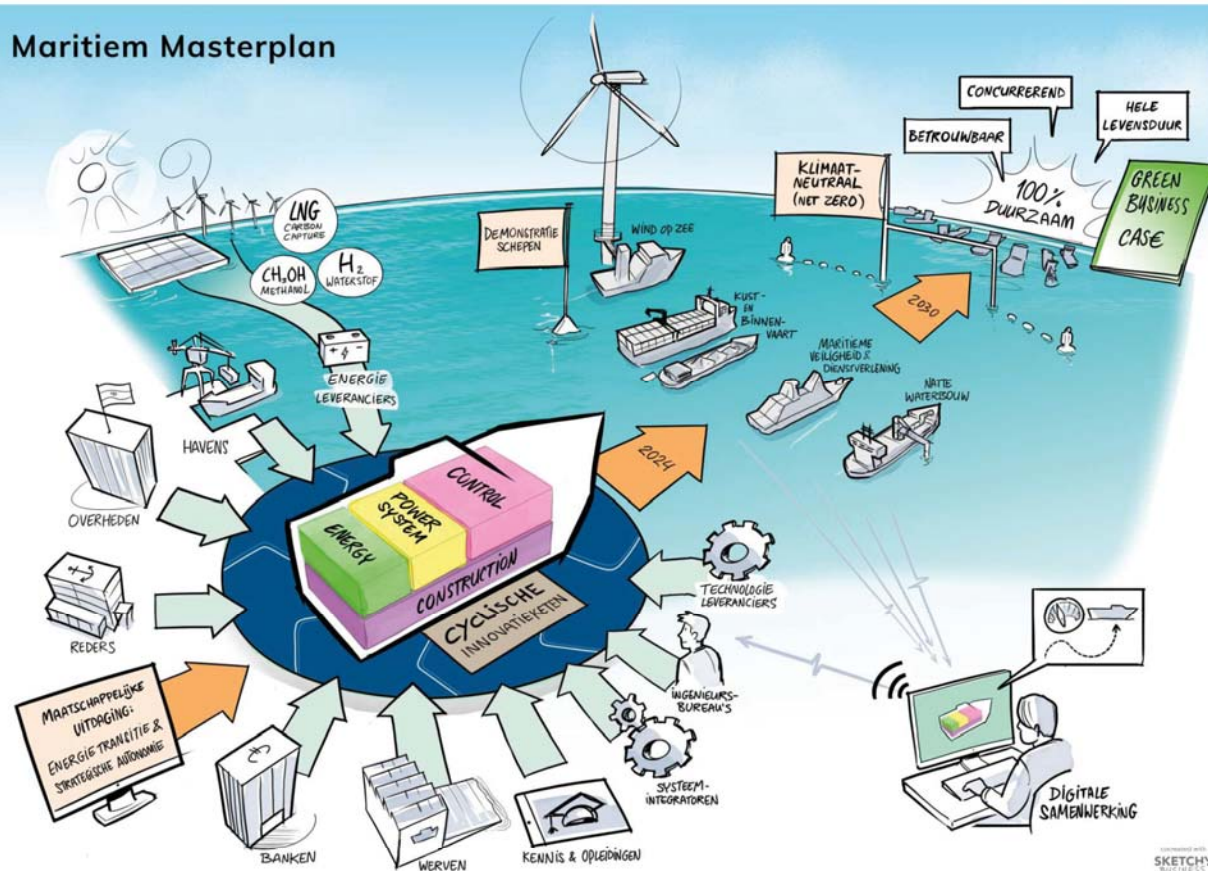


Maritiem Masterplan



MARITIEM MASTERPLAN

AANVRAAG NATIONAAL GROEIFONDS

3 FEBRUARI 2023
VERTROUWELIJK



**MARITIEM
MASTERPLAN**
NET ZERO 2030

INDIENEND DEPARTEMENT
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

BETROKKEN DEPARTEMENTEN

- Ministerie van Defensie
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

CONTACTPERSOON
Bas Kelderman - bas.kelderman@minienw.nl

Maritiem Masterplan			
Naam indieners		Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat	
Projectduur		10 jaar, (2024-2034)	
Terrein		<input checked="" type="checkbox"/> R&D en Innovatie <input type="checkbox"/> Kennisontwikkeling	
(minimale) Totale investering (mln. euro)	Gevraagde bijdrage NGF (mln. euro)	(minimale) Bijdrage van andere partijen (mln. euro)	
		Wv. Publiek	Wv. Privaat
1.181 (486+695)	255	287	639

1. Samenvatting

Het doel van het Maritiem Masterplan is om betrouwbare, concurrerende en modulaire klimaatneutrale schepen te ontwikkelen, bouwen en gebruiken in een cyclische Nederlandse maritieme innovatieketen. Het plan versnelt de mondiale energietransitie, vergroot de Europese open strategische autonomie, beschermt de nationale veiligheidsbelangen en versterkt de Nederlandse economie.

Nederland heeft door haar integratorrol in de maritieme waardeketen, met vele innovatieve (MKB)-bedrijven en internationaal leidende kennisinstellingen, een uitstekende uitgangspositie om leidend te worden in de maritieme energietransitie. Een aantal knelpunten belemmert dit echter: klimaatneutrale energiesystemen zijn nog niet bewezen betrouwbaar in de praktijk, ze zijn door hun complexiteit nog duur en er is nog sprake van een lineair innovatieproces (waarin de prototypefase ontbreekt door de grootte van schepen). Het Maritiem Masterplan lost dit op door een cyclische innovatieketen op te zetten over de hele levensduur van schepen, daarbij ondersteund door digitale samenwerking. Daarmee ontwikkelen en demonstren publiek-private consortia modulaire klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiënte oplossingen in ~40 demonstratieschepen. Zo ontstaat een nieuw cyclisch innovatie- en verdienmodel waarmee de sector het verschil maakt door opschaling en valorisatie in voor Nederland strategische deelmarkten en waardeketens: kust- en binnenvaart, natte waterbouw, wind op zee en maritieme veiligheid & dienstverlening.

Het Maritiem Masterplan focust op vier programmalijnen: waterstof, methanol, LNG met Carbon Capture en energie-efficiëntie. Hierbinnen worden ~35 civiele demonstratieschepen voorzien via drie open Ontwikkel en Demonstratie (O&D) calls. Daarnaast is de overheid als launching customer betrokken met 6 demonstratieschepen. De programmalijnen worden ondersteund door een digitaal samenwerkingsplatform (Joint Maritime Digital Platform) en een Human Capital programma.

Partijen in de hele maritieme waardeketen (ingenieursbureaus, componentleveranciers, systeemintegratoren, werven en reders) en alle maritieme regio's (Westen en Noorden van het land) zijn door Nederland Maritiem Land (NML) en de Ministeries van IenW, EZK en DEF actief betrokken bij het Maritiem Masterplan. Meerdere consortia staan klaar om invulling te geven aan O&D calls.

Met deze cyclische, digitale en modulaire manier van werken realiseren de ketenpartners een efficiëntieslag die tijdbesparend en kostenverlagend werkt. Een totaal structureel economisch effect van 4.1-4.6 miljard euro wordt voorzien. Het aantal in Nederland gebouwde schepen verdubbelt van ~80 per jaar naar 140 tot 170 schepen per jaar.

Programmalijnen	Totale innovatie-gerelateerde kosten [EUR m]	Gevraagde NGF-subsidie [EUR m]	Geschatte directe additionele investering [EUR m]
Koplopers open call	210	105	310-580
Programmalijn A – Waterstof	80	40	80-160
Programmalijn B – Methanol	50	25	200-300
Programmalijn C – LNG CC	40	20	30-100
Programmalijn D – Energie-efficiëntie	40	20	0-20
Open call #2	89	40	100-200
Open call #3	50	20	50-150
Joint Maritime Digital Platform (JMDP)	55	29	<i>nvt</i>
Human Capital	28	18	<i>nvt</i>
Launching customership	31	20	235
Overhead	22	22	<i>nvt</i>
Totaal	486	255	695-1165

2. Strategische onderbouwing

2.1 Relevant terrein

Het plan voor een slimme en klimaatneutrale maritieme sector (kortweg: het Maritiem Masterplan) valt voornamelijk onder R&D en innovatie. Ten eerste stimuleert en versnelt het programma onderzoek, ontwikkeling, innovatie en grootschalige demonstratie van betrouwbare, modulaire en concurrerende klimaatneutrale schepen. Ten tweede verduurzaamt het Maritiem Masterplan de ontwikkeling en het gebruik van de toekomstige Europese infrastructuur voor energie op zee en transport over water (binnenvaart en zeevaart) door de inzet van slimme en klimaatneutrale schepen. Het zwaartepunt van het Maritiem Masterplan ligt hiermee bij R&D en innovatie. Met het *Human Capital* programma (als onderdeel van het Maritiem Masterplan) wordt er daarnaast bijgedragen aan het vergroten van de kennisontwikkeling van de maritieme beroepsbevolking op de thema's klimaatneutrale scheepvaart, digitaal ontwerp en slimme operaties, door het versterken van de samenwerking tussen de maritieme kennisinstellingen en het bedrijfsleven.

2.2 Probleemanalyse

De mondiale maritieme sector moet verduurzamen om klimaatdoelstellingen te behalen. De sector is verantwoordelijk voor 2,5-3% van de mondiale uitstoot van broeikasgassen¹ (zoals CO₂) en vrijwel volledig afhankelijk van fossiele, veelal residuale, brandstoffen. De Europese Unie heeft zich in de 'Green Deal' gecommitteerd om uiterlijk in 2050 klimaatneutraal te zijn. Om deze doelstellingen te behalen moet echter een **versnelling in de energietransitie** plaatsvinden (2.2.1).

Naast deze maatschappelijke ambitie heeft Nederland als soevereine lidstaat van Europa een sterke nationale maritieme sector nodig om de eigen publieke belangen te kunnen beschermen – zoals (klimaatneutrale) energievoorziening, infrastructuur, transport en maritieme veiligheid & dienstverlening – en een waardevolle bijdrage te kunnen leveren aan de Europese open strategische autonomie. Om dit te kunnen verwezenlijken is het essentieel om zelf klimaatneutrale schepen te kunnen ontwikkelen, bouwen en gebruiken (2.2.2). Anders worden we voor deze vitale zaken afhankelijk van landen buiten Europa.

Het ontwikkelen, bouwen en gebruiken van klimaatneutrale schepen is voor Nederland ook een enorme **economische kans**, aangezien de maritieme sector nog aan het begin staat van de energietransitie. Dit biedt Nederland de mogelijkheid voorloper te zijn in de maritieme energietransitie (2.2.3).

Nederland heeft een **uitstekende uitgangspositie** dankzij haar toonaangevend maritiem ecosysteem dat de hele waardeketen bestrijkt van ontwerp tot operatie met een belangrijke rol als integrator. Juist innovatieve (systeem)integratie is op dit moment noodzakelijk om betrouwbare klimaatneutrale energiesystemen te ontwikkelen en bewijzen in de praktijk. Het ecosysteem richt zich op schepen die van strategisch belang zijn voor Nederland: schepen voor de kust- en binnenvaart, natte waterbouw, wind op zee, en maritieme veiligheid & dienstverlening (2.2.4).

De transitie wordt echter geremd door een **viertal knelpunten** (2.2.5). Allereerst zijn klimaatneutrale energiesystemen complexer dan conventionele en nog niet bewezen betrouwbaar. Daarnaast ontbreekt een prototypefase waarin innovaties worden toegepast en uitgetest, wordt informatie te weinig efficiënt gedeeld en het samenwerkingspotentieel onvoldoende benut. Ten derde is het aanbod van klimaatneutrale energiedragers nog erg beperkt. Eerste klimaatneutrale schepen moeten daarvoor vraag creëren en de gehele keten van productie tot gebruik opstarten. Het laatste knelpunt is financieel: het oplossen van deze knelpunten (en bijgevolg de transitie) is erg duur en maakt dit soort investeringen nog niet haalbaar.

Het Maritiem Masterplan is op dit geheel een antwoord en zal ervoor zorgen dat Nederland, op basis van haar gunstige uitgangspositie, de voorliggende economische kans alsnog kan benutten.

2.2.1 Versnelde verduurzaming van de maritieme sector laat ons als maatschappij onze klimaatdoelstellingen eerder behalen

De internationale maritieme sector staat voor een enorme energietransitie. De sector is verantwoordelijk voor 2,5-3% van de mondiale uitstoot van broeikasgassen¹ (zoals CO₂) en vrijwel volledig afhankelijk van fossiele, veelal residuale, brandstoffen. Zonder de transitie naar klimaatneutrale scheepvaart, d.w.z. zeevaart en binnenvaart, zal de CO₂-uitstoot tot 2050 door groeiende handelsvolumes met 18% stijgen².

De International Maritime Organisation (IMO) heeft in de 'GHG (Green House Gas) Strategy' uit 2018 de ambitie gesteld om de totale uitstoot van broeikasgassen door de scheepvaart t.o.v. 2008 te verminderen met ten minste 50% in 2050 en de uitstoot van CO₂ met 40% in 2030 en met 70% in 2050. De 'GHG Strategy' wordt in 2023 herzien, waarbij Nederland – samen met andere EU-lidstaten – inzet op het aanscherpen van de doelen voor de internationale scheepvaart naar netto nul broeikasgasuitstoot in 2050 op basis van een volledige *lifecycle assessment* van de brandstof.

¹ IMO Fourth Greenhouse Gas Study (2020)

² Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping (2021)

Inmiddels heeft de Europese Unie in de 'Green Deal' ambitieuzere klimaatambities gedefinieerd en zich gecommitteerd om uiterlijk in 2050 klimaatneutraal te zijn. Het voorgestelde 'Fit for 55'-maatregelenpakket – waarover lidstaten, Europese Commissie en Europees Parlement de komende tijd een akkoord verwachten – stemt de Europese klimaat-, energie- en vervoerswetgeving af op de 'Green Deal' ambities voor 2030 en 2050. Het pakket wil in 2030 de netto-uitstoot van broeikasgassen in Europa verminderen met ten minste 55% t.o.v. 1990. Het definieert drie acties voor de scheepvaart: (1) 'FuelEU Maritime' stelt nieuwe normen voor de broeikasgasintensiteit van brandstoffen in de zeevaart; (2) Het emissie-handelssysteem (*European Trading System*, ETS) wordt uitgebreid naar de zeevaart waardoor het gaat lonen om te investeren in groene technologieën; (3) De 'Renewable Energy Directive' wordt aangepast met nieuwe transportdoelen voor reductie van de koolstofintensiteit van de brandstoffen.

De Nederlandse maritieme sector en overheid kiezen voor het ontwikkelen, bouwen en gebruiken van schepen die klimaatneutraal zijn ('*net zero*') over de hele keten ('*from well to wake*): zij stoten vanaf de bron en productie van de energiedrager tot het zog van het schip netto geen broeikasgassen uit. Schepen op koolstofhoudende brandstoffen zijn mogelijk als deze brandstoffen duurzaam zijn geproduceerd of de koolstofdioxide wordt afgevangen in operatie. De overheid zal deze aanpak in regelgeving ondersteunen en het voorbeeld geven door als *launching customer* klimaatneutrale schepen in de vaart te brengen voor overheidstaken.

De Nederlandse overheid is voortrekker in Europa bij het zetten van ambitieuze doelstellingen voor verduurzaming van de maritieme sector en het helpen realiseren daarvan. De lange levensduur van schepen maakt het essentieel ruim voor 2030 de eerste klimaatneutrale schepen in de vaart te krijgen voor klimaatneutrale scheepvaart in 2050. De kennisopbouw met deze eerste schepen moet ervoor zorgen dat vanaf 2030 een significant en vanaf 2040 het overgrote deel van de nieuwbouw klimaatneutrale energiesystemen krijgt. Het realiseren van deze demonstratieschepen nu de meerkosten nog te hoog zijn, vergt een versnelling door additionele publieke investeringen bovenop prikkels vanuit Europese wet- en regelgeving, die na 2030 toenemen. Een investering uit het Nationaal Groeifonds maakt deze versnelling mogelijk en de maritieme sector in Nederland klaar voor grootschalige bouw en gebruik van klimaatneutrale schepen vanaf 2030.

2.2.2 Europa heeft een strategische noodzaak autonoom te zijn in (klimaatneutrale) energievoorziening, infrastructuur, transport en maritieme veiligheid

De maritieme sector heeft een cruciale rol bij publieke belangen als het gebruik van onze wateren voor opwekking van groene energie, kustbescherming, transport van goederen en personen over water, en (nationale) maritieme veiligheid & dienstverlening. Een sterke nationale maritieme sector is noodzakelijk om de belangen van de soevereine lidstaat Nederland te kunnen beschermen en een waardevolle bijdrage te leveren aan Europese open strategische autonomie teneinde de afhankelijkheid terug te dringen van landen buiten Europa.

Om **groene energie op te wekken** moet Europa duizenden *offshore*-windturbines plaatsen op zee. Nederlandse partijen zijn leidend in de installatie en het onderhoud van deze grote windturbines, maar zijn voor de bouw van grote installatieschepen te afhankelijk geworden van Aziatische landen. Ook voor **natte waterbouw** – om Europese waterwegen begaanbaar te houden en Nederland te beschermen tegen de stijgende zeespiegel – is eigen productie en exploitatie van schepen cruciaal. Europa moet eigen **kust- en binnenvaartschepen** kunnen ontwikkelen, bouwen en gebruiken om altijd zeker te zijn van transport van essentiële goederen via de eigen wateren. Tot slot zijn voor de Koninklijke Marine en de Rijksrederij **marineschepen en dienstvaartuigen** van eigen Nederlandse of Europese bodem essentieel. Nederland wil ter bescherming van de eigen nationale veiligheidsbelangen kunnen terugvallen op een sterke nationale maritieme sector en in NAVO-verband niet afhankelijk zijn van landen buiten het bondgenootschap voor de bescherming van de nationale en Europese wateren (zowel boven- als onderwater) en het vasteland tegen mogelijke agressie uit derde landen.

Mondiaal concurreert Europa in scheepsbouw vooral met Azië, waar onder andere de overheden van China en Zuid-Korea de eigen maritieme sector sterk ondersteunen (Figuur 1). Door prijsniveaus kunstmatig laag te houden streven deze landen naar uitbreiding van hun dominante positie op de wereldmarkt. Als dit beleid doorzet en Europa niet investeert in het concurrentievermogen van de sector, verliest zij te veel technische *know-how* om het zelscheppende vermogen van de maritieme sector op niveau te houden.

Om onze afhankelijkheid te verminderen op het gebied van (klimaatneutrale) energievoorziening, maritieme infrastructuur (haven- en vaarwegen, kustbescherming), transport en maritieme veiligheid heeft Europa een **strategische noodzaak om zelf klimaatneutrale schepen te kunnen ontwikkelen, bouwen en gebruiken**. Binnen de Europese maritieme sector speelt Nederland een leidende rol in de systeemintegratie en exploitatie van schepen in bovenstaande deelmarkten. Het Maritiem Masterplan moet leiden tot een versterking van de Nederlandse maritieme sector, zodat in deze deelmarkten de energietransitie wordt versneld, de marktpositie van de sector wordt versterkt en een waardevolle bijdrage wordt geleverd aan de open strategische autonomie van Europa.



Figuur 1: Europa is te afhankelijk van Rusland en Azië bij de ontwikkeling, bouw en het gebruik van schepen

Concurrentie van China

De Nederlandse maritieme maakindustrie onderscheidt zich, net als de meeste andere West-Europese aanbieders in de mondiale markt, door te focussen op de meer complexe, hoogwaardige, innovatieve schepen die in series van één of enkele schepen worden ontwikkeld en gebouwd. Waren Aziatische werven (Korea en China) in het verleden gericht op grotere en eenvoudiger schepen, nu richt met name de Chinese scheepsbouw zich ook op complexere schepen.

China, dat al enige jaren de grootste producent is, heeft in zijn industriestrategie 'Made in China 2025' de ambitie opgenomen ook deze hogere marktsegmenten in handen te krijgen om uiteindelijk de hele internationale scheepsbouw en scheepvaart te domineren. Daarom verstrekt China zeer omvangrijke overheidssteun aan (al dan niet overheid-gerelateerde) scheepswerven. Deze ambitie is een grote bedreiging voor de positie van de Europese scheepsbouw en de Europese autonomie, en daarmee voor de brede maritieme sector wanneer de Nederlandse maritieme sector zelf niet innoveert.

De instrumenten van de OESO, WTO en de EU blijken niet in staat deze marktverstoringen aan te pakken. Het specifieke karakter van de schepen die Europa en met name ook Nederland produceert (*one-of-a-kind* schepen of kleine series) speelt daarbij een belangrijke rol.

Om de verduurzaming van de maritieme sector tot stand te brengen, de publieke belangen van de soevereine lidstaat Nederland te kunnen borgen en een waardevolle bijdrage te leveren aan de open Europese strategische autonomie, moet de concurrentiepositie worden versterkt door het stimuleren van productinnovaties, zoals klimaatneutrale schepen, en procesinnovaties, zoals het verhogen van arbeidsproductiviteit door digitalisering.

2.2.3 Het ontwikkelen, bouwen en gebruiken van klimaatneutrale schepen is een enorme economische kans voor Nederland

Wereldwijd moet volgens schattingen van internationale experts tot en met 2050 minimaal 180-250 miljard euro³ worden geïnvesteerd om schepen klimaatneutraal te maken. Dit omvat het bouwen van nieuwe klimaatneutrale schepen en het energie-efficiënter maken (retrofitten) van bestaande en nieuwe schepen. In het deel van de Europese markt waarin Nederland een toonaangevende positie heeft (schepen voor kust- en binnenvaart, natte waterbouw, wind op zee en maritieme veiligheid & dienstverlening) moet naar schatting 16-22⁴ miljard euro worden geïnvesteerd in het bouwen van klimaatneutrale nieuwbouwschepen en het retrofitten van bestaande schepen. Een aantal landen in Europa wendt het EU-herstelfonds (RRF) hiervoor aan. Het is belangrijk dat ook Nederland hierin investeert om binnen Europa in de voorhoede mee te doen aangaande bouw van klimaatneutrale schepen.

Daarnaast groeit de vraag vanuit de transportmarkt naar klimaatneutraal transport over water. Als Nederlandse reders klimaatneutrale schepen concurrerend kunnen varen, is dit een enorme kans om hun concurrentiepositie verder te versterken. Landen die als eerste innovatieve en betrouwbare klimaatneutrale schepen bouwen en concurrerend exploiteren, verwerven een leidende positie in de internationale markt. De toenemende behoefte van Europese reders om ook schepen af te nemen bij Europese partners zorgt voor een sterke thuismarkt. Met de bouw en het gebruik van klimaatneutrale schepen levert de Nederlandse maritieme sector een belangrijke bijdrage aan de wereldwijde energietransitie, de open strategische autonomie van Europa, de bescherming van de nationale veiligheidsbelangen en het duurzame verdienvermogen van Nederland.

De **maritieme sector staat nog aan het begin van de energietransitie**. Klimaatneutrale schepen zullen economisch aantrekkelijker worden door (1) klimaatbeleid, bijvoorbeeld door het beperken en limiteren van uitstoot en daarmee het stimuleren van het gebruik van hernieuwbare brandstoffen, via 'ETS' en 'FuelEU', (2) het dalen van de productiekosten van klimaatneutrale brandstoffen als waterstof en methanol en (3) innovatie in de systeemintegratie van klimaatneutrale energiesystemen. Dit biedt Nederland de kans voorloper te zijn in de maritieme energietransitie.

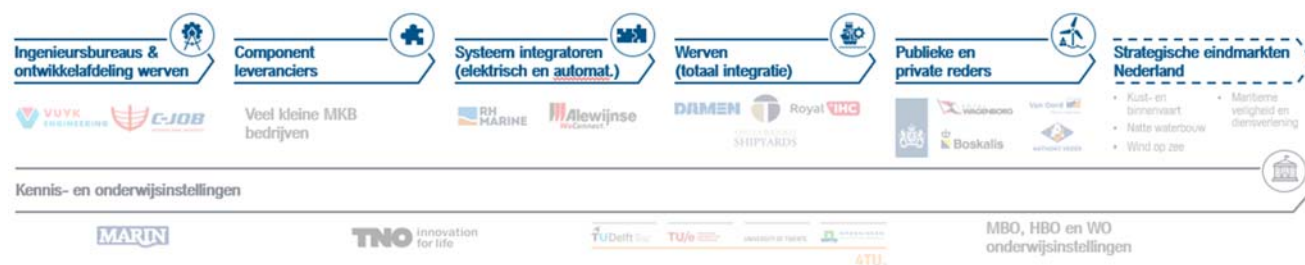
³ Global Maritime Forum | The scale of investment needed to decarbonize international shipping (2020)

⁴ Netherlands Maritime Technology

2.2.4 Nederland heeft een uitstekende uitgangspositie om leidend te worden in het ontwikkelen en integreren van klimaatneutrale energiesystemen in complexe schepen

Nederland heeft een **toonaangevend maritiem ecosysteem** (Figuur 2) dat de hele waardeketen van ontwerp tot operatie bestrijkt. Het Nederlandse ecosysteem heeft een integratorrol die wordt gekenmerkt door de goede samenwerking tussen ingenieursbureaus, componentleveranciers, systeemintegratoren, werven, reders en havens in Nederland en de nauwe banden met Europese partners. **Nederland Maritiem Land (NML) is de verbindende schakel** in een sector waarin de **vele betrokken bedrijven** regelmatig samenkomen om kennis te delen – zo ook voor het Maritiem Masterplan (Figuur 3). Als integrator ontwikkelt de Nederlandse maritieme sector niet alle componenten zelf, maar vertrouwt zij op de expertise van Europese partners, bijvoorbeeld op het gebied van verbrandingsmotoren. Veel gespecialiseerde Europese toeleveranciers hebben hun kennisbasis in Nederland, zoals Wärtsilä.

