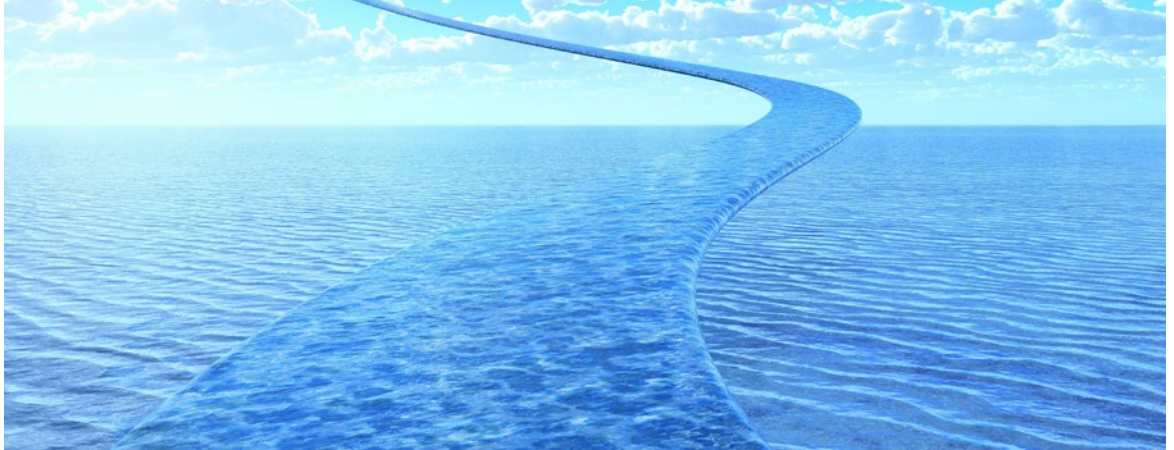


Opzet NWO onderzoeksprogramma voor de Topsector

Water & Maritiem via de 'Blauwe Route'



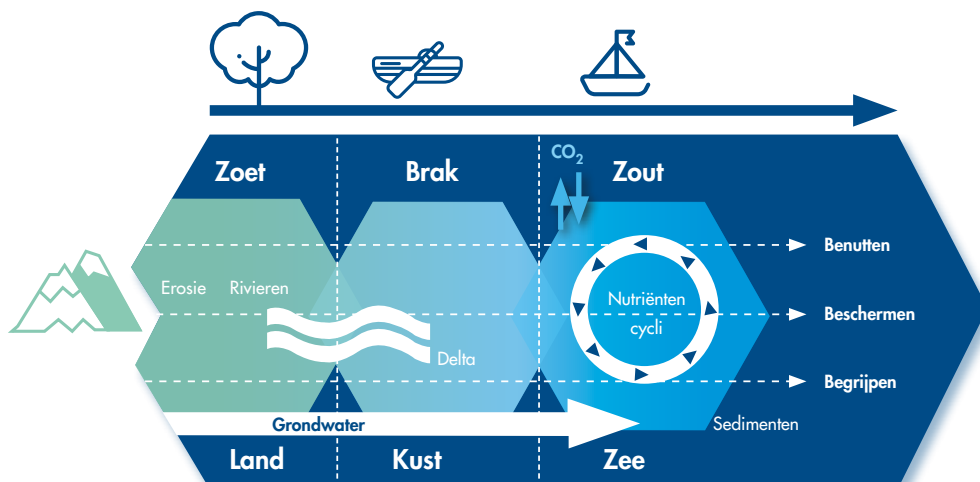
Keuze voor de 'Blauwe route'

De Topsector Water & Maritiem heeft haar ambities en plannen verwoord in drie documenten:

- Het fiche 'Water & Klimaat als maatschappelijke uitdaging' (Innovatiecontract 2018-2019)
- De Kennis en Innovatie Agenda's van de drie TKI's in de Topsector Water & Maritiem
- De 'Blauwe route' van de Nationale Wetenschaps Agenda (NWA)

Voor alledrie zijn er crossovers met andere sectoren en verschillende maatschappelijke uitdagingen. Deze documenten zijn daarom ook in overleg met andere sectoren en kennisgebieden gemaakt.

Voor de programmering van de NWO onderzoeksprogramma's voor de Topsector Water & Maritiem, wil de Topsector zich in 2018-2019 richten op de aanpak van de 'Blauwe Route' (zie bijlage). Deze route geeft een lange termijn perspectief aan de innovatie agenda's van de drie TKI's en heeft als ondertitel: 'Water als weg naar innovatieve en duurzame groei'. Door het beter begrijpen, benutten en beschermen van het water, de zeeën en oceanen wil de Blauwe route maatschappelijke, economische en ecologische uitdagingen combineren door in te zetten op 'Leven met het water'. Leven en werken met water biedt ruimte voor duurzame groei, zelfs in tijden van zeespiegelstijging, urbanisatie en toenemende mondiale bevolkingsgroei. De route verbindt uitdrukkelijk de traditionele betaclusters, techniek en de gamma-wetenschappen en verbindt dus ook de verschillende NWO domeinen.



Invulling in programmalijnen langs de vier toekomstperspectieven

De Topsector Water & Maritiem wil samen met NWO beschikbare onderzoeksgelden mobiliseren en clusteren om gericht voortgang te boeken op de vier thema's (toekomstperspectieven / game changers) die zijn geschetst binnen de 'Blauwe route':

- **Leven in de Delta**
- **Water als bron**
- **Water als blauwe weg**
- **Leven op het water**

Als uitgangspunt wordt elk van deze vier thema's even belangrijk geacht. Daarnaast is er het al afgesproken budget op het vlak van Waternet via Wetsus.

Het gaat hier om de NWO brede gelden voor de Topsector Water & Maritiem, met name ENW (Exacte en Natuurwetenschappen) en TTW (Toegepaste en Technische Wetenschappen), maar ook Sociale en Geesteswetenschappen (SGW).

