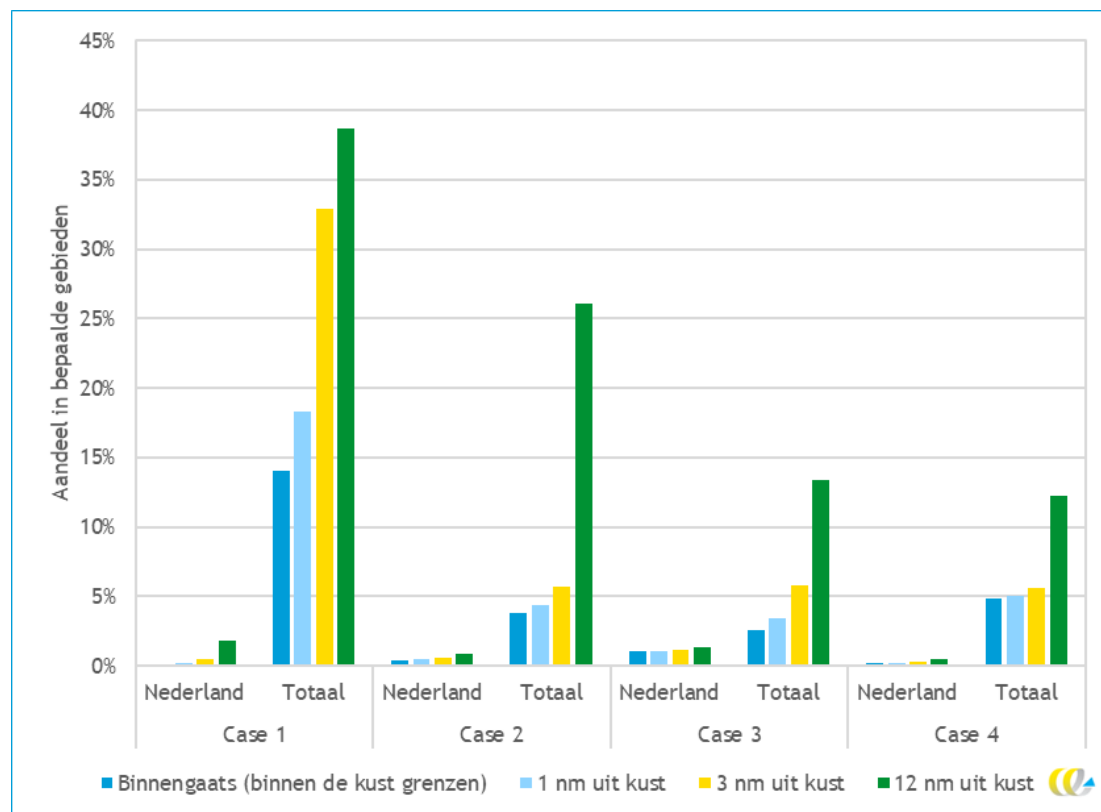
Het aandeel van de Nederlandse territoriale wateren is relatief beperkt ten opzichte van het totaal. Dit komt doordat, met name voor de routes vanaf Rotterdam, de territoriale wateren snel verlaten worden. Ook valt op dat qua totale kilometers voor de derde case de route van en naar Antwerpen voor een groot gedeelte door Nederlandse territoriale wateren gaat. Voor Nederland heeft een verbod in territoriale wateren vaak dus een beperkt additioneel effect op het brandstofverbruik ten opzichte van een verbod in havens.

Tabel 11 - Afstand (nm) per case

Case	Case 1		Case 2		Case 3		Case 4	
	Hele reis	NL	Hele reis	NL	Hele reis	NL	Hele reis	NL
Binnengaats	215	1	210	24	210	84	1.071	42
1 nm	281	3	36	26	280	87	1.113	46
3 nm	504	7	107	30	474	92	1.242	56
12 nm	593	27	1.243	48	1.098	108	2.718	96
Totaal	1.533	27	5.580	48	8.237	108	22.190	96

⁹ Bron: Marine Regions, routescanner.net and global shipping traffic density (Worldbank & IMF, 2023).

Figuur 9 - Aandelen reisafstand in bepaalde zones voor vier cases



5.4 Uitkomsten van kostenanalyse EGCS bij verboden

In deze paragraaf laten we de resultaten zien van het gebruik van EGCS. In Paragraaf 5.4.1 tonen we de terugverdientijd van EGCS. In Paragraaf 5.4.2 bespreken we het effecten van verboden op het lozen van waswater voor bestaande schepen. In Paragraaf 5.4.3. maken we de effecten inzichtelijk voor nieuwe schepen.

5.4.1 Geen verbod lozingen

We vergelijken de kosten van EGCS op een schip dat vaart op HFO met eenzelfde schip zonder EGCS, dat vaart op VLSFO en op MGO in SECAs. De kosteneffectiviteit van EGCS hangt af van de kosten van de installatie en de totale brandstofkosten. Een schip met EGCS maakt gebruik van HFO, wat goedkoper is dan VLSFO en MGO. Hoe hoger het brandstofverbruik en het aandeel van de route dat valt binnen SECAs, hoe sneller de installatie terugverdiend kan worden. Doordat de kosten van EGCS gedeeltelijk vast zijn en dus niet samenhangen met de omvang van de motor, zijn er voordelen voor schepen met een hoger brandstofverbruik.

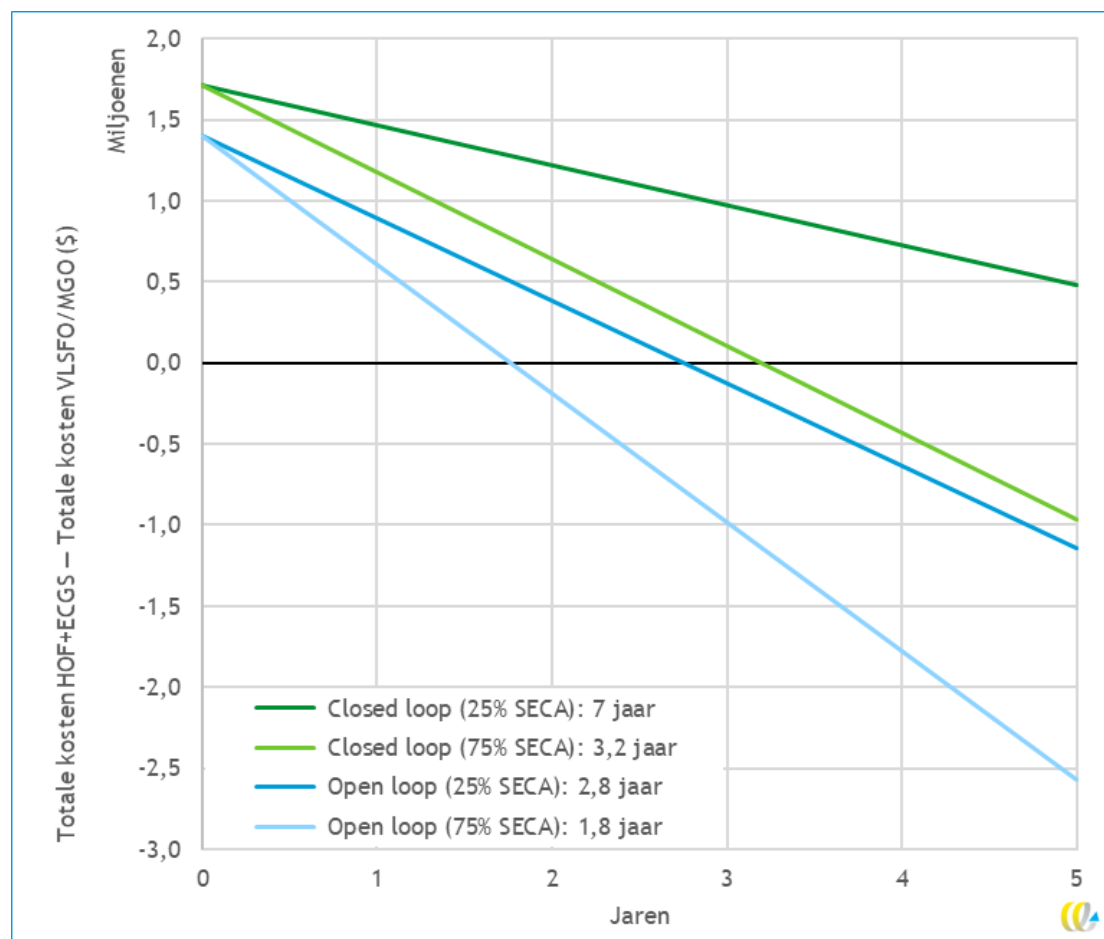
In Figuur 10 is de terugverdientijd voor een containership met 5 MW motorvermogen inzichtelijk gemaakt. De terugverdientijd is berekend als de tijd waarna de meerkosten van EGCS ten opzichte van VLSFO/MGO nul zijn. In de figuur zijn vier varianten weergegeven:

1. Een open-loop-EGCS waarbij 25% van de tijd in SECAs gevaren wordt. De tegenhanger, een schip op VLSFO, vaart 25% van de tijd op MGO, wat extra hogere kosten heeft.

2. Een open-loop-EGCS waarbij 75% van de tijd in SECAs gevaren wordt. De tegenhanger, een schip op VLSFO, vaart 75% van de tijd op MGO, wat extra hogere kosten heeft.
3. Een closed-loop-EGCS waarbij 25% van de tijd in SECAs gevaren wordt. De tegenhanger vaart op VLSFO, en in de SECAs op MGO.
4. Een closed-loop-EGCS waarbij 75% van de tijd in SECAs gevaren wordt. De tegenhanger vaart op VLSFO, en in de SECAs op MGO.

In Figuur 10 valt te zien dat in eerste instantie de installaties een investering van enkele miljoenen hebben, die significant hoger uitvalt voor de closed-loopvariant. Over de jaren heen bespaart een EGCS kosten doordat HFO goedkoper is dan VLSFO en MGO. In de figuur is ook te zien dat een open-loop-EGCS voordeliger is dan een closed-loopvariant qua aanschaf en gebruik. Ten tweede is te zien dat de kostenvoordelen toenemen als er meer in SECAs zones gevaren wordt, waardoor een investering in EGCS zich eerder terugverdient. Ten derde is te zien dat de investeringen voor dit scheepstype binnen enkele jaren terugverdiend kunnen worden.

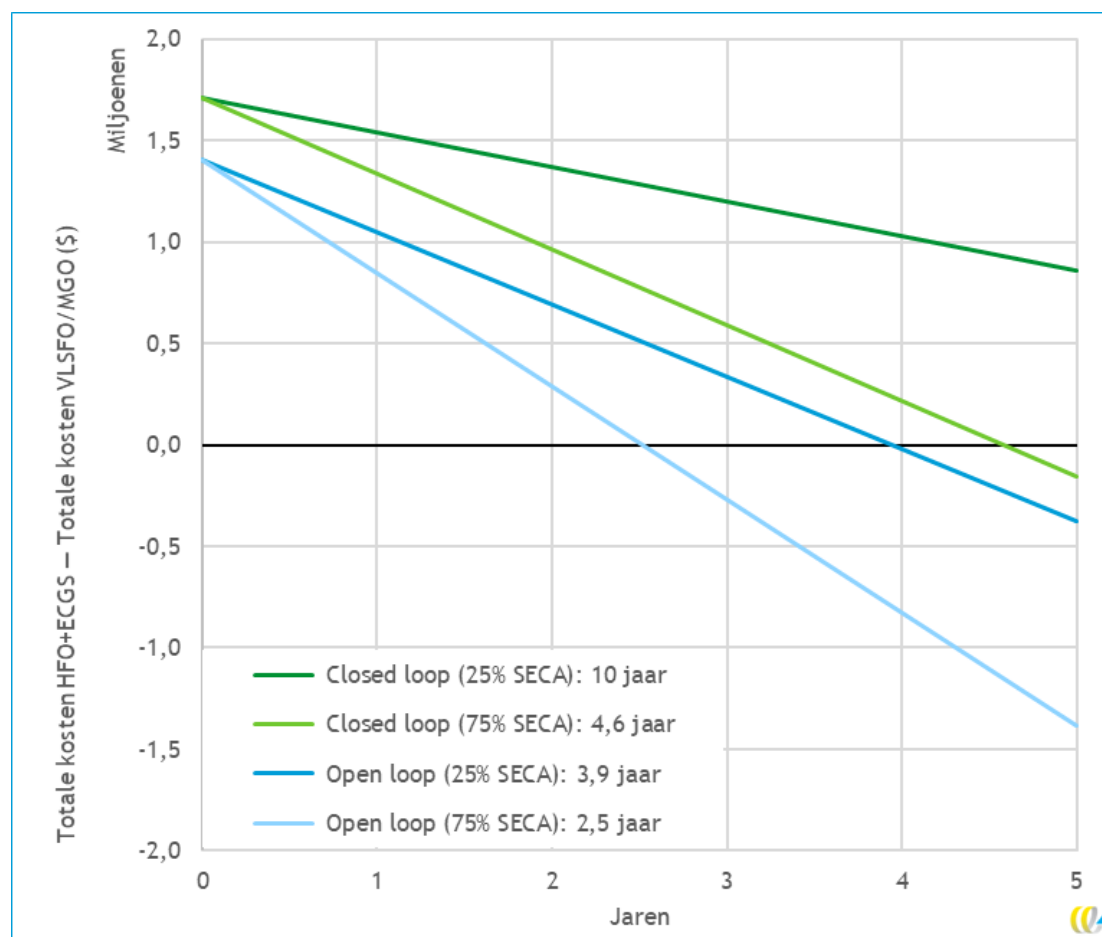
Figuur 10 - Terugverdientijd van EGCS voor nieuwbouw containerschip van 0-999 dwt op basis van totale brandstofverbruik



Note: De meerkosten van EGCS zijn berekend als de totale kosten van varen op HFO met EGCS minus de totale kosten van varen op VLSFO en MGO in SECAs.

Uit Paragraaf 4.2 blijkt dat veel schepen alleen EGCS voor de voorstuwing gebruiken. Dit beperkt de hoeveelheid brandstof waarvoor een kostenvoordeel geldt. Uit Figuur 11 blijkt dat de terugverdientijd langer wordt als alleen EGCS gebruikt wordt de hoofd-motoren. Voor de overige motoren, die op MGO draaien, zijn de kosten niet meegenomen in de figuur.

Figuur 11 - Terugverdientijd van EGCS ten opzichte van varen op VLSFO voor nieuwbouw containerschip van 0-999 dwt op basis van brandstofverbruik voortstuwing

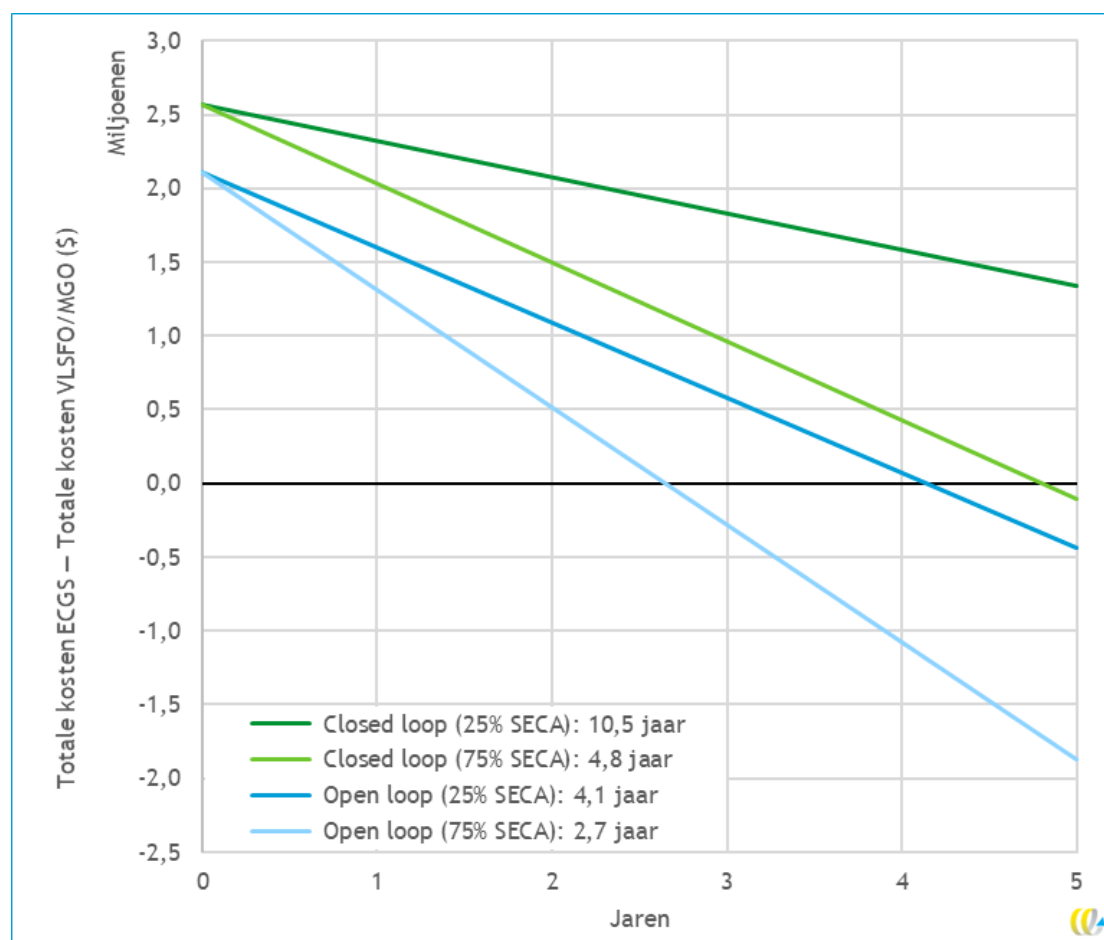


Note: De meerkosten van EGCS zijn berekend als de totale kosten van varen op HFO met EGCS minus de totale kosten van varen op VLSFO en MGO.

Retrofit

Voor het retrofitten van EGCS geldt dat schepen vaak voor een bepaalde tijd uit de vaart moeten. Daarnaast zijn er kosten verbonden aan de huur van een werf. Hierdoor vallen de investeringskosten hoger uit. In Figuur 12 zijn de kosten te zien voor eenzelfde type schip waarbij het EGCS geretrofit is. De terugverdientijd is hierdoor voor een closed-loop bij 25% van de vaart binnen SECAs vier jaar, terwijl in Figuur 10 de terugverdientijd voor een vergelijkbare nieuwbouw slechts drie jaar is. Voor een closed-loopvariant in 25% SECAs is de terugverdientijd langer dan de investeringstermijn dan tien jaar die wij aanhouden, de terugverdientijd betreft namelijk 10,5 jaar.

Figuur 12- Terugverdientijd van EGCS ten opzichte van varen op VLSFO voor retrofit containerschip van 0-999 dwt op basis van totale brandstofverbruik



Note: De meerkosten van EGCS zijn berekend als de totale kosten van varen op HFO met EGCS minus de totale kosten van varen op VLSFO en MGO.

5.4.2 Effect verbod op lozen waswater voor bestaande schepen

Door lokale verboden op het lozen van waswater komen bestaande schepen die varen op HFO met EGCS voor extra kosten te staan. We brengen de kosten in kaart voor de opties om aan de verboden te voldoen. Op basis van de aanwijzingen uit Paragraaf 4.3 gaan we ervan uit dat schepen kiezen voor MGO als alternatieve laagzwavelige brandstof. We brengen ook in kaart wat de kosten zijn voor een closed-loop- of een hybride (gesloten) variant, waarbij we ook kijken naar de ombouw van een open-loopvariant. We richten ons zowel op schepen die in de haven EGCS gebruiken als op schepen die dat niet doen.

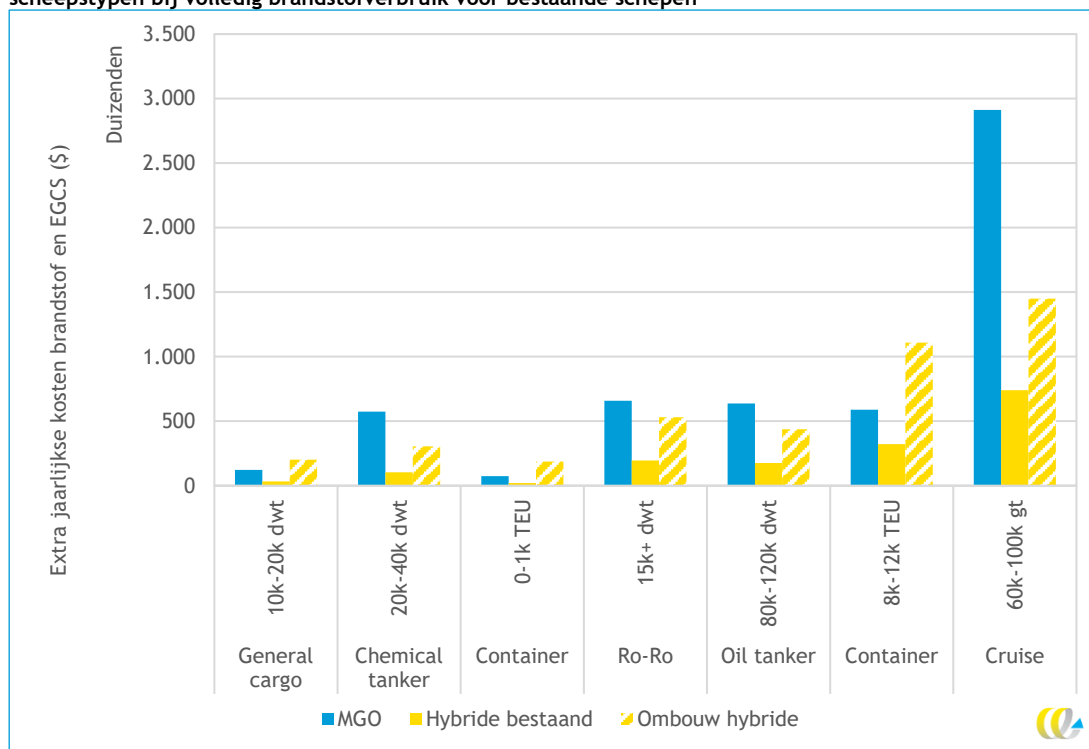
In havens

Lokale verboden in havens hebben een effect op een gedeelte van de schepen, omdat niet alle schepen gebruik maken van EGCS in de haven. Voor de schepen die wel gebruik maken van EGCS in de haven, ontstaan er extra kosten. Bestaande schepen met een open-loop-systeem kunnen kiezen voor varen op MGO of ombouwen naar een hybride variant. Schepen die een hybride EGCS hebben, kunnen of in closed-loopmodus draaien of op MGO

overschakelen. We gaan ervan uit dat schepen al een tank aan boord hebben voor MGO, zodat hierdoor geen extra investeringen nodig zijn. We hebben het aandeel brandstofverbruik per scheepstype bepaald op basis van inschattingen voor emissies aan de kade en op anker uit (CE Delft et al., 2020). Hiermee wordt het aandeel van emissies in de haven enigszins overschat, afhankelijk van de frequentie waarmee schepen op anker liggen en het bijbehorende brandstofverbruik. Daarnaast gebruiken veel stilliggende schepen geen EGCS, waardoor verboden in havens nauwelijks effect hebben op deze schepen. De resultaten in deze paragraaf kunnen dus gezien worden als een range betreffende het minimum tot het maximum effect op de kosten.

In Figuur 13 is de toename in jaarlijkse kosten voor verschillende scheepstypen geschetst als in alle havens die worden aangedaan een verbod op het lozen van waswater geldt. De geselecteerde scheepstypen zijn relevant voor de Nederlandse vloot of voor de wereldwijde vloot (de drie rechter scheepstypen). Voor bestaande schepen is in de meeste gevallen overschakelen op MGO het meest voordelig. Uitzonderingen hierop zijn schepen die een hoog brandstofverbruik hebben tijdens het stilliggen, zoals een chemische tanker en een cruiseschip. Voor deze schepen wordt het interessant om de bestaande open-loopvariant om te bouwen naar een hybride variant. Voor schepen met een hybride EGCS is varen in closed-loopmodus de voordeligste optie om aan het verbod te voldoen. De kosten nemen toe van \$ 120.000 voor een gangbaar general cargo-schip tot meer dan \$ 2 miljoen voor cruiseschepen als in alle havens een verbod geldt.

Figuur 13 - Extra jaarlijkse kosten door wereldwijd verbod lozen waswater in havens voor verschillende scheepstypen bij volledig brandstofverbruik voor bestaande schepen



In welke mate de kosten in de praktijk daadwerkelijk toenemen, hangt af van de mate waarin hulpmotoren en generatoren op zware stookolie draaien en in hoeverre bezochte havens een verbod hebben ingesteld. In Paragraaf 4.3.2 hebben we besproken dat voor een aanzienlijk deel van de schepen binnen de Nederlandse vloot geldt dat het verbruik van

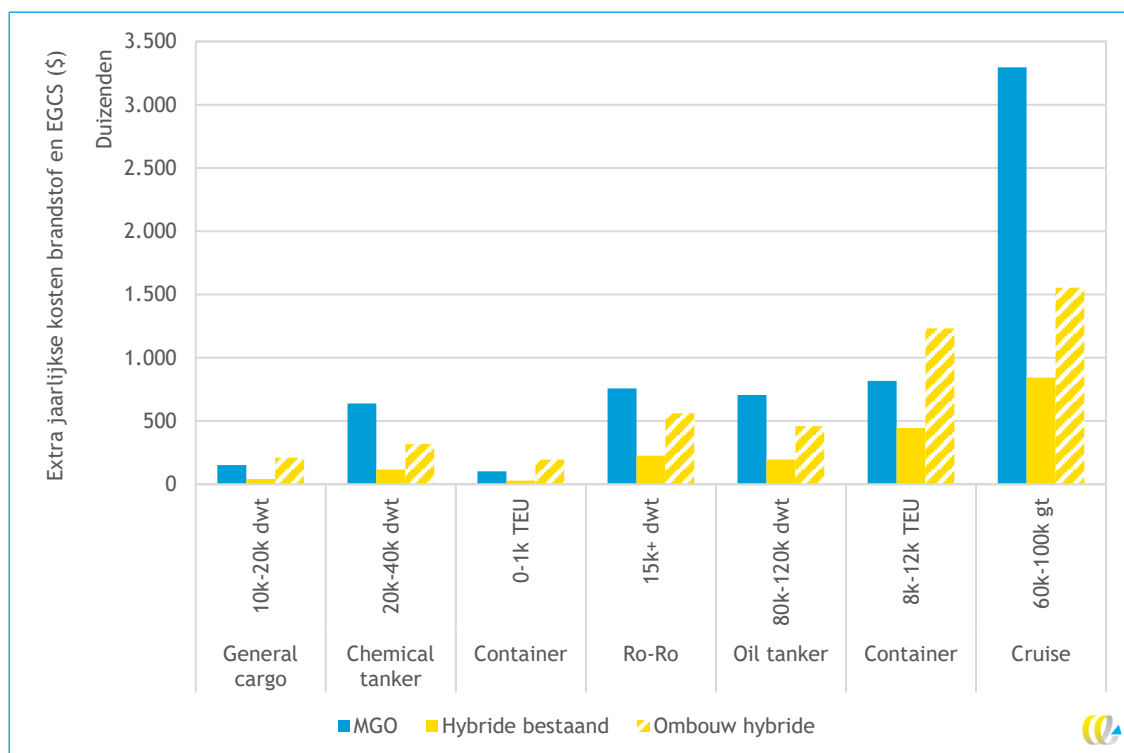
HFO in de haven beperkt is. Hierdoor leidt een verbod in havens voor de meeste Nederlandse schepen maar zeer beperkt tot extra kosten.