In het ecosysteem zit een **groot aantal innovatieve MKB-bedrijven**, waarbij de systeemintegratoren, werven en reders een (internationaal) regisserende rol hebben. Nederlandse ingenieursbureaus, systeemintegratoren en scheepswerven zijn gespecialiseerd in het ontwikkelen van *one-offs* en kleine series complexe schepen voor niche-markten, zoals baggerschepen, werkschepen en militaire schepen. Nederlandse reders zijn toonaangevend in de vaart en operatie van kust- en binnenvaart, natte waterbouw en offshore, waar technisch complexe schepen een cruciale rol spelen.



Figuur 2: Het Nederlands maritieme ecosysteem met een selectie van toonaangevende bedrijven



Figuur 3: Grote betrokkenheid en verbondenheid van het maritieme bedrijfsleven bij het Maritiem Masterplan

Kennisinstellingen zoals MARIN, TNO, 4TU en verschillende Nederlandse onderwijsinstellingen (mbo, hbo en wo) zijn **internationaal leidend** in de ontwikkeling van energie-efficiënte schepen door middel van intelligente ontwerpmethoden en de ontwikkeling en integratie van klimaatneutrale energiesystemen. Deze gespecialiseerde kennis- en onderwijsinstellingen hebben tevens een verbindende rol in de keten, waarbij kennis wordt gedeeld met de hele sector. Ook op het gebied van onderzoek bekleedt Nederland een internationale sleutelpositie. Een voorbeeld van een initiatief met sterke Nederlandse betrokkenheid is het 'European Partnership for Zero-emission Waterborne Transport', dat onder Nederlandse leiding van MARIN is opgezet in het 'Waterborne' platform, dat klimaatneutrale energiesystemen ontwikkelt en demonstreert in de brede Europese context.

Met 22.810 bedrijven in Nederland die werkgelegenheid bieden aan zo'n 284.500 mensen, realiseert het cluster een totale toegevoegde waarde van 27,3 miljard euro⁵. Inclusief het havenindustriële complex stijgt het aantal werknemers naar 540.000 en de toegevoegde waarde naar 56,5 miljard euro⁴. Het ecosysteem vormt een **essentieel onderdeel van de Nederlandse en Europese economie** en is van groot belang voor de bescherming van de wezenlijke belangen van nationale veiligheid. Daarnaast heeft Nederland in Europa een strategische positie waardoor de havens een centrale rol spelen in de Nederlandse en Europese handelspolitiek.

⁵ Nederland Maritiem Land | [Maritieme-, Arbeidsmarkt- en Haven Monitor 2022](#)

Het ecosysteem is vooral maatschappelijk relevant en sterk in de bouw en de exploitatie van vier typen schepen die voor Nederland van strategisch belang zijn: schepen voor de **kust- en binnenvaart, natte waterbouw, wind op zee en maritieme veiligheid & dienstverlening**. De kracht van Nederlandse bedrijven in deze **strategische markten** wordt gedreven door de aanwezigheid van een brede en diverse maritieme beroepsgroep die kan werken aan en op deze veelal complexe schepen.

De sector is reeds begonnen met het gezamenlijk onderzoeken en ontwikkelen van klimaatneutrale aandrijflijnen binnen de regeling R&D Mobiliteitssectoren (RDM). In drie consortia werken meer dan 50 partijen uit het maritiem ecosysteem (23 MKB, 4 ingenieursbureaus, 20 systeemleveranciers, 5 werven, 11 reders en 6 kennisinstellingen) samen aan de ontwikkeling van geïntegreerde energiesystemen voor drie klimaatneutrale energiedragers – waterstof, methanol en LNG met *Carbon Capture* – die aansluiten op de strategische markten waarin Nederland leidend is. De technologie wordt in deze RDM-projecten onderzocht en ontwikkeld in het lab en een aantal fieldlabs, maar moet verder worden ontwikkeld voor bredere toepassing en voor langere tijd gedemonstreerd in reële omstandigheden aan boord. Hier op richt het Maritiem Masterplan zich.

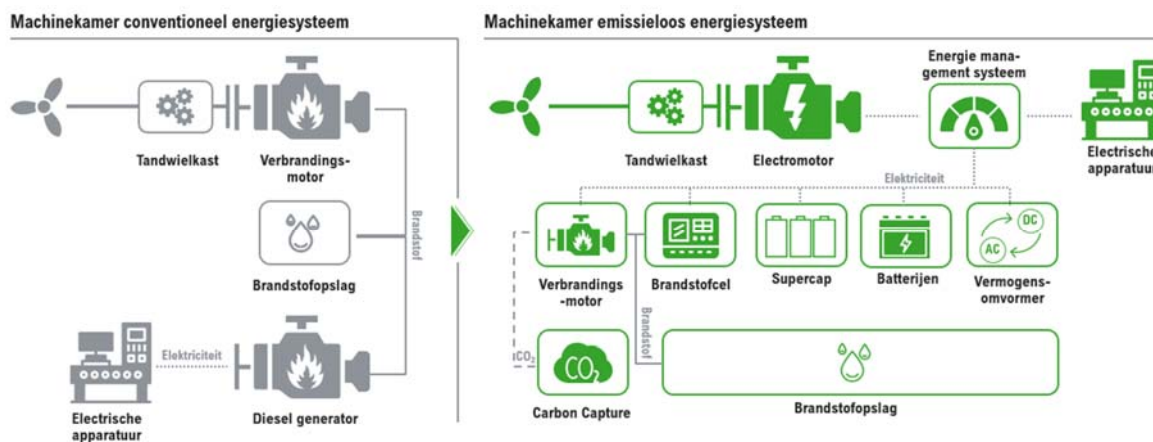
De brede maritieme sector is door NML betrokken bij de ontwikkeling van het Maritiem Masterplan. De interesse voor twee stakeholdersbijeenkomsten in Doorn (23 september) en Rotterdam (8 november) met doelgerichte workshops voor de planvorming was hoog met beide keren meer dan 100 deelnemers. Daarna zijn concrete Ontwikkel-&-Demonstratieplannen uitgewerkt zodat concrete samenwerkingsconsortia kunnen inschrijven op de eerste *call*. Dit commitment is vastgelegd in intentieverklaringen.

2.2.5 Een aantal knelpunten vertraagt deze transitie en zorgt dat Nederland niet zonder meer de koppositie kan grijpen

Nederland heeft een sterke uitgangspositie om deze economische kans te valoriseren, de eigen publieke belangen duurzaam te borgen en tegelijkertijd de open strategische autonomie van Europa en de wereldwijde duurzaamheidstransitie te faciliteren. Een aantal knelpunten houdt de versnelling echter tegen.

1. Klimaatneutrale energiesystemen zijn complexer en nog niet bewezen betrouwbaar in de praktijk

Er zijn nog geen klimaatneutrale energiesystemen met de benodigde hoge vermogens en grote bereiken waarvan de **betrouwbaarheid** is bewezen in de praktijk. De aandrijflijnen worden momenteel getest in het lab en op de eerste pilotschepen in de praktijk, maar opschaling en validatie van de technologie is nodig voor gebruik in commerciële schepen. Er is ook **geen 'one size fits all'** energiedrager voor elk scheepstype: een windturbine-installatieschip heeft een heel ander missie- en vaarprofiel dan een vrachtschip. Ten opzichte van een conventioneel fossiel energiesysteem neemt de complexiteit van een machinekamer met een klimaatneutraal energiesysteem sterk toe (Figuur 4). Een machinekamer met een klimaatneutraal energiesysteem vraagt meer (sub)systemen, meer ruimte voor energieopslag door lagere energiedichtheid en aanvullende veiligheidsmaatregelen vanwege de mogelijke brandbaarheid en giftigheid van energiedragers. Effectieve afstemming en samenwerking van al deze (sub)systemen is uitermate complex.



Figuur 4: Hogere complexiteit en kosten van een klimaatneutrale energiesysteem

2. Het ontwerp- en bouwproces alsook het samenwerkingspotentieel zijn niet geoptimaliseerd

De huidige manier van samenwerken is lineair: schepen worden ontworpen, gebouwd, opgeleverd en gebruikt. Er vindt veelal geen (effectieve) terugkoppeling plaats in de keten. Door de fysieke omvang van schepen, hoge kapitaalsinvesteringen en lange levensduur van ca. 30 jaar **ontbreekt ook de prototypefase** in de maritieme sector. Nieuwe technieken voor klimaatneutrale energiedragers vinden niet zonder meer hun weg naar implementatie. Innovaties worden toegepast aan boord van operationele schepen als varende prototypes. Dit bemoeilijkt de installatie en validatie van revolutionaire technologie op schepen. De huidige lineaire manier van innoveren is niet effectief in tijden van snelle transitie waarin innovaties zich in de complexe praktijk moeten bewijzen. De implementatie van nieuwe technieken voor klimaatneutrale energiedragers binnen de maritieme sector vereist een **transitie van lineaire naar**

cyclische innovatie. Ook wordt **ontwerp- en bouw- en operationele informatie onvoldoende (efficiënt)** gedeeld. Om klimaatneutrale schepen in Nederland en Europa concurrerend te ontwerpen, bouwen en gebruiken moet een efficiëntieslag worden gemaakt. Tot slot wordt het **samenwerkingspotentieel** in het gehele innovatie- en gebruiksproces **onvoldoende benut**. Er is niet één (inter)nationale integrator die in de scheepsbouw de waardeketen coördineert, zoals bijvoorbeeld Airbus en Boeing in de vliegtuigbouw. De sector bestaat uit vele innovatieve middelgrote bedrijven, die zelf niet de organisatiekracht en financiële armslag hebben om een transitie van de keten te regisseren. Door de internationale structuur van de maritieme sector met veel MKB bedrijven en nationale belangen is een (Europese) consolidatie van de civiele maritieme sector niet te verwachten. Hierdoor is het noodzakelijk in te zetten op efficiënte nationale en Europese samenwerking.

3. Het aanbod van energiedragers is voorsnog beperkt door de geringe productie van klimaatneutrale energiedragers en het ontbreken van distributie-infrastructuur in havens

Klimaatneutrale energiedragers zijn nog maar beperkt voorradig, wat grootschalige implementatie van klimaatneutrale schepen in de weg staat. Het is ook een vraag-aanbodprobleem. Bij gebrek aan afnemers (schepen) komen de investeringen en ontwikkelingen in bunkerinfrastructuur van klimaatneutrale energiedragers (brandstof) nauwelijks op gang. Er is dus een gebrek aan **productie en beschikbaarheid van klimaatneutrale energiedragers**. Als de vraag naar klimaatneutrale energiedragers toeneemt, zal het aanbod stijgen. Het Maritiem Masterplan stimuleert de vraag, waarbij de overheid een leidende rol zal nemen als *launching customer*.

4. De complexiteit van de klimaatneutrale energiesystemen, inefficiëntie in het ontwerp- en bouwproces en de beperkte beschikbaarheid van alternatieve energiedragers hebben een kostenverhogend effect

Het kostenverhogend effect van knelpunten 1, 2 en 3 samen is het vierde knelpunt. Klimaatneutrale **energiesystemen** zijn complexer dan conventionele systemen, bestaan uit meer onderdelen en vragen meer afstemming. Dit maakt ze duurder en daardoor voorsnog minder aantrekkelijk dan conventionele energiesystemen. Als de complexiteit op een efficiënte manier wordt ingericht, kan dat echter wel leiden tot significante besparingen op het energieverbruik. Het huidige **innovatieproces** in de maritieme sector maakt de ontwikkeling en eerste marktintroductie duur en hindert een snelle eerste marktintroductie. Ook het gebrek aan **vraag** en **aanbod** en bunkerinfrastructuur houdt de prijs van klimaatneutrale energiedragers voorsnog hoog.

2.3 Doelstelling

Het doel van het Maritiem Masterplan is om betrouwbare, concurrerende en modulaire klimaatneutrale schepen te ontwikkelen, bouwen en gebruiken in een cyclische Nederlandse maritieme innovatieketen. Het plan versnelt de mondiale energietransitie, vergroot de Europese open strategische autonomie, beschermt de nationale veiligheidsbelangen en versterkt de Nederlandse economie.

Het Maritiem Masterplan heeft als ambitie de **mondiale maritieme energietransitie te versnellen**, waarbij alle emissies naar de lucht worden geadresseerd: reductie van ca. 200 megaton CO₂, 300 kiloton NO_x en 20 kiloton fijnstof in 2050. Geluidsemissies naar water zijn niet opgenomen, omdat dit een heel eigen aanpak vereist die in Europese samenwerking wordt opgepakt zoals het SATURN project⁶. Wel worden geluidsemissies indirect geadresseerd door bijvoorbeeld de installatie van waterstofbrandstofcellen. Het streven is om na 2030 enkel nog klimaatneutrale schepen te bouwen in Nederland.

Bovendien beoogt het Maritiem Masterplan in Nederland een sterke, klimaatneutrale maritieme industrie te ontwikkelen die samenwerkt met Europese partners, zodat de eigen publieke belangen blijvend kunnen worden beschermd en een bijdrage wordt geleverd aan een vergroting van de **Europese open strategische autonomie**. Het Maritiem Masterplan **versterkt de Nederlandse economie** door een leidend aandeel te verwerven in de markt voor het ontwerpen, bouwen en gebruiken van klimaatneutrale schepen (incl. innovatieve toeleveranciers).

Het Maritiem Masterplan wil deze impact creëren door een **cyclische innovatieketen op te zetten**, waarmee publiek-private consortia klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiënte oplossingen ontwikkelen en bewijzen in demonstratieschepen, ondersteund door een gezamenlijk digitaal samenwerkingsplatform en een *Human Capital* programma. In Tabel 1 staan de concrete doelstellingen van het Maritiem Masterplan beschreven.

⁶ <https://www.saturnh2020.eu/>

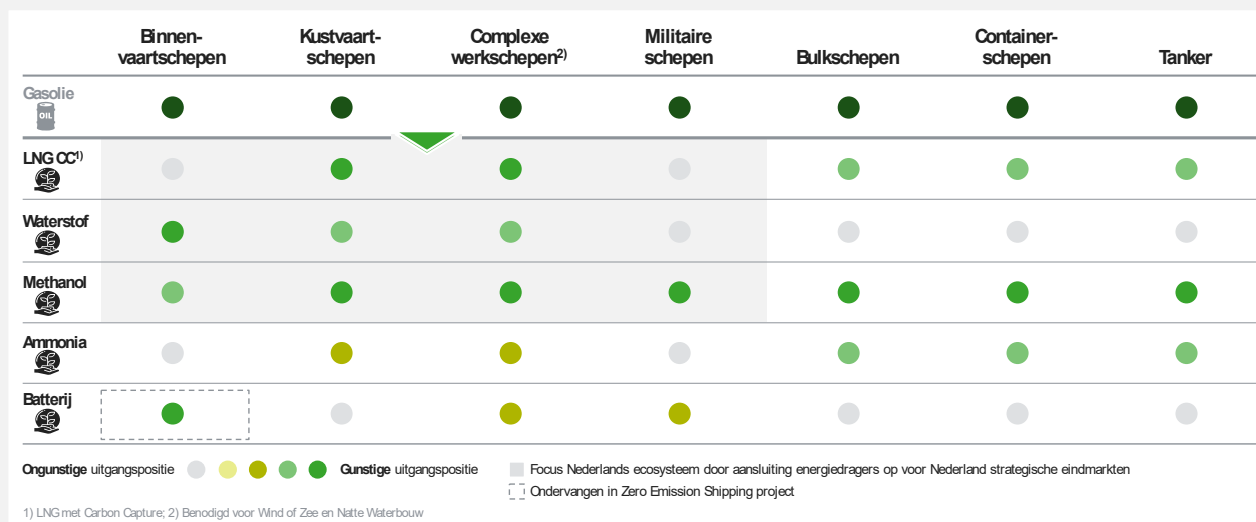
De winnende combinatie voor Nederland

Fossiele diesel is een energiedichte brandstof die geschikt is voor alle operaties en wordt toegepast op alle scheepstypen. **Alternatieve duurzame energiedragers** zijn niet even breed toepasbaar omdat de energiedichtheid van duurzame energiebronnen enorm verschilt. Batterijen zijn de meest duurzame energiebron, maar hebben een zeer beperkte energiedichtheid en zijn slechts toepasbaar voor operaties van een uur tot een werkdag. Waterstof heeft een energiedichtheid van maximaal 25% van die van dieselolie, biedt daardoor mogelijkheden voor operaties van een aantal dagen tot een week en heeft ook geen CO₂-uitstoot. LNG is al ingezet als transitiebrandstof en kan duurzaam zijn als CO₂ wordt afgevangen, een technologie die ook relevant is voor methanol. Methanol is de meest efficiënt duurzaam te produceren vloeibare brandstof, heeft de helft van de energiedichtheid van dieselolie en is geschikt voor operaties tot een aantal weken.

De maritieme sector kent echter een **enorme diversiteit aan schepen** voor operaties op zee, van goederen- en personentransport over kleine en grote afstanden tot het aanleggen van windparken en infrastructuur op zee. De benodigde hoeveelheid energie en de tijd tussen gelegenheden om nieuwe energie te laden of bunkeren verschilt enorm. Zo opereren *ferry's* op trajecten korter dan een uur en voeren windturbine-installatieschepen operaties uit die vier weken kunnen duren.

De hoeveelheid energie die schepen nodig hebben varieert dus enorm en daarmee de meest geschikte energiedrager. Het Maritiem Masterplan richt zich op toepassing van energiedragers voor de Nederlandse strategische markten (Figuur 5). Ammonia is bijvoorbeeld een relevante energiedrager voor grotere scheepvaart, zoals containerschepen, bulkers en tankers, waar de Nederlandse maritieme sector niet leidend is. Daarom is ammonia geen focusgebied van het Maritiem Masterplan.

Onderstaand het resultaat van de analyse op de strategische deelmarkten die voor Nederland relevant zijn en de mate waarin de verschillende klimaatneutrale energiedragers hiervoor geschikt zijn.



Figuur 5: Uitgangspositie energiedragers per scheepstype

Voor batterijoplossingen wordt samengewerkt met het NGF-project ZES (*Zero Emission Shipping*) en voor batterijontwikkeling wordt aangesloten op het initiatief van *Battery Competence Centre*.

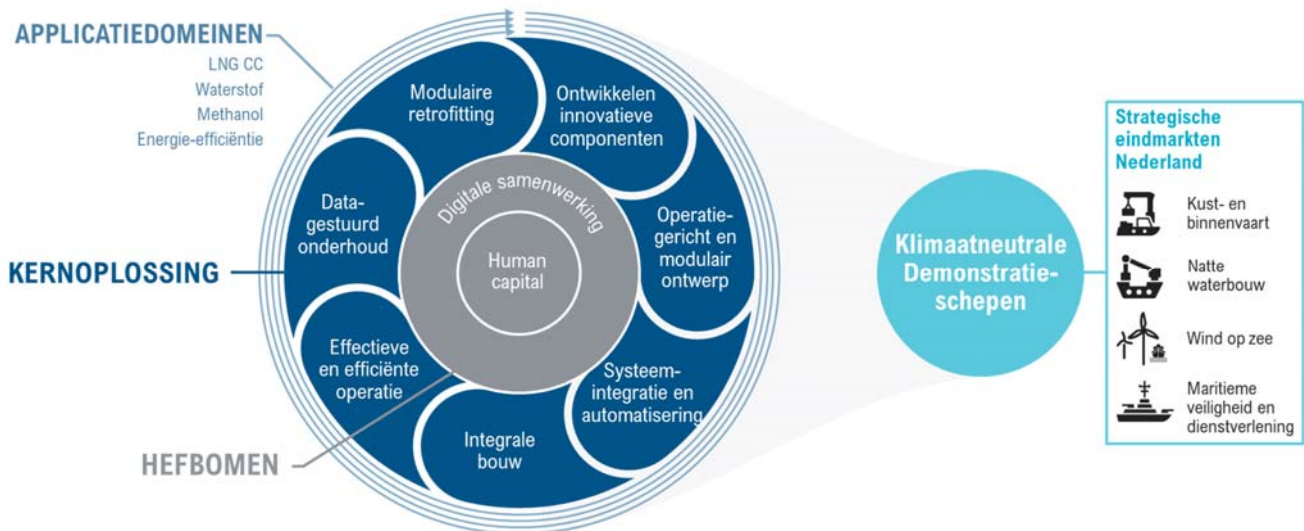
Tabel 1: Concrete doelstellingen

Ambitie	Concrete doelstellingen
Versnellen van de mondiale energietransitie	<ul style="list-style-type: none"> • 40 klimaatneutrale demonstratieschepen ontworpen, gebouwd en gebruiken voor de strategische markten waarin Nederland leidend is (kust- en binnenvaart, wind op zee, natte waterbouw en maritieme veiligheid en dienstverlening), waarin klimaatneutrale energiesystemen en/of energie-efficiënte oplossingen zijn geïmplementeerd en gedemonstreerd • Bewezen betrouwbare en concurrerende modulaire klimaatneutrale energiesystemen voor 3 typen energiedragers (waterstof, methanol, LNG <i>Carbon Capture</i>) op TRL 8 voor de benodigde vermogens (1-5MW) en gevraagde bereiken (1-4 weken) • Energie-efficiënte oplossingen waarmee 10-30% energie wordt bespaard in de operatie van schepen bewezen op TRL 8
Vergroten van de Europese open strategische autonomie en versterken van de Nederlandse economie	<ul style="list-style-type: none"> • Een cyclisch en digitaal innovatie- en gebruiksproces geïmplementeerd over de hele keten en levensduur van schepen zodat in de ontwikkeling 80% aan engineering-uren en 25% aan productie-uren wordt bespaard en de doorlooptijd tot oplevering tot 50% wordt verkort; Dit versterkt de concurrentiepositie van de hele maritieme keten. • 30 bestaande bedrijven en 8-15 spin-outs gericht op het ontwikkelen en demonstreren van betrouwbare en concurrerende klimaatneutrale, modulaire energiesystemen en energie-efficiënte oplossingen voor 3 typen energiedragers (waterstof, methanol, LNG met <i>Carbon Capture</i>) • >750 bedrijven digitaal laten samenwerken via het <i>joint maritime digital platform</i> • >30.000 werknemers bijscholen in de maritieme sector om transitie te maken naar klimaatneutrale systemen • 5-10% arbeidsproductiviteitsverhoging door <i>Human Capital</i> programma om verwachte arbeidstekort op te vangen

2.4 Voorgestelde oplossing

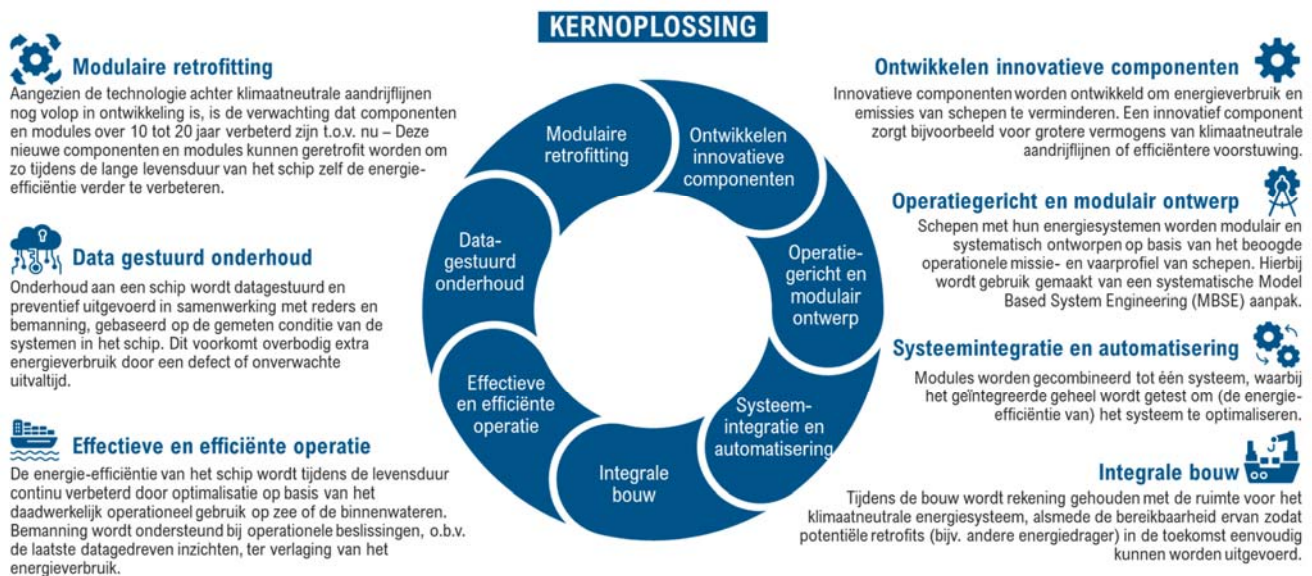
Het Maritiem Masterplan heeft een cyclisch innovatie- en gebruiksproces als **kernoplossing** om van daaruit modulaire klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiënte oplossingen te ontwikkelen en demonstreren binnen verschillende **applicatiedomeinen** met digitale samenwerking en een *Human Capital* programma als **hefbomen** (Figuur 6).