Alle vier de thema's hebben de volgende indeling:

- Formulering van het vraagstuk uit de Blauwe route
- De wetenschappelijke vragen van de Topsector Water & Maritiem (vanuit de verschillende betrokken wetenschapsrichtingen) als richtinggevende programmalijn
- Aansluiting bij prioriteiten, mogelijke living labs en PPS-en in Topsector Water & Maritiem

De Topsector Water & Maritiem verzoekt NWO om, na akkoord van het Topteam en in samenwerking met de betrokken TKI's, aparte en consistente calls te organiseren voor deze 4 thema's op basis van de voor de Topsector gealloceerde NWO budgetten en NWO instrumenten volgens de volgende structuur:

Topsector W&M via Blauwe route thema's					
	Leven in de Delta	Water als bron	Water als blauwe weg	Leven op het water	
	~ 1/4	~ 1/4	~ 1/4	~ 1/4	Verdeling NWO budget Topsector W&M
Thematische calls (PPS 2)	A	A	A	A	~70%
Partnerships via living labs/ PPS (PPS 3)	B	B	B	B	~30%
Mogelijke crossovers					Apart NWO budget
Andere links met thema's					Geen onderdeel budget
Geen onderdeel	Wetsus call (€0,5 miljoen/jaar), Perspectief programma's				

- A.** Vier **thematische calls** gericht op de 'Wetenschappelijke vragen vanuit het toekomstperspectief' zoals ze per thema zijn geformuleerd op de volgende pagina's. Dit is een call in NWO PPS variant 2: 'Publieke of private onderzoekspartners leveren een aanzienlijke bijdrage op projectniveau 10-40%, max van natura en geld'.
- B.** Vier **partnership calls** gericht op 'Mogelijke living labs en PPS-en in Topsector Water & Maritiem' zoals ze per thema zijn geformuleerd op de volgende pagina's. Dit gaat dus om grotere samenwerkingen binnen het thema, het liefst gericht op de ontwikkeling van 'living labs'. Dit is een call in NWO PPS variant 3: 'Publieke of private onderzoekspartners leveren een grote bijdrage op programmaniveau 30-50% of meer, in beginsel volledig in geld'.

De verdeling van de voor de Topsector Water & Maritiem gealloceerde NWO budgetten is in hoofdlijnen: ~¼ per thema, ~70% voor de Thematische calls en ~30% voor de Partnership calls.

Daarnaast heeft NWO extra budget voor expliciete crossovers met andere Topsectoren. Gezien het feit dat de thema's van de Blauwe route cross-sectoraal zijn, zijn hier binnen de 4 thema's goede mogelijkheden voor. Veelbelovende crossovers zijn aangegeven in de tabel.

Tot slot zijn er mogelijke links tussen de thema's en projecten die op andere manier zijn gefinancierd (zoals via Buitenlandse Zaken).



Het vraagstuk:

Leven in de Delta



Hoe ontwikkelen we een 'Sustainable Urban Delta' waarin grote bevolkingsgroepen veilig, gezond en duurzaam samen wonen, werken, eten en leven? Wereldwijd groeit de verstedelijking in deltagebieden exponentieel. Daarmee nemen de risico's toe die de bewoonbaarheid en leefbaarheid van delta's bedreigen. Zeespiegelstijging, bodemdaling, extreme rivierafvoeren, waterschaarste, druk op de schaarse ruimte, grondwateruitputting, verzilting en waterverontreiniging zijn problemen waar we ons in de toekomst tegen moeten wapenen. Met Nederland als levend voorbeeld ('living lab') willen we werken aan de 'Sustainable Urban Delta'. Kennis over rivier- en kustsystemen, over stedelijke watersystemen, over adaptief deltamanagement, over efficiënter (circulair) gebruik van zoet water, over building-with-nature oplossingen, in een veranderende samenleving, biedt nieuwe wetenschappelijke uitdagingen.

Wetenschappelijke vragen vanuit dit toekomstperspectief

Verdieping systeemkennis van de Delta

- Wat zijn de te verwachten gevolgen van socio-economische ontwikkelingen en klimaat, inclusief extreme weersomstandigheden op de lange termijn en op verschillende geografische schaalniveaus, voor de veiligheid, de beschikbaarheid van voldoende, geschikt water voor huidige en toekomstige watergebonden functies, en op de aquatische en terrestrische ecologie?
- Hoe verbeter je de monitoring en de locale, regionale en mondiale modellering ten behoeve van de kennis over de wisselwerking tussen (1) ijs, atmosfeer en oceaan, zodat de zeespiegelstijging betrouwbaar voorspeld kan worden (2) land, atmosfeer en oceaan, zodat de waterbeschikbaarheid en extreme droogte

en neerslag betrouwbaar voorspeld kan worden? (3) bodem en water ter verbetering van de kennisbasis over bodemdaling?

Maatregelen voor een leefbare, duurzame Delta

- Hoe kunnen we slimmer gebruik maken van natuurlijke processen (Nature-based solutions) voor waterveiligheid en de beschikbaarheid van voldoende geschikt water, strevend naar win-win situaties?
- Hoe komen we tot effectieve, robuuste maatregelenpakketten en adaptatiestrategieën bestaande uit grijze en groene infrastructuur, watertechnologische / circulaire-economie

oplossingsrichtingen en ICT, om de delta en in het bijzonder steden, op lange termijn duurzaam bewoonbaar te houden?

- Hoe kunnen we de vooruitgang in informatievoorziening (incl. sociale media) en real-time modellering beter benutten voor het operationele waterbeheer tijdens extreme weersomstandigheden?
- Wat voor governance arrangementen zijn nodig voor een succesvolle transitie naar duurzaam waterbeheer

o.i.v. cross-sectorale ontwikkelingen en beleid?

- Hoe kunnen wij risicogestuurde afwegingen en investeringbeslissingen nemen t.a.v. de bestaande infrastructuur, waarbij met name ook innovatie m.b.t. de levensduur waterkeringen en kunstwerken, vitale netwerken in stedelijke omgeving en zoetwaterverdeling meegewogen worden.

Aansluiting bij prioriteiten, mogelijke living labs en PPS-en in Topsector Water & Maritiem

De Topsector Water & Maritiem wil de volgende prioritaire onderwerpen agenderen:

- **1. Living labs in the delta**, gericht op proceskennis en fysische en socio-economische randvoorwaarden voor Nature Based Solutions, bouwen met zand en slib, klimaatbestendige steden, bodemdaling en verzilting
- **2. Nieuwe concepten en toepassingen voor data, ICT en modellen**, gericht op instrumenten voor risico gestuurde afwegingen en besturingssystemen voor waterbeheer, waterkeringen en kunstwerken, bodemdaling en ruimtelijke adaptatie in stedelijk gebied
- **3. Ontwikkeling en valorisatie van integrale concepten voor het omgaan met schaarse hulpbronnen**, gericht op het optimaal benutten van water bij de energietransitie, het realiseren van een circulaire economie en het produceren van voeding
- **4. Ontwikkeling en valorisatie van methoden voor integraal design**, gericht op multifunctioneel ruimtegebruik, eco-engineering, burgerparticipatie en ruimtelijke adaptatie maatregelen, en rekening houdend met andere transitieopgaven



Het vraagstuk:

Water als bron



Hoe benutten we water en de energie, grondstoffen en voeding op, in en onder dat water duurzaam en economisch verantwoord? Water is een bron van leven. Het is een belangrijke bron van plantaardig en dierlijk voedsel. Traditionele vormen van voedselproductie maken de transitie door naar circulaire systemen. Nieuwe vormen van voedselvoorziening voor mens en dier middels duurzame visserij, aqua farming en zeewiarteelt bieden mogelijkheden om het beschikbare landbouwareaal nabij stedelijke gebieden te vergroten. Energiewinning op het water middels waterkracht, getijdestroming, golfenergie, osmose en ook wind in meren en op zee bieden enorme mogelijkheden voor duurzame energiewinning. Tenslotte zijn ook de oceaan-, zee- en rivierbodem, afvalwater en ondergrond een bron van sedimenten, mineralen en andere essentiële grondstoffen die door de mens duurzaam gewonnen en benut dienen te worden.

