



Deze factsheet is tot stand gekomen in het kader van de samenwerking tussen de Tweede Kamer, de KNAW, NWO, UNL en de Jonge Akademie.

09-05-2022

Auteurs: prof. ir. J.J. (Hans) Hopman, TU Delft.

Verduurzaming scheepvaart

De term scheepvaart omvat 2 deelsectoren: de zeevaart en de binnenvaart. Deze hebben beide aanzienlijk andere eigenschappen, onder andere op het gebied van regelgeving en financiering en in veel gevallen ook op technisch vlak. In deze factsheet worden alleen de aspecten voor de zeevaart beschreven. Voor de binnenvaart volgt een apart factsheet.

Centrale vraagstelling

Hoe kan een duurzame scheepvaartsector als het gaat om de (reductie van) emissies naar lucht op de meest kosteneffectieve wijze worden gerealiseerd?

Inleiding

Binnen de totale transportketen is het schip een belangrijke schakel: ruim 90% van al het transport vindt plaats per schip. De scheepvaartsector is verantwoordelijk voor ca. 940 miljoen ton CO₂ en draagt daarmee voor ongeveer 2,5% bij aan de totale uitstoot van broeikasgassen in de wereld. Binnen de EU-transportsector is haar aandeel ca. 13% (2015).

Bij de analyse van de emissies naar lucht dient verder een onderscheid gemaakt te worden naar de uitstoot van broeikasgassen (CO₂, methaan) en de uitstoot van overige schadelijke emissies (Stikstofoxides NO_x, zwaveloxides SO_x, fijnstof). Met name in deze laatste groep zijn de schepen de laatste decennia aanzienlijk schoner geworden als gevolg van steeds scherpere internationale regelgeving van IMO op het gebied van toegestane zwavel in scheepsbrandstof en de emissie-eisen die IMO stelt aan Emission Control Area's voor zwavel- en NO_x-uitstoot. Qua CO₂-uitstoot was de reductie per schip gemiddeld bijna 30% in de periode 2008-2018 volgens de laatste IMO GHG studie.

Desondanks wordt voor de zeevaartsector een verdere stijging van de uitstoot verwacht, met name veroorzaakt door de eveneens verwachte verdere groei van de wereldhandel de komende jaren. Maar of de wereldhandel met het huidige tempo ook daadwerkelijk zal blijven doorgroeien de komende decennia, is echter niet zeker.

Juridische mogelijkheden

Welke ontwikkelingen spelen momenteel op nationaal, Europees en internationaal niveau (bijvoorbeeld via IMO) om scheepvaartondernemers en havenbedrijven te stimuleren maatregelen te nemen?

Zeeschepen varen verder dan alleen Nederland en Europa en is dus een internationale sector die wereldwijd vaart. Om de mondiale zeevaart te reguleren op het gebied van veiligheid, milieu en klimaat is er de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) die onder de Verenigde Naties (VN) valt. We zien dat besluitvorming op het gebied van klimaatregelgeving niet altijd snel gaat en dat bepaalde continenten zelf het heft in eigen hand nemen zoals bij ons in Europa. Er zijn al een aantal EU-regels op het gebied van emissiereductie van de zeevaart, maar met 'Fit for 55' zal de zeevaart meer gereguleerd worden om de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan.

Internationaal (IMO)

Binnen de IMO wordt deze zomer en dit najaar de klimaatstrategie van de mondiale zeevaart en de doelstellingen voor 2050 herzien, waarbij er vanuit een aantal lidstaten en de industrie zelf steeds meer geluiden zijn om te streven naar een klimaat-neutrale zeevaart in 2050. Voor 2030 is het doel 40% minder CO₂-uitstoot per tonkilometer dan in 2008. De vierde IMO-broeikasgasstudie uit 2020 liet zien dat er in de periode 2008-2018 reeds een CO₂-reductie per tonkilometer van bijna 30% is gerealiseerd, dus de zeevaart ligt op koers om het 2030-doel van IMO te halen. Daarnaast is er reeds een norm voor het bouwen van steeds energie-efficiëntere zeeschepen. Dit gebeurt door de IMO-maatregel Energy Efficiency Design Index (EEDI). Zeeschepen die anno 2022 worden gebouwd moeten minstens 20% energie-efficiënter zijn dan schepen die in 2013 zijn gebouwd.

Naast het formuleren van doelen bespreken de IMO-lidstaten momenteel voorstellen om te komen tot mogelijke marktgerichte maatregelen, zoals een vorm van CO₂-beprijzing en een brandstofstandaard die moet leiden tot het gebruik van klimaatvriendelijkere scheepsbrandstoffen en/of energiedragers.