Deze hoofdonderdelen zijn holistisch verbonden. Het digitale samenwerkingsplatform ondersteunt de consortia bij de ontwikkeling van de klimaatneutrale energiesystemen en de demonstratie aan boord van ~40 demonstratieschepen. Het heeft een duurzaam verdienmodel, zodat het de sector ook na de NGF-periode blijft ondersteunen bij duurzame innovaties. Andersom ondersteunen de consortia die de energiesystemen en demonstratieschepen ontwikkelen, bouwen en gebruiken de opzet van het gezamenlijke platform met de definitie van hun behoeften, propositieontwikkeling en het delen van data en resultaten. De verschillende onderdelen worden in de volgende paragrafen beschreven.



Figuur 6: Hoofdonderdelen oplossing het Maritiem Masterplan

2.4.1 Het Maritiem Masterplan richt een cyclisch innovatie- en gebruiksproces in voor het modulaair ontwikkelen en verbeteren van schepen gedurende hun levensduur

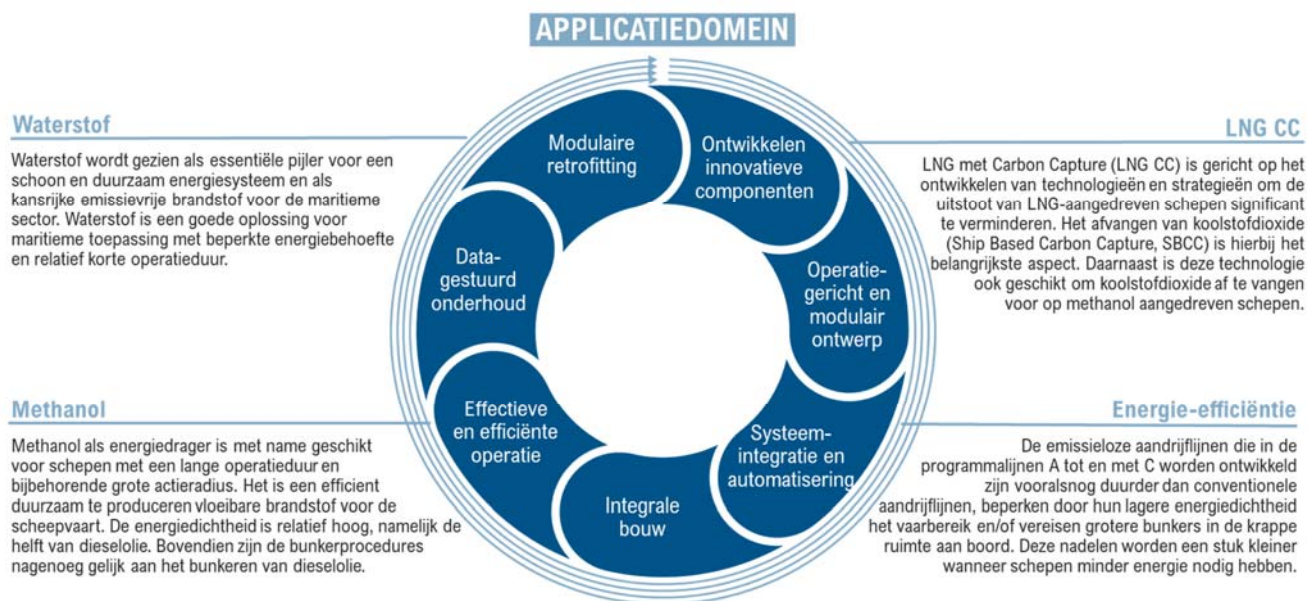


Figuur 7: Beoogde cyclische innovatie- en gebruiksproces

Het nieuwe cyclisch innovatie- en gebruiksproces wordt zo ingericht dat klimaatneutrale schepen efficiënt kunnen worden ontwikkeld, gebouwd, gebruikt en verbeterd gedurende hun levensduur. In deze cyclische aanpak is operationele data van de huidige vloot input voor het ontwerp van nieuwe schepen, terwijl voortdurend terugkoppeling en optimalisatie plaatsvindt tijdens het gebruik. Schepen worden zo steeds verder verbeterd. Succesvolle samenwerking langs de

waardeketen geldt hierbij als *best practice* waarop wordt voortgebouwd. Door operatie-gericht, modulaair en digitaal te ontwikkelen en te bouwen wordt tot 80% aan engineering-uren en 25% aan productie-uren (kosten) bespaard en kan de doorlooptijd met 50% worden ingekort, zoals het Europese NAVAIS project heeft laten zien (zie box in 2.6). Daarnaast vermindert dit de complexiteit omdat een groot systeem wordt opgeknipt in kleinere modules. In dit cyclische innovatie- en gebruiksproces wordt daarnaast de energie-efficiëntie van de schepen en het gedrag van het energiesysteem gedurende de hele levensduur verbeterd door operationele terugkoppeling (Figuur 7). Het cyclische innovatieproces heeft een open karakter: Nederlandse systeemintegratoren en werven kopen componenten en modules in bij Nederlandse en Europese partners.

2.4.2 Modulaire en geïntegreerde klimaatneutrale energiesystemen en oplossingen voor energie-efficiëntie worden ontwikkeld en bewezen op demonstratieschepen



Figuur 8: Ontwikkelen en testen van modulaire en geïntegreerde klimaatneutrale energiesystemen voor drie typen klimaatneutrale energiedragers en oplossingen voor energie-efficiëntie m.b.v. demonstratieschepen

Voor drie typen klimaatneutrale energiedragers in vier strategische deelmarkten worden publiek-private consortia opgezet die, vanuit het nieuwe cyclische innovatieproces, betrouwbare, modulaire en concurrerende energiesystemen ontwikkelen en in operationele omstandigheden bewijzen in ~40 klimaatneutrale demonstratieschepen. Dit gebeurt in zogenaamde Onderzoek-&-Demonstratieprojecten (O&D-projecten) van het Maritiem Masterplan, voortbouwend op de opbouw van kennis en innovatie in de RDM-projecten. Hiermee bouwt de Nederlandse maritieme sector haar integratorrol in de maritieme waardeketen verder uit: innovatieve systeemintegratie is noodzakelijk om de complexere klimaatneutrale energiesystemen efficiënt en veilig te laten werken in de praktijk en de kosten te verlagen. Tegelijkertijd wordt gewerkt aan het verbeteren van de energie-efficiëntie. Als minder energie nodig is, betekent dit per definitie minder gebruik van duurdere klimaatneutrale brandstoffen. Bovendien is het verbeteren van de energie-efficiëntie een cruciaal element in de energietransitie en zal het ook dan nog belangrijk zijn wanneer alternatieve brandstoffen breed beschikbaar zijn⁷. De energie-efficiëntie wordt verbeterd door technologische oplossingen (retrofits) en door data-gedreven optimalisatie van het operationeel gebruik. Voorbeelden van technologische oplossingen zijn bijvoorbeeld de weerstand van het schip verlagen (rompvormen en wrijvingsreductie), de voorstuwing verbeteren (alternatieve schroeven en 'Energy Saving Devices': ESD's) en systemen voor wind(hulp)voortstuwing ('Wind Assisted Ship Propulsion': WASP).

De focus van de O&D-projecten ligt hierbij op een of meerdere van de vier programmalijnen: energie-efficiëntie, waterstof, methanol en LNG met *Carbon Capture*. Één programmalijn focust zich op technologie ten behoeve van energie-efficiëntie en drie programmalijnen focussen zich op klimaatneutrale energiedragers.

De klimaatneutrale en energie-efficiënte demonstratieschepen worden gebouwd voor *launching customers* (overheid) en koplopers (dit zijn private partijen die de drempel verlagen door als één van de eerste de transitie te maken naar klimaatneutrale schepen) voor toepassing in de vier strategische deelmarkten van Nederland: **kust- en binnenvaart**, **wind op zee**, **natte waterbouw** en **maritieme veiligheid & dienstverlening**. In deze strategische deelmarkten zijn zowel de Nederlandse maak- en integratie-industrie, als de Nederlandse reders in vaart en operatie internationaal toonaangevend. Met de betrokkenheid van *launching customers* en koplopers is (financieel) commitment vanuit de sector

⁷ (Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping (2021): Industry Transition Strategy)

gegarandeerd. De Rijksrederij, met een vloot van ca. 100 schepen, heeft de intentie om als *launching customer* aan het Maritiem Masterplan verbonden te zijn. Ook het Ministerie van Defensie is betrokken als *launching customer* en heeft inmiddels zelf de middelen om klimaatneutrale schepen aan te besteden. Het Ministerie van Defensie steunt evenwel de voorgestelde oplossing actief en draagt bij aan het Maritiem Masterplan door het gebruik en de opbouw van het digitaal samenwerkingsplatform op te nemen in de aanbestedingsprocedure van nieuwe schepen.

Met het ontwerpen, bouwen en gebruiken van demonstratieschepen wordt de betrouwbaarheid van de klimaatneutrale energiesystemen op commerciële schaal bewezen en wordt de energie-efficiëntie van de systemen geoptimaliseerd op basis van het daadwerkelijk gebruik in complexe omstandigheden. Valorisatie is via de ~40 demonstratieschepen een integraal onderdeel van het Maritiem Masterplan.

Er is veel commitment om O&D-projecten te starten in het veld en vele koplopers hebben plannen uitgewerkt. De definitieve keuze voor O&D-projecten is een strategische keuze die wordt gemaakt in een serie van gerichte *open calls* met een duidelijke focus per programmalijn (zie 3.1). De kenmerken van goede O&D-projecten zijn hieronder weergegeven.

Kenmerken goede Ontwikkel-&-Demonstratieprojecten

Het Maritiem Masterplan wil O&D-projecten ondersteunen die bijdragen aan het behalen van haar doelstellingen. De beschikbare middelen voor O&D-projecten worden verdeeld via drie *open calls* waarbij in iedere *call* een rangschikking wordt gemaakt middels een set scoringscriteria. Projecten kunnen punten scoren op deze criteria, waardoor objectieve keuzes gemaakt kunnen worden tussen projecten binnen het beschikbare budget. Een goed project bevat de volgende elementen:

- Draagt effectief bij aan verlaging van emissies en/of energieverbruik
- Is een combinatie van Ontwikkeling en Demonstratie (O&D)
- Is een samenwerking over de hele Nederlandse maritieme keten (maakindustrie, reders, kennisinstellingen) tijdens de hele levensduur (ontwikkeling, bouw, gebruik, retrofit)
- Resulteert in betrouwbare modulaire energiesystemen (waterstof, methanol, LNG CC) en/of systemen voor het verbeteren van de energie-efficiëntie
- Is opschaalbaar naar onze strategische deelmarkten (kust- en binnenvaart, natte waterbouw, wind op zee, maritieme veiligheid & dienstverlening)
- Verlaagt de kosten en versterkt door maximale NL betrokkenheid ons verdienmodel over de hele levenscyclus en onze exportpositie
- Maakt voor digitale samenwerking gebruik van het *Joint Maritime Digital Platform* en draagt bij aan de ontwikkeling en opbouw daarvan (bijv. met *digital twins*)
- Draagt bij aan het effectief vastleggen en delen van opgebouwde kennis.

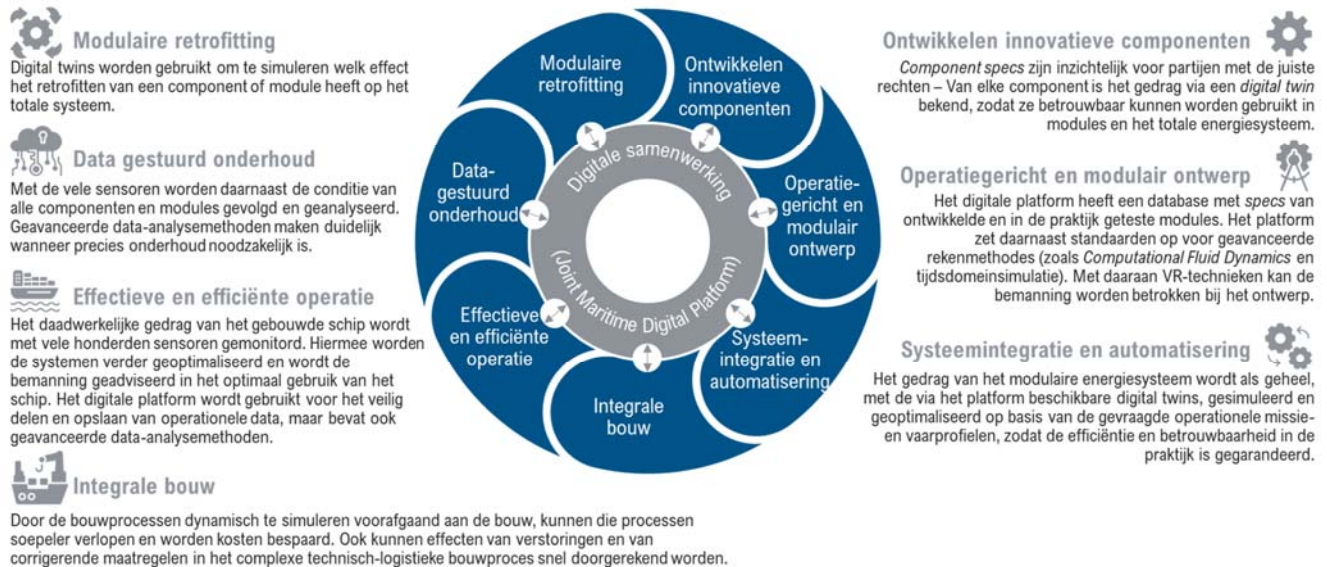
2.4.3 De samenwerking binnen het gehele cyclische innovatie- en gebruiksproces wordt versterkt door een digitaal samenwerkingsplatform

Een faciliterend digitaal samenwerkingsplatform, het *Joint Maritime Digital Platform* (JM DP), wordt ontwikkeld en ingericht om het cyclische innovatieproces, het modulair ontwikkelen, bouwen en het efficiënte operationeel gebruik te ondersteunen. In Figuur 9 worden hiervan een aantal voorbeelden gegeven.

Via dit digitale platform versterken ketenpartners de onderlinge (digitale) samenwerking en realiseren ze de benodigde efficiëntieslag die vereist is voor de nieuwe cyclische en modulaire manier van werken. Tevens ontstaat er een hefboom die de verduurzaming van schepen kan versnellen: door ontwerptools te trainen met operationele data of adviessystemen aan boord te voeden met modellen die systeemgedrag nauwkeurig beschrijven. Het JM DP zorgt daarmee voor verankering van de resultaten van het Maritiem Masterplan en zal blijven bestaan als onafhankelijk platform, onder beheer van NML.

Het JM DP bevordert de ketensamenwerking, zorgt voor veilige en efficiënte datadeling met partners en maakt nieuwe gereedschappen en ontwikkelmethodieken beschikbaar voor elke fase in de levensduur. Alle bedrijven verbonden aan het Maritiem Masterplan committeren zich aan dit platform, waarbij ook andere bedrijven in de maritieme sector zich door het open karakter kunnen aansluiten. Doordat bedrijven bijdragen aan de ontwikkeling van standaarden voor digitale samenwerking op het gebied van ontwerp-, bouw- en operationele data, informatie en modellen, wordt het platform relevant en trekt het ook andere bedrijven in de maritieme sector aan. Via dit digitale samenwerkingsplatform versterken ketenpartners de (digitale) samenwerking en realiseren ze de efficiëntieslag die de nieuwe cyclische en modulaire manier van werken mogelijk maakt: urenbesparing van 80% aan engineering en 25% aan productie met 50% verkorting van de doorlooptijd (zie box 'lessen Europees NAVAIS project in paragraaf 2.6).

HEFBOOM – DIGITALE SAMENWERKING



Figuur 9: Digitale samenwerkingsplatform (JMDP) ter ondersteuning van cyclische en modulaire innovatieproces

2.4.4 De sector wil met de Ontwikkel- & Demonstratieprojecten het verschil maken in voor Nederland strategische deelmarkten en waardeketens

- **Kust- en binnenvaart:** Kustvaart (*short sea shipping*) en binnenvaart zijn essentieel voor de Nederlandse en Europese transportketens die moeten worden verduurzaamd.
- **Natte waterbouw:** Kustbescherming en natte waterbouw zijn de sleutel tot de waterveiligheid in Nederland tijdens klimaatverandering door het bouwen en onderhouden van een effectieve natte infrastructuur van havens en vaarwegen. Ontwikkeling en onderhoud moeten klimaatneutraal gebeuren om de Nederlandse klimaatdoelstellingen te halen.
- **Wind op zee:** De komende jaren moeten er duizenden *offshore*-windturbines worden geïnstalleerd en onderhouden op de Noordzee. Om dit daadwerkelijk duurzaam te doen, is een snelle transitie noodzakelijk van de huidige schepen op fossiele brandstoffen naar volledig emissieloze installatie- en onderhoudsschepen. Door als eerste klimaatneutraal windturbines te kunnen installeren en onderhouden, verstevigt de Nederlandse sector, al koploper in de markt, haar positie en zorgt het voor een groei in haar verdienvermogen.
- **Maritieme veiligheid & dienstverlening:** maritieme veiligheid is één van de hoofdtaken van de Nederlandse overheid op zee. Dit betreft zowel de *safety* (scheepvaartveiligheid) als *security* (beveiliging). Deze taken worden uitgevoerd door de Koninklijke Marine, Kustwacht en Politie (Rijksrederij) en de loodsen.



Figuur 10: Strategische deelmarkten en waardeketens waar het Maritiem Masterplan zich op richt

2.4.5 Een op innovatie gefocust Human Capital programma coördineert sectorbrede (bij)scholing en verhoogt arbeidsproductiviteit

Lokaal, regionaal en landelijk zijn er legio *Human Capital* initiatieven die zich voornamelijk richten op instroombevordering. Voor de uitvoering van het Maritiem Masterplan is alleen het aantrekken van talent niet voldoende. De technologische ontwikkelingen, aangejaagd door het Maritiem Masterplan, gaan razendsnel en het is daarom belangrijk om studenten en werknemers tijdig (bij) te scholen in de omgang met de nieuwste technologieën, inclusief digitalisering. Dit gebeurt in de *learning community* Maritiem Masterplan.

Tegelijkertijd woedt tussen sectoren al jaren sterke competitie om (technisch) talent. Om het werk toch uit te kunnen voeren zet het *Human Capital* programma van het Maritiem Masterplan daarom in op het verhogen van de arbeidsproductiviteit. Dit gebeurt aan de ene kant door de nauwe koppeling met digitalisering binnen de *learning community* Maritiem Masterplan en aan de andere kant door gerichte onderzoeken naar en implementatie van nieuwe werk- en managementprocessen en leven-lang-ontwikkelen in de maritieme sector.

2.4.6 De voorgestelde oplossing wordt duurzaam verankerd in een nieuwe manier van innoveren, bewezen systemen in demonstratieschepen, een blijvend digitaal samenwerkingsplatform en een gecoördineerd bijscholingsproces

De voorgestelde oplossing is na de NGF-periode om vier redenen duurzaam verankerd in de Nederlandse maritieme sector: (1) een nieuwe manier van innoveren en samenwerken, (2) bewezen klimaatneutrale energiesystemen en demonstratieschepen, (3) een blijvend digitaal samenwerkingsplatform en (4) een gecoördineerd bijscholingsproces

De sector heeft tijdens de NGF-periode de transitie gemaakt van een lineaire naar een **cyclische innovatieketen** over de hele levensduur van het schip, ondersteund door een digitaal **samenwerkingsplatform**. Deze verandering resulteert erin dat innovaties efficiënter, goedkoper en sneller worden gerealiseerd, waardoor er een intrinsieke motivatie is voor bedrijven om zo te blijven samenwerken.

In de voorgestelde oplossing worden drie typen klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiënte technologieën cyclisch ontwikkeld en op commerciële schaal bewezen. Hierdoor is de innovatiedrempel voor daaropvolgende innovaties vele malen kleiner. De **~40 klimaatneutrale demonstratieschepen** blijven ook na de NGF-periode demonstratieschepen en dienen daarmee als innovatie-infrastructuur waarop de volgende generatie aan innovaties kan worden geretrofit om de werking te testen en bewijzen.

Het digitale **samenwerkingsplatform** is verweven met de cyclische en modulaire manier van werken in de keten over de hele levenscyclus van het schip. Tijdens de NGF-periode bouwt het platform unieke digitale assets en expertise op die partijen ook na de NGF-periode willen gebruiken en vernieuwen. Het samenwerkingsplatform creëert een verdienmodel door gebruik (*fee-for-service* en participatie in innovatieprojecten) waarmee het duurzaam in stand kan worden gehouden als innovatie-infrastructuur voor de sector. Daarnaast faciliteert het platform de **gecoördineerde digitale bijscholingen** van meer dan 30.000 werknemers in de sector die langdurig digitaal kennis kunnen opdoen over de laatste innovaties in de maritieme sector.

Zo ontstaat een **nieuw cyclisch en duurzaam verdienmodel** voor de hele maritieme sector waarin voortdurend ruimte is voor zowel nieuwe innovatieve ontwikkelingen als concrete toepassingen aan boord. Dit wordt effectief ondersteund door vergaande digitalisering. Hiermee kan de sector het verschil maken in de voor Nederland strategische deelmarkten en waardeketens: kust- en binnenvaart, natte waterbouw, wind op zee en maritieme veiligheid en dienstverlening. Rol van de overheid

2.4.7 Als *launching customer* verhoogt de overheid de slagingskans van innovaties in een duurzame maritieme sector

Omdat duurzame technieken nu nog fors duurder zijn (zowel in investerings- als operationele kosten) en markt en overheid daarvoor nog niet een hogere prijs willen betalen, zijn de ontwikkeling en toepassing daarvan commercieel nog niet levensvatbaar. Om de kosten te laten dalen moeten de risico's van het toepassen van nieuwe technieken worden verlaagd en is schaalgrootte nodig. De Rijksrederij – als beheerder van schepen voor de Rijksoverheid – en Defensie kunnen deze beweging op gang helpen door als *launching customer* schepen te bestellen die nu nog te duur zijn. Op deze wijze wordt ook de zogenaamde *valley of death* overbrugd en leiden innovaties tot concrete toepassingen. Deze aanpak is in lijn met het marktontwikkelingsbeleid van het kabinet, welke is beschreven in de 'Kamerbrief Innovatie en Impact' van november 2022.

Defensie heeft in verkennende studies in 2019 en 2020 vastgesteld dat voortstuwing op methanol in verbrandingsmotoren op de korte termijn al haalbaar is in de zeegaande hulpvaartuigen en in duikvaartuigen voorin de binnenvaart. Defensie wil daarom als *launching customer* haar vloot vergroten met in totaal acht klimaatneutrale vaartuigen (vier hulp- en vier duikvaartuigen), waarvan **twee first-of-a-kind**, aangedreven op methanol. De meerkosten voor dit project (EUR 50 m) zijn reeds geïntegreerd in het budget van Defensie en daarvoor worden dus geen NGF-middelen aangevraagd.

De **Rijksrederij** heeft de haalbaarheid van klimaatneutrale schepen onderzocht in studies met MARIN en TNO. Als gevolg hiervan heeft de Rijksrederij plannen om diverse typen duurzame schepen te laten bouwen in meerdere programma's (**Error! Reference source not found.**). De Rijksrederij heeft daarom de intentie om als *launching customer* 18 schepen toe te voegen aan haar vloot (waarvan twee pilotschepen): tien aangedreven op waterstof, vijf volledig op methanol en drie hybride met batterijen en methanol. Voor de **meerkosten van vier schepen**, die de nieuwe energiesystemen als first-of-a-kind introduceren en daarmee het grootste risico dragen, wordt een bijdrage uit het NGF gevraagd.