Wetenschappelijke vragen vanuit dit toekomstperspectief

- Water als bron:
- Hoe bereiken we een circulaire watervoorziening door hergebruik en het terugwinnen van grondstoffen en reststoffen bij drinkwaterbereiding en afvalwaterzuivering?
- Water als bron voor energie:
- Wat zijn, naast (offshore) windturbines en zonnepanelen, veelbelovende duurzame energievormen uit en op water (zoals waterkracht, getijdenenergie, osmose/omgekeerde elektrolyse, golfenergie, thermische conversie, drijvende windturbines en drijvende zonnepanelen)? Wat zijn veelbelovende vormen voor het bufferen van een overschot aan zon- en windenergie in en op het watersysteem (zoals blue battery en power to gas)?
- Hoe kunnen deze energievormen technisch worden omgezet in veilige en efficiënte energiebronnen voor een acceptabele prijs? Wat is de ecologische impact van dit soort vormen van duurzame energie?
- Water als bron voor voeding:
- Hoe bereiken we een circulaire voedselproductie met betrekking tot water, grondstoffen en energie?
- Hoe kunnen we stedelijk afvalwater veilig en efficiënt hergebruiken voor voedselproductie?
- Welke nieuwe vormen van voedselvoorziening op zee en in estuariene- en zoetwatersystemen bieden mogelijkheden om in 2050 negen miljard mensen te kunnen voorzien van gezond en veilig voedsel?
- Hoe kunnen we een transitie maken van duurzame kweek van vis, schelp en schaaldieren

van kustgebieden naar open zee? Welke technische oplossingen zijn nodig om aqua farming en zeevicultuur veilig en efficiënt te doen in een corrosieve zeeomgeving met extreme omgevingscondities?

- Hoe kan voeding op zee worden ontwikkeld met een acceptabele ecologische impact op de omgeving?
- Hoe kunnen we de visserij verduurzamen, bijvoorbeeld door het voorkomen van bijvangst, inzet van onderwaterdrones (AUV's) en het verhogen van de selectiviteit door inzet van technologie?
- Water als bron voor grondstoffen:
- Hoe kunnen we meer duurzame grondstoffenwinning

vanaf de zeebodem bij diepzeemijnbouw realiseren, bij voorbeeld door 'plume reduction'? Welke grondstoffen bevat het zeewater die duurzaam kunnen worden gewonnen? Welke grondstoffen kunnen we terugwinnen uit industrieel en huishoudelijk afvalwater?

- Algemeen:
- Hoe kunnen we voorkomen dat er conflicten ontstaan tussen de verschillende gebruiksfuncties van de zee? Hoe kunnen functiecombinaties (bijvoorbeeld aquacultuur en visserij in windparken) bijdragen aan het rendabel maken van het winnen van energie, grondstoffen en voeding op zee?

Aansluiting bij prioriteiten, mogelijke living labs en PPS-en in Topsector Water & Maritiem

Samen met andere sectoren wil de Topsector Water & Maritiem de bovenstaande vragen concreet uitwerken in een living lab als multifunctionele 'boerderij op zee' waarin bij voorbeeld zeevicultuur en viskweek op zee worden gecombineerd. De boerderij wekt haar eigen duurzame 'blauwe energie' op en maakt gebruik van de laatste technologie zoals bijvoorbeeld robotisering en sensor- en communicatietechnologie. Een andere mogelijkheid is een living lab rond zandfiltratie.



Het vraagstuk:

Water als blauwe weg



Hoe kunnen we schoner en veiliger varen en een toekomstgerichte inrichting van onze havens en vaarwegen bijdragen aan duurzaam en veilig vervoer? Ook voor de toekomst is het water als blauwe -vloeibare- weg de belangrijkste route voor transport van goederen naar de mainports van de toekomst. Maar die weg moet wel schoner en veiliger. Dat vraagt kennis en technologie, bij voorbeeld op het vlak van hydrodynamica en energiesystemen, om schadelijke emissies tot een minimum terug te brengen. 'Natural propulsion' (windvoorstuwung, maar ook bio-geïnspireerde oplossingen) en nieuwe materialen bieden kansen. Autonoom varen is een oplossingsrichting voor het veiliger maken van de scheepvaart en vaarwegen. Daarvoor zijn geavanceerde sensoren, systemen, big data analyse en ontwerpmethodieken nodig. En die schepen, vaarwegen, natte kunstwerken en mainports van de toekomst worden niet meer los van hun omgeving gebouwd. Hun invloed op de omgeving (emissies, geluid, verstoring) worden integraal meegenomen in het ontwerp.

Wetenschappelijke vragen vanuit dit toekomstperspectief

- Op welke manier kunnen we emissieloze scheepvaart bereiken door het inzetten van bio- en hernieuwbare brandstoffen (zoals waterstof), elektrische en hybride systemen, Wind Assisted Ship Propulsion (WASP), innovatieve weerstandsreductie en door de natuur geïnspireerde oplossingen?
- Hoe verhogen we de veiligheid en efficiëntie van schepen, havens en vaarwegen door de inzet van geautomatiseerde en autonome systemen met de daarbij horende sensoren, systemen en Artificial Intelligence (AI)?
- Kan autonome technologie leiden tot nieuwe duurzame logistieke concepten voor vervoer over water?
- Hoe zetten we geavanceerde materialen (zoals composieten en hoge sterkte stalen) in voor het ontwikkelen van grote constructies in extreme omstandigheden op zee, inclusief de effecten van corrosie, temperatuur, fouling, slijtage en vermoeiing?
- Hoe kunnen vernieuwingen binnen de maritieme sleuteltechnologieën Hydrodynamica, Maritieme constructies en Geïntegreerd scheeps- en

systeemontwerp, zoals Computational Fluid Dynamics (CFD), simulatie- en simulatortechnologie en het gericht gebruik van Big data analyse, bijdragen aan de doelstellingen van het perspectief 'Water als Blauwe Weg'?

- Hoe kunnen we de impact van scheepvaart op het mariene milieu verminderen, kijkend naar uitstoot van emissies (uitlaatgassen, geluid), ballastwater en anti-fouling?