Verbod binnen territoriale wateren 3 nm van kust

De verboden in territoriale wateren hebben effect op een groter gedeelte van het brandstofverbruik dan alleen binnen de haven. Ook brandstofverbruik op binnenlandse wateren en de afstand uit de kust is van belang. In Paragraaf 5.3.1 hebben we benoemd dat naar schatting gemiddeld zo'n 4% van het totale brandstofverbruik wordt ingezet voor voortstuwing in territoriale wateren binnen 3 nm van kust. In deze paragraaf bekijken we in hoeverre dit brandstofverbruik in territoriale wateren, bovenop het verbruik in havens, het effect van verboden beïnvloedt.

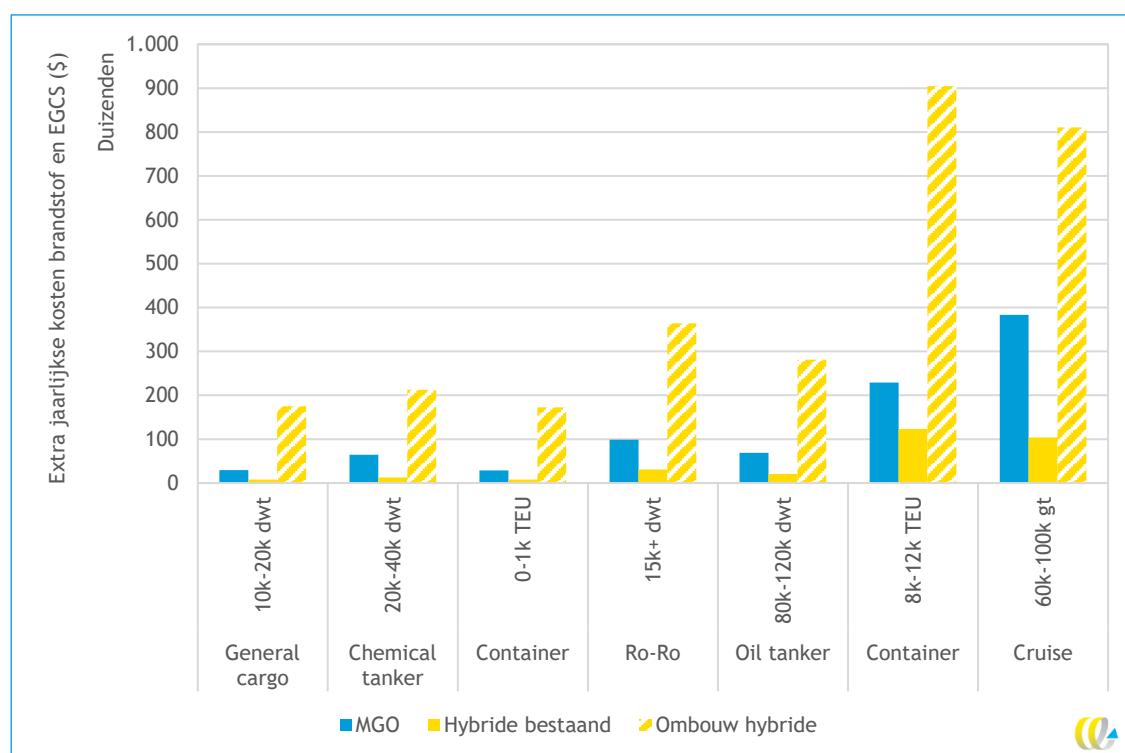
In Figuur 14 zijn de jaarlijkse kosten weergegeven als een wereldwijd verbod op lozen van waswater binnen 3 nm wordt ingesteld. De kosteninschattingen gaan ervan uit dat alle motoren op HFO in combinatie met EGCS draaien. De relatieve toename in kosten ten opzichte van Figuur 13 is kleiner voor schepen met een hoog brandstofverbruik in havens, zoals een tanker of een cruiseschip. Over het algemeen zorgt een verbod in territoriale wateren binnen 3 nm voor een kostenstijging van enkele tientallen procenten ten opzichte van een verbod op lozen van waswater in havens. De jaarlijkse extra kosten voor een schip met open-loop-EGCS voor het volledige brandstofverbruik nemen voor toe met \$ 150.000 (middelgroot general cargo) tot meer dan \$ 3 miljoen voor een cruiseschip.

Figuur 14 - Extra jaarlijkse kosten door wereldwijd verbod lozen waswater in territoriale wateren binnen 3 nm voor verschillende scheepstypen bij volledig brandstofverbruik voor bestaande schepen



Omdat veel schepen geen stookolie gebruiken voor hulpmotoren en generatoren, kijken we in Figuur 15 specifiek naar de kosten als EGCS alleen voor de hoofdmotor wordt gebruikt. Hierdoor vallen de kosten van varen op MGO aanzienlijk lager uit, van \$ 30.000 voor een schip met relatief beperkt brandstofverbruik tot \$ 400.000 voor een schip met hoog brandstofverbruik. Ook is het niet interessant om een bestaande open-loop-EGCS om te bouwen naar een hybride variant. In Paragraaf 5.3.2 laten we zien dat voor enkele voorbeeldreizen het aandeel in Nederlandse territoriale wateren vaak lager dan 1% is, terwijl Figuur 15 uitgaat van 4% brandstofverbruik. De extra kosten door een verbod in territoriale wateren binnen 3 nm in Nederland zou daarmee een factor vier lager uitvallen.

Figuur 15 - Extra jaarlijkse kosten door wereldwijd verbod lozen waswater in territoriale wateren binnen 3 nm voor verschillende scheepstypen bij brandstofverbruik voortstuwing



Jaarlijkse kosten bij groeiende impact verboden

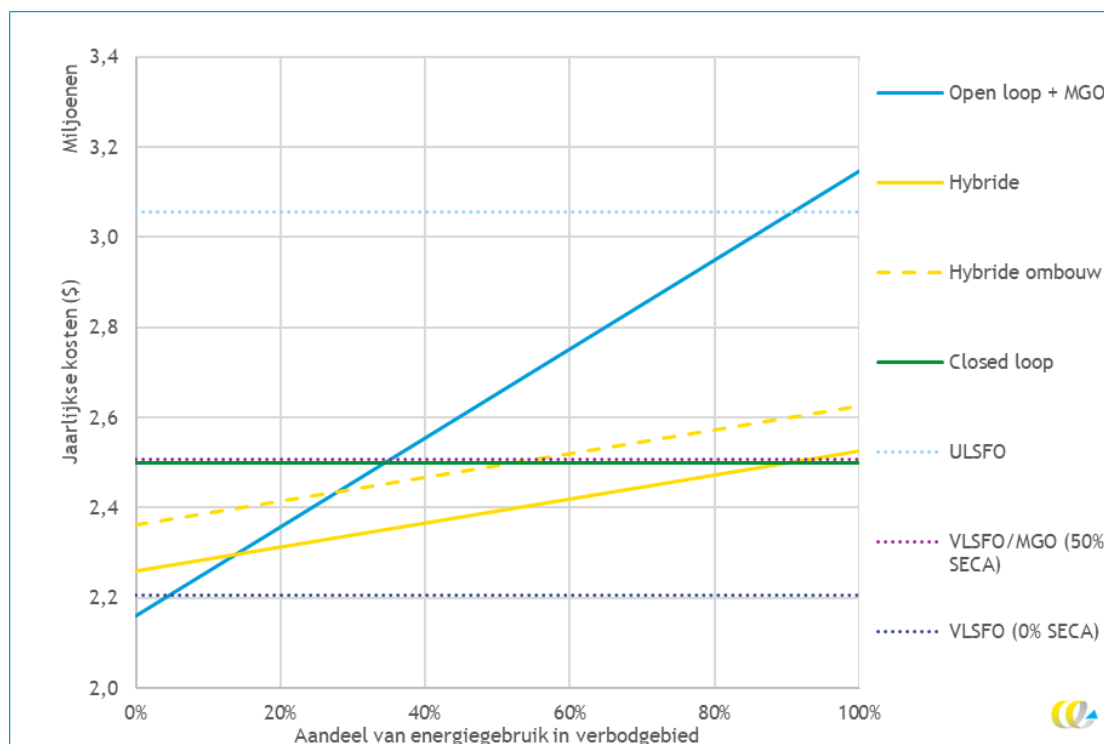
Hiervoor hebben we gezien dat verboden die een groter gebied omvatten leiden tot hogere kosten. Er is een verband tussen de omvang van verboden, uitgedrukt in aandeel van het totale verbruik van HFO, en de jaarlijkse kosten van schepen. We laten deze relatie zien voor twee typen schepen met een uiteenlopend brandstofverbruik die binnen de Nederlandse vloot voorkomen.

In Figuur 16 is het effect te zien voor een kleiner schip, wanneer alle motoren op HFO draaien. Op de verticale as staan de jaarlijkse kosten voor brandstoffen, investeringen en gebruik van EGCS. Op de horizontale as staat het aandeel van het jaarlijkse brandstofverbruik dat in een gebied met een verbod op lozen van open-loopwaswater plaatsvindt. Naarmate het gebied groter wordt, nemen de kosten van schepen met een open loop toe, doordat in de verbodszone op duurdere MGO wordt gevaren. Ook zijn de kosten van

verschillende laagzwavelige brandstoffen weergegeven door middel van de gestreepte lijnen. De kosten voor deze brandstoffen zijn constant, omdat de consumptie van deze brandstoffen niet afhankelijk is van verboden op het lozen van waswater. De kosten voor het volledig varen op ULSFO zijn het hoogst (meer dan \$ 3 miljoen per jaar), terwijl het volledig varen op VLSFO \$ 2,2 miljoen per jaar kost. De kosten voor VLSFO nemen snel toe wanneer schepen meer in SECAs varen, doordat op MGO moet worden overgeschakeld om aan de zwaveleisen te voldoen. Dit is door middel van de middelste gele gestippelde lijn weergegeven waarbij hypothetisch voor 50% in SECAs gevaren wordt.

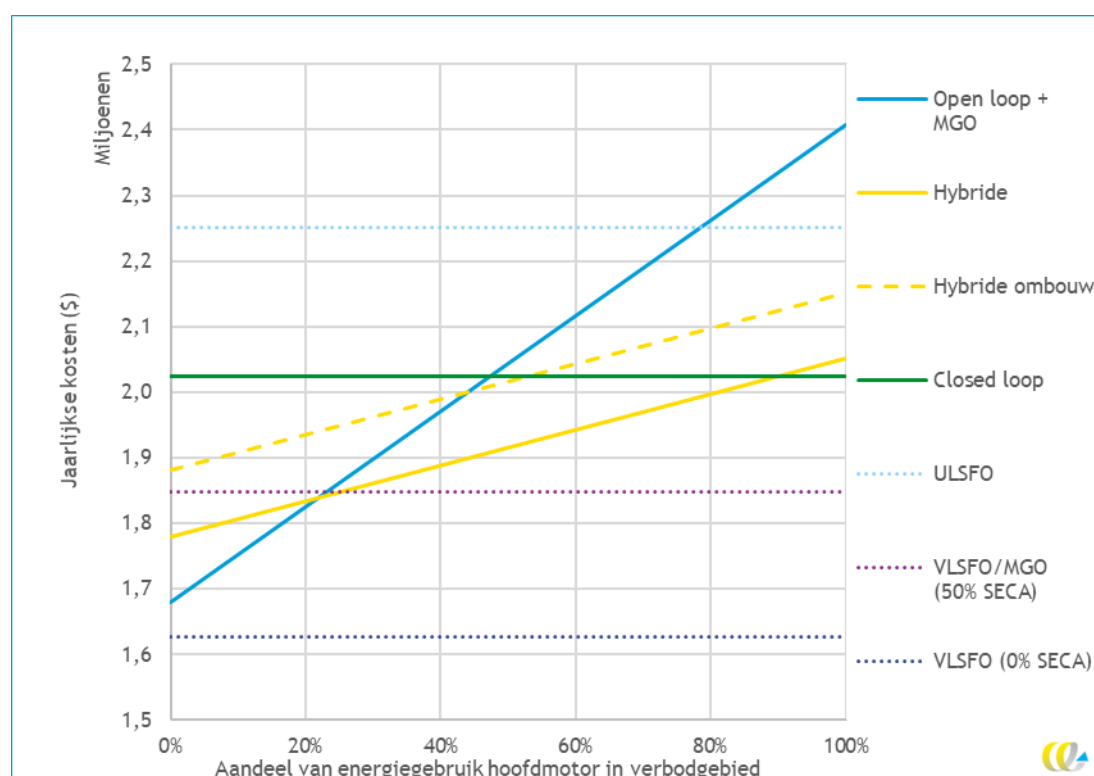
Uit de figuur blijkt dat EGCS voor dit scheepstype vooral interessant is als er in SECA-zones wordt gevaren. Het verschil tussen varen op HFO met EGCS en VLSFO is beperkt. Een open-loop-EGCS is, als er geen verboden op lozen van waswater zijn, voordeliger dan een hybride of gesloten variant. Dit verandert als in zones met verboden wordt gevaren. Schepen die al uitgerust zijn met een hybride systeem, hebben lagere kosten als meer dan 15% van het jaarlijkse brandstofverbruik onderhevig is aan een verbod. Vanaf ongeveer 30% van het jaarlijkse brandstofverbruik wordt het financieel interessant om een open-loop-EGCS om te bouwen naar een hybride variant. Ter referentie verbruikt dit scheepstype gemiddeld zo'n 10% van de jaarlijkse brandstof in havens, terwijl het verbruik in territoriale wateren binnen 3 nm gemiddeld zo'n 14% is. Paragraaf 5.3.2 toonde aan dat het aandeel binnen 3 nm voor specifieke reizen richting 30% kan gaan. Als veel in territoriale wateren gevaren wordt, kan een overstap naar een hybride systeem dus financieel rendabel worden. Voor de bestaande lokale maatregelen zal dat voor de meeste routes nog niet het geval zijn.

Figuur 16 - Jaarlijkse kosten van EGCS en brandstoffen voor totale brandstofverbruik bij verboden op lozen van waswater voor bestaand general cargo-schip van 10.000-19.999 dwt (energieverbruik 155 TJ/jaar)



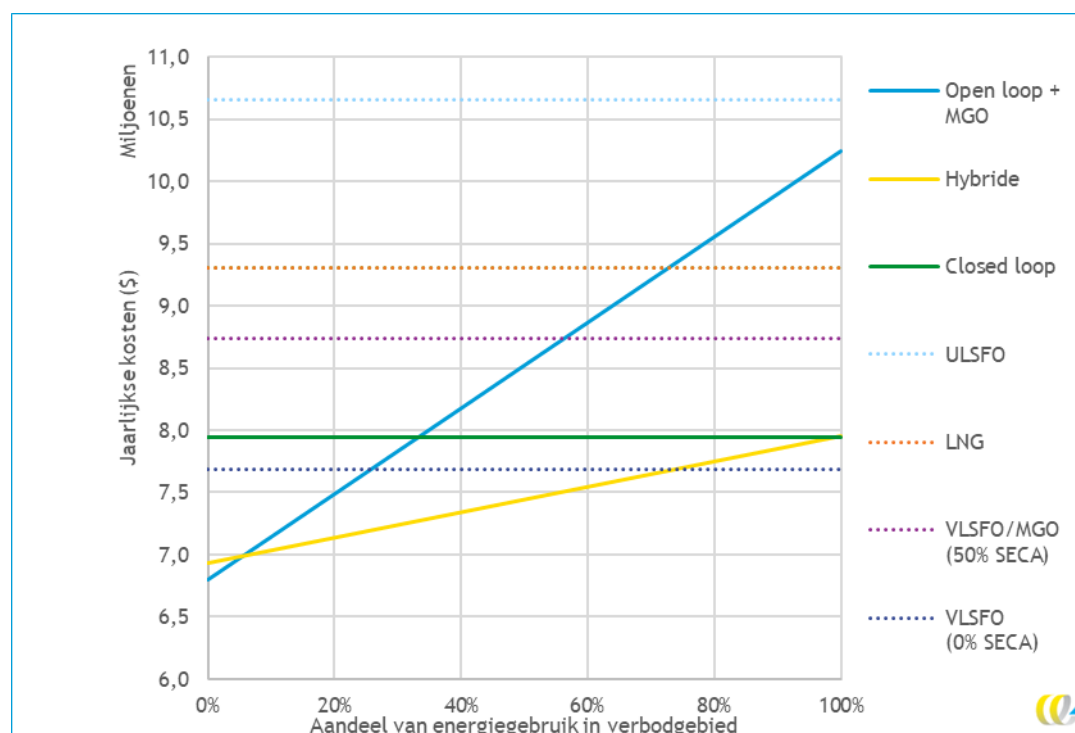
In Paragraaf 4.2 hebben we gezien dat veel schepen alleen een EGCS toepassen voor de hoofdmotor. Figuur 17 toont de resultaten wanneer op een general cargo-schip een EGCS alleen wordt gebruikt voor de voortstuwing van het schip (hetzelfde type schip als in Figuur 16). Zo'n 75% van het brandstofverbruik van dit scheepstype wordt veroorzaakt door de hoofdmotor. De jaarlijkse kosten vallen in Figuur 17 lager uit, omdat we slechts naar een gedeelte van het brandstofverbruik kijken. Dit betekent echter wel dat de voordelen van lagere brandstofkosten door gebruik van EGCS lager uitvallen. Het wordt daardoor sneller aantrekkelijk om op laagzwavelige brandstoffen te varen. Voor dit scheepstype is er, bij 50% varen binnen SECAs, geen kostenvoordeel meer voor een EGCS als meer dan 20% van het brandstofverbruik in verbodszones plaatsvindt.

Figuur 17 - Jaarlijkse kosten van EGCS en brandstoffen voor brandstofverbruik voortstuwing bij verboden op lozen van waswater voor bestaand general cargo-schip van 10.000-19.999 dwt (energieverbruik 114 TJ/jaar)



In Figuur 18 laten we de kosten zien voor een schip uit de Nederlandse vloot met een relatief hoger brandstofverbruik. We richten ons daarvoor op het totale brandstofverbruik en niet alleen op de hoofdmotor. Het brandstofverbruik is meer dan drie keer hoger dan bij het eerder besproken general cargo-schip in Figuur 16. Door het hogere brandstofverbruik vallen de kosten ook hoger uit, namelijk tussen de \$ 7 en \$ 11 miljoen, afhankelijk van de oplossing. Voor het grotere schip zijn, dankzij het hogere brandstofverbruik, de voordelen van het gebruik van EGCS groter. Het hogere brandstofverbruik zorgt er ook voor dat het eerder interessant wordt om over te stappen naar een hybride EGCS.

Figuur 18 - Jaarlijkse kosten van EGCS en brandstoffen voor totale brandstofverbruik bij verboden op lozen van waswater voor bestaand Ro-Ro-schip met 15.000 dwt (energieverbruik 539 TJ/jaar)



5.4.3 Effect verbod lozingen voor nieuwe schepen

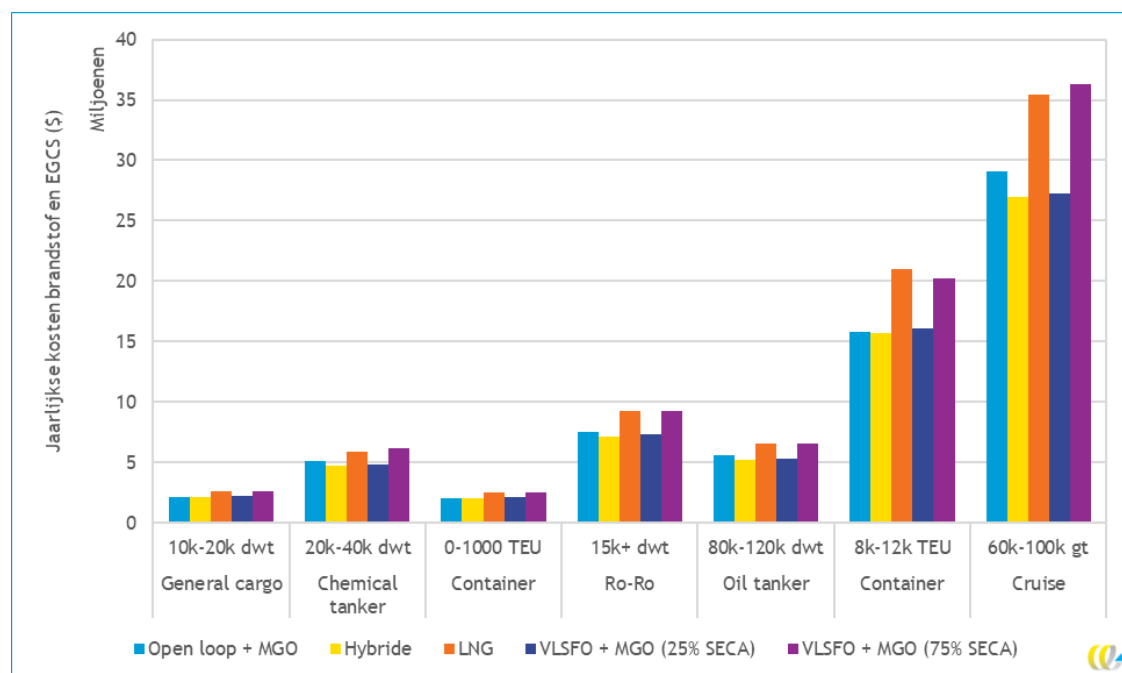
In deze paragraaf richten we ons op de kosten van nieuwbouwschepen. Voor deze schepen vallen de installatiekosten van een EGCS lager uit doordat het schip niet uit de vaart hoeft. Daarnaast is het mogelijk om LNG als aandrijvingsbrandstof te kiezen, echter zijn er wel significante aanpassingen aan het schip voor nodig met de bijbehorende kosten. Voor nieuwe schepen die voor een investeringsbeslissing staan, kijken we naar de totale jaarlijkse kosten, omdat de verboden in de investeringsbeslissing worden meegenomen.

Verbod binnen territoriale wateren 3 nm van de kust

In Paragraaf 5.4.2 hebben we gezien dat de impact van een lokaal verbod vooral afhangt van het totale brandstofverbruik en het type brandstof dat hulpmotoren en generatoren gebruiken. Het is minder relevant of het verbod geldt voor de haven, of ook het gebied van de territoriale wateren binnen 3 nm van kust. Voor de nieuwe schepen richten we ons daarom hoofdzakelijk op een verbod binnen territoriale wateren in 3 nm van de kust, waarbij we wel onderscheid maken naar brandstofverbruik van voortstuwing en het totale brandstofverbruik.

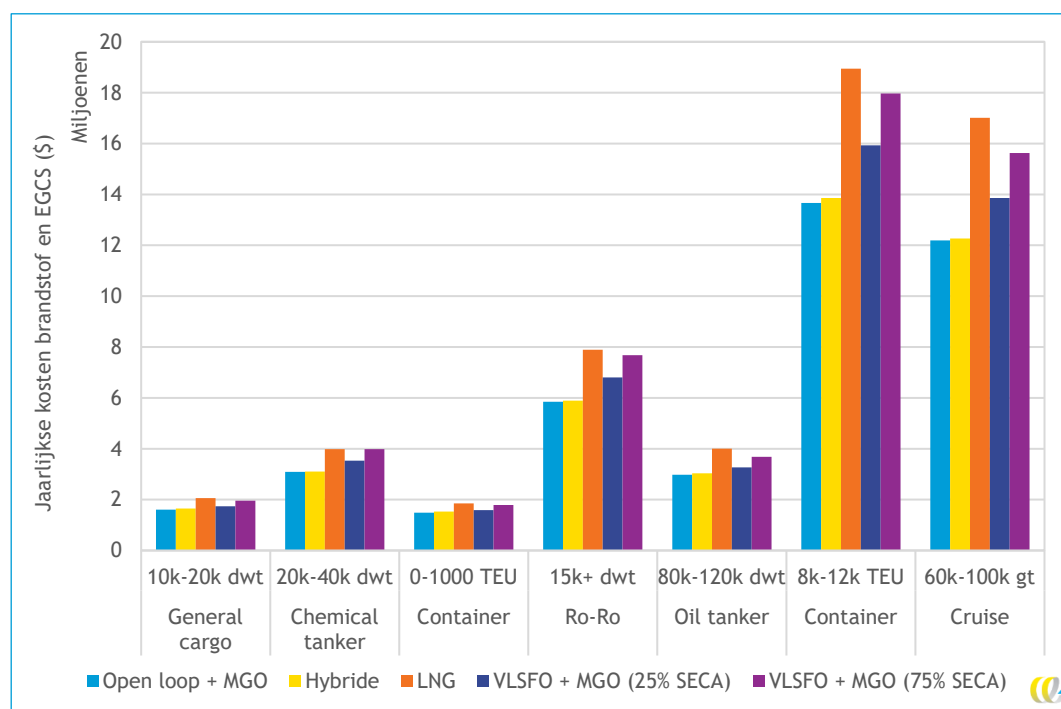
In Figuur 14 zijn de resultaten getoond voor verschillende scheepstypen wanneer alle motoren gebruik maken van HFO en EGCS. We zien dat voor schepen die veel brandstof verbruiken tijdens het stilliggen, zoals een tanker of een cruiseschip, een hybride variant de voordeligste optie is. Daarnaast valt op dat varen op VLSFO door de verboden vaak een voordelige optie is, zolang het aandeel binnen SECAs beperkt is.