De uiteindelijke impact van de overheid als *launching customer* is dat de duurzame technologieën als *proven technology* beschikbaar komen met lagere risico's en kosten voor de markt. Dit helpt bij de ontwikkeling, opschaling en uitrol van

klimaatneutrale scheepvaart in Nederland en de duurzame groei van de maritieme sector. Daarnaast is het mogelijk deze *proven technologies* te monitoren.

2.5 Aansluiting op (inter)nationale context

In alle Europese maritieme clusters wordt gewerkt aan versterking van kennis en bevordering van innovatie voor verduurzaming van de maritieme sector. De Nederlandse deelnemers aan het Maritiem Masterplan benutten de samenwerking met Europese partners in projecten om de kennisbasis die nodig is voor de energietransitie te versterken, waarmee wordt voorkomen dat beschikbare kennis van buiten de landsgrenzen in het Maritiem Masterplan opnieuw wordt opgebouwd. De kennisopbouw in het Maritiem Masterplan draagt eveneens bij aan het verstevigen van de basis voor samenwerking in toekomstige Europese projecten. De kennis die in het Masterplan wordt ontwikkeld is gericht op de vier eindmarkten waarin Nederland een leidende positie heeft. Deze kennisopbouw is daarmee grotendeels complementair aan de kennisopbouw in andere landen. Deels vindt de aansluiting op de internationale context plaats via de contacten van Nederlandse vestigingen met hun moederbedrijven in het buitenland.

Het Maritiem Masterplan sluit goed aan op al bestaande initiatieven. Het flankerende beleid stimuleert bedrijven en organisaties om innoverende projecten te starten op zowel Europees als nationaal niveau. Zonder deze projecten worden de gewenste doelen niet behaald en kan de energietransitie binnen de maritieme sector niet plaatsvinden. Het Maritiem Masterplan sluit goed aan op een groot aantal lopende projecten, waaronder:

- Projecten binnen het innovatie- en onderzoeksprogramma Horizon Europe, en in het bijzonder het Partnership programma 'Zero-Emission Waterborne Transport'. Voorbeelden van relevante projecten uit dit programma met Nederlandse deelnemers zijn STEERER, e-SHyIPS en Seabat. Daarnaast worden projecten RH2INE en PLATINA3 uitgevoerd met focus op innovaties in waterstof, methanol, LNG CC en energie-efficiëntie voor binnenvaart. Bedrijven en organisaties uit de Nederlandse maritieme sector nemen selectief deel aan projecten die subsidie ontvangen vanuit 'Horizon Europe'. De resultaten daarvan worden op hoofdlijnen gedeeld met de sector en dragen bij aan de grondslag voor de R&D-programmering en demonstraties in het Masterplan en aan de keuzes in de voorbereiding van projectvoorstellen binnen de Maritiem Masterplan-regelingen.
- Het Europese project NAVAIS (zie onderstaande box) dat is gecoördineerd door Nederlandse systeemintegratoren, die samenwerken aan het ontwikkelen van modulaire werkschepen en *ferry's* met 80 partners uit zes Europese landen. In het project is de basis gelegd voor het verkorten van het ontwikkel- en bouwproces, het besparen van kosten en het flexibel en modulair bouwen om ze geschikt te maken voor toekomstige retrofitting.
- Projecten als SH2IPDRIVE, MENENS, LNGZero binnen de RDM-regeling waarin op deelonderwerpen wordt samengewerkt met Europese partners. De drie programmalijnen waterstof, methanol en LNG met *Carbon Capture* in het Maritiem Masterplan bouwen verder op de RDM-projecten die momenteel lopen. De focus van het Maritiem Masterplan ligt op de opschaling en commercialisering van de klimaatneutrale schepen.
- Het project PATH2ZERO waarin onderzoekers, bedrijven en maatschappelijke organisaties samenwerken aan het ontwikkelen van duurzame businessmodellen en handelingsperspectieven binnen emissievrije binnenvaart.
- Tevens is kennisgenomen van de RH2INE Kickstart Study die wordt ondersteund door de 'Europese Connecting Europe Facility' en waarin met een Europees consortium wordt gekeken naar de benodigde infrastructuur en technieken op de wal en op het water voor de eerste stappen naar realisatie van H2 in binnenvaart.

Het Maritiem Masterplan zet in op dezelfde ontwikkelingen als de Europese maritieme sector, maar richt zich op de scheepvaart- en scheepsbouwsectoren waarin de Nederlandse maritieme sector een grote strategische rol speelt. Op die manier wordt er goed samengewerkt met andere initiatieven in Europa. Bovendien zal het Maritiem Masterplan de samenwerking zoeken met projecten die via de RVO-route gehonoreerd worden en in de thema's van het Maritiem Masterplan passen of aanvullend en versterkend zijn.

Lessen Europees NAVAIS project

Het Maritiem Masterplan bouwt met het digitaal en modulair ontwikkelen, bouwen en gebruiken van schepen in een cyclische Nederlandse maritieme innovatieketen over hun hele levensduur voort op de concrete resultaten van het Europese onderzoeksproject NAVAIS: New, Advanced and Value-added Innovative Ships. In totaal deden daarin achttien partners uit zes verschillende landen mee (www.navais.eu): scheepswerven, ingenieurs- en onderzoeksbureaus en toeleveranciers. Netherlands Maritime Technology (NMT) verzorgde het projectmanagement en verschillende Nederlandse partijen waren betrokken als partners.

Hoe kan je een schip opknippen in engineeringmodules en die standaardiseren in samenwerking met de toeleveranciers? Dat was de kernvraag in NAVAIS. Om dat te bereiken is modularisatie gecombineerd met *System Engineering* en dit is toegepast op een 3D-softwareplatform. De ontwerpmethode werd toegepast op een *e-ferry* en een werkboot. Er zijn softwarematige demonstrators gemaakt, een soort *digital twins*, die laten zien dat het concept werkt.



Deze digitale en modulaire ontwerpmethode is belangrijk voor de toekomst van de Europese scheepsbouw omdat deze gaat helpen om competitiever te worden: tot maximaal 80 % reductie in engineeringuren, 25% minder productie-uren en een doorlooptijd die de helft korter is. Een schip is opgebouwd uit meerdere functionele systemen. Door deze te standaardiseren en digitaliseren, kun je delen van het ontwerp hergebruiken en bespaar je tijd en dus kosten. Tot 80% minder engineeringuren wordt bereikt door het hergebruiken. Het grote voordeel van de ontwikkelde methode in combinatie met een softwareplatform is dat je informatie op een gestructureerde manier opslaat. Doordat je bij een volgend project met dezelfde modules kunt werken, betaalt dat zich uit. Het hergebruik van modules verkort de doorlooptijd met de helft. Je gaat van een engineering-to-order naar een assemble-to-order businessmodel, wat de benodigde engineeringtijd dus reduceert. Daarbij komt dat je seriematig kunt gaan produceren, vergelijkbaar met de automotive, doordat je weet welke modules er gevraagd gaan worden. Dit maakt robotisering van bepaalde productietaken mogelijk en het hele productieproces wordt voorspelbaarder. De NMT projectleider van NAVAIS: "Dit is ook van belang in relatie tot de human capital-factor: het zorgt ervoor dat kennis in de organisatie blijft, wat zeker in tijden van vergrijzing en personeelstekorten van belang is."

3. Planuitwerking en samenwerking

3.1 Projectplan

De kern van het Maritiem Masterplan is het inrichten van een cyclisch innovatie- en gebruiksproces voor het modulair ontwikkelen en verbeteren van schepen gedurende hun levensduur. In dit proces worden klimaatneutrale energiesystemen ontwikkeld en op commerciële schaal bewezen in ~40 demonstratieschepen verdeeld over vier programmalijnen. De demonstratieschepen worden gefaseerd ingebracht via drie *open calls* (zie 3.2.1) en zullen aantonen dat de Nederlandse maritieme sector in staat is om zeer innovatieve schepen te bouwen en opereren. De programmalijnen zijn gebaseerd op energiedragers met gunstige uitgangspunten in de markten waarin Nederland sterk is (zie paragraaf 2.3.1). Omdat de relevantie van de verschillende energiedragers afhankelijk is van het type en de duur van de operatie van een schip, ligt de focus op systeemintegratie van verschillende energiedragers: **waterstof, methanol en LNG met Carbon Capture** (respectievelijk programmalijn A, B en C). Deze drie klimaatneutrale energiesystemen zijn momenteel duurder dan conventionele aandrijflijnen (zowel in investering als operatie). Ze beperken het vaarbereik door een lagere energiedichtheid en vereisen grotere bunkers in de krappe ruimte aan boord. Daardoor is energiebesparing noodzakelijk voor een concurrerende exploitatie van klimaatneutrale schepen. Ook het tekort aan alternatieve brandstoffen maakt het essentieel dat de sector minder energie verbruikt. Programmalijn D is daarom gewijd aan **energie-efficiëntie**.

De demonstratieschepen in de vier programmalijnen worden ondersteund door de samenwerking op een **digitaal platform** en een **Human Capital programma** (Figuur 11). Het JMDP ontsluit door het delen van data en resultaten de kennis die in en met de demonstratieschepen wordt opgedaan voor de gehele maritieme sector, om zo gedurende de gehele levensduur van een schip kosten te besparen. Doordat uiteindelijk partijen betalen voor gebruik creëert het platform een eigen verdienmodel, waarmee het duurzaam in stand kan worden gehouden en de innovatie-infrastructuur in de Nederlandse maritieme sector verankert. Het *Human Capital* programma verzekert de maritieme sector ook in de toekomst van voldoende gekwalificeerd personeel, dat op de hoogte is van de meest recente kennis en ervaringen vanuit de demonstratieschepen.



Figuur 11: Het Maritiem Masterplan als verbindende factor tussen RDM-regeling en commercialisatie

In de programmalijnen Waterstof en Methanol zijn het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Ministerie van Defensie vanaf het begin betrokken via het **launching customership programma**. Als grote reders spelen ze een belangrijke rol in de grootschalige introductie van klimaatneutrale schepen. Deze schepen zullen deels worden gefinancierd uit de begrotingen van de ministeries, deels uit het Europese 'Herstel- en Veerkrachtplan' en deels vanuit het Maritiem Masterplan. De *launching customership* schepen worden ontworpen, gebouwd en onderhouden door Nederlandse en Europese bedrijven die samenwerken via het eerdergenoemde digitale platform.

Per programmalijn geven we hieronder een algemene uitleg en beschrijven we de context, scope en doelstellingen. Vervolgens beschrijven we de strategie van elke programmalijn en geven we concrete voorbeelden van Ontwikkel-&-Demonstratieprojecten (O&D-projecten) die binnen deze strategie passen. Wij onderscheiden twee soorten projecten. Koploperprojecten zijn op dit moment al zeer concreet ingevuld en willen zo snel mogelijk van start gaan: zij zullen zich inschrijven voor de eerste (koplopers) *open call*. Andere projecten zijn wel gedefinieerd maar hebben de plannen momenteel nog niet volledig helder, bijvoorbeeld doordat een technologie eerst nog verder dient te worden ontwikkeld in lopende projecten (zoals RDM-, DKTI- of 'Horizon Europe' projecten) of omdat de precieze activiteiten, het consortium en/of de cofinanciering nog nader (moeten) worden geconcretiseerd. Afhankelijk van het project zullen deze zich inschrijven voor één van de *open calls*.

3.1.1 Programmalijn A – Waterstof

1. Algemene uitleg programmalijn

Waterstof is een essentiële pijler voor een schoon en duurzaam energiesysteem en een kansrijke emissievrije brandstof voor maritieme toepassingen met een beperkte energiebehoefte en relatief korte operatieduur. Behalve voor zwaar transport (vrachtwagens, bussen en scheepvaart), kan waterstof ook worden gebruikt als grondstof voor chemische producten of voor het verwarmen van gebouwen. Het gebruik van waterstof als brandstof is in opkomst – wereldwijd worden miljarden geïnvesteerd in productie en infrastructuur – omdat het geen broeikasgassen uitstoot. Daarnaast maakt waterstof elektrificatie van schepen mogelijk via brandstofcellen met een hogere actieradius dan bijvoorbeeld batterijen.

Er zijn twee methoden om waterstof om te zetten naar voortstuwingsenergie op een schip: 1) met een verbrandingsmotor die waterstof als brandstof gebruikt en 2) met een brandstofcel die waterstof direct omzet in elektrische energie. De laatste heeft nog extra voordelen, zoals hogere efficiëntie van de aandrijflijn, geen schadelijke emissies uit de uitlaat (inclusief NOx), lagere geluidsemissies, hogere betrouwbaarheid en een reductie in onderhoudskosten vanwege het ontbreken van bewegende delen. Waterstof kan worden opgeslagen op verschillende manieren, die complementair zijn aan elkaar. De relevantie van opslagvormen verschilt per toepassing, gebaseerd op onder andere het operationeel profiel van het schip, beschikbaarheid van technologie en gewenste modulariteit. De meest gangbare opslagvormen zijn gecomprimeerd gasvormig en cryogeen vloeibaar. Deze vormen zijn technologisch relatief ver ontwikkeld, maar enigszins belemmerend vanwege de relatief lage volumetrische energiedichtheid en veiligheidsrisico's. Daarnaast zijn er nog alternatieve opslagvormen, zoals vaste poedervorm of opgelost in oliën. Deze bieden aanzienlijke voordelen op het gebied van energiedichtheid en veiligheid, maar zijn nog minder ver ontwikkeld.

2. Context

De toepassing van waterstof als maritieme brandstof wordt momenteel onderzocht binnen het RDM-project SH2IPDRIVE waarbij verschillende bedrijven, universiteiten, kennisinstellingen en de Nederlandse overheid betrokken zijn. Binnen het project worden de vier hierboven genoemde waterstofopslagvormen uitgebreid onderzocht op integratie met brandstofcellen, elektrificatie van de aandrijflijn van het schip, veiligheid en consequenties voor het scheepsonwerp. De technologie wordt in deze projecten ontwikkeld en gedemonstreerd in het lab en een aantal fieldlabs, maar moet verder worden ontwikkeld voor andere toepassingen en opgeschaald voor grootschalig commercieel gebruik. Andere projecten die focussen op waterstof voor (binnenvaart)schepen zijn H2SHIPS, RH2IWER, Synergetics, FLAGSHIPS en Condor. Ook is er een relatie met de toegekende NGF-projecten Groenvermogen en GroenvermogenII, waarin onder meer waterstofproductiefaciliteiten worden gebouwd.

3. Scope

Met de activiteiten in de Programmalijn Waterstof wordt beoogd de in SH2IPDRIVE (en andere genoemde projecten) ontwikkelde opslagvormen en omzettingstechnologieën concreet te valideren en toe te passen aan boord van schepen in een commerciële waardeketen. De programmalijn focust op de verschillende opslagvormen (gasvormig, cryogeen vloeibaar en alternatieve opslagvormen) en verschillende aandrijfmogelijkheden (waterstof-verbrandingsmotoren, brandstofcellen en hybride systemen). Daarnaast ligt de focus op zowel nieuwbouw als retrofit, beide met een nadruk op het modulair implementeren van het cyclisch innovatieproces.

Naast de technologie zijn de beschikbaarheid van waterstof en de mogelijkheid om te bunkeren twee belangrijke voorwaarden voor het succes van de demonstratieprojecten. Voor de beschikbaarheid van waterstof lopen al verschillende projecten waarbij het Maritiem Masterplan aansluiting zal zoeken. Voorbeelden zijn de toegekende NGF-aanvragen Groenvermogen en GroenvermogenII, de ambitie van Gasunie om een waterstofbackbone te realiseren en de plannen van Shell voor een elektrolyser op de Tweede Maasvlakte. Voor de mogelijkheid tot bunkeren zijn er momenteel minder relevante initiatieven. Veel beperken zich tot kleine bunkerfaciliteiten, zoals in de havens van Rotterdam en IJmuiden, gericht op enkele kleine demonstratieschepen. Een deel van de O&D-projecten kan aansluiten bij bestaande plannen of parallel lopende initiatieven, zoals CONDOR, een RH2INE project dat wisselbare waterstofcontainers en on-board technologie, inclusief PEM brandstofcellen, beschikbaar maakt door middel van een *pay-per-use* en/of leaseconstructies. De koploperprojecten worden dan ook gerealiseerd daar waar er een mogelijkheid is om te bunkeren en scheepseigenaren zeker zijn van voldoende aanbod.

4. Doelstellingen programmalijn

De doelstelling van de Programmalijn Waterstof is driedig: (1) de technologie – die veelal is of wordt ontwikkeld in bestaande projecten, zoals SH2IPDRIVE – verder ontwikkelen naar een hoger *Technology Readiness Level* en *System Readiness Level*; (2) de certificeringstrajecten doorlopen om te leren wat nodig is in het ontwerp van de schepen om de technologieën op een veilige manier te integreren en om input te genereren voor ontbrekende wetgeving – dit maakt de weg vrij voor meer schepen in de toekomst, doordat duidelijk wordt hoe deze schepen veilig gebouwd moeten worden en wat allemaal mogelijk is; en (3) de technologieën demonstrenen aan boord van schepen tijdens de daadwerkelijke vaart en operatie om aan te tonen dat waterstof veilig kan worden ingezet en commercieel gebruikt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende eindmarkten, vanwege de verschillende operationele en economische eisen en verschillende regels en risico's omtrent certificering.

Met de aankomende Europese wet- en regelgeving, inclusief uitbreiding van het emissiehandelssysteem (European Emissions Trading System, EU-ETS) naar de scheepvaart, zal de vraag naar waterstofscheepen toenemen. Bovendien kunnen klimaatneutrale schepen door toenemende toepassing van de technologie steeds concurrerender worden ingezet. Met de Programmalijn Waterstof zorgt het Maritiem Masterplan ervoor dat de Nederlandse maritieme industrie een ideale uitgangspositie heeft om aan de verwachte vraag te voldoen.

5. Strategie voor open calls

Om de doelstellingen te realiseren focust de Programmalijn Waterstof op de verschillende eindmarkten en opslagvormen, waarbij in de koplopers *open call* projecten worden uitgevraagd met de meest volwassen opslagvormen (gasvormig of vloeibaar). In *open call* #2 en #3 worden met name projecten met alternatieve opslagvormen uitgevraagd, die voortbouwen op technologie in SH2IPDRIVE en eerdere O&D-projecten.

Koplopers open call: Minimaal één groot schip en meerdere middelgrote en kleinere schepen waarin het gebruik van zowel gecomprimeerde als cryogeen vloeibare waterstof wordt aangetoond in zowel kust- en binnenvaart als waterbouw en wind op zee. De focus is op zowel retrofit als nieuwbouw, en op zowel waterstofopslag in bulk aan boord als in verwisselbare containers.

Open call #2: Gericht op verdere toepassing van onderzoeksresultaten uit SH2IPDRIVE, met name op het gebied van vergroting van de volumetrische energiedichtheid met nieuwe waterstofdragers. De focus hierbij is op toepassing op volledige schaal op een binnenvaartschip en modulaire opslag in containers voor verschillende scheepstypen. Daarnaast is er ruimte voor toepassingen van bestaande opslagvormen bij aandrijfmogelijkheden die niet aan bod zijn gekomen in de koplopers open call. Hierbij ligt de nadruk op vermindering van kosten en effectief gebruik van budgetten.

Open call #3: Gericht op het aantonen van functionaliteit van de nieuwe waterstofdragers in Green Corridors voor waterstofscheepen, waarbij de hogere energiedichtheid en betere veiligheid wordt aangetoond in de reikwijdte van het netwerk. Ook zal er ruimte zijn voor kleinere retrofit-projecten waarmee het cyclische innovatieproces wordt ondersteund. Nog meer dan in call #2 zal nadruk liggen op kostenefficiëntie van de projecten en de schaalbaarheid van de resultaten.

6. Concrete O&D-projecten

Figuur 12 geeft een overzicht van de verschillende concrete Ontwikkel-&Demonstratieprojecten (O&D-projecten) die zijn aangedragen door de sector en passen binnen de strategie van de Programmalijn Waterstof. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen koploperprojecten, die al concrete plannen hebben en hebben aangegeven te willen gaan voor de koplopers open call, en projecten die op dit moment nog geen concrete plannen hebben maar wel de intentie om in te schrijven voor één van de open calls.

Projectnaam	Beschrijving	Strategische eindmarkt	Type bouw	Betrokken partijen						Geschatte omvang project [EUR m]		
				Leveranciers	Ing. bureaus & ontwikkel.-afd. werven	Component leveranciers	Systeem integratoren	Werven (totaal integratie)	Publieke en private reders		Klanten en overig	
Staaltransport (Van Dam/Tata Steel)	• Kustvaartschip tussen Nederland en Noord-Spanje • Vloeibare waterstof als energieopslag	Kustvaart	Nieuwbouw	cryoworld	ROEBOOD	Van Dam Shipping	TATA STEEL	YARA	0-5	5-20	20-100	100+
Columbus B (NPRC)	• Twee zero emissie binnenvaartschepen op groene waterstof verkregen uit windenergie op de Noord-zee voor transport van/naar Duitse achterland	Binnenvaart	Nieuwbouw	Sif	ROEBOOD	Concordia DIMAN	NPRC	DILLINGER	0-5	5-20	20-100	100+
Sea shuttle (Samskip)	• Twee kustvaartschepen tussen Nederland en Scandinavië • Gecomprimeerd waterstofgas als energieopslag	Kustvaart	Nieuwbouw	eekels ts	ROEBOOD	Concordia DIMAN	SAMSKIP		0-5	5-20	20-100	100+
Waterstof hopperzuiger (IHC)	• Nederlandse kusthopper met energie-efficiëntieverbeteringen en een mogelijk langdurig contract met Rijkswaterstaat	Natte waterbouw	Nieuwbouw	PROOUCTS	POWERCELL	Royal IHC	IHC		0-5	5-20	20-100	100+
Medusa-2 (Boskalis)	• Modulaire retrofit van klein binnenlands ponton • Mogelijk langdurige inzet voor baggerwerk in haven Rotterdam	Natte waterbouw	Retrofit	Roger Renewable Energy	Vopak	Boskalis	ZEDhub		0-5	5-20	20-100	100+
Zero emissie patrouille vaartuig (PoA)	• Vaartuig voor patrouilles en als brandblusvaartuig in de Amsterdamse haven en op het Noordzeekanaal	Binnenvaart	Nieuwbouw			Port of Amsterdam			0-5	5-20	20-100	100+
Crew Transfer Vessel (CoastWise)	• Operationele optimalisatie om zo efficiënt mogelijk waterstof te gebruiken	Wind op zee	Nieuwbouw			CoastWise			0-5	5-20	20-100	100+
Joy Hydrogen (Vertom)	• Toepassen van add-on containerized hydrogen fuel cells op de MV Vertom Joy; momenteel in afbouw, geplande oplevering Q3 2023	Kustvaart	Retrofit			Vertom			0-5	5-20	20-100	100+
Christian P (Paans Van Oord)	• Complete schip (inclusief kraan) wordt geschikt gemaakt voor waterstof	Natte waterbouw	Retrofit			INSTALHO SCREEPSBOUW	Paans Van Oord	ZEDhub	0-5	5-20	20-100	100+
H2-drager opslag containers (Maritime Hydrogen)	• Modulaire containers met energiedichte opslag in waterstofdragers (vast boorhydrides, vloeibaar LOHC's) voor mobiele toepassingen 300 kW	Alle	Nieuwbouw	MARITIME HYDROGEN		TU Delft			0-5	5-20	20-100	100+
H2Cargoship (PTC)	• Binnenvaartschip van 1.500 ton met elektrische/waterstofvoortstuwing • Opslag in vaste vorm (natriumboorhydride)	Binnenvaart	Retrofit		ROEBOOD	Concordia DIMAN	ptc	TU Delft	0-5	5-20	20-100	100+
Zero Arctic (Redwise)	• Inbouwen van een 500 kW brandstofcel en H2 opslagcapaciteit en vernieuwing van bestaande generatoren naar dual fuel generatoren	Kustvaart	Retrofit			Redwise			0-5	5-20	20-100	100+
Overige partijen met intentie												

Figuur 12: Overzicht O&D-projecten programmalijn A – Waterstof

Launching customership: De Rijksrederij vraagt een NGF-bijdrage voor twee demonstratieschepen varende op waterstof in het MPV-20-programma: één met een geïnstalleerd vermogen van 300 kW en gasvormige waterstof, en één van 700 kW met vloeibare waterstof. Daarnaast heeft de Rijksrederij de intentie om het pilotschip Ms. Krukel en zeven overige waterstofscheepen in het MPV-20-programma te laten bouwen. Hiervoor wordt geen bijdrage gevraagd uit het Maritiem Masterplan, maar wel wordt data van deze schepen via het JMDDP beschikbaar gesteld om de opgedane kennis te gebruiken als input voor andere projecten.