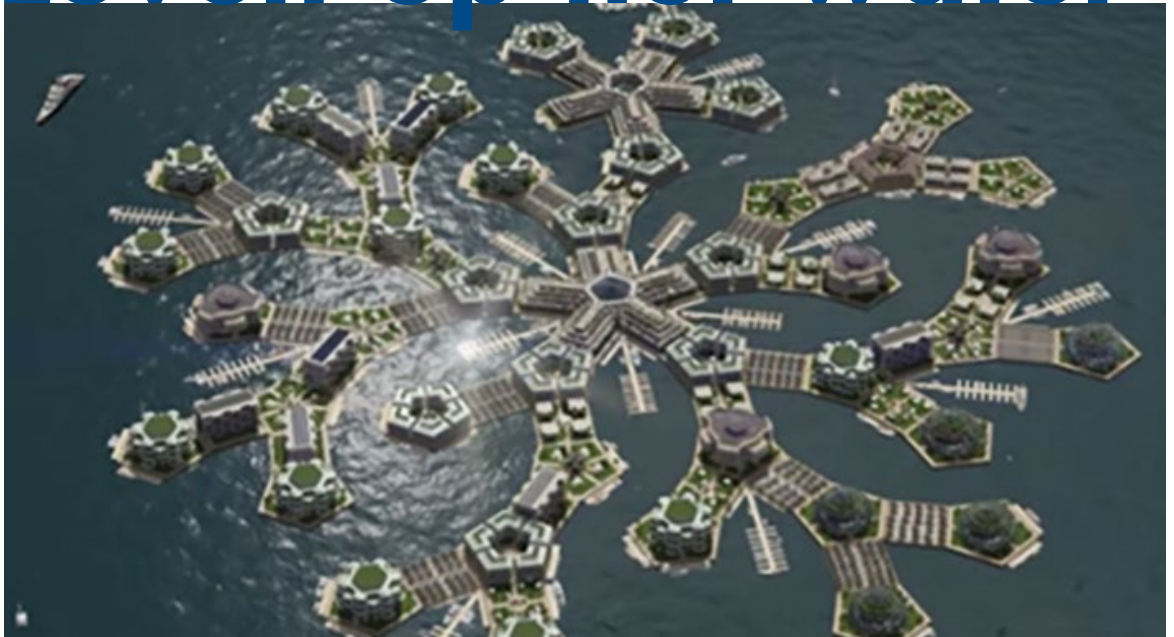
Aansluiting bij prioriteiten, mogelijke living labs en PPS-en in Topsector Water & Maritiem

- De Topsector Water & Maritiem wil de bovenstaande vragen de komende periode concreet uitwerken in twee living labs:
- Het 'E-ship' (Emissieloze schip) dat Wind Assisted Ship Propulsion (WASP) combineert met hybride voortstuwing en bio- of hernieuwbare brandstoffen. Het nieuwe oceanografisch onderzoeksschip van het NIOZ (als vervanging van de 'Pelagia') kan hierbij worden ontwikkeld en gebruikt als living lab.
- Het 'A-ship' (Autonome schip) dat door geïntegreerde automatische en autonome systemen veiligheid en efficiëntie combineert.



Het vraagstuk:

Leven op het water



Welke mogelijkheden biedt drijvend wonen, werken, voedselkweken, energie opwekken in een tijd van zeespiegelstijging, klimaatverandering en ruimtegebrek? In een tijd van zeespiegelstijging en overbevolking biedt de zee ruimte en mogelijkheden: drijvend wonen, voedsel verbouwen op en in het water, energie opwekken en opslaan, recreëren, enzovoort. De technologische uitdagingen hiervan zijn groot: hoe ontwikkelen we drijvende 'mega-structures' die sterk en veilig zijn in stormen en stroming? Hoe worden deze systemen aan elkaar verbonden? Hoe organiseren we het verkeer en vervoer? Maar de vragen zijn ook ecologisch: wat is de invloed van deze grote drijvende leefgemeenschap op het water er onder en rond omheen? Hoe maken we het systeem volledig circulair wat betreft water, energie, grondstoffen en afval?

Wetenschappelijke vragen vanuit dit toekomstperspectief

- Conceptueel: Wat zijn de optimale drijvende oplossingen voor maatschappelijke en economische uitdagingen zoals wonen, werken, voeding, energie en recreëren in tijden van zeespiegelstijging en overbevolking? Welke mogelijkheden zijn er voor multifunctioneel gebruik? Wat zijn de potentiële toepassingsgebieden op zee en in delta? Gelden daarbij ook beperkingen zoals waterdiepte, omgevingscondities, ecologie? Welke optimale ontwikkelpaden zijn er (wat betreft TRL niveau, locatie en grootte)?
- Technologisch: Welke sleuteltechnologieën zijn noodzakelijk voor de ontwikkeling van deze grote flexibele constructies in golven, wind en stroming? Wat is de juiste keuze van materialen? Hoe worden deze systemen aan elkaar en aan de zeebodem verbonden? Welke installatie-, monitoring-, onderhoud-, reparatie- en decommissioning methoden moeten worden ontwikkeld? Kan het platform haar eigen energie opwekken uit haar omgeving?
- Ecologisch: Wat is de impact van een drijvende oplossing op de ecologie van de omgeving (en hoe houdt zich dat met traditionele zand-opgespoten eilanden)? Hoe is de ecologie op het eiland zelf? Hoe maken we een drijvend eiland volledig circulair wat betreft water, energie, grondstoffen en afval? Wat doen we met het platform aan het einde van haar levenstijd?

- Sociologisch, psychologisch en medisch: Hoe is de maatschappelijke acceptatie door de maatschappij en de omgeving van dit soort mega eilanden? Welke sociologische processen spelen een rol bij een groep bewoners op een drijvend eiland? Welke gezondheids- en veiligheids aspecten spelen een rol? Wat doet een bewegend platform met de gezondheid van de mens?
- Economisch en maatschappelijk: Hoe dragen deze drijvende eilanden bij aan Blue Growth? Wat zijn de kosten en het verdienmodel? Hoe organiseren we het verkeer en vervoer? Welke wetgeving geldt voor een drijvend eiland op zee?

Aansluiting bij prioriteiten, mogelijke living labs en PPS-en in Topsector Water & Maritiem

Als eerste stap willen we toewerken naar een living lab in Nederlandse wateren waarin bovenstaande aspecten samenkomen. We denken dan aan een drijvend eiland in open, maar wel beschut, water als opschaalbaar model. Hierdoor kan ervaring worden opgedaan in alle aspecten die een rol spelen. Het IJsselmeer, het Markermeer of een beschutte plek langs de kust zijn hiervoor goede locaties.