Vanaf 1 januari 2023 zullen internationaal twee kortetermijnmaatregelen om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren van kracht worden, te weten de Energy Efficiency Existing Ship Index (afgekort EEXI) en de Carbon Intensity Indicator (CII). Hierbij wordt er niet alleen gekeken naar hoe efficiënt het schip in technische zin, maar ook hoe klimaatvriendelijk het schip in de praktijk opereert d.m.v. een energielabel. Indien het energielabel niet goed genoeg is, moet de scheepseigenaar maatregelen treffen om een beter energielabel te hebben. Welk energielabel het schip krijgt en of er wordt voldaan aan de EEXI- en CII-doelstellingen wordt vastgesteld door een geaccrediteerde onafhankelijke partij. De sector zelf is nog niet volledig gerust op het uiteindelijk functioneren van deze maatregelen omdat er wat betreft consequenties en handhaving nog strengere afspraken zouden moeten komen.

Europa

Het juridisch bindende Europese klimaatdoel zoals omschreven in de Green Deal en Klimaatwet van de Europese Commissie is uitgewerkt in het 'Fit for 55 pakket'. Ook de zeevaart zal een bijdrage gaan leveren aan de Europese CO₂-reductieopgave van 55% in 2030 t.o.v. 1990. Dit pakket aan maatregelen heeft daarom een aantal voorstellen die betrekking hebben op de zeevaart. De voor de sector belangrijkste voorstellen zijn:

- *Zeevaart onder EU ETS* – De zeevaart wordt ondergebracht onder het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS). Hierdoor moet de sector betalen voor de uitstoot van CO₂. De impact hiervan zal substantieel zijn. Op dit moment wordt onderhandeld over de precieze invulling. Om de verduurzaming van de sector niet te vertragen is het noodzaak dat de gelden die door de sector worden opgebracht, worden besteed aan de verduurzaming van de sector. Verder is het voor de werking van het systeem beter als de voorgestelde ondergrens van 5.000 Gross Tonnes (GT) wordt verlaagd naar 400GT zodat ook kleinere schepen een prikkel krijgen om versneld te verduurzamen. Tegelijkertijd wordt met de verlaging van de ondergrens het gelijke speelveld voor schepen net groter dan 5000 GT behouden, omdat zeeschepen van net onder 5000 GT ook worden meegenomen.
- *FuelEU Maritime* – Het voorstel voor FuelEU Maritime heeft tot doel de hernieuwbare en koolstofarme brandstoffen in het maritieme transport te stimuleren. Dit gebeurt met doelstellingen die steeds strenger worden om uiteindelijk klimaatneutraal te zijn in 2050. Zeeschepen die EU-havens aandoen worden verplicht tot reductie van de broeikasgasintensiteit van de gebruikte energie aan boord. Ook bevat het voorstel een verplichting voor bepaalde scheepstypen voor het gebruik van walstroom in de haven. Hierbij is het wel belangrijk dat er een robuuste infrastructuur voor walstroom in de EU-havens beschikbaar is.
- *Richtlijn Energiebelasting (ETD)* – Het voorstel voor de herziening van deze richtlijn omvat de belasting van brandstoffen voor intra-Europese zeevaart en binnenvaart. Hierin vindt differentiatie plaats kijkend naar de koolstofinhoud van een (scheeps)brandstof. Hoe klimaatvriendelijker een (scheeps)brandstof is des te minder (of geen) belasting betaald hoeft te worden.
- *Infrastructuur Alternatieve Brandstoffen (AFIR)* – De Verordening stelt doelen voor het aanbod van walstroom en LNG in havens en richt zich dus op de aanbodzijde maar zal ook impact hebben op de scheepszijde. Belangrijk is dat deze Verordening goed past in het voorstel voor Fuel EU Maritime.

- *Taxonomie* – Met de taxonomie wordt op Europees niveau een kader opgesteld om te bepalen welke activiteiten het label 'duurzaam' krijgen. De taxonomie is geen onderdeel van ff55, maar draagt wel bij aan de ambities van de Green Deal. De toepassing van de taxonomie zal in de toekomst ook gevolgen hebben voor de maritieme sector. Het is daarom zaak dat het gestelde kader goed onderbouwd is en voldoende rekening houdt met de specifieke kenmerken van de maritieme sector.

Nationaal

Regelgeving op nationaal niveau is voor een mondiaal opererende zeevaartsector geen begaanbare weg. Dit geldt ook voor nationale koppen op internationale regels. Effectieve handhaving van internationaal afgesproken regels is cruciaal en dient tijdig gereed te zijn, waarbij ook geldt dat hierover geen verschillen van inzicht bestaan tussen de landen. In 2019 is op nationaal niveau de Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens afgesloten. Deze Green Deal is een overeenkomst tussen een grote groep vertegenwoordigers van de gehele maritieme sector en de overheid. Met de Green Deal wordt beoogd om zowel de schadelijke emissies naar de lucht (stikstofdioxide, zwaveloxide en fijnstof) als de emissie van broeikasgassen terug te dringen. In de Deal zijn doelen, ambities en acties opgenomen. Deze deal geeft invulling aan het regeerakkoord van het kabinet Rutte III van oktober 2017 en heeft een looptijd van 5 jaar (2019-2024). Enkele afspraken in de Green Deal geven een extra financiële impuls aan de verduurzaming van de sector. Zo is gestart met de validatieregeling waarmee duurzame maritieme oplossingen deels gesubsidieerd worden gevalideerd. Ook zijn er afspraken gemaakt over het afschaffen van de energiebelasting op het gebruik van walstroom.

Hoe verhoudt de (kosten-)effectiviteit van de verschillende overheidsinstrumenten (van regels en verplichtingen tot (co)financiering) zich tot elkaar?

Een van de remmende factoren in de verduurzaming van de zeevaart is het ontbreken van een business case voor duurzame schepen. Het Europese voorstel om de zeevaart onder het emissiehandelssysteem (EU ETS) te brengen, zal hier voor een deel verandering in brengen. De effectiviteit van deze maatregel kan groot zijn, maar wordt bepaald door de exacte invulling van de maatregel. Essentieel hierbij is hoe de opbrengsten worden verdeeld. Het verplicht afdragen van emissierechten is voor de sector een kostenpost en deze middelen kunnen vervolgens niet worden ingezet om te investeren in duurzame technologie. Wanneer een deel van de maritieme opbrengsten van het ETS voor de zeevaartsector beschikbaar komen om te investeren in verduurzaming, is deze maatregel niet alleen een kostenpost maar draagt het daadwerkelijk bij aan de verduurzaming van de sector. Op dit moment lijkt dit echter nog geen uitgemaakte zaak en is er nog onduidelijk of de opbrengsten deels ook worden gebruikt om 'groene early movers' tegemoet te komen.

Verder is het van belang om de prestatie van het schip onderdeel te maken van zero-emissie waardeketens. Aan het begin van deze value-chain zouden grote verladers en producenten incentives kunnen formuleren voor het groene transport van hun producten. Verder zou een structurele participatie van energiemaatschappijen met betaalbare leveringszekerheid van (emissievrije) brandstoffen in specifieke waardeketens (in maritieme corridors) ook onderdeel van deze waardeketen moeten zijn.

Idealiter worden zogeheten marktgerichte maatregelen op internationaal (IMO) niveau afgesproken. Nu 'Europa' besloten heeft eigen maatregelen in te voeren, is het zaak scherp te zijn op de uitvoering en handhaving van de afspraken. Ontwijking van de EU-regels heeft niet alleen als gevolg dat de klimaatimpact minder groot is, maar kan ook negatieve gevolgen hebben voor de Nederlandse maritieme sector (zowel voor de zeehavens, de maritieme maakindustrie als de Nederlandse reders).

Overheidsinstrumenten met een nationaal karakter kunnen beter gebruikt worden om de eigen zeevaartsector betere kansen te bieden om binnen de strenger wordende regelgeving alsnog concurrerend te kunnen blijven opereren. Ook de eigen maritieme maakindustrie kan hiervan profiteren. Nederland heeft binnen Europa hierin een sterke positie te verdedigen. Door onderzoek en ontwikkeling via subsidies extra te stimuleren wordt de gehele maritieme sector in Nederland in staat gesteld om voorop te blijven lopen met de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technologie voor het reduceren van de uitstoot van schadelijke emissies. Het negatief advies voor de aanvraag van het Maritiem Masterplan voor het Nationaal Groeifonds is dan ook een gemiste kans.

Daarnaast kan de overheid ook haar voorbeeldfunctie uitbuiten door voor overheidstaken, waarbij het gebruik van schepen een rol speelt, extra eisen te stellen aan de duurzame invulling ervan. De schepen van de Koninklijke marine, de Rijksrederij maar ook van de nationaal opererende scheepvaart (veerdiensten, havendiensten, havenonderhoudsschepen, onderzoeksvaartuigen, etc.) zouden hiervoor in aanmerking kunnen komen. Dezelfde stimulans gaat uit van het opnemen van emissievoorwaarden (ook van geluid) bij aanbestedingen voor kust- en vaarwegonderhoud en het installeren van windmolenparken. De voor deze schepen in Nederland ontwikkelde technologie zal daardoor eerder ook op de markt beschikbaar komen en daarmee de positie van de Nederlandse scheepsbouwsector internationaal versterken.

Welke overheidsinstrumenten bieden internationaal en nationaal de beste mogelijkheden?

De zeevaart is een mondiaal opererende sector die niet ophoudt bij de Nederlandse en Europese grenzen. Het is daarom belangrijk voor zowel het gelijke speelveld tussen reders als ook het milieu en klimaat dat er mondiale regels komen om de luchtmissies van de zeevaart te reduceren en uit te faseren. Vooral om ontwijking van Europese regelgeving (bijvoorbeeld met 'Fit for 55') te voorkomen. Niemand is daar bij gebaat; Nederlandse zeehavens niet, Nederlandse maritieme maakindustrie niet, Nederlandse reders niet, maar vooral het klimaat niet! Idealiter is er dus mondiale regelgeving om maatregelen te treffen.

Nu de Europese instituten (Europese Commissie, Europees Parlement en de Europese Raad c.q. de EU-lidstaten) voornemens zijn om de zeevaart mee te nemen in het Fit for 55-pakket, is het des te meer belangrijk dat de opbrengsten van EU-ETS goed worden ingezet voor de reders die (willen) investeren in klimaatvriendelijke zeeschepen. De vervuiler betaalt, maar de 'vergroener' wordt ook deels beloond voor zijn goede gedrag. Dit zorgt ervoor dat de brede Nederlandse maritieme sector in Europa straks in mondiale zin koploper kan zijn in het bouwen van en varen met een aanzienlijk schonere dan wel emissieloze vloot.

Welke juridische mogelijkheden en beperkingen gelden in nationaal en internationaal verband bij het afdwingen van maatregelen in het kader van emissiereductie?

De juridische mogelijkheden hebben vooral betrekking op het invoeren van wet- en regelgeving zoals hiervoor beschreven en waarmee de uitstoot van schadelijke emissies door de zeevaartsector kan worden beperkt. De beperkingen vloeien vooral voort uit het feit dat de zeevaart internationaal opereert, waardoor het handhaven van een "level playing field" essentieel is om de eigen zeevaartsector tenminste een eerlijke concurrentiepositie te laten behouden. Dit betekent dat nationale wet- en regelgeving alleen van toepassing kan zijn op nationaal opererende zeevaart, zoals reeds eerder aangegeven.

Technische mogelijkheden

Welke internationale 'best practices', die nu (nog) niet doorgevoerd zijn, zijn in de Nederlandse context snel te realiseren?

Om de energietransitie binnen de Nederlandse context van de zeevaart sneller te kunnen realiseren zijn er inmiddels voldoende technische opties beschikbaar om te worden toegepast. Hierbij moet gedacht worden aan:

- Energie reducerende oplossingen. Hiermee wordt de CO₂-uitstoot gereduceerd. Voorbeelden zijn verdere reductie van de weerstand i.c.m. het optimaliseren van het totale rendement van de voortstuwingsinstallatie aan boord. Daarnaast zijn er inmiddels meerdere voortstuwingsconcepten op de markt waarbij een deel van de voortstuwing uit de wind gehaald kan worden. Ook met een betere routeplanning, afgestemd op de bijdrage ervan binnen de CO₂-uitstoot van de gehele keten, kunnen energiereducties gerealiseerd worden.
- Schonere brandstoffen zoals bio-diesel en LNG.
 - Biobrandstoffen worden steeds meer toegepast in schepen. Zo wordt HVO (Hydrotreated vegetable oil = met waterstof behandelde plantaardige oliën en bio-afval) tegenwoordig, net als bij het wegtransport, gemengd met fossiele brandstoffen. Bij bestaande motoren blijkt het toepassen van HVO-blends tot 30% zondermeer mogelijk. Gebruik van biodiesel leidt niet tot reductie van NO_x. Bij nieuwe schepen (die voldoen aan emissieklasse tier III) wordt dit echter sterk gereduceerd door een nabehandelingssysteem.

- Het gebruik LNG leidt ook tot een grote afname van de NOx-uitstoot. Ook is er geen uitstoot van zwavel en roetdeeltjes meer. Hoewel ook de CO₂-uitstoot met ca. 25% wordt gereduceerd wordt door de vorming van methaanslip het totale effect op de reductie van broeikasgassen minder groot (of zelfs negatief). LNG wordt al vaak toegepast op schepen. De opslag ervan aan boord vraagt echter wel ca. 3x zoveel ruimte als bij stookolie of diesel.
- Batterijsystemen worden steeds betrouwbaarder en er zijn verschillende oplossingen voorhanden. Dit kan ofwel voor vol elektrische oplossingen (onder meer door de ontwikkeling van het gebruik van batterijcontainers) of in combinatie met andere componenten waarbij de batterijen door slimme integratie een deel van de (variabele) vermogensvraag afvangen. De ontwikkelingen op het vlak van het verhogen van de energiedichtheid gaan snel, wat ook nodig is gezien de vaak zware vol elektrische eindoplossingen. Volledig elektrisch varen op batterijen ligt voor de hand voor schepen die varen op (zeer) korte afstanden op een vaste route (lijndienst) met veel mogelijkheden voor opladen. Denk hierbij aan ferry's en korte kustvaart (een recent voorbeeld is de *doop van de Yara Birkeland* die in een fjord in Noorwegen vaart). De benodigde laadinfrastructuur, inclusief de daarvoor benodigde verzwaring van het lokale elektriciteitsnet, dient hiervoor dan wel geschikt te worden gemaakt.

Het feit dat deze oplossingen nog niet breed worden toegepast heeft verschillende oorzaken: 'conventionele' oplossingen voldoen ook nog, investeringskosten zijn te hoog c.q. economisch (nog) niet rendabel, de klant vraagt er niet om, te grote technische en/of economische risico's, beperkte beschikbaarheid van de brandstof, beperkende of niet aanwezige regelgeving, etc.

Welke technische oplossingen zijn op de middellange en lange termijn te realiseren?

Voor de middellange en lange termijn (binnen 5 tot 10 jaar) is, naast de verdere ontwikkeling en verbetering van energiebesparende oplossingen, vooral de ontwikkeling te verwachten van oplossingen waarbij een verdergaande reductie van CO₂-uitstoot tot zelfs 100% mogelijk wordt.

Bij de technische oplossingen die momenteel worden ontwikkeld spelen duurzame energiedragers een belangrijke rol. Momenteel worden veel verschillende oplossingen onderzocht, zoals LNG, methanol, waterstof en ammoniak. Deze kunnen van verschillende herkomst (feedstock) worden geproduceerd: vanuit fossiele bronnen zoals olie en gas, via een bio-route vanuit verschillende grondstoffen (zoals biomassa of afval) of vanuit hernieuwbaar geproduceerde waterstof (op basis van groene elektriciteit). Een brandstof, zoals waterstof, kan dus een verschillende herkomst hebben, hetgeen belangrijk is voor de mate waarin het emissiereductie teweeg kan brengen. Waterstof geproduceerd vanuit fossiele grondstoffen leidt bijvoorbeeld niet tot minder CO₂-uitstoot dan stookolie als daarbij de hele productieketen wordt meegenomen.

Opschaalbaarheid is een belangrijk aspect in duurzame brandstofvoorziening. Waar sommige biobrandstoffen kunnen zorgen voor grote emissiereducties is het nog onduidelijk in welke mate ze op grote schaal geproduceerd kunnen worden. Opschaling van duurzame energieopwekking en daarmee brandstofproductie moet gelijk optrekken met, of liever voor lopen op, de introductie van duurzame energiedragers aan boord van schepen.

Nieuwe vermogen & energiesystemen zullen complexer (meerdere componenten, nieuwe motoren of brandstofcellen, batterijen, randapparatuur) worden en zullen steeds meer gebaseerd zijn op een elektrische distributie van energie en vermogen. Er is nog geen breed verspreide ervaring met de integratie van dit soort systemen in schepen. Er zijn oplossingen voor handen, maar niet altijd optimaal en niet altijd robuust in maritieme operaties. Hier worden in o.a. projecten als SH2IPDRIVE, MENENS, en ook in commerciële realisaties van schepen goede stappen gemaakt.

Momenteel is er een grote onzekerheid welke technologie voor de middellange en lange termijn dominant gaat worden in de zeevaart. Veel technieken zijn momenteel nog in ontwikkeling. Daarnaast is de opschaalbaarheid afhankelijk van ontwikkelingen buiten de maritieme sector zelf, zoals opwekking van voldoende duurzame waterstof. Het is te verwachten dat er verschillende oplossingen voor verschillende scheepstypen worden ontwikkeld. Onderstaand overzicht geeft een korte beschrijving van de meest genoemde technologieën.

Het verder ontwikkelen en verbeteren van energie reducerende oplossingen zal voor de middellange termijn extra aandacht blijven vragen omdat deze nieuwe brandstoffen aanzienlijk duurder zullen zijn en daarnaast ook een (veel) groter ruimteslag vragen aan boord.

(Bio) LNG in combinatie met CO₂ afvang

Door de uitstoot van CO₂ af te vangen en op te slaan aan boord kan een belangrijke bijdrage leveren aan de reductie van de CO₂-uitstoot van schepen. Deze oplossing is vooral geschikt in combinatie met het gebruik van (bio)LNG als brandstof. De opgeslagen CO₂ kan dan weer beschikbaar komen voor hergebruik elders. Momenteel wordt in het onderzoeksproject LNG ZERO gewerkt aan integrale oplossingen om de CO₂-uitstoot van LNG als brandstof schepen te verminderen door CO₂ af te vangen en op te slaan aan boord. In het concept wordt ook onderzoek gedaan naar gebruik van bio-LNG, wat in de keten leidt tot een sterke CO₂-reductie.

Methanol

Het gebruik van Methanol als alternatieve brandstof voor verbrandingsmotoren maakt op dit moment een snelle ontwikkeling door. Motoren op methanol (in combinatie met een kleine hoeveelheid reguliere brandstof) zijn steeds meer voorhanden. Door een aantal partijen worden momenteel schepen ontwikkeld die (deels) op methanol varen. Dit betreft onder meer 12 grote containerschepen van Maersk, 6 tankers van Proman en een offshore installatieschip van Van Oord.

In het onderzoeksproject MENENS wordt als onderdeel van de doorontwikkeling van methanoltechnologie gewerkt aan de refit van twee schepen: een onderzoeksvaartuig van Fugro en een goederen transportschip van Wagenborg.

Methanol leidt tot een reductie van de NO_x-uitstoot. Reductie op CO₂ is mogelijk bij gebruik van bio-methanol of methanol geproduceerd uit duurzame waterstof. Een nadeel van methanol is dat ruim 2x zo veel ruimte aan boord nodig is dan bij gebruik van stookolie of diesel.

Op langere termijn is methanol mogelijk een goede optie door de mogelijkheid om het te produceren vanuit duurzame waterstof. De achilleshiel van methanol is dat er CO₂ nodig is bij de productie en dat de oplossing alleen CO₂ neutraal is als de koolstofcyclus gesloten is.

Waterstof

Het gebruik van waterstof als brandstof wordt op dit moment met name toegepast in combinatie met brandstofceltechnologie. Bij waterstofomzetting in brandstofcellen komen geen emissies uit de pijp: geen CO₂, geen NO_x, geen SO_x, geen fijnstof, en in combinatie met brandstofcellen ook zeer lage geluidsemissies. Waterstof is echter alleen CO₂-neutraal als gebruik wordt gemaakt van duurzaam geproduceerde waterstof. Er worden op dit moment ook al verbrandingsmotoren ontwikkeld die op waterstof kunnen draaien. Hierbij gaat het in eerste instantie nog om dual-fuel motoren (combinatie van waterstof met diesel). Maar uiteindelijk zullen ook motoren op de markt komen die volledig op waterstof draaien.

Waterstof-brandstofcel oplossingen zijn redelijk ver doorontwikkeld. Er zijn verschillende systemen op de markt en er wordt gewerkt aan standaardisatie en regelgeving. Recent heeft een fabrikant voor het eerst een type-keur verkregen van DNV voor een maritiem brandstofcelsysteem. Voor bunkeren en opslag van waterstof worden nog diverse technologieën parallel ontwikkeld en bestaan vooralsnog geen standaarden.

De opslag van waterstof als brandstof aan boord van schepen heeft grote ruimte- en gewichtsconsequenties: in vloeibare vorm (gekoeld tot -253°C) is bijna 8x meer ruimte nodig dan voor stookolie of diesel. In gasvorm, bij een druk tot 700 bar, is dit zelfs bijna 16x zoveel. Hierbij moeten worden opgemerkt dat deze verhoudingen per schip en operatie anders uit kunnen vallen. Feit blijft dat schepen varende op waterstof aanmerkelijk groter en zwaarder worden dan conventionele diesel aangedreven schepen. Alternatief is dat vaker gebunkerd moet worden of gebruik maken van bijvoorbeeld wind hulpvoortstuwing indien het schip en vaargebied dat toelaten.

Binnen diverse onderzoeksprojecten wordt gewerkt aan ontwikkeling van nieuwe manieren om waterstof op te slaan. In het SH2IPDRIVE-project (1 van de toegewezen projecten van de RVO R&D Mobility Call van 2021) wordt onderzoek uitgevoerd naar alternatieve waterstofdragers met een grote energiedichtheid (vergelijkbaar met dieselbrandstof) en veel lagere ontbrandings- en explosierisico's. In 2023 gaat het nieuwe havendirectievaartuig van Havenbedrijf Amsterdam als

onderdeel van het Europese Interreg H2SHIPS project, varen met één van deze waterstofdragers (natriumboorhydride).

Ammoniak

Voor de langere termijn wordt de ontwikkeling van ammoniak, als koolstofloze brandstof als kanshebber gezien. Ammoniak oplossingen met verbrandingsmotoren en brandstofcellen zijn veelal nog in de onderzoeksfase. Gecombineerde systemen van ammoniakbrandstofcellen en ammoniak motoren maken hier onderdeel van uit. Alhoewel er een paar initiatieven gelanceerd zijn voor ammoniak verbrandingsmotoren in schepen. De realisatie hiervan zal nog enkele jaren duren. Wel is er recent een ammonia-ready schip in de vaart genomen dat nu nog op diesel vaart. Gebruik van ammoniak wordt voor de langere termijn gezien als een mogelijke preferentiële optie voor de lange termijn, omdat verwacht wordt dat productie van duurzame ammoniak de meest kosten efficiënte oplossing is. Vraagpunten hierbij zijn onder meer de ontwikkeling van de beschikbaarheid van duurzame ammoniak (geproduceerd vanuit duurzame waterstof) en de veiligheid van gebruik van ammoniak aan boord gezien de giftigheid.

Andere waterstofdragers?

Op de nog langere termijn zouden wellicht andere compactere waterstofdragers, die nu veelal in fundamenteel onderzoek bekeken worden, naar voren kunnen komen. Daarnaast wordt in academia nu ook gekeken naar bijvoorbeeld het verbranden van ijzerpoeder. Of deze oplossingen vatbaar blijken voor maritieme toepassingen valt nog te bezien.

Verbrandingsmotoren versus brandstofcellen

Deze brandstoffen kunnen toegepast worden in combinatie met zowel hiervoor aangepaste verbrandingsmotoren als met brandstofcellen. De huidige verbrandingsmotoren moeten hiervoor nog wel worden aangepast maar kennen al een aantal grote fabrikanten dat gespecialiseerd is in het leveren van energiesystemen specifiek voor de maritieme sector. Ook de mogelijkheid die tegenwoordig wordt geboden door fabrikanten om de nieuwe brandstof vooralsnog te 'blenden' met 'conventionele' brandstoffen in combinatie met modificatie-opties voor aanpassingen aan de motoren later, maakt dat deze zeer geschikt als 'transitie' oplossing. Brandstofcellen hebben echter een hogere efficiency, vooral bij lagere belasting. De toepassing van brandstofcellen zal vooral afhangen van de mate waarin deze oplossing, zowel operationeel als ook economisch, kan gaan concurreren met de ontwikkeling van nieuwe verbrandingsmotoren.

Financiering

De combinatie van lange termijn publiek en privaat kapitaal en gerichte subsidies zijn de sleutel voor verdere en een versnelde verduurzaming van de zeevaart.

Welke financieringsmogelijkheden bestaan er voor duurzame scheepvaart?

Voor het realiseren van de (verdere) verduurzaming van de zeevaart zijn zowel subsidies nodig, o.a. voor R&D en de toepassing van vernieuwende technologie aan boord van schepen, als concurrerende lange termijn publieke en private financiering. Subsidies voor de zeevaart zijn bijzonder beperkt zeker waar het de toepassing van technologie aan boord betreft. Veelal ligt de focus op R&D, op de ontwikkeling van (haven)infrastructuur en ten dele op de ontwikkeling en productie van de brandstof en/ of energiedrager zelf. Onder de publieke en private financieringsmogelijkheden vallen de banken, private fondsen en organisaties zoals de Europese Investeringsbank en Invest NL. Het instrumentarium van Atradius Dutch State Business (ADSB) ondersteunt de financiering van innovatieve en duurzame projecten.

Aandachtspunten zowel bij publieke als private financiering is de durf om innovatieve schepen te financieren met technieken die nog niet (volledig) bewezen zijn en de omvang van projecten. Over het algemeen ligt de wens van financiers om projecten tenminste boven EUR 10 miljoen te financieren en vaak zelfs boven EUR 20 miljoen.

Welke financieringsmogelijkheden worden op dit moment benut en met welke worden internationaal de beste resultaten geboekt?

Binnen Europa is bancaire financiering één van de meest gebruikte vormen van financiering. De exportkredietverzekering van ADSB creëert ruimte voor verdere verduurzaming. De Europese Investeringsbank en Invest NL – dus de publieke financiers – sluiten vooralsnog onvoldoende

goed aan op de duurzame projecten in de zeevaart. Mogelijkheden voor de toekomst liggen ook op het terrein van de zogeheten 'green bonds' en nieuwe fondsen waarbij er ook een rol van institutionele beleggers zoals pensioenfondsen ligt.

Wat is de meest kostenefficiënte manier om verduurzaming van de scheepvaart te financieren?

Schepen hebben een lange levensduur en het financieren van goederen die relatief lang hun waarde behouden, is relevant voor het risico en de hypotheek. Investeringsontwerpen die gedurende de energietransitie met beperkte aanpassingen de uitstoot van broeikasgassen steeds verder kunnen terugbrengen, draagt bij aan kosten efficiency. Denk hierbij aan modulaire ontwerpen en hybride schepen. Daarnaast is het financieren van innovatieve technologieën die (in de toekomst) kunnen worden opgeschaald en waar meerdere scheepstypen mee uit de voeten kunnen, nodig om nu nog niet bewezen technieken op de markt te introduceren.

Hoe verhouden de kosten van directe maatregelen zich tot de kosten van geleidelijkere verduurzaming?

Voor de transformatie van de maritieme sector is veel kapitaal nodig. Ook directe maatregelen kunnen bijdragen aan geleidelijke verduurzaming, denk bijvoorbeeld aan carbon capture en storage. Kapitaal kan op (middel)lange termijn het meest effectief worden ingezet wanneer zowel wordt gekozen voor oplossingen die nu de uitstoot van schepen verminderen als voor (toekomstige) nieuwe technologieën die de uitstoot – van well to wake – in het geheel wegnemen. Daarmee kan de zeevaart de komende jaren stappen zetten en kunnen nog dit decennium emissieloze schepen worden ontwikkeld en gebouwd. De kosten van deze schepen zijn nog zeer hoog. Echter investeringen in R&D- en pilotprojecten tezamen met regelgeving zullen naar verwachting zorgen voor een omslag in de sector waardoor zowel door ontwikkeling als door toegenomen marktvrage de kosten van emissieloze schepen afnemen. Belangrijk om te benoemen is dat investeringen in duurzame schepen direct een positief resultaat opleveren waar het gaat om uitstootreductie van CO₂. Dit geldt voor bestaande schepen en voor nieuwe schepen: een nieuw te bouwen schip nu direct voorzien van efficiëntere technologie en/ of het kunnen varen/ opereren op alternatieve brandstoffen, maakt dat dit schip hier de rest van haar leven (veelal 25+ jaar) profijt van heeft.

Welke belemmeringen bestaan bij de financiering van duurzame scheepvaart?

Lange termijn financiering is niet altijd beschikbaar, het financieren van duurzame ombouw past niet altijd binnen bestaande financieringsafspraken en publieke financiering komt door de kaders die zij zelf hanteren, onvoldoende uit de verf. Daarnaast is een innovatief schip veelal tenminste 20% duurder en kan dit niet worden gefinancierd wanneer er geen langer lopend contract aan gebonden is. Zoals hierboven genoemd, is het daarbij een aandachtspunt dat financiers kleine projecten niet aantrekkelijk vinden. Kennis van de mogelijkheden om te verduurzamen – 'wat zijn bewezen en beschikbare technologieën en welke alternatieve brandstoffen en energiedragers zijn geschikt?' – kan bijdragen aan betere financierbaarheid.

Wat kan worden opgemerkt over de terugverdientijd en de onrendabele top van investeringen in duurzame scheepvaart?

Vernieuwende oplossingen hebben vaker een langere terugverdientijd en dat werkt enkel wanneer er zowel een langer contract tussen reder en verlader is en er concurrerende financieringsmogelijkheden zijn al dan niet samengaand met een subsidie. Het gaat niet zozeer om een onrendabele top: de uitstoot van schepen wordt niet belast en er is vooralsnog geen prikkel voor de verlader om met een schoner schip te varen. Wanneer de uitstoot van de zeevaart wel wordt belast – zoals wordt voorgesteld in het voorstel van de Europese Commissie voor uitbreiding van emissiehandel naar de zeevaart – worden met de levensduur van schepen investeringen in een duurzamer schip op (middel)lange termijn renderend.

Welke maatregelen voor het stimuleren van verduurzaming van de scheepvaartsector behoren bij uitstek tot het domein van de overheid en welke maatregelen zouden door de sector zelf worden genomen?

Met passende subsidies kan de overheid ervoor zorgen dat de sector nieuwe technologieën ontwikkelt en toepast. Hiermee wordt innovatie gestimuleerd en dat is bij uitstek een rol voor de

overheid. De energietransitie vereist een omslag in de economie en die gaat gepaard met hogere kosten. Ook kan de overheid zorgen dat er publieke lange termijn financiering beschikbaar is. Juist omdat de overheid economisch een lange adem heeft, kan zij deze rol vervullen. Nu wordt te veel gedacht in wat er moet worden gerepareerd in de markt – het klassieke marktfaalen denken – terwijl niet wordt gekeken naar hoe de economie en samenleving er op (middel)lange termijn uitzien. Wat de sector zelf kan, is mee investeren in verduurzaming van schepen en samenwerken om de kennis en ervaring te benutten en op te schalen.

Aan welke randvoorwaarden moet zijn voldaan door de betrokken partijen om te komen tot maatregelen (nationaal en internationaal)?

De allerbelangrijkste randvoorwaarde is dat er ruimte is voor innovatie en het toepassen van opgedane kennis en ervaring in de ontwikkeling, bouw en ombouw van schepen. Een actieve overheid die financierings- en subsidiemogelijkheden biedt, kan deze ruimte bieden aan de markt. Het mogelijk maken van transitiefinanciering in regelgeving hoort daar bij. Daarnaast moet benodigde data voor financiering op het vlak van verduurzaming worden geüniformeerd en gestandaardiseerd.

Disclaimer: De Jonge Akademie, KNAW, NFU, NWO, TNO en UNL bemiddelen tussen parlementaire kennisvraag en wetenschappelijk kennisaanbod. De informatie in het kader van Parlement en Wetenschap is afkomstig van vooraanstaande wetenschappers, maar niet onderworpen aan peer review en niet door de wetenschapsorganisaties geverifieerd.



Universiteiten
van Nederland