Verdieping – Klimaatneutrale kustvaart in staaltransportketen (van Dam/Tata steel)

Doel: Het realiseren van klimaatneutraal zeetransport naar kustvaartbestemmingen met een door vloeibaar waterstof aangedreven schip.

Projectpartners: Van Dam (reder en eigenaar), Tata Steel (verlader), Koedood (H2 *drivetrain* en installatie), Cryoworld (LH2 installatie), TU Delft, MARIN.

Context: In de waardeketen van maritiem transport ligt er ook een groot belang bij verladers om de logistieke distributie van hun producten voor hun klanten klimaatneutraal uit te voeren. In dit koploperproject gaat rederij Van Dam Shipping een schip bouwen waarmee producten van Tata Steel worden vervoerd van IJmuiden naar Noord-Spanje. Vloeibaar gemaakte waterstof wordt in een brandstofcel emissieloos omgezet in elektrische energie, waarmee dit schip volstrekt klimaatneutraal en stil zal zijn. De "groene" waterstof zal op locatie van het bunkerstation in IJmuiden worden geproduceerd.

Impact: Het is het eerste schip in de wereld dat op deze wijze klimaatneutraal met waterstof op een internationale zeeroute ingezet wordt. Met een impuls vanuit het NGF wordt een omzetting van waterstof naar elektrische voortstuwing gerealiseerd en gedemonstreerd. Een Ventifoil windsysteem reduceert de energiebehoefte met ondersteunende windenergie. Dit schip staat model voor ~5.000 *short sea* schepen die in de wateren rondom Europa de strategische distributie van goederen gaande houden. Met de kennis en ervaring die hiermee worden opgedaan, wordt een kennisvoorsprong gecreëerd die doorslaggevend zal zijn in de doorontwikkeling van dit concept naar de hele Europese vloot van kustvaarders. Met de gebruikte technologie is het schip heel stil en wordt geen enkele schadelijke emissie geproduceerd: geen broeikasgas, geen zwaveloxides en geen stikstofoxides. Daarmee maakt het schip zich onafhankelijk van huidige en toekomstige klimaat- en milieuregeling. De nieuwe brandstoftechnologie is duurzaam en bevat geen bewegende delen, waardoor ook het onderhoudsconcept van deze schepen aanzienlijk vereenvoudigd wordt.



Verdieping – Klimaatneutrale binnenvaart in waterstofketen uit offshore wind (Columbus B, NPRC)

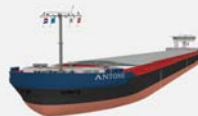
Doel: Het realiseren van twee klimaatneutrale binnenvaartschepen op groene waterstof verkregen uit windenergie op de Noordzee voor transport van/ naar Duitse achterland

Project partners: Binnenvaartcoöperatie NPRC (logistiek dienstverlener NL), twee binnenvaart ondernemingen (vervoerders), SIF Group Nederland (verlader, H2 supplier), Dillinger Hütte (verlader verzender DU), SHS Logistics (Logistiek Dienstverlener DU.), scheepswerven, havens en investeerders

Context: In de Noordwest Europese binnenvaart, die haar thuisbasis heeft in Nederland, is het mogelijk gelijktijdig de gehele supply- en waarde ketens voor groene waterstof, vulstations en scheepstransport in onderlinge samenhang te realiseren. De opzet van demonstratieprojecten is noodzakelijk om te kunnen voldoen aan de Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens (tenminste 150 zero emissie binnenschepen) en de Europese Green Deal fit for fifty five.

Impact: Het project Columbus B maakt het mogelijk op de corridor Rotterdam-Rijn-Moezel mogelijk een zero emissie initiatief te realiseren waar twee verladers, twee logistieke dienstverleners, twee binnenvaartondernemers en waterstof suppliers in één keten aan een project deelnemen en tot meerjarige samenwerking komen. In aanvang is nog sprake van demonstratieschepen, omdat hiermee op de stromende rivier de Rijn met zijn vele waterstandswisselingen nog geen ervaring is opgedaan. Het is de intentie van de projectpartners om de waterstofschepen na de demonstratiefase ook daadwerkelijk commercieel op de vervoertrajecten meerjarig in te blijven zetten en de vloot verder te verduurzamen.

Voor de technische ontwikkelingen wordt samengewerkt met Nederlandse scheepswerven die reeds ervaring hebben opgedaan met het ontwikkelen van waterstofschepen (bijv. Concordia Damen) en inbouwbedrijven van brandstofsystemen (Koedood, Nedstack). Om tot snellere opschaling te komen wordt samengewerkt binnen het Weva- en RH2INE consortium met soortgelijke initiatieven.



3.1.2 Programmalijn B – Methanol

1. Algemene uitleg programmalijn

Methanol als energiedrager is met name geschikt voor schepen met een lange operatieduur en de bijbehorende grote actieradius. Het is een efficiënt en duurzaam te produceren vloeibare brandstof voor de scheepvaart. De energiedichtheid is relatief hoog: de helft van dieselolie en meer dan het dubbele van waterstof. Bovendien zijn de bunkerprocedures nagenoeg gelijk aan het bunkeren van dieselolie. Hierdoor is methanol in opkomst voor veel types schepen, zoals binnenvaartschepen, vrachtschepen, werkschepen op zee, installatie- en ondersteuningsschepen voor windturbines op zee en passagiersschepen voor lijndiensten over middelgrote en grote afstanden. Alhoewel de eerste motoren al zijn omgebouwd voor operatie op methanol, zijn zowel de technologie voor insputting en verbranding van methanol in

scheepsmotoren als de markt voor methanol-verbrandingsmotoren nog sterk in ontwikkeling. Verder vergt de integratie van methanolmotoren in complexe energiesystemen nog veel onderzoek en ontwikkeling. Het doel van de Programmalijn Methanol is verbrandingsmotoren te ontwikkelen voor alle vereiste vermogens, deze motoren op een veilige manier te integreren in het energiesysteem en de operatie van complexe energiesystemen op methanol te demonstreren in de operationele omgeving.

2. Context

Momenteel zijn er enkele schepen die op methanol varen. Een voorbeeld is de passagiersveerboot Stena Germanica, waarvan de hoofdmotoren geschikt zijn gemaakt voor *dual fuel* operatie op methanol en dieselolie. Daarnaast vaart Waterfront Shipping, onderdeel van Methanex Corporation, al een aantal jaar met tankschepen die worden aangedreven met soortgelijke *dual fuel* motoren. Ook heeft Maersk aangekondigd 19 methanol-aangedreven containerschepen te laten bouwen. De motoren van deze schepen hebben allemaal een vermogen van meer dan 5 MW en zijn onderdeel van eenvoudige directe of dieselelektrische aandrijflijnen op schepen met voldoende ruimte. Dit is tegenstelling tot de schepen in de strategische eindmarkten waarop het Maritiem Masterplan focust: deze vereisen veelal motoren met lagere vermogens, compactere veiligheidsoplossingen en complexere energiesystemen met dynamische belastingen.

Begin 2021 is in Nederland het 'Green Maritime Methanol' onderzoeksproject afgerond, waarin de haalbaarheid van methanolaandrijving voor uiteenlopende scheepstoepassingen is aangetoond en belangrijke resterende R&D-onderwerpen zijn geïdentificeerd. Ook in 2021 is het project MENENS (Methanol als Energiestap Naar Emissieloze Nederlandse Scheepvaart) gestart in het kader van de RDM-regeling. Het project is een intensieve samenwerking tussen de Nederlandse maritieme industrie en kennisinstellingen met als doel te komen tot verificatie (in onderzoekslabs) en validatie (in varende fieldlabs) van veilige en modulaire methanolvermogens- en energiesystemen. De fieldlabs focussen op retrofits voor kustvaart, wind op zee en natte waterbouw. Daarnaast is de afgelopen jaren in verschillende Europese projecten, zoals LeanShips, MethaShip, GreenPilot en SUMMETH, veel onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van methanolaandrijving voor schepen. Tot slot wordt in het Europese project FASTWATER toegewerkt naar een aantal demonstratieschepen op methanol met een focus op relatief kleine schepen, die passen binnen de strategische eindmarkten van het Maritiem Masterplan.

3. Scope

De Programmalijn Methanol bouwt voort op de ervaring en kennis die is opgedaan in Green Maritime Methanol (GMM) en MENENS. Waar MENENS met name focust op ontwikkeling van de motortechnologie, testen met retrofits van een gedeeltelijk energiesysteem en onderzoek naar modulair ontwerp van nieuwbouw, maakt het Maritiem Masterplan de stap naar implementatie van de technologie in zowel retrofits als nieuwbouwschepen, met een toenemende complexiteit van het gehele energiesysteem. Deze schepen werken in verschillende eindmarkten waarin de Nederlandse maritieme industrie sterk is vertegenwoordigd. Het Maritiem Masterplan moet zorgen voor het aantonen van commerciële toepassing van methanolschepen in deze eindmarkten. De voorgestelde Ontwikkel-&-Demonstratieprojecten betreffen verschillende operationele profielen, vermogensbehoeftes en operatieduur. Hierbij ligt de focus op de volgende aspecten:

1. **Doorontwikkeling en integratie van motortechnologie**, in de vorm van verbrandingsmotoren met verschillende inspuut- en verbrandingstechnologieën voor alle vereiste vermogens en de integratie van deze motoren in het modulaire energiesysteem;
2. **Veilig ontwerp en regelgeving van het brandstofsysteem** (onder andere bunkers, kofferdam, leidingen en ontluchting) **en besturingssysteem** (onder andere besturing en monitoring);
3. **Aantonen van betrouwbare en concurrerende exploitatie van schepen op methanol**, onder andere gericht op technische en veiligheidsaspecten en op financiële haalbaarheid;
4. **Aantonen van de ontwikkeling van de supply chain**, zoals het vervoer van methanol over land, benodigde vergunningen voor bunkeren, garanderen van een opstelplaats en realiseren dat methanol aan boord komt.

4. Doelstellingen programmalijn

De programmalijn beoogt door middel van retrofits of nieuwbouw van demonstratieschepen de commerciële toepassing van methanol aangedreven energiestystemen te demonstreren. Om te zorgen dat de technologie ook kan worden gebruikt in de complexe energiesystemen van de Nederlandse strategische eindmarkten richt de innovatieve ontwikkeling in deze programmalijn zich op drie aspecten: (i) de standaardisatie van veiligheidsaspecten, zodat methanol in de toekomst eenvoudiger en sneller toepasbaar wordt op schepen; (ii) verbetering van het dynamisch gedrag van het gehele systeem met behulp van elektrificatie; en (iii) verbetering van de betrouwbaarheid, efficiëntie en uitstoot met vermogens- en energiemanagement dat verder geoptimaliseerd kan worden door terugkoppeling van de operationele data. Het is noodzakelijk de waardeketens efficiënter in te richten om er zo voor te zorgen dat door methanol aangedreven schepen in de toekomst meer kostenefficiënt kunnen opereren. De voorgestelde Ontwikkel-&-Demonstratieprojecten zijn essentiële stappen in de transformatie van bestaande waardeketens en het opzetten van nieuwe ketens naar een infrastructuur voor duurzame scheepvaart met een sterke positie van de Nederlandse maritieme sector.

5. Strategie voor open calls

De Programmaliijn Methanol richt zich op het inzetten van schepen van verschillende vermogens en voor verschillende eindmarkten, met een toenemende mate van complexiteit na verloop van tijd. Deze complexiteit loopt op door het toepassen van methanol op schepen met steeds lagere vermogens, compactere veiligheidsoplossingen en complexere energiesystemen. Nadat de techniek voldoende is gedemonstreerd in eerdere O&D-projecten en andere Nederlandse en Europese initiatieven, zal in latere open calls ook meer gevraagd worden naar single fuel methanolmotoren.

Koplopers open call: In de eerste open call worden projecten geselecteerd in drie categorieën: 1) projecten waarin de toepassing van methanolmotoren van 5 MW of meer wordt aangetoond in complexe energiesystemen op zee (zoals in grote baggerschepen of windturbine-installatieschepen als vervolg op MENENS en field lab Zero Emission Dredging) en waarin exploitatie van deze energiesystemen wordt gedemonstreerd en geoptimaliseerd; 2) projecten waarin nieuwe motoren met een vermogen van 750 kW tot 3 MW worden ontwikkeld en geïntegreerd met de gehele keten voor toepassing in offshore wind support, kustvaart en passagierstransport, en waarin de rendabele en veilige exploitatie van deze schepen op methanol wordt gedemonstreerd; 3) projecten waarin de ombouw of ontwikkeling van een gecertificeerde motor voor de binnenvaart en visserij wordt aangetoond, met eventueel een aanvullend bereik van kleine zeeschepen, inclusief de ontwikkeling van de benodigde compacte veiligheidsoplossingen en ontwikkeling van bijpassende regelgeving.

Open call #2: In de tweede open call wordt de scope bepaald aan de hand van de uitkomsten van MENENS en de projecten toegekend in de koplopers open call. De verwachting is dat het aantal beschikbare motoren op methanol in ontwikkeling of op de markt zal groeien, dat single fuel methanol motoren eventueel ontwikkeld gaan worden en dat ook brandstofcellen systemen op methanol beschikbaar zullen komen voor demonstratie of toepassing op zee. Open call #2 zal zich richten op sectoren en vermogensbereiken van motoren waarvoor nog geen oplossing is aangetoond.

Open call #3: De verwachting is dat na open call #2 voor alle sectoren en energiesystemen op methanol in de eerdere calls oplossingen zijn aangetoond. Als de technologie voldoende in ontwikkeling is en nog niet is aangetoond in open call #2, zullen projecten worden uitgenodigd die de grootschalige toepassing van methanol brandstofcellen aantonen op zee.

6. Concrete O&D-projecten

Een overzicht van de verschillende O&D-projecten die passen binnen de strategie van de Programmaliijn Methanol is te zien in Figuur 13.

Projectnaam	Beschrijving	Strategische eindmarkt	Type bouw	Betrokken partijen						Geschatte omvang project [EUR m]			
				Leveranciers	Ing. bureaus & ontwikkel.-afz. werven	Component leveranciers	Systeem integratoren	Werven (totaal integratie)	Publieke en private reders		Klanten en overig		
Windturbine-installatieschip (van Oord)	Nieuwbouw van de Boreas met methanol verbrandingsmotoren; het grootste klimaatneutrale windturbine-installatieschip ter wereld	Natte waterbouw	Nieuwbouw	Nog in overleg			Van Oord		0-5	5-20	20-100	100+	
Sleepopperzuiger (Van Oord)	Een bestaand schip (Vox Maxima) ombouwen van fossiele brandstof naar een duurzame brandstof (groene methanol)	Natte waterbouw	Retrofit	Nog in overleg			Van Oord		0-5	5-20	20-100	100+	
Sleepopperzuiger (Boskalis)	Beuninhoud van 31.000 m³, vermogen ~24 MW Inclusief maatregelen voor energie-efficiëntie	Natte waterbouw	Nieuwbouw	MAN		Royal TMC	Boskalis		0-5	5-20	20-100	100+	
Bevoorradingsschepen (Vroon)	Twee bevoorradingsschepen voor olie- en gasactiviteiten en de offshore wind industrie	Wind op zee	Retrofit	PETERSON	ANGLO BELGIUM CORPORATION	DAMEN	VROON	TU Delft	0-5	5-20	20-100	100+	
Offshore kraanschip (OWL Heavy Lift)	Ontwerp van het offshore kraanschip OWL Europe wordt aangepast om voor te bereiden op methanol i.p.v. MGO	Wind op zee	Nieuwbouw	07			OWL		0-5	5-20	20-100	100+	
Chemicalientanker (Unibarge)	Ombouw van chemicalientanker Ms Chicago Nauwe betrokkenheid methanolleverancier	Binnenvaart	Retrofit	BioMCN	ADMIRAL	UNIBARGE	De Gerilven van Tien		0-5	5-20	20-100	100+	
Offshore services vessel (Acta Marine)	Offshore service vessel Dual fuel methanol-aandrijvingsstelsel	Wind op zee	Nieuwbouw	ULSTEIN	General Dynamics	Terson	Acta Marine	DNV	0-5	5-20	20-100	100+	
Ferry's (Stena Line)	Ombouwen van twee of vier MAN hoofdmotoren van de schepen Stena Hollandica en Stena Britannica	Kustvaart	Retrofit	MAN		Stena Teknik	Stena RoRo		0-5	5-20	20-100	100+	
Damen ASD sleepboot	Ontwikkelen van twee methanol sleepboten en bouwen met prototype methanol motoren	Kustvaart/ binnenvaart	Nieuwbouw	DAMEN						0-5	5-20	20-100	100+
FSSV conversie (Fugro)	Ombouw 2 surveyschepen (Mitsubishi) Vervolgstap op MENENS Fieldlab Fugro Pioneer	Wind op zee	Retrofit	rc marine	MARINE SERVICE NOOD	FUGRO	TNO		0-5	5-20	20-100	100+	
Kustvaartschepen (Samskip)	Ontwikkelen van een serie zero emissie schepen (2+2+1) om de short sea handel op de Noordzee te vergroenen	Kustvaart	Nieuwbouw	DAMEN SAMSCHIP						0-5	5-20	20-100	100+
LNG tanker (Chemgas)	Ombouw van eerste generatie LNG dual fuel systeem naar methanol voorstuwing voor LPG	Kustvaart/ binnenvaart	Retrofit	MARINE SERVICE NOOD						0-5	5-20	20-100	100+

Figuur 13: Overzicht O&D-projecten programmalijn B – Methanol

Verdieping - Windturbine-installatieschip (Van Oord)

Doel: Het in een floating lab demonstreren van een klimaatneutraal en efficiënt energiesysteem op batterijen en dieselgeneratoren op methanol voor het grootste klimaatneutrale windturbine-installatieschip ter wereld, met energijeterugwinning van kraan en jack-up installatie en verwarming uit restwarmte en warmtepomp.

Verdieping - Windturbine-installatieschip (Van Oord) [vervolg]

Projectpartners: Van Oord, kennisinstellingen en Nederlandse partners voor operationele inzet van het schip.

Context: De capaciteit van windmolens op de Noordzee zal de komende decennia fors toenemen tot 21 gigawatt in 2030 en 70 gigawatt in 2050 (een vervijfvoudiging van de huidige capaciteit). Hiervoor zijn telkens grotere windturbine-installatieschepen nodig, waarbij de Boreas de grootste ter wereld is. Het kan als eerste en enige windturbines tot 20 MW installeren.

Impact: De Boreas is een voorbeeldschip voor grote windturbine installatieschepen en bijbehorende energiesystemen, kranen en jack-up-installaties. Het is het eerste installatieschip dat klimaatneutraal op methanol kan opereren. Door betrouwbare operatie op methanol te demonstreren en de operatie verder te optimaliseren, kunnen windturbines met een lagere energiebehoefte geïnstalleerd worden. Hierdoor kunnen door utiliteitsbedrijven eisen gaan stellen aan klimaatneutrale installatie van windmolens.



Launching customership: Naast de hierboven vermelde O&D-projecten zal het **Ministerie van Defensie** acht hulpvaartuigen – vier zeegaande schepen en vier duikvaartuigen – laten bouwen voor de tijdige vervanging van de huidige vaartuigen (zie 2.5.4). Van elke type wordt er één schip in het Maritiem Masterplan opgevoerd als O&D-project. De hulpvaartuigen zijn een sterke aanvulling op de hierboven genoemde O&D-projecten doordat ook zij vaak veranderen van snelheid en hierdoor een complex en dynamisch operatieprofiel hebben. Daarnaast wil de **Rijksrederij** betrokken zijn met enkele schepen op methanol. Er wordt een NGF-bijdrage gevraagd voor demonstraties op twee schepen: één uit het MPV-50-programma (2.000 kW) en één uit het SPV-200-programma (3.500 kW). Beiden zullen varen op methanol-generatoren waarbij rekening wordt gehouden met een toekomstige ombouw naar methanol brandstofcellen. Daarnaast heeft de Rijksrederij plannen om het pilotschip RWS 88 en vijf overige methanolschepen te laten bouwen, waaronder drie ERTVs met een hybride aandrijving met batterijen en methanol. Voor deze schepen wordt geen bijdrage gevraagd uit het Maritiem Masterplan, maar wel wordt alle data via het JMDP beschikbaar gesteld om te gebruiken als input voor andere methanolprojecten.

3.1.3 Programmalijn C – LNG met Carbon Capture

1. Algemene uitleg programmalijn

LNG met *Carbon Capture* (LNG CC) is gericht op het ontwikkelen van technologieën en strategieën om de uitstoot van LNG-aangedreven schepen significant te verminderen. Het afvangen van koolstofdioxide (*Ship Based Carbon Capture*, SBCC) is hierbij het belangrijkste. Daarnaast is het verminderen van de methaanslip⁸ cruciaal om de voordelen van LNG als brandstof te realiseren – methaan is namelijk een ~30 keer krachtiger broeikasgas dan koolstofdioxide. Tot slot wordt bio-LNG⁹ gebruikt om de resterende emissies te elimineren. De ontwikkelde technologie zal tevens de NOx-uitstoot verlagen. Dit is een belangrijke stap in het terugdringen van de stikstofemissies van scheepvaart op Nederlands grondgebied – momenteel circa 100 kiloton per jaar. Door de combinatie van deze technologieën en strategieën wordt de volledige LNG-keten vrij van broeikasgasemissies.

2. Context

LNG CC wordt momenteel ook ontwikkeld in het RDM-project LNG ZERO, in nauwe samenwerking met kritieke stakeholders over de hele waardeketen. LNG ZERO focust op de doorontwikkeling van het concept en op de realisatie en opschaling in de praktijk. In LNG ZERO wordt het bovengenoemde concept gebracht van TRL3 naar TRL6, zodat het in het Maritiem Masterplan kan worden gerealiseerd en ook het *System Readiness Level* kan worden verhoogd. Daarnaast zijn veelal dezelfde partijen betrokken als bij drie andere grote trajecten: CO2ASTS, DERISCO2 en EVERLONG. Via initiële techno-economische analyses en lopende praktijkanalyses, worden (inter)nationaal duurzame business cases voor deze technologie geborgd. Andere internationale initiatieven zijn CO2Next en Porthos, die open source CO₂-transport- en opslaginfrastructuur realiseren.

3. Scope

De Programmalijn LNG CC is een direct vervolg op LNG ZERO en het resultaat van jarenlange nauwe samenwerking in de hierboven beschreven projecten. De betrokken partijen gaan in het Maritiem Masterplan een stap verder door de technologie versneld door te ontwikkelen en vervolgens te implementeren en demonstreren. De ontwikkeling van LNG

⁸ Methaanslip is het weglekken van een deel van de onverbrande brandstof (LNG)

⁹ Bio-LNG is lokaal geproduceerde brandstof die gewonnen wordt uit biogas van afvalstromen zoals organisch huishoudelijk afval, slib, mest of landbouwafval. Dit biogas wordt opgewaardeerd en vervolgens vloeibaar gemaakt tot bio-LNG

CC vindt plaats door middel van het creëren van *Green Corridors* in nauwe samenwerking met de havens en andere locaties die reders aandoen. De Programmalijn LNG CC focust hierbij op de volgende deelaspecten:

- Ontwikkeling van het fysieke systeem** (inclusief toeleveringscomponenten) tot een modulair product, bestaande uit de volgende modules: 1) *carbon capture* technologie, 2) methaanslip-mitigatietechnologie, 3) NOx-mitigatietechnologie, en 4) LNG- en CO₂-tanks en slangen;
- Ontwikkeling van de *Green Corridor*** voor *carbon capture*, waarbinnen vorm wordt gegeven aan onder andere 1) wet- en regelgeving, 2) ontwikkeling van standaarden, 3) innovatieve business cases via leasecontracten vanuit de OEM en 4) borging van de infrastructuur;
- Digitale industrialisatie van het ontwerp- en bouwproces** van de productiefaciliteiten en scheepsbouw via een *Model Based System Engineering* (MBSE) aanpak, resulterend in een schaalbaar ontwerp voor nieuwbouw en retrofitschepen. Dit deel van de scope wordt tezamen met het ontwikkelen van een *digital twin* verder opgepakt in de JMDP-programmalijn.