Onder de werknaam 'Wat-een-eiland!' zou een extra drijvend eiland kunnen worden ontwikkeld in de buurt van de Markerwadden om op een verantwoorde manier vorm te geven aan de waterrecreatie in dat gebied (combinatie van haven en recreatie). Ook kan de ontwikkeling van dit drijvende living lab worden gecombineerd met de 'boerderij op zee' uit het toekomstperspectief 'Water als bron' (zeewierweek, visweek).



Bijlage 1: De Blauwe Route in de NWA

nationale wetenschaps agenda



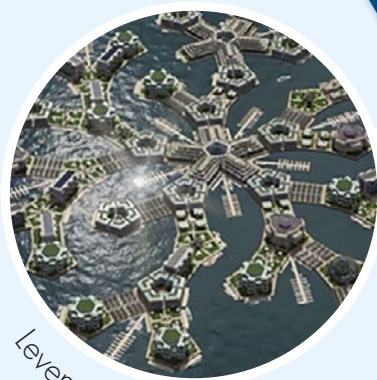
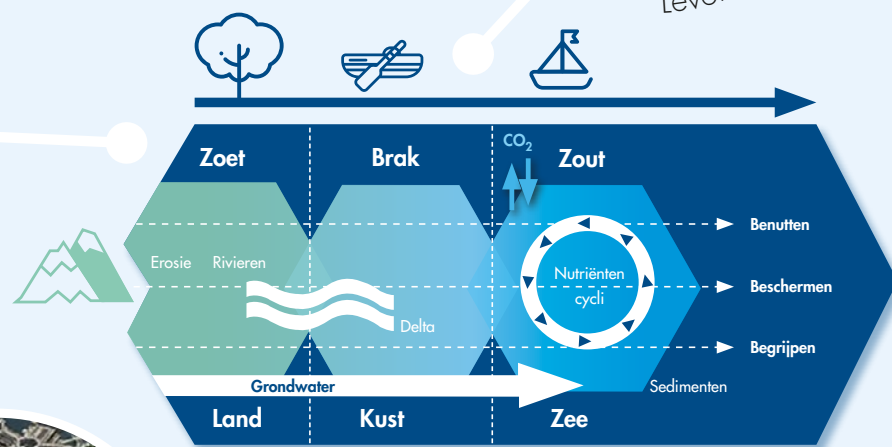
De Blauwe Route
Water als weg naar innovatieve en duurzame groei



Water als bron



Leven in de delta



Leven op het water



Water als blauwe weg

Resultaat van routeworkshop 'De Blauwe Route' op 12 mei 2016 met deelnemers van: IMARES, WUR, Hogeschool Zeeland, Endures, I&M, CWI, UvA, Vrije Universiteit, RuG, Saxion, UU, Hogeschool Rotterdam, MKC, TU Delft, MARIN, Naturalis, TNO, KNMI, Damen, Rijkswaterstaat, EZ, Deltares, Unesco-IHE, Allseas, NWO, NIOZ, UT, KNAW NIOO, S&T Corp

Dit document is opgesteld door de Voorbereidingsgroep: Hans Vissers (Deltares), Pieter 't Hart (MKC), Henk Prins (MARIN), Maurits Huisman (TNO), Gertjan Medema (TU Delft/KWR), Gertjan Reichart (NIOZ), Olga Clevering (I&M), Marck Smit (NIOZ), Marc Bierkens (Universiteit Utrecht)

Eindredactie: Henk Brinkhuis en Marck Smit (NIOZ), Bas Buchner (MARIN)

1. Belang, doel en urgentie van de Blauwe Route

1.1 Belang

Ruim 70% van het aardoppervlak bestaat uit water. Daarom wordt de Aarde ook wel de Blauwe planeet genoemd. Water is een voorwaarde voor alle bekende levensvormen. Zonder water geen leven. Water is de bron van voedselproductie, wekt energie op, is de drager van afvalstromen en transport en biedt mogelijkheden tot circulariteit.

Nederland is gelegen in een rivierdelta en is onlosmakelijk verbonden met de zee. Over het water hebben we de wereld ontdekt en nog steeds is Rotterdam de mainport van Europa. Nederlandse innovaties varen en werken op en in de wereldzeeën.

Maar Nederland ligt ook deels onder het water. In een eeuwenlange strijd tegen dat water is een veilig, vruchtbaar en welvarend land ontstaan. Nog altijd roepen onze manier van leven en onze Deltawerken in de wereld ontzag en bewondering op. En dat geldt ook voor onze innovatieve en duurzame manier van omgaan met water, met als goed voorbeeld de 'Building with Nature' aanpak.



Maar het water verandert. De zeewaterspiegel stijgt, klimaatverandering beïnvloedt de oceaan, (micro) plastics vervuilen het water, er is een gebrek aan schoon drinkwater en het bruikbare land raakt overvol. En juist op het scheidsvlak van water en land wonen steeds meer mensen en vinden we vruchtbare grond.

De Blauwe Route richt zich daarom op het beter **Begrijpen, Benutten en Beschermen** van oceanen, zeeën, delta's en rivieren. Van zout, zoet en grondwater. De kracht van de Blauwe Route is dat zij deze 'drie Bs' combineert en zo alle water vragen in de NVA met elkaar verbindt om daarmee mondiaal duurzaamheid, welzijn en welvaart te verhogen. 'Leven met water' staat centraal.

Het belang van deze route is daarom groot. Enerzijds gaat het om het beter **begrijpen** van gekoppelde aquatische, terrestrische, atmosferische en mariene processen en ecologie. Anderzijds willen we nieuwe technologie, productiesystemen en woon- en werkruimte ontwikkelen om het water duurzaam te **benutten**. Daarvoor is het noodzakelijk dat we het water **beschermen** en onszelf tegen het water beschermen. Onze activiteiten moeten de kwaliteit van de omgeving niet aantasten, maar verbeteren.

1.2 Doel: Leven met water

De doelstelling van de Blauwe Route is daarom: 'Leven met water'. En 'Leven met water' vraagt 'weten van water'. We zetten op deze route een stap in het beter en geïntegreerd begrijpen, benutten en beschermen van alle aan water gerelateerde functies en condities.

Juist vanuit onze achtergrond en expertise als zeevarende natie die leeft in een delta, kunnen we op dit vlak onze nationale en mondiale bijdragen leveren. We gaan van een 'gevecht tegen het water', via het 'bouwen met het water' naar het echt 'leven met water'.

De route verbindt uitdrukkelijk de traditionele betaclusters, techniek en de gamma-wetenschappen. Rondom water zijn niet alleen de ecologische, economische, analytische en technische aspecten van belang, maar ook bijvoorbeeld gekoppelde lokale, regionale en mondiale bestuurlijke en ruimtelijke beleidsvragen. Leven en werken met water biedt ruimte voor duurzame groei, zelfs in tijden van zeespiegelstijging, urbanisatie en toenemende mondiale bevolkingsgroei.

De route verbindt toegepaste vragen met meer fundamentele, conceptuele en normatieve vragen rond klimaatvraagstukken en waterveiligheid, water- en grondstofzekerheid, transport over water, duurzame energieopwekking op zee en in kustgebieden, opslag van energie in oppervlakte- en grondwater, maritieme infrastructuur, ruimtelijke ordening, stedenbouw, landwinning, water- en luchtkwaliteit, verduurzaming, voedsel- en biomassa-productie op land in het water, maar ook om bodemgezondheid, bodemdaling en biodiversiteit in de breedste zin.

1.3 Urgentie

Het veranderende water is een thema dat ons allemaal raakt. Rivieren, zeeën en oceanen vormen zowel een bedreiging als een kans.

Het World Economic Forum noemt 'watercrises' als grootste bedreiging qua impact voor de wereldeconomie. Het falen van adaptatie aan klimaatverandering scoort eveneens hoog in de top 10 van bedreigingen, zowel qua frequentie van voorkomen als qua impact (WEF, 2015). Daarnaast leeft de helft van de wereldbevolking op dit moment in delta's, kust- en riviergebieden. Urbanisatie zet de komende jaren stevig door en meer mensen gaan wonen in delta's. Naar verwachting zal dit percentage in 2050 zelfs oplopen tot 70% van de totale wereldbevolking. Deze delta's hebben een enorm potentieel, maar zijn tegelijkertijd ook enorm kwetsbaar voor zeespiegelstijging, verontreiniging en natuur- en weersinvloeden. Dat vraagt om mitigatie en adaptatie. De Blauwe Route sluit zo nauw aan bij de 'societal challenges' van de Europese Gemeenschap¹.

Maar water biedt ook nieuwe bronnen voor energie, grondstoffen, voedsel en transport. We kunnen het ons eenvoudigweg niet permitteren om stil te staan. Door benutten en beschermen te combineren op basis van begrip van het water-systeem, combineren we economie en ecologie. We delen daarbij de ambities van de Europese Gemeenschap op het vlak van 'Blue growth' in de 'Blue economy'². En de OECD spreekt van een sterk groeiende 'Ocean Economy'.

Nederland is groot geworden aan het water. Nu kunnen we verder groeien op, aan en in het water.

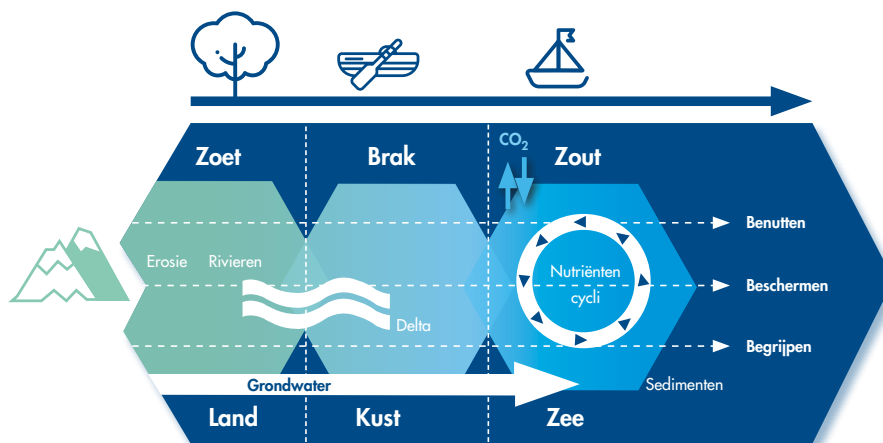
¹Voedselzekerheid / Duurzame landbouw, marien en maritiem onderzoek en bio-economie / Zekere, veilige, schone en efficiënte energievoorziening / Slim, groen en geïntegreerd transport / Klimaat en efficiënte grond- en hulpstoffen / Inclusieve en innovatieve samenleving / Veilige samenleving

²In mei vorig jaar publiceerde de Europese Commissie een mededeling getiteld 'Innovation in the Blue Economy: realising the potential of our seas and oceans for jobs and growth' en de onderzoeksdienst van het Europees Parlement publiceerde een rapport getiteld 'Ocean research in Horizon 2020: the Blue Growth potential'.

2. Vernieuwing en toekomstperspectieven ('game changers')

De Blauwe Route is vernieuwend en verbindend in haar aanpak:

- Om innovatief en duurzaam 'Leven met water' mogelijk te maken, willen we **begrijpen, benutten en beschermen combineren**. De Blauwe Route geeft een impuls aan een intensieve en gecoördineerde combinatie van bèta, technische en gamma wetenschappen, fundamenteel en toegepast, van economie en ecologie.
- De Blauwe Route wil **antwoorden geven over het onbekende**. We zijn op de maan geweest en onderweg naar Mars, maar over onze eigen oceanen weten we onvoldoende. Dat vraagt kennis van gekoppelde ecologie, kringlopen en processen in diep en ondiep water. Zo is de Atlantische Oceaan als klimaatmotor de sturende kracht achter processen die de dynamiek van de Nederlandse Delta bepalen. Ook de Arctic is zo'n gebied. Daar moeten we meer van weten.
- De Blauwe Route wil **'Leven met Water' mogelijk maken** ondanks talloze toekomstige bedreigingen. De Blauwe Route gaat van een 'gevecht tegen het water', via het 'bouwen met het water' naar het echt 'leven met water'. Dit biedt nieuwe perspectieven voor voeding, energie, grondstoffen, vervoer, wonen aan, op en in het water.
- De Blauwe Route is een definitieve breuk met het traditionele lineaire innovatieproces: innovaties vinden plaats in open netwerken en in de vorm van co-creatie van alle betrokkenen in wetenschap, maatschappij en bedrijfsleven. We kiezen daarbij voor een **aanpak via 'living labs'** waarbij concrete gebieden (de Randstad, de Zuidwestelijke Delta, de Wadden en Noordzee, de Atlantische oceaan) gebruikt worden als experimenteerruimte om het functioneren van het totale systeem, inclusief de innovaties daarin, beter te kunnen doorgronden.



De Blauwe Route verbindt het begrijpen van het hele water systeem aan het benutten en beschermen

Deze vier lijnen vertalen zich in vier toekomstperspectieven ('game changers'):

'Leven in de Delta' met als vraagstuk: hoe ontwikkelen we een 'Sustainable Urban Delta' waarin grote bevolkingsgroepen veilig, gezond en duurzaam samen wonen, werken, eten en leven? Wereldwijd groeit de verstedelijking in deltagebieden exponentieel. Daarmee nemen de risico's toe die de bewoonbaarheid en leefbaarheid van delta's bedreigen. Zeespiegelstijging, bodemdaling, extreme rivierafvoeren, waterschaarste, druk op de schaarse ruimte, grondwateruitputting, verzilting en waterverontreiniging zijn problemen waar we ons in de toekomst tegen moeten wapenen. Met Nederland als levend voorbeeld ('living lab') willen we werken aan de 'Sustainable urban delta'. Kennis over rivier- en kustsystemen, over stedelijke watersystemen, over adaptief deltamanagement, over efficiënter (circulair) gebruik van zoet water, over building-with-nature oplossingen, in een veranderende samenleving, biedt nieuwe wetenschappelijke uitdagingen.