Figuur 19 - Jaarlijkse kosten voor volledig brandstofverbruik voor verschillende scheepstypen bij wereldwijd verbod lozen waswater in territoriale wateren binnen 3 nm



In Figuur 20 zijn de jaarlijkse kosten weergegeven wanneer de geselecteerde schepen geen gebruik maken van HFO voor hulpmotoren en generatoren. De jaarlijkse kosten in de figuur vallen lager uit, omdat er naar een gedeelte van het totale brandstofverbruik gekeken is. Een EGCS is in veel gevallen de goedkoopste optie, ook met een wereldwijd verbod. Wel is het voor tankers en cruiseschepen, doordat er alleen gekeken wordt naar het brandstofverbruik van voortstuwing, niet langer aantrekkelijk om over te kiezen voor een hybride variant.

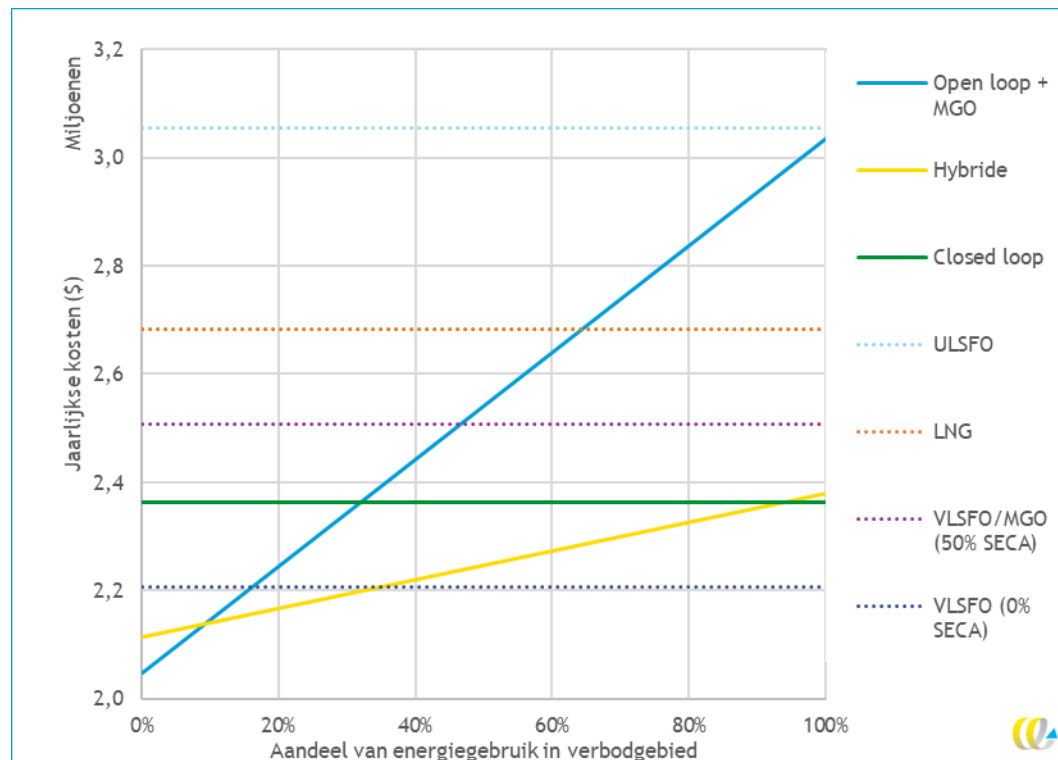
Figuur 20 - Jaarlijkse kosten voor brandstofverbruik voor voortstuwing van verschillende scheepstypen bij wereldwijd verbod lozen waswater in territoriale wateren binnen 3 nm



Jaarlijkse kosten bij groeiende impact van verboden

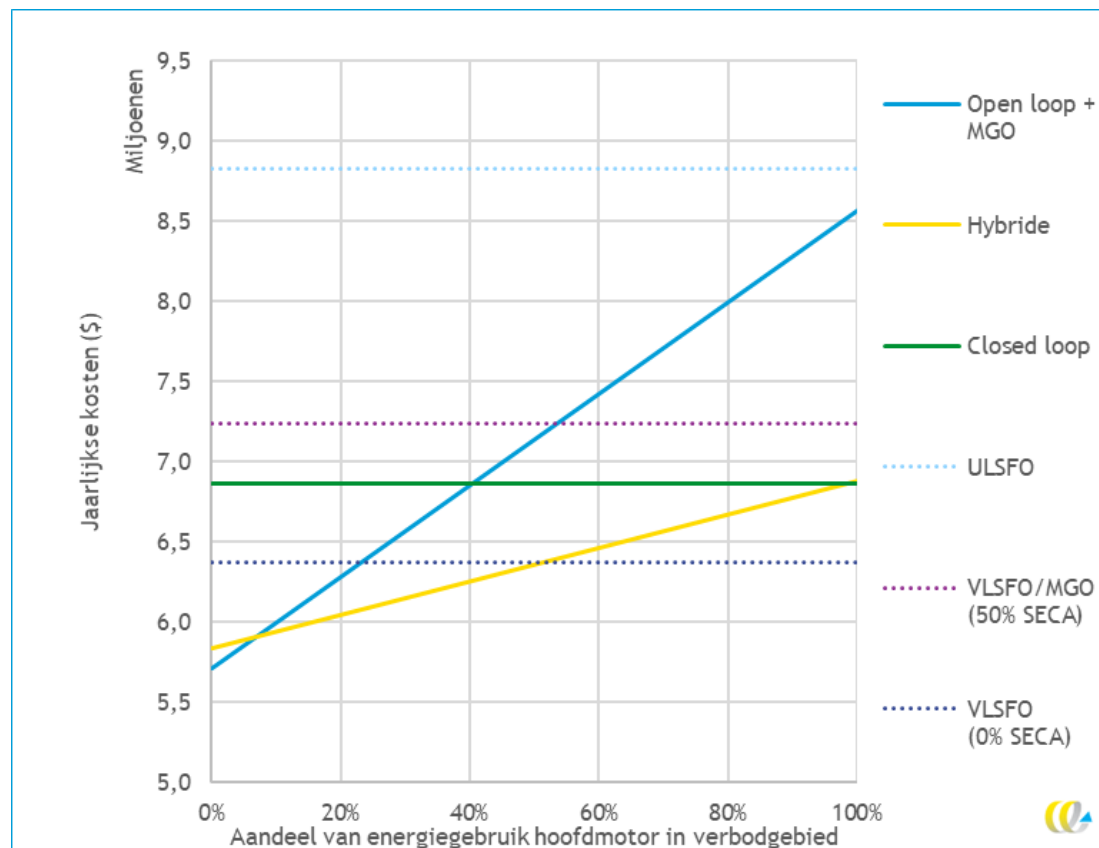
De impact van verboden op de jaarlijkse kosten voor nieuwbouwschepen is vergelijkbaar met de impact op bestaande schepen. In Figuur 21 is te zien dat een (gelet op de omvang van het gebied) groter verbod ervoor zorgt dat de jaarlijkse kosten van open en hybride EGCS toenemen. Het is immers nodig om vaker op MGO of in closed-loopmodus te varen. De additionele investering voor een hybride variant kan hierdoor terugverdient worden bij uitbreiding van verboden. Als voor dit scheepstype 10% van het brandstofverbruik in een verbodszone plaatsvindt, dan is een hybride variant voordeliger. Gelet op de huidige brandstofprijzen lijkt LNG geen financieel aantrekkelijke optie om aan de zwaveisen te voldoen. De jaarlijkse kosten liggen significant hoger dan varen met EGCS of VLSFO.

Figuur 21 - Jaarlijkse kosten van EGCS en brandstoffen voor totale brandstofverbruik bij verboden op lozen van waswater voor nieuwbouw general cargo-schip van 10.000-19.999 dwt (energieverbruik 155 TJ/jaar)



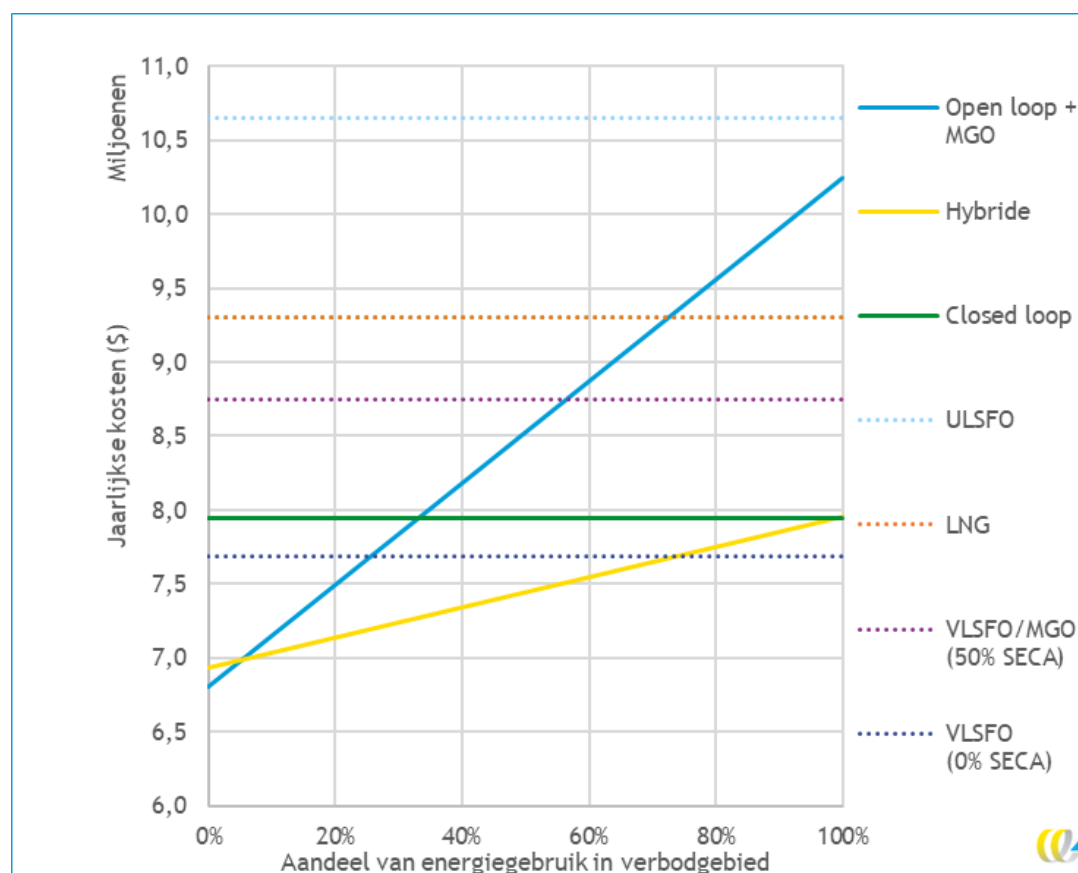
In Figuur 22 illustreren we de jaarlijkse kosten voor een vergelijkbaar schip waarbij alleen de hoofdmotor gebruik maakt van HFO. We kijken naar een gedeelte van het brandstofverbruik waardoor de jaarlijkse kosten ook lager uitvallen. Net als bij het bestaande schip zien we dat het lagere brandstofverbruik ervoor zorgt dat andere brandstoffen eerder interessant worden. Wanneer voornamelijk buiten SECAs gevaren wordt, dan is de meerwaarde van een EGCS beperkt. Verboden kunnen dan een negatief gevolg voor de businesscase hebben. In SECAs lijkt een hybride EGCS een logischere optie.

Figuur 22 - Jaarlijkse kosten van EGCS en brandstoffen voor brandstofverbruik voor voortstuwing bij verboden op lozen van waswater voor nieuwbouw general cargo-schip van 10.000-19.999 dwt (energieverbruik 114 TJ/jaar)



Als laatste brengen we in kaart wat de kosten zijn voor een groter type schip. In Figuur 23 is getoond dat voor het grote scheepstype de baten van EGCS ook groter zijn. Andere brandstoffen zijn minder snel interessant dan bij kleinere schepen. De meerkosten van een hybride systeem kunnen sneller terugverdiend worden bij de implementatie van verboden.

Figuur 23 - Jaarlijkse kosten van EGCS en brandstoffen voor totale brandstofverbruik bij verboden op lozen van waswater voor nieuwbouw Ro-Ro-schip met 15.000 dwt (energieverbruik 539 TJ/jaar)



5.4.4 Relevantie kosteninschattingen voor Nederland

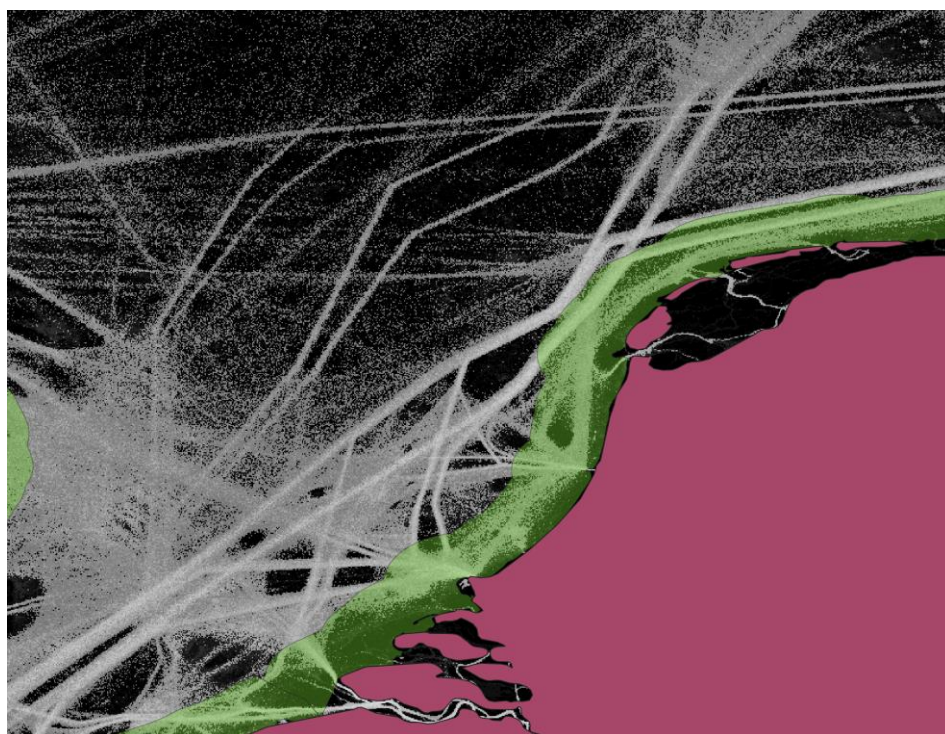
De kosteninschattingen in deze paragraaf zijn tot nu toe hoofdzakelijk gericht op verboden die wereldwijd gelden. Wij kunnen, door gebrek aan data, niet precies inschatten welke kosten samenhangen met een mogelijk verbod gericht op Nederland en in hoeverre dit Nederlandse schepen beïnvloedt. In deze paragraaf schatten we voornamelijk kwalitatief in wat het effect is van een Nederlands verbod.

Nederlandse havens en territoriale wateren

Voor het brandstofverbruik binnen havens is er geen reden om aan te nemen dat het voor Nederlandse havens anders uitpakt dan het wereldwijd gemiddelde. De impact van een verbod in havens kan erg verschillen tussen schepen, wat afhangt van het wel of niet gebruiken van HFO voor hulpmotoren en generatoren. Voor schepen die dit wel doen levert een Nederlands verbod een toename van de jaarlijkse kosten op van ongeveer \$ 30.000 voor een general cargo-schip tot meer dan \$ 500.000 voor cruiseschepen als een Nederlandse haven in een lijndienst met drie andere havens ligt.

Wanneer we kijken naar de belangrijkste Nederlandse havens dan valt op dat deze niet ver landinwaarts liggen. Bij Rotterdam is het verwaarloosbaar en bij Amsterdam ongeveer 10 mijl. De doorgaande vaarroutes langs de Nederlandse kust gaan over het algemeen ook buiten de territoriale wateren om. Al zijn er routes die door de 12-mijlszone gaan, zoals te zien is in Figuur 24. Een Nederlands verbod op het lozen van waswater in territoriale wateren binnen 3 nm heeft naar verwachting een beperkt additioneel effect ten opzichte van een verbod dat alleen in havens geldt. Uit Paragraaf 5.3.2 blijkt dat voor veel routes dit om minder dan 1% van de vaarafstand gaat. Om een grove inschatting van de kosten te geven, kijken we naar de resultaten van Paragraaf 5.4.2. Hieruit blijkt dat bij een wereldwijd verbod binnen 3 nm van de kust schepen met een open-loop-EGCS leidt tot extra jaarlijkse kosten tussen de \$ 150.000 en \$ 3 miljoen, afhankelijk van het brandstofverbruik. Het grootste gedeelte hiervan vindt in de haven plaats. Voor schepen die net als het merendeel van de Nederlandse vloot alleen EGCS voor de hoofdmotor gebruiken, zullen de kosten van een Nederlandse maatregel naar schatting zo'n \$ 7.000 (general cargo) tot \$ 95.000 (cruise) per jaar zijn als een kwart van de bezochte havens Nederlands is.

Figuur 24 - Doorgaande vaarroutes en territoriale wateren



Bron: Marine Regions en global shipping traffic density (Worldbank & IMF, 2023).

Type schepen

Een gedeelte van de Nederlandse schepen onder vlag of Nederlands eigenaarschap is relatief klein. Deze schepen worden vaak voor kortere afstanden ingezet (zogenoemde coasters), waardoor ze een groter gedeelte van de tijd langs of binnen de kust varen. Lokale maatregelen en verboden kunnen daarom relatief veel impact hebben op deze schepen. Voor deze schepen geldt dat een EGCS minder effectief is ten opzichte van schepen met een hoger brandstofverbruik. We zagen (Figuur 9) dat voor reizen in de Noord- en Oostzee al zo'n 30% van het brandstofverbruik op territoriale wateren kan plaatsvinden. Het aandeel is vooral hoog doordat in landen als Noorwegen en Finland een groot gedeelte

van de havens ver landinwaarts ligt en doordat er verschillende vaarroutes zijn die dicht langs de kust gaan. De maatregelen verschillen momenteel per land en haven, waardoor het niet mogelijk is gebleken om een goede inschatting te maken van het totale effect voor Nederlandse schepen.

5.5 Effecten van verboden op producenten

Verboden van het lozen van waswater hebben een negatieve invloed op de kosten-effectiviteit van open-loop-EGCS. De verwachting van de door ons gesproken producenten is dat voor de meeste schepen de impact beperkt blijft en dat EGCS nog steeds een effectieve oplossing is. Ook blijkt uit onze berekeningen in Paragraaf 5.4 dat voor de meeste schepen de toename in kosten beperkt is. Uit onze kostenanalyse blijkt dat voor specifieke schepen, die veel in gebieden met lokale verboden komen, kan een hybride EGCS een interessantere optie worden. Dit kan door de hogere aanschafwaarde van hybride EGCS leiden tot een stijging van de omzet van producenten van EGCS. We verwachten niet dat het tot grote verschuivingen tussen producenten leidt, omdat de producenten nu al meerdere varianten aanbieden. Wel blijft het voor hybride en closed-loopvarianten van belang dat waswater geloosd of afgegeven kan worden. Als een verbod voor een groot gebied geldt, dan kunnen ook closed-loop-EGCS niet altijd gebruikt worden. Met zeer strikt beleid vervalt daarom de vraag naar EGCS. De toekomstige vraag van EGCS lijkt in grote mate samen te hangen met de mogelijkheid om CO₂ op te slaan. Door de hogere aanschafwaardes van varianten die CO₂ opslaan zal de omzet van de producenten toenemen.

In Tabel 12 geven we een inschatting van de economische effecten voor producenten. Dit doen we op basis van de huidige afzet uit Paragraaf 4.1.2 en de kosteninschattingen uit Paragraaf 5.2. De meerkosten voor CO₂-afvang zijn bepaald op basis van gesprekken met marktpartijen. Het gaat om extra installaties van EGCS en extra kosten die nodig zijn om de systemen daadwerkelijk geschikt te maken om CO₂ af te vangen.

Tabel 12 - Grove inschatting economische effecten producenten

	Huidig	Strikt beleid - toename hybride	Zeer strikt beleid - grote daling	CO ₂ afvang in beleid - toename CO ₂ EGCS
Jaarlijkse afzet	70	70	Zeer beperkt	100
Kosten per EGCS (\$)	~ 2 tot 4 miljoen	3 tot 6 miljoen	3 tot 6 miljoen	6 tot 12 miljoen
Totale omzet (\$)	140 tot 280 miljoen	210 tot 420 miljoen	Beperkt	600 tot 1.200 miljoen

6 Conclusies

In deze studie kijken we naar de economische effecten van maatregelen die een reductie van lozingen van waswater uit EGCS tegengaan. We hebben gekeken naar effecten van maatregelen die lozingen verbieden in havens, territoriale wateren en alle wateren. Wij hebben dit bekeken vanuit een lokaal (havens en landen), evenals een internationaal perspectief. Ook hebben wij een maatregel meegenomen waarbij de eisen van lozingen van waswater worden aangescherpt, zodat er minder schadelijke stoffen in het waswater zitten.

Huidig gebruik

Het algemene beeld wat naar voren komt is dat schepen gebruik maken van een EGCS om kosten te besparen, doordat de goedkopere HFO gebruikt kan worden in zones met eisen aan de zwaveluitstoot. De meeste schepen hebben gekozen voor de open-loopvariant, waarvan de kosten het voordeligst zijn. De investeringskosten van een open-loop-EGCS kunnen binnen enkele jaren terugverdiend worden. Bij lokale verboden die momenteel gelden wordt gekozen voor de meest voordelige optie om aan het verbod te voldoen. Dit komt momenteel neer op het overschakelen naar MGO in het gebied waar het verbod geldt. Uit onze kostenanalyse blijkt ook dat overschakelen naar MGO vaak de voordeligste optie is om aan een lokaal verbod te voldoen.

Verboden van lozingen

Bij verboden van lozingen hebben schepen vier mogelijkheden om aan een verbod te voldoen:

1. Schepen kunnen overstappen op laagzwavelige brandstoffen in de gebieden waar een verbod geldt. Dit betekent dat er van brandstof gewisseld moet worden voordat een gebied met een loosverbod wordt betreden.
2. Met een hybride of closed-loopsysteem is het mogelijk om waswater tijdelijk op te slaan aan boord, waardoor er geen uitstoot plaatsvindt. Het is mogelijk om een open-loopsysteem om te bouwen naar hybride of closed-loopsysteem. Hierbij is het wel van belang dat er voldoende ruimte aan boord is, wat niet voor alle schepen het geval is.
3. LNG of andere alternatieve brandstoffen hebben geen EGCS nodig om aan zwaveleisen te voldoen. Overstap naar een alternatieve brandstof kan een oplossing zijn om aan verboden van het lozen van waswater te voldoen.
4. Een andere optie is om gebieden te vermijden waar verboden gelden en schepen elders in te zetten. Voor schepen die gecharterd worden, kan de keuze gemaakt worden om voor een ander schip te kiezen.

Uit onze kostenanalyse blijkt dat alle vier de opties zorgen voor een verhoging van de kosten van schepen. Het hangt af van het type schip, het vaargebied en het type maatregel in welke mate de kosten toenemen.

Lokale verboden

Voor lokale verboden geldt dat de stijging van kosten afhangt van de zone waarin het verbod geldt. Een wereldwijd verbod in territoriale wateren binnen 12 nm van de kustgrens heeft veel meer effect dan lokale verboden in havens. De lokale verboden gelden nu veelal in havens of in territoriale wateren binnen 3 nm. Het brandstofverbruik in havens en tijdens het stilliggen is zo'n 5 tot 20% van het jaarlijkse verbruik (IMO, 2020).

Een wereldwijd verbod in havens zorgt voor een stijging van de jaarlijkse kosten van \$ 70.000 voor kleine containerschepen tot bijna \$ 3 miljoen voor grote cruiseschepen. Het brandstofverbruik tijdens stilliggen is afkomstig van generatoren en hulpmotoren. Bij veel relatief kleinere schepen draaien deze motoren op MGO, waardoor er bij het stilliggen geen EGCS gebruikt wordt. Voor deze schepen heeft een lokaal verbod in havens weinig impact. We schatten in dat het verbruik van stookolie voor de voortstuwing in territoriale wateren binnen 3 nm voor gemiddelde schepen een aandeel heeft van tussen de 4 en 8%. Ten opzichte van een verbod in havens zorgt een wereldwijd verbod in territoriale wateren binnen 3 nm voor \$ 30.000 (general cargo) tot \$ 400.000 (cruise) extra jaarlijkse kosten. Er zijn echter ook schepen die meer dan 25% van de tijd in territoriale wateren binnen 3 nm varen. Het gaan dan om schepen die regionaal varen, met name in gebieden waar binnen de laagwaterlijn gevaren wordt, zoals bij fjorden of nabij eilandgroepen. Voor deze schepen zou de toename van kosten door een verbod groter zijn. We zien dat door lokale maatregelen, met name voor grotere schepen, het interessant kan worden om over te stappen op een hybride variant.

Wereldwijd verbod

Een wereldwijd verbod op lozen van waswater in PSSAs heeft, afhankelijk van de route, geen of veel effect. Nederlandse schepen varen met name in PSSAs bij de Oostzee en de Franse westkust. Voor een wereldwijd verbod op het lozen van waswater op alle wateren geldt dat dit leidt tot een stijging van de kosten, al hangt de precieze impact af van de vormgeving. Als ook het lozen van bleed-off water verboden wordt, dan zullen closed-loop-systemen in veel gevallen geen optie zijn, doordat er onvoldoende ruimte aan boord is om langdurig bleed-off water op te slaan. Als gevolg hiervan zullen veel schepen overstappen op laagzwavelige brandstoffen. Als het lozen van bleed-off water wel wordt toegestaan, dan zullen schepen de afweging maken of ombouwen naar een closed-loopsysteem financieel voordeliger is dan varen op laagzwavelige brandstoffen. De reders vinden een wereldwijd verbod niet wenselijk, want zij geven aan dat er wereldwijd onvoldoende laagzwavelige brandstof beschikbaar is en dat dit de gedane investeringen in open-loop-EGCS onbruikbaar maakt.

Aanscherpen internationale eisen emissies EGCS

Het is ook mogelijk om strengere eisen te stellen aan de maximale emissies naar water voor bestaande en/of nieuw geïnstalleerde EGCS. Voor het lozen van waswater uit EGCS zijn door IMO eisen vastgesteld over de zuurtegraad en de maximale concentratie van bepaalde stoffen. Vanuit de markt blijkt dat het technisch mogelijk is om de eisen te herzien en strikter te maken. Er kan een extra filter of systeem dat water reinigt geplaatst worden. Een dergelijke toepassing wordt al door meerdere producenten aangeboden. De meerkosten van een dergelijke oplossing zijn beperkt in vergelijking met de benodigde investeringen voor een ombouw naar een hybride of closed-loopsysteem. Wel neemt deze oplossing extra ruimte in, waardoor het niet altijd mogelijk is om binnen bestaande systemen toe te passen. Door deze beperking geven reders aan dat een aanscherping voor bestaande

installaties niet wenselijk is. De marktpartijen staan wel open voor een aanscherping voor nieuwe installaties, mits de noodzaak wetenschappelijk onderbouwd is.

Lokale maatregel Nederland

Als we naar de ligging van de Nederlandse havens kijken, dan valt op dat de meeste havens slechts in beperkte mate landinwaarts liggen en dat de vaarroutes slechts beperkt door de territoriale wateren gaan. We verwachten daarom dat lokale maatregelen in Nederland voor schepen die incidenteel de havens bezoeken een beperkt effect hebben. Uitzondering hierop zijn schepen die vaak Nederlandse havens aandoen en daardoor frequenter geconfronteerd worden met lokale maatregelen in Nederland. Vanuit de interviews hebben we niet kunnen inschatten voor welk aandeel van de Nederlandse vloot dit opgaat. Eigenaren van Nederlandse schepen die gecharterd worden hebben aangegeven dat de kans bestaat dat opdrachtgevers ervoor kiezen om gecharterde Nederlandse schepen niet langer vanuit Nederland te laten opereren of te kiezen voor een ander schip. Voor veel schepen zullen de economische gevolgen van een lokaal verbod in Nederland beperkt zijn, maar dit zal niet voor alle schepen gelden. Het is echter niet mogelijk gebleken om in te schatten hoe groot deze groep is en hoe hoog de kosten zijn die hiermee gemoeid zijn.

Effecten producenten

Lokale verboden hebben een negatieve invloed op de kosteneffectiviteit van open-loop-EGCS. De verwachting is dat voor de meeste schepen de impact beperkt blijft en dat een EGCS nog steeds een effectieve oplossing is. Voor specifieke schepen die veel in gebieden met lokale verboden komen, kan een hybride EGCS een interessantere optie worden. Dit kan, door de hogere aanschafwaarde van hybride EGCS, leiden tot een stijging van de omzet van producenten van EGCS van grofweg \$ 250 miljoen naar \$ 350 miljoen per jaar. Omdat alle producenten ook hybride varianten aanbieden, verwachten we geen grote verschuivingen in de markt. Wel blijft het voor hybride en closed-loopvarianten van belang dat waswater geloosd of afgegeven kan worden. Een wereldwijd verbod op het lozen van waswater inclusief bleed-off water van closed-loopvarianten zal de markt doen instorten, omdat schepen onvoldoende ruimte hebben om langdurig waswater op te slaan. Vanuit de producenten komt het beeld naar voren dat de toekomstige vraag van EGCS in grote mate samen lijkt te hangen met de mogelijkheid om CO₂ op te slaan om aan klimaatbeleid te voldoen. Door de hogere aanschafwaardes kan de omzet van de producten toenemen richting \$ 1 miljoen per jaar.

Indirecte effecten

Door de marktpartijen zijn er naast de impact op de brandstofkosten nog meerdere indirecte economische effecten genoemd. Het gaat om:

- De verscheidenheid aan lokale maatregelen leidt tot complexiteit die onder andere bij de bemanning tot extra kosten leidt, omdat ze extra opleiding nodig hebben. De verscheidenheid aan verschillende maatregelen zorgt ervoor dat het risico op overtredingen groter wordt, waar juridisch zware gevolgen aan kunnen zitten.
- EGCS zorgt ervoor dat naast zwavel ook emissies van fijnstof naar de lucht dalen door dat deze ook uit de lucht gewassen worden. Bij het gebruik van laagzwavelige brandstoffen komen deze emissies wel vrij. In stedelijke omgevingen kunnen emissies van fijnstof extra schadelijk zijn doordat veel mensen dit kunnen inademen. De reders geven aan dat dit effect op luchtkwaliteit in analyses niet voldoende meegenomen wordt. Het lozen van waswater zou volgens de sector dus vanuit een breder perspectief

bekeken moeten worden om tot een gewogen beslissing te komen. Ook de aankomende klimaatregelingen, waaronder de afvang van CO₂ door EGCS, zouden onderdeel van het bredere perspectief moeten zijn volgens de reders.

- Reders hebben enkele jaren geleden significante investeringen gedaan om aan de zwaveleisen te voldoen. Lokale maatregelen zorgen ervoor dat deze investeringen na enkele jaren al minder waardevol zijn. Dit leidt tot gebrek aan overheidsvertrouwen, wat nodig is om langetermijninvesteringen te doen.

Bibliografie

- ABS, 2018. *ABS advisory on exhaust gas scrubber systems*, Houston: American Bureau of Shipping
- CE Delft, 2020. *Comparison of CO2 emissions of MARPOL Annex VI compliance options in 2020*, Delft: CE Delft
- CE Delft, 2022. *De prijs van een reis. Editie 2022*, Delft: CE Delft
- CE Delft, Dalian Maritime University, ClassNK, Purdue University, Krannert School of Management, Fudan University, ICCT, Manchester Metropolitan University, NMRI, UMAS, et al., 2020. *Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020, IMO GHG Study 2020 - Full report and annexes*, London: International Maritime Organization (IMO)
- Clarksons Research, 2017. *SOx scrubber payback analysis*, London: Clarksons research
- Clarksons Research, 2023. *Shipping Review & Outlook September 2023*, London: Clarksons Research
- Clarksons Research Portal.ongoing. World Fleet Register, Clarksons
<https://www.clarksons.net/wfr/>.
- EGCSA, 2012. *A practical guide to exhaust gas cleaning systems for the maritime industry EGCSA Handbook 2012: Sustainable Maritime Solutions*
- EMSA, 2023. *Update on potential of biofuels in shipping*, Lisbon: European Maritime Safety Agency
- EMSA.ongoing. CO2 Emission Report: THETIS-MRV data, European Maritime Safety Agency (EMSA) <https://mrv.emsa.europa.eu/#public/emission-report>. 2020
- Hansen, J. P. & Aalborg, A. L., 2012. *Exhaust Gas Scrubber Installed Onboard MV Ficaria Seaways : Public Test Report , Environmental Project No. 1429: COWI*
- ICCT, 2019. *Excel file: Marine black carbon emissions reduction strategies and technologies : Emissions Reductions Strategies and Technologies.*, Den Haag: ICCT
- ICCT, 2021. *Global scrubber washwater discharges under IMO's 2020 fuel sulfur limit*, Washington: International Council on Clean Transportation
- ICCT, 2023. *Global update on scrubber bans and restrictions*, Policy update: International Council on Clean Transportation
- IMO, 2020. *Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020*, London: International Maritime Organization (IMO)
- IMO.2022. *IMO progress on revised GHG strategy, Mediterranean ECA adopted* [Online] <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/MEPC-79.aspx.28-11-2023>
- IMO.2023. *Particularly Sensitive Sea Areas* [Online] <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/pssas.aspx> 17-11-2023
- IVL, 2019. *Scrubbers: Closing the loop, Activity 3: Task 4*, Stockholm: Swedish Environmental Research Institute (IVL)
- Jiang, L., Kronbak, J. & Christensen, L. P., 2014. The costs and benefits of sulphur reduction measures: Sulphur scrubbers versus marine gas oil. *Science Direct*, 19-27.
- Kuehne+Nagel.n.d. *Reducing Sea Freight Emissions* [Online] <https://home.kuehne-nagel.com/en/-/knowledge/emission-control-areas.17-11-2023>
- Marin-Enriquez, O., Annika Krutwa, Brigitte Behrends, Martina Fenske, Denise Spira, Georg Reifferscheid, Marcus Lukas, Christine Achten & Holz, I., 2023. *Environmental Impacts of Discharge Water from Exhaust Gas Cleaning Systems on Ships: Final report of the project ImpEx*, Dessau: German Environment Agency
- MARIN, 2020. *Inventariserend onderzoek naar vermindering stikstofemissie door snelheidsbeperking scheepvaart*, Wageningen: Marin
- MARIN, 2023. *Sea shipping emissions 2021: Netherlands Continental shelf, 12 mile zone and port areas*, Wageningen.



S&P Global, 2020. *Scrubbers bet pays off for shipowners as marine fuels spread remains wide*: S&P Global.

Ship & Bunker.lpend. *Rotterdam Bunker prices* [Online]

<https://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam#LSMGO.10-11-2023>

VDL AEC Maritime, 2021. *Scrubbing made simple*, Eindhoven: VDL AEC Maritime

Verma, R., 2018. *The dilemma of fitting scrubbers*: Drewry

Wärtsilä, n.d. *SOx scrubber systems*, Helsinki: Wärtsilä

Worldbank & IMF. 2023. *Global Shipping Traffic Density*,

<https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0037580/Global-Shipping-Traffic-Density>. 23-11-2023

DISCLAIMER

PART I - ATTRIBUTION AND DISSEMINATION REQUIREMENTS

In all reports and other communications created by the Customer and distributed, shown or otherwise made available to potential and/or existing clients of the Customer or to any other third party, the Customer will include the text set out in the Attribution and Dissemination Requirements to appear prominently, clearly and legibly on the covering page of the report or communication concerned. The current version of the text is set out below. The Provider may change these requirements, and the Website, from time to time.

“Source: Clarkson Research Services Limited (“Clarksons Research”). © Clarkson Research 2023. All rights in and to Clarkson Research services, information and data (“Information”) are reserved to and owned by Clarkson Research. Clarkson Research, its group companies and licensors accept no liability for any errors or omissions in any Information or for any loss or damage howsoever arising. No party may rely on any Information contained in this communication.

Please also see the disclaimer at <https://www.clarksons.net/Portal/disclaimer>, which also applies. No further distribution of any Information is permitted without Clarkson Research’s prior written consent. Clarkson Research does not promote, sponsor or endorse the content of this communication.

[Clarksons Research Portal](#)



A Interview opzet

Memo

Delft, 9 oktober 2023

Aan: I&W
Betreft: Opzet interview
Van: Peter Scholten

Toelichting onderzoek

Recentelijk is er meer discussie gekomen over het lozen van waswater in zee. De discussie gaat over de schadelijkheid van de lozingen, maar er wordt ook gediscussieerd of het überhaupt wenselijk is om schadelijke stoffen te lozen in zee. Verschillende landen en havens hebben al maatregelen genomen om lozingen te beperken door het gebruik van open-loop-EGCS te verbieden in wateren of havens. Het verbieden van het gebruik van open-loop-EGCS leidt tot hogere kosten en onzekerheid voor scheepseigenaren, die enkele jaren geleden het advies kregen om in EGCS te investeren. Daarnaast zijn er ook gevolgen voor producenten van EGCS. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft CE Delft verzocht om te onderzoeken wat de economische effecten zijn van maatregelen die lozingen van waswater voorkomen op schepen onder Nederlandse vlag, Nederlandse rederijen en Nederlandse producten van EGCS.

Om de economische effecten te onderzoeken worden de volgende deelvragen in het onderzoek beantwoord:

1. Welke maatregelen zijn er om de lozingen van waswater te verminderen?
2. Hoeveel Nederlandse schepen worden er beïnvloed?
3. Welke opties hebben de schepen om aan de maatregelen te voldoen?
4. Wat zijn de kosten van deze opties?

Algemene vragen

- Hoeveel EGCS zijn er geïnstalleerd? Van welk type (open/hybride/closed-loop) zijn de EGCS?
- Wat zijn jullie verwachtingen voor de toekomstige vraag naar EGCS?
- Om welke reden wordt er gekozen voor EGCS? En waardoor wordt de keuze voor het type EGCS (open/closed) bepaald?
- Zijn er reders of scheepseigenaren die veel gebruik maken van EGCS?
- Zijn er specifiek typen schepen die veel met EGCS varen? Waarom doen ze dat?
- Hoe vaak doen schepen havens aan waar nu al verboden gelden? En hoe is dat specifiek voor Nederlandse schepen? En is dit anders voor schepen met en zonder EGCS?

Producenten

- Kunnen jullie uitleggen hoe EGCS werken?
- Hoe zit het met lozingen van closed-loopsystemen?
- Welke producenten van EGCS zijn in Nederland gevestigd?
- Hoeveel EGCS worden in Nederland geproduceerd? Van welke types?
- Voor welke type schepen worden de EGCS vooral geproduceerd?
- Welke producten leveren producenten naast EGCS?
- Er zijn EGCS die naast zwavel ook CO₂ opvangen. Wat verwachten jullie van de toekomstige ontwikkeling van de opvang van CO₂ met EGCS? Hoeveel CO₂ wordt ermee opgeslagen?
- Hoeveel omzet is verwant met de afzet van EGCS? Is dat specifiek te relateren aan Nederland? Wat zouden de gevolgen van een verbod zijn?
- Kunnen bestaande open-loop-EGCS omgebouwd worden naar closed-loop-EGCS? Hoeveel kosten zitten hieraan?
- In welke mate kan de uitstoot van open-loop-EGCS gereduceerd worden? Hoeveel kost het om de uitstoot van open-loop-EGCS te verminderen? Kunnen ook bestaande EGCS schoner worden?

Kosten

- Hoeveel kosten de investeringen in EGCS? Hangen de kosten af van het type (open/closed) of de omvang van het schip?
- Zijn er kosten aan het onderhoud van EGCS? Hoe hoog zijn die?
- In welke mate wordt waswater van closed-loop-EGCS afgegeven in havens? Wat zijn de kosten hiervan?
- Zijn laagzwavelige brandstoffen altijd verkrijgbaar?
- Wat zijn de meerkosten van laagzwavelige brandstoffen? Blijft dit constant over de tijd?
- Welk aandeel van het brandstofverbruik vindt in havens plaats? Is het significant meer als ook 1 nm, 3 nm, of 12 nm buiten de kust wordt meegenomen?

Beleidsmaatregelen

- Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende maatregelen?
- Welke kosten zijn er verbonden aan de maatregelen?
- Hoe verwachten jullie dat scheepseigenaren reageren? Zijn er naast kosten nog meer relevante punten?
- Andere landen hebben al maatregelen genomen. Hoe reageert de sector daar nu op?
- In Frankrijk is recentelijk een lokaal verbod ingevoerd. Is dit zichtbaar in de kosten die schepen maken?
- Mocht Nederland een lokale maatregel nemen. Hoe zullen de reders daarop reageren?
- In hoeverre doen Nederlandse schepen Nederlandse havens aan? Is dat 50% van de havens of is dit aanzienlijk minder?
- Zitten er grote verschillen in brandstofverbruik vanaf 1, 3, of 12 km vanaf de kust ten opzichte van het jaarlijkse brandstofverbruik? En hoe verhoudt zich dat als we alleen naar emissies in havens kijken?
- Vindt er veel brandstofverbruik plaatst in PSSAs (particularly sensitive sea areas) en ECA's (Emissions control areas)?
- Zijn jullie bekend met landen en/of havens die lokale maatregelen gaan implementeren? Verwachten jullie dat lokale maatregelen zullen toenemen of afnemen? In hoeverre beïnvloeden lokale maatregelen de concurrentiepositie? Zijn de kosten significant genoeg om bepaalde havens of landen te vermijden?

B Details van schepen

B.1 Energieverbruik

Tabel 13 - Jaarlijks energiegebruik per scheepstype (TJ/schip/jaar)

Nr.	Scheepstype	Grootte	Grootte- maat	Totaal jaarlijks energiegebruik	Energiegebruik in havens	Energiegebruik door aandrijving (hoofdmotor)
1	Bulk carrier	0-9.999	dwt	65	4	47
2	Bulk carrier	10.000-34.999	dwt	136	8	119
3	Bulk carrier	35.000-59.999	dwt	186	11	160
4	Bulk carrier	60.000-99.999	dwt	259	15	215
5	Bulk carrier	100.000-199.999	dwt	420	25	382
6	Bulk carrier	200.000-+	dwt	560	33	523
7	Chemical tanker	0-4.999	dwt	119	27	48
8	Chemical tanker	5.000-9.999	dwt	166	37	86
9	Chemical tanker	10.000-19.999	dwt	236	53	141
10	Chemical tanker	20.000-39.999	dwt	361	81	232
11	Chemical tanker	4.0000-+	dwt	361	81	239
12	Container	0-999	teu	148	8	104
13	Container	1.000-1.999	teu	283	16	206
14	Container	2.000-2.999	teu	397	22	314
15	Container	3.000-4.999	teu	616	34	501
16	Container	.5000-7.999	teu	921	51	806
17	Container	8.000-11.999	teu	1.180	65	1.046
18	Container	12.000-14.499	teu	1.230	68	1.076
19	Container	14.500-19.999	teu	1.862	103	1.604
20	Container	20.000-+	teu	1.507	83	1.241
21	General cargo	0-4.999	dwt	31	3	26
22	General cargo	5.000-9.999	dwt	73	7	54
23	General cargo	10.000-19.999	dwt	155	16	114
24	General cargo	20.000-+	dwt	222	22	181
25	Liquefied gas tanker	0-49.999	cbm	158	14	97
26	Liquefied gas tanker	50.000-99.999	cbm	504	45	353
27	Liquefied gas tanker	100.000-199.999	cbm	1.429	128	1.150
28	Liquefied gas tanker	200.000-+	cbm	1.582	142	1.043
29	Oil tanker	0-4.999	dwt	67	16	21
30	Oil tanker	5.000-9.999	dwt	98	23	37
31	Oil tanker	10.000-19.999	dwt	152	36	58
32	Oil tanker	20.000-59.999	dwt	285	67	135
33	Oil tanker	60.000-79.999	dwt	358	84	207
34	Oil tanker	80.000-119.999	dwt	385	90	215
35	Oil tanker	120.000-199.999	dwt	527	123	317

Nr.	Scheepstype	Grootte	Grootte- maat	Totaal jaarlijks energiegebruik	Energiegebruik in havens	Energiegebruik door aandrijving (hoofdmotor)
36	Oil tanker	200.000-+	dwt	762	178	572
37	Other liquids tankers	0-999	dwt	114	20	4
38	Other liquids tankers	1.000-+	dwt	272	47	189
39	Ferry-pax only	0-299	gt	31	6	17
40	Ferry-pax only	300-999	gt	41	8	29
41	Ferry-pax only	1.000-1.999	gt	37	7	24
42	Ferry-pax only	2.000-+	gt	180	36	143
43	Cruise	0-1.999	gt	112	21	4
44	Cruise	2.000-9.999	gt	147	28	24
45	Cruise	10.000-59.999	gt	696	133	272
46	Cruise	60.000-99.999	gt	2.113	404	910
47	Cruise	100.000-14.9999	gt	2.704	517	1.453
48	Cruise	150.000-+	gt	2.621	501	1.376
49	Ferry-RoPax	0-1.999	gt	51	6	24
50	FSerry-RoPax	2.000-4.999	gt	114	14	73
51	Ferry-RoPax	5.000-9.999	gt	197	24	129
52	Ferry-RoPax	10.000-19.999	gt	416	50	316
53	Ferry-RoPax	2.0000-+	gt	768	92	615
54	Refrigerated bulk	0-1.999	dwt	76	21	16
55	Refrigerated bulk	2.000-5.999	dwt	153	42	48
56	Refrigerated bulk	6.000-9.999	dwt	235	64	103
57	Refrigerated bulk	1.0000-+	dwt	508	139	284
58	Ro-Ro	0-4.999	dwt	84	14	28
59	Ro-Ro	5.000-9.999	dwt	314	52	242
60	Ro-Ro	10.000-14.999	dwt	495	83	399
61	Ro-Ro	15.000-+	dwt	539	90	447
62	Vehicle	0-29.999	gt	237	10	185
63	Vehicle	30.000-49.999	gt	334	15	282
64	Vehicle	50.000-+	gt	457	20	413
65	Yacht	0-+	gt	18	0	18
66	Service - tug	0-+	gt	20	4	12
67	Miscellaneous - fishing	0-+	gt	28	6	14
68	Offshore	0-+	gt	46	12	25
69	Service - other	0-+	gt	40	8	24
70	Miscellaneous - other	0-+	gt	106	9	83

B.2 Scheepseigenschappen

Tabel 14 - Jaarlijks energiegebruik per scheepstype (TJ/schip/jaar)

Nr.	Scheepstype	Grootte	Grootte- maat	Gemiddeld vermogen hoofdmotor (kW)	Gemiddeld aantal dagen op zee per jaar	Gemiddeld aantal dagen in SECAs
1	Bulk carrier	0-9.999	dwt	1.796	178	19
2	Bulk carrier	10.000-34.999	dwt	5.941	177	34
3	Bulk carrier	35.000-59.999	dwt	8.177	184	25
4	Bulk carrier	60.000-99.999	dwt	9.748	214	30
5	Bulk carrier	100.000-199.999	dwt	16.741	252	13
6	Bulk carrier	200.000-+	dwt	20.094	258	3
7	Chemical tanker	0-4.999	dwt	987	168	46
8	Chemical tanker	5.000-9.999	dwt	3.109	185	50
9	Chemical tanker	10.000-19.999	dwt	5.101	190	57
10	Chemical tanker	20.000-39.999	dwt	8.107	202	63
11	Chemical tanker	40.000-+	dwt	8.929	201	55
12	Container	0-999	teu	5.077	196	43
13	Container	1.000-1.999	teu	12.083	210	30
14	Container	2.000-2.999	teu	20.630	220	24
15	Container	3.000-4.999	teu	34.559	246	29
16	Container	5.000-7.999	teu	52.566	258	39
17	Container	8.000-11.999	teu	57.901	261	38
18	Container	12.000-14.499	teu	61.231	246	33
19	Container	14.500-19.999	teu	60.202	250	51
20	Container	20.000-+	teu	60.210	210	43
21	General cargo	0-4.999	dwt	1.454	170	55
22	General cargo	5.000-9.999	dwt	3.150	176	44
23	General cargo	10.000-19.999	dwt	5.280	192	39
24	General cargo	20.000-+	dwt	9.189	197	38
25	Liquefied gas tanker	0-49.999	cbm	2.236	190	42
26	Liquefied gas tanker	50.000-99.999	cbm	12.832	229	22
27	Liquefied gas tanker	100.000-199.999	cbm	30.996	271	8
28	Liquefied gas tanker	200.000-+	cbm	36.735	252	5
29	Oil tanker	0-4.999	dwt	966	135	14
30	Oil tanker	5.000-9.999	dwt	2.761	142	11
31	Oil tanker	10.000-19.999	dwt	4.417	136	18
32	Oil tanker	20.000-59.999	dwt	8.975	166	26
33	Oil tanker	60.000-79.999	dwt	11.837	194	45
34	Oil tanker	80.000-119.999	dwt	13.319	195	61
35	Oil tanker	120.000-199.999	dwt	17.446	220	44
36	Oil tanker	200.000-+	dwt	27.159	252	10
37	Other liquids tankers	0-999	dwt	687	98	30
38	Other liquids tankers	1.000-+	dwt	2.034	207	37
39	Ferry-pax only	0-299	gt	1.152	162	104
40	Ferry-pax only	300-999	gt	3.182	161	70
41	Ferry-pax only	1.000-1.999	gt	2.623	135	88
42	Ferry-pax only	2.000-+	gt	6.539	199	28
43	Cruise	0-1.999	gt	911	93	74

44	Cruise	2.000-9.999	gt	3.232	148	63
45	Cruise	10.000-59.999	gt	19.378	206	63
46	Cruise	60.000-99.999	gt	51.518	256	94
47	Cruise	100.000-149.999	gt	67.456	250	96
48	Cruise	150.000-+	gt	73.442	236	58
49	Ferry-RoPax	0-1.999	gt	1.383	165	95
50	Ferry-RoPax	2.000-4.999	gt	5.668	167	94
51	Ferry-RoPax	5.000-9.999	gt	12.024	155	88
52	Ferry-RoPax	10.000-19.999	gt	15.780	190	80
53	Ferry-RoPax	20.000-+	gt	28.255	219	145
54	Refrigerated bulk	0-1.999	dwt	793	147	22
55	Refrigerated bulk	2.000-5.999	dwt	3.223	149	24
56	Refrigerated bulk	6.000-9.999	dwt	6.206	150	16
57	Refrigerated bulk	10.000-+	dwt	11.505	218	51
58	Ro-Ro	0-4.999	dwt	1.618	129	24
59	Ro-Ro	5.000-9.999	dwt	9.909	201	73
60	Ro-Ro	10.000-14.999	dwt	15.939	218	137
61	Ro-Ro	15.000-+	dwt	19.505	199	171
62	Vehicle	0-29.999	gt	7.264	213	63
63	Vehicle	30.000-49.999	gt	11.831	254	36
64	Vehicle	50.000-+	gt	14.588	281	47
65	Yacht	0-+	gt	1.116	78	64
66	Service - tug	0-+	gt	1.086	80	82
67	Miscellaneous - fishing	0-+	gt	983	164	89
68	Offshore	0-+	gt	2.010	80	111
69	Service - other	0-+	gt	1.620	96	90
70	Miscellaneous - other	0-+	gt	15.301	102	154