4. Doelstellingen programmalijn

De Programmalijn LNG CC heeft de ambitie om *carbon capture* op schepen (SBCC) te industrialiseren, in nauwe samenwerking met de nationale, Europese en wereldwijde LNG- en CO₂-waardeketens. Het LNG CC-concept biedt een technologische oplossing voor het nu reduceren van broeikasgassen in de scheepvaart, zowel voor nieuwbouw als retrofitschepen. Uiteindelijk is het doel om gemiddeld 70% van de emissies te reduceren voor een periode van 15 tot 25 jaar, op een totaal van 150 tot 300 schepen tussen 2025 en 2035. De terugverdientijd wordt geschat op 3 tot 7 jaar. Daarnaast versterkt het plan de internationale integratorrol voor complexe schepen, binnen een operationele context van de *Green Corridor* en met uitzonderlijke demonstratieschepen om de koers uit te zetten.

5. Strategie voor open calls

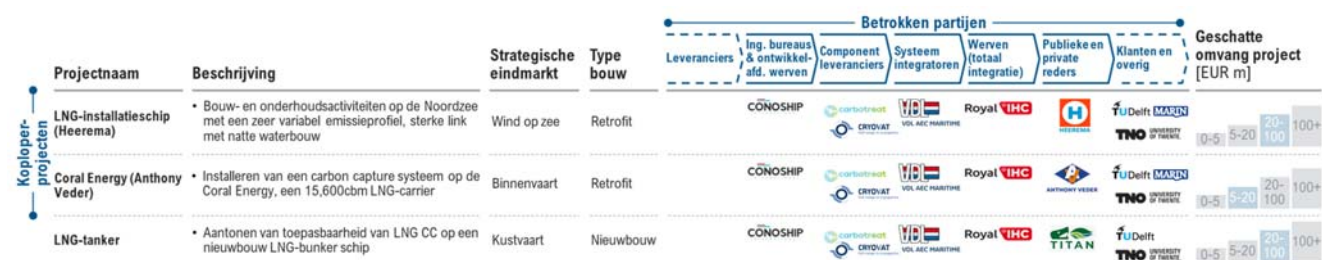
De strategie voor LNG CC is gefocust op het versneld doorontwikkelen en vervolgens implementeren en demonstreren van de technologie. Hierbij is van belang dat goed kan worden voortgebouwd op resultaten uit LNG ZERO en andere projecten. *Carbon capture* is niet afhankelijk van de beschikbaarheid van alternatieve brandstoffen. Om de ontwikkeling van de technologie te versnellen, ligt het zwaartepunt van de LNG CC-projecten aan het begin van de NGF-periode. In *open call #3* zal daarom voor LNG CC geen schip worden uitgevraagd. De verwachting is dat via maximaal vijf demonstratietrajecten de *carbon capture* waardeketen in Nederland volledig kan worden ontwikkeld. De volgorde van de calls wordt bepaald door de financiële en operationele haalbaarheid van de *carbon capture* concepten, die het hoogste is voor LNG-nieuwbouwschepen.

Koplopers open call: De koplopers *open call* focust op de integrale ontwikkeling van het *carbon capture* systeem en de operationele borging in de praktijk van de financieel meest haalbare concepten. Hierbij wordt gekeken naar (modulaire) LNG-nieuwbouwschepen met een losstaand of geïntegreerd *carbon capture* systeem en CO₂-opslag en (modulaire) LNG-retrofits met een focus op de verschillende strategische eindmarkten. Aanvullend wordt gekeken naar geavanceerde complementaire concepten, zoals (modulaire) HFO *carbon capture* oplossingen en ondersteunende concepten voor CO₂-transport. Extra meerwaarde wordt gezien in geavanceerde concepten die kosten reduceren, emissiereductiepotentieel verhogen, energie-efficiëntie verhogen en/of veiligheid verhogen.

Open call #2: *Open call #2* focust op geavanceerde concepten zoals bovengenoemd, aangevuld met radicaal vernieuwende aandrijflijnen (zoals *oxyfuel* verbranding met *carbon capture* of methanol *fuel cell* met CO₂-opslag) en/of toepassingsgebieden (zoals autonome schepen met *carbon capture* of *ferry's* en cruiseschepen) die tussen 2024 en 2027 niet haalbaar zijn met de verwachte stand van de techniek.

6. Concrete O&D-projecten

Een overzicht van de verschillende O&D-projecten die passen binnen de strategie van de Programmalijn LNG CC is te zien in Figuur 14.



Figuur 14: Overzicht O&D-projecten programmalijn C – LNG met Carbon Capture

(Bio/E-) LNG-tanker met LNG Carbon Capture (Anthony Veder)

Doel: Het realiseren van een opschaalbaar concept voor klimaat neutrale zeevaart met behulp van *carbon capture* voor zeevaart schepen voortgestuwd door een (Bio/E-) LNG-aandrijflijn voor een retrofit LNG tanker. Dit terwijl het concept wordt geborgd in een *green corridor* voor de infrastructuur en wet- en regelgeving.

Projectpartners: Anthony Veder, VDL AEC, Cryovat, Carbotreat, Conoship, IHC, TNO, UTwente, TU Delft, MARIN, met *green corridors supporter* via de verladers, havens, en (bio)LNG leveranciers.

Programmalijn context: Er zijn naar verwachting in 2035 zo'n 15.000 LNG *Dual Fuel* schepen. Daarvan wordt ingeschat dat 15-25% van deze vloot *Carbon Capture* compatible is op basis van kosten, bereidheid van de reder, infrastructuur en technische vereisten.

Retrofit demonstratieproject Coral Energy van Anthony Veder: De kern van het project bestaat uit de keten van volledig Nederlandse toeleveranciers, die vanuit het LNG-ZERO project werken aan geavanceerde LNG CC technologie. Het installeren van een *carbon capture* systeem is een logische stap voorwaarts binnen de ambities naar een emissie neutrale scheepstoepassing en voortzetting op het LNG Zero researchproject. Biogas bijmengen met fossiele LNG, tezamen met *carbon capture* is een onderdeel van het LNG Zero concept voor het bereiken van een emissie neutrale toepassing hiervan. Anthony Veder werkt samen met partners die vooruitlopen in de klimaat neutrale ontwikkeling. De charteraar Gasum promoot de ontwikkeling naar een CO2 neutrale toekomst en is tevens eigenaar van het grootste netwerk van biogasleveranciers binnen de Scandinavische landen Noorwegen, Sweden en Finland. Het transporteren van biogas en het varen op het gas vanuit de lading van het schip wordt sinds jaar en dag al toegepast door de *Coral Energy* en past daarmee perfect in het kader van een demonstratieproject.

Impact: Dit demonstratieproject biedt voor alle partners in de keten de mogelijkheid tot doorontwikkeling en kostenreductie van hun componenten in het product *carbon capture*. Hiermee wordt de Nederlandse keten de eerste in de wereld, en dit biedt een basis voor een grote afzetmarkt voor de technologie als de retrofit-versie klaar wordt gemaakt voor modulaire opschaling. Verder wordt de toegevoegde waarde van hoogwaardige CO₂ in de waardeketen meegenomen als bron voor *E-Fuels* en/of verdere verwerking in bepaalde grondstoffen.



3.1.4 Programmalijn D – Energie-efficiëntie

1. Algemene uitleg programmalijn

De klimaatneutrale aandrijflijnen uit programmalijnen A tot en met C zijn vooralsnog duurder, groter en zwaarder dan conventionele aandrijflijnen en beperken daardoor het vaarbereik en/of vereisen grotere bunkers. Deze nadelen worden een stuk kleiner wanneer schepen minder energie nodig hebben. Daarom richt de vierde programmalijn van het Maritiem Masterplan zich op energie-efficiëntie. De resultaten helpen niet alleen klimaatneutrale aandrijflijnen eerder concurrerend maken, maar zijn ook relevant voor conventionele aandrijflijnen en dringen ook de emissies van deze schepen terug. De verwachting is dat een aanzienlijk deel van de vloot nog voor langere tijd conventioneel zal worden aangedreven, mede vanwege de lange levensduur van schepen en hoge kosten van grootschalige retrofits. De introductie en doorontwikkeling van innovatieve energiebesparingstechnieken is daarom in deze periode essentieel, maar ook daarna zeer relevant. De sector zal namelijk sneller geneigd zijn een volwassen techniek in combinatie met een innovatieve techniek aan boord te nemen, dan meerdere innovatieve maar minder volwassen technieken tegelijkertijd.

2. Context

Veel innovatieve energiebesparende oplossingen zitten nog in een ontwikkelstadium, met soms onzekere prestaties, hoge productiekosten en bijbehorende investeringsrisico's. Zo lopen in Europa verschillende projecten in de maritieme sector gericht op energiebesparing. Voorbeelden zijn *Wind Assisted Ship Propulsion (WASP)* op het vlak van windvoortstuwing, *SuPREme* op het vlak van operationele optimalisatie en *Optiwise* op het vlak van optimalisatie en integratie van windvoortstuwing in klimaatneutrale aandrijflijnen. Daarnaast wordt in Nederland ook gewerkt aan energiebesparende oplossingen in onder andere de *Nederlandse 'Green Deal'*, waarin meerdere emissiereductietechnieken worden gevalideerd om zo de invoering in de sector te versnellen. Enkele technieken die in deze projecten gevalideerd worden zijn biobrandstoffen, windvoortstuwing, luchtsmering en zonnepanelen.

Deze projecten richten zich met name op de opbouw van kennis over de technieken en de realistische emissiereductieniveaus om daarmee de technieken te kunnen verbeteren en beter te integreren. Implementatie aan boord is slechts een beperkt onderdeel, mede door de hoge kosten die ermee gepaard gaan.

3. Scope

Met een impuls vanuit het NGF kan het Maritiem Masterplan innovatieve energiebesparende oplossingen versneld implementeren, demonstreren en doorontwikkelen aan boord van schepen. Met de terugkoppeling vanuit de vaart kunnen de partners in het Maritiem Masterplan deze technieken nog verder klaarmaken voor een brede marktintroductie.

Het resultaat is een sterke Nederlandse maak- en integratie-industrie en een groeiend aantal reders dat bewezen betrouwbare energiebesparende oplossingen inzet. De Programmalijn Energie-efficiëntie focust op de ontwikkeling en adoptie van innovatieve oplossingen voor het:

1. **Verlagen van de scheepsweerstand en verbeteren van de voortstuwing** door een optimaal hydrodynamisch scheepsontwerp te combineren met één of meer van de volgende technieken: 1) rompcoating, 2) stroombuizen en -geleidingsvinnen, 3) innovatieve schroef-roer-oplossingen, 4) luchtsmering en 5) draagvleugeltechnologie;
2. **Direct gebruik van zon en wind aan boord** door 1) maritieme zonnepanelen geïntegreerd in het dek en 2) windtechnologieën als ondersteuning voor voortstuwing;
3. **Minimaliseren van thermische verliezen** door isolerende coatings en het **terugwinnen van energie** door restwarmte direct in te zetten aan boord of om te zetten in elektrische energie;
4. **Optimaliseren van de operatie** door geavanceerde analyse van operationele gegevens voor het 1) routeren en 2) opereren met verbeterde schip-operator-interactie.

Andere technieken gerelateerd aan het verbeteren van specifieke processen aan boord – zoals het verbeteren van hijs- en installatiewerkzaamheden, baggerprocessen en doorontwikkeling van hulpapparatuur – vallen niet onder de Programmalijn Energie-efficiëntie. Energiebesparingen als onderdeel van een innovatieve aandrijflijn zullen als integraal deel worden meegenomen in de andere lijnen.

4. Doelstellingen programmalijn

De doelstelling van de Programmalijn Energie-efficiëntie is drieledig. Ten eerste willen we inzicht creëren in de daadwerkelijke energiebesparing en exploitatiekosten van de volgende generatie energiebesparende oplossingen. Ten tweede zetten we in op de doorontwikkeling van deze oplossingen op basis van operationele ervaring en data. Ten derde willen we de oplossingen ook adopteren en demonstreren aan boord van retrofit- en nieuwbouwschepen.

De Programmalijn Energie-efficiëntie beoogt uiteindelijk 10% tot 30% energie te besparen in de operatie van schepen die voor Nederland strategisch relevant zijn. De bovengrens is in lijn met de verwachting van de International Energy Agency, die emissies van nieuwbouwschepen met 26% wil verlagen in 2060 door middel van verhoogde efficiëntie.

5. Strategie voor open calls

De strategie voor de Programmalijn Energie-efficiëntie gaat uit van het in stappen vergoten van de energiebesparing, los van de technieken die worden gebruikt. Hiermee wordt een stimulerende omgeving gecreëerd waarin technieken kunnen worden doorontwikkeld en gecombineerd.

In beginsel is er een focus op **transportschepen voor binnenvaart en zeevaart** en schepen voor onderhoud en installatie voor **wind op zee**. Zeevaarders en kruiplijncoasters vormen een groot deel van de Nederlandse zeevloot (~950). De binnenvaart dekt een ander groot deel van de Nederlandse vloot, met ~3.000 schepen opererend op de West-Europese rivieren en kanalen. Tevens zal het aantal schepen voor onderhoud en installatie van wind op zee de komende jaren drastisch toenemen door een verwachte vertienvoudiging van de huidige windenergieproductie-capaciteit in 2050.

Met een impuls vanuit het NGF zal het Maritiem Masterplan innovatieve energiebesparende oplossingen implementeren aan boord van bestaande schepen (retrofit) en doorzetten naar nieuwbouw. De focus ligt op het gebruik van verschillende technieken in lijn met de vier bovengenoemde oplossingsrichtingen. Projecten in de koplopers *open call* focussen op technieken die relatief snel kunnen worden toegepast op retrofits. Latere *open calls* focussen met name op combinaties van technieken in nieuwbouwschepen, om zo de energiebesparing te maximaliseren. De volgende *open calls* zijn te onderscheiden:

- **Koplopers open call:** Focus op retrofit – Minimum energiebesparing 5% bij gebruik van één techniek of 8% bij meerdere technieken
- **Open call #2:** Focus op retrofit en nieuwbouw – Minimum energiebesparing 10%
- **Open call #3:** Focus op nieuwbouw – Minimum energiebesparing 15%

Hoewel de focus in beginsel ligt op kust- en binnenvaart en wind op zee, zijn de technologieën breed inzetbaar en wordt niet uitgesloten dat projecten in andere strategische eindmarkten onderdeel worden van een latere fase binnen het plan.

6. Concrete O&D-projecten

Een overzicht van de op dit moment bekende Ontwikkel-&-Demonstratieprojecten in de Programmalijn Energie-efficiëntie is te vinden in Figuur 155 met daaronder en in de bijlage een projectverdieping. Hier zien we toepassing van meerdere **belangrijke Nederlandse technieken**, waaronder:

- **Wind assist** systemen met verschillende groottes en werkingsprincipes. De techniek kan grote energie-efficiëntie verbeteringen geven bij volledige integratie in scheepsontwerp en -operatie, waarbij **operationele optimalisatie** op basis van monitoringsdata een integraal onderdeel is.
- **Luchtsmering** door middel van 'air cavities' of een luchtbellen laag waarbij elke techniek zijn eigen balans heeft tussen weerstandreductieniveau en toepasbaarheid.

- **Anti-fouling** (het voorkomen van rompaangroei). Aangroei zorgt voor significante weerstandstoename en noodzaak tot extra onderhoud. Aangroeireducerende technieken op basis van *coatings* zijn sterk in ontwikkeling. Daarnaast komt de UV-LED-technologie op, die tot heden nog niet op grote oppervlakken is gedemonstreerd
- **Actieve-draagvleugeltechnologie** in combinatie met **lichte bouw**. Voor de snelle schepenmarkt kan dit een *enabler* worden voor alternatieve brandstoffen.
- **Warmteverliesreductie, energierugwinning** en energieopwekking door middel van **zonnepanelen**.

Links met het JMDP zullen lopen via fysische modeldeling (*digital twin*), ware-grootte-meetdata-deling (o.a. voor modelvalidatie) en aansluiting op de *Model Based System Engineering* methodiek die zeer geschikt is voor de typische systeem productontwikkeling die de verschillende partijen in de energie-efficiëntie lijn voor ogen hebben.

Projectnaam	Beschrijving	Strategische eindmarkt	Type bouw	Betrokken partijen						Geschatte omvang project [EUR m]			
				Leveranciers	Ing. bureaus & ontwikkel.-afz. werven	Component leveranciers	Systeem integratoren	Werven (totaal integratie)	Publieke en private reders		Klanten en overig		
Koploperprojecten	Fast Crew Transport Vessel (Flying Fish)	Waterstof-elektrische draagvleugel voor Fast Crew Transport Vessel (FCT-V) voor onderhoud offshore windparken	Wind op zee	Nieuwbouw	Flying Fish	zepp solutions	C-JOB	de Haas	MARIN	0-5	5-20	20-100	100+
	Wind Assist (Econowind)	Realiseren van Zero Emission Propulsion op basis van wind, d.m.v. een Nederlands ontwikkelde vleugel (VentoFoil)	Kustvaart	Retrofit	CÖNOSHIP	ECÖNOWIND	BOLSLMA	CHERESHIP	MARIN	0-5	5-20	20-100	100+
	Luchtsmering (Spliethoff)	Realiseren van luchtsmering (laag van luchtbelletjes voor weerstandsreductie) op een snel Ro-Ro-schip	Kustvaart	Retrofit	Spliethoff	ITPS	MARIN			0-5	5-20	20-100	100+
	Warmterugwinning (nC Marine)	Focus op warmterugwinning en thermische isolatie inclusief luchtsmering (air cavity) en anti-fouling coating	Binnenvaart	Retrofit & nieuwbouw	r/c	marine	DAMEN		MARIN	0-5	5-20	20-100	100+
	UV-based anti-fouling (DAMEN)	RunWell is een UV-based anti-fouling technologie gericht op anti-aangroei voor een onderwaterschip	Kustvaart	Retrofit		PHILIPS AkzoNobel	DAMEN			0-5	5-20	20-100	100+
	Smart sensing (DAMEN)	Doorontwikkeling van een innovatieve high-end fiber optische sensor voor drive-train-efficiëntie	Kustvaart	Retrofit		SENSING-360	DAMEN (Maritime Ventures Participation)		DAMEN (Digital Solutions)	0-5	5-20	20-100	100+
	DAMEN Blue Astra	Combinatie van meerdere technieken (o.a. luchtsmering, anti-fouling, warmterugwinning voor zeegaand schip)	Kustvaart/ zeevaart	Retrofit		AkzoNobel DESMI	DAMEN		MARIN	0-5	5-20	20-100	100+
	MARS+	Optimalisatie en monitoring baggeroperaties Uitbreiding van MARS-systeem van Rijkswaterstaat	Natte waterbouw	Retrofit				Boskalis Van Oord	ZEDhub MARIN TU Delft	0-5	5-20	20-100	100+
	Solarblocks	Doorontwikkeling van een modulair zonnepaneelsysteem voor op de dekluiken van short sea schepen	Kustvaart/ zeevaart	Retrofit		WATTLAB			Ventom	0-5	5-20	20-100	100+

Overige partijen met intentie: PADMOS, LamersSystemCare, huyjvane

Figuur 15: Overzicht O&D-projecten in programmalijn D – Energie-efficiëntie

Verdieping – Fast Crew Transport Vessel voor offshore wind (Flying Fish)

Doel: Het realiseren van snel, schoon en comfortabel transport voor onderhoud van offshore windparken door middel van een licht waterstof-aangedreven Fast Crew Transport Vessel (F-CTV) met draagvleugels.

Projectpartners: Flying Fish, C-Job, ZEPP Solutions, MARIN

Context: De capaciteit van windmolens op de Noordzee zal de komende decennia fors toenemen tot 21 gigawatt in 2030 en 70 gigawatt in 2050 (een vervijfvoudiging van de huidige capaciteit). Een windmolen wordt eenmaal per jaar onderhouden door gemiddeld vier monteurs, vier dagen lang, die elke dag van en naar het vasteland varen – zo snel mogelijk, voor een maximale werktijd per dag. De nieuwe windparken zullen steeds verder uit de kust komen te staan, hetgeen snel transport nog belangrijker maakt.

Impact: Met een impuls vanuit het NGF wordt een waterstof-elektrische F-CTV ontwikkeld en gedemonstreerd. De romp van dit lichtgewicht schip met draagvleugels zal bij voldoende snelheid uit het water worden getild waardoor de weerstand op hogere snelheid met zeker de helft afneemt en het mogelijk wordt om met waterstof te varen. Met deze ontwikkelingen kan een groot deel van het offshore-windparkonderhoud emissieloos worden. De opgedane kennis en operationele ervaring zal worden ingezet voor de doorontwikkeling van deze technologie en de toepassing daarvan in andere schepen, zoals snelle veerboten, kleine defensieschepen, watertaxi's en snelle, lichte vrachtschepen.



3.1.5 Joint Maritime Digital Platform

Algemeen

De Programmalijn JMDP richt zich op het versterken van de samenwerking tussen ketenpartners en het realiseren van de vereiste efficiëntieslag voor de nieuwe cyclische en modulaire manier van werken. Bij het ontwerpen, bouwen en opereren van schepen werken vele ketenpartijen samen en is data-, informatie- en kennisuitwisseling noodzakelijk. Momenteel wordt nog veelal op verzoek bilateraal, statische informatie gedeeld via conventionele kanalen zoals e-mail. Doordat gegevens niet consistent worden opgeslagen, gedeeld of gebruikt, ontstaan verschillende versies van de waarheid en een sectorbrede standaard ontbreekt. Wel hebben in 2018 vier grote Nederlandse werven en reders een eerste stap gezet in de richting van digitale samenwerking door de ontwikkeling en invoering van *One Maritime Data Standard* (OMDS). Hierin zijn afspraken gemaakt over het vastleggen en elektronisch uitwisselen van product- en handelsgegevens. Een deel van de sector heeft deze standaard inmiddels overgenomen maar zij adresseert nog niet alle elektronische-data-uitwisselbehoeften in de sector.

Daarnaast wordt in de maritieme sector in toenemende mate samengewerkt door ketenpartners op basis van een *System Engineering* (SE) aanpak waarbij scheeps- en systeemeisen gestructureerd worden vastgelegd en stapsgewijs gedetailleerd, om vervolgens scheepssysteemontwerpen te toetsen aan het vastgelegde eisenpakket. Deze aanpak voorkomt dat schepen onnodig worden over-gedimensioneerd en in combinatie met slimme simulatie modellen kunnen tussentijds tests en analyses worden uitgevoerd om het ontwerp, en uiteindelijk ook de operatie, te optimaliseren (met *Model Based System Engineering* – MBSE). Zo ontstaan twee parallellen ontwikkel- en gebruikstrajecten: het fysieke systeem en de digitale representatie (*digital twin*), waartussen het JMDP een onmisbare schakel vormt om data uit te wisselen.

Context

De maritieme sector kan veel leren van de digitale samenwerking in de Nederlandse bouwsector. Middels het Bouwwerk Informatie Model (BIM) werken vele ketenpartners in de bouw digitaal samen en zijn afspraken gemaakt over standaarden omtrent samenwerking, dataformaat en gemeenschappelijke terminologie (semantiek). Ook breder in Europa is al ervaring opgedaan met veilige datadeeloplossingen in de projecten 'Common European Data Spaces' en 'Gaia-X', waarbij projectpartners van het Maritiem Masterplan betrokken zijn. Daarnaast worden vanaf 2023 expertise en ervaringen rond het veilig delen van data gebundeld in een Nederlands *Centre of Expertise* Data Delen. Het doel van dit *Centre of Expertise* is onder andere *best practices*, blauwdrukken en interoperabiliteit te leveren tussen sectoren en over landgrenzen.

Daarnaast kent ook de maritieme sector internationale initiatieven om met name het gedrag van (deel)systemen en schepen te omschrijven op basis van co-simulatie. Daarvan is het *Open Simulation Platform* (OSP) de meest scheepsbouw- en scheepsvaartgeoriënteerde. Dit initiatief bouwt voort op een aantal succesvolle Europese onderzoeksprojecten (*NAVAIS*, *Joules*, *Leanships*, *Holiship*) waarin is gezocht naar een manier om eenduidige, traceerbare en actuele informatie over systeemgedragingen samen te brengen zonder daarbij gevoelige informatie van de leveranciers en integratoren in gevaar te brengen. Vanuit met name de automobiel-, vliegtuig- en procestechnologie is de stichting Modelica hierin zeer actief en dit bleek een goed startpunt voor de verdere samenwerking in OSP.

Scope

Het *Joint Maritime Digital Platform* bouwt voort op de ervaringen en succesfactoren van bovengenoemde projecten. Na overleg met meerdere koploperprojecten blijkt dat de grootste initiële behoeften zich toespitsen op veilig data kunnen uitwisselen en (digitale) procesafspraken. Daarom ligt in de eerste fase de focus vooral op het ontwikkelen van de basisproposities van het JMDP, door het adopteren van standaarden omtrent samenwerking, dataformaat en semantiek, het ontwikkelen van een datadeel-infrastructuur en het valideren hiervan in de O&D-projecten. In de volgende fase ontwikkelt het JMDP uitgebreidere functionaliteit voor geavanceerde datatoepassingen (*tools*) voor specifieke *use cases*, zoals *digital twins*, operationele adviessystemen of een productcatalogus, maar zoekt het aansluiting bij marktpartijen die al (deel)oplossingen aanbieden.