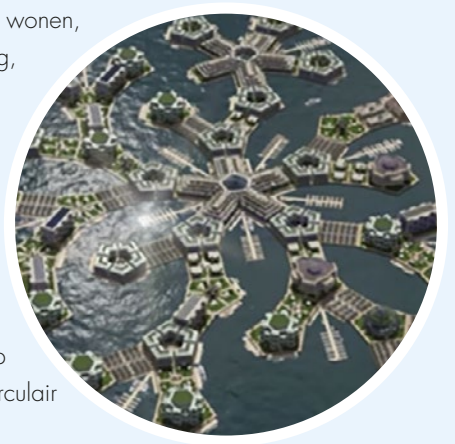
‘Water als bron’ met als vraagstuk: hoe benutten we water en de energie, grondstoffen en voeding op, in en onder dat water duurzaam en economisch verantwoord? Water is een bron van leven. Het is een belangrijke bron van plantaardig en dierlijk voedsel. Nieuwe vormen van voedselvoorziening voor mens en dier middels duurzame visserij, aqua farming en zeewierteelt bieden mogelijkheden om het beschikbare landbouwareaal nabij stedelijke gebieden te vergroten. Energiewinning op het water middels waterkracht, getijdestroming, golfenergie, osmose en ook wind in meren en op zee bieden enorme mogelijkheden voor duurzame energiewinning. Tenslotte zijn ook de ocean-, zee- en rivierbodem en ondergrond een bron van sedimenten, mineralen en andere essentiële grondstoffen die door de mens duurzaam gewonnen en benut dienen te worden.



‘Water als blauwe weg’ met als vraagstuk: hoe kunnen CO2 neutraal en autonoom varen en een toekomstgerichte inrichting van onze havens en vaarwegen bijdragen aan duurzaam en veilig vervoer? Ook voor de toekomst is het water als blauwe -vloeibare- weg de belangrijkste route voor transport van goederen naar de mainports van de toekomst. Maar die weg moet wel schoner en veiliger. Dat vraagt kennis en technologie op het vlak van hydrodynamica en energiesystemen om tot CO2 neutrale schepen te komen. ‘Natural propulsion’ (windvoorstuwung, maar ook bio-geïnspireerde oplossingen) en nieuwe materialen bieden kansen. Autonoom varen is een oplossingsrichting voor het veiliger maken van de scheepvaart en vaarwegen. Daarvoor zijn geavanceerde sensoren, systemen, big data analyse en ontwerpmethodieken nodig. En die schepen, vaarwegen, natte kunstwerken en mainports van de toekomst worden niet meer los van hun omgeving gebouwd. Hun invloed op de omgeving (emissies, geluid, verstoring) worden integraal meegenomen in het ontwerp.



‘Leven op het water’ met als vraagstuk: welke mogelijkheden biedt drijvend wonen, werken, voedselkweken, energie opwekken in een tijd van zeespiegelstijging, klimaatverandering en ruimtegebrek? In een tijd van zeespiegelstijging en overbevolking biedt de zee ruimte en mogelijkheden: drijvend wonen, voedsel verbouwen op en in het water, energie opwekken en opslaan, recreëren, enzovoort. De technologische uitdagingen hiervan zijn groot: hoe ontwikkelen we drijvende ‘mega-structures’ die sterk en veilig zijn in stormen en stroming? Hoe worden deze systemen aan elkaar verbonden? Hoe organiseren we het verkeer en vervoer? Maar de vragen zijn ook ecologisch: wat is de invloed van deze grote drijvende leefgemeenschap op het water er onder en rond omheen? Hoe maken we het systeem volledig circulair wat betreft water, energie, grondstoffen en afval?



Al deze perspectieven bieden ruimte voor de **living lab** aanpak waarbij wetenschappers, bedrijven, overheden, studenten en burgers concreet samenwerken aan (en zelfs samenleven in) een nieuwe werkelijkheid. Zo’n living lab combineert wetenschappelijke, sociale en technologische innovatie in één programma: er worden nieuwe producten ontwikkeld en tegelijkertijd wordt het gedrag van de eindgebruikers beïnvloed doordat ze direct betrokken zijn en nieuwe mogelijkheden krijgen. De living lab aanpak is ook een belangrijke brug tussen fundamenteel, toegepast en praktijkgericht onderwijs waar WO en HBO studenten actief in mee kunnen doen. En de living labs zijn ook levende demonstratie-sites waarin Nederland de wereld laat zien hoe je duurzaam kunt leven met water.

3. Impact: maatschappelijk, wetenschappelijk, economisch

Nederland is waterland. Dat blijkt ook in de NVA vragen. De grote belangstelling van het brede publiek voor duurzaamheidsvragen in het algemeen, maar ook voor specifieke water-gerelateerde vragen in het bijzonder, geeft aan dat dit onderwerp sterk leeft in de maatschappij en bij de aankomende generaties (van de schoolgaande jeugd tot toponderzoekers). De in de Blauwe Route meegenomen vragen zijn opgenomen in de Bijlage.

Nadrukkelijk omvat de Blauwe Route ook fundamentele vragen die cruciaal zijn voor de ontwikkeling van de (top)wetenschap. Nederland bezit unieke en wereldwijd leidende water-gerelateerde kennis en kunde, aan universiteiten en kennis instituten, die nu kan worden ingezet om zowel fundamenteel als toegepast onderzoek geïntegreerd te versterken. De aard van de vragen is sterk gericht op het fundamentele begrip van de processen die zich afspelen in de natuur en de technische wetenschappen, zoals bestudeerd door universiteiten en NIOZ. Nederland kan zich met de Blauwe Route internationaal profileren en voortbouwen op al lopende internationale samenwerking³. Hiermee wordt een belangrijke basis gelegd voor meer praktijkgericht onderzoek, waar Nederland eveneens een sterke positie heeft middels diverse TO2 instituten (MARIN, TNO, ECN, Deltares, DLO/IMARES) en andere waterinstituten (KWR, Wetsus) en hun internationale netwerken en projecten⁴. In dat geheel kan gebruik worden gemaakt van de unieke grote faciliteiten in Nederland, zoals de onderzoeksschepen van het NIOZ en de grote testbasins van Deltares en MARIN met de daarbij horende simulatie- en meettechnieken en simulatoren. Tot slot heeft Nederland veel ervaring met de ontwikkeling, uitvoering en governance van grote complexe en integrale uitvoeringsprogramma's (Deltaplan, Ruimte voor de Rivier) en de ontwikkeling van producten en diensten door het omvangrijke Nederlandse bedrijfsleven dat gerelateerd is aan de Blauwe Route. Daarmee bouwt de Blauwe Route voort op de (cross-sectorale) samenwerking zoals die de Topsectoren is opgebouwd. Voor de kenniseconomie die Nederland nastreeft worden op de Blauwe Route nieuwe onderzoekers (WO en HBO) ingezet en opgeleid.

De economische potentie van de Blauwe Route is groot. Dit is wat de EU 'Blue Growth' noemt. In het recente OECD rapport 'The Ocean Economy in 2030'⁵ voorspelt het OECD dat zelfs bij een gemiddeld scenario de 'ocean economy' tussen 2010 en 2030 verdubbeld naar USD 3000 miljard. Met haar sterke en innovatieve delta, maritieme en water sectoren en internationale reputatie op het vlak van Waterkennis kan Nederland hier als living lab een belangrijke bijdrage aan leveren. Dit past ook bij de ambities van de rijksbrede 'Maritiem Strategie'⁶.

³Onder andere in FP7/Horizon projecten zoals Earth2Observe, FLOODSITE, Clean Sea, IMPREX, LeanShips, HOLISHIP, Joules, MOTOR, Blue Nodules, PACEMAKER, DustTraffic, KM3NeT, DemoWare, BINGO, Solutions, ANSWER, SEWPROF en MaCuMBA.

⁴Zoals de JPI Oceans, de 'Vessels for the Future' Association, European Council for Maritime Applied R&D (ECMAR Association), Cooperate Research Ships (CRS), het European Institute of Innovation & Technology – Raw Materials

⁵OECD (2016), 'The Ocean Economy in 2030', OECD Publishing, Parijs

⁶'De Nederlandse Maritieme Strategie 2015-2025' van de ministeries van I&M, BZ, Defensie, EZ, Financiën, OC&W, SZ&W en V&J, januari 2015

4. NWA vragen en raakvlakken met andere routes

De in de Blauwe Route meegenomen NWA vragen zijn weergegeven in de Bijlage. De Blauwe Route kent veel raakvlakken met andere routes, waaronder big data, smart industry (autonoom varen, nieuwe materialen), energy transitie (duurzame energie op zee/uit water), smart liveable cities (sustainable urban delta, schoon water en afvalwater), circulaire economie en grondstoffenefficiency (grondstoffenwinning op zee, circulaire stedelijke waterketen), Kwaliteit van de omgeving ('Leven op het Water'), Duurzame productie van veilig en gezond voedsel (water voor voedsel, hergebruik afvalwater voor irrigatie) en logistiek en transport ('Water als blauwe weg').

5. Benodigde additionele middelen

Voor een baanbrekend programma met impact is een samenhangende onderzoeksinspanning met nieuwe impulsen noodzakelijk. Er zijn vele groepen actief op de verschillende deelgebieden, maar integrerende vraagstukken behoeven gecoördineerde aanpak in een samenhangende context.

Hierbij ontstaat de meeste meerwaarde wanneer we het begrijpen, benutten en beschermen koppelen aan onze vier toekomstperspectieven ('game changers'): 'Leven in de Delta', 'Water als bron', 'Water als blauwe weg' en 'Leven op het water'.

De beoogde NWA impuls bedraagt ca. 80 M€/jaar voor de verbindende en vernieuwende elementen en de vier toekomstperspectieven. Deze impuls zou vormgegeven kunnen worden via coördinatie van onderzoek (living labs) en multidisciplinaire calls waarin vereist is dat fundamentele en toegepaste beta, technische en gamma wetenschappen, instituten, overheid en bedrijven samenwerken.

De perspectieven moeten nu verder worden uitgewerkt met al deze betrokken partijen. Door de grote economische en maatschappelijke impact van de beschreven toekomstperspectieven zijn significante co-financiering en in-kind bijdragen van private en publieke partijen reëel wanneer de betrokken stakeholders voldoende inbreng hebben in de programmering.

Bijlage 2: NWA Water Vragen

- Hoe kunnen we rivieren, meren, zeeën en oceanen optimaal gebruiken voor energiewinning?
- Hoe kunnen we met efficiëntere transportmiddelen bijdragen aan de efficiëntie en milieuvriendelijkheid van het transportsysteem als geheel?
- Hoe kunnen we de samenleving op natuurvriendelijke wijze beschermen tegen overstromingen?
- Hoe houden we ons dichtbevolkte land leefbaar?
- Hoe meet en modelleer je de wisselwerking tussen ijs, atmosfeer en oceaan, zodat de zeespiegelstijging betrouwbaar voorspeld kan worden?
- Hoe kunnen we in de toekomst het water zorgvuldig beheren?
- Hoe kunnen we de kwaliteiten van de ondergrond beschermen en behouden voor mens en milieu, terwijl er ruimte blijft voor maatschappelijke ontwikkelingen?
- Hoe verandert het klimaat, inclusief extreme weersomstandigheden, en wat zijn de gevolgen ervan?
- Hoe kunnen wij agroproductiesystemen verduurzamen in relatie tot de wereldwijd toenemende vraag naar gezond en veilig voedsel?
- Hoe kunnen we een werkelijk circulaire economie realiseren en zo industriële productie van goederen minder afhankelijk maken van primaire grondstoffen?
- Hoe zorgen we ervoor dat de Nederlandse economie concurrerend blijft?
- Hoe kunnen we de cycli van koolstof, stikstof en fosfor beter benutten?
- Hoe functioneren ecosystemen en hoe gevoelig zijn zij voor milieu-invloeden?
- Wat is het belang van biodiversiteit en hoe behouden we deze?
- Hoe functioneren zeeën en oceanen en wat is hun betekenis voor de toekomst?
- Hoe kunnen we de veiligheid van verkeer en vervoer vergroten?
- Hoeveel mensen kan de aarde duurzaam huisvesten?
- Kunnen we slimme materialen en constructies ontwerpen met nieuwe geavanceerde eigenschappen?
- Hoe zorgen we ervoor dat de Nederlandse economie concurrerend blijft?
- Hoe houden we ons dichtbevolkte land leefbaar?
- Big data: kunnen we grote datasets en het verzamelen daarvan benutten voor het realiseren van waarden, het genereren van inzichten en het verkrijgen van antwoorden?
- Hoe krijgen we grip op de onvoorspelbaarheid van complexe netwerken en chaotische systemen?
- Hoe slaan we de brug tussen verschillende schalen bij het modelleren van dynamische systemen, zoals stromingen van en in vloeistoffen en gassen?