Als de basisproposities van het JMDP zijn uitgerold, zal met alle O&D-projecten afgestemd worden over de implementatie daarvan in deze projecten. Daarnaast wordt een inventarisatie gedaan van urgente behoefte aan methoden, gereedschappen en datatoepassingen om de O&D projecten volgens de nieuwe cyclische benadering uit te voeren. Voor zover benodigde methoden, gereedschappen en datatoepassingen in de markt beschikbaar zijn, zal het JMDP deze aanpassen naar de behoeften van O&D projecten en via het platform breed beschikbaar stellen. Voor zover deze niet in de markt beschikbaar zijn, ontwikkelt het JMDP deze zelf.

De scope van het JMDP omvat de volgende elementen:

- Creëren en adopteren van standaarden (samenwerking, data format, semantiek)
- Inrichten en opzetten data-uitwisselingsinfrastructuur door platformarchitect en ontwikkelaars (incl. eisen toegankelijkheid, gebruikersprofielen en technische randvoorwaarden)
- Opzetten van geavanceerde datatoepassingen i.s.m O&D-projecten
- Een beschrijving van de organisatorische randvoorwaarden om gebruik te kunnen maken van het JMDP voor de impulsprojecten (rollen, expertise, competenties)

- Ontwikkelen van (bij-) scholing modules "digitale samenwerking" (in samenwerking met *Human Capital* programma) en integratie van die modules op het platform.

Beschrijving activiteiten

Het JMDP wordt in drie incrementen (*releases*) van 18 maanden ontwikkeld en ingericht om de complexiteit te verlagen, de vele afhankelijkheden het hoofd te bieden en zo snel mogelijk met een eerste commerciële propositie te komen richting de maritieme industrie (Figuur 16). In elke nieuwe *release* worden extra data-deelfunctionaliteiten toegevoegd, waardoor meer (verrijkte) *use cases* (datatoepassingen) kunnen worden ondersteund.

Ieder increment is opgebouwd uit vier fases (verkenning, ontwerp, operationaliseren en opschalen) in lijn met de methodiek die ontwikkeld is door de werkstroom 'Data Spaces' binnen het *Data Sharing Centre of Excellence* Nederland. In de verkenningfase staat het vaststellen van de meest urgente *use cases* centraal en wordt de *roadmap* voor de komende 18 maanden gedefinieerd. Tijdens de ontwerpfase worden o.a. de benodigde standaarden (samenwerking, dataformaat en gemeenschappelijke terminologie (semantiek)) en de benodigde technologie vastgelegd. Deze worden vervolgens getest middels een *proof-of-concept*. In de operationalisatiefase worden de ontwikkelde standaarden en technologieën verder getest in samenwerking met de O&D-projecten middels pilots. Na het verwerken van feedback uit de pilots wordt de propositie opgeschaald en is deze commercieel toegankelijk, ook voor maritieme partijen die niet bij het Maritiem Masterplan betrokken zijn.

In elke fase wordt gebruik gemaakt van ervaringen in andere sectoren als BIM in de Bouwsector en 'Smart Connected Supplier Networks' in de *manufacturing* industrie. Daarnaast is het essentieel om aangesloten te blijven op de Europese en wereldwijde ontwikkelingen op het gebied van data delen – Gaia-X, IDSA, SIMPL, etc. – omdat het JMDP op termijn alleen succesvol is als het ook wordt aangesloten op de rest van de wereld.

Het Maritiem Masterplan voorziet drie *releases* zoals hieronder beschreven, waarbij de exacte invulling van iedere *release* wordt bepaald in de verkenningfase:

- JMDP 1.0:
 - Delen van statische en procesgerelateerde informatie (bijv digitaal koppelen van ERP-systemen), inclusief eerste adoptie van standaarden en basissemantiek
 - Vastleggen en deelbaar maken van *user stories* en systeemgedrag middels SysML
 - Identificatie van standaarden en infrastructuur voor co-simulatie van systeemgedrag
- JMDP 2.0
 - Uitbreiding naar andere statische data en productgerelateerde informatie, zoals hoofdafmetingen, coëfficiënten, classificaties, en/of product- en projectinformatiepaspoort, met bijbehorende verrijking van semantiek en verder adoptie van beschikbare standaarden
 - Uitbreiden van systeemmodellen naar systeemsimulaties om systeemprestaties te verifiëren middels *digital twin* technieken
 - Ondersteunen in de ontwikkeling en koppeling van kennismodellen
 - Koppeling van JMDP 1.0 naar andere gerelateerde (buitenlandse) platformen, zodat deze informatie ook buiten het JMDP 1.0 ecosysteem op gecontroleerde wijze kan worden gedeeld
- JMDP 3.0
 - Uitbreiding naar dynamisch data delen, bijv. voor geavanceerde datatoepassingen ten behoeve van *predictive maintenance*, *retrofits*, en adviessystemen (aan aanboord)
 - Uitbreiding naar het delen van data en samenwerking tussen modellen
 - Koppeling van JMDP 2.0 naar andere gerelateerde (buitenlandse) platformen, zodat deze informatie ook buiten het JMDP 2.0 ecosysteem op gecontroleerde wijze kan worden gedeeld
 - Toepassing van *Privacy Enhancing Technologies* (dus niet de data zelf wordt gedeeld, maar er kan wel uit geleerd worden, bijv. modellen op verschillende datasets laten trainen)



Figuur 166: Schematische weergave incrementen van JMDP

3.1.6 Human Capital programma

Korte arbeidsmarkt- en onderwijsanalyse

Om het Maritiem Masterplan te kunnen uitvoeren moet er de komende jaren voldoende breed gekwalificeerd personeel in de sector zijn. Op dit moment neemt de instroom vanuit de onderwijsinstellingen naar de sector echter af als gevolg van een dalend aantal studenten bij maritieme opleidingen. De verwachting is dat het aantal studenten binnen het maritiem onderwijs over 10 jaar gedaald is met ongeveer 13%. Dit betreft zowel de ontwerp- en maakindustrie als de operationele beroepen aan boord. Uit de analyse blijkt dat de dalende trend in het maritiem onderwijs voornamelijk plaatsvindt binnen het beroepsonderwijs (t/m mbo 4 en hbo). Zonder interventies is de verwachting dat er in 2030 een arbeidstekort is van ca. 6.000 mensen in de maritieme arbeidsmarkt.

Een op innovatie gefocust *Human Capital* programma (Figuur 17) coördineert sectorbrede (bij)scholing via een *learning community* en verhoogt arbeidsproductiviteit door onderzoek naar en implementatie van nieuwe werk- en managementprocessen en leven-lang-ontwikkelen in de maritieme sector (sociaal-transitiemanagement).

Learning Community Maritiem Masterplan

De Nederlandse topsectoren, waaronder de Topsector Water en Maritiem, hebben de ambitie om met *learning communities* innovaties sneller naar de praktijk, de klas en de werknemers te brengen. In *learning communities* werken het bedrijfsleven, de kennis- en de onderzoeksinstituten nauw samen en worden sociale en technologische innovaties in balans gebracht¹⁰. Binnen het Maritiem Masterplan zetten wij de *learning community* Maritiem Masterplan op die ervoor zorgt dat het maritieme onderwijs- en bijscholingslandschap sneller en beter aansluit op de innovaties die gerealiseerd worden in het Masterplan. Hierdoor wordt ook de arbeidsproductiviteit van bestaande en toekomstige werknemers verhoogd. Het voordeel van deze aanpak is dat er al veel ervaring is met het opzetten en coördineren van *learning communities* waarin alle onderwijsniveaus vertegenwoordigd zijn en waarop het Maritiem Masterplan kan voortborduren.

Betere aansluiting onderwijsinstellingen op innovaties (2024 tot 2033)

Binnen de *learning community* Maritiem Masterplan werken toegewijde lectoren en practoren samen met de TU Delft, het MARIN en TNO, en de maritieme bedrijven. Deze lectoren en practoren doen, samen met studenten, onderzoek naar de nieuwe technologieën en wat deze betekenen voor het mbo- en hbo-onderwijs en de bijscholing van werknemers. De experimentele omgeving hiervoor zijn de O&D-projecten binnen het Maritiem Masterplan.

Digitalisering en vernieuwing onderwijs- en bijscholingslandschap (2024 tot 2033)

Tegelijkertijd werken de lectoren en practoren nauw samen met docenten, curriculumontwikkelaars en *software developers* om nieuwe onderwijsmodules en keuzedelen te ontwikkelen die worden gebruikt voor de scholing van zowel studenten als werkenden. De focus ligt op digitalisering van het onderwijs- en bijscholingslandschap en het doorontwikkelen van simulatoren en simulaties. Hiervoor zal gebruik gemaakt worden van het JMDP dat daarmee een “courseera”-achtige functie voor het *Human Capital* programma vervult en bovendien het gebruik van het JMDP verder stimuleert. Dankzij deze aanpak is het niet langer nodig om theoretische en fundamentele kennis altijd via *real-life* trainingen te verstrekken. Daardoor is de beschikbaarheid van klaslokalen en docenten geen limiterende factor meer en kunnen in korte tijd veel mensen tegelijk worden getraind. Een bijkomend voordeel van het aanbieden van digitale trainingen is dat werkenden hierdoor worden gestimuleerd om levenslang te blijven leren door het leren aantrekkelijk (*gamification*) en flexibel te maken. Vooral voor zeevarenden zal dit een mooie oplossing bieden omdat zij voor bepaalde trainingen geen grote afstanden meer hoeven te reizen.

De lectoren, practoren en curriculumontwikkelaars worden direct geplaatst bij de relevante hbo (4)- en mbo (6)-instellingen in het maritiem onderwijs verdeeld over Nederland. Ieder van deze mbo- en/of hbo-instellingen focust zich op specifieke onderdelen van de thema's in het Masterplan. Mede hierdoor wordt een breed scala aan onderwijsmodules ontwikkeld, die relevant zijn voor specifieke maritieme disciplines (bijv. varen op waterstof, installeren van een waterstofmotor). De *software developers* worden geplaatst bij het digitaal platform. Hun taak bestaat voornamelijk uit het doorontwikkelen van simulaties en simulatoren en het opzetten van de digitale leeromgeving binnen het JMDP.

Train the trainers programma (2024-2033)

Om ervoor te zorgen dat de nieuwe kennis ook bij overige relevante docenten terecht komt, wordt binnen de *learning community* Maritiem Masterplan een “*train the trainers* programma” opgezet. Elke maritieme school is zelf ervoor verantwoordelijk om dit programma middels de beschikbaar gestelde capaciteit te realiseren.

Trainee-programma (2024-2033)

Verder zal een *trainee*-programma zorgen voor kruisbestuiving van kennis langs de waardeketen. Een trainee waterstof zal bijvoorbeeld gedurende 3 jaar verschillende opdrachten doen bij een toeleverancier, werf en reder in de waterstofwaardeketen. Het *trainee*-programma sluit aan bij het Nationaal Watertraineeship dat hierdoor verbreed wordt naar de maritieme sector en daarmee een betere afspiegeling wordt van de Topsector Water & Maritiem.

Coördinatie en disseminatie

¹⁰ <https://humancapitaltopsectoren.wijzijnkatapult.nl/learning-communities/concept/>

De *learning community* wordt landelijk opgezet, maar gevoed vanuit al bestaande regionale initiatieven. Zo zal binnen de *learning community* bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van de opleidingsschepen Ab Initio van STC Group en de Emeli van de Maritieme Academie Harlingen om de nodige kennis rondom varen op waterstof landelijk uit te rollen.

Omdat er al veel (regionale) initiatieven bestaan is het lastig het overzicht te houden en om dubbel werk te voorkomen. Disseminatie van opgedane kennis verloopt vaak moeizaam en langzaam. Daarom worden binnen de *learning community* Maritiem Masterplan 2 FTE coördinatoren (scheepvaart en maritieme techniek) aangesteld wiens taak het is de uitkomsten van alle relevante initiatieven en projecten breed binnen de sector te dissemineren. Deze coördinatoren monitoren en stemmen af wat er binnen Europa gebeurt op het gebied van '*blue skills development*' (bijvoorbeeld in het 'Skill Sea' project) om te verkennen welke samenwerkingen mogelijk zijn.

Sociaal-transitiemanagement (2024-2031)

Net zo belangrijk als de disseminatie van nieuwe kennis is het opnemen en toepassen ervan in de dagelijkse werkomgeving. Dit vereist sectorbrede bereidheid voor leven-lang-ontwikkelen en het opzetten van nieuwe werkprocessen. Hierin zijn de participerende bedrijven weliswaar leidend, maar hebben zij ondersteuning nodig. Daarom worden binnen de *learning community* ook een aantal projecten uitgevoerd die specifiek onderzoeken hoe sociaal-transitiemanagement in de maritieme sector zorgt voor een snellere toepassing van opgedane kennis. Dat omvat het ontwikkelen van nieuwe managementvaardigheden, o.a. om diversiteit en inclusiviteit te bevorderen, het hanteren van flexibele organisatieprincipes, o.a. om werken in de sector toegankelijker te maken voor nieuwe doelgroepen (bijv. vrouwen met kinderen), het realiseren van hoogwaardige arbeidsvormen, bijv. door het bevorderen van digitale vaardigheden en hoogwaardige samenwerkingsverbanden (co-creatie). Hierdoor worden het concurrentievermogen en de productiviteit verhoogd. De uitkomsten van deze onderzoeken zullen ook door de coördinatoren via de *learning community* sectorbreed worden verspreid.

Thema	Activiteiten
Onderzoek	<ul style="list-style-type: none"> • Onderzoeken klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiëntie technologieën • Onderzoeken hoe sociaal-transitiemanagement in de maritieme sector zorgt voor snellere toepassing opgedane kennis
Onderwijs en kennisdisseminatie	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkeling onderwijsmodules en keuzedelen (focus op digitalisering) • Opzetten en uitvoeren van '<i>train the trainers</i>' programma's • Coördineren en breed dissemineren van opgedane kennis • Begeleiden studenten bij (onderzoek)-stages • Aansluiten bij Nationaal Watertraineeship en verbreden naar de maritieme sector
Aansluiting lopende initiatieven	<ul style="list-style-type: none"> • Aanhaken en een bijdrage leveren aan bestaande initiatieven (soms sectoroverstijgend), zoals het Maritiem Techplatform, Be an Engineer, Next Maritime Professional van IT Campus Rotterdam, etc. • Gebruikmaken van bestaande opleidingsschepen

Figuur 17: Overzicht activiteiten Human Capital programma

3.2 Open calls

In verband met de grote betrokkenheid van de sector bij het Maritiem Masterplan en de hoge bereidheid mee te doen aan koploperprojecten, is ervoor gekozen om alle O&D-projecten via *open calls* te laten lopen. De eerste reden hiervoor is de indiening via de departementale route vanwege de betrokkenheid van de Ministeries van IenW, DEF en EZK. Ook was de belangstelling dusdanig groot dat het niet mogelijk was om objectief te kiezen tussen voorstellen zonder een bestaande governancestructuur en een vooraf bepaalde set aan duidelijke criteria. De keuze voor *open calls* voor alle O&D-projecten leidt het tot een gelijk speelveld binnen de maritieme sector. Daarnaast biedt het de mogelijkheid om van tevoren een duidelijk toetsingskader op te stellen door middel van beoordelingscriteria en portfoliofocus, waaraan de voorstellen kunnen worden getoetst voor toekenning van de gevraagde subsidie. Hierbij wordt ook de weging meegenomen of een project past binnen de strategie van de betreffende programmaliijn, zoals beschreven in 3.1. Naast het toetsingskader zijn er ook criteria vanuit de subsidieregeling waaraan projecten moeten voldoen. Een opzet voor de subsidieregeling is te zien in onderstaande box.

Het Maritiem Masterplan bouwt verder op de onderzoeksresultaten van projecten binnen de eerdere RDM-regeling (MENENS, SH2IPDRIVE, LNGO). Er wordt voorgesteld deze regeling als *blueprint* te gebruiken, passend binnen de kaders van de Kaderwet en het Kaderbesluit subsidies IenM, om zo een koploperscall snel te starten. Er worden een aantal aanpassingen voorgesteld om deze regeling beter aan te laten sluiten bij het ontwikkel- en demonstratiekarakter van de huidige O&D-projecten (zie onderstaande box). De juridische adviseurs binnen EZK en HBJZ zijn geconsulteerd over deze criteria en zullen een toets uitvoeren bij het opstellen van de regeling.

Voorstel criteria subsidieregeling op basis van RDM-regeling

- Elk project is een **combinatie van Ontwikkeling en Demonstratie (O&D)**; Het gehele project wordt uitgevoerd door een consortium/samenwerkingsverband; De deelnemers mogen niet met elkaar verbonden zijn in een groep
- De **penvoerder** van een samenwerkingsverband is een onderneming
- Het Ontwikkel-&-Demonstratieproject moet een samenhangend geheel zijn van activiteiten **dat past binnen de doelstellingen en een kaders van het Maritiem Masterplan**
- **Subsidie voor de gehele CapEx** van het innovatieve energiesysteem of systeem voor verbeteren van energie efficiëntie (demonstratieschip over hele levensduur)
- Projecten moeten een omvang hebben van **minimaal EUR 2,5 miljoen** aan kosten die in aanmerking komen voor subsidie
- De subsidie is **minimaal € 125.000** en **maximaal EUR 15 miljoen per deelnemer** aan het samenwerkingsverband
- De subsidie is in totaal **maximaal EUR 15 miljoen per project**
- De start van het project is binnen 2 maanden na subsidieverlening
- De **maximale looptijd** van het project is de levensduur van het schip
- **Maximaal 25%** van totale projectsubsidie om **meerkosten brandstof** te dekken in de opstartfase
- **Maximaal 25%** van totale projectsubsidie (tot maximum EUR 2 miljoen) om voor demonstratie **noodzakelijke infrastructuur** aan te leggen
- **Subsidiepercentages subsidabele kosten** op basis van staatsteunkaders: 50% Industrieel Onderzoek (IO) en 25% Experimentele Ontwikkeling (EO) van een onderneming; 10% ophoging middelgrote onderneming en 20% verhoging voor een kleine onderneming; 15% ophoging voor daadwerkelijke samenwerking; 100% niet-economisch onderzoek van een onderzoeksorganisatie.
- Definitie Ontwikkeling (Industrieel Onderzoek):
 - Onderzoek- en ontwikkelkosten van nieuwe innovatieve systemen
 - Maken van prototypes van (delen van) aandrijvingssysteem en gebruiken daarvan in testopstellingen in een industriële (fabrieks)omgeving
 - Digitale samenwerking via *Joint Maritime Digital Platform* (JMDP) en bijdragen aan de ontwikkeling/vullen daarvan
- Definitie Demonstratie: bouw en installatie innovatieve systemen aan boord (Experimentele Ontwikkeling):
 - Ontwerp, bouw en integratie: alle kosten voor ontwerp, integratie en bouw van innovatief energiesysteem en/of energie-efficiëntiesysteem aan boord (inclusief vergrote brandstofopslag en veiligheidsmaatregelen, etc.), maar niet het hele schip.
 - Bijdrage aan infrastructuur: kosten voor lokale infrastructuur, zoals bunkerstations, wanneer de infrastructuur randvoorwaardelijk is voor de uitvoering van de demonstratie (maximaal 25% tot maximum € 2 miljoen).
 - Bijdrage aan meerkosten brandstofkosten in de opstartfase (maximaal 25% van de totale projectsubsidie).
 - Testen, monitoring en optimalisatie: alle kosten gerelateerd aan het testen, monitoren, analyseren en verbeteren van de ontwikkelde systemen onder reële operationele omstandigheden, o.a. met behulp van het JMDP.

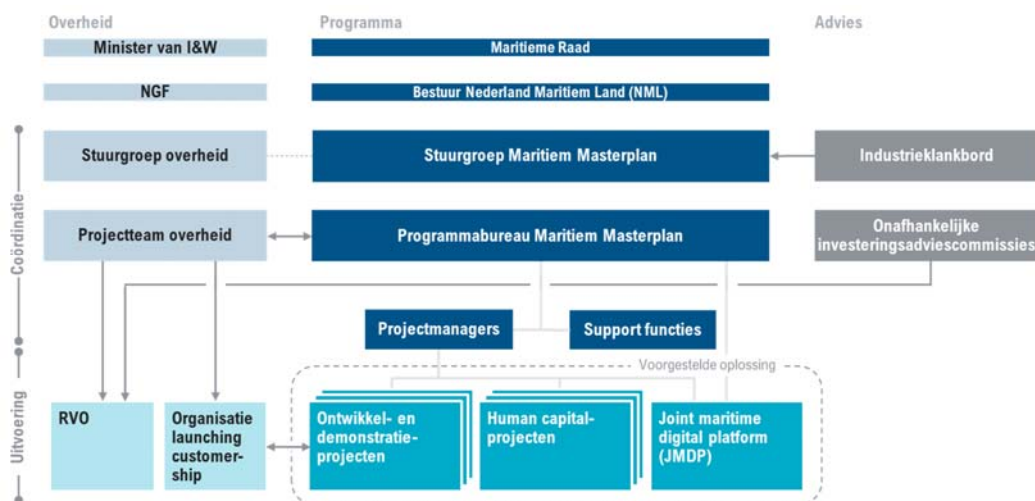
3.3 Organisatie en governance

Een groot aantal partijen, bedrijven, brancheorganisaties, kennisinstellingen en ministeries werken samen in het Maritiem Masterplan. Om de samenwerking soepel te laten verlopen zijn duidelijke afspraken gemaakt over verantwoordelijkheden en rapportagelijnen. In Figuur 1818 staat een schematische weergave van de organisatiestructuur en *governance* van het Maritiem Masterplan, bestaande uit drie pijlers: **overheid, programma en advies**.

In de eerste fase van het Maritiem Masterplan – de *kickstart* – zet het **Projectteam overheid** in samenwerking met de verantwoordelijke afdeling binnen IenW (HBJZ, FEZ) en de RVO de subsidieregeling op, rekening houdende met de criteria van het Nationaal Groeifonds en het Maritiem Masterplan. Daarnaast wordt ook de *governance*structuur geïnitieerd. De eerste *open call* (koploperscall) wordt gefinaliseerd en opgezet. Hierbij wordt rekening gehouden met de door het **Programmabureau Maritiem Masterplan** gedefinieerde strategie voor elke programmalijn. De **Human Capital projecten**, het JMDP en het **launching customership** worden verder uitgewerkt alvorens deze van start gaan.

In de tweede fase (bouw) volgt de beoordelingsprocedure en toekenning van de koploperscall. Nadat de *call* is aangekondigd, kan in principe iedere partij een projectvoorstel indienen. Deze projectvoorstellen krijgen feedback van het Programmabureau Maritiem Masterplan en kunnen zo worden bijgestuurd waar nodig. Indiening vindt plaats bij RVO, die de aanvragen toetst op de criteria van de subsidieregeling. De beoordeling wordt door een **onafhankelijke investeringsadviescommissie** uitgevoerd, aan de hand van de portfoliofocus en beoordelingscriteria. Goedgekeurde projecten worden **voorgelegd aan het projectteam overheid**, waarna RVO de middelen toekent.

Daarnaast wordt de aanbesteding van het *launching customership* opgezet en verstrekt het **RVO** de NGF-bijdragen voor de *Human Capital* projecten en het JMDP. De **Stuurgroep overheid** is verantwoordelijk voor de subsidiestromen van de NGF-bijdragen, de monitoring op deze subsidiestromen en de verantwoording ervan richting de NGF-commissie en de **Minister van Infrastructuur en Waterstaat**. Daarnaast zal de Stuurgroep overheid de beleidsmatige consequenties van de uitkomsten van het Maritiem Masterplan in ogenschouw nemen. Het **Projectteam overheid** rapporteert hierop elk kwartaal aan de Stuurgroep overheid op basis van de KPI's en mijlpalen.



Figuur 18: Organisatiestructuur Maritiem Masterplan

In de derde fase (opschalen) worden achtereenvolgens de tweede en derde *open call* gedefinieerd en opgezet. Bij deze *open calls* wordt rekening gehouden met resultaten van eerdere O&D-projecten. Het projectteam overheid draagt zorg voor het creëren van een gelijk speelveld in de opzet van de subsidiecalls. Het programmabureau adviseert het Projectteam overheid over de portfoliofocus en beoordelingscriteria voor elke *call*, zodat deze inhoudelijk aansluit bij het Maritiem Masterplan. Daartoe zit in het Programmabureau Maritiem Masterplan een **vertegenwoordiger van elke programmalijn**, met een scherpe visie op de innovaties en strategie van de desbetreffende lijn, naast vertegenwoordigers van het *Human Capital* programma en het JM DP. Het programmabureau bestaat verder uit een **Programmadirecteur** die de algehele verantwoordelijkheid draagt en een financieel verantwoordelijke. De programmadirecteur en de coördinator van het Projectteam overheid hebben maandelijks overleg over de operationele voortgang van het Maritiem Masterplan.

In de uitvoering (van zowel de tweede, derde en vierde fase) is het **Programmabureau Maritiem Masterplan** verantwoordelijk voor de coördinatie en monitoring van het Maritiem Masterplan. Het Programmabureau legt verantwoording af aan de Stuurgroep Maritiem Masterplan en rapporteert elk kwartaal over de voortgang en de bestedingen van de NGF-bijdragen aan het Projectteam overheid. Daarnaast vindt er een jaarlijkse verantwoording van de besteding van de middelen plaats. De **Projectmanagers** begeleiden de O&D- en *Human Capital* projecten en het JM DP en rapporteren aan het Programmabureau. De uitvoering van het **launching customership** wordt gecoördineerd en gemonitord door het Projectteam overheid.

In tegenstelling tot de O&D-projecten en het *Human Capital* programma, heeft **het JM DP** een structureel karakter. Om dit ook na de NGF-periode te borgen, zal het JM DP worden belegd onder de stichting Nederland Maritiem Land. De betrokkenheid van kennisinstellingen, zoals MARIN en TNO, is blijvend en waarborgt dat het platform gebruikt blijft worden om informatie te delen, ook door nieuwe projecten.

De **Stuurgroep Maritiem Masterplan**, tot slot, is verantwoordelijk voor de uitvoering van het Maritiem Masterplan door het programmabureau en de strategische inpassing van het programma binnen de sector. De stuurgroep zal zich laten adviseren door een industrieklankbord (Innovation Council NML) die knelpunten identificeert en adresseert aan welke knoppen de stuurgroep kan draaien. De Stuurgroep Maritiem Masterplan is een orgaan van de stichting Nederland Maritiem Land. De Stuurgroep Maritiem Masterplan heeft elk half jaar overleg met de Stuurgroep overheid over de algehele voortgang en de strategische overwegingen vanuit het Maritiem Masterplan.

Een overzicht van de *governance* rondom het toekennen van middelen aan de O&D-projecten is te zien in Figuur.

Het Maritiem Masterplan maakt zoveel mogelijk gebruik van bestaande gremia in de maritieme sector, zoals de Maritieme Raad, het Bestuur van NML en de Innovation Council NML. Wel is de volgende bemensing nodig voor de op te richten, veelal operationele, gremia.

Stuurgroep Maritiem Masterplan staat onder leiding van NML en bestaat uit dezelfde personen die tijdens het schrijven van dit voorstel in de stuurgroep zaten: Brigit Gijsbers (Min. I&W), Auke Venema (Min. DEF), Karlo van Dam (Min. EZK), Rene Berkvens (Sea Europe), Thecla Bodewes (Top Sector Water en Maritiem), Jan Valkier (Anthony Veder), Theo Klimp (Wagenborg), Bas Buchner (MARIN), Annet Koster (KNVR), Roel de Graaf (NMT), Femke Brenninkmeijer (NPRC), Rob Verkerk (NML)

Stuurgroep overheid staat onder leiding van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en bestaat uit; Brigit Gijsbers (Min. I&W), Auke Venema (Min. DEF), Karlo van Dam (Min. EZK)

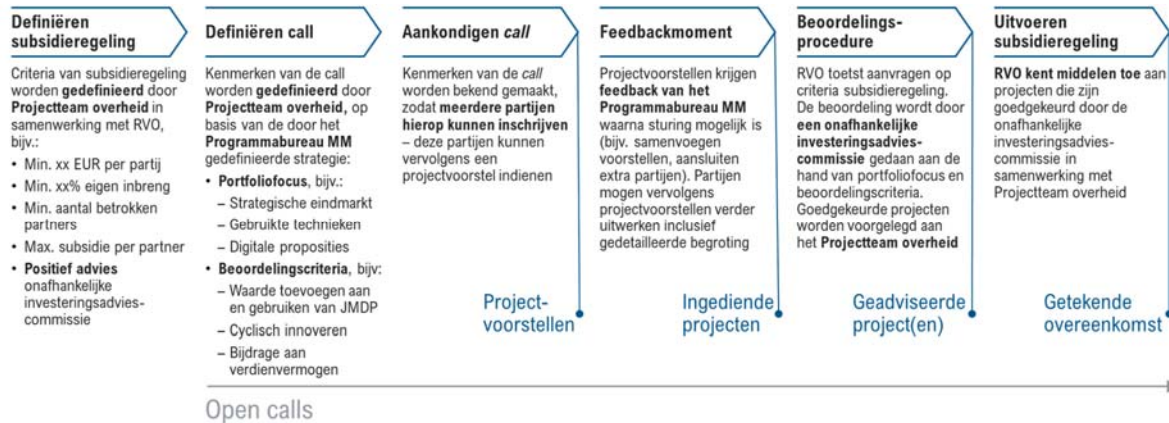
Programmabureau Maritiem Masterplan wordt aangesteld door Stuurgroep Maritiem Masterplan na toekenning NGF-voorstel. De omvang van het Programmabureau is drie FTE voor een programmadirecteur, financieel verantwoordelijk

en zes programmaliijnvertegenwoordigers (incl. JMDP en *Human Capital*). Dit gremium wordt ondersteund door vier FTE aan projectmanagers en twee FTE aan supportfuncties. De programmadirecteur moet brede ervaring in de maritieme sector hebben en expertise hebben op het gebied van innovatie. De zes programmaliijnvertegenwoordigers moeten een duidelijke visie hebben en communicatief vaardig zijn om consortia te helpen smeden.

Projectteam overheid wordt aangesteld door Stuurgroep Overheid na toekenning NGF-voorstel. De omvang van het Projectteam is vier FTE, onder leiding van een coördinator, voor het opzetten en begeleiden van de subsidieregeling, uitvoeren van het *launching customership* en het rapporten voortgang.

RVO zet twee FTE in om haar taken te vervullen. Een voorselectie wordt in de komende maanden gemaakt.

Onafhankelijke investeringsadviescommissie wordt aangesteld door Stuurgroep Maritiem Masterplan na toekenning NGF-voorstel. Het budget is één FTE en de invulling wordt voorzien na toekenning NGF-voorstel.



Figuur 19: Toekenningsproces middelen

4. Bijdrage aan duurzaam verdienvermogen

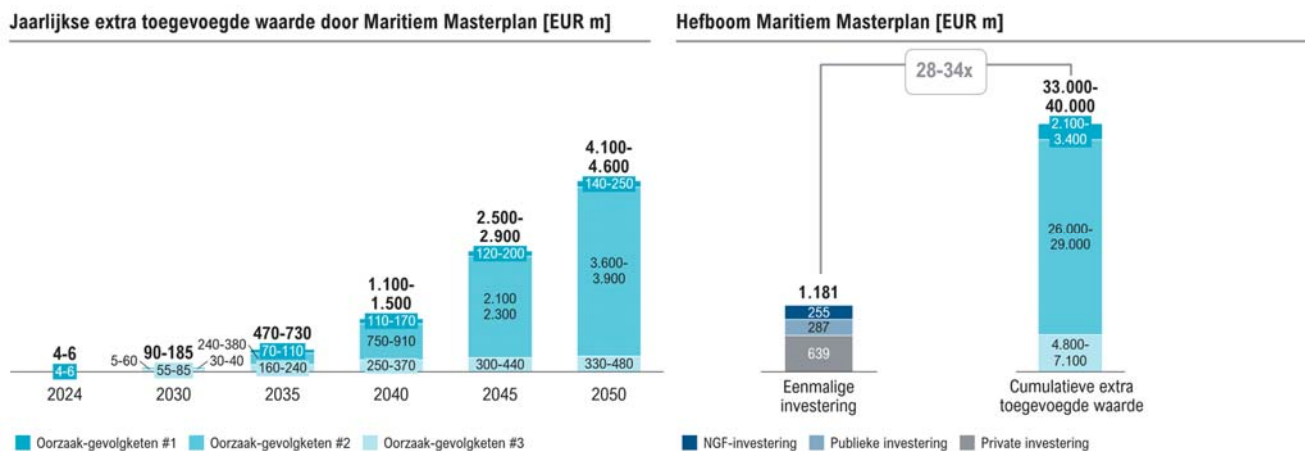
4.1 Economische effecten

De activiteiten van het Maritiem Masterplan zijn een combinatie van drie projecttypen als beschreven in de handleiding van de derde ronde Nationaal Groeifonds: 1) op verduurzaming gerichte product- of procesinnovatie, 2) nieuw product of dienst en 3) opleiding en vaardigheden (beroeps-)bevolking.

Het Maritiem Masterplan betreft onder andere een "op verduurzaming gerichte product- of procesinnovatie" omdat bestaande energiesystemen van schepen worden verduurzaamd met technologieën die gebruik maken van energiedragers waterstof, methanol en LNG met *Carbon Capture*. Daarnaast zet het Maritiem Masterplan ook in op het ontwikkelen en demonstreren van energie-efficiënte oplossingen, waarvan sommige onder het projecttype "nieuw product of dienst" vallen. Een voorbeeld van zo'n nieuw product is een *wind-assist* vleugel van eConowind.

Daarnaast is het *Human Capital* programma van het Maritiem Masterplan te scharen onder projecttype "opleiding en vaardigheden (beroeps-)bevolking". Binnen dit programma wordt met *learning communities* onder andere sector brede bijscholing georganiseerd welke nodig is om de transitie te maken naar een klimaatneutrale scheepsvaart.

Tezamen hebben de activiteiten van het Maritiem Masterplan uiteindelijk een oplopende economische impact van naar schatting EUR 4.100-4.600 miljoen aan extra toegevoegde waarde in het jaar 2050 (Figuur 20). Cumulatief komt dit neer op een extra toegevoegde waarde tot en met 2050 van EUR 33-40 miljard (Figuur 20) en een hefboom van 28-34x. De initiële totale investering bedraagt EUR 1.181 miljoen waarvan ongeveer EUR 926 (639+287) miljoen wordt gefinancierd vanuit publieke en private partners. Met deze middelen worden vijf resultaten opgeleverd die via drie oorzaak-gevolgketens leiden tot de bovengenoemde impact. Hieronder worden de drie oorzaak-gevolgketens kort toegelicht.



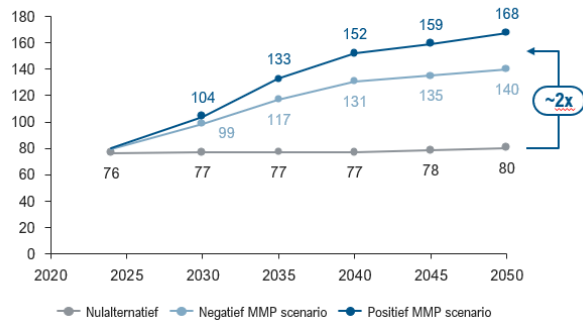
Figuur 20: Economische impact Maritiem Masterplan, plus hefboom [EUR m]

Oorzaak-gevolgketen #1 – Scheepsbouw (werven)

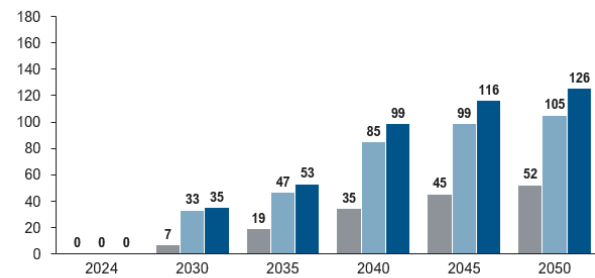
De overgang van een lineair naar een cyclisch innovatie- en gebruiksproces is productiviteitsverhogend in de ontwerp- en bouwfase waardoor kosten worden bespaard en de doorlooptijd wordt verkort. Deze efficiëntie-slag leidt tot een competitievere Nederlandse maakindustrie die meer opdrachten wint en haar Europese marktaandeel uitbreid van 20% naar 25-30% – o.a. vanuit de Nederlandse reders en overheid die meer klimaatneutrale schepen bestellen (zie oorzaak-gevolgketen #2), maar ook vanuit de internationale marktvaart naar klimaatneutrale schepen. De extra schepen worden deels gebouwd op bestaande productielocaties waar meer schepen per jaar gebouwd kunnen worden doordat de doorlooptijd wordt verkort. Waar nodig wordt door de maakindustrie geïnvesteerd in nieuwe productielocaties. Uiteindelijk heeft deze ontwikkeling een positief effect op het verdienvermogen van Nederland (EUR 140-250 m extra toegevoegde waarde in 2050) en de open strategische autonomie van Europa (jaarlijks 60-90 extra schepen gebouwd, op een basis van ~80), zie figuur 21.

¹¹ Netherlands Maritime Technology | Modulair ontwerpen is belangrijk voor de toekomst van de scheepsbouw

Aantal schepen ontwikkeld door Nederlandse scheepsbouw [#]



Aantal klimaatneutrale schepen ontwikkeld door Nederlandse scheepsbouw [#]



Figuur 21: Ontwikkeling aantal schepen en aantal klimaatneutrale schepen dat wordt gebouwd in Nederland voor nulalternatief, negatieve scenario en positieve scenario

Oorzaak-gevolgketen #2 – Reders

Het demonstreren van de ~40 klimaatneutrale demonstratieschepen voor de vier strategische eindmarkten in Nederland toont de haalbaarheid aan en verlaagt de risico's voor private reders en de Rijksrederij en Defensie, waardoor zij eerder de overstap maken naar klimaatneutrale schepen en hiermee de Nederlandse vloot vergroenen. Dit heeft in eerste instantie een positief effect op het verduurzamen van de maritieme sector. Daarnaast is er een toenemende vraag vanuit de eindklanten naar groen transport (steeds meer bedrijven trekken zich hun indirecte CO₂-emissies aan). In een verduurzamende markt hebben Nederlandse reders, met hun groenere vloot, een competitief voordeel. Dit heeft een positief effect op het Nederlands verdienvermogen (EUR 3.600-3.900 miljoen extra toegevoegde waarde in 2050), de open strategische autonomie van Europa (1.300-1.600 extra schepen in operatie, op een basis van ~5.700 in het nulalternatief) en de maritieme energietransitie (cumulatieve reductie van ca. 140 Mt CO₂, ca. 225 kt NO_x en ca. 15 kt fijnstof tot 2050).

Oorzaak-gevolgketen #3 – Technologische doorontwikkeling toeleveranciers

Het ontwikkelen van klimaatneutrale schepen in consortia leidt naast de demonstratieschepen ook tot innovatieve, klimaatneutrale en modulaire energiesystemen en/of energie-efficiënte oplossingen die (inter)nationaal worden verkocht door Nederlandse toeleveranciers. Naast de verkoop van bestaande systemen en oplossingen, investeren deze toeleveranciers in doorontwikkeling binnen de O&D-projecten. Doordat steeds meer bedrijven via het digitale samenwerkingsplatform data delen langs de gehele waardeketen kunnen de systemen en oplossingen steeds efficiënter worden doorontwikkeld. Hierdoor stijgt de slagingskans, wat resulteert in een toename van het aantal ontwikkelprojecten voor energiesystemen in Nederland en succesvol afgeleverde innovaties. Door de toename van het aantal innovaties op de markt versnelt de globale adoptie van klimaatneutrale systemen en energie-efficiënte oplossingen, wat een positief effect heeft op de verduurzaming van de mondiale maritieme sector. Daarnaast leidt dit tot een groeiende verkoop van door Nederlandse toeleveranciers geproduceerde innovaties op de internationale markt wat een positief effect heeft op het verdienvermogen van Nederland (EUR 330-480 miljoen extra toegevoegde waarde in 2050) en de maritieme energietransitie (cumulatieve reductie van ca. 60 Mt CO₂, ca. 100 kt NO_x en ca. 5 kt fijnstof tot 2050).

Verwerking feedback en adviezen Maritiem Masterplan NGF ronde 2

In deze NGF-aanvraag van het Maritiem Masterplan (2.0) hebben we de feedback en adviezen van de NGF-commissie in ronde 2 (Adviesrapport april 2022 en evaluatiegesprek mei 2022) ter harte genomen om tot een sterker plan te komen. De commissie onderschreef de urgentie van verduurzaming in de maritieme sector en was zeer te spreken over het feit dat de sector de handen ineen heeft geslagen, zoals al bleek in de RDM-regeling waarin een goede basis is gelegd met R&D-ontwikkelingen op het gebied van duurzame innovaties. Om deze op een efficiënte manier te kunnen gaan inzetten en opschalen, adviseerde de commissie het Maritiem Masterplan het over een andere boeg te gooien en te vertrekken vanuit een analyse van kansrijke waardeketens, de rol van clusters, nieuwe verdienmodellen en partnerschappen. Hieronder gaan we in op de concrete adviezen van de commissie.

- **Versterk de strategische onderbouwing:** We hebben nu een directe verbinding gelegd tussen de (inter)nationale ontwikkelingen en het doel van het Maritiem Masterplan: de mondiale energietransitie versnellen, de Europese open strategische autonomie vergroten, het nationale veiligheidsbelang blijvend beschermen en de Nederlandse economie versterken door betrouwbare, concurrerende en modulaire klimaatneutrale schepen te ontwikkelen, bouwen en gebruiken in een cyclische Nederlandse maritieme innovatieketen. De vier knelpunten die in de strategische onderbouwing worden geïdentificeerd, worden in de cyclische aanpak van het Maritiem Masterplan geadresseerd.
- **Versterk de samenwerking in de waardeketen:** Van het huidige lineaire innovatieproces (waarin de prototyp fase ontbreekt door de grootte van schepen) maakt het Maritiem Masterplan een cyclische innovatieketen over de hele levensduur van schepen, daarbij ondersteund door digitale samenwerking. Via deze cyclus ontwikkelen en demonstreren ketenbrede consortia (ingenieursbureaus, componentleveranciers, systeemintegratoren, werven, reders, kennisinstellingen) modulaire klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiënte oplossingen in ~40 demonstratieschepen. In deze cyclische aanpak is operationele data van de huidige vloot input voor het ontwerp van nieuwe schepen, terwijl voortdurend terugkoppeling en optimalisatie plaatsvindt tijdens het gebruik. Schepen worden zo steeds verder verbeterd. Met zo'n cyclische, digitale en modulaire manier van werken realiseren de ketenpartners een efficiëntieslag die tijdbesparend en kostenverlagend werkt. Dit versterkt de concurrentiepositie van de hele keten. Zo ontstaat een nieuw cyclisch innovatie- en verdienmodel waarmee de sector het verschil kan maken door opschaling en valorisatie in voor Nederland strategische deelmarkten en waardeketens: kust- en binnenvaart (transport en logistiek), natte waterbouw, wind op zee (duurzame energie) en maritieme veiligheid & dienstverlening. Dit zijn sectoren die essentieel zijn voor de Europese open strategische autonomie. Daarnaast is op het vlak van het *Joint Maritime Digital Platform* samenwerking met de ICT-sector en de bouw (Bouwwerk Informatie Model).
- **Versterk concreet commitment van de sector:** Met de Ontwikkeling-&-Demonstratieprojecten bouwt het Maritiem Masterplan voort op de bestaande samenwerking in onderzoek en ontwikkeling in de RDM-projecten (50 partijen in 3 projecten). Daarnaast is de brede maritieme sector door NML intensief betrokken bij de verdere ontwikkeling van het Maritiem Masterplan. De interesse voor twee stakeholdersbijeenkomsten in Doorn (23 september) en Rotterdam (8 november) met doelgerichte workshops voor de planvorming was hoog, met beide keren meer dan 100 deelnemers. Daarna zijn door een groot aantal consortia vanuit de hele waardeketen en alle strategische deelmarkten concrete Ontwikkel-&-Demonstratieplannen uitgewerkt zodat ze kunnen inschrijven op de eerste 'koploperscall'. Dit grote commitment is vastgelegd in intentieverklaringen.
- **Breng meer focus en prioritering aan:** Het Maritiem Masterplan focust op het ontwikkelen en demonstreren van betrouwbare en concurrerende klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiënte oplossingen. In tegenstelling tot de vorige aanvraag richt dit plan zich niet meer op productie-automatisering (maar faciliteert wel de hiervoor benodigde digitale transformatie). Het Maritiem Masterplan kiest ook bewust voor die energiedragers die essentieel zijn voor de Nederlandse maritieme sector en de hierboven genoemde strategische deelmarkten: waterstof, methanol en LNG met *Carbon Capture*. Ammonia wordt om deze reden niet meegenomen omdat dit een brandstof is voor grote schepen die niet in NL worden gebouwd. Voor batterijoplossingen wordt samengewerkt met het NGF-project ZES en het Battery Competence Centre.
- **Breng goede samenhang aan in de onderdelen van het plan:** De kernoplossing van het Maritiem Masterplan – een cyclisch innovatie- en gebruiksproces over de hele levensduur van schepen – wordt toegepast op vier applicatiedomeinen (waterstof, methanol, LNG met *Carbon Capture* en energie-efficiëntie) en ondersteund door twee hefboomen (digitale samenwerking en *Human Capital*). Alle onderdelen zijn holistisch verbonden en versterken elkaar. Via de samenwerking op het *Joint Maritime Digital Platform* (JMDP) worden data, modellen en informatie op een veilige en effectieve manier met partners gedeeld. Ook worden uiteindelijk digitale 'blauwdrukken' van betrouwbare en modulaire klimaatneutrale energiesystemen en energie-efficiënte oplossingen voor hergebruik vastgelegd. De gehele samenhang van het Maritiem Masterplan wordt 'getest' door deze cyclische manier van werken toe te passen voor de ontwikkeling en demonstratie van ~40 demonstratieschepen.
- **Geef duidelijk aan waar Nederlandse comparatieve voordeel zit:** Nederland heeft in de internationale maritieme waardeketen al een belangrijke rol als 'integrator'. Dit is niet gebaseerd op de grootte van de Nederlandse maritieme bedrijven, maar op technologische expertise. Door de internationale structuur van de maritieme sector met veel mkb-bedrijven en nationale belangen is een (Europese) consolidatie van de civiele maritieme sector niet te verwachten. Voor een blijvende integratorrol is het dus noodzakelijk in te zetten op efficiënte nationale en Europese samenwerking. Juist daarin wil het Maritiem Masterplan voorzien. Doordat klimaatneutrale systemen veel complexer zijn dan traditionele energiesystemen op fossiele brandstoffen, is de innovatieve (systeem)integratie - waarin Nederland goed in is - op dit moment noodzakelijk om betrouwbare klimaatneutrale energiesystemen te ontwikkelen en bewijzen in de praktijk. Met de ontwikkelingen in het Maritiem Masterplan bouwt de Nederlandse maritieme sector haar integratorrol in de maritieme waardeketen dus verder uit: innovatieve systeemintegratie is noodzakelijk om de complexere klimaatneutrale energiesystemen efficiënt en veilig te laten werken in de praktijk en de kosten te verlagen.
- **Werk de samenwerking op Europees niveau goed uit:** Het Maritiem Masterplan vertaalt het Europese pakket 'Fit for 55' in concrete activiteiten op het gebied van samenwerking en innovatie. Daarnaast sluit het Maritiem Masterplan nauw aan bij lopende (Europese) samenwerking. Zo is het 'European Partnership for Zero-emission Waterborne Transport' onder Nederlandse leiding van MARIN opgezet in het 'Waterborne' platform en zijn veel Nederlandse vertegenwoordigers betrokken bij de uitwerking daarvan. Met het Maritiem Masterplan bouwen we voort op een aantal succesvolle Europese onderzoeksprojecten (NAVAIS, Joules, Leanships, Holiship) op het vlak van digitaal samenwerken en modulair bouwen & ontwerpen. Zo gebruiken we de resultaten van het NAVAIS project dat laat zien dat door operatiegericht, modulair en digitaal ontwikkelen en bouwen tot 80% aan engineering-uren en 25% aan productie-uren (kosten) kan worden bespaard en de doorlooptijd met 50% worden ingekort. De Europese verbinding zorgt er ook voor dat in de toekomst effectief en digitaal kan worden samengewerkt met Europese partners, bij voorbeeld via het *Open Simulation Platform* (OSP). Dit alles geldt zowel voor de zeevaart als binnenvaart: in het project PATH2ZERO werken onderzoekers, bedrijven en maatschappelijke organisaties samen aan het ontwikkelen van duurzame businessmodellen en handelingsperspectieven binnen emissievrije binnenvaart.

INDIENEND DEPARTEMENT

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

CONTACTPERSOON

Bas Kelderman - bas.kelderman@minienw.nl

BETROKKEN DEPARTEMENTEN

- Ministerie van Defensie
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat