



Planbureau voor de Leefomgeving

De toekomst van de Noordzee

De Noordzee in 2030 en 2050:
een scenariostudie

Beleidsstudie

De toekomst van de Noordzee

De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie

Jan Matthijsen, Ed Dammers & Hans Elzenga

De toekomst van de Noordzee
De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie
© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2018
PBL-publicatienummer: 2728

Auteurs

Jan Matthijsen, Ed Dammers & Hans Elzenga

Contact

jan.matthijsen@pbl.nl

Projectteam

Ed Dammers, Hans Eerens, Hans Elzenga, Anton van Hoorn, Jasper Hugtenburg, Joppe Veul, Jan Matthijsen (projectleiding)

Begeleidingsgroep Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschap en Ministerie van Defensie.

Merkus, Van der Veeren, Schermer Voest, Rekers, De Leede, Weenink, Kock, Vis, Reijbroek, Brieskorn, Vermeulen, Keijser, Pas, Klomp, Du Saar

Met dank aan

De deelnemers van de workshops op 13 juni en 5 september 2017 en Jurgen Batsleer, Wouter van Broekhoven (Visned), Eric Kreft, Barthold Schroot (EBN), Jaap Breunese (TNO), Katell Hamon (WER), Oscar Bos, Pauline Kamermans, Gerjan Piet, Nathalie Steins (WMR), Ben Scherpenzeel (Port of Rotterdam), Henk Weerts (RCE), Thomas Donders, Thomas Aksan (Tennet), Jaap de Rooij, Maarten van der Paard (KPN), Ernst van Zuijlen (TKI Energie Wind-op-zee), Frank van Rijn, Pieter Boot, Ton Dassen en de deelnemers aan de workshop ecologie op 14 september 2017.

Kaarten

HNS Landschapsarchitecten: Hugtenburg, Veul

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Matthijsen, J. et al. (2018), *De toekomst van de Noordzee. De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie*, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyse op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

BEVINDINGEN

De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie 8

VERDIEPING

Inleiding 22

- 1.1 Aanleiding en urgentie 22
- 1.2 Doel 23
- 1.3 Aanpak 23
- 1.4 Leeswijzer 25

De Noordzee nu 26

- 2.1 Inleiding 26
- 2.2 De huidige milieutoestand van de Noordzee 26
- 2.3 De Noordzee als voedselbron 27
- 2.4 Huidige gebruiksfuncties op het NCP: gebiedsindeling en ruimtebeslag 30
- 2.5 Beleidskaders voor toekomstig gebruik van het NCP 30
- 2.6 Mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik 30
- 2.7 Internationale context windenergie op zee 35

De Noordzee in de toekomst – integrale scenario's 36

- 3.1 Inleiding 36
- 3.2 Langzaam Verder 37
- 3.3 Pragmatisch Duurzaam 42
- 3.4 Snel Vooruit 46
- 3.5 Samen Duurzaam 50

De Noordzee in de toekomst – thematische uitwerking 54

- 4.1 Inleiding 54
- 4.2 Energietransitie 54
- 4.3 Robuuste natuur 61
- 4.4 Toekomstbestendige voedselvoorziening 63
- 4.5 Meervoudig ruimtegebruik 65

Literatuur 70

BEVINDINGEN

BEVINDINGEN

De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie

Inleiding

Er is veel te doen rond de Noordzee. Er lopen verschillende beleidstrajecten met doelen voor zowel de korte als de lange termijn. Het gaat om de Noordzeestrategie 2030, de Vervolgroutekaart Windenergie op zee 2024-2030, de uitwerking van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie, de Nationale Omgevingsvisie, de Europese richtlijn voor maritieme ruimtelijke planning, de beleidsanalyse Noordzee-natuur en de Politieke Verklaring betreffende de internationale samenwerking rond energie op de Noordzee (North Seas Energy Cooperation). De integrale afwegingen van deze brede set aan beleidstrajecten zijn moeilijk te overzien. Het PBL heeft daarom, op verzoek van de ministeries van EZK, IenW, LNV en BZK, voorliggende scenariostudie opgesteld voor de Noordzee voor 2030 en 2050. Doel van de studie is om antwoord te geven op de volgende vraag:

Wat zijn de mogelijke ruimtelijke en ecologische gevolgen van plausible ontwikkelingen op de Noordzee en specifiek het Nederlands Continentaal Plat, en wat betekent dat voor het beleid?

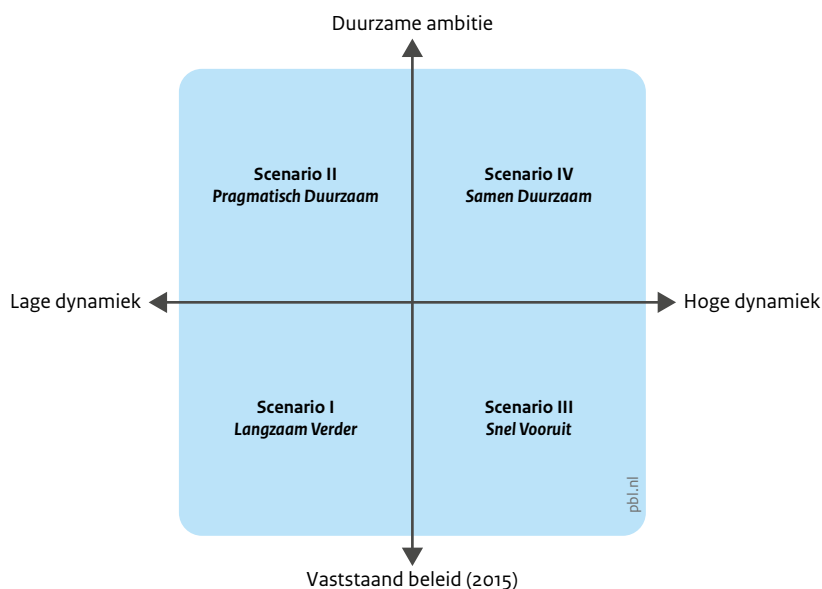
De voor deze studie ontwikkelde Noordzeescenario's zijn gebaseerd op de twee scenario's uit de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO), *Nederland in 2030 en 2050* (CPB & PBL 2015a). Die scenario's nemen het vaststaande beleid in 2015 als uitgangspunt en worden gekenmerkt door respectievelijk een lage en een hoge dynamiek van economische, technologische, klimatologische en andere ontwikkelingen. Beide scenario's veronderstellen dat het vaststaande overheidsbeleid in de toekomst ongewijzigd wordt voortgezet. De verregaande ambities van de klimaatafspraken die eind 2015 in Parijs zijn gemaakt zijn niet in de WLO-scenario's verwerkt. De toezeggingen van individuele landen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen daarentegen wel. Die toezeggingen zijn overigens bij elkaar opgeteld onvoldoende om het Parijsdoel, 'om ruim onder een stijging van twee graden te blijven', te halen (zie ook CPB & PBL 2015b).

Voor deze Noordzeescenariostudie zijn daarnaast twee 'duurzame' scenario's ontwikkeld, waarin extra beleid is verondersteld dat kan bijdragen aan de ambities van het Klimaatakkoord van Parijs en het VN-doel voor duurzame ontwikkeling van de Noordzee. Deze scenario's bieden ook de mogelijkheid om te verkennen hoe invulling kan worden gegeven aan de thema's 'energietransitie', 'robuuste natuur' en 'toekomstbestendige voedselvoorziening' uit de Noordzeestrategie 2030 en de Nationale Omgevingsvisie (die als tijdshorizon 2050 heeft). De combinatie van de WLO-scenario's en de duurzame scenario's levert de volgende vier scenario's op (zie ook figuur 1): *Langzaam Verder*, *Pragmatisch Duurzaam*, *Snel Vooruit* en *Samen Duurzaam*.

Deze scenariostudie is vooral gericht op de beleidsthema's die centraal staan in de Noordzeestrategie 2030: naar een energietransitie, naar een robuuste natuur en naar een toekomstbestendige voedselvoorziening. Maar ook de andere thema's worden daarin meegenomen, zij het minder uitgebreid, zoals defensie en cultureel erfgoed (zie figuur 2). Een centrale vraag is in hoeverre de beperkt beschikbare ruimte op het Nederlands Continentaal Plat door meervoudig ruimtegebruik – het combineren van verschillende gebruiksfuncties in een bepaald gebied – zo efficiënt en duurzaam mogelijk kan worden benut.

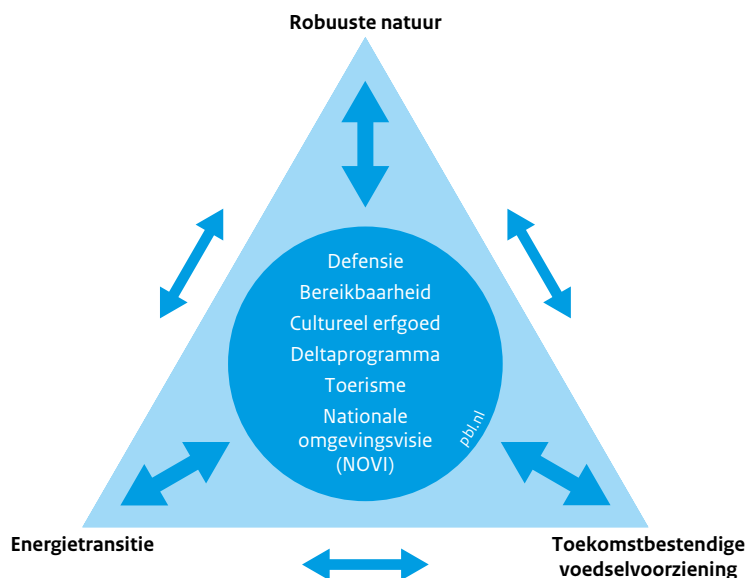
De economische gevolgen van de in de scenario's veronderstelde ontwikkelingen voor de drie genoemde beleidsthema's zijn – in termen als toegevoegde waarde en werkgelegenheid – mogelijk zeer groot. De transitie naar een duurzame energievoorziening zal zo gezien naar verwachting veruit de grootste economische impact hebben. De huidige economische waarde van de visserij en aquacultuur in Nederland is relatief klein en zal navenant af- dan wel toenemen volgens de ontwikkelingen in de scenario's. De brede waarde voor de samenleving van natuur en de verbetering ervan wordt veelal in de vorm van ecosysteemdiensten beschreven, maar is feitelijk moeilijk in economische termen te vatten.

Figuur 1
Positionering van de Noordzeescenario's



Bron: PBL

Figuur 2
Beleids thema's Noordzeestrategie 2030



Bron: www.noordzeeloket.nl

Een kwantitatieve analyse van de economische gevolgen ligt buiten de reikwijdte van deze studie. Om daarover meer helderheid te krijgen is een vervolgstudie nodig. In dit Bevindingen-deel presenteren we de belangrijkste conclusies voor de hoofdthema's van de Noordzee-

strategie 2030: energietransitie, robuuste natuur en toekomstbestendige voedselvoorziening. Per thema benoemen we ook een aantal kennisvragen die bij deze studie naar voren kwamen; over sommige onderwerpen bestaan nog belangrijke onzekerheden. In de laatste

Tabel 1

Overzicht energietransitiegegevens per scenario voor 2030 en 2050

	scenario I Langzaam Verder	scenario II Pragmatisch Duurzaam	scenario III Snel Vooruit	scenario IV Samen Duurzaam
Broeikasgasreductie (procent vermindering t.o.v. 1990) ¹				
2030	30%	45%	40%	50%
2050	45%	80%	65%	100%
Windvermogen op zee (gigawatt) ²				
2030	4,5	7,5	11,5	15
2050	12	22	32	60
Afvang en opslag van CO₂, CCS (megaton CO₂ per jaar) ³				
2030	-	-	15	20
2050	-	30	25	45
Besparing finaal energiegebruik (procent t.o.v. 2015) ⁴				
2030	4%	9%	0%	13%
2050	10%	20%	0%	30%

paragraaf van de Bevindingen bespreken we de ruimtedruk die volgens de scenario's op de Noordzee ontstaat als gevolg van de energietransitie en het streven naar een robuuste natuur en toekomstbestendige voedselvoorziening.

In de Verdieping beschrijven we de stand van zaken rond de Noordzee. We geven een overzicht van de vier Noordzeescenario's; de verhaallijnen per scenario inclusief kaartbeelden voor het NCP en de gehele Noordzee voor 2050. De uitkomsten van de scenario's behandelen we via de lijnen van de thema's uit de Noordzeestrategie 2030, zoals samengevat in dit Bevindingen-deel. De overige onderliggende gegevens, aannames en onderbouwing van de in deze studie veronderstelde ontwikkelingen in de Noordzeese sectoren zijn beschreven in een achtergronddocument dat naast deze publicatie is uitgebracht. Het achtergronddocument bevat ook een hoofdstuk waarin de mogelijke economische gevolgen voor Nederland van de ontwikkelingen op de Noordzee kwalitatief worden geschetst.

Energietransitie

De Noordzee kan voor Nederland en omringende landen een grote rol spelen bij het bereiken van een duurzame energievoorziening. Zo kunnen windturbines die daar worden geplaatst de uitstoot van broeikasgassen beperken. De mate waarin die uitstoot wordt teruggedrongen verschilt per scenario (tabel 1). Alleen in scenario IV *Samen Duurzaam* zit Nederland op een pad waarin de doelen van het Klimaatakkoord van Parijs worden bereikt. In dat scenario is er netto geen uitstoot van broeikasgassen meer in 2050; een vermindering

met 100 procent ten opzichte van het ijkjaar 1990. In scenario II *Pragmatisch Duurzaam* bereikt Nederland in 2050 een vermindering van 80 procent. Die afname zit aan de onderkant van de marge van 80-95 procent vermindering die de Europese regeringsleiders al in 2009 hebben afgesproken als Europese opgave voor een mondiaal pad richting de 'tweegradendoelstelling'. In scenario I *Langzaam Verder* en scenario III *Snel Vooruit* wordt de uitstoot in 2050 door Nederland verminderd met respectievelijk 45 en 65 procent. Als de rest van de wereld een vergelijkbare inspanning levert, komt de mondiaal gemiddelde opwarming in deze scenario's ruim boven de twee graden uit: 2,5-3 graden (scenario III *Snel Vooruit*) en 3,5-4 graden (scenario I *Langzaam Verder*).

De belangrijke rol van de Noordzee in de energietransitie komt in de scenario's vooral tot uitdrukking in het opgestelde windvermogen (tabel 1). Er worden tussen nu en 2050 tot vele duizenden windturbines op het Nederlands Continentaal Plat geplaatst. Hoewel andere duurzame opwekkingvormen – zoals zonne-, golfslag- en getijdenenergie – op langere termijn ook een rol zouden kunnen gaan spelen, is de bijdrage daarvan in deze studie niet gekwantificeerd. Daarnaast worden in drie van de vier scenario's lege gasvelden gebruikt voor de opslag van CO₂ die vrijkomt bij industriële activiteiten en de opwekking van energie (*carbon capture and storage*, CCS). In alle scenario's verdwijnt tussen 2030 en 2050 de olie- en gaswinning uit de velden op het Nederlands Continentaal Plat. Het moment waarop dat gebeurt hangt samen met de ontwikkeling van de prijzen van CO₂ en fossiele brandstoffen in de scenario's: hoe lager de prijs van fossiele brandstoffen en hoe hoger de CO₂-prijs, hoe eerder de olie- en gaswinning wordt beëindigd.

In scenario IV *Samen Duurzaam*, het scenario met de hoogste groei van windenergie, wordt in 2050 17 tot 26 procent van het Nederlands Continentaal Plat door windparken in beslag genomen. Bij de laagste groei (scenario I *Langzaam Verder*) is dit 3 tot 5 procent van het Nederlands Continentaal Plat. Ter vergelijking: in 2017 werd ongeveer een kwart procent in beslag genomen door windparken. Zoals gezegd is de olie- en gaswinning in alle scenario's in 2050 beëindigd. Behalve in scenario I *Langzaam Verder* worden er in alle scenario's platforms hergebruikt voor CCS. Desondanks is er netto sprake van een forse vermindering (meer dan 80 procent) van het aantal platforms op het Nederlands Continentaal Plat. Hoeveel windenergie en CCS nodig zijn om 'Parijs' te halen hangt samen met de nationale energievraag, de import en export van energie en welke energietransitie-maatregelen er op land en in het buitenland worden getroffen. Zo is de 60 gigawatt windenergie op zee in 2050 uit scenario IV *Samen Duurzaam* niet per se noodzakelijk om 'Parijs' te halen. Afhankelijk van een aantal factoren, met name de toename van windparken en CCS op de Noordzee, zou Nederland een exportland van duurzame stroom kunnen worden en zelfs CO₂ kunnen gaan opslaan voor andere landen.

Kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen

Nu aangewezen windgebieden bieden tot 2030 voldoende ruimte
In alle scenario's bieden de huidige aangewezen gebieden voor windenergie tot 2030 op zich voldoende fysieke ruimte voor de groei van windenergie op zee. In scenario I *Langzaam Verder* is er tot 2050 genoeg ruimte. Voor de overige drie scenario's zullen er tussen 2030 en 2050, bij de veronderstelde groei van windenergie op zee, nieuwe gebieden moeten worden aangewezen. Het moment waarop dat noodzakelijk wordt verschilt per scenario. Er kan ook aanleiding zijn om al voor 2030 nieuwe of andere gebieden aan te wijzen, als in de reeds gekozen gebieden de natuur of visserij onder druk komt te staan.

Bij hoge groei van windvermogen na 2030 ligt combinatie met natuur en/of visserij voor de hand ...

Met name in scenario IV *Samen Duurzaam* is de ruimteclaim van windenergie op zee in 2050 zo groot dat de huidige ruimtelijke scheiding tussen windparken enerzijds en natuurgebieden en visserij anderzijds moeilijk is vol te houden, tenzij geaccepteerd wordt dat beschermd natuurgebieden en visserijgebieden niet groeien of zelfs krimpen. Het combineren van windparken met beschermd natuurgebieden of visserij kan deels een oplossing bieden voor de ruimtedruk die ontstaat bij grote groei van windparken op zee. Maar ook in scenario II *Pragmatisch Duurzaam* en scenario III *Snel Vooruit* neemt het aantal windparken sterk toe en zullen op de Noordzee

verschillende vormen van meervoudig ruimtegebruik voorkomen.

Daarbij is verondersteld dat er maatregelen kunnen worden getroffen om de natuur voldoende te beschermen. Of dit ook daadwerkelijk kan is onzeker. De effecten van een toename van het windvermogen in 2050 met een factor 30 (scenario III *Snel Vooruit*) tot zelfs 60 (scenario IV *Samen Duurzaam*) kunnen maar beperkt van tevoren worden ingeschat op basis van de huidige kennis over de nadelige effecten van windparken. Ook omdat er sprake kan zijn van een nog onbekende versterking door een cumulatief effect van nadelige effecten met bijvoorbeeld de toenemende milieudruk door klimaatverandering. Het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) heeft eerste inzichten opgeleverd over wat de ecologische effecten kunnen zijn van windenergie op zee gestapeld op de overige druk op ecosystemen in de Noordzee. Daarnaast is in 2016 een vijfjarig onderzoeksprogramma gestart, het Wind op Zee Ecologisch Programma (Wozep), dat als doel heeft om de kennisleemtes rond de ecologische effecten van windenergie op zee in beeld te brengen. Dat programma zal de komende jaren veel nieuwe kennis opleveren, maar er kan niet van verwacht worden dat het antwoorden geeft op situaties die nog (lang) niet in beeld zijn. Een continue monitoring onder andere op basis van inzichten uit Wozep en KEC zal naar verwachting meer zicht kunnen geven op de langetermijneffecten. Samenwerking met de andere Noordzeelanden ligt hierbij voor de hand.

In deze studie kunnen we geen antwoorden geven op de vraag onder welke voorwaarden windparken daadwerkelijk kunnen worden gecombineerd met beschermd natuurgebieden of visserij-inclusief kunnen worden gemaakt. De antwoorden hangen samen met de politieke keuzes voor de mate waarin de drie beleidsdoelen van de Noordzeestrategie 2030 daadwerkelijk in zicht moeten komen en blijven.

... en moeten tijdig maatregelen worden genomen voor elektriciteitstransport naar en op land

Bij een groei van het opgestelde windvermogen van circa 1 gigawatt per jaar – overeenkomend met de ambitie in het Regeerakkoord 2017 voor de periode 2024-2030 – of meer, ontstaan er mogelijk al voor 2030 problemen als alle energie in de vorm van elektriciteit naar Nederland wordt getransporteerd.

Ten eerste is er langs de kust een gebrek aan ruimte om veel meer elektrakabels aan te landen. Het gebruik van elektrakabels met een grotere capaciteit kan deels een oplossing bieden. Maar op termijn zal mogelijk moeten

worden gezocht naar nieuwe plekken langs de kust om elektrakabels aan te landen. Ten tweede kan de sterke groei van het variabele elektriciteitsaanbod vanuit zee al in de periode 2024-2030 tot problemen in het stroomnetwerk op land leiden. Het stroomaanbod kan bijvoorbeeld groter worden dan de capaciteit van het netwerk (congestie), met mogelijke stroomstoringen tot gevolg. Voor dit tweede probleem zal op korte termijn grotere flexibilisering van de stroomvraag en het gedeeltelijk en tijdelijk afschakelen van het stroomaanbod van zee een oplossing kunnen bieden. Op de wat langere termijn lijkt verzwaring en uitbreiding van het bestaande netwerk op land en interconnectie met het buitenland nodig, met bijvoorbeeld ondergrondse gelijkstroomkabels en/of bovengrondse hoogspanningsleidingen. Dit geldt vooral als de grote ambities voor windenergie in scenario III *Snel Vooruit* en scenario IV *Samen Duurzaam* worden waargemaakt. Gezien de doorlooptijden van circa 10 jaar bij dit soort infrastructurele aanpassingen is de verwachting dat hiervoor al op korte termijn besluiten nodig zijn.

Omzetting van elektriciteit in waterstof als mogelijke oplossing voor transportprobleem

Om een grote groei van windenergie op zee zoals in scenario III *Snel Vooruit* en scenario IV *Samen Duurzaam* ook na 2030 te kunnen accommoderen zijn mogelijk grotere veranderingen van het energiesysteem nodig dan aanpassingen van het elektriciteitsnetwerk op land. De problemen die ontstaan om steeds meer stroom uit de windparken op zee aan land te krijgen kunnen bijvoorbeeld worden opgevangen door windstroom via elektrolyse om te zetten in waterstof (*power-to-gas*). Waterstof is als een geconcentreerde vorm van energie relatief gemakkelijk te vervoeren en langdurig op te slaan. Deze technologie biedt op papier allerlei voordelen bij het managen van het groeiende variabele stroomaanbod uit windenergie op zee en voor de energietransitie in het algemeen.

Power-to-gas staat als grootschalige optie voor het energiesysteem en als productiemethode van grondstof voor de industrie echter nog aan het begin van de ontwikkeling. Onder andere Tennet en de Gasunie ontwikkelen experimentele plannen voor de bouw van een energie-eiland op de Noordzee met ruimte voor power-to-gas. In scenario III *Snel Vooruit* en scenario IV *Samen Duurzaam* zijn zulke energie-eilanden op de Noordzee voorzien. Voor de korte termijn zal power-to-gas echter nog onvoldoende oplossing kunnen bieden om congestie op het stroomnetwerk op land door het stroomaanbod van zee te voorkomen. Een grootschalige inzet op waterstof uit windenergie op zee is een fundamentele keuze; het variabele aanbod van elektrische energie omzetten naar waterstof biedt

voordelen, maar er is nog weinig vraag en weinig infrastructuur om waterstof als energiedrager en grondstof te gaan gebruiken.

Internationale afstemming bij planning grootschalige energie-infrastructuur is van belang

Alle Noordzeelanden staan voor een grote infrastructuur-opgave. Ze hebben te maken met de aanleg van nieuwe infrastructuur om hun ambities voor windenergie op zee waar te maken, en met het op termijn opruimen of hergebruiken van de bestaande olie- en gasinfrastructuur. De Noordzeelanden werken sinds 2016 samen in de North Seas Energy Cooperation. Daarnaast wordt op Europees niveau de ruimtelijke ordening op de Noordzee gereguleerd via de EU-kaderrichtlijn voor maritieme ruimtelijke ordening en de North Sea Offshore Grid Initiative van de Europese netwerkorganisaties.

Voor een efficiënte en minder milieubelastende energie-infrastructuur op de Noordzee is het van belang om, bij het realiseren van de verschillende nationale doelen rond de energietransitie, de ruimtelijke plannen in een vroeg stadium internationaal op elkaar af te stemmen. Het gaat hierbij vooral over de grootschalige infrastructuur: windparklocaties, energie-eilanden, interconnectie met zware elektrakabels en gas- en olieleidingen en mogelijk ook om nieuwe pijpleidingen om waterstof aan land te brengen of om CO₂ in de Noordzeebodem op te slaan. Afstemming met Noordzeelanden over energie-infrastructuur op de Noordzee stelt Nederland beter in staat om een optimale nationale infrastructuur te plannen. Ook kan daarmee een verdere daling worden bereikt van de kosten die gemoeid zijn met de bouw en de aansluiting van windparken op het elektriciteitsnetwerk.

Coördinatie en aanpassing wetgeving zijn nodig om CCS in uitgeputte gasvelden mogelijk te maken

Offshore winning van olie en gas neemt in de scenario's af tot nul in 2050. Die ontwikkeling is in overeenstemming met de huidige inzichten over winning van gas uit de zogenoemde kleine velden. Het tempo waarin de winning afneemt, verschilt per scenario en sluit niet automatisch aan op de behoefte aan uitgeputte gasvelden voor CCS in de scenario's. Om de kosten te drukken zou er bij hergebruik van een platform niet meer dan ongeveer tien jaar moeten zitten tussen beëindiging van gaswinning en ingebruikname voor CCS. Binnen deze marge sluit de start van CCS in scenario III *Snel Vooruit* en scenario IV *Samen Duurzaam* aan bij de uitfasering van de platforms. Echter in scenario II *Pragmatisch Duurzaam* wordt er pas tegen het eind van de periode 2030-2050 met CCS gestart. Hierdoor zal een aantal platforms niet meer in aanmerking komen voor hergebruik en zijn er mogelijk onvoldoende geschikte platforms. Om dit zoveel mogelijk te voorkomen is afstemming tussen offshorebedrijven

nodig, gecoördineerd door de Rijksoverheid. Ook is aanpassing nodig van de huidige wetgeving die zegt dat olie- en gasplatforms na het beëindigen van de exploitatiefase moeten worden verwijderd.

Voor niet-routegebonden scheepvaart zijn bij groei windvermogen mogelijk maatregelen nodig

Een toenemend ruimtebeslag door windparken – vooral op het drukste deel van de Noordzee – leidt tot verdringing van de niet-routegebonden scheepvaart, zoals vissers- en recreatieboten. De grote schepen die routegebonden zijn houden zich aan de grote vaarroutes die voldoende ruimte zullen blijven bieden. Daarnaast is er een toename van scheepvaartbewegingen in de buurt van windparken voor het uitvoeren van onderhoud en beheer. Hierdoor zullen het routegebonden en niet-routegebonden scheepvaartverkeer elkaar steeds vaker kruisen en tegenkomen. Extra verkeersleiding van de scheepvaart (Vessel Traffic Service) kan helpen om het toegenomen verkeer veilig te laten verlopen. Voor de kleinere schepen zal er steeds minder vrije vaarruimte overblijven om ook buiten de grote vaarroutes te kunnen varen, vooral als er specifiek medegebruik is geregeld voor bijvoorbeeld aquacultuur of visserij met staand want. Extra corridors tussen windparken of vrije doorvaart door windparken kunnen hier de oplossing zijn. Hierbij kan ruimtelijk synergie worden bereikt met de luchtvaart door de locaties van corridors zonder windturbines en helikopterroutes zoveel mogelijk te laten samenvallen.

Kennisvragen

Uit de scenario's kunnen we een aantal kennisvragen afleiden. Kennisinstellingen die betrokken zijn bij het beleid gericht op de energietransitie, kunnen daar bij hun onderzoeksprogrammering rekening mee houden:

- In Nederland speelt aardgas een hoofdrol in de huidige energievoorziening en als grondstof in de industrie maar die rol zal in een transitie naar een duurzame energievoorziening sterk afnemen. Vormen waterstof of ander gasvormen uit windenergie op zee een realistisch alternatief? Wat zijn bijvoorbeeld mogelijke kostenontwikkelingen van de productie en het gebruik van waterstof in de industrie en bij productie van energie?
- Timing speelt een belangrijke rol bij het managen en afstemmen van de aankomende veranderingen op het gebied van gas- en oliewinning, windenergie op zee, CCS en mogelijk conversie naar waterstof en ondergrondse opslag ervan. Wat zijn hierbij de opties om tot een optimaal resultaat te komen en wat zijn belemmeringen?
- Hoewel er relatief veel bekend is over de technologie en kosten van CCS zijn er nog veel kennisvragen te verwachten als Nederland daadwerkelijk met CCS zal

gaan beginnen. Om CCS in de praktijk te brengen zijn er bijvoorbeeld nog verschillende governancevragen rond de verantwoordelijkheden bij afvang, levering, transport en opslag van CO₂.

- Nog onbekend zijn de langetermijneffecten op de natuur van een grote hoeveelheid windparken, zoals in scenario III *Snel Vooruit* en scenario IV *Samen Duurzaam*. Om hier grip op te krijgen zou onderzoek op basis van continue monitoring kunnen helpen. Dergelijk onderzoek heeft baat bij een gezamenlijk aanpak door de Noordzeelanden.

Robuuste natuur

Robuuste natuur is natuur die tegen een stootje kan en die nuttige functies vervult (ecosysteemdiensten levert). Dit is niet alleen een doelstelling van het nationale beleid, maar is ook belangrijk voor het realiseren van een van de duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties: het beschermen en duurzaam gebruiken van oceanen, zeeën en mariene hulpbronnen.

De toestand van de natuur is de afgelopen jaren verbeterd: er zijn vispopulaties die zich herstellen, de commerciële visbestanden staan er beter bij, de aantallen bruinvissen en grijze zeehonden nemen toe en kwetsbare bodemecosystemen worden beter beschermd. Deze verbetering is voor een groot deel te danken aan de beschermde natuurgebieden die zijn aangewezen waar de bodemberoerende visserij wordt beperkt of geweerd. Daarnaast zijn de eutrofiëring (toevoer van overmaat aan voedingsstoffen) van het zeewater en de toevoer van gevaarlijke stoffen in het water zodanig verlaagd dat ze alleen nog maar verwaarloosbare schade toebrengen aan organismen. Verder is de visserij, die momenteel de grootste invloed heeft op de natuur in de Noordzee, milieuvriendelijker vangstechnieken gaan toepassen.

Ondanks de verbeterde situatie kan de natuur echter nog niet robuust worden genoemd. Vispopulaties zijn namelijk nog steeds onevenwichtig. Zo zijn binnen veel populaties grote en oude vissen zeldzaam. Er zijn en worden, als onderdeel van Natura 2000, beschermde natuurgebieden aangewezen die deels van bodemberoerende visserij zijn gevrijwaard. En er is nog niet in alle opzichten sprake van een goede milieutoestand, oftewel een toestand waarbij de Noordzee een grote ecologische verscheidenheid kent, schoon, gezond en productief is en het gebruik ervan zich op een duurzaam niveau bevindt.

Belangrijke beleidsopgaven voor de komende jaren zijn: de ontwikkeling van een samenhangend netwerk van beschermde gebieden, het herstel van het bodemecosysteem, de ontwikkeling van het voedselweb (meerdere

voedselketens die schakels gemeenschappelijk hebben), de verbetering van de toestand van de zeevogels, de vermindering van de gevolgen van de verzuring van de Noordzee, het verkleinen van de impact die de visserij heeft op de ecologie, en het tegengaan van de negatieve gevolgen van grootschalige ontwikkeling van windenergie op zee voor vogels en zeezoogdieren.

Kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen

Het creëren van kleinere of grotere natuurnetwerken

De toekomstige toestanden van de natuur die de scenario's schetsen lopen nogal uiteen en daarmee ook de mate waarin robuuste natuur wordt bereikt. In alle scenario's gaat de natuur erop vooruit, maar de mate waarin verschilt. De mate van vooruitgang hangt vooral af van de ambities van de betrokken overheden en sectoren. In scenario I *Langzaam Verder* en scenario III *Snel Vooruit*, waarin het bestaande beleid wordt voortgezet, blijft het oppervlak aan natuur gehandhaafd op 20 procent van het Nederlands Continentaal Plat. In de scenario's met een duurzame ambitie wordt meer rekening gehouden met de duurzaamheidsdoelen van de VN: in scenario II *Pragmatisch Duurzaam* wordt een vergroot natuurnetwerk van beschermde gebieden gerealiseerd dat 35 procent van het Nederlands Continentaal Plat beslaat, en in scenario IV *Samen Duurzaam* een internationaal netwerk van al dan niet beschermde gebieden dat 50 procent in beslag neemt en dat aansluit bij de natuurgebieden in de buurlanden, die in deze scenario's net zo ambitieus zijn.

Algehele bescherming komt de vorming van robuuste natuur ten goede

Voor een robuuste natuur is het belangrijk om natuurgebieden in hun geheel te beschermen en er alleen activiteiten toe te staan die de natuur niet schaden, bijvoorbeeld geen bodemberoerende visserij en alleen op beperkte schaal visserij met passieve vangstechnieken, zoals visserij met staand want. Een dergelijke beschermingsgraad is aanzienlijk ambitieuzer dan de 30 à 35 procent van de beschermde natuurgebieden die nu voor de bodemberoerende visserij zijn of worden gesloten.

Daarnaast is het relevant om er bij de aanwijzing van beschermde natuurgebieden rekening mee te houden dat allerlei soorten zich door de opwarming van het water waarschijnlijk noordwaarts gaan verplaatsen. Verder is het van belang om de nationale ambities goed op die van de buurlanden af te stemmen. Dit geldt niet alleen voor de aanwijzing van de natuurgebieden, maar ook voor de beschermingsregimes. Op deze manier versterken de ambities elkaar. Voorts is het relevant om niet alleen condities voor natuurherstel te creëren, maar om het herstel ook actief te bevorderen, bijvoorbeeld door

oesterriffen of kunstriffen te creëren, of olie- en gasplatforms en windturbinevoeten als hard substraat⁵ te hergebruiken. Hierdoor gaat de biodiversiteit er naar verwachting meer op vooruit. Met het oog hierop is het belangrijk om de opruimplicht aan te passen en expliciet aan te geven wat onder welke voorwaarden kan blijven staan.

Biodiversiteit gedijt bij de grotere, beter beschermde natuurgebieden en verbeterde waterkwaliteit

De visbestanden nemen in alle vier de scenario's toe door de verdere verbetering van de waterkwaliteit en extra in scenario II *Pragmatisch Duurzaam* en scenario IV *Samen Duurzaam* door de verdere uitbreiding van het aantal beschermde natuurgebieden. Omdat de vissoorten erop vooruitgaan en de waterkwaliteit in alle vier de scenario's beter wordt, nemen de aantallen zeezoogdieren in de scenario's verder toe. Daarnaast zet de verduurzaming van de visserij zich in alle scenario's door, zij het in verschillende tempo's. Dit komt onder andere tot uitdrukking in nieuwe vangstechnieken die selectiever vissen mogelijk maken. Daardoor neemt de negatieve impact van de visserij op de biodiversiteit af en zullen er minder zeezoogdieren omkomen in visnetten. Door de toename van de vissoorten nemen de aantallen zeevogels in de scenario's eveneens toe; alleen zeevogels die baat hebben bij de visserij zullen door de aanlandplicht (van bijvangst) de komende jaren in aantal teruglopen.

De goede milieutoestand kan bij huidig beleid voor of rond 2030 worden bereikt

De 'goede milieutoestand', waarbij de zee een grote ecologische verscheidenheid kent, schoon, gezond en productief is en het gebruik ervan duurzaam is, kan voor of rond 2030 worden bereikt. De doorwerking van het huidige beleid zorgt op zich al voor een vermindering van de eutrofiëring. En door een aanscherping van de milieunormen en nieuwe milieutechnieken die in alle vier de scenario's worden voorzien, neemt de eutrofiëring nog verder af en kan de milieutoestand nog verder verbeteren. Wel neemt als gevolg van de stijgende CO₂-concentraties zowel de verzuring als de temperatuur van het zeewater verder toe, maar niet in elk scenario even sterk. Zo lopen in scenario I *Langzaam Verder* en scenario III *Snel Vooruit* bij een gemiddelde mondiale opwarming van 2°C in 2050 vooral schaal- en schelpdieren risico als gevolg van de versterkte verzuring van het zeewater; bij een opwarming van 1°C in 2050 in scenario II *Pragmatisch Duurzaam* en scenario IV *Samen Duurzaam* blijft de schade naar verwachting beperkt.

Natuurschade door windturbines minimaliseren

Het windvermogen op zee kan sterk oplopen, namelijk van ongeveer 1 gigawatt in 2017 tot 32 gigawatt in 2050 binnen scenario III *Snel Vooruit* en zelfs tot 60 gigawatt in

scenario IV *Samen Duurzaam*. In die scenario's worden windparken ook in (nieuwe) beschermde natuurgebieden geplaatst. De funderingen van de windturbines leveren hierbij hard substraat op, wat bevorderlijk is voor de biodiversiteit. Dit kan gestimuleerd worden door de funderingen en de pijlers van de windturbines zo te ontwerpen en te bouwen dat ze functioneel zijn en tegelijkertijd zo gunstig mogelijk voor de biodiversiteit.

Het plaatsen en later ook weer verwijderen van windturbines kan voor de nodige geluidsbelasting onder water zorgen. Die geluidsbelasting kan worden verkleind door vernieuwingen in funderings- en slooptechnieken en drijvende windturbines, bij dieptes van 50 meter of meer. Ook de invoering van geluidsnormen door de Europese Unie en het Verenigd Koninkrijk, die er nu op dit niveau nog niet zijn, kan de geluidsbelasting beperken. Een goede afstemming van de normen is dan gewenst.⁶ De sloop van windturbines kan er overigens ook toe leiden dat hard substraat weer verloren gaat. Zoals eerder al genoemd, zou aanpassing van de opruimplicht hier uitkomst kunnen bieden.

Daarnaast kan de natuurschade worden beperkt door de locaties van windturbines zorgvuldig te kiezen. Het plaatsen van extra grote turbines ver uit elkaar of van turbines met twee bladen of zelfs met één blad kan de aantallen slachtoffers onder zeevogels en vleermuizen beperken. Daarnaast is het belangrijk windturbines zoveel mogelijk daar te plaatsen waar de kans op slachtoffers het kleinst is. Dat zijn vooral locaties verder uit de kust, die daardoor wel duurder zijn. Ook kunnen de locaties zo gekozen worden dat ertussen grote aaneengesloten natuurgebieden ontstaan.

Kennisvragen

Uit de scenario's kunnen we een aantal kennisvragen afleiden. Kennisinstellingen die betrokken zijn bij het natuurbeleid kunnen daar bij hun onderzoeksprogrammering rekening mee houden:

- Er is nog onvoldoende kennis over de invloed van een verdere verzuring van de Noordzee; wat zijn de gevolgen voor schelpdieren en andere organismen?
- De opwarming van het zeewater leidt waarschijnlijk tot andere migratiestromen van vissen en andere soorten; wat betekent dit voor de biodiversiteit in en de optimale locaties van de natuurgebieden?
- De verschillende menselijke activiteiten op de Noordzee nemen toe, zoals meer scheepvaart, windparken en zandwinning. Wat zijn hiervan op de lange termijn de cumulatieve effecten, bijvoorbeeld op zeezoogdieren? Bij het beantwoorden van die vraag kan worden aangesloten bij het huidige Kader Ecologie en Cumulatie.
- Windturbines veroorzaken slachtoffers onder zeevogels en vleermuizen. Om wat voor aantallen gaat het en wat

is de invloed van de locaties, de wiekgrootten en de rotortechnieken hierop? Aanvullend onderzoek kan helpen om de bestaande rekenmethodes te valideren.

Toekomstbestendige voedselvoorziening

Bij een toekomstbestendige voedselvoorziening gaat het om een voedselvoorziening die in economisch, sociaal en ecologisch opzicht duurzaam is. Dit betekent dat vissersbedrijven genoeg inkomsten hebben, dat vis uit de Noordzee door elke burger gegeten moet kunnen worden, en dat bij het vissen natuur en milieu worden gespaard – zowel op de korte als de lange termijn.

De afgelopen jaren zijn de schepen efficiënter geworden en zijn de aantallen vissers en schepen afgenomen. Naar verwachting zal deze trend zich de komende jaren doorzetten. Dit komt dan vooral door de verdergaande fusies van (vissers)bedrijven. Het tempo waarin dit gebeurt loopt uiteen in de scenario's. Zo nemen de aantallen vissers en schepen in scenario I *Langzaam Verder* sterk af door de daling in de vraag naar eiwitrijk voedsel en vooral door de Brexit, terwijl de aantallen in scenario III *Snel Vooruit* maar beperkt afnemen vanwege de stijgende vraag naar kwaliteitsvis die dicht bij huis is gevangen en een zachte Brexit.

Dat het aantal vissers en schepen afneemt wil niet zeggen dat de productie en daarmee de voedselvoorziening afnemen. De schepen worden immers steeds efficiënter. En door het aangepaste visserijbeleid van de EU (met een focus op een duurzame opbrengst) en nieuwe technieken zullen visbestanden zich verder herstellen, wat op termijn de mogelijkheid biedt om meer vis te vangen.

De fusies van vissersbedrijven kunnen positieve gevolgen hebben voor de verduurzaming van de visserij. Grotere bedrijven hebben namelijk vaker een langetermijnperspectief en meer mogelijkheden om in nieuwe vangsttechnieken te investeren.

Een mogelijk toekomstig alternatief voor de visserij is de aquacultuur. Op dit moment is aquacultuur in Nederland klein van omvang en divers van karakter. Er worden vooral schelpdieren zoals mosselen en oesters gekweekt. Of de sector in de komende jaren al dan niet een grote vlucht neemt en zich ook zal richten op het kweken van vis, hangt vooral af van de Nederlandse en Europese bevolkingsgroei (meer monden te voeden), de welvaartsgroei (meer geld aan voedsel te besteden) en de veranderende voedselvoorkeuren (verschuiving in vraag naar al dan niet eiwitrijk voedsel uit zee). Hoewel aquacultuur op internationaal niveau de visserij voor een deel kan gaan verdringen, neemt de verdringing

op het Nederlands Continentaal Plat in geen van de scenario's een hoge vlucht. Dit deel van de Noordzee is voor kweekvis als de zalm namelijk te warm en voor de zeebaars juist te koud. De kweek van schelpdieren, microalgen en macroalgen (zeewier) heeft naar verwachting meer potentie dan duurzame kweek van vis op zee. Viskweek op zee heeft alleen perspectief wanneer dit gebeurt binnen gesloten systemen waarin verschillende teelten met elkaar een cyclus vormen.

Kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen

Windenergie, natuurontwikkeling en een harde Brexit zullen ruimte voor visserij beperken

Volgens de scenario's zal de beschikbare ruimte voor de visserij op de Noordzee de komende jaren (aanzienlijk) afnemen. Factoren die de grootste invloed kunnen uitoefenen zijn de Brexit en de ambities voor windenergie op zee. Een harde Brexit zoals in scenario I Langzaam Verder kan met zich meebrengen dat Britse visgronden niet meer toegankelijk zijn voor Nederlandse vissers. Daarnaast kunnen natuurontwikkeling en de ontwikkeling van aquacultuur, vooral de teelt van schelpdieren, zeegroenten en algen, een rol spelen.

Dit vergt een omslag in het denken van de visserijsector: terwijl er traditioneel vrijwel onbeperkte ruimte was, zal de sector steeds meer rekening moeten houden met andere gebruikers van de zee. Voor de demersale visserij (vangst van vissen die dicht bij de bodem van de zee leven, zoals tong en schol) zal een harde Brexit grote gevolgen hebben, omdat Nederlandse vissers dan niet meer op Britse visgronden mogen vissen. Zoals de scenario's I *Langzaam Verder* en scenario II *Pragmatisch Duurzaam* aangeven, kan er opnieuw overcapaciteit ontstaan die een sanering van de sector nodig maakt.

Wijs gebieden aan waar natuur prevaleert, maar ook gebieden waar visserij prevaleert

Vissen in natuurgebieden zonder de biodiversiteit aan te tasten is in principe mogelijk, maar dit vergt kleine quota en strikte handhaving van de quota en de vangstechnieken in deze gebieden. Daarnaast vereist dit een verdergaande verduurzaming van de visserij, wat wil zeggen dat de bijvangst moet worden beperkt.

Verder helpt het als er een duidelijk onderscheid wordt gemaakt tussen beschermde natuurgebieden waar niet of alleen selectief gevestigd mag worden (wel visserij met passieve vangstechnieken, geen bodemberoerende visserij) en visserijgebieden waar de natuur ondergeschikt is aan de visserij. Zo kunnen er bijvoorbeeld 'visakkers' worden ingesteld voor de bodemberoerende visserij, waar vanwege deze visserij meer snelgroeiende soorten

voorkomen die ook gunstig kunnen zijn voor de commerciële vissoorten.

Visserij-inclusieve windparken zijn mogelijk door aan beide sectoren voorwaarden te stellen

Windparken kunnen op zo'n manier worden aangelegd dat er tussen de windmolens kan worden gevestigd ('visserij-inclusieve windparken'). Voorwaarden zijn wel dat de afstanden tussen de turbines groot genoeg zijn om de verschillende soorten sleepnetten te kunnen gebruiken en dat kabels worden ingegraven (eventueel in combinatie met bovenleidingen). De vissersschepen mogen geen sterk bodemberoerende vangstechnieken gebruiken, zoals de traditionele boomkor, omdat anders ingegraven leidingen los kunnen komen te liggen of zelfs kunnen worden geraakt.

Visserijsector is gebaat bij duidelijkheid over de langetermijnambities voor windenergie en natuur

Voor de visserij is het belangrijk dat in een vroeg stadium duidelijk wordt gemaakt wat de langetermijnambities zijn voor windparken en beschermde natuurgebieden. Dit stelt de sector in de gelegenheid om zich hierop voor te bereiden, bijvoorbeeld door in andere typen vaartuigen en vangstechnieken te investeren en op termijn eventueel op nevenactiviteiten in te zetten, zoals diensten voor de windparken en andere activiteiten zoals aquacultuur.

Aquacultuur kan makkelijker plaatsvinden in natuurgebieden en windparken

Voor aquacultuur heeft de ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden en windparken minder grote gevolgen. De teelt van schelpdieren, microalgen en zeewieren kan namelijk relatief gemakkelijk op een duurzame manier plaatsvinden en lokaal zelfs bijdragen aan een hogere waterkwaliteit. Aquacultuur kan ook binnen windparken plaatsvinden, maar dit stelt wel hogere eisen aan de stormbestendigheid van de kweekinstallaties ter voorkoming van mogelijke schade aan windturbines door het losraken van de installaties bij hevige wind.

Door klimaatverandering moet vissector zich op termijn wellicht gaan richten op andere vissoorten

De verwachte klimaatverandering zal zowel voor de visserij als voor de aquacultuur gevolgen hebben. De visserij dient er rekening mee te houden dat de klimaatverandering een vismigratie met zich meebrengt. Vissoorten zoals de kabeljauw zullen hierdoor meer naar gebieden ten noorden van het Nederlands Continentaal Plat trekken; soorten zoals de mul zullen juist vanuit het zuiden naar het Nederlands Continentaal Plat trekken. Mogelijk moet de Nederlandse visserij zich hierdoor voor een deel op andere vissoorten gaan richten. Hetzelfde

geldt voor aquacultuur als viskweek hier wel een groter deel van gaat uitmaken.

Kennisvragen

Uit de scenario's kunnen we een aantal kennisvragen afleiden. Kennisinstellingen die betrokken zijn bij het beleid gericht op de voedselvoorziening kunnen daar bij hun onderzoeksprogrammering rekening mee houden:

- Welke effecten zullen innovatieve vangsttechnieken (met name 'precisievissers') hebben op bijvoorbeeld de opbrengst, de bijvangst, de vispopulaties en de brandstofkosten?
- Aan welke voorwaarden moeten de visserij en de windenergiesector voldoen om visserij binnen windparken haalbaar en aantrekkelijk te maken?
- Welke nieuwe technieken voor aquacultuur kunnen op korte en middellange termijn worden toegepast en welke technieken maken aquacultuur binnen windparken (beter) mogelijk.
- Wat zijn de technische mogelijkheden en beperkingen en de economische haalbaarheid van gesloten systemen waarin viskweek wordt gecombineerd met mosselkweek en zeewierteelt?

Ruimtedruk op Noordzee neemt toe

De scenario's laten zien dat de druk op de Noordzee de komende jaren nog (veel) groter kan worden. Zowel de energietransitie als het streven naar een robuuste natuur en toekomstbestendige voedselvoorziening leiden tot een toename van de ruimtedruk.

Het opgestelde windenergievermogen in 2050 loopt in de scenario's uiteen van 12 gigawatt in scenario I *Langzaam Verder* tot 60 gigawatt in scenario IV *Samen Duurzaam*. Dit vergt een ruimtebeslag van 3 tot mogelijk 26 procent van het Nederlands Continentaal Plat. Waarschijnlijk zullen huidige aangewezen gebieden alleen in het eerste scenario voldoende ruimte bieden.

De natuurambities kunnen variëren van handhaving van de beschermde natuurgebieden die al zijn aangewezen (20 procent van het Nederlands Continentaal Plat) tot het creëren van een vergroot nationaal netwerk of zelfs een internationaal netwerk van beschermde natuurgebieden (35 tot 50 procent van het Nederlands Continentaal Plat).

Verder zal de Noordzee intensiever gebruikt worden door bestaande functies zoals scheepvaart, zandwinning, defensie en ook gebruikt gaan worden door nieuwe functies zoals aquacultuur. De visserij wordt in bijna alle scenario's geconfronteerd met een inperking van de ruimte. Dit kan gebeuren door de windenergie- en natuurambities, maar ook door een harde Brexit.

Combinatie van functies – meervoudig ruimtegebruik – is noodzakelijk

De uitbreiding van windenergie op zee en van beschermde natuurgebieden op zee kan moeilijk worden gerealiseerd zonder de ruimte te delen met andere functies. Hierbij kan het gaan om combinaties van twee functies, zoals windenergie met natuur, maar combinaties van drie functies, zoals windenergie, natuur en aquacultuur of visserij, zijn ook denkbaar. Daar waar de uitbreiding van windenergie op zee ten koste gaat van andere sectoren zal bepaald moeten worden of en, zo ja, hoe die sectoren worden gecompenseerd.

Meervoudig ruimtegebruik kan synergie opleveren, maar ook conflicten

Het combineren van functies kan synergie opleveren, zoals betere waterkwaliteit door mosselteelt in een beschermd natuurgebied, maar ook conflicten, zoals bodemberoerende visserij in een gebied waar de zeebodem kwetsbaar is. In veel gevallen betekent meervoudig ruimtegebruik dat er voorwaarden aan het gebruik van de ruimte worden gesteld. Het is belangrijk om voor gebieden waar veel ruimteclaims op worden gelegd, het toegestane ruimtegebruik en de voorwaarden waaraan de verschillende vormen van gebruik dienen te voldoen, expliciet te maken in integrale visies.

Het gebruik van waardekaarten kan helpen de desbetreffende gebieden te identificeren

Waardekaarten kunnen een hulpmiddel zijn bij het in beeld krijgen van de synergiemogelijkheden en de beperkingen van meervoudig ruimtegebruik op zee. Een waardekaart geeft voor een bepaalde functie de meest waardevolle gebieden aan; door de kaarten over elkaar te leggen wordt duidelijk waar de waardevolle gebieden elkaar overlappen. Op basis hiervan kan worden nagegaan op welke locaties synergie tussen functies mogelijk is en op welke locaties zich conflicten voordoen. Hierbij vergt de verhouding tussen de energietransitie, de ontwikkeling van een robuuste natuur en een toekomstbestendige voedselvoorziening bijzondere aandacht. Belangrijk is dat hiervoor gedeelde uitgangspunten en spelregels worden opgesteld en dat niet alleen wordt ingezet op het klimaatakkoord van Parijs maar ook op de goede milieutoestand en het duurzame ontwikkelingsdoel van de VN voor de zee. Vervolgens kan worden bepaald welke voorwaarden gecreëerd dienen te worden om de synergieën mogelijk te maken en de conflicten tegen te gaan. Hierbij is het ook relevant om aan te geven op welke locaties welke functie de hoogste prioriteit heeft. Tot slot kan bepaald worden wie de extra kosten moeten dragen die nodig zijn om de combinatie mogelijk te maken.

De toekomst van de Noordzee en het Regeerakkoord 2017

In deze studie naar de toekomst van de Noordzee hebben we gebruikgemaakt van vier scenario's. De thema's in die scenario's komen vaak ook voor in het Regeerakkoord; hoe verhouden ze zich tot elkaar?

1. *Windenergie*: De uitbreiding van windenergie op zee komt volgens de ambities in het Regeerakkoord in 2030 uit op ongeveer 11,5 gigawatt. Die hoeveelheid strookt met de groei van het windvermogen in scenario III *Snel Vooruit* in 2030.
2. *Ondergrondse opslag van CO₂ op de Noordzee*: In het Regeerakkoord wordt gedacht over het in 2030 ondergronds opslaan van 18 megaton CO₂. In twee van de vier scenario's vindt er al in 2030 CCS plaats op de Noordzee: 15 megaton CO₂ in scenario III *Snel Vooruit* en 20 megaton in scenario IV *Samen Duurzaam*.
3. *Aanwijzen van nieuwe natuurgebieden (onder andere op de Noordzee)*: De regering geeft in het Regeerakkoord aan geen nieuwe gebieden te willen aanwijzen bovenop wat er in Europees verband wordt afgesproken. Dat beleidsvoornemen is niet een-op-een te vergelijken met een van de Noordzeescenario's omdat de huidige Europese ambitie rond uitbreiding van natuurgebieden op de Noordzee niet duidelijk is. In scenario II *Pragmatisch Duurzaam* en scenario IV *Samen Duurzaam* wordt het aantal beschermde natuurgebieden op de Noordzee uitgebreid. In scenario I *Langzaam Verder* en scenario III *Snel Vooruit* blijven de huidige natuurgebieden gehandhaafd.
4. *Visgebieden op de Noordzee*: In het Regeerakkoord staat dat het kabinet er in Europa op inzet dat er niet meer visgebieden gesloten worden dan noodzakelijk vanuit Europese regelgeving. Nederland zal verder in EU-verband bepleiten dat bij de locatie van windturbines op zee rekening wordt gehouden met de belangen van de visserij en dat daar waar mogelijk 'multifunctioneel' gebruik wordt toegestaan. Dit element komt in alle scenario's op verschillende manieren aan de orde.
5. *Visvangsttechnieken*: Volgens het Regeerakkoord zet Nederland er op in om 1) een EU-verbod op pulskorvisserij te voorkomen en 2) de aanlandplicht te versoepelen zodra er alternatieven zijn die hetzelfde doel dienen. Deze specifieke beleidsinzet is niet als zodanig benoemd in de scenario's. Op 16 januari 2018 stemde het Europese Parlement in meerderheid voor een verbod op de pulskorvisserij binnen de Europese visserijregels. Pulskorvisserij in Nederland had tot dusver een experimentele status binnen die regelgeving en werd inmiddels op relatief grote schaal gebruikt door Nederlands vissers. Bij het verschijnen van deze studie is onbekend hoe het recente verbod precies gaat uitpakken voor de toepassing van deze visvangsttechniek door Nederlandse vissers in de Europese wateren.
6. *Visserij en Brexit*: Nederland zal in het kader van de Brexit-onderhandelingen opkomen voor de Nederlandse visserijbelangen, aldus het Regeerakkoord. De regering bepleit daarmee de internationale verhoudingen met het Verenigd Koninkrijk zoals in scenario III *Snel Vooruit* en scenario IV *Samen Duurzaam*.
7. *Broeikasgasreductie*: De regering stelt in het Regeerakkoord dat ze beoogt om nationaal de uitstoot van broeikasgassen te verminderen met 49 procent in 2030 en in Europa te pleiten voor een verdere vermindering tot 55 procent in 2030. Het doel van 49 procent komt min of meer overeen met het tussendoel in scenario IV *Samen Duurzaam* van 50 procent in 2030.

Betrokkenheid van belanghebbenden en afstemming met de buurlanden is cruciaal

De resultaten van een waardekaartanalyse kunnen worden gebruikt als basis voor het ontwikkelen van integrale visies op de Noordzee. Voor de Noordzee als geheel of het Nederlands Continentaal Plat kan een visie op hoofdlijnen worden geschetst, bijvoorbeeld door in de Nationale Omgevingsvisie de ruimtelijke hoofdstructuur van de zee aan te geven. Voor de afzonderlijke gebieden op het Nederlands Continentaal Plat ligt een visie met meer detail voor de hand, waarbij lokale omstandigheden het vertrekpunt vormen en de ruimtelijke hoofdstructuur als kader dient. Betrokkenheid van belanghebbenden en afstemming met de buurlanden bij de visievorming is cruciaal.

Tot slot: soms is het beter een bepaalde functie het exclusieve recht op een gebied te geven

De noodzaak van meervoudig ruimtegebruik wil niet zeggen dat het overal zou moeten plaatsvinden. Als een bepaald gebied een uitzonderlijk hoge waarde voor een bepaalde functie heeft, dan ligt het voor de hand om die functie het exclusieve recht op het gebied te geven. Denk bijvoorbeeld aan natuurgebieden met hoge ecologische waarden.

Kennisvragen

Op zee is meervoudig ruimtegebruik tot nu toe minder gebruikelijk dan op het land. Bij het werk maken van meervoudig ruimtegebruik doemen dan ook enkele kennisvragen op:

- Hoe kunnen de ontwikkeling en uitvoering van integrale visies optimaal bijdragen aan innovatieve en effectieve vormen van meervoudig ruimtegebruik?
- Welke mogelijkheden bieden de afgedankte olie- en gasplatforms en windturbinevoeten voor natuur (hardsubstraat) en aquacultuur (bevestigingsmogelijkheden)?
- Wat zijn de mogelijkheden voor synergie tussen windparken en onderwaternatuur in de verschillende levensfasen van een windpark: bij de bouw, het in bedrijf zijn en de sloop ervan?
- Onder welke technische, economische en andere voorwaarden zijn visserij en aquacultuur binnen windparken mogelijk?

Noten

- 1 In het ijkjaar van het Kyoto-protocol, 1990, was de uitstoot van broeikasgassen in Nederland 223 megaton CO₂-equivalenten.
- 2 In 2015 stonden er op het Nederlandse deel van de Noordzee windturbines met een totaal vermogen van circa 350 megawatt en dat vermogen is nadien gegroeid tot ongeveer 1 gigawatt in 2017. Daarmee kan jaarlijks ongeveer 4 terawattuur elektriciteit worden opgewekt. Met een windvermogen van 60 gigawatt is dat ongeveer 250 terawattuur. Het elektriciteitsgebruik in Nederland was in 2015 ongeveer 120 terawattuur.
- 3 Als CCS wordt toegepast in de scenario's draagt die tussen 17 en 20 procent bij aan de daarvoor genoemde broeikasgasreductieopgaven in 2030 en 2050.
- 4 In 2015 bedroeg het bruto finaal energiegebruik 2076 petajoule (Nationale Energieverkenning 2016).
- 5 Harde ondergrond die begroeid kan worden met organismen.
- 6 Na de Brexit is het immers niet vanzelfsprekend dat het Verenigd Koninkrijk dezelfde geluidsnormen gaat hanteren als de EU doet.

VERDIEPING

VERDIEPING

Inleiding

1.1 Aanleiding en urgentie

De Noordzee is een van de drukste zeeën ter wereld, met veel verschillende gebruikers. De komende decennia zal door nationale en internationale ontwikkelingen op het gebied van onder andere energietransitie, natuur en voedselvoorziening de druk op de ruimte en ecologie verder toenemen. Maar in welke mate? En wat kan Nederland doen?

De Noordzeelanden hebben ambities voor windenergie op de Noordzee die tot aanzienlijke ruimtelijke veranderingen kunnen leiden. Het Energieakkoord voor duurzame groei (SER 2013) voorziet in 4,45 gigawatt opgesteld vermogen aan windenergie in 2023 op het Nederlandse deel van de Noordzee, het Nederlands Continentaal Plat (NCP).¹ Hiervoor zijn in het tweede Nationaal Waterplan (IenM & EZ 2015a) gebieden aangewezen. De Energieagenda 2016 en het Regeerakkoord van 2017 spreken over een extra 7 gigawatt in de periode 2024-2030. In verkenningen komen verschillende ambities naar voren: 20, 40 of zelf 80 gigawatt in 2050 (Ros & Daniëls 2017). Ter vergelijking: in 2017 staat er voor ongeveer 1 gigawatt aan windturbines op het NCP.

Met zulke ambities zouden grote stappen kunnen worden gezet op het transitiepad voor Nederland naar een duurzame energievoorziening en mogelijk zelfs een stap naar Nederland als leverancier van duurzame opgewekte stroom in de regio. Op dit moment levert de Noordzee Nederland hoofdzakelijk fossiele energie in de vorm van gas en een beetje olie. De voorraden op het NCP zijn echter eindig en zullen naar verwachting tegen 2050 zijn uitgeput. De bijbehorende infrastructuur van leidingen en platforms zal moeten worden opgeruimd. Ontmanteling van de bestaande fossiele infrastructuur vraagt om zorgvuldige timing en afweging. Mogelijk kan ze namelijk worden gebruikt voor windenergie-installaties op zee en de opslag van CO₂ in oude gasvelden.

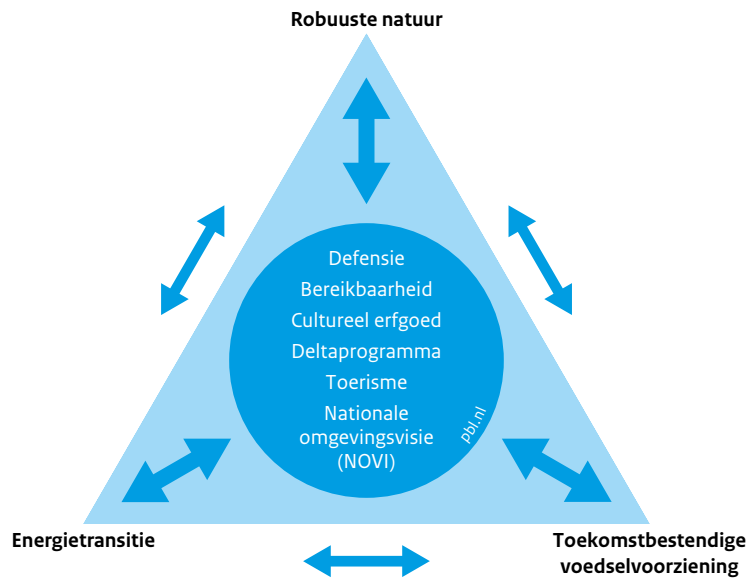
Grootschalige introductie van windenergie op de Noordzee zal zwaar drukken op de bestaande ruimtelijke indeling en het ruimtegebruik op de Noordzee. Ook kan de Noordzee-ecologie er hinder van ondervinden.

In het kader van de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (EU 2008) streeft Nederland naar een goede milieutoestand (GMT) van het mariene milieu. Deze Kaderrichtlijn is in 2008 in werking getreden en het is een grote uitdaging om de goede milieutoestand op de Noordzee op tijd tot stand te brengen ('uiterlijk in 2020'). Hierbij is Nederland natuurlijk ook afhankelijk van wat de andere Noordzeelanden aan de goede milieutoestand doen. Met een mogelijk grote groei van menselijke activiteiten op de Noordzee en een steeds pregnanter invloed van mondiale klimaatverandering staan natuur en milieu sterk onder druk.

Verder is het duidelijk dat de huidige wijze van voedselvoorziening uit de Noordzee steeds verder onder druk komt te staan door de toenemende restricties door natuur en milieu en ruimteclaims van andere sectoren. Op de korte termijn speelt het risico van vangstbeperking op het Engelse deel van de Noordzee als gevolg van de Brexit. Op de lange termijn is het de vraag hoe de sector voldoende kan innoveren om de voedselvoorziening op de Noordzee toekomstbestendig te maken, onder andere door duurzame en milieuvriendelijke vangstmethoden.

Deze grote veranderingen vragen nu al om beleidskeuzes, tegelijkertijd zijn de onzekerheden zo groot dat er ook nog relatief veel flexibiliteit nodig is. Het is daarom van belang dat er, terwijl het Rijk de Noordzeestrategie 2030 ontwikkelt, wordt nagedacht over hoe de Noordzee en met name het NCP zich op lange termijn zou kunnen ontwikkelen. Waar zitten naar verwachting de grootste ruimtelijke en ecologische knelpunten en wat moet of kan de overheid doen, in samenwerking met andere partijen, om deze op te lossen?

Figuur 1.1
 Beleidsthema's Noordzeestrategie 2030



Bron: www.noordzeeloket.nl

Eind 2016 hebben de voormalige ministeries van Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken het PBL verzocht langetermijnsenario's te ontwikkelen om zicht te krijgen op de mogelijke ontwikkelingen van de milieudruk en ruimtelijke druk op de Noordzee. Het startpunt zouden de scenario's uit de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (CPB & PBL 2015a en 2015b) moeten zijn.

1.2 Doel

Het PBL heeft in samenspraak met de ministeries het verzoek vertaald naar een scenariostudie voor de Noordzee voor 2030 en 2050 met de vraagstelling: 'Wat zijn de mogelijke ruimtelijke en ecologische gevolgen van plausibele ontwikkelingen op de Noordzee en specifiek het Nederlands Continentaal Plat, en wat betekent dit voor het beleid?'

De scenariostudie is vooral gericht op de beleidsthema's die centraal staan in de Noordzeestrategie 2030: het streven naar een energietransitie, naar een robuuste natuur en naar een toekomstbestendige voedselvoorziening (figuur 1.1). Daarnaast kijken we in deze studie naar andere sectoren, gebruikers en thema's op de Noordzee. De scenariostudie is gericht op het nationale beleid in internationale context.

De scenario's kunnen ook van waarde zijn bij het ontwikkelen van langetermijnvisies voor afzonderlijke

sectoren, zoals deelsectoren van energie, visserij, aquacultuur en natuur. Wat is het toekomstperspectief van zo'n sector en wat zijn de mogelijkheden en beperkingen op de lange termijn gegeven plausibele ontwikkelingen van alle andere sectoren?

1.3 Aanpak

Voor het verkennen van de toekomst van de Noordzee op de lange termijn (2030 en 2050) is gekozen voor scenario's. Door het langetermijnperspectief zijn andere benaderingen voor het maken van toekomstverkenningen minder geschikt. De Noordzeescenario's zijn geen beleidsplannen of ontwerpen voor de toekomst. De scenario's geven samenhangende beelden van mogelijk en wenselijk geachte toekomstige toestanden van de Noordzee en de ontwikkelingen en het beleid waarbij deze toestanden zouden kunnen worden gerealiseerd.

De Noordzeescenario's zijn bepaald door op twee belangrijke dimensies van de scenario's twee ontwikkelingsrichtingen te onderscheiden:

1. economie en samenleving: lage of juist een hoge dynamiek;
2. beleidsambitie: vaststaand beleid of duurzame ambitie.

De combinatie van twee dimensies en twee ontwikkelingsrichtingen levert vier scenario's op. De scenario's sluiten wat betreft maatschappelijke en economische

ontwikkelingen aan op de scenariostudie *Nederland in 2030 en 2050* (CPB & PBL 2015a), die ook wel ‘Welvaart en Leefomgeving’ (WLO) wordt genoemd. In de twee vaststaand-beleidsscenario’s is wat betreft de ontwikkelingen op de Noordzee uitgegaan van het beleid dat tot eind 2017 werd gevoerd; de ambities van het Regeerakkoord 2017 zijn dus niet als vaststaand beleid opgenomen. Wat betreft het realiseren van de klimaatdoelen op termijn in beide scenario’s is er geen verschil met de WLO-scenario’s ‘Laag’ en ‘Hoog’. In de twee scenario’s met duurzame ambitie is extra beleid verondersteld om de bijdrage van Nederland in overeenstemming te brengen met de ambities van het Klimaatakkoord van Parijs en het duurzame ontwikkelingsdoel van de VN dat van toepassing is op de Noordzee.² Deze scenario’s bieden daardoor ook meer mogelijkheden om te verkennen hoe invulling gegeven kan worden aan de thema’s ‘energietransitie’, ‘robuuste natuur’ en ‘toekomstbestendige voedselvoorziening’ uit de Noordzeestrategie 2030 en de Nationale Omgevingsvisie (die als tijdshorizon 2050 heeft).

De studie bevat drie scenario-onderdelen: de nulsituatie, de scenario’s en de boodschappen. De nulsituatie geeft een beknopte analyse van het huidige gebruik van de Noordzee, het huidige nationale en Europese beleid en de verwachte ontwikkelingen die hierop van invloed zijn. De scenario’s verkennen op een samenhangende manier het mogelijke toekomstige verloop van het gebruik van de Noordzee en de invloed van het beleid en van maatschappelijke en economische ontwikkelingen hierop in internationale context. De boodschappen bestaan uit aandachtspunten en aanbevelingen die uit de scenario’s kunnen worden afgeleid voor beleidsmakers en belanghebbenden die bij de Noordzee zijn betrokken.

De scenario’s bieden integrale en coherente verhalen over de veranderingen die op termijn op de Noordzee kunnen plaatsvinden en plaatsen de veranderingen in een mondiale en Europese context. Zo ontstaat er een overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen en onzekerheden van alle Noordzeegebruikers als de mogelijkheid om te focussen op de ontwikkeling van een enkele sector in een samenhang met het geheel.

Voor het ontwikkelen van de scenario’s zijn er om te beginnen drie workshops georganiseerd: een om de prototypes van de scenario’s te maken, een om de prototypes uit te werken en een om boodschappen uit de scenario’s af te leiden. Aan de workshops heeft een grote diversiteit aan betrokkenen bij de Noordzee deelgenomen: medewerkers van ministeries, provincies, bedrijven, kennisinstellingen en dergelijke, en afkomstig uit verschillende sectoren, waaronder energie, natuur, visserij, zandwinning en recreatie (zie achtergronddocument). De resultaten van de workshops zijn uitgewerkt en

onderbouwd in vier verhaallijnen over de toekomst (zie hoofdstuk 3). Daarnaast zijn er kaarten gemaakt die de toestand van de Noordzee in 2050 weergeven volgens de scenario’s. Hierbij is steeds een onderscheid gemaakt tussen de Noordzee als geheel en het Nederlandse deel.

De resultaten in de scenario’s zijn tot stand gekomen op basis van sectoranalyses. Daarnaast is specifiek voor de energietransitie gebruikgemaakt van modelberekeningen. Hiervoor is het Edesignmodel gebruikt, waarin de energievraag en het energieaanbod in evenwicht zijn gebracht met technologieën waarmee een vooropgesteld reductiedoel van broeikasgassen kan worden gerealiseerd (zie ook CPB & PBL 2015b; Matthijsen et al. 2016). De uitwerking van de energievraag bij vaststaand beleid en bij de duurzame ambitie is te vinden in het achtergronddocument.

Na 2030 zijn er naar verwachting extra inspanningen nodig om de uitstoot van broeikasgassen verder te verminderen, terwijl de energiebehoefte in principe blijft groeien als gevolg van de macro-economische ontwikkelingen. De invulling van de nationale energiemix³ in de scenario’s moet, hoewel logisch opgebouwd op basis van de huidige kennis en de veronderstellingen voor de ontwikkelingen rond energie op de Noordzee, vooral als illustratie worden gezien. Om aan een bepaalde energievraag en tegelijkertijd een vooropgesteld broeikasgasreductiedoel te voldoen zijn er namelijk verschillende energiemix-vormen mogelijk.

De scenariostudie raakt aan verschillende lopende beleidstrajecten rond de toekomst van de Noordzee (zie tabel 1.1). In deze studie beschrijven we mogelijke ontwikkelingen van de Noordzee, met name rond energie, natuur en voedsel. In een achtergrondrapport komen de ontwikkelingen in de scheepvaart en de overige Noordzeesectoren aan bod. Al met al biedt deze studie een integraal beeld dat zo de verschillende beleidstrajecten kan verbinden.

De gebruiksmogelijkheden van de scenariostudie lopen uiteen. De scenario’s kunnen worden gebruikt om voorgenomen beleid te toetsen. Daarbij kan het de wens zijn om beleid dat zowel robuust als flexibel is te ontwikkelen. De robuuste elementen van het beleid passen in alle toekomst die via de scenario’s zijn verkend (bijvoorbeeld in 2050 ten minste 12 gigawatt windenergie op zee). Het flexibele deel van het beleid wordt afhankelijk van de ontwikkelingen en/of de beleidsambities ingevuld (bijvoorbeeld 60 gigawatt bij duurzame ambitie en hoge maatschappelijke en economische dynamiek). Daarnaast kunnen de scenario’s helpen om de toekomstige ontwikkeling van de verschillende sectoren op de Noordzee meer op elkaar af te stemmen. Zij presenteren

Tabel 1.1

Lopende beleidstrajecten relevant voor de Noordzee

Noordzeestrategie 2030	Levert een langetermijnstrategie voor de Noordzee tot 2030 op basis van het perspectief van de Noordzee 2050 gebiedsagenda (IenW & EZK, in voorbereiding).
Vervolg routekaart windenergie op zee 2024-2030	Waarborgt continuïteit van de kabinetsambities rond windenergie op zee richting 2030 na afloop van bestaande routekaart windenergie op zee tot en met 2023 (EZ & IenW, in voorbereiding).
Kaderrichtlijn Mariene Strategie	Verplicht Nederland om een mariene strategie uit te werken en vast te stellen, die een goede milieutoestand behoudt of herstelt en een duurzaam gebruik van de Noordzee garandeert (EU 2008). Eerste cyclus Mariene strategie (IenM & EZ 2012).
Nationale Omgevingsvisie	Bevat strategische beleidskeuzes van het Rijk naar aanleiding van de Omgevingswet voor ruimtelijke planvorming van de fysieke leefomgeving waaronder de Noordzee (BZK, in voorbereiding).
EU-richtlijn Maritieme Ruimtelijke Planning	Voorziet in de vaststelling en uitvoering door de lidstaten van maritieme ruimtelijke planning, om bij te dragen aan de (duurzame) doelstellingen van de kader Richtlijn (EU 2014a).
Beleidsanalyse Noordzeenatuur	Is onderdeel van Noordzeestrategie 2030.
North Seas Energy Cooperation	Faciliteert de inzet van efficiënte vormen van hernieuwbare energie, vooral windenergie, op de Noordzee en daaraan gepaarde verbindingen met elektriciteitsnetwerken van andere landen (Political Declaration 2016).

immers integrale verhalen over de toekomst van de Noordzee. Tot slot kunnen de scenario's worden gebruikt ter inspiratie, bijvoorbeeld om aquacultuur binnen windparken te bedrijven of om een beleidsproces te ontwikkelen dat verder gaat dan 'polderen op zee'.

1.4 Leeswijzer

In aanvulling op deze beleidsstudie zijn onderliggende gegevens, aannames en onderbouwing van de ontwikkelingen in de Noordzeesectoren beschreven in een achtergrondrapport, dat naast deze beleidsstudie is gepubliceerd. Op een aantal punten in deze studie wordt voor nadere verdieping verwezen naar dat achtergronddocument.

In het volgende hoofdstuk beginnen we met een beschrijving van de huidige milieutoestand van de Noordzee en van de Noordzee als voedselbron. Vervolgens wordt een beknopt overzicht gegeven van de gebruiksfuncties die op het NCP te vinden zijn en daarbij de beleidskaders die de Rijksoverheid heeft opgesteld om het (toenemende) gebruik van de ruimte op het NCP efficiënt en duurzaam in goede banen te leiden. Ook geven we een overzicht van de huidige beleidsregels die betrekking hebben op meervoudig ruimtegebruik, oftewel de mogelijkheid of onmogelijkheid om meerdere gebruiksfuncties in een gebied te combineren. We sluiten het hoofdstuk af met een korte beschrijving van de internationale context van windenergie op zee.

Hoofdstuk 3 is gewijd aan de vier Noordzeescenario's. Het gaat daarbij om integrale beelden van de Noordzee. In de scenario's beschrijven we op een samenhangende manier het mogelijke toekomstige verloop van (inter)

nationale ontwikkelingen en (inter)nationaal beleid met invloed op de Noordzee. Hierin worden eveneens globaal de richtingen beschreven waarin de thema's 'energietransitie', 'toekomstbestendige voedselvoorziening' en 'robuuste natuur' zich kunnen ontwikkelen en wordt kort ingegaan op de ontwikkeling van andere sectoren.

In het vierde en laatste hoofdstuk behandelen we de uitkomst van de scenario's via de lijnen van de thema's uit de Noordzeestrategie 2030: energietransitie, robuuste natuur en toekomstbestendige voedselvoorziening. Per thema bespreken we zo hoe het er volgens de scenario's gaat uitzien en benoemen we de knelpunten en mogelijke synergieën. Vervolgens gaan we in op de verschillende paden die richting het beleidsdoel gaan en op de oplossingsrichtingen voor de knelpunten. Afsluitend noemen we de belangrijkste kennisvragen die bij deze studie per thema naar voren zijn gekomen. Daarnaast wordt in hoofdstuk 4 'meervoudig ruimtegebruik' als themadoorsnijdend onderwerp behandeld.

Noten

- 1 Nederlands Continentaal Plat, oftewel de Exclusieve Economische Zone van Nederland (EEZ).
- 2 Duurzaam ontwikkelingsdoel 14: Beschermen en duurzaam gebruiken van oceanen, zeeën en mariene hulpbronnen.
- 3 De verschillende technologieën waarmee energie in Nederland wordt geproduceerd.

De Noordzee nu

2.1 Inleiding

Het Nederlandse deel van de Noordzee is een van de meest intensief gebruikte zeeën ter wereld. Er zijn talloze scheepvaartroutes die langs de Nederlandse kust lopen, en van en naar Rotterdam, Antwerpen, Zeebrugge, Amsterdam, Eemshaven/Delfzijl. Op de Noordzee wordt aardolie en -gas gewonnen en windenergie opgewekt. Kabels en leidingen verbinden mijnbouwplatforms en windparken met het land, telecomkabels faciliteren wereldwijde communicatie. Tevens is de Noordzee een belangrijke bron van zandwinning voor kustbescherming en van ophoozand voor infrastructuur en nieuwbouw. Op grote delen van de Noordzee wordt gevestigd. Defensie oefent op zee met schepen en ander materieel. Door het toenemend gebruik staat het mariene ecosysteem onder druk (NIOZ et al. 2015).

In dit hoofdstuk geven we kort een beschrijving van de huidige milieutoestand van de Noordzee en van de Noordzee als voedselbron. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van de gebiedsindeling en het ruimtebeslag van de gebruiksfuncties die er zijn op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Ook geven we een overzicht van de beleidskaders die de Rijksoverheid heeft opgesteld om het (toenemende) gebruik van de ruimte op het NCP efficiënt en duurzaam in banen te leiden, en van de huidige beleidsregels die betrekking hebben op meervoudig ruimtegebruik, oftewel de mogelijkheid of onmogelijkheid om meerdere gebruiksfuncties in een gebied te combineren.

De gepresenteerde informatie is grotendeels afkomstig uit de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 (IenM & EZ 2015b) en noordzeeloket.nl (een website van de Rijksoverheid).

2.2 De huidige milieutoestand van de Noordzee

Een van de strategische opgaven die in de Noordzee-strategie 2030 en in de Nationale Omgevingsvisie een voorname rol gaan spelen is 'Naar een robuuste natuur'. Deze opgave zal op een integrale manier worden afgewogen tegen de twee andere strategische opgaven: 'Naar een energietransitie' en 'Naar een toekomstbestendige voedselvoorziening'.

De toestand van de Noordzeenatuur is de afgelopen jaren verbeterd: er zijn vispopulaties die zich herstellen, de commerciële visbestanden staan er beter voor, de aantallen bruinvissen en grijze zeehonden nemen toe, kwetsbare bodemecosystemen worden beter beschermd (NIOZ et al. 2015). Momenteel bestaat ongeveer een derde van het NCP uit natuurgebieden: bijna 20 procent uit Natura-2000-gebieden en bijna 15 procent uit andere gebieden met ecologische waarde. Daarbuiten is er ook natuur.

Ook de milieutoestand in de Noordzee is verbeterd: de concentraties eutrofiërende en gevaarlijke stoffen in het zeewater zijn zodanig verlaagd dat ze geen schade meer toebrengen aan organismen, en op de stranden wordt minder zwerfvuil gevonden. Daarnaast is de visserij milieuvriendelijkere vangsttechnieken gaan toepassen en is in gebieden met kwetsbare bodemecosystemen bodemberoerende visserij beperkt of geweerd. Dit geldt vooral voor de Natura-2000-gebieden, omdat natuursoorten in deze gebieden bescherming genieten. Verder is de introductie van nieuwe uitheemse soorten en daarmee de toename van exotische soorten afgenomen.

Ondanks de behaalde resultaten is de natuur momenteel nog niet robuust te noemen. Grote vissen zijn zeldzaam geworden of verdwenen. Van sommige kwetsbare soorten, zoals haaien en roggen, zijn de populaties sterk afgenomen. Daarnaast zijn nog niet alle natuurgebieden aangewezen en beschermd en zijn nog niet voor alle gebieden beheerplannen opgesteld. Verder zijn er natuurgebieden waarin nog steeds bodemberoerende visserij is toegestaan. Voorts is er nog steeds sprake van zwerfafval in zee (plasticsoep).

Bovendien is de milieutoestand nog niet zoals gewenst en conform de EU-afspraken over de goede milieutoestand van de zee (IenM & EZ 2014a). De goede milieutoestand (GMT) omvat een ecosysteem dat optimaal functioneert en veerkrachtig is en daarmee de mogelijkheid biedt voor een duurzaam gebruik. De GMT komt weliswaar naderbij, maar het herstel van het milieu gaat langzaam. Hoewel de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) de lidstaten van de EU verplicht om de GMT in 2020 te bereiken gaat dit Nederland, ondanks het beleid dat hiervoor is ontwikkeld, waarschijnlijk niet lukken. Hiermee wordt een van de duurzame ontwikkelingsdoelen van de VN – het duurzaam gebruik van de zee – op de korte termijn evenmin gehaald.

Voor het tot stand brengen van de GMT zijn de grote opgaven van de komende jaren: de ontwikkeling van een samenhangend netwerk van beschermde gebieden, het herstel van het bodemecosysteem, de ontwikkeling van het voedselweb, het verbeteren van de toestand van de zeevogels, het tegengaan van de gevolgen van de verzuring van de Noordzee, verduurzaming van de visserij en het verkennen en voldoende beperken van de gevolgen van grootschalige ontwikkeling van windenergie op zee voor vogels en zeezoogdieren.

Een complicerende factor is dat onbekend is hoe het netwerk van beschermde gebieden en de GMT er uit zouden moeten komen te zien en wat Nederland er aan zou moeten bijdragen. Deze complexiteit hangt samen met het ingewikkelde en dynamische karakter van het Noordzee-ecosysteem, de langdurige of blijvende aanwezigheid van schadelijke stoffen en exotische soorten en de beperkte kennis. Als gevolg hiervan is het ook moeilijk om vast te stellen in hoeverre de aangetaste toestand van de natuur en het milieu op zee zich door beleidsinspanningen laten herstellen en hoe snel dat gaat (IenM & EZ 2015a).

2.3 De Noordzee als voedselbron

Een van de strategische opgaven die in de Noordzee-strategie 2030 en in de Nationale Omgevingsvisie een voorname rol gaan spelen is ‘Naar een toekomstbestendige voedselvoorziening’. Deze opgave zal op een integrale manier worden afgewogen tegen de twee andere strategische opgaven: ‘Naar een energietransitie’ en ‘Naar een robuuste natuur’.

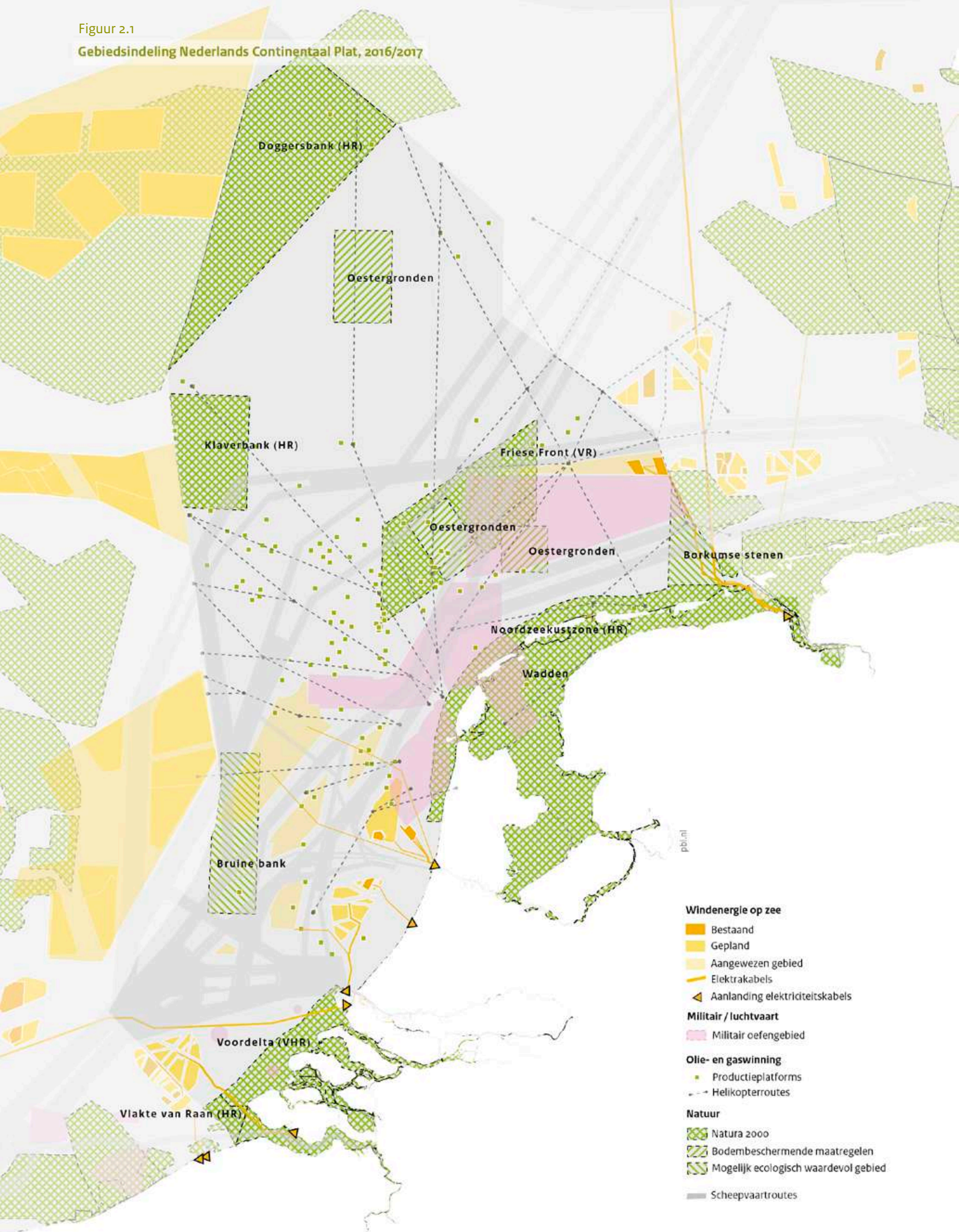
De Nederlandse visserijvloot telt momenteel ruim 650 vaartuigen, waarvan er bijna 600 actief zijn (LEI 2017). Het afgelopen jaar is het aantal vaartuigen in de grote zeevisserij sterk afgenomen; de omvang van de andere visserijvlootonderdelen is vrijwel onveranderd gebleven. Het segment grote kotters neemt na een jarenlange afname weer wat in omvang toe. De goede resultaten van de afgelopen jaren en de ruimte in de visquota zijn de voornaamste oorzaken hiervan. Mogelijk zet deze trend op korte termijn door.

De meeste vissersbedrijven zijn familiebedrijven die vaak al veel generaties bestaan. Vanaf de jaren zestig zijn de bedrijven sterk geïntensiveerd (NIOZ et al. 2015). Het aantal vissers en schepen is afgenomen, en de efficiëntie van de schepen is sterk toegenomen door mechanisering en automatisering. De laatste jaren is er een tendens waarbij grotere bedrijven de schepen van kleinere bedrijven opkopen. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot een hoge visserijdruk en een sterke toename van de sterfte van de vis door visserij. Hierdoor zijn sommige vispopulaties veel kleiner geworden, en moeten vissers grotere afstanden afleggen en veel brandstof gebruiken om een relatief beperkte hoeveelheid vis te vangen.

Om deze problemen te ondervangen is het Gemeenschappelijk Visserijbeleid veranderd. De overheid streeft ernaar de visvangst zo te reguleren dat de populaties zich kunnen herstellen tot een niveau waarop ze een voor de visserij maximale productiviteit bereiken. Tegelijkertijd wordt een verbod ingesteld op het overboord gooien van oogstbare vis, zodat betere controle mogelijk is van de werkelijke vangstinspanning. In de afgelopen jaren is het beleid in toenemende mate gericht op bescherming en herstel van het mariene ecosysteem. Hierbij gaat het niet alleen meer om het duurzame beheer van commercieel interessante visbestanden, maar om mariene ecosystemen als zodanig (LEI 2014). Er wordt ook aandacht besteed aan soorten die niet direct voor de visserij interessant zijn, zoals vogels en bodemleven.

Figuur 2.1

Gebiedsindeling Nederlands Continentaal Plat, 2016/2017



Tabel 2.1

Omvang en ruimtebeslag van gebruiksfuncties op het NCP

Gebruiksfunctie	Omvang gebruiksfunctie	Ruimtebeslag	
		km ²	procent van het NCP (59.000 km ²)
Natura 2000	4 gebieden langs de kust (Noordzeekustzone, Voordelta, Vlakte van de Raan en Deltawateren) + 4 gebieden in de Exclusieve Economische Zone (Doggersbank, de Klaverbank en het Friese Front)	11.374	20
Windenergie	In het Nederlandse deel van de Noordzee zijn op dit moment 4 windparken in bedrijf met een gezamenlijk vermogen van 957 megawatt: Offshore Windpark Egmond aan Zee (108 MW), Prinses Amalia (120 MW), Luchterduinen (129 MW) en Gemini Offshore Windpark (600 MW). Daarnaast zijn er al wind-energiegebieden aangewezen voor toekomstig gebruik	134 (huidige parken) 2.939 (aangewezen gebieden)	0,2 (huidig) 5 (aangewezen)
Winning van oppervlakedelfstoffen	25 miljoen m ³ /jaar, waarvan de helft als suppletiezand voor de kustverdediging en de andere helft als ophoogzand voor de bouw en infrastructuur. Daarnaast vindt incidenteel grootschalige zandwinning plaats voor projecten als Zwakke Schakels en de aanleg van de Tweede Maasvlakte	Gemiddeld 15 km ² /jaar	0,03
Olie- en gaswinning	161 platforms	126 (gebaseerd op een cirkelvormige veiligheidszone met een straal van 500 meter rond de platforms)	0,2
Kabels en leidingen	Op de zeebodem ligt 4.500 km leidingen en 3.300 km kabels	7.800 (gebaseerd op een veiligheidszone van 500 meter aan weerszijden van een kabel of leiding)	13
Scheepvaartroutes		3.600	6
Militaire oefengebieden	De gebieden ten westen van de kop van Noord-Holland zijn aangewezen voor schietoefeningen. De gebieden ten noordwesten en noorden van de Waddeneilanden zijn aangewezen voor (laag)vlieg oefeningen	4.200	7
Visserij	De Nederlandse zeevisserijvloot (circa 600 schepen) is onder te verdelen in kust- en Noordzeevisserij, grote zeevisserij (pelagische vriestrawlers), schelpdiervisserij en staandwantvisserij. Economisch belangrijke doelsoorten in de Noordzee zijn: tong, schol, langoustines, garnalen, mosselen en oesters	EEZ en territoriale zee minus gesloten gebieden (windparken en delen van Natura 2000-gebieden)	n.v.t.
Helicopter Main Routes	Er zijn op de Noordzee diverse vliegroutes voor helikopters om de bereikbaarheid van de mijnbouwplatformen te garanderen, naast de obstakelvrije zones van 5 nautische mijl (nm) rondom mijnbouwplatforms en ten behoeve van SAR-vluchten (search and rescue)		

Bron: beleidsnota Noordzee 2016-2021

Daarnaast is er een technologische ontwikkeling gaande in de demersale oftewel bodemvisserij. De klassieke boomkor, die sterk bodemverstorend is en veel energie vraagt, wordt steeds minder toegepast. Dit is niet alleen het gevolg van de stijgende brandstofprijzen, maar ook van de strenger wordende milieunormen. De boomkor

wordt in toenemende mate door nieuwe tuigtypes, zoals de pulskor en de sumwing, vervangen.

Sinds het begin van de 21e eeuw zijn veel visbestanden zich aan het herstellen. Met de meeste commerciële vissoorten, zoals schol en haring, gaat het beter dan

voorheen. En sommige vissoorten zijn weer binnen biologisch veilige grenzen. Een aantal bestanden (haring, schol, schelvis) is op of onder het niveau van 'maximaal duurzame opbrengst'. Duurzame vangstmogelijkheden van enkele bestanden stijgen (schol, tong, haring, wijting). Met een aantal soorten (kabeljauw, haai, rog) gaat het nog steeds slecht.

Hoewel het de visserijsector momenteel economisch voor de wind gaat, zijn er enkele ontwikkelingen die de sector onder druk zetten. Zo beperkt de toenemende ruimtevraag voor windenergie en natuurgebieden op zee de mogelijkheden voor de visserij. Daarnaast kunnen de onderhandelingen tussen het Verenigd Koninkrijk en de EU over de Brexit ertoe leiden dat de ruimte voor de demersale visserij op de Noordzee sterk wordt ingeperkt.

De aquacultuursector in Nederland is relatief klein van omvang maar divers van karakter (LEI 2016). Een deel van de sector is alleen actief op het land. Hierbij gaat het vooral om viskweek. De schelpdierkweek en de productie van zeewier vindt momenteel vooral in de deltawateren (Grevelingen, Oosterschelde) plaats. Er zijn ook enkele initiatieven voor de kweek van zilte groenten. In het Europese en Nederlandse beleid wordt ingezet op groei van de aquacultuursector. Er lopen verschillende pilotprojecten.

Duurzaamheidscertificaten voor de visserij en de aquacultuur spelen een steeds grotere rol voor de grote retail- en foodservicebedrijven, niet alleen in Nederland maar in heel Noord- en West-Europa (EZ 2014). Er zijn ook certificeringen voor biologische of organische productie. Daarnaast is er een groeiende vraag naar producten die in de eigen streek worden gevangen of gekweekt. Restaurants en cateringbedrijven gebruiken dit steeds meer om zich te positioneren.

2.4 Huidige gebruiksfuncties op het NCP: gebiedsindeling en ruimtebeslag

Het NCP biedt ruimte aan een groot aantal (economische) gebruiksfuncties en tevens aan een aantal Natura 2000-gebieden. Gebruiksfuncties die al sinds jaar en dag op het NCP plaatsvinden zijn winning van olie, gas, zand, grind en schelpen, scheepvaart, visserij en aquacultuur (kweek van vis, schelpdieren en wieren), oefeningen van defensie, recreatie, en transport via leidingen van olie en gas en via kabels van communicatie en elektriciteit. De laatste jaren is daar windenergie als nieuwe speler bijgekomen, en in de toekomst wil de Rijksoverheid dat CO₂ wordt opgeslagen in uitgeputte olie- en gasvelden.

In figuur 2.1 is weergegeven welke gebieden op het NCP zijn aangewezen voor de gebruiksfuncties windenergie, scheepvaart, olie- en gaswinning, militaire oefengebieden en natuur. De natuurgebieden bestaan uit Natura 2000 gebieden volgens de Vogelrichtlijn (VR), de Habitatrichtlijn (HR) of beide richtlijnen (VHR).

Daarnaast zijn gebieden buiten de richtlijnen aangewezen waar bodembeschermende maatregelen gelden en andere gebieden die ook mogelijk ecologische waardevol zijn. Visserij ontbreekt op de kaart omdat dat nauwelijks plaatsgebonden is: in principe mag overal op het NCP gevestigd worden, behalve op plekken waar dat expliciet is verboden (zoals in de bestaande windparken). Ook zijn delen van de Natura 2000-gebieden uitgesloten voor bodemberoerende visserij. Op die uitzonderingen wordt in paragraaf 2.6 over meervoudig ruimtegebruik ingegaan. Tabel 2.1 geeft per gebruiksfunctie de omvang en het ruimtebeslag op dit moment.

2.5 Beleidskaders voor toekomstig gebruik van het NCP

De verwachte intensivering van het gebruik van het Nederlandse deel van de Noordzee zet aan tot het verstandig omgaan met de beperkt beschikbare ruimte. Om de afstemming tussen de verschillende gebruiksfuncties vorm te geven en te zorgen voor een gezond ecosysteem is beleid geformuleerd. Volgens de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 geeft de Rijksoverheid binnen de Europese kaders (Kaderrichtlijn Water, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Vogel- en Habitatrichtlijn en Verdrag van Malta) prioriteit aan activiteiten die van nationaal belang zijn voor Nederland.

Tabel 2.2 geeft per (economische) gebruiksfunctie aan:

- of die een functie van nationaal belang is,
- of die onder een internationaal verdrag valt (en zo ja, welke),
- welke beleidsdoelen de Rijksoverheid met betrekking tot de desbetreffende functie heeft geformuleerd.

2.6 Mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik

In de gebieden die het Rijk voor de verschillende gebruiksfuncties van nationaal belang heeft aangewezen (zie figuur 2.1) mogen andere gebruiksfuncties het gebruik niet belemmeren. Vanwege de toenemende drukte op het NCP streeft het Rijk er echter naar dat waar mogelijk meervoudig ruimtegebruik kan plaatsvinden. Wanneer activiteiten van nationaal belang in een bepaald gebied stapelen, is het uitgangspunt dat gestreefd wordt naar

Tabel 2.2

Gebruiksfuncties op NCP: nationaal belang, internationaal verdrag en nationale beleidsdoelen

Gebruiksfunctie	Nationaal belang	Internationaal verdrag	Nationale beleidsdoelen
Mariene ecosysteem	Nee	Kaderrichtlijn Water, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Vogel- en Habitatrichtlijn	In de mariene strategie dient een ecosysteemgerichte benadering van het beheer van menselijke activiteiten te worden toegepast en dient het duurzaam gebruik van mariene goederen en diensten door de huidige en toekomstige generaties mogelijk te worden gemaakt
Duurzame energie	Ja	Nee	Voldoende ruimte voor windenergie en andere vormen van duurzame energie, zo veel mogelijk in combinatie. Tot 2023 staat een vermogen gepland van circa 4,45 gigawatt windenergie
Winning van oppervlaktedelstoffen	Ja	Nee	De zandwinstrategie is gericht op het goed en kosteneffectief beheren van de beschikbare zandvoorraad in de prioritaire zone (zone tussen doorgaande diepte op NAP -20 meter en de 12-mijlsgrens
Olie- en gaswinning	Ja	Nee	Uit de Nederlandse velden op de Noordzee wordt zo veel mogelijk aardgas en aardolie gewonnen
CO ₂ -opslag	Ja	Nee	Voldoende ruimte voor opslag van CO ₂ in lege olie- en gasvelden of in ondergrondse waterhoudende bodemlagen (aquifers)
Kabels en leidingen	Ja (voor zover voor transport van energiedragers en CO ₂ ; geldt niet voor telecomkabels)	Nee	Het bieden van ruimte voor (wind)energie, olie- en gaswinning en CO ₂ -opslag, inclusief benodigde kabels en leidingen
Zeescheepvaart	Ja	Routes zijn vastgesteld door Internationale Maritieme Organisatie (IMO)	Een geheel van verkeersscheidingsstelsels, clearways en ankergebieden dat de scheepvaart op een veilige en vlotte manier kan accommoderen en de bereikbaarheid van de zeehavens/scheepvaart garandeert
Defensie	Ja	Nee	Voldoende oefengebieden op de Noordzee
Visserij en aquacultuur	Nee	De visquota zijn vastgesteld binnen het Gemeenschappelijk Visserijbeleid (GVB)	Bevorderen van een verantwoorde visserij en aquacultuur en een evenwichtige exploitatie, het streven naar evenwicht tussen visserij en natuur en een andere verdeling van verantwoordelijkheid tussen overheid en bedrijfstak
Onderwater cultureel erfgoed	Nee	Verdrag van Malta	Het in situ behouden van archeologische vindplaatsen (verdronken nederzettingen, scheepswrakken en andere archeologische waarden). Als bescherming in de bodem niet mogelijk blijkt, bijvoorbeeld omdat andere maatschappelijke belangen zwaarder wegen, wordt overgegaan tot het veiligstellen van de wetenschappelijke waarde
Toerisme en recreatie	Nee	Nee	De 12-mijlszone blijft in principe vrij van permanente bebouwing. Voor de Hollandse Kust zijn echter 2 aanvullende windenergiegebieden tussen 10 en 12 nautische mijl aangewezen
Luchtvaart	Ja	ICAO en EASA	Veilige indeling van het luchtruim boven de Noordzee voor search and rescue (SAR) en bereikbaarheid van mijnbouwplatforms

Bron: beleidsnota Noordzee 2016-2021

gecombineerd en ruimte-efficiënt gebruik, mits de eerste initiatiefnemer daarbij geen onevenredige schade of hinder ondervindt (IenM & EZ 2014b). In de visie naar 2050 (IenM & EZ 2014a) blijven gebieden alleen nog (tijdelijk of permanent) voorbehouden aan één functie als kwetsbaarheid van het mariene milieu of de veiligheid dat ter plekke vereist.

In de paragrafen 2.6.1 tot en met 2.6.6 worden de aangewezen gebieden per gebruiksfunctie kort besproken, en wordt tevens aangegeven in hoeverre de gebruiksfuncties volgens het huidige beleid gecombineerd mogen worden met andere gebruiksfuncties.

2.6.1 Scheepvaart

Gebieden

De huidige scheepvaartroutes, ankerplaatsen en separatiezones zijn weergegeven in figuur 2.1. Met het oog op de veiligheid van het scheepvaartverkeer, de bereikbaarheid van de zeehavens en het vergroten van de ruimte voor windenergie op zee is dit stelsel in augustus 2013 aangepast². Nederland heeft die aanpassingen grondig voorbereid en in procedure gebracht bij de Internationale Maritieme Organisatie (IMO).

(On)mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik

- In verkeersscheidingsstelsels, diepwaterroutes, ankergebieden, *precautionary area's* en *clearways* gaat scheepvaart vóór ander gebruik.
- Mijnbouwinstallaties en andere permanente individuele bouwwerken worden uit veiligheids-overwegingen binnen scheepvaartroutes en binnen een zone van 500 meter aan weerszijden van deze scheepvaartroutes niet toegestaan.
- In principe zijn visserij, oppervlaktedelfstofwinning en recreatievaart binnen scheepvaartroutes toegestaan³. Vissersschepen mogen scheepvaartroutes echter alleen haaks kruisen.

2.6.2 Olie- en gaswinning en CO₂-opslag

Gebieden

De locaties waar zich olie- en gaswinningsplatforms bevinden zijn aangegeven in figuur 2.1. Op termijn zou in lege olie- en gasvelden CO₂ kunnen worden opgeslagen.

(On)mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik

- Binnen 500 meter van mijnbouwinstallaties en CO₂-opslaginstallaties is scheepvaart of ander gebruik – waaronder visserij – niet toegestaan.
- Rond mijnbouwinstallaties met een helikopterdek moet in principe 5 zeemijl obstakelvrij blijven. In specifieke situaties blijkt vaak maatwerk mogelijk, waardoor windturbines ook deels binnen dit gebied toegestaan kunnen worden.
- Locaties en voorwaarden van voorgenomen windkavels worden zodanig vastgesteld dat toekomstige mijnbouwbelangen (*prospects*) zo min mogelijk worden aangetast.
- Olie- en gaswinning zijn in Natura 2000-gebieden in principe toegestaan.

2.6.3 Windenergie

Gebieden

De gebieden die anno 2017 door het Rijk zijn aangewezen voor de bouw van windparken zijn Borssele, IJmuiden Ver, Hollandse Kust en Ten noorden van de Waddeneilanden.

Op dit moment geeft het Rijk geen toestemming voor het bouwen van windparken buiten de aangewezen gebieden. De aangewezen gebieden liggen buiten de 12-mijlszone, met uitzondering van twee stroken tussen 10 en 12 nautische mijl die zijn toegevoegd aan Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (zuid). Uitgaande van de vermogensdichtheid van de huidige parken (6 megawatt per vierkante kilometer) bieden de aangewezen gebieden, met een totale oppervlakte van 2.900 vierkante kilometer, ruimte aan 17-18 gigawatt windenergie. Deze oppervlakte komt overeen met 5 procent van het NCP.

(On)mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik

- In aangewezen gebieden gaat de opwekking van duurzame (wind)energie vóór ander gebruik.
- In een windpark en een veiligheidszone van 500 meter rondom het park is geen scheepvaart toegestaan.
- Op termijn is doorvaart van windparken overdag toegestaan voor (vissers)schepen met een lengte van 24 meter of minder. Doorvaart van de veiligheidszone rondom windparken is voor dergelijke vissersschepen alleen toegestaan als bodemberoerend vistuig zichtbaar boven de waterlijn aanwezig is; bodemberoerende activiteiten (ankeren, slepen van vistuig) zijn verboden binnen de veiligheidszone (IenM 2015).
- Bij de aanwijzing van windenergiegebieden is het ontwerpcriterium 'afstand tussen scheepvaartroutes en windparken' van toepassing.⁴ De benodigde veilige afstanden voor scheepvaart zijn:
 - bij schepen van 400 meter lengte: 1,87 nautische mijl (nm) aan stuurboord en 1,57 aan bakboord;
 - Bij schepen van 300 meter lengte: 1,54 nautische mijl aan stuurboord en 1,24 aan bakboord.
- Voor de afstand tussen kabels en windparken op zee geldt in principe een onderhoudszone van maximaal 500 meter voor elektriciteitskabels en leidingen en maximaal 750 meter voor telecomkabels (binnen windparken is dit teruggebracht naar 500 meter).
- Medegebruik van windparken wordt mogelijk gemaakt voor recreatie en activiteiten die niet leiden tot bodemberoering, en voor aquacultuur en andere vormen van duurzame energieopwekking.

2.6.4 Zand- en schelpenwinning

Gebieden

Goede zandwinlocaties die dicht voor de kust liggen zijn van groot belang om de zandsuppleties betaalbaar te houden. Daarom heeft zandwinning in de zone vanaf 20 meter diepte tot de 12-mijlgrens prioriteit boven andere activiteiten. De gemiddelde diepte van de zandwinputten moet in principe meer dan 2 meter zijn. Door deze maatregelen heeft Nederland in het aangewezen zandwingebied voldoende voorraad voor de 21e eeuw.

Schelpenwinning is toegestaan in gebieden tot 50 kilometer uit de kust, vanaf de NAP -5 meter-dieptelijn. De winning vindt behalve in de Noordzee en de Voordelta plaats in de buitendelta's en zeegaten van de Waddenzee.

(On)mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik

- Het winnen van zand en andere oppervlaktedelfstoffen is op plekken waar kabels en leidingen liggen niet of nauwelijks mogelijk.
- In principe moeten nieuwe kabels en leidingen voorkeurtracés gebruiken bij doorsnijding van de zone waar zand wordt gewonnen.
- Als er binnen de 12-mijlszone ruimtelijke conflicten zouden ontstaan – bijvoorbeeld omdat een partij kabels wil leggen of een windpark wil bouwen – dan moet de kabellegger of windparkbouwer compenseren voor eventuele meerkosten die de zandwinners moeten maken om elders zand te winnen.
- In zandwingebieden is scheepvaart en visserij goed mogelijk.

2.6.5 Natura 2000

Gebieden

In de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR), in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en in het OSPAR-verdrag is bepaald dat gebieden met bijzondere ecologische waarden moeten worden beschermd. Langs de kust zijn diverse Natura 2000-gebieden aangewezen. Dit zijn de Noordzeekustzone, Voordelta, Vlake van de Raan en Deltawateren. Verder weg op het NCP zijn de Doggersbank, de Klaverbank en het Friese Front aangewezen (de Bruine Bank is nog niet aangewezen als Natura 2000-gebied).

(On)mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik

- Om eventuele ongewenste effecten uit te sluiten zijn bij de aanwijzing van de huidige windenergiegebieden (zie figuur 2.1) Natura 2000-gebieden vermeden.
- Sommige scheepvaartroutes lopen dwars door Natura 2000-gebied.
- Gemiddeld genomen is 30 tot 35 procent van de Natura 2000-gebieden afgesloten voor bodemberoerende visserij.
- Er is geen fysieke overlap tussen zandwingebieden en Natura 2000-gebieden. Natura 2000-gebieden bevinden zich hetzij in de zone tussen de kust en de NAP -20-lijn, hetzij buiten de 12-mijlszone. Zandwinning vindt juist plaats in de zone tussen de NAP -2-lijn en de 12-mijlszone. De slibpluim die ontstaat bij de winning van slibrijk zand kan echter het bodemleven in Natura 2000-gebieden die naast de winningslocatie liggen negatief beïnvloeden. Volgens het ontwerpbeheerplan van de Vlake van de Raan zijn zandwinningen op locaties waar dieper dan twee meter in de bodem zand wordt gewonnen

uitsluitend toegelaten wanneer zij plaatsvinden op een afstand van minimaal 2000 meter vanaf de grens van dit Natura 2000-gebied. In het beheerplan voor de Noordzeekustzone wordt alleen expliciet bepaald dat binnen het gebied geen zandwinning voor kustsuppletie mag plaatsvinden, niet dat er ten opzichte van het gebied een bepaalde afstand moet worden aangehouden.

2.6.6 Defensie

Gebieden

De ruimte voor militair gebruik is vastgelegd in het Tweede Structuurschema Militaire Terreinen en in het Nationaal Waterplan 2009-2015. Daarin is aangegeven welke schiet- en vlieg oefengebieden zijn ingesteld op en boven de Noordzee en de Waddenzee. De gebieden ten westen van de kop van Noord-Holland zijn aangewezen voor schietoefeningen. De gebieden ten noordwesten en noorden van de Waddeneilanden zijn aangewezen voor (laag)vlieg oefeningen.

(On)mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik

- De militaire oefengebieden zijn – wanneer er geen oefeningen plaatsvinden – ook beschikbaar voor ander gebruik, zoals scheepvaart, visserij en zandwinning.
- Medegebruik met vaste objecten is om veiligheidsredenen in principe uitgesloten.
- Olie- en gaswinning met mobiele installaties binnen een bepaalde periode is in principe mogelijk.

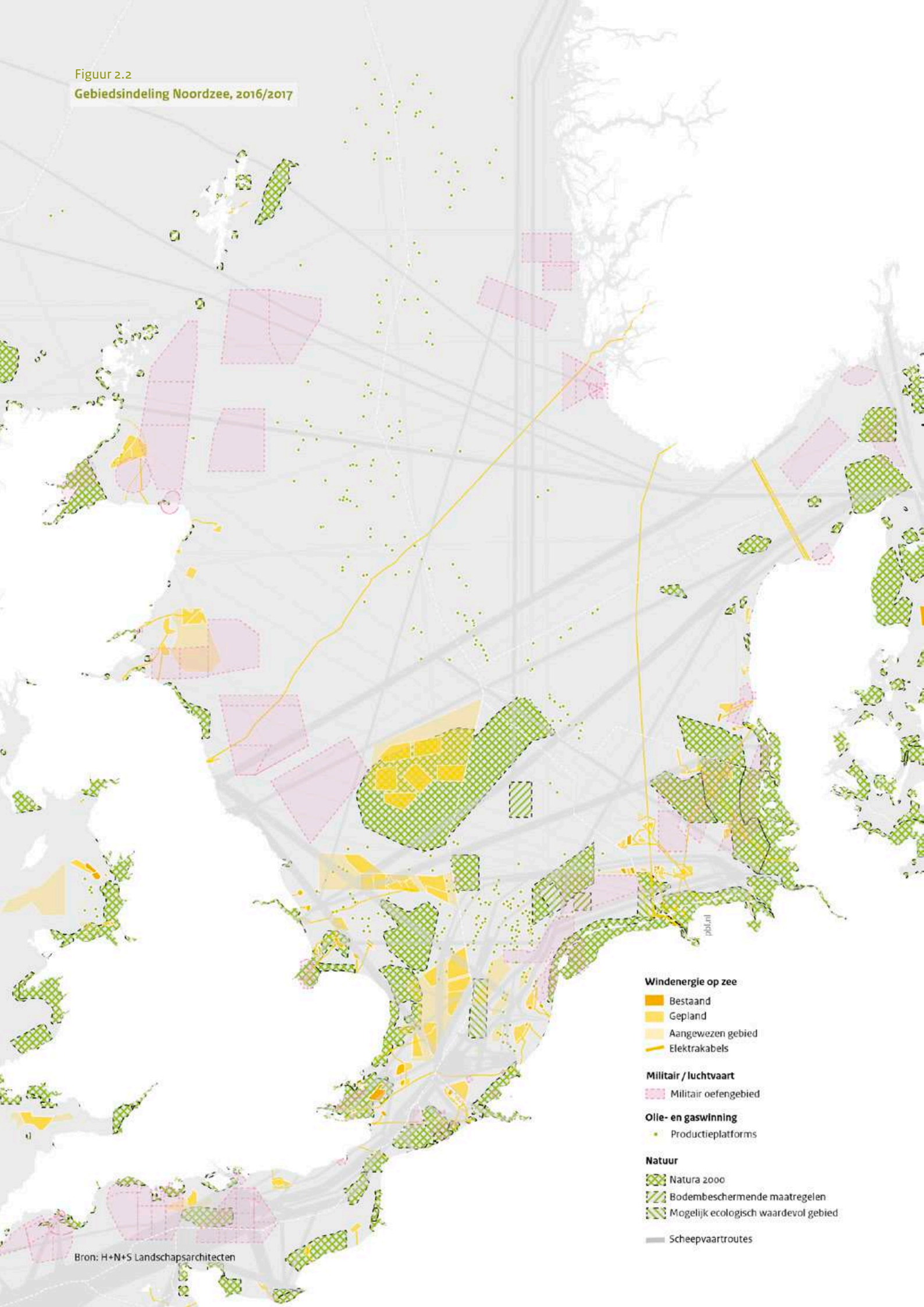
2.6.7 Conclusie meervoudig ruimtegebruik

Met de huidige omvang van de gebruiksfuncties leiden de huidige regels voor het al dan niet toestaan van meervoudig ruimtegebruik nog niet tot problemen. Als het windvermogen op het NCP echter – zoals in deze studie in een aantal scenario's wordt verondersteld – in de toekomst zou toenemen van de huidige 1 gigawatt tot vele tientallen gigawatts, ontstaan er wel knelpunten; zeker als ook het aantal Natura 2000-gebieden nog toeneemt. Volgens de huidige regels is meervoudig ruimtegebruik immers niet altijd mogelijk. Binnen windparken en in delen van Natura 2000-gebieden mag niet bodemberoerend worden gevestigd, waardoor de visserij steeds minder ruimte zou krijgen. Ook zal er dan onvoldoende ruimte zijn om wind- en Natura 2000-gebieden – zoals nu – gescheiden te houden.

Daarom worden in de scenario's met hoge groei van het windvermogen en/of van het aantal natuurgebieden (scenario's II, III en IV) keuzes over meervoudig ruimtegebruik gemaakt die afwijken van de huidige ruimtelijke kaders. Zo wordt in scenario II en III visserij in windparken toegestaan, en wordt in scenario III en IV de combinatie van windparken en Natura 2000-gebied mogelijk gemaakt. Anderzijds worden Natura 2000-gebieden in de 'duurzame'

Figuur 2.2

Gebiedsindeling Noordzee, 2016/2017



Windenergie op zee

- Bestaand
- Gepland
- Aangewezen gebied
- Elektrakabels

Militair / luchtvaart

- Militair oefengebied

Olie- en gaswinning

- Productieplatforms

Natuur

- Natura 2000
- Bodembeschermende maatregelen
- Mogelijk ecologisch waardevol gebied
- Scheepvaartroutes

scenario's II en IV vanuit duurzaamheidsoogpunt afgesloten voor visserij. Deze keuzes worden verder toegelicht in de desbetreffende paragrafen in hoofdstuk 3.

2.7 Internationale context windenergie op zee

Bij de planning van gebieden voor windenergie speelt niet alleen de interactie met andere gebruiksfuncties op het NCP een rol, maar ook die met gebruiksfuncties in de Exclusieve Economische Zones (EEZ's) van de omliggende Noordzeelanden⁵. Onderlinge afstemming van de toekomstplannen tussen de verschillende Noordzeelanden is van belang: bijvoorbeeld een groot windpark pal aan de grens tussen de EEZ's van twee Noordzeelanden kan invloed hebben op het windregime in een windpark of op de druk op een Natura 2000-gebied dat net aan de andere kant van die grens ligt. Ook de planning van de infrastructuur voor het transport van elektriciteit van windparken is gebaat bij onderlinge afstemming over de locaties van windparken.

2.7.1 Gepland windvermogen in omliggende landen

In 2016 was op de hele Noordzee 9,1 gigawatt windenergie opgesteld. Met name in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland staan er de komende jaren grote investeringen voor windenergie op zee op de rol. In 2016 was ruim 19 gigawatt op de Noordzee vergund (WindEurope 2017).

Figuur 2.2 geeft een overzicht van de gebieden die de genoemde Noordzeelanden hebben aangewezen voor windenergie, Natura 2000 en defensie. Te zien is dat bestemmingen van bepaalde gebieden in de EEZ's van het Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland en Nederland nadeel van elkaar kunnen ondervinden. Afhankelijk van de windrichting zal de windsterkte aan de benedenwindse zijde van een windpark lager zijn en daardoor ook lagere opbrengsten hebben. Ook kan de bouw van een windpark of de windturbines tot een verstoring van de natuur leiden. Het meest in het oog springen:

- het Verenigd Koninkrijk heeft grootschalige windparken op de Doggersbank gepland, terwijl Nederland het gebied aan de andere kant van de grens heeft aangewezen als Natura 2000-gebied.
- ten westen van het door Nederland aangewezen windgebied 'IJmuiden Ver' heeft het Verenigd Koninkrijk een groot gebied aangewezen voor windenergie. Als dat gebied daadwerkelijk wordt ontwikkeld kan dat invloed hebben op de windomstandigheden in IJmuiden Ver.
- Aangrenzend aan het door Nederland aangewezen gebied 'Ten noorden van de Waddeneilanden' heeft Duitsland gebied aangewezen. Ook daar is een effect op de windsterkte mogelijk.

- Vergelijkbaar zal het Belgische aangewezen gebied de windsterkte beïnvloeden van het Nederlandse windpark 'Borssele' dat nu wordt ontwikkeld op een locatie ten noordoosten van het Belgische windpark.

2.7.2 Internationale samenwerking windenergie

Om internationale samenwerking rond energie te faciliteren hebben de Noordzeelanden op 6 juni 2016 een Politieke Verklaring ondertekend met daaraan gekoppeld een werkprogramma voor de periode 2016-2019⁶. Dit sluit aan bij de Europese richtlijn Maritieme Ruimtelijke Planning, die samenwerking en afstemming vereist tussen landen die aan een gemeenschappelijke regio zoals de Noordzee liggen. De samenwerking zal vooral gericht zijn op de volgende terreinen⁷:

- Ruimtelijke planning die gericht is op het optimaliseren van het gebruik van de beperkte ruimte op de Noordzee, door het delen van informatie, het vinden van gemeenschappelijke aanpakken voor het minimaliseren van milieu-effecten en het coördineren van vergunningverlening.
- Het ontwikkelen en reguleren van een elektriciteitsnet om grote hoeveelheden windenergie mogelijk te maken, en het aan elkaar koppelen van elektriciteitsmarkten zodat elektriciteit beschikbaar is waar en wanneer ze nodig is. Eerdere studies van de Europese Commissie hebben laten zien dat er tot 5,1 miljard euro kan worden bespaard bij een gecoördineerde aanpak van de ontwikkeling van het netwerk, omdat er dan minder en kortere kabels nodig zijn (Ecofys et al. 2014).
- Deelnemende landen zullen informatie delen over de door hen benodigde infrastructuur, teneinde investeringen en subsidieprogramma's te stroomlijnen.
- Het identificeren van best practices en manieren om technische regulering en standaarden te harmoniseren.

Noten

- 1 De beperkte aanpassingen van de scheepvaartroutes, die op 1 juni 2017 zijn ingegaan, zijn niet in de kaart verwerkt.
- 2 In 2017 is nog een beperkt aantal wijzigingen ingegaan. Deze zijn niet weergegeven in figuur 2.1.
- 3 Zie bijvoorbeeld <https://www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/scheepvaart/>.
- 4 Dit criterium is toegepast bij de windenergiegebieden Hollandse Kust en Ten noorden van de Waddeneilanden.
- 5 Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland, Denemarken en Noorwegen. Volgens de Political Declaration on energy cooperation between the north seas countries vallen ook Frankrijk, Ierland, Luxemburg en Zweden onder de Noordzeelanden.
- 6 Political Declaration on Energy Cooperation between the North Seas Countries.
- 7 [Http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-2029_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-2029_en.htm).

De Noordzee in de toekomst – integrale scenario's

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we de vier Noordzeescenario's. We laten daarbij samenhangende beelden zien van hoe de Noordzee zich in de toekomst kan ontwikkelen, hoe die beelden kunnen worden gerealiseerd en welke consequenties dit heeft voor enkele thema's in het nationale beleid voor de Noordzee.

De vier scenario's kunnen worden gebruikt om betrokkenen bij het overheidsbeleid voor de Noordzee of de sectoren die actief zijn op zee te inspireren. Denk aan nieuwe mogelijkheden om windparken met natuur of visserij te combineren. Daarnaast kunnen de scenario's worden benut om het beleid voor en de activiteiten van de verschillende sectoren te integreren. Denk aan de integratie van windturbines met natuur en aquacultuur. Verder helpen de scenario's om het voorgenomen overheidsbeleid of voorgenomen ambities van de sectoren op hun haalbaarheid te toetsen, bijvoorbeeld de haalbaarheid van de ambities voor windenergie bij een hoge en een lage maatschappelijke, economische en technologische dynamiek.

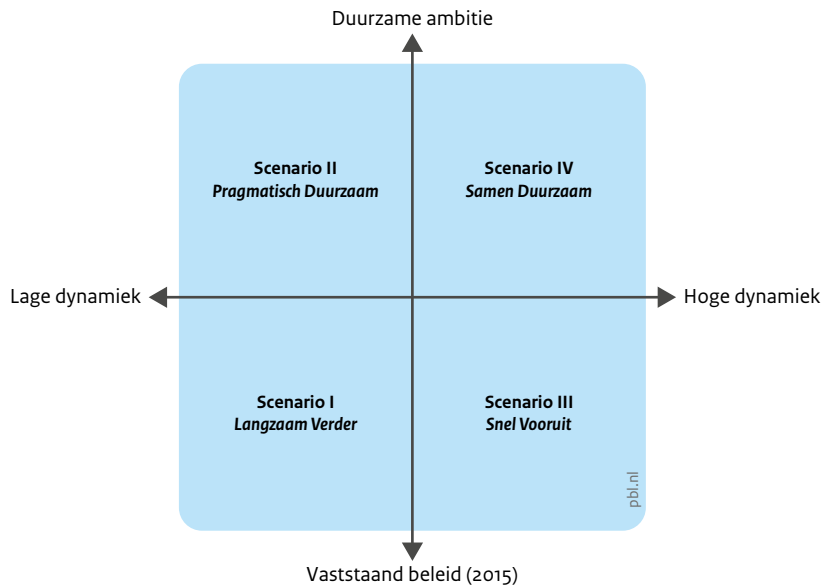
De scenario's geven op een samenhangende manier het mogelijke toekomstige verloop weer van (inter)nationale ontwikkelingen en (inter)nationaal beleid met invloed op de Noordzee. Bij internationale ontwikkelingen gaat het onder andere om de wereldeconomie, het mondiale scheepvaartverkeer en technologische vernieuwingen. Het beleid heeft onder meer betrekking op mondiale klimaatafspraken en het Europese en nationale beleid gericht op de Noordzee. In de scenario's zijn eveneens globaal de richtingen aangegeven waarin de thema's 'energietransitie', 'toekomstbestendige voedselvoorziening' en 'robuuste natuur' zich kunnen ontwikkelen en wordt kort ingegaan op de ontwikkeling van andere sectoren. De kaarten geven samenhangende beelden van de situaties op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en in de hele Noordzee, situaties die volgens de scenario's in 2050 ontstaan, met uitzondering van die rond de olie- en

gaswinning. In de scenario's is namelijk verondersteld dat de olie- en gaswinning tegen 2050 is verdwenen (vergelijk Geuns et al. 2017). Om toch een beeld te geven van de ontwikkelingen rond de olie- en gaswinning per scenario zijn in de kaarten de situaties in de scenario's voor 2030 geschetst. Verder geven de kaarten ook kwantitatief een weerspiegeling van de scenario's. Er kunnen echter kleine verschillen zitten tussen de weergave op de kaarten en de cijfers zoals die in deze studie worden gegeven. De kaarten zijn vooral bedoeld als inspirerende verbeeldingen van de verhaallijnen bij de scenario's.

De Noordzeescenario's 'Langzaam Verder' (scenario I) en 'Snel Vooruit' (scenario III) zijn gebaseerd op de twee scenario's uit de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO), *Nederland in 2030 en 2050* (CPB & PBL 2015a). Beide scenario's zijn gefocust op internationale ontwikkelingen en hun invloed op de economie en de leefomgeving in Nederland. Hierbij gaat het om een lage en een hoge dynamiek van economische, technologische, klimatologische en andere ontwikkelingen. Beide scenario's veronderstellen dat het overheidsbeleid dat in de afgelopen jaren is gevoerd in de toekomst ongewijzigd wordt voortgezet, waardoor de beleidsuitdagingen in beeld komen.

Omdat de klimaatafspraken van Parijs een zeer ambitieus beleid vereisen wat betreft hernieuwbare energie en de uitstoot van broeikasgassen, hebben we ook twee scenario's met een duurzame ambitie ontwikkeld: 'Pragmatisch Duurzaam' (scenario II) en 'Samen Duurzaam' (scenario IV). Zoals in paragraaf 1.3 al is vermeld, wordt in deze 'duurzame' scenario's bovendien het duurzame ontwikkelingsdoel van de Verenigde Naties bereikt: het beschermen en duurzaam gebruiken van oceanen, zeeën en mariene hulpbronnen. Dit biedt ook mogelijkheden om te verkennen hoe invulling kan worden gegeven aan de thema's 'energietransitie', 'robuuste natuur' en 'toekomstbestendige voedselvoorziening' uit de Noordzeestrategie 2030 en de Nationale Omgevingsvisie. De duurzaamheidsambities in de scenario's gaan daarom

Figuur 3.1
Positionering van de Noordzeescenario's



Bron: PBL

soms verder dan die van het derde kabinet-Rutte. Figuur 3.1 positioneert de scenario's ten opzichte van elkaar, tabel 3.1 biedt een globaal overzicht van de scenario's. In de volgende paragrafen beschrijven we de scenario's uitgebreider.

3.2 Langzaam Verder

Door toenemende internationale conflicten en toenemend nationalisme stagneert de globalisering. Omdat gevestigde belangen steeds meer voorop komen te staan, krijgen innovaties weinig kans en verloopt de technologische ontwikkeling traag. De mondiale klimaatafspraken van Parijs worden maar gedeeltelijk nagekomen. Het Nederlandse en Europese beleid worden meer gericht op het bevorderen van economische groei en banen. De sectoren die op de Noordzee actief zijn, worden nauwelijks duurzamer en op termijn neemt windenergie op zee weinig toe.

In *Langzaam Verder* stagneert de globalisering door de toename van internationale conflicten en de toenemende aandacht voor het nationalisme (CEFAS 2017). De posities van de Verenigde Staten en Europa in de wereldeconomie worden minder sterk, en de posities van landen als China en India worden niet veel sterker. Doordat gevestigde belangen steeds meer voorop komen te staan, krijgen innovaties minder kans, wat de groei van de mondiale economie en het mondiale scheepvaartverkeer remt. Deze ontwikkelingen leiden er ook toe dat de mondiale

klimaatafspraken maar gedeeltelijk worden uitgevoerd. De mondiale temperatuur stijgt hierdoor met 2°C in 2050 en 4°C in 2100. Het steeds langer ijsvrij blijven van de Noordpool maakt een noordelijke vaarverbinding tussen Noordwest-Europa en Noordoost-Azië mogelijk (CPB 2015; Danish Government 2012). De energieprijzen stijgen als gevolg van de internationale conflicten, maar door het niet nakomen van de klimaatafspraken blijft de CO₂-prijs binnen de EU beperkt tot 20 euro per ton in 2030 en 40 euro in 2050.

In de EU en Nederland groeit de economie tot 2050 met 1 procent per jaar (CPB & PBL 2015a). Door de bescheiden economische groei en de geringe stijging van de levensverwachting blijft de Nederlandse bevolking tot 2030 stabiel en krimpt zij daarna tot 16 miljoen in 2050. De bevolkingskrimp en de matige welvaarts groei in Europa en Nederland leiden tot een lichte daling van de vraag naar eiwitrijk voedsel uit zee. Duurzaamheid blijft belangrijk, maar economische groei en banen worden belangrijker gevonden.

Besparing en energie-efficiëntie leiden ertoe dat het finale energiegebruik, ondanks de economische groei in 2050, 10 procent lager is dan in 2015. De hoge prijzen van fossiele brandstoffen bevorderen de winning van olie en gas op zee, waardoor de voorraden sneller uitgeput raken. Tegelijkertijd remmen de lage CO₂-prijzen, ondanks de hoge prijzen van fossiele brandstoffen, de ontwikkeling van windenergie en andere vormen van

Tabel 3.1
Globaal overzicht van de vier scenario's

	Langzaam Verder	Pragmatisch Duurzaam	Snel Vooruit	Samen Duurzaam
(Inter)nationale ontwikkelingen	Globalisering stagneert en klimaatafspraken worden niet helemaal uitgevoerd	Handelsblokken domineren en klimaatafspraken worden uitgevoerd	Globalisering gaat voort en klimaatafspraken worden niet helemaal uitgevoerd	Globalisering gaat voort en klimaatafspraken worden uitgevoerd
(Inter)nationaal beleid	Gericht op groei en banen, harde Brexit en doel van 45 procent minder broeikasgasemissies ten opzichte van 1990	Gericht op groene groei, minder harde Brexit en doel van 80 procent minder broeikasgasemissies ten opzichte van 1990	Gericht op materiële welvaart, handelsakkoord met Verenigd Koninkrijk en doel van 65 procent minder broeikasgasemissies ten opzichte van 1990	Gericht op circulaire economie, handelsakkoord-plus met Verenigd Koninkrijk en doel van 100 procent minder broeikasgasemissies ten opzichte van 1990
Energietransitie	12 gigawatt windvermogen op zee, olie- en gasvoorraden worden uitgeput; geen CO ₂ -opslag	22 gigawatt windvermogen op zee, olie- en gasvelden worden uitgeput; 30 megaton CO ₂ -opslag	32 gigawatt windvermogen op zee, deel van olie- en gasvelden blijft onbenut; 25 megaton CO ₂ -opslag	60 gigawatt windvermogen op zee, olie- en gaswinning wordt snel onrendabel; 50 megaton CO ₂ -opslag
Robuuste natuur	Zelfde natuurgebieden als in 2015, biodiversiteit neemt ook buiten natuurgebieden toe, rond 2030 wordt een goede milieutoestand bereikt	Realisering van Natuurnetwerk Nederland, biodiversiteit wordt groter dan in 2015; rond 2040 wordt een zeer goede milieutoestand bereikt	Zelfde natuurgebieden als in 2015, biodiversiteit neemt ook buiten natuurgebieden toe; voor 2030 wordt een goede milieutoestand bereikt	Realisering van internationaal natuurnetwerk, biodiversiteit neemt in dit scenario het sterkst toe; rond 2030 wordt een zeer goede milieutoestand bereikt
Toekomstbestendige voedselvoorziening	Visserij is beperkt innovatief en op lange termijn duurzaam; aquacultuur neemt beperkt toe	Visserij is beperkt innovatief en op korte termijn duurzaam; aquacultuur neemt sterk toe, vooral plantaardig	Visserij is sterk innovatief en op middellange termijn duurzaam; aquacultuur neemt sterk toe, vooral dierlijke eiwitten	Visserij is sterk innovatief en op heel korte termijn duurzaam; aquacultuur neemt zeer sterk toe
Scheepvaart	Verschuiving van scheepvaartbewegingen naar het noorden	Geen verandering van scheepvaartbewegingen	Verschuiving van scheepvaartbewegingen naar het noorden	Verschuiving van scheepvaartbewegingen naar Scandinavië en Oostzee
Kabels en leidingen	Olie- en gasinfrastructuur blijft tot na 2030; beperkt stroomkabels en stopcontacten; 2 keer zoveel telecomkabels als in 2015	Na uitputting wordt olie- en gasinfrastructuur opgeruimd, rekening houdend met CCS op termijn; veel stroomkabels en stopcontacten; 2,5 keer zoveel telecomkabels als in 2015	Olie- en gasinfrastructuur wordt opgeruimd en deels vervangen door CCS-infrastructuur; veel stroomkabels en stopcontacten, 1 energie-eiland; 3,5 keer zoveel telecomkabels als in 2015	CCS-infrastructuur en eventueel leidingen voor waterstof uit stroom; veel stroomkabels en stopcontacten, 3 energie-eilanden; 4 keer zoveel telecomkabels als in 2015
Zandwinning	60 miljoen m ³	30 miljoen m ³	75 miljoen m ³	40 miljoen m ³
Recreatie	Neemt sterk af	Neemt af	Neemt toe	Neemt toe
Defensie	Intensiever gebruik van oefengebieden	Intensiever gebruik van oefengebieden	Minder intensief gebruik; meer vaart van en naar bases	Minder intensief gebruik; meer vaart van en naar bases

hernieuwbare energie op zee. De afname van landbouw en industrie, de geringe toename van mobiliteit en energiegebruik en de bestaande milieumaatregelen zorgen ervoor dat de aanvoer van fosfaat, stikstof en zwavel via rivieren en de lucht iets vermindert. Door de klimaatverandering warmt het zeewater op, stijgt de zeespiegel tot 2050 met 35 centimeter en zet de verzuring van het zeewater door.

Het accent in het Europese en nationale beleid wordt meer gelegd op het herstel van de economische groei en het creëren van banen dan op duurzaamheid; de duurzaamheidsambities reiken niet zover als die van het nieuwe kabinet. Om belangrijke handelsroutes veilig te stellen, wordt er vaker militair geïntervenieerd (IPV 2010). De Brexit leidt tot de heffing van handelstarieven tussen de EU en het Verenigd Koninkrijk en tot wederzijdse

Figuur 3.2
Noordzee in 2050 volgens scenario I Langzaam Verder



Figuur 3.3
 Nederlands Continentaal Plat volgens scenario I *Langzaam Verder*, 2050



uitsluiting van de visgronden. De klimaatafspraken van Parijs blijven formeel overeind, maar vanwege de benodigde inspanningen en kosten stagneert de uitvoering. Daarnaast lukt het niet om binnen de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) verdergaande afspraken te maken over de beperking van de milieubelasting door de zeescheepvaart.

De EU en Nederland gaan niet verder dan wat andere handelsblokken respectievelijk lidstaten doen, en die gaan ook niet verder dan nu. Vergelijk bijvoorbeeld met de scenario's zoals beschreven door Cooper et al. (2008). Op Europees en nationaal niveau wordt het vaststaand beleid voortgezet. De ingezette weg naar verduurzaming van de visserij en het tegengaan van verspilling wordt afgezwakt. De gebieden op de Noordzee die als natuurgebieden zijn of worden aangewezen, zijn dat in 2030 en 2050 ook; er komen geen extra natuurgebieden.

Het beleid gericht op de Noordzee kenmerkt zich door gebiedsontwikkeling, waarbij beleidsmakers en belanghebbenden vanuit verschillende sectoren voor specifieke gebieden, zoals de Doggersbank, in overleg hun ambities afstemmen en tot overeenstemming komen. Door het domineren van de gevestigde belangen leidt het 'polderen op zee' ertoe dat de met het overleg samenhangende transactiekosten hoog zijn, maar dat er niet veel vooruitgang wordt geboekt. De internationale samenwerking blijft gefragmenteerd; de Noordzeelanden regelen veel zelf.

In *Langzaam Verder* treedt er tot 2050 geen transitie naar een duurzame energievoorziening op. Tot 2030 neemt het aantal windturbines op zee weliswaar toe, maar daarna blijft de groei achter. In 2030 bedraagt het totale vermogen 4,5 gigawatt en in 2050 12 gigawatt. De bestaande windparken, de windparken die momenteel in ontwikkeling zijn en de huidige aangewezen gebieden ten westen van Noord- en Zuid-Holland volstaan (zie figuur 3.3). De broeikasgasvermindering komt uit op 30 procent in 2030, wat aanzienlijk minder is dan het EU-doel van 40 procent in 2030 (EU 2014b) en het nationale doel van 49 procent in 2030 uit het Regeerakkoord 2017. In 2050 is de broeikasgasvermindering 45 procent ten opzichte van 1990.

Daarnaast zorgen de hoge olie- en gasprijzen en de lage CO₂-prijzen ervoor dat alle olie- en gasvoorraden in de Noordzee worden benut. Nederland blijft sterk afhankelijk van olie-import. De gasvoorraden raken verder uitgeput en met een verdere vermindering van de productie uit het Groningse gasveld is Nederland voor 2050 ook voor gas volledig afhankelijk van import. Verder blijft de CO₂-prijs tot 2050 te laag om het afvangen en opslaan van CO₂ tot ontwikkeling te laten komen.

Het aantal lege gasvelden op zee waarin CO₂ kan worden opgeslagen stijgt, maar de platforms die hiervoor kunnen worden ingezet moeten na de gaswinning meteen worden opgeruimd. Dit is veel eerder aan de orde dan de mogelijkheid om CO₂ in de gasvelden op te slaan.

De natuur wordt in dit scenario wel robuuster, maar niet veel meer dan in 2015. In 2050 zijn er dezelfde beschermde natuurgebieden als in 2015, waaronder de Deltawateren, de Doggersbank en de Klaverbank. Zij beslaan met elkaar 20 procent van het NCP. In deze gebieden gaat de soortenrijkdom meer vooruit dan daarbuiten, omdat in deze gebieden alleen visserij met passieve vistuigen is toegestaan. Door de verduurzaming van de voedselvoorziening en van de andere sectoren wordt de biodiversiteit op termijn ook buiten de beschermde natuurgebieden groter, zoals in gebieden met bijzondere ecologische waarden, waaronder de Bruine Bank en de Centrale Oestergronden. Zij beslaan 15 procent van het NCP. Hiertegenover staat dat de natuurgebieden niet met elkaar worden verbonden en dat de beschermingsregimes niet worden aangescherpt (PBL 2012). Daarnaast komen door de zeespiegelstijging grotere delen van de Waddenzee continu onder water te staan, wat een nadelig effect heeft op de trekvogels. Voorts leidt de verdere verzuring van het zeewater tot een aantasting van de schaal- en schelpdieren.

De voedselvoorziening wordt meer toekomstbestendig, maar er worden geen grote stappen in deze richting gezet. Pas rond 2030 wordt er binnen de grenzen van de maximale duurzame opbrengst gevestigd. Door de harde Brexit verplaatst de bodemberoerende (demersale) visserij zich naar het Nederlandse, Duitse en Deense deel van de Noordzee, waardoor de druk op de vissoorten hier toeneemt en er overcapaciteit ontstaat. Bovendien vernieuwen de vloot en de vangsttechnieken zich maar langzaam door de trage technologische ontwikkeling. Verder blijft de kweek van schelpdieren kleinschalig door de beperkte vraag naar eiwitrijk voedsel uit zee (CEFAS 2017). De teelt van zeewier, algen en zilte groenten neemt geen hoge vlucht. Uit kostenoverwegingen vindt aquacultuur alleen in de deltaxwateren en op enkele plekken in de ondiepe wateren langs de kust plaats.

Als gevolg van de bescheiden groei van het mondiale scheepvaartverkeer blijft de groei van het transport via de Noordzee wat volume betreft beperkt tot zo'n 10 procent ten opzichte van 2015 in 2030 en 20 procent in 2050. De noordelijke vaarverbinding leidt tot een beperkte verschuiving van de scheepsbewegingen richting het noorden. De milieunormen uit de jaren '10 en de bescheiden ontwikkeling van de scheepvaarttechnologie leiden ertoe dat de netto-uitstoot van stikstof- en zwaveloxiden en CO₂ iets afneemt.

De havenontwikkeling in Nederland en de andere landen in Noordwest-Europa is in dit scenario bescheiden. De Tweede Maasvlakte volstaat tot 2050. De grotere havens, zoals Rotterdam en Antwerpen, weten hun positie te handhaven, maar dit geldt niet voor de kleinere havens (Van Dorsser 2012).

Vanwege de sterke zeespiegelstijging neemt de zandwinning voor de kustverdediging aanzienlijk toe. De totale zandwinning stijgt van 25 miljoen kubieke meter in 2015 tot 60 miljoen kubieke meter in 2050. De zandvoorraad in de prioritaire zone voor zandwinning is groot genoeg om aan deze vraag te voldoen. Het aantal recreatievaartuigen neemt de komende decennia aanzienlijk af en daarmee ook het aantal havens en voorzieningen (Waterrecreatie Advies 2016). Door de toenemende internationale spanningen worden de bestaande militaire oefengebieden ten westen van de kop van Noord-Holland (schietoefeningen) en ten noordwesten en noorden van de Waddeneilanden (laagvlieg oefeningen) intensiever gebruikt. Dit beperkt het medegebruik door bijvoorbeeld visserij en zandwinning en leidt vaker tot verstoring van de natuur in deze gebieden. Archeologische waarden komen door de bouw van windturbines en vooral door de sterke toename van zandwinning meer onder druk te staan.

3.3 Pragmatisch Duurzaam

Wereldwijd wordt de economische groei geremd door een haperende globalisering en een trage technologische vooruitgang. Die worden op hun beurt in de hand gewerkt door de beperkte concurrentie. In het licht van de klimaatafspraken zijn er wel initiatieven voor groene innovaties, waardoor de mondiale temperatuurstijging beperkt blijft. Het Europese en nationale beleid zijn gericht op een vitale economie, maar niet per se op een hoge groei. De ambities dragen bij aan een verduurzaming van de sectoren die actief zijn op de Noordzee en de realisering van veel windenergie en CO₂-opslag op zee.

In *Pragmatisch Duurzaam* wordt de mondiale economische groei geremd door een haperende mondialisering en een trage technologische vooruitgang. Het accent komt te liggen op handelsblokken die hun eigen economieën beschermen (QinetiQ et al. 2013). De handelsblokken slagen er wel in om via bilaterale contacten verdergaande afspraken te maken om de klimaatverandering te beperken. In de periode tot 2050 neemt de mondiale temperatuur met 1°C toe en tot 2100 met 2°C (CPB & PBL 2015b). Het water in de Noordzee warmt hierdoor minder snel op dan in de afgelopen jaren het geval was, de verzuring van het water gaat ook minder hard en de Noordzeespiegel stijgt tot 2050 met 15 centimeter. De prijzen van fossiele brandstoffen stijgen door de

internationale conflicten; daarbovenop komt een hoge CO₂-prijs die voortvloeit uit de klimaatafspraken: 100-500 euro per ton CO₂ in 2030 en 200-1.000 euro in 2050 (CPB & PBL 2015b; CPB & PBL 2016).

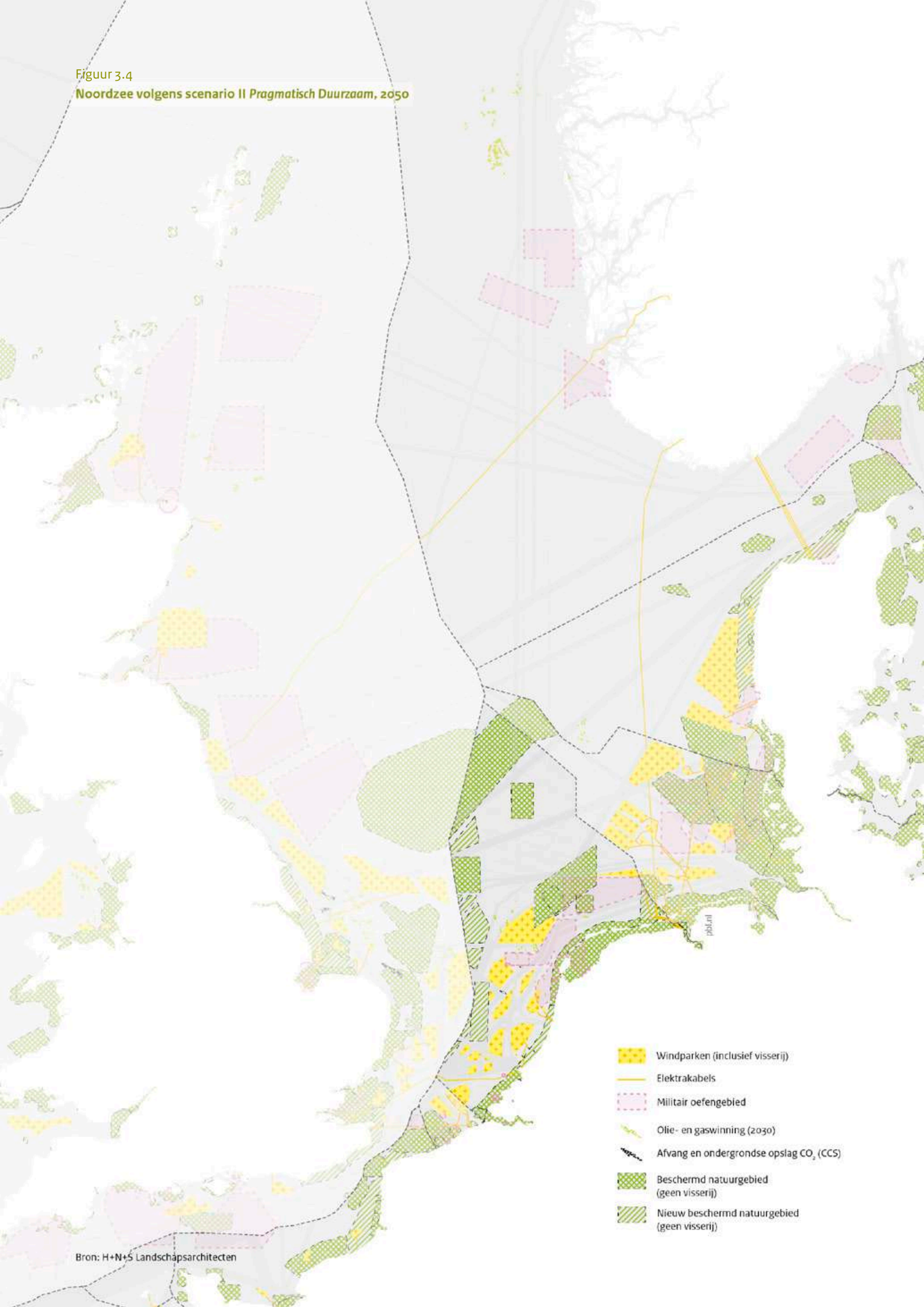
In de EU en Nederland groeit de economie tot 2050 met 1 procent per jaar (CPB & PBL 2015a). Door de bescheiden economische groei en de geringe stijging van de levensverwachting blijft de bevolkingsomvang tot 2030 stabiel en daalt zij daarna tot 16 miljoen in 2050. Het milieubewustzijn verandert sterk: economische groei en banen zijn belangrijk, maar dienen via groene groei te worden gerealiseerd. Door de bevolkingskrimp en de geringe welvaartsgroei daalt de vraag naar voedsel uit zee. Dankzij het toenemende milieubewustzijn neemt de vraag naar plantaardig voedsel uit zee toe.

De economische groei leidt tot een licht stijgende energievraag, maar hoge besparing en een focus op energie-efficiëntie zorgen ervoor dat het finale energiegebruik in 2050 20 procent lager is dan in 2015. De hoge energie- en CO₂-prijzen bevorderen vooral de ontwikkeling van windenergie en andere duurzame energie op zee, maar de langzame technologische ontwikkeling en de lage economische dynamiek beperken de mogelijkheden voor grote investeringen. Door de afname van landbouw en industrie, de geringe toename van mobiliteit en de strengere milieumaatregelen wordt de aanvoer van fosfaat, stikstof en zwavel via de rivieren en de lucht nagenoeg gestopt.

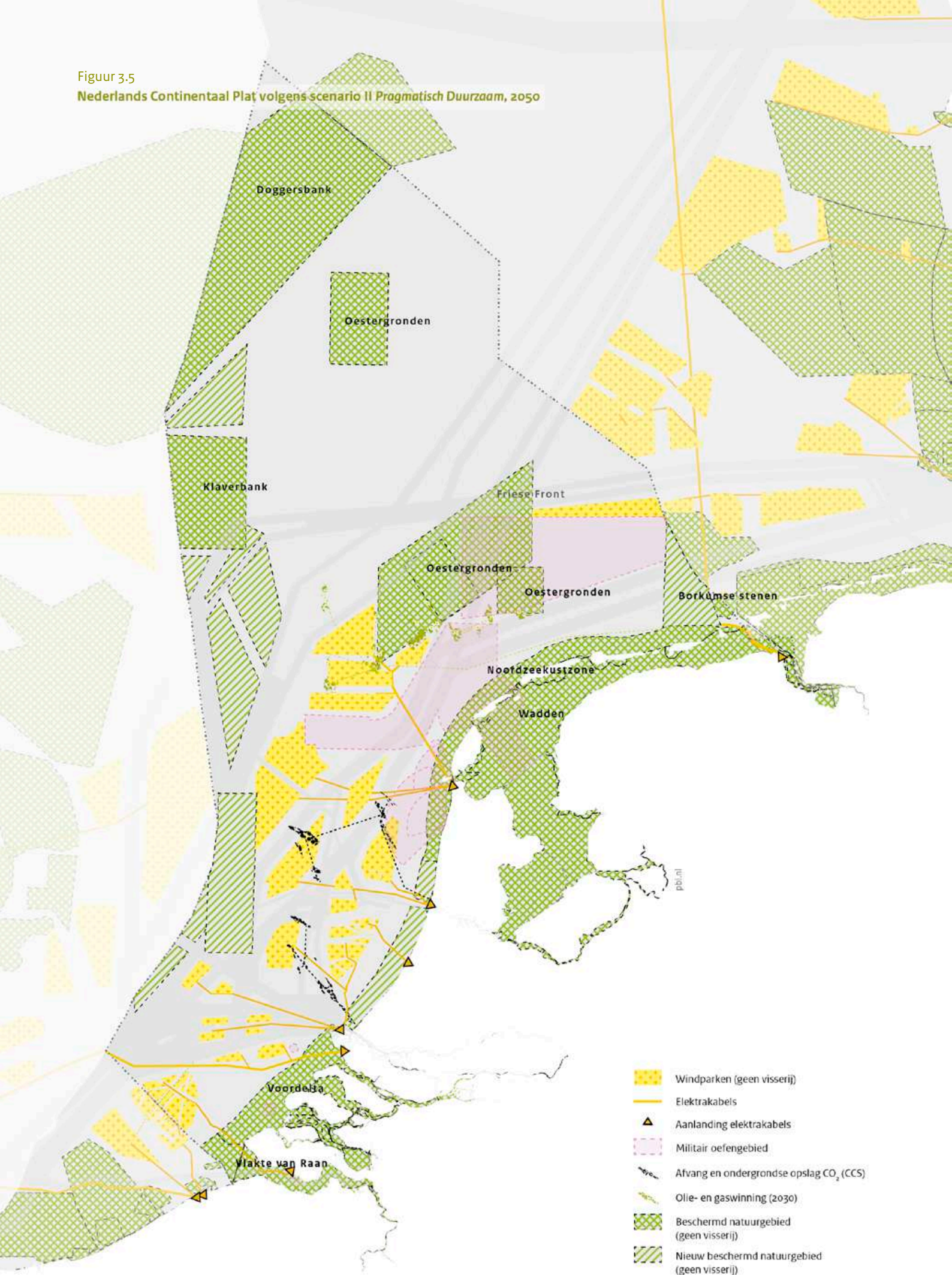
Het Europese en Nederlandse beleid zijn gericht op economische ontwikkeling, maar niet per se op hoge groei (Cooper et al. 2008). In reactie op de toenemende internationale conflicten ontwikkelt de EU een eigen defensie, waarin krijgsmachten van de lidstaten verregaand samenwerken. Door de Brexit worden de visgronden wederzijds beperkt toegankelijk. De klimaatafspraken van Parijs worden wereldwijd op verschillende manieren uitgevoerd; door de inspanningen die nodig zijn voor de uitvoering en door de kosten die hieraan zijn verbonden gebeurt dit met enige vertraging. Wel wordt het beleid in de loop der jaren steeds verder aangescherpt.

Op Europees en nationaal niveau wordt het beleid flink aangescherpt (PBL 2013). Zo wordt er gestreefd naar een ambitieuzer invulling van de goede milieutoestand, waarbij het niet gaat om het opereren binnen de grenzen van ecosystemen, maar om het floreren van de ecosystemen zelf. Ook in IMO-verband worden de milieunormen voor de zeescheepvaart verder aangescherpt. Het klimaat- en energiebeleid is erop gericht om de CO₂-uitstoot in 2050 voldoende te verminderen om de tweegradendoelstelling te bereiken.

Figuur 3.4
Noordzee volgens scenario II Pragmatisch Duurzaam, 2050



Figuur 3.5
 Nederlands Continentaal Plat volgens scenario II Pragmatisch Duurzaam, 2050



Het beleid voor verduurzaming van de visserij wordt eveneens aangescherpt. In het natuurbeleid wordt ingezet op de creatie van een vergroot nationaal natuurnetwerk op zee.

Het Rijk voert de regie over de Noordzee, omdat het verantwoordelijk is voor zaken als het realiseren van de klimaatafspraken en het behalen van de goede milieutoestand. Gezamenlijke visievorming speelt een voorname rol, evenals een integraal investeringsprogramma voor de Noordzee, waaruit ook de natuurontwikkeling wordt gefinancierd (PBL 2012). Het Rijk werkt hierbij, zoals al gebeurt, actief samen met bedrijven en ngo's uit de verschillende sectoren. Hierdoor wordt, ondanks gevestigde belangen, de nodige vooruitgang geboekt. De internationale samenwerking gebeurt meer integraal dan nu het geval is.

In *Pragmatisch Duurzaam* wordt, ondanks de lage economische groei en technologische ontwikkeling een energietransitie gerealiseerd. Het aantal windturbines neemt aanvankelijk toe conform het vaststaande beleid, maar later wordt het tempo opgevoerd. Het totale vermogen komt hierdoor uit op 7,5 gigawatt in 2030 en 22 gigawatt in 2050. De huidige aangewezen gebieden ten westen van Noord- en Zuid-Holland worden aangepast. Uit kostenoverwegingen worden er namelijk meer windparken niet ver uit de kust aangelegd, maar wel buiten de zone van 10 zeemijl (zie figuur 3.5). Door de grootte van de windturbines en door ze soms tijdelijk stil te zetten blijven de gevolgen voor zeevogels en vleermuizen beperkt. In 2030 komt de broeikasgasvermindering in de buurt van de 40 procent ten opzichte van 1990 die de EU nastreeft; in 2050 wordt een vermindering van 80 procent bereikt.

Door de hoge olie-, gas- en CO₂-prijzen is de olie- en gaswinning op zee weinig rendabel en blijft een deel van de bekende reserves onbenut; bestaande gas- en olievelden worden uitgeput. Rond 2050 wordt er op grote schaal CO₂ afgevangen en in lege gasvelden op de Noordzee opgeslagen. Het gaat dan om zo'n 30 megaton.

De natuur wordt in dit scenario robuuster dan nu het geval is. Vooral de creatie van een vergroot nationaal netwerk van natuurgebieden op zee dat is afgesloten voor sectoren als de visserij speelt hierbij een grote rol. Het netwerk omvat niet alleen huidige Natura 2000-gebieden als de Deltawateren, de Doggersbank en de Klaverbank, maar ook gebieden met bijzondere ecologische waarden, zoals de Bruine Bank, de Centrale Oestergronden en de Borkumse Stenen. De beschermde natuurgebieden zijn ook grotendeels met elkaar verbonden. Bij elkaar beslaat het natuurnetwerk

ongeveer 35 procent van het NCP. Doordat de bodem binnen de natuurgebieden niet meer wordt beroerd, ontstaan er nieuwe schelpdierbanken en zeegrasvelden. Vissen die verdwenen waren (vleten, steuren) komen weer voor en er zijn veel meer vissen die de rivier optrekken (palingen, zeebaarzen). Doordat soortbescherming vooropstaat, wordt er voor 2050 een ecologisch evenwicht bereikt van een aantal iconische (beeldbepalende) diersoorten, zoals de blauwvintonijn en enkele haaiensoorten. Wel resulteren de grote aantallen nieuwe windturbines in meer geluidsoverlast voor zeezoogdieren als de bruinvis en de zeehond, en meer slachtoffers onder vogels en vleermuizen.

De Brexit en de uitbreiding van de windparken en beschermde natuurgebieden zetten de visserij economisch onder druk. De sector wordt wel duurzaam (Pinnegar et al. 2006). Vanwege de Brexit mogen de Nederlandse vissers de Britse visgronden alleen gebruiken onder strikte voorwaarden (beperkte vangstquota). Hierdoor verplaatst de demersale visserij zich naar het Nederlandse, Duitse en Deense deel van de Noordzee, maar niet zo sterk als in scenario I. De beperking van de visserij door de uitbreiding van de windparken wordt verzacht doordat er geen windparken op strategische visgronden worden aangelegd en demersale visserij binnen de windparken wordt toegestaan. De natuurgebieden zijn niet meer toegankelijk voor de visserij, maar de hoeveelheden vis die gevangen mogen worden blijven gelijk. Doordat de sector voor 2030 verduurzaamt, nemen iconische soorten (kabeljauw, rog) toe. De kweek van schaal- en schelpdieren blijft weliswaar gelijk, maar de teelt van zeewier en andere zeegroenten neemt toe (LEI 2016). Uit kostenoverwegingen blijft aquacultuur beperkt tot de deltawateren en ondiepe wateren langs de kust. De aquacultuur op zee wordt wel grootschaliger (CEFAS 2017).

Door de bescheiden groei van het mondiale scheepvaartverkeer blijft de toename van het transport op de Noordzee qua volume beperkt tot 10 procent ten opzichte van 2015 in 2030 en 20 procent in 2050. Gesteund door de EU en door de verbetering van de achterlandverbindingen neemt het aandeel *short-sea shipping* op de Noordzee sterk toe. Door de strengere milieueisen, de technologische innovaties en de overschakeling van zeeschepen op biobrandstoffen neemt de uitstoot van stikstof- en zwaveloxiden en CO₂ sterk af. De verdere havenontwikkeling in Nederland en in de andere landen van Noordwest-Europa is in dit scenario bescheiden. Net als in scenario I volstaat de Tweede Maasvlakte tot 2050. De Rotterdamse, Amsterdamse en Antwerpse havens weten hun positie te handhaven, maar dat geldt niet voor de kleinere havens (Van Dorsser 2012).

Doordat de zeespiegelstijging beperkt blijft, stijgt de hoeveelheid suppletiezand bescheiden. De totale zandwinning stijgt van 25 miljoen kubieke meter in 2015 tot 30 miljoen kubieke meter in 2050. Er worden geen knelpunten verwacht wat betreft de beschikbaarheid in de prioritaire zone. Het aantal recreatievaartuigen neemt af vanwege de bevolkingskrimp en de grotere voorkeur voor andere recreatievormen (Waterrecreatie Advies 2016). De recreatiehavens worden hierdoor leger, de voorzieningen nemen af en er verdwijnen havens. Vanwege de toenemende internationale spanningen worden de bestaande militaire oefengebieden ten westen van de kop van Noord-Holland (schiotoefeningen) en ten noordwesten en noorden van de Waddeneilanden (laagvlieg oefeningen) intensiever gebruikt. Het medegebruik door scheepvaart, visserij en dergelijke wordt hierdoor beperkt en de natuur wordt vaker verstoord. Archeologische waarden komen door de bouw van windturbines en de toename van zandwinning iets meer onder druk te staan.

3.4 Snel Vooruit

Een versnelde globalisering en technologische ontwikkeling stimuleren de economische groei. De mondiale klimaatafspraken uit het Parijsakkoord worden eerst voortvarend opgepakt, maar later blijkt de uitvoering onvoldoende om de klimaatdoelen te bereiken. Zowel het Europese als nationale beleid blijft gericht op duurzaamheid, maar materiële welvaart krijgt een groter accent. De sectoren die actief zijn op zee worden niet veel duurzamer, maar doordat windenergie op zee winstgevend wordt, nemen de windambities wel sterk toe. Op de Doggersbank verschijnt een eiland dat als energie-hub dient.

In dit scenario stimuleren een verdergaande globalisering en een snelle technologische ontwikkeling wereldwijd de economische groei (CEFAS 2017). De globalisering wordt mogelijk gemaakt door het afnemen van de internationale conflicten en verdergaande afspraken over de internationale handel. De energieprijzen worden niet belemmerd door geopolitieke spanningen en de beperkte uitvoering van de klimaatafspraken voorkomt hoge CO₂-prijzen. Doordat de klimaatafspraken maar gedeeltelijk worden uitgevoerd, neemt de temperatuur wereldwijd toe met 2°C in 2050 en 3°C in 2100 (CPB & PBL 2015b). De klimaatverandering en het steeds langer ijsvrij blijven van de Noordpool maakt een noordelijke vaarverbinding tussen Noordwest-Europa en Noordwest-Amerika en Noordoost-Azië mogelijk (QinetiQ et al. 2013). Deze ontwikkelingen zijn een stimulans voor de verdere groei van het internationale scheepvaartverkeer.

In de EU en Nederland bedraagt de groei van de economie tot 2050 2 procent per jaar (CPB & PBL 2015a). Door een

toenemende migratie en een stijgende levensverwachting neemt de bevolking toe, tot ruim 19 miljoen in 2050. Er doen zich enkele nieuwe grote landwinningen voor. Zo breidt de Rotterdamse haven zich verder zeewaarts uit. De bevolkings- en welvaartsgroei leiden tot een sterke stijging van de behoefte aan eiwitten uit zee. Het milieubewustzijn verandert niet veel: duurzaamheid blijft weliswaar belangrijk, maar toenemende welvaart wordt belangrijker gevonden.

Energiebesparing en hogere energie-efficiëntie leiden ertoe dat het finale energiegebruik in 2050, ondanks de economische groei, ongeveer gelijk is aan dat in 2015. De energievraag en de aanvankelijk lage energie- en CO₂-prijzen bevorderen de winning van olie en gas op zee. De CO₂-prijs neemt toe tot 80 euro per ton CO₂ in 2030 en tot 160 euro in 2050. Deze ontwikkelingen en de technologische vernieuwingen geven stimulansen aan windenergie en andere hernieuwbare energie. Door de bestaande milieumaatregelen en de nieuwe milieutechnieken daalt de aanvoer van fosfaat, stikstof en zwavel via de rivieren en de lucht. Door de klimaatverandering warmt het water in de Noordzee op, neemt de verzuring van het water toe en stijgt de zeespiegel met 35 centimeter.

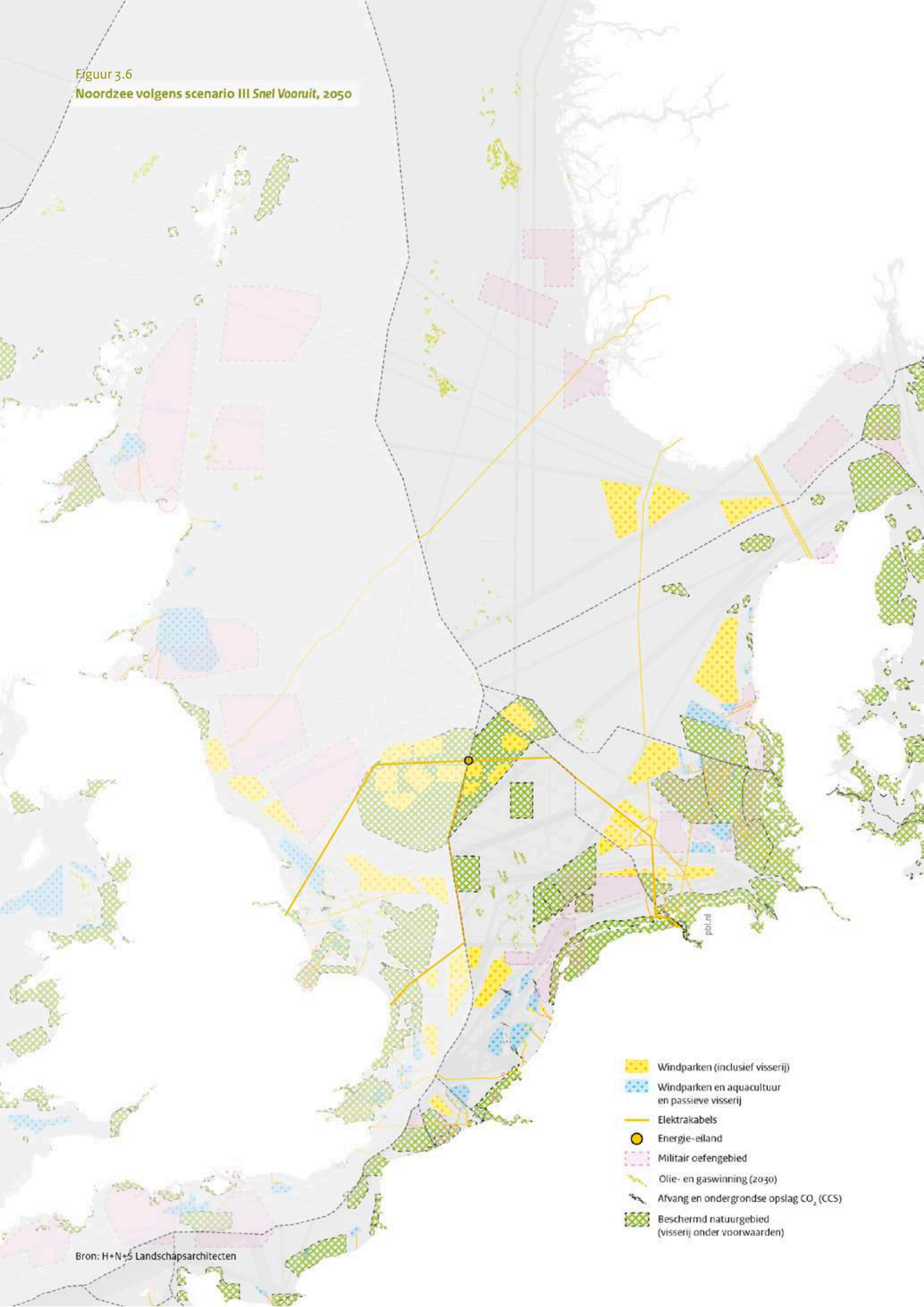
Het beleid van de EU en Nederland is vooral gericht op het bevorderen van de economische groei en de materiële welvaart (Cooper et al. 2008). Vanwege de afnemende internationale conflicten, de gelijkere verhoudingen binnen de NAVO en de uitbreiding van het bondgenootschap besluiten de Verenigde Staten om hun defensie-uitgaven te verlagen. De Brexit heeft weinig effect, omdat de EU en het Verenigd Koninkrijk een vrijhandelsakkoord sluiten. De klimaatafspraken van Parijs worden vanwege de benodigde inspanningen en kosten niet volledig uitgevoerd. Binnen de IMO blijven de huidige milieunormen voor de scheepvaart gehandhaafd. De ingezette weg naar verduurzaming en het tegengaan van verspilling wordt afgezwakt.

De EU en Nederland doen beleidsmatig niet veel meer dan in 2015 is toegezegd: het vaststaande Europese beleid en het nationale beleid worden voortgezet (CPB & PBL 2015a). Onder invloed van enkele lidstaten met minder concurrerende vissersvloeden staat het Gemeenschappelijke Visserijbeleid elektrisch vissen niet meer toe. De gebieden op de Noordzee die nu als natuurgebieden zijn of worden aangewezen, zullen dat in 2030 en 2050 ook zijn; er worden geen extra gebieden aangewezen.

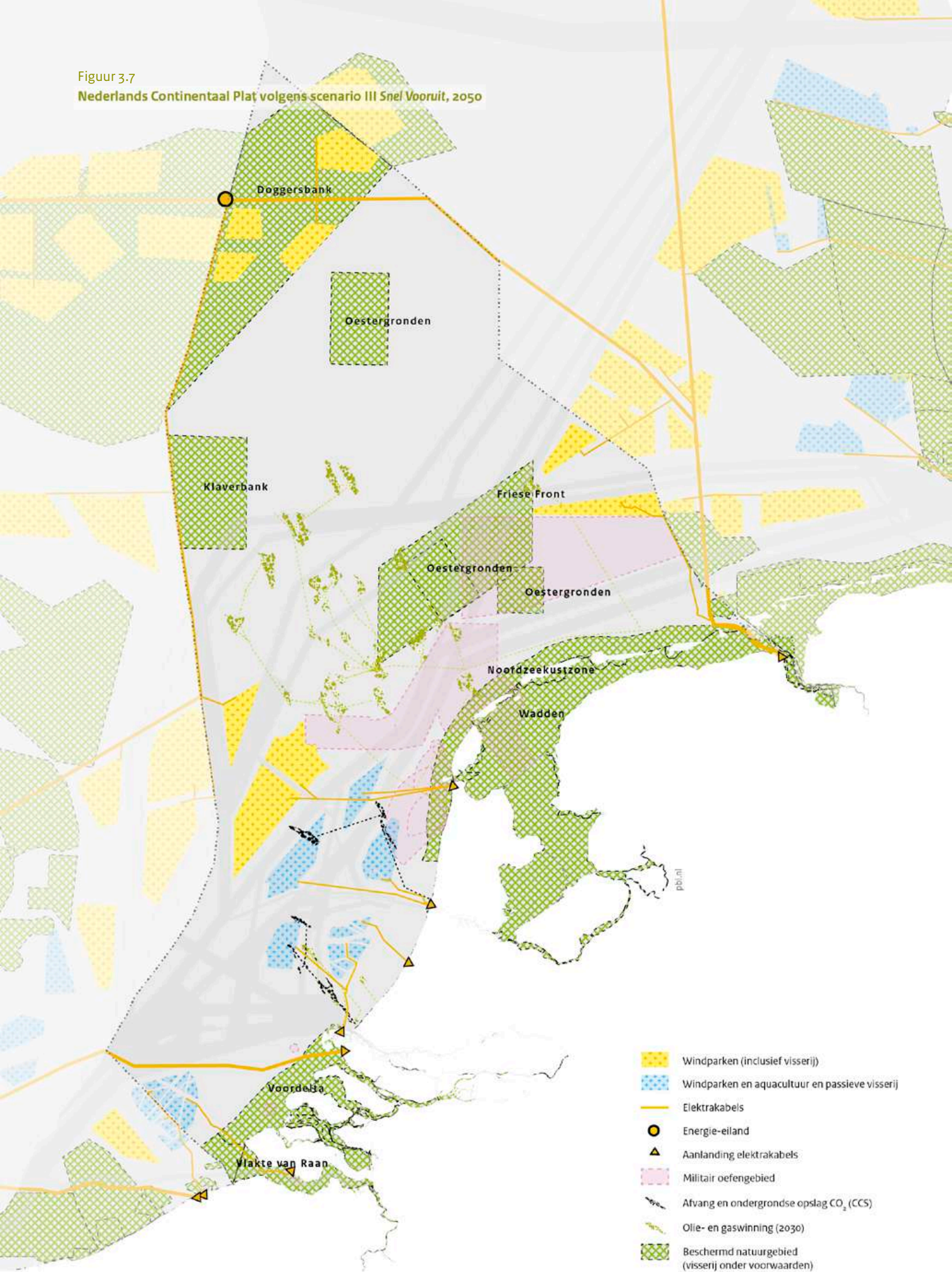
Het beleid gericht op de Noordzee wordt gekenmerkt door gebiedsontwikkeling, waarbij beleidsmakers en belanghebbenden vanuit verschillende sectoren voor specifieke gebieden en via gezamenlijk overleg hun

Figuur 3.6

Noordzee volgens scenario III Snel Vooruit, 2050



Figuur 3.7
 Nederlands Continentaal Plat volgens scenario III Snel Vooruit, 2050



ambities afstemmen. Door de nadruk op het welbegrepen eigenbelang en de bereidheid tot samenwerking leidt het ‘polderen op zee’ tot de nodige vooruitgang tegen beperkte transactiekosten. Ook met de andere Noordzeestaten wordt veel overlegd en samengewerkt. De EU ondersteunt dit door het regionale beleid ook op zee toe te passen.

In dit scenario zet de energietransitie zich grotendeels (maar niet helemaal) door. De toename van het aantal windturbineparken wordt versneld, waardoor het totale vermogen uitkomt op 11,5 gigawatt in 2030 en 32 gigawatt in 2050. Hiervoor moet naast de huidige aangewezen gebieden een beroep worden gedaan op de Doggersbank en een gebied ten noordoosten van het Friese Front (zie figuur 3.7). De broeikasgasvermindering bereikt in 2030 het huidige EU-doel van 40 procent ten opzichte van 1990; in 2050 wordt een vermindering van 65 procent bereikt. De lage olie- en gasprijzen en de stijgende CO₂-prijzen maken het steeds minder rendabel om olie en gas op zee te winnen. Tussen 2015 en 2030 stijgt de CO₂-prijs tot 80 euro per ton CO₂, waardoor het afvangen en opslaan van CO₂ rendabel wordt. Daarnaast spelen de technologische ontwikkeling en het toenemende aantal lege gasvelden op zee een rol. Het afvangen en opslaan van CO₂ neemt gestaag toe, tot ongeveer 25 megaton CO₂ per jaar in 2050. Rond 2030 worden technieken operationeel om de overproductie van elektriciteit uit windenergie op zee via power-to-gas op te slaan.

De natuur wordt in *Snel Vooruit* wel robuuster, maar niet veel meer dan nu het geval is. In 2050 zijn er namelijk nog steeds dezelfde natuurgebieden op zee als er nu zijn of worden aangewezen en het beschermingsregime wordt niet aangescherpt. Het gaat hierbij om Natura 2000-gebieden als de Deltawateren en de Doggersbank, die met elkaar 20 procent van het NCP beslaan, en gebieden met een bijzondere ecologische waarde, zoals de Centrale Oestergronden en de Borkumse Stenen, die 15 procent van het NCP in beslag nemen. De biodiversiteit wordt wel groter. Dat komt vooral doordat de sectoren die gebruikmaken van de Noordzee geregeld nieuwe en minder milieubelastende technieken toepassen. Wel komen door de zeespiegelstijging grotere delen van de Waddenzee mogelijk continu onder water te staan, wat een nadelig effect heeft op de trekvogels. Door de opwarming van het water vertrekken vissoorten als de schol en de kabeljauw naar het noorden en komen er nieuwe soorten vanuit het zuiden, zoals de mul en de zeebaars (LEI 2014). De verdere verzuring van het zeewater heeft vooral nadelige gevolgen voor de schaal- en schelpdieren.

De voedselvoorziening wordt toekomstbestendiger. Vanwege de zachte Brexit houden de Nederlandse vissers toegang tot de Britse visgronden. Door het visserij-

inclusief inrichten van windparken valt de beperking van de sector door de windambities mee. Binnen de beschermde natuurgebieden mag de sector blijven vissen zolang dit op een duurzame manier gebeurt. Doordat er geregeld nieuwe vangsttechnieken worden geïntroduceerd, wordt de visserij steeds duurzamer (STT 2016). Niet lang na 2020 opereert zij binnen de grenzen van de maximale duurzame opbrengst. Door de sterke toename van de vraag naar eiwitrijk voedsel uit zee en ondanks de verzuring van het zeewater stijgt de schelpdierenkweek aanzienlijk (Pinnegar et al. 2006). De viskweek op zee neemt eveneens sterk toe. De teelt van zeewier en algen stijgt minder hard. Aanvankelijk vinden deze activiteiten plaats in de Deltawateren en de ondiepe wateren langs de kust, maar later ook – vanwege de benodigde ruimte – verder op zee binnen de windparken en de natuurgebieden ten westen van de Zeeuwse en Zuid- en Noord-Hollandse kust. Schaalvergroting is nodig om de concurrentie met Aziatisch landen aan te kunnen (CEFAS 2017).

Door de groei van het mondiale scheepvaartverkeer neemt het transport op de Noordzee qua volume toe met 15 procent ten opzichte van 2015 in 2030 en 40 procent in 2050. De passages ten noorden van Rusland en Canada worden door het smelten van het poolijs beter bevaarbaar, wat leidt tot meer vaarbewegingen richting het noorden op de Noordzee. De voortzetting van de huidige milieueisen en de snelle technologische ontwikkeling leiden ertoe dat de netto-uitstoot van CO₂ en zwavel- en stikstofoxiden door de zeescheepvaart verder afneemt. Niet lang na 2030 wordt de Rotterdamse haven verder zeewaarts uitgebreid. Door de grote diepgang en brede bekkens van de havens van Amsterdam, Rotterdam en Antwerpen en de verdergaande automatisering van deze havens behouden deze hun voorsprong op de andere havens van Noordwest-Europa (Port of Rotterdam 2011).

Als gevolg van de stijgende zeespiegel neemt de zandwinning voor de kustverdediging sterk toe. Daarnaast is er zand nodig voor de verdere uitbreiding van de Rotterdamse haven. De totale zandwinning stijgt tot 75 miljoen kubieke meter in 2050. De prioritaire zone volstaat nog steeds hiervoor. Door de welvaarts- en bevolkingsgroei en de toename van het aantal gepensioneerden stijgt het aantal recreatievaartuigen op zee. Het aantal recreatiehavens neemt eveneens toe, en zij bieden een grotere diversiteit aan ligplaatsen. Omdat de internationale spanningen afnemen en de marine meer internationaal opereert, worden de oefengebieden ten westen van de kop van Noord-Holland en ten noordwesten en noorden van de Waddeneilanden veel minder intensief gebruikt. Medegebruik van de oefengebieden door scheepvaart, visserij en dergelijke wordt hierdoor makkelijker en de natuur wordt minder

vaak verstoord. Archeologische waarden komen onder druk te staan door de bouw van nieuwe windturbines en vooral door de zeer sterke toename van zandwinning. Dit maakt het veiligstellen van de archeologische (informatie)waarde belangrijk.

3.5 Samen Duurzaam

Een verdergaande globalisering en een snelle technologische ontwikkeling stimuleren de economische groei. Het consequent nakomen van de klimaatafspraken draagt bij aan de beperking van de temperatuurstijging. Het Europese en Nederlandse beleid zijn gericht op het realiseren van een transitie naar een circulaire economie. De sectoren die actief zijn op de Noordzee worden veel duurzamer en er komen veel nieuwe windparken in combinatie met andere vormen van hernieuwbare energie. Er verschijnt eveneens een aantal eilanden die als energie-hubs dienen.

De economische groei in dit scenario wordt bevorderd door een verdergaande globalisering en een snelle technologische ontwikkeling. Dat geldt ook voor het mondiale scheepvaartverkeer. De toenemende concurrentie tussen bedrijven die hiermee gepaard gaat en het groeiende milieubewustzijn leiden tot veel groene innovaties (CEFAS 2017). Daarnaast bevorderen de globalisering en het toenemende milieubewustzijn verdergaande mondiale afspraken over de beperking van de klimaatverandering. Hierdoor blijft de mondiale temperatuurstijging beperkt tot circa 1°C in 2050 en tot 2°C in 2100 (CPB & PBL 2015b). De energieprijzen worden niet belemmerd door geopolitieke spanningen, maar door de klimaatafspraken en hoge CO₂-prijzen komt er wel een hoge opslag op fossiele brandstofprijzen. De CO₂-prijzen bedragen namelijk 100-500 euro per ton CO₂ in 2030 en 200 tot 1.000 euro in 2050 (CPB & PBL 2015b; 2016).

In de EU en in Nederland bedraagt de groei van de economie tot 2050 2 procent per jaar (CPB & PBL 2015a). Door de toenemende migratie en de stijgende levensverwachting neemt de bevolking toe tot ruim 19 miljoen in 2050. Economische groei en banen worden belangrijk gevonden, maar dan wel vooral via een verduurzaming van de economie. De hoge mondiale en Europese bevolkings- en welvaartsgroei leiden de komende decennia tot een sterke stijging van de behoefte aan voedsel uit zee, vooral aan zeegroenten.

Ondanks de economische groei daalt het finale energiegebruik in 2050 met 30 procent ten opzichte van 2015 (zie ook Matthijsen et al. 2018). Dit is vooral het gevolg van een hoge besparing en energie-efficiëntie. De lage energieprijzen dragen er toe bij dat niet alle olie- en gasvelden op zee worden geëxploiteerd en de hoge CO₂-

prijzen leiden tot een versnelde ontwikkeling van duurzame energie. Door de strengere milieumaatregelen, de daling van het energiegebruik en de nieuwe milieutechnologie wordt de aanvoer van stikstof, fosfaat en zwavel via rivieren en de lucht vrijwel gestopt. Doordat de mondiale temperatuurstijging beperkt blijft, stijgt de zeespiegel van de Noordzee tot 15 centimeter in 2050, warmt de Noordzee niet veel op en blijft de verzuring beperkt.

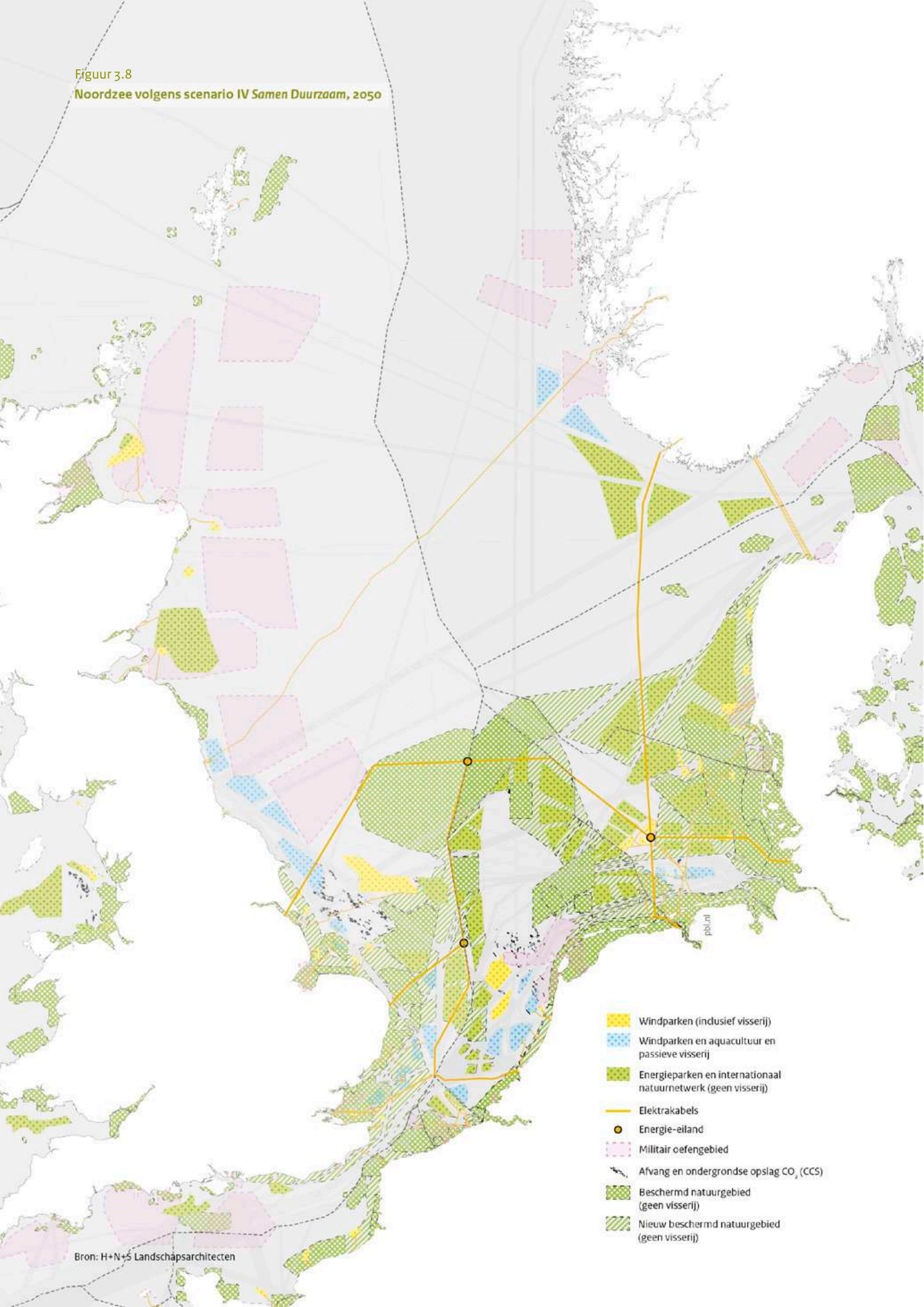
Het Nederlandse en EU-beleid zijn gericht op een transitie naar een circulaire economie (PBL 2017). In reactie op de afnemende internationale spanningen en hun minder grote rol in de wereld concentreert de Europese defensie zich op de handhaving van vrede en de mensenrechten. De gevolgen van de Brexit zijn beperkt, omdat de EU en het Verenigd Koninkrijk een vrijhandelsakkoord afsluiten en daarin ook *non-tradeables* meenemen, zoals milieunormen. De klimaatafspraken van Parijs worden op tijd uitgevoerd; de snelle technologische vernieuwing en de hoge economische groei beperken de inspanningen en maken de kosten betaalbaar.

De EU en Nederland geven het voorbeeld als het erom gaat de daad bij het woord te voegen. Het beleid wordt steeds verder aangescherpt. Dat geldt ook voor de milieunormen voor de scheepvaart die in IMO-verband worden vastgesteld. Er wordt ingezet op het bereiken van een ambitieuzer invulling van de goede milieutoestand, waarbij het niet gaat om het binnen de grenzen van ecosystemen opereren, maar om het floreren van de ecosystemen zelf (CEFAS 2017). De ingezette weg naar verduurzaming van de visserij en het tegengaan van verspilling wordt ook aangescherpt. Nieuwe natuurgebieden worden ontwikkeld en beschermd. Zij vormen een internationaal netwerk en krijgen de status van reservaten.

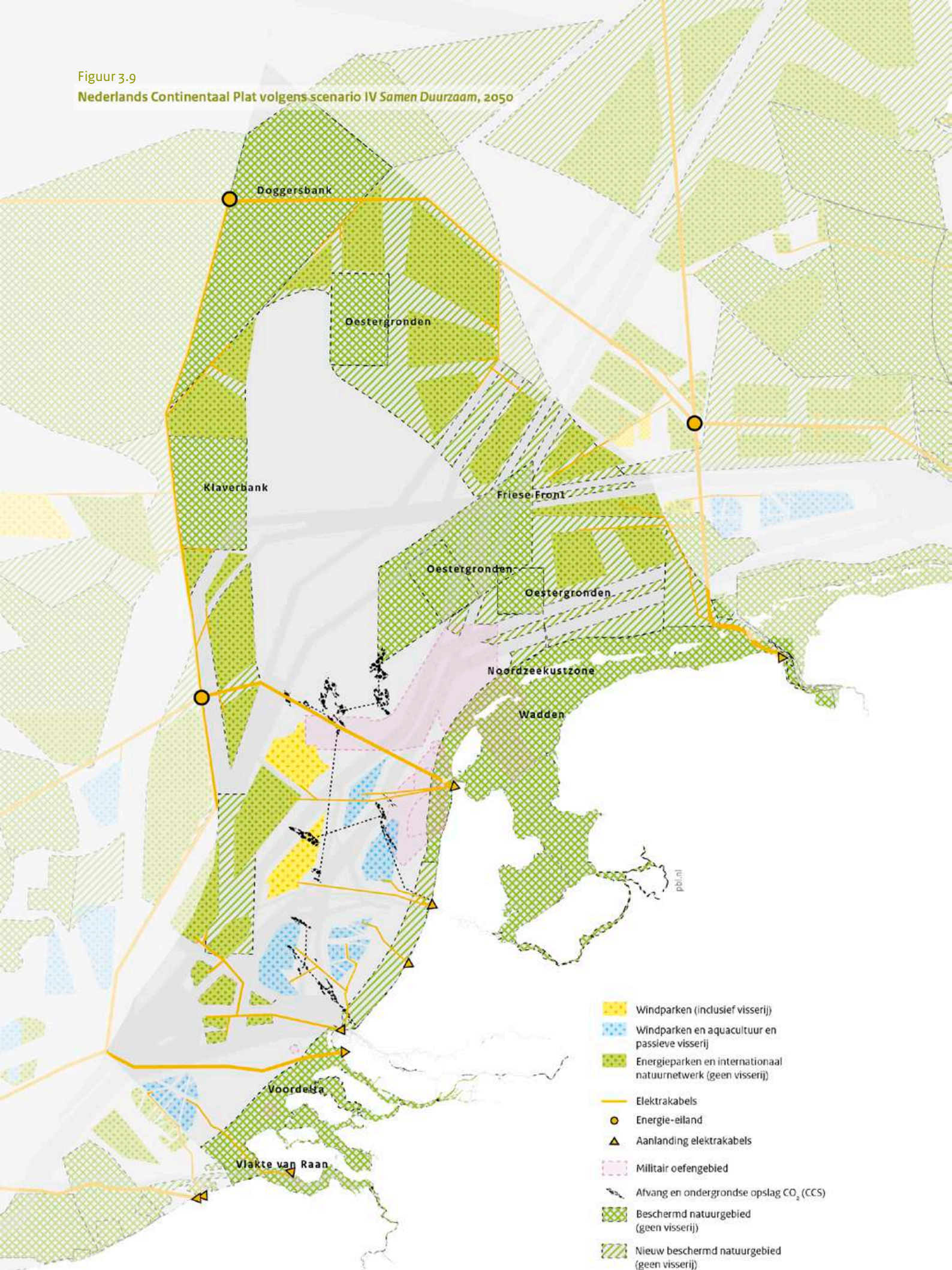
Dit alles vergt een transitie, waarin overheden, bedrijven, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen uit de verschillende sectoren een actieve rol spelen (PBL 2012). Dit geldt voor het gebiedsniveau, het nationale niveau en het niveau van de hele Noordzee. De samenwerking gebeurt via innovatienetwerken, waarin 'blauwe' voorlopers uit verschillende sectoren uitdagingen bespreken, innovatieve oplossingen zoeken en kennis delen. De hoge ambities van de EU en de nationale overheden en grote investeringen bieden een vruchtbare bodem voor innovaties. Het beprijzen van externe kosten en het aanscherpen van milieunormen geven eveneens stimulansen.

In *Samen Duurzaam* wordt de energietransitie het meest volledig gerealiseerd. In 2030 komt het totale windvermogen op zee uit op 15 gigawatt; daarna neemt windenergie op zee toe tot 60 gigawatt in 2050.

Figuur 3.8
Noordzee volgens scenario IV Samen Duurzaam, 2050



Figuur 3.9
 Nederlands Continentaal Plat volgens scenario IV Samen Duurzaam, 2050



Dit gebeurt onder andere ten oosten van de Doggersbank, ten noorden en oosten van de Centrale Oestergronden en ten oosten van het Friese Front. Nederland wordt een netto-exporteur van elektriciteit. Tegelijkertijd wordt een deel van de opgewekte elektriciteit ingezet voor de productie van groen gas. Daarnaast breken andere vormen van duurzame energiewinning op zee door, zoals getijdenenergie en golfenergie. Het resultaat is een broeikasgasvermindering van 100 procent ten opzichte van 1990. Door de lage olie- en gasprijzen en de hoge CO₂-prijzen is olie- en gaswinning op zee niet langer rendabel en worden niet alle voorraden benut. Een deel van de infrastructuur wordt aangepast voor het afvangen en opslaan van CO₂ en de productie van groen gas uit de overproductie van elektriciteit uit windenergie. Na 2030 gaan Nederland en de buurlanden een centrale rol spelen bij grootschalige afvang en opslag van CO₂ in Europa. In 2050 wordt 45 megaton CO₂ opgeslagen.

In dit scenario wordt de meest robuuste natuur gerealiseerd. De biodiversiteit in de Noordzee neemt sterk toe. Ruim voor 2050 wordt er in grote delen van de Noordzee een ecologisch evenwicht van alle ecosystemen bereikt. Vooral de ontwikkeling van het internationale natuurnetwerk en de afsluiting van de natuurgebieden voor de visserij dragen hieraan bij. Zo vormt de kustzone een aaneengesloten beschermd natuurgebied en zijn de Bruine Bank, de Klaverbank, de Doggersbank, de Centrale Oestergronden en de Borkumse Stenen met elkaar verbonden en ook met de mariene natuurgebieden in de buurlanden (zie figuur 3.8). Daarnaast is het herstel van ecosystemen belangrijk, bijvoorbeeld door in de natuurgebieden grote oesterbanken en kunstriffen aan te leggen. Door de realisering van een groot aantal windparken verder op zee neemt de hoeveelheid natuur verder toe. Het grote aantal windturbines veroorzaakt wel meer geluidsoverlast voor zeezoogdieren, ondanks de nieuwe funderingstechnieken. Ook is er meer sterfte onder zeevogels en vleermuizen, ook al worden de meeste windturbines ver op zee geplaatst.

In dit scenario wordt de voedselvoorziening toekomstbestendig, maar dit vergt wel een omslag van visserij naar aquacultuur. De bouw van nieuwe windparken en de ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden die niet toegankelijk zijn voor de visserij dragen ertoe bij dat de sector onder grote druk komt te staan. Vanwege de zachte Brexit blijven de visgronden van het Verenigd Koninkrijk toegankelijk voor vissers uit de EU. Tegelijkertijd neemt door de welvaarts- en bevolkingsgroei en de stijgende vraag naar gezond voedsel de vraag naar duurzame vis en schaal- en schelpdieren sterk toe (LEI 2016). Vanwege de verschuiving van de vraag naar plantaardig voedsel neemt de duurzame teelt van zilte groenten eveneens een hoge vlucht. Verder worden er op

steeds grotere schaal grondstoffen gewonnen, bijvoorbeeld bioplastics uit zeewier, en biobrandstoffen uit algen. De duurzame kweek en teelt vinden niet alleen in de Deltawateren en de ondiepe wateren langs de kust plaats, maar ook binnen de windparken en de natuurgebieden ten westen van de Zeeuwse en Hollandse kust (IMARES & LEI 2016). Dit gebeurt op grotere schaal dan in scenario III. Bij de viskweek gebeurt dit in gesloten systemen op zee (zeeboerderijen) waarin verschillende kweken en teelten met elkaar een cyclus vormen (STT 2016).

Door de sterke groei van het mondiale scheepvaartverkeer neemt het transport via de Noordzee qua volume verder toe: met 15 procent ten opzichte van 2015 tot 2030 en 40 procent tot 2050. Steeds meer schepen zijn gebouwd van nieuwe, herbruikbare materialen en met motoren die draaien op biobrandstof of waterstof (NISS 2016). De ontwikkeling van een uitgebreidere scheepvaartroute richting Scandinavië en de Oostzee leidt op de Noordzee tot meer scheepsbewegingen richting het noorden. De aangescherpte milieunormen, de overschakeling op nieuwe brandstoffen en de introductie van nieuwe aandrijftechnieken leiden tot een sterke afname van de netto-uitstoot van stikstof- en zwaveloxiden en CO₂. Door een betere benutting van de havencapaciteit is uitbreiding niet nodig. Door de grotere diepgang en de bredere bekkens van de Amsterdamse, Rotterdamse en Antwerpse havens, de intensievere samenwerking en de verregaande automatisering kunnen deze havens hun mondiale positie versterken (Port of Rotterdam 2011).

De zandwinning stijgt van 25 miljoen kubieke meter in 2015 tot 40 miljoen kubieke meter in 2050. Dat komt vooral door de eilanden die als energie-hubs dienen (zie figuur 3.9). De zandvoorraad in de prioritaire zone is groot genoeg om hierin te voorzien. De recreatievaart op zee neemt toe. Dat geldt ook voor het aantal autonome en door elektriciteit voortgedreven vaartuigen. Omdat de internationale spanningen afnemen, worden de militaire oefengebieden minder intensief gebruikt, wat medegebruik door andere sectoren vergemakkelijkt en tot minder verstoring van de natuur in de gebieden leidt. Om meer ruimte te maken voor windparken wordt het gebied voor vlieg oefeningen ten noorden van de Waddeneilanden naar het Schotse deel van de Noordzee verplaatst. De extra kosten die defensie hierdoor moet maken, kunnen bijvoorbeeld door de exploitanten van de windparken worden vergoed. Archeologische waarden komen onder druk te staan door de zandwinning en vooral door de bouw van grote aantallen windturbines en de aanleg van eilanden, wat het veiligstellen van de archeologische (informatie) waarde belangrijk maakt.

De Noordzee in de toekomst – thematische uitwerking

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we de resultaten van de scenario's per thema uit de Noordzeestrategie 2030: Energietransitie, Robuuste natuur en Toekomstbestendige voedselvoorziening. In de laatste paragraaf komt het meervoudig ruimtegebruik op de Noordzee, het themadoorsnijdende onderwerp van deze studie, aan bod. Per thema behandelen we de toekomstige situaties in de scenario's en de ontwikkelpaden. Ook benoemen we de kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen inclusief de betrokken actoren. Om onzekerheden te verkleinen en innovaties tot stand te brengen is het nodig een gerichte kennisagenda te maken voor de Noordzee. Internationale samenwerking op die punten is er al, maar zal verder moeten worden gestimuleerd en er is focus nodig. We noemen daarom per thema ook de belangrijkste kennisvragen. De onderliggende gegevens, aannames en onderbouwing van de ontwikkelingen in de Noordzeesectoren zijn beschreven in het achtergronddocument.

4.2 Energietransitie

De Noordzee kan voor Nederland en omringende landen een grote rol spelen bij het bereiken van een duurzame energievoorziening. Vooral de windturbines die daar worden geplaatst, kunnen de uitstoot van broeikasgassen beperken (zie kader). De mate waarin die uitstoot wordt teruggedrongen verschilt per scenario (tabel 4.1). Hieronder gaan we in op het mogelijke toekomstige ruimtegebruik op het NCP door windparken, olie- en gaswinning, CCS en kabels en leidingen. We benoemen daarbij ook de kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen inclusief de betrokken actoren.

Toekomstige situaties en ontwikkelpaden

Alleen in scenario IV zit Nederland op een pad waarin de doelen van het Klimaatakkoord van Parijs worden bereikt, in internationaal vergelijkbare context. In dat

scenario is de uitstoot van broeikasgassen in 2050 verminderd met 100 procent ten opzichte van het ijkjaar 1990. In scenario II bereikt Nederland in 2050 een vermindering van 80 procent en zit daarmee aan de onderkant van de marge van 80-95 procent vermindering, die al in 2009 is afgesproken door de Europese regeringsleiders als Europese opgave voor een mondiaal pad richting de 'tweegradendoelstelling'. In scenario's I en III wordt de uitstoot in 2050 door Nederland verminderd met respectievelijk 45 en 65 procent, wat overeenkomt met de WLO-scenario's van het CPB en PBL (2015b). Als de rest van de wereld een vergelijkbare inspanning levert komt de mondiaal gemiddelde opwarming in deze scenario's ruim boven de twee graden uit: 2,5-3 graden (scenario III) en 3,5-4 graden (scenario I).

De belangrijke rol van de Noordzee in de energietransitie in de scenario's komt vooral tot uitdrukking in het opgesteld windvermogen (tabel 4.1). Er worden tussen nu en 2050 duizenden windturbines op het NCP geplaatst. Hoewel andere duurzame opwekkingvormen – zoals zonne-, golfslag- en getijde-energie – op langere termijn ook een rol kunnen gaan spelen op de Noordzee, is de bijdrage daarvan in deze studie niet gekwantificeerd.

Daarnaast worden in drie van de vier scenario's lege gasvelden gebruikt voor de opslag van CO₂ die vrijkomt bij industriële activiteiten en de opwekking van energie (*carbon capture and storage*, CCS). De olie- en gaswinning uit de velden op het NCP verdwijnt in alle scenario's tussen 2030 en 2050, conform de inzichten in Geuns et al. (2017). Het moment waarop dit plaatsvindt hangt samen met de ontwikkeling van de prijzen van CO₂ en fossiele brandstoffen in de scenario's: hoe lager de prijs van fossiele brandstoffen en hoe hoger de CO₂-prijs, des te eerder de olie- en gaswinning zal beëindigen. Om de broeikasgassen te verminderen is dus een mix nodig van energietechnologieën.

De gegevens in tabel 4.1 zijn gebaseerd op modelberekeningen van het Nederlandse energiesysteem

Tabel 4.1

Overzicht energietransitiegegevens per scenario voor 2030 en 2050

	scenario I Langzaam Verder	scenario II Pragmatisch Duurzaam	scenario III Snel Vooruit	scenario IV Samen Duurzaam
Broeikasgasreductie (% vermindering ten opzichte van 1990)				
2030	30%	45%	40%	50%
2050	45%	80%	65%	100%
Windvermogen op zee (gigawatt)				
2030	4,5	7,5	11,5	15
2050	12	22	32	60
CCS (megaton CO₂ per jaar)				
2030	-	-	15	20
2050	-	30	25	45
Besparing finaal energiegebruik (% ten opzichte van 2015)				
2030	4%	9%	0%	13%
2050	10%	20%	0%	30%

(zie CPB & PBL 2015b) waarbij energievraag en -aanbod in evenwicht zijn. In het achtergronddocument zijn de berekeningen nader uitgewerkt en toegelicht.

Windparken

In de scenario's zijn de grootste ruimtelijke veranderingen in alle fysieke compartimenten (bodem, water en lucht) gekoppeld aan de groei van windenergie op zee. De kaarten van de Noordzee en het NCP (hoofdstuk 3) schetsen een beeld van de mogelijke windparklocaties in 2050 volgens de verhaallijnen bij de scenario's.

In 2015 was het ruimtebeslag van de windparken ongeveer 0,1 procent van het NCP. Tussen 2015 en 2017 groeide het windenergievermogen op het NCP van ongeveer 350 megawatt tot ongeveer 1 gigawatt, en daarmee naar 0,3 procent ruimtebeslag van het NCP (CLO 2017). In 2030 varieert de bandbreedte uit de scenario's voor het ruimtebeslag door windparken van minimaal 1 procent van het NCP in scenario I tot 4 à 6 procent in scenario IV. In 2050 reikt de bandbreedte van minimaal 3 procent van het NCP in scenario I tot 17 à 26 procent in scenario IV (zie tabel 4.2). De bandbreedtes worden toegelicht in het tekstkader 'Ruimtebeslag windparken en vermogensdichtheid'.

De huidige aangewezen gebieden voor windenergie beslaan ongeveer 5 procent van het NCP en geven ruimte aan een opgesteld windvermogen van 12 tot 18 gigawatt. Met de ontwikkelingen van windenergie op zee volgens de scenario's (zie tabel 4.2) betekent dit dat er tussen 2030 en 2050 nieuwe gebieden moeten worden aangewezen. Wanneer precies, is afhankelijk van de groei

van het windenergievermogen en die verschilt per scenario. Met een vermogen van 60 gigawatt in 2050 (scenario IV) zal dit al rond 2030 het geval zijn omdat tegen die tijd circa 15 gigawatt aan windturbines een plek zal moeten hebben gekregen. Bij een vermogen van 12 gigawatt in 2050 (scenario I) hoeven geen nieuwe gebieden te worden aangewezen.

In tabel 4.2 is in de laatste kolom aangegeven welke functiecombinaties in de verschillende scenario's zijn verondersteld. In de praktijk zal meervoudig ruimtegebruik zich veelal beperken tot combinaties van twee sectoren: energie met natuur, natuur met voedselvoorziening (visserij en aquacultuur), of energie met voedselvoorziening. Sectoren van nationaal belang krijgen daarbij voorrang.

Olie- en gaswinning en CCS

In 2015 waren er 11 olie- en 150 gaswinningsplatforms op het NCP. Uitgaande van een veiligheidszone van 500 meter vanuit nautisch perspectief is het ruimtebeslag 126 vierkante kilometer, oftewel 0,2 procent van het NCP. Het ruimtebeslag van de bijbehorende leidingen op de bodem van het NCP is hierbij niet meegeteld (zie Kabels en leidingen). Als alle 161 platforms een helikopterdek zouden hebben zou het ruimtebeslag maximaal 3 procent van het NCP zijn. Platforms met een helikopterdek hebben namelijk een veiligheidszone – obstakelvrij – van 5 zeemijl. In gevallen waar platforms met een helikopterdek in de aangewezen gebieden staan, zou echter met maatwerk plaatsing van windturbines binnen een deel van de beschermde ruimte mogelijk gemaakt kunnen worden (IenM & EZ 2015b).

Tabel 4.2

Ruimtegebruik, locatie en medegebruik door windparken in 2030 en 2050

	2030		2050		Medegebruik
	Aandeel van NCP	Locatie	Aandeel van NCP	Locatie	
Scenario I Langzaam Verder	1-2 %	Aangewezen gebieden	3-5 %	Aangewezen gebieden	Natuur, doorvaart kleine schepen
Scenario II Pragmatisch Duurzaam	2-3 %	Aangewezen gebieden	6-9 %	Nieuwe locaties niet verder dan ca 100 km uit de kust	Natuur, visserij, doorvaart kleine schepen
Scenario III Snel Vooruit	3-5 %	Aangewezen gebieden	9-14 %	Nieuwe locaties op de Doggersbank	Natuur, aquacultuur, visserij, doorvaart kleine schepen
Scenario IV Samen Duurzaam	4-6 %	Aangewezen gebieden én mogelijk nieuwe gebieden	17-26 %	Veel nieuwe locaties buiten de huidige natuurgebieden	Windparken onderdeel van internationaal natuurnetwerk, aquacultuur, passieve visserij, doorvaart kleine schepen

Ruimtebeslag windparken en vermogensdichtheid

De laagste waarde in tabel 4.2 voor het ruimtebeslag per scenario komt overeen met een vermogensdichtheid van 6 megawatt per vierkante kilometer, zoals in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 (I&M & EZ 2015b) is aangenomen. De hoogste waarde komt overeen met een vermogensdichtheid van 4 megawatt per vierkante kilometer. Een vermogensdichtheid van 4 tot 6 megawatt per vierkante kilometer is bijvoorbeeld 6 tot 9 windturbines van elk 7 megawatt op een oppervlakte van 10 vierkante kilometer. In de praktijk zijn er zowel windparken met dichtheden hoger dan 6 en lager dan 4 megawatt per vierkante kilometer. Zo hebben beide Nederlandse Gemini-windparken een vermogensdichtheid van bijna 9 megawatt per vierkante kilometer en krijgt het Engelse windpark East Anglia One, dat nu wordt gebouwd, een vermogensdichtheid van 3,5 megawatt per vierkante kilometer.

Wij hanteren hier 6 megawatt per vierkante kilometer als middenwaarde en gebruiken de lagere dichtheid van 4 megawatt per vierkante kilometer als indicatie dat het ruimtebeslag door windenergie substantieel groter kan zijn. Een veel hogere vermogensdichtheid zoals in de Gemini-windparken is voor wat betreft het ruimtegebruik zelf voordelig. Met een vermogensdichtheid van 9 megawatt per vierkante kilometer heeft 60 gigawatt aan windturbines en een ruimtebeslag van 11 procent van het NCP, wat substantieel minder is dan de 26 procent bij 4 megawatt per vierkante kilometer. Een hoge vermogensdichtheid heeft echter ook een keerzijde met mogelijk extra negatieve gevolgen. Afhankelijk van de windparklocatie en het type windturbine zijn er meer vogelslachtoffers en lagere opbrengsten van de windturbines, en zijn de voorwaarden voor medegebruik moeilijker te realiseren.

Bij het ontwerp van een windpark is de vermogensdichtheid dus een sturende factor voor het ruimtegebruik, de mogelijkheden tot medegebruik en de effecten op de leefomgeving.

Er komt in stappen meer ruimte vrij (EBN & Gasunie 2010) omdat in alle scenario's het aantal platforms de komende decennia afneemt (tabel 4.3). Daarnaast is er een trend om platforms zonder helikopterdek uit te rusten, waardoor het ruimtebeslag met betrekking tot windparken nog sterker zal afnemen. Platforms die uit gebruik worden genomen moeten in principe worden opgeruimd zoals geregeld via de Mijnbouwwet. Hergebruik, op termijn, voor CCS zou echter een reden kunnen zijn om een platform te laten staan. Ook zou het (deels) laten staan van een platform vanuit ecologisch perspectief zijn te verdedigen. Bestaande platforms hebben de werking van een kunstmatig rif in de zee

en kunnen zo een positief effect hebben op de natuurontwikkeling ter plekke. Hoewel het opruimen van zo'n platform het ecosysteem op die specifieke locatie sterk zou kunnen verstoren zal een robuuste natuur op termijn meer baat hebben bij grote oppervlaktes beschermd natuurgebied in plaats van een aantal verspreide platforms met hoge natuurwaarde.

Offshore winning van olie en gas neemt in de scenario's af tot nul in 2050. Dit is in overeenstemming met de huidige inzichten over winning van gas uit de zogenoemde kleine velden (Geuns et al. 2017). Het aantal platforms zou dan ook tot nul zijn afgenomen als de installaties na

Tabel 4.3

Ontwikkeling van het aantal installaties voor olie- en gaswinning en/of CCS op het NCP

	2015	2030	2050
Scenario I Langzaam Verder	161	67	0
Scenario II Pragmatisch Duurzaam	161	20	20
Scenario III Snel Vooruit	161	48	17
Scenario IV Samen Duurzaam	161	30	30

uitgebruikname conform de wettelijke verplichting zouden worden opgeruimd. Echter in de scenario's II, III en IV doet CCS zijn intrede (zie ook achtergronddocument). In het Regeerakkoord 2017 is sprake van een denkrichting om jaarlijks tot 18 megaton CO₂ op te slaan vanaf 2030. Op dit moment vindt er op het NCP nog geen ondergrondse opslag van CO₂ plaats, hoewel er al decennia op beperkte schaal CCS plaatsvindt op de Noordzee buiten het NCP. Jaarlijks wordt sinds de jaren negentig ongeveer 1 megaton CO₂ opgeslagen in het Noorse *Sleipner* gasveld door het Staatsbedrijf Statoil. Het gaat hierbij om CO₂ dat ter plekke wordt gescheiden bij de winning van aardgas. Een CCS-installatie om CO₂ in de Noordzeebodem op te slaan heeft een ruimtebeslag dat kleiner zou kunnen zijn dan een gasplatform. Een ondergrondse opslag van 30 megaton CO₂ per jaar (zoals in scenario II) kan met naar schatting een 20-tal putten worden gedaan (DHV & TNO 2008).

Netto neemt hierdoor op het NCP het aantal installaties voor olie- en gaswinning en/of CCS af (tabel 4.3). Op de 2050-scenariokaarten van het NCP (hoofdstuk 3) is geschetst dat CCS kan plaatsvinden in oude gasvelden. Welke gasvelden het meest geschikt zijn en als eerste in aanmerking komen is niet aangegeven. Hoewel de technische geschiktheid goed kan worden bepaald en deels ook al bekend is, is de timing van CCS al snel complex omdat die samenhangt met andere (nog te maken) keuzes rond het energiesysteem in transitie. Huidig en toekomstig onderzoek richt zich op het beter in beeld brengen van de mogelijkheden en timing rond CCS (EBN 2016; Havenbedrijf Rotterdam 2017).

Bij de ontwikkeling volgens tabel 4.3. is verondersteld dat de installaties van olie- en gasvelden die uit gebruik worden genomen direct worden opgeruimd, tenzij er hergebruik voor CCS is voorzien (EBN 2016). In 2030 blijven er daardoor in de scenario II en scenario IV tot enkele tientallen installaties staan die in 2030, strikt genomen, opgeruimd hadden moeten zijn. In sommige gevallen betekent dit dat oude gasplatforms voor langere tijd ongebruikt blijven, soms zelfs 10 jaar of meer, met name in scenario II.

Kabels en leidingen

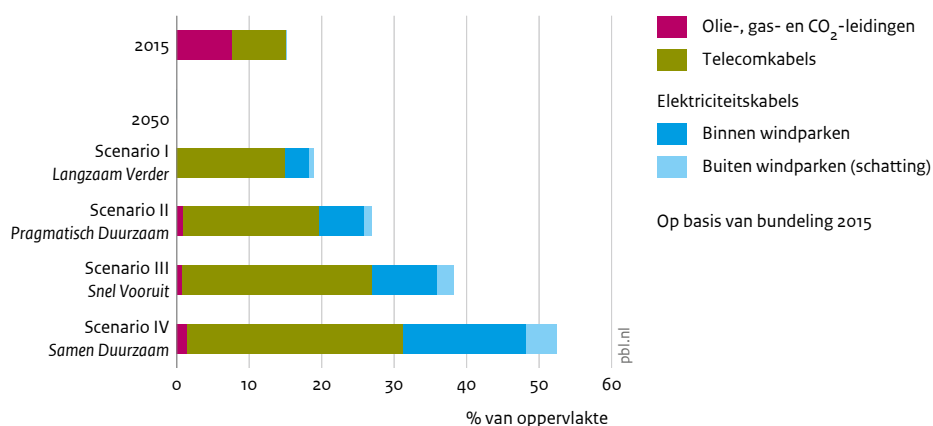
Aan weerszijden van kabels en leidingen op de bodem van het NCP geldt een onderhoudszone, van 500 meter voor leidingen en elektrakabels en van 750 meter bij telecomkabels. Rekening houdend met deze onderhoudszone was het feitelijke ruimtebeslag¹ door de 7.800 kilometer aan kabels en leidingen in 2015 ongeveer 16 procent van de bodem van het NCP; 8 procent door olie- en gasleidingen, 7 procent door telecomkabels en minder dan 1 procent door elektriciteitskabels. Binnen deze gebieden mag geen zand worden gewonnen. Daarnaast belemmert de aanwezigheid van kabels en leidingen in een kavel vrije plaatsing van windturbines en andere installaties op de zeebodem.

De toename van het ruimtebeslag zoals weergegeven in figuur 4.1 gaat uit van een bundeling van kabels zoals die ook nu al wordt toegepast zowel bij de telecom- als de elektriciteitskabels. Als de huidige wijze van bundeling wordt doorgezet dan zouden kabels in 2050 een ruimtebeslag hebben van tussen ongeveer een vijfde (scenario I) en de helft van de bodem van het NCP (scenario IV). De groei van het ruimtebeslag door telecomkabels is het grootst en het meest onzeker.

De schatting van het ruimtebeslag van de elektriciteitskabels op de bodem van het NCP in 2050 (figuur 4.1) is bepaald op basis van het huidige ruimtebeslag (circa 330 vierkante kilometer per gigawatt). Het ruimtebeslag van de elektrakabels in de windparken wordt tegelijkertijd ook beperkt door de grootte van het windpark. Het grootste deel van het ruimtebeslag door elektriciteitskabels zal binnen de windparken zelf liggen (naar schatting 85 procent van het ruimtebeslag van alle elektriciteitskabels in scenario I en II en 80 procent in scenario III en IV).

Het ligt voor de hand om een efficiëntere infrastructuur te ontwikkelen bij een grote groei van windenergie en als er windparken moeten komen die veel verder uit de kust komen te liggen dan de huidige aangewezen gebieden (Ecofys et al. 2014). Die situatie doet zich voor in scenario III en IV (zie kaarten in hoofdstuk 3). In de scenario's III en IV zijn twee nog niet bestaande infrastructurele elementen toegevoegd: een of meer energie-eilanden en een netwerk van zware interconnectiekabels waarop kabels vanuit een windpark kunnen worden aangesloten. Daardoor is het niet nodig dat kabels vanuit alle windparken naar het land moeten lopen. Zonder zo'n efficiënte infrastructuur zou er in scenario III en IV een veel groter deel van de bekabeling buiten de windparken terecht komen met een grotere kans op ruimtelijke knelpunten.

Figuur 4.1
Ruimtebeslag door kabels en leidingen op bodem van Nederlands Continentaal Plat



Bron: PBL

Het ruimtebeslag door leidingen neemt netto af (figuur 4.1). Olie- en gasleidingen nemen af terwijl er een beperkt aantal leidingen voor CO₂ zullen bijkomen. Als leidingen na gebruik niet (direct) worden opgeruimd kan een situatie ontstaan dat het ruimtebeslag op de bodem door leidingen rond de huidige 8 procent van het NCP blijft hangen. Hoewel er in twee scenario's in 2050 sprake is van power-to-gas (scenario III en IV), is in deze scenario's geen rekening gehouden met een aparte infrastructuur op de Noordzee hiervoor.

Kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen

Bij het thema Energietransitie komt op basis van de scenario's een aantal knelpunten en mogelijke synergieën naar voren.

Ruimte voor windparken

In alle scenario's bieden de huidige aangewezen gebieden voor windenergie tot 2030 op zich voldoende ruimte voor de groei van windenergie op zee. Er zijn echter nu al ruimtelijke beperkingen als gevolg van de huidige olie- en gaswinning en bescherming van natuursoorten (Vogel- en Habitatrichtlijn). Als deze belemmeringen niet worden opgeheven is het mogelijk dat er bij een opgesteld windvermogen van minder dan 12 gigawatt ook al nieuwe gebieden nodig zijn voor de aanleg van windparken. Daarnaast kan de locatie van windparken conflicteren met visserijbelangen.

Knelpunten op land

Bij een groei van het opgestelde windvermogen van circa 1 gigawatt per jaar – overeenkomend met de windambitie in het Regeerakkoord 2017 voor de periode 2024-2030 – of meer, ontstaan er mogelijk al voor 2030 op twee fronten problemen als alle energie in de vorm

van elektriciteit naar Nederland wordt getransporteerd (Tennet KCD 2017a). Ten eerste is er langs de kust gebrek aan ruimte om veel meer elektrakabels aan te landen, waardoor nieuwe aanlandingspunten veel moeilijker zijn te realiseren. Ten tweede kan de sterke groei van het variabele elektriciteitsaanbod vanuit zee al in de periode 2024-2030 tot problemen in het stroomnetwerk op land leiden. Het stroomaanbod kan bijvoorbeeld groter worden dan de capaciteit van het netwerk (congestie) en dat kan tot stroomstoringen leiden. In eerste instantie zal grotere flexibilisering van de stroomvraag en het gedeeltelijk en tijdelijk afschakelen van het stroomaanbod van zee een oplossing kunnen bieden. Op de wat langere termijn lijkt echter verzwaring en uitbreiding van het bestaande netwerk op land en interconnectie met het buitenland nodig, met bijvoorbeeld ondergrondse gelijkstroomkabels en/of bovengrondse hoogspanningsleidingen. Dit geldt vooral als de hoge windambities in scenario III en scenario IV worden nagejaagd. Gezien de doorlooptijden van circa 10 jaar bij dit soort infrastructurele aanpassingen is de verwachting dat hiervoor al op korte termijn besluiten nodig zijn.

Conversie windenergie naar waterstof

Om een grote groei van windenergie op zee zoals in scenario III en IV ook na 2030 te kunnen accommoderen zijn mogelijk grotere veranderingen van het energiesysteem nodig dan aanpassingen van het elektriciteitsnetwerk op land. De problemen die ontstaan om steeds meer stroom uit de windparken op zee aan land te krijgen kunnen bijvoorbeeld worden opgevangen door windstroom via elektrolyse om te zetten in waterstof (power-to-gas). Waterstof is als een geconcentreerde vorm van energie relatief gemakkelijk

te vervoeren en langdurig op te slaan. In de scenario's wordt waterstof bijvoorbeeld geproduceerd op een energie-eiland of op land. In de scenario's is impliciet verondersteld dat de geproduceerde waterstof per schip wordt vervoerd. Power-to-gas biedt op papier allerlei voordelen bij het managen van het groeiende variabele stroomaanbod uit windenergie op zee en voor de energietransitie in het algemeen. Ze staat als grootschalige optie voor het energiesysteem en als productiemethode van grondstof voor de industrie echter nog aan het begin van de ontwikkeling. Een grootschalige inzet op waterstof uit windenergie op zee is daarom een fundamentele keuze waar een zorgvuldige afweging van de kansen en bedreigingen aan vooraf zal moeten gaan. Meer in een experimentele fase ontwikkelt Tennet op dit moment in samenwerking met onder andere Gasunie in internationaal verband plannen voor de bouw van een energie-eiland op de Noordzee met ruimte voor power-to-gas (Tennet KCD 2017b). In scenario III en IV zijn zulke energie-eilanden op de Noordzee voorzien. Voor de korte termijn zal power-to-gas echter nog onvoldoende oplossing kunnen bieden om congestie te voorkomen op het stroomnetwerk op land door het stroomaanbod van zee.

Medegebruik windparken

Met name in scenario IV is de ruimteclaim van windenergie op zee in 2050 zo groot dat de huidige ruimtelijke scheiding tussen windparken enerzijds en natuurgebieden en visserij anderzijds moeilijk is vol te houden, tenzij geaccepteerd wordt dat beschermde natuurgebieden en visserijgebieden niet groeien of zelfs krimpen. Het combineren van windparken met beschermde natuurgebieden of visserij kan deels een oplossing bieden voor de ruimtedruk die ontstaat bij grote groei van windenergie op zee.

Effect windparken op natuur

In de scenario's met hoge tot zeer hoge groei van windenergie op zee (II, III en IV) komen verschillende vormen van meervoudig ruimtegebruik voor (zie figuur 4.2 in paragraaf 4.5 Robuuste natuur). Daarbij is verondersteld dat er maatregelen kunnen worden getroffen om de natuur voldoende te beschermen. Of dit ook daadwerkelijk kan is onzeker. De effecten van een toename van het windvermogen in 2050 met een factor 30 (scenario III) tot zelfs 60 (scenario IV) kunnen maar beperkt van tevoren worden ingeschat op basis van de huidige kennis over de nadelige effecten van windparken.

Onderzoek ecologische gevolgen windenergie op zee

Het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC; IenM & EZ 2015b) heeft eerste inzichten opgeleverd over wat de ecologische effecten kunnen zijn van windenergie op zee gestapeld op de overige druk op ecosystemen in de Noordzee.

Daarnaast is in 2016 een vijfjarig onderzoeksprogramma gestart, het Wind op Zee Ecologisch Programma (Wozep), dat als doel heeft om de kennisleemtes rond de ecologische effecten van windenergie op zee in beeld te brengen (Wozep 2016). Dat programma zal de komende jaren veel nieuwe kennis opleveren, maar er kan niet van verwacht worden dat het antwoorden geeft op situaties die nog (lang) niet in beeld zijn. Ook kunnen er nog onbekende nadelige effecten op ecosystemen optreden als gevolg van een cumulatie van verschillende ecologische drukfactoren op de Noordzee in de toekomst (IMARES 2017).

Monitoring

Een continue monitoring onder andere op basis van de inzichten uit Wozep en KEC zal naar verwachting meer zicht leveren op de langetermijneffecten bij een (hoge) groei van windenergie op zee. Op voorhand kan deze studie geen antwoorden geven op de vraag onder welke voorwaarden windparken daadwerkelijk kunnen worden gecombineerd met beschermde natuurgebieden of visserij-inclusief kunnen worden gemaakt. Die antwoorden hangen samen met de politieke keuzes voor de mate waarin de drie beleidsdoelen van de Noordzeestrategie 2030 daadwerkelijk in zicht moeten komen en blijven.

Van gaswinning naar CCS

Offshore winning van olie en gas neemt in de scenario's af tot nul in 2050. Het tempo waarin dit gebeurt verschilt per scenario en sluit niet automatisch aan op de behoefte aan uitgeputte gasvelden voor CCS in scenario II, III en IV. Vanuit kostenperspectief zou er bij hergebruik van een platform niet meer dan ongeveer 10 jaar moeten zitten tussen beëindiging van gaswinning en ingebruikname voor CCS (TNO & EBN in voorbereiding). In scenario II wordt er pas tegen het eind van de periode 2030-2050 met CCS gestart. Hierdoor zal een aantal platforms niet meer in aanmerking komen voor hergebruik. Om dit zoveel mogelijk te voorkomen is afstemming tussen offshorebedrijven nodig, gecoördineerd door de Rijksoverheid. Ook is aanpassing nodig van de huidige wetgeving die zegt dat olie- en gasplatforms na het beëindigen van de exploitatiefase moeten worden verwijderd.

Synergie gaswinning, windenergie en CCS

Door de offshore bedrijven voor olie- en gaswinning, windenergie en CCS op elkaar af te stemmen, kan synergie worden behaald; zowel de kosten als de CO₂-uitstoot kunnen omlaag. Een lagere CO₂-uitstoot leidt bij hoge CO₂-prijzen in scenario II en IV ook tot lagere kosten. Op korte termijn kan er winst worden geboekt door elektrificatie van boorplatforms en hergebruik van

infrastructuur. De belangrijkste actoren zijn het nationale beleid, de offshore olie- en gasbedrijven, EBN en de relevante kennisinstituten.

Ruimtebeslag elektrakabels

Op zee leidt de bekabeling van windparken op termijn tot een groot ruimtebeslag op de bodem. Het overgrote deel bevindt zich in de windparken zelf. Zelfs als kabels worden ingegraven zal medegebruik van windparken door bijvoorbeeld bodemberoerende visserij tot een toename van het aantal kabelbreuken kunnen leiden. Als alternatief kunnen elektrakabels in de windparken ook boven het zeeoppervlak worden geleid mits voldoende hoog om doorvaart van kleine schepen mogelijk te maken.

Kostendaling door samenwerking

Nederland heeft geen rechtstreekse invloed op prijzen van brandstoffen, CO₂ en grondstoffen zoals staal; prijzen die een belangrijke rol spelen bij de investeringen rond de energietransitie. Door samen te werken met de andere Noordzeelanden die inzetten op ontwikkeling van windenergie op zee kan wel verdere daling worden bereikt van de kosten die gemoeid zijn met de bouw en de aansluiting van windparken. Te denken valt aan het ontwikkelen van gemeenschappelijke standaarden, het delen van kennis en het onderling afstemmen van de ruimtelijke planning van windparken en de bijbehorende infrastructuur.

Verkeersleiding

Een toenemend ruimtebeslag door windparken – vooral op het drukste deel van de Noordzee – leidt tot verdringing van niet-routegebonden scheepvaart. De grote schepen die routegebonden zijn houden zich aan de grote vaarroutes die voldoende ruimte zullen blijven bieden. Daarnaast is er een toename van scheepvaartbewegingen in de buurt van windparken voor het uitvoeren van onderhoud en beheer. Bij het huidig opgesteld windvermogen van 1 gigawatt in de windparken gaat het om 8 vaarten per park per dag. Hierdoor zal er steeds meer interferentie zijn tussen routegebonden en niet-routegebonden scheepvaartverkeer. Extra verkeersleiding van de scheepvaart (VTS, Vessel Traffic Service) kan daarbij helpen om de toenemende verkeersdruk in de routes veilig te laten verlopen. Voor de kleinere schepen zal er steeds minder vrije vaarruimte overblijven om ook buiten de grote vaarroutes te kunnen varen, vooral als er specifiek medegebruik is geregeld voor bijvoorbeeld aquacultuur of visserij met staand want. Extra corridors tussen windparken of vrije doorvaart door windparken kunnen hier de oplossing zijn. Hierbij kan synergie worden bereikt met de luchtvaart door de locaties van corridors en helikopterroutes zoveel mogelijk te laten

samenvallen. De belangrijkste actoren zijn de Noordzeelanden, het nationale beleid, het internationale beleid (EU, IMO, IALA, OSPAR) en de scheepvaart- en recreatievaartsector.

Internationale ruimtelijke planning infrastructuur

Alle Noordzeelanden hebben te maken met nieuwe infrastructuur om hun ambities voor windenergie op zee te realiseren en met bestaande olie- en gasinfrastructuur die op termijn moet worden opgeruimd of zal worden hergebruikt. De Noordzeelanden werken sinds 2016 samen op het onderwerp energie onder de North Seas Energy Cooperation. Daarnaast wordt op Europees niveau de ruimtelijke ordening op de Noordzee gereguleerd via de EU-kaderrichtlijn voor maritieme ruimtelijke ordening en via de overlegstructuur en de North Sea Offshore Grid Initiative van de Europese netwerkorganisaties (ENTSOE). Voor een efficiënte en minder milieubelastende energie-infrastructuur op de Noordzee is het van belang om de ruimtelijke planning en de verschillende nationale ambities rond de energietransitie in een vroeg stadium internationaal op elkaar af te stemmen. Het gaat hierbij vooral over de grootschalige infrastructuur: windparklocaties, energie-eilanden, interconnectie met zware elektrakabels en gas- en olieleidingen en mogelijk ook om nieuwe pijpleidingen om waterstof aan land te brengen of om CO₂ in de Noordzeebodem op te slaan. Afstemming met Noordzeelanden over energie-infrastructuur op de Noordzee stelt Nederland beter in staat om een optimale nationale infrastructuur te plannen. Ook kan daarmee een verdere daling worden bereikt van de kosten die gemoeid zijn met de bouw en de aansluiting van windparken. De belangrijkste actoren zijn de Noordzeelanden, het nationale beleid, offshore olie- en gasindustrie, Tennet, ENTSOE, EBN en Gasunie.

Kennisplatform

Bij toenemende internationale samenwerking is een gedeeld kennisplatform nodig om in een grote diversiteit aan kennisbehoeften te voorzien. In Nederland wordt het zogenoemde Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl) beheerd door de Rijksoverheid. Het brengt informatie over Noordzee samen. Zo'n soort initiatief maar dan een internationale versie voor het hele Noordzeegebied kan de bestaande en toekomstige samenwerking ondersteunen met een gedeelde kennisbasis. Gezien het belang van een goede internationale kennisbasis voor Nederland zou het hiertoe het initiatief kunnen nemen. De noodzaak hiervan is in alle scenario's even groot. De belangrijkste actoren zijn de Noordzeelanden, het nationale beleid, kennisinstituten, de sectoren en bedrijven.

Groei internationale telecomverbindingen

Als de behoefte aan nieuwe internationale telecomverbindingen groeit volgens de tempo's in de scenario's, zal gezocht moeten worden naar efficiëntere manieren om de telecomkabels in de Noordzee te leggen. De mogelijke groei van het aantal kabels en de groeiende afhankelijkheid van de datastromen (veiligheid) en de beperkte ruimte op de Noordzee vragen om slimme innovaties rond beheer en onderhoud om bij de beperktere ruimte toch een veilig en robuust netwerk te hebben. Het is bijvoorbeeld nodig dat gezocht wordt naar een manier om telecomkabels veel meer te bundelen, zodat het ruimtebeslag beperkt blijft terwijl reparaties, beheer en onderhoud toch gemakkelijk kunnen worden uitgevoerd. De belangrijkste actoren zijn de Noordzeelanden, het nationale beleid, de telecomsector en -bedrijven.

Kennisvragen

De scenario's geven indicaties van een aantal kennisvragen die zich voordoen en waarmee bij de onderzoeksprogrammering rekening kan worden gehouden:

- In Nederland speelt aardgas een hoofdrol in de huidige energievoorziening en als grondstof in de industrie, maar die rol zal in een transitie naar een duurzame energievoorziening sterk afnemen. Vormen waterstof of andere gasvormen uit windenergie op zee een realistisch alternatief? Wat zijn bijvoorbeeld mogelijke kostenontwikkelingen van de productie en het gebruik van waterstof in de industrie en bij productie van energie?
- Timing speelt een belangrijke rol bij de mate van synergie tussen gas- en oliewinning, windenergie op zee, CCS en mogelijke conversie naar waterstof en ondergrondse opslag ervan. Wat zijn hierbij de opties om tot een optimaal pad te komen en wat zijn belemmeringen?
- Hoewel er relatief veel bekend is over de technologie en kosten van CCS zijn er nog veel kennisvragen te verwachten als Nederland daadwerkelijk met CCS zal gaan beginnen. Om CCS in de praktijk te brengen zijn er bijvoorbeeld nog verschillende governancevragen rond de verantwoordelijkheden bij de afvang, levering, transport en opslag van CO₂.
- Nog onbekend zijn de langetermijneffecten op de natuur van grote hoeveelheden windparken, zoals in scenario III en IV. Om hier grip op te krijgen zou onderzoek op basis van continue monitoring kunnen helpen. Dergelijk onderzoek heeft baat bij een gezamenlijke aanpak door de Noordzeelanden.
- Hoe groot is de behoefte aan nieuwe internationale telecomverbindingen die via de Noordzee lopen? De in de scenario's veronderstelde groei van het aantal internationale telecomkabels is erg onzeker. Meer zicht

hierop is nodig voor een goede ruimtelijke planning van de kabels en leidingen op de Noordzee.

4.3 Robuuste natuur

Toekomstige situaties en ontwikkelpaden

Robuuste natuur is natuur die tegen een stootje kan en die nuttige functies vervult (EZ 2014). Het realiseren van robuuste natuur is niet alleen een doelstelling van het nationale beleid, maar is ook belangrijk voor het realiseren van een van de duurzame ontwikkelingsdoelen (Sustainable Development Goals) die de Verenigde Naties hebben gesteld en waaraan zowel de EU als Nederland zich hebben gecommitteerd. Het gaat hierbij om SDG 14: het beschermen en duurzaam gebruiken van oceanen, zeeën en mariene hulpbronnen.

De toekomstige situaties van de natuur die de scenario's schetsen lopen nogal uiteen en daarmee ook de mate waarin robuuste natuur wordt hersteld. In alle scenario's gaat de natuur erop vooruit. De mate waarin dit gebeurt is onzeker, en de onzekerheid hangt vooral af van de beleidsambities van de overheid. In de scenario's I en III, waarin het vaststaande beleid wordt voortgezet, blijft het oppervlak aan beschermde natuurgebieden gehandhaafd op 20 procent van het NCP. De nadruk op gevestigde belangen en de gebrekkige samenwerking leiden er in scenario I toe dat er geen samenhangend netwerk komt. De nadruk op het welbegrepen eigenbelang en het denken voorbij de eigen sector dragen ertoe bij dat het samenhangende netwerk er in scenario III wel komt. In de scenario's met duurzame ambities neemt het oppervlak substantieel toe. In scenario II komt er een uitgebreid nationaal netwerk van beschermde gebieden dat 35 procent van het NCP beslaat. In scenario IV wordt er zelfs een internationaal netwerk van beschermde natuurgebieden gerealiseerd, waarvan het Nederlandse deel 50 procent van het NCP beslaat.

Belangrijk is om natuurgebieden in hun geheel te beschermen en alleen activiteiten toe te laten die de natuur niet schaden, bijvoorbeeld geen of maar beperkt beroeps- en sportvisserij. Daarnaast is het relevant om bij de aanwijzing van de te beschermen natuurgebieden rekening te houden met het gegeven dat allerlei soorten zich door de opwarming van het water gaan verplaatsen. Verder is het van belang om niet alleen oog te hebben voor de nationale ambities, maar om die ook met de ambities van de buurlanden af te stemmen. Dit geldt niet alleen voor de aanwijzing van de natuurgebieden, maar ook voor de beschermingsregimes. Hierdoor kan belangrijke natuurwinst worden geboekt.

Uitbreiding van de beschermde natuurgebieden draagt er in dit scenario toe bij dat de biodiversiteit van de bodemsoorten er op vooruitgaat. Naast de omvang van de natuurgebieden zijn de bescherming van de gebieden en maatregelen voor natuurontwikkeling van belang. Zo gaan in de scenario's II en IV, waarin geen bodemberoerende visserij in de beschermde natuurgebieden wordt toegestaan, de benthische soorten (soorten die in of op de zeebodem leven) er het meest op vooruit. Het beleid in deze scenario's is dan ook aanzienlijk ambitieuzer dan de 30 tot 35 procent van de Natura 2000-gebieden die nu voor demersale visserij zijn afgesloten. Daarnaast is het belangrijk om niet alleen de condities voor natuurherstel te creëren, maar ook maatregelen te nemen om het herstel te bevorderen, bijvoorbeeld door oesterriffen of kunststriffen te creëren en buiten gebruik geraakte olie- en gasplatforms te hergebruiken (Rozemeijer et al. 2017).

Door de verdere uitbreiding van het aantal beschermde natuurgebieden en de verdere verbetering van de waterkwaliteit nemen de visbestanden in alle vier de scenario's toe. In scenario I is de verbetering beperkt doordat het nationale natuurnetwerk niet helemaal tot zijn recht komt en het beschermingsregime niet wordt aangescherpt. In scenario III gebeurt dit wel. In de scenario's II en IV nemen ook kwetsbare vissoorten die momenteel nog steeds in aantal achteruitgaan, zoals haaien en roggen, weer toe. Daarnaast komen er vooral in deze twee scenario's weer meer grote vissen voor, omdat er grotere gebieden zijn waarin zij niet worden bevestigd. Verder krijgen migratievissen, zoals paling en steur, vooral in deze twee scenario's meer kans doordat er meer barrières om de rivieren op te trekken worden geslecht.

Omdat de vissoorten – de belangrijkste voedselbron van zeezoogdieren – er op vooruitgaan en de waterkwaliteit in alle vier de scenario's beter wordt, nemen de aantallen zeezoogdieren in de scenario's verder toe. Daarnaast zet de verduurzaming van de visserij zich in alle scenario's door, zij het in verschillende tempo's. Hierdoor zullen er minder zeezoogdieren omkomen in visnetten. Door de toename van de vissoorten – ook de belangrijkste voedselbron van veel zeevogels – nemen de aantallen zeevogels in de scenario's eveneens toe. Alleen zeevogels die baat hebben bij de visserij, zoals jan-van-genten, zullen door de plicht tot aanlanden van bijvangst in aantallen afnemen.

In alle vier de scenario's neemt de eutrofiëring van de zee af. In de scenario's I en III zorgt doorwerking van het vaststaande beleid op zich al voor een vermindering van de aanvoer van fosfaat, stikstof en zwavel via rivieren en de lucht. In scenario II en IV zorgt de aanscherping van de

milieunormen voor een verdergaande vermindering. De nieuwe milieutechnieken die in scenario III en vooral in scenario IV worden ingevoerd dragen hier eveneens aan bij. Voor een nog verdergaande vermindering van de eutrofiëring is betere samenwerking tussen de Noordzeelanden belangrijk (NIOZ et al. 2015).

De verzuring van het zeewater neemt in alle scenario's verder toe, maar niet in elk scenario even sterk. De mate van verzuring is afhankelijk van de opwarming van het zeewater – warmer water neemt meer CO₂ op – en die opwarming is weer afhankelijk van de mate waarin het klimaat verandert. De klimaatverandering blijft in de scenario's II en IV, waarin mondiaal ingezet wordt op het realiseren van de klimaatafspraken van Parijs, beperkt tot 1°C in 2050 en 2°C in 2100, waardoor de opwarming en de verzuring van het zeewater iets minder sterk doorgaan dan momenteel het geval is. In de scenario's I en III loopt de klimaatverandering op tot 2°C in 2050 en 3 of 4°C in 2100 (CPB & PBL 2015b). Onder deze omstandigheden lopen vooral schaal- en schelpdieren het risico om aangetast te worden, al moet worden opgemerkt dat er nog veel onbekend is over de effecten van verzuring.

De goede milieutoestand (de zee kent een grote ecologische verscheidenheid, is schoon, gezond en productief en het gebruik ervan is duurzaam) kan bij voortzetting van het vaststaande beleid voor of rond 2030 worden bereikt. In scenario III gebeurt dit eerder dan in scenario I, omdat de technologische ontwikkeling in het eerste genoemde scenario sneller gaat. Bij een aanscherping van het beleid is het ook denkbaar dat er een ambitieuzere invulling van de goede milieutoestand wordt bereikt, waarbij niet het opereren binnen de grenzen die de bestaande ecosystemen stellen vooropstaat (waarbij steeds het risico bestaat dat de grenzen niet helemaal in acht worden genomen) maar het zodanig opereren dat de ecosystemen floreren (bijvoorbeeld via de verdere beperking van de eutrofiëring via aquacultuur).

Kansen, knelpunten en oplossingsrichtingen

De vooruitgang die naar verwachting geboekt wordt wat betreft robuuste natuur hangt samen met de vermindering van een aantal conflicten en van synergieën die kunnen worden bereikt. In alle vier de scenario's neemt de negatieve impact van de visserij op de biodiversiteit af doordat de sector verder verduurzaamt. In de scenario's II en IV gebeurt dit relatief snel vanwege de aangescherpte normen voor bijvangst, maar ook in scenario III als gevolg van de snelle technologische ontwikkeling. In scenario I en III blijft visserij toegestaan in delen van de beschermde natuurgebieden, waardoor de vergroting van de biodiversiteit in deze gebieden

beperkt blijft. In de scenario's II en IV dragen de beschermd natuurgebieden bij aan grote toename van de vissoorten, waardoor de visserij direct buiten deze natuurgebieden meer vis kan vangen.

Bij de hoogste groei van windenergie (32 tot 60 gigawatt in 2050) worden windparken ook in beschermd natuurgebieden geplaatst. Hierbij doen zich kansen voor, omdat de funderingen van de windturbines hard substraat (harde ondergrond die begroeid kan worden met organismen) opleveren, wat bevorderlijk is voor de biodiversiteit. Dit kan gestimuleerd worden door de pijlers van de windturbines ecologisch te ontwerpen en door (extra hoeveelheden) ecologisch beton voor de funderingen te storten. Daarnaast kan de uitbreiding van het aantal windparken ervoor zorgen dat er verbindingen tussen de natuurgebieden worden gecreëerd, waardoor er aaneengesloten gebieden ontstaan. Dit vergt wel een zorgvuldige planning van de locaties.

Hier tegenover staat dat een sterke toename van het aantal windturbines tot een grotere sterfte onder zeevogels en vleermuizen zal leiden. Het plaatsen van extra grote windturbines kan de aantallen slachtoffers beperkt houden. Daarnaast is het belangrijk om ook bij een lage maatschappelijke dynamiek, wanneer er minder geld is voor duurdere oplossingen zoals windturbines ver op zee plaatsen, geen windturbines op korte afstand van de kust te bouwen, ook al is dat minder duur. Hierdoor wordt de kans dat de windturbines binnen trekroutes worden gesitueerd beperkt.

Bovendien kan het plaatsen en later ook weer verwijderen van windturbines zorgen voor de nodige geluidsbelasting onder water. Vooral in de scenario's III en IV kan de geluidsbelasting zo groot worden dat zeezoogdieren in grote delen van het NCP verstoord worden en de gebieden gaan mijden. Vernieuwingen in funderings- en slooptechnieken en eventueel drijvende windturbines in gebieden met een diepte van 50 meter of meer kunnen uitkomst bieden, al gaan die wel gepaard met hogere kosten voor de windsector. Daarnaast kan de invoering van geluidsnormen door de EU en het Verenigd Koninkrijk en een goede afstemming van de normen ertoe bijdragen dat de geluidsbelasting beperkt blijft.

Omgekeerd leiden de uitbreiding van het aantal beschermd natuurgebieden in de scenario's II en IV en de aanscherping van de beschermingsregimes tot extra beperkingen voor de visserijsector. In deze scenario's wordt niet alleen de demersale visserij (vangst van vissen die dicht bij de bodem van de zee leven) maar ook de pelagische visserij (vangst van vissen die in de waterkolom leven) uit de beschermd natuurgebieden geweerd of worden beide vormen van visserij beperkt

tot een niveau waarop ook de kwetsbare soorten zijn beschermd. Dat geldt zowel voor de commerciële als niet-commerciële vissoorten.

Kennisvragen

Uit de scenario's komen kennisvragen voort waarmee bij de onderzoeksprogrammering rekening kan worden gehouden. Omdat er nog veel onbekend is over de effecten van geluidsbelasting op zeezoogdieren, is het belangrijk om hier verder onderzoek naar te doen. Hetzelfde geldt voor de aantallen slachtoffers van windturbines onder zeevogels en vleermuizen en de invloed van de locaties, de wiegrootten en de rotortechnieken hierop. Nagenoeg onbekend is welke invloed de opwarming van het zeewater op de migratie van vissen en andere soorten zal hebben en daarmee op de biodiversiteit in de beschermd natuurgebieden. Dit geldt ook voor de invloed die een verdere verzuring van de Noordzee heeft op schelpdieren en andere organismen. Voorts is het relevant om onderzoek te doen naar de mogelijkheden voor actief herstel van hard substraat in beschermd natuurgebieden en windparken. Tot slot is het belangrijk om de cumulatieve effecten van de verschillende menselijke activiteiten op de Noordzee te onderzoeken aansluitend op het onderzoek voor Kader Ecologie en Cumulatie (IenM & EZ 2015b). Denk aan de effecten van meer scheepvaart, meer windparken en meer militaire oefeningen op zeezoogdieren en andere organismen.

4.4 Toekomstbestendige voedselvoorziening

Toekomstige situaties en ontwikkelpaden

De verwachting is dat de in paragraaf 2.3 beschreven trend van de afgelopen jaren – waarbij het aantal vissers en schepen afneemt en de efficiëntie van de schepen toeneemt – zich de komende jaren doorzet (CEFAS 2017). Dat komt vooral door de verwachte verdergaande concentratie van visserijbedrijven, waarbij kleinere bedrijven worden overgenomen door grotere. Het tempo waarin dit gebeurt loopt uiteen in de scenario's. Zo neemt het aantal vissers en schepen in scenario I sterk af door de daling in de vraag naar eiwitrijk voedsel uit zee en vooral door de Brexit. In scenario III neemt het aantal vissers en schepen maar in beperkte mate af omdat er meer vraag ontstaat naar kwaliteitsvis die dicht bij huis wordt gevangen en naar andere soorten vis. Daarnaast is er in dit scenario sprake van een zachte Brexit.

De concentratie binnen de sector kan positieve gevolgen hebben voor de verduurzaming van de visserij, omdat grotere bedrijven meer een langetermijnperspectief

hebben en meer mogelijkheden hebben om in nieuwe vangsttechnieken te investeren. Het is volgens de scenario's zelfs denkbaar dat grote retail- en foodservicebedrijven schepen overnemen om meer invloed op de kwaliteit van de vis te krijgen, wat belangrijk is om aan de eisen voor duurzaamheids certificering te voldoen.

Dat het aantal vissers en schepen afneemt wil niet zeggen dat de productie eveneens afneemt. Door het aangepaste visserijbeleid van de EU (focus op maximaal duurzame opbrengst) en nieuwe technieken die worden toegepast zullen visbestanden zich verder herstellen, wat op termijn de mogelijkheid biedt om weer meer vis te vangen. In scenario III en IV, waarin de technologische ontwikkeling relatief snel gaat, zullen er al op korte termijn technieken beschikbaar komen die selectief vissen ('precisievisserij') mogelijk maken. In scenario I en II, waarin technologische innovaties minder snel doorbreken zal selectief vissen langer op zich laten wachten.

Op dit moment is aquacultuur in Nederland, zoals gezegd, klein van omvang maar divers van karakter. Of de sector in de komende jaren al dan niet een grote vlucht neemt hangt vooral af van de Nederlandse en Europese bevolkingsgroei (meer monden te voeden), de welvaartsgroei (meer geld aan voedsel te besteden) en de veranderende voedselvoorkeuren (verschuiving in vraag naar al dan niet eiwitrijk voedsel uit zee). In de scenario's I en II blijft de aquacultuur beperkt tot de deltawateren en eventueel de kust. In de scenario's III wordt aquacultuur ook verder op zee bedreven en in scenario IV ook in (al dan niet) beschermde natuurgebieden en binnen windparken. In deze gevallen neemt de schaal van de constructies aanzienlijk toe.

De kweek van microalgen en macroalgen (zeewier) hangt sterk af van de ontwikkeling van de vraag naar biobrandstoffen, bioplastics en andere duurzame grondstoffen. Aquacultuur is een sector die nog volop in ontwikkeling is, en die naar het lijkt wel potentie heeft, op termijn ook als alternatief voor de visserij. Daarom is het belangrijk om het onderzoek naar nieuwe technieken en financiële steun van experimenten met nieuwe technieken om een deel van de risico's op te vangen, te intensiveren.

Hoewel aquacultuur op internationaal niveau de visserij voor een deel kan gaan verdringen, zal de verdringing op het NCP beperkt blijven. Op het NCP vindt weinig viskweek plaats, omdat dit deel van de Noordzee voor een kweekvis als de zalm te warm is en voor de zeebaars juist te koud. Met het oog op een toekomstgerichte voedselvoorziening heeft viskweek op het NCP alleen perspectief als dit gebeurt binnen gesloten systemen, waarin verschillende teelten met elkaar een cyclus

vormen (STT 2016). Soorten zoals de mul zouden ook op het NCP kunnen worden gekweekt, maar zijn minder populair bij de consumenten. Daarom heeft de kweek van deze soorten alleen kans als de retail- en foodservice-bedrijven er marketingcampagnes voor gaan voeren.

Knelpunten, kansen en oplossingsrichtingen

De beschikbare ruimte voor de visserij op de Noordzee zal de komende jaren aanzienlijk afnemen. In de scenario's I en II komt dit voornamelijk door de harde Brexit, waar vooral de demersale visserij (vangst van vissen die dicht bij de bodem van de zee leven) de gevolgen van zal ondervinden. In de scenario's II en IV neemt de ruimte voor de visserij vooral af door de nieuwe windparken die worden gebouwd en door de nieuwe beschermde natuurgebieden die worden aangewezen (met een strenger beschermingsregime dan momenteel het geval is). De vermindering van de beschikbare ruimte vergt een omslag in het denken van de visserijsector: terwijl er traditioneel vrijwel onbeperkte ruimte was zal de sector steeds meer rekening moeten houden met andere gebruikers van de zee. Daarnaast zouden vissers zich meer als 'blauwe' ondernemers kunnen profileren, waarbij zij bijvoorbeeld ingeschakeld worden bij het onderhoud van windparken of aquacultuur.

Voor de demersale visserij zal een harde Brexit grote gevolgen hebben, omdat Nederlandse vissers dan niet langer op Britse visgronden mogen vissen. Britse vissers worden dan weliswaar ook niet op visgronden van de EU toegelaten, maar hierbij gaat het om veel minder vissers. Pelagische visserij (vangst van vissen die vrij van de bodem leven) in het Engelse deel van de Noordzee door Nederlandse schepen komt veel minder voor. Er kan zelfs opnieuw een overcapaciteit ontstaan, wat van de sector een volgende sanering zou vergen. Het verduurzamen van de visserij wordt hierdoor een grotere opgave, waardoor het vissen binnen de grenzen van een maximaal duurzame opbrengst niet rond 2020 maar rond 2030 wordt bereikt.

Het is in principe mogelijk om te vissen in beschermde natuurgebieden zonder de biodiversiteit aan te tasten, maar dit vergt kleine quota en strikte handhaving van de quota en van de vangsttechnieken in deze gebieden. Daarnaast vereist dit een verdergaande verduurzaming van de visserij in termen van beperking van de bijvangst. De visserijsector zou de komende jaren verder kunnen innoveren en daarmee verduurzamen. Op dit moment maakt de onzekerheid over de gevolgen van de Brexit de sector voorzichtig, naar die situatie blijft niet voortduren. Daarnaast vergt innoveren minder gedetailleerde regelgeving door het GVB en meer ruimte voor experimenten met nieuwe technieken. Verder zou het

kunnen helpen als er een duidelijk onderscheid komt tussen beschermde natuurgebieden waar niet gevestigd mag worden en visserijgebieden waar de natuur ondergeschikt is. Zo kunnen er ‘visakkers’ worden ingesteld waar bodem-beroerende visserij, ook met de traditionele boomkor met wekkerkettingen, is toegestaan en waar vanwege deze visserij meer snelgroeiende soorten voorkomen die gunstig zijn voor de commerciële vissoorten.

Het bouwen van windparken die geschikt zijn voor visserij (‘visserij-inclusieve windparken’) is in principe mogelijk, maar vergt wel de nodige aanpassingen. Dit geldt zowel voor de windparken (grotere afstanden tussen de windturbines, kabels ingraven of kabels aan masten hangen) als voor de vissersschepen (vissen met staand want of passieve vistuigen). Voor de visserij is het belangrijk dat in een vroeg stadium duidelijk wordt gemaakt wat de ambities zijn wat betreft beschermde natuurgebieden en windparken. Dit stelt de sector in de gelegenheid om zich hierop voor te bereiden, bijvoorbeeld door in andere typen vaartuigen en vangsttechnieken te investeren.

Voor aquacultuur heeft de ontwikkeling van nieuwe beschermde natuurgebieden en windparken veel minder grote gevolgen. De teelt van schelpdieren, zeevieren en microalgen kan namelijk relatief gemakkelijk op een duurzame manier plaatsvinden en lokaal zelfs bijdragen aan een hogere waterkwaliteit. Aquacultuur kan ook binnen windparken plaatsvinden, omdat er maar weinig scheepvaart voor nodig is. Wel stelt dit de nodige eisen aan de stormbestendigheid van de installaties. Op basis van pilots en ervaringen die in andere Noordzeelanden zijn opgedaan kunnen de voorwaarden voor aquacultuur in (al dan niet beschermde) natuurgebieden en windparken worden bepaald.

De verwachte klimaatverandering zal voor zowel de visserij als voor de aquacultuur gevolgen hebben. De visserij dient er rekening mee te houden dat de klimaatverandering een vismigratie naar het noorden met zich meebrengt. Dit betekent aan de ene kant dat vissoorten zoals de kabeljauw meer naar gebieden ten noorden van het NCP zullen trekken en aan de andere kant dat soorten zoals de mul vanuit het zuiden naar het NCP trekken. Dit kan betekenen dat de Nederlandse visserij zich deels op andere vissoorten zal moeten gaan richten.

Kennisvragen

Uit de scenario’s komen kennisvragen voort, waarmee bij de onderzoeksprogrammering rekening kan worden gehouden. Zo is er weinig bekend over de effecten van innovatieve vangsttechnieken zoals ‘precisievisserij’ op bijvoorbeeld de opbrengst, de bijvangst, de vispopulaties en de brandstofkosten. Daarnaast is er behoefte aan

kennis over de voorwaarden waaronder visserij binnen windparken mogelijk en aantrekkelijk is, zowel voor de visserij als voor de windsector.

Wat betreft de aquacultuur is marktonderzoek belangrijk naar de toekomstige vraag naar schaal- en schelpdieren, gekweekte vis en zeegroenten en naar de mogelijkheden om die vraag te stimuleren. Dit geeft meer zicht op de potentiële groeimogelijkheden van de sector. Daarnaast is er behoefte aan onderzoek naar de mogelijke vraag naar biobrandstoffen, bioplastics en andere grondstoffen en de mate waarin de kweek van microalgen op zee hierin kan voorzien. Verder is onderzoek naar nieuwe technieken voor aquacultuur, waaronder systemen die in windparken kunnen worden geplaatst, relevant. Voorts is onderzoek relevant naar de technische mogelijkheden en beperkingen en de economische haalbaarheid van gesloten systemen waarin viskweek wordt gecombineerd met mosselkweek en zeevicultuur.

4.5 Meervoudig ruimtegebruik

Belang van meervoudig ruimtegebruik

Er wordt steeds meer gebruik gemaakt van de Noordzee. Hierdoor wordt de druk op de inmiddels schaarse ruimte steeds groter. De toenemende ruimtevraag voor energie en natuur in de scenario’s heeft invloed op de beschikbare ruimte voor andere activiteiten, waaronder de voedselvoorziening, de scheepvaart en defensie. Meervoudig gebruik van de ruimte die de Noordzee biedt, is gebaseerd op integrale planning in ruimte en tijd door het combineren van functies, zoals windparken, natuur en aquacultuur. Het Rijk streeft naar een zo hoog mogelijk niveau van functiecombinaties, maar waar nodig, blijven functies gescheiden of worden ze gescheiden (IenM & EZ 2015). Het laatste speelt bijvoorbeeld als de veiligheid van de scheepvaart of kwetsbare ecologie in het geding is.

In de praktijk is er nog niet altijd sprake van het combineren van functies, ook niet waar dat wel mogelijk is (IenM & EZ 2014). Het beleid is er namelijk op gericht om eerst een functie (vooral windenergie op zee) tot ontwikkeling te brengen en vervolgens te kijken naar medegebruik. Wanneer activiteiten van nationaal belang zich in hetzelfde gebied opstapelen, dan streeft het Rijk naar gecombineerd en efficiënt ruimtegebruik.

De scenario’s geven indicaties dat de ruimtedruk op de Noordzee de komende jaren nog (veel) groter wordt. Zo kunnen de windambities oplopen tot 12 gigawatt in scenario I tot 60 gigawatt in scenario IV. In het laatste scenario zullen de huidige aangewezen gebieden niet langer volstaan. De natuurambities kunnen uiteenlopen

van handhaving van de natuurgebieden die nu al zijn aangewezen in scenario I en III (bestaand beleid) tot het creëren van een vergroot nationaal of zelfs een internationaal netwerk van natuurgebieden op zee in scenario II en IV (nieuw beleid). Verder zal de Noordzee intensiever gebruikt worden door bestaande functies zoals scheepvaart, zandwinning, defensie en ook gebruikt gaan worden door nieuwe functies zoals aquacultuur. De visserij wordt in bijna alle scenario's geconfronteerd met een inperking van de ruimte. Dit kan gebeuren door een harde Brexit, zoals in scenario I en II, maar ook door de wind- en natuurambities in scenario II en IV. Figuur 4.2 geeft een overzicht van het ruimtegebruik door de drie strategische opgaven uit de Noordzeestrategie 2030 in 2015 en in de vier scenario's.

Toekomstig ruimtegebruik op zee

Figuur 4.2 laat (meervoudig) ruimtebeslag van energie, natuur en voedselvoorziening zien in 2015 en in de vier scenario's voor 2050. Het geeft zo een samenvatting van de kaarten voor het NCP.

- *Natuurgebieden, Voedselvoorziening en overig, Energie.* De gebieden zonder medegebruik zijn of alleen voor natuur (oranje) of alleen voor energie gereserveerd (rood). Hoewel duurzame aquacultuur in scenario IV is toegestaan in natuurgebieden op zee, is dit niet zichtbaar gemaakt in de figuur omdat het om een zeer beperkte oppervlakte gaat. Het gebied voor voedselvoorziening en overig (blauw) omvat naast visserij en aquacultuur, alle gebieden buiten de beschermde natuurgebieden en de energiegebieden. Het omvat daarmee ook gebieden waar andere functionaliteiten een duidelijke ruimtelijke afbakening en claim hebben. Het gaat hierbij met name om de scheepvaartroutes van het verkeersscheidingsstelsel en de militaire oefengebieden (zie NCP-kaart hoofdstuk 2). Deze overige gebieden worden in deze studie wel gezien als gebied voor voedselvoorziening omdat visserij daarin bijna overal is toegestaan, zij het soms onder speciale regels (IMO 2016). In feite vindt in dat deel van het NCP voortdurend meervoudig gebruik van de ruimte plaats.
- *Natuurgebieden en voedselvoorziening (oranje/blauw gearceerd).* In 2015 en in scenario I en III zijn de natuurgebieden open voor medegebruik door visserij en aquacultuur. Het geldt echter niet voor alle vormen van visserij. In 2017 is een herziening van het Noordzeekustvisserijakkoord getekend (Visserij in beschermde gebieden, EZ 2017). Dit akkoord treedt pas in werking als het op EU-niveau geldig wordt verklaard. In dat geval wordt bodemberoerende visserij uitgesloten op meer dan de helft van de natuurgebieden (circa 12 procent van het NCP) voor herstel en bescherming van het bodemleven. Op een klein deel de

natuurgebieden langs de kust, 0,3 procent van het NCP, is geen enkele vorm van visserij toegestaan (EZ 2017).

In de 'duurzame' scenario's II en IV worden alle vormen van visserij uitgesloten in de natuurgebieden.

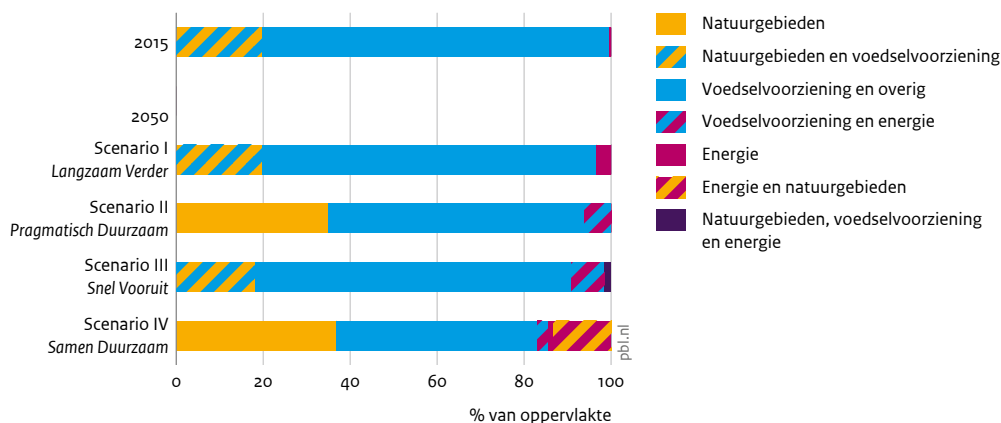
- *Energie en natuurgebieden (rood/oranje gearceerd).* In scenario IV staan op circa 13 procent van het NCP windparken in (nieuwe) beschermde natuurgebieden in de veronderstelling dat dit mogelijk kan worden gemaakt zonder dat de robuustheid van de natuur op en rond de Noordzee als gevolg hiervan wordt aangetast.
- *Voedselvoorziening en energie (blauw/rood gearceerd).* In scenario II, III en IV is bodemberoerende visserij of aquacultuur en staand want-visserij (passieve visserij) mogelijk gemaakt in windparken.
- *Natuurgebieden, voedselvoorziening en energie (oranje/blauw/rood gearceerd).* In scenario III worden beschermde natuurgebieden (onder andere de Doggersbank) gecombineerd met windparken. Om deze windparken is visserij toegestaan.

Verder is bij windparken in alle scenario's de doorvaart van kleine schepen toegestaan voor zover er geen belemmeringen zijn door aquacultuur. Het ruimtebeslag door de verschillende vormen van energie is uitvoerig behandeld in paragraaf 4.2. De benodigde uitbreiding van windenergie op het NCP kan moeilijk zonder meervoudig ruimtegebruik met andere sectoren. Hierbij kan het gaan om combinaties van twee sectoren, zoals windenergie met natuur, maar combinaties van drie functies, zoals windenergie, met natuur en aquacultuur, zijn ook denkbaar.

Het ruimtebeslag door de olie- en gaswinning op het NCP neemt in alle scenario's af tot nul in 2050. De komende jaren zal echter bij het bepalen van de locaties van nieuwe windparken in sommige scenario's niet alleen rekening moeten worden gehouden met bestaande platforms maar ook met 'voorwaardelijke voorraden' en 'nog te ontdekken olie- of gasvoorraden' en het ontsluiten ervan met een platform (veiligheidszone ~ 1 vierkante kilometer), eventueel met helikopterdek (veiligheidszone ~ 11 vierkante kilometer). Die situatie speelt mogelijk in scenario I en III. Het gaat dan waarschijnlijk om locaties in de huidige aangewezen windenergiegebieden (scenario I) en op de Doggersbank in scenario III. Daarnaast zal ook als gevolg van CCS (in scenario II, III en IV) een klein deel van die ruimte weer ingenomen worden met platforms op oude gasvelden. Het ruimtebeslag door kabels neemt toe als gevolg van de groei van het aantal windparken en het aantal telecomkabels.

De beschermde natuurgebieden – Natura 2000-gebieden zoals de Doggersbank, de Klaverbank en het Friese Front – beslaan met ruim 11.000 vierkante kilometer bijna 20 procent van het NCP. Daarnaast kent Nederland een

Figuur 4.2
Ruimtegebruik door natuurgebieden, voedselvoorziening en energie op Nederlands Continentaal Plat



Bron: PBL

aantal gebieden met bijzondere ecologische waarde, zoals de Centrale Oestergronden, de Bruine Bank en de Borkumse stenen. Bij elkaar beslaan deze gebieden bijna 35 procent van het NCP. Buiten deze gebieden is er ook natuur te vinden. De Vogel- en Habitatrictlijn legt beperkingen op aan het medegebruik van Natura 2000-gebieden, maar de beschermingsregimes verschillen tussen de Noordzeelanden. De locaties waar veel biodiversiteit voorkomt en waar de natuur robuust is kan als gevolg van klimaatverandering wijzigen. Belangrijk is om hier bij de natuurbescherming en bij het bepalen van nieuwe natuurgebieden rekening mee te houden.

Het aantal aangewezen natuurgebieden in de scenario's blijft gelijk (20 procent van NCP) of groeit aanzienlijk (tot 35 procent van het NCP in scenario II en zelf 50 procent in scenario IV). Bij de hoogste groei van windenergie (32 gigawatt in scenario III en zelfs 60 gigawatt in scenario IV) worden windparken ook in beschermde natuurgebieden geplaatst, maar niet in de bestaande natuurgebieden die zijn of worden beschermd. Bij de afwezigheid van extra beleid gericht op duurzame ambities blijft er relatief veel ruimte over voor de visserij. Bij beleid met meer duurzame ambities zijn windparken een onderdeel van een internationaal natuurnetwerk. In beide gevallen zijn extra maatregelen nodig om de impact op de natuur tijdens de aanleg en de sloop van windturbines (geluidsbelasting voor zeezoogdieren) en tijdens de productie door de windturbines (sterfte van zeevogels en vleermuizen) te beperken.

De ontwikkeling van het ruimtebeslag door de voedselvoorziening (visserij, aquacultuur) op de

Noordzee en het NCP is sterk verschillend. De beschikbare ruimte voor de visserij op het NCP wordt meer en meer beperkt door toename van het aantal windparken en beschermde natuurgebieden waar visserij wordt beperkt of uitgesloten. Als het Nederlandse beleid op basis van duurzame ambities de visserij niet alleen in windparken maar ook in beschermde natuurgebieden uitsluit zal het gebied waar het in 2050 op het NCP toegang toe heeft substantieel kleiner zijn dan nu. Bovendien is er in scenario II ook nog sprake van een harde Brexit, hoewel minder sterk dan in scenario I. Hierdoor zijn de Britse visgronden alleen onder strikte voorwaarden toegankelijk voor Nederlandse vissers. Door windparken zoveel mogelijk buiten de strategische visgronden te plaatsen kunnen de nadelige effecten van nieuwe windparken voor de demersale visserij (vangst van vissen die dicht bij de bodem van de zee leven) worden beperkt. Daarnaast zijn er mogelijkheden om visserij-inclusieve windparken te ontwerpen, waardoor de effecten voor de pelagische visserij (vangst van vissen die vrij van de bodem leven) kunnen worden beperkt.

Terwijl de ruimte voor visserij vermindert als gevolg van de groei van wind en natuur is er wel voldoende ruimte voor de groei van aquacultuur. Momenteel is aquacultuur beperkt tot de deltawateren, maar in de toekomst zou aquacultuur ook in de ondiepe wateren langs de kust en verder op zee kunnen plaatsvinden, al dan niet in de natuurgebieden en binnen de windparken. De kweek van mossels en zeevieren kan lokaal zelfs bijdragen aan de waterkwaliteit. Viskweek zou uit duurzaamheids-overwegingen in gesloten systemen (zeeboerderijen) moeten plaatsvinden.

Het ruimtegebruik door de scheepvaart beslaat zo'n 17 procent van het NCP als het hele verkeersscheidingsstelsel wordt meegerekend (vaargeulen, ankerplaatsen, Rotterdam/IJmuiden); de vaargeulen alleen beslaan 6 procent. Volgens de scenario's zal het transport over zee verder groeien, maar door het groter worden van de schepen treden er niet in alle scenario's meer scheepvaartbewegingen op. Belangrijk is dat zeeschepen in elk geval op de aangewezen routes ongestoord kunnen varen en manoeuvreren. Gezien de beschikbare ruimte op het NCP en de Noordzee zijn er geen ruimtelijke knelpunten te verwachten.

Er zal ook meer scheepvaart plaatsvinden buiten het verkeersscheidingsstelsel: door veerdiensten, recreatievaart en de scheepvaart als gevolg van de toegenomen bedrijvigheid op de Noordzee. Hiermee kan rekening worden gehouden door corridors tussen de windparken voor grotere schepen en door vaart binnen de windparken toe te staan voor kleinere schepen. Wellicht is het nodig om op termijn ook voor zeilschepen vaste routes en corridors te maken. De harde beperkingen van windturbines in de buurt van de scheepvaartroutes brengen een groter risico op aanvaring en daarom een grotere rol voor de verkeersleiding met zich mee.

De zandwinning neemt in de scenario's met maximaal een factor drie toe in volume. De huidige beschikbare ruimte is hiervoor ruim voldoende. De hoeveelheid zand die nodig is voor het creëren van een of meer kunstmatige eilanden op de Noordzee is hierbij niet meegenomen. Hiervoor zijn wellicht innovaties nodig om zulke grote hoeveelheden zand goedkoop en op de juiste plek te winnen. Ondanks het nationale belang van zandwinning zal bij mogelijk grote toename van het aantal kabels de druk toenemen om het aantal plekken op het NCP waar zandwinning prioriteit heeft te beperken.

Voor de recreatie zal de beleving van de Noordzee veranderen als er meer en meer windparken komen. Vooral in scenario III en IV zal het aantal plekken waar er vanaf de boot vrij en onbelemmerd uitzicht is schaars worden. Hierbij moet bedacht worden dat een Noordzee zonder obstakels door de aanwezigheid van de olie- en gasplatforms al enkele decennia tot het verleden behoort. In de toekomst zullen de meeste platformen verdwijnen en zullen er veel windturbines vrijzitten. Dit maakt de energietransitie zichtbaar.

Volgens het bestaande beleid staat de aanwezigheid van cultureel erfgoed op de bodem van de Noordzee (scheepswrakken, archeologische vondsten en dergelijke) de aanleg van windparken of kabels en leidingen niet in de weg. Het bestaande beleid is er in de eerste plaats op

gericht archeologische waarden zoveel mogelijk in de bodem te behouden. Als dit niet mogelijk is vanwege de bouw van windturbines, de aanleg van eilanden, zandwinning of andere activiteiten, dan is het beleid erop gericht om de informatiewaarde veilig te stellen door archeologisch onderzoek. Dit is vooral in scenario III (zandwinning, nieuwe windturbines) en scenario IV (nieuwe windturbines en eilanden) belangrijk.

In de scenario's I, II en III blijven de huidige militaire oefengebieden intact; alleen in scenario IV maakt het oefengebied ten noorden van de Waddeneilanden plaats voor een aantal windparken. In dit scenario vinden de laagvlieg oefeningen voortaan plaats in het Schotse deel van de Noordzee. Dit brengt extra kosten voor de luchtmacht met zich mee. Om de verplaatsing niet ten koste te laten gaan van de oefeningen zou dit defensieonderdeel hiervoor financieel gecompenseerd kunnen worden. In scenario I en II beperkt het intensievere gebruik van de militaire oefengebieden het medegebruik door scheepvaart, visserij en recreatie.

Werk maken van meervoudig ruimtegebruik

Zoals hiervoor duidelijk is geworden geven de scenario's niet alleen indicaties dat de ruimtedruk op de Noordzee de komende jaren (veel) groter wordt. Zij geven ook allerlei voorbeelden van meervoudig ruimtegebruik, zoals windparken die mede gebruikt worden door natuur, visserij en/of aquacultuur. Meervoudig ruimtegebruik draagt er toe bij dat de ruimte efficiënter wordt benut en dat er meer ruimte beschikbaar blijft of komt. Zo kan de vermindering van de ruimte voor de visserij beperkt blijven als er mogelijkheden worden gecreëerd om in windparken te vissen. Tegelijkertijd bieden windparken juist de mogelijkheid aan de natuur op zeebodembodem om te herstellen van bodem beroerende visserij. Een combinatie van windparken met natuur en bestaande kottervisserij ligt op dit moment niet voor de hand, met duurzame passieve vistuigen is het wel mogelijk.

Meervoudig ruimtegebruik kan ook in de loop der tijd plaatsvinden. Denk aan het gebruik van lege olie- en gasvelden voor het opslaan van CO₂. Dit vergt wel een goede timing. Zo is het belangrijk dat het starten van CO₂-opslag in de tijd goed aansluit op het beëindigen van de olie- of gaswinning.

Het combineren van functies kan synergie opleveren, zoals betere waterkwaliteit door mosselteelt in een natuurgebied, maar ook conflicten, zoals bodemeroerende visserij in een natuurgebied. In veel gevallen betekent meervoudig ruimtegebruik dat er voorwaarden aan het gebruik van de ruimte worden gesteld. Zo vergt vissen binnen windparken dat de windturbines ver genoeg uit elkaar staan om aanvaringen

tussen vissersboten te voorkomen. Daarnaast is het belangrijk dat de vissers geen traditionele boomkorren gebruiken, om schade aan blootliggende elektriciteitskabels te vermijden. Zowel de mogelijkheden tot synergie tussen verschillende activiteiten als de conflicten tussen activiteiten kunnen aanleidingen zijn tot innovaties. Denk aan het ontwerpen van visserij-inclusieve windparken in scenario III en aan de introductie van selectievere vangstechnieken ('precisievissers') in scenario IV om de bijvangst en daarmee de schade aan de natuur te beperken.

Om de mogelijkheden en beperkingen voor meervoudig ruimtegebruik op het NCP in beeld te krijgen is het zinvol om een serie kaarten te maken. Per kaart kan dan worden aangegeven welke gebieden voor een bepaalde functie het meest waardevol zijn (waardekaarten). Door de kaarten over elkaar te leggen kan worden bekeken waar de waardevolle gebieden elkaar overlappen. Op basis hiervan kan worden nagegaan op welke locaties synergie tussen twee functies of zelfs tussen drie of meer functies mogelijk is en op welke locaties zich conflicten tussen functies voordoen. De verhouding tussen de energietransitie, de ontwikkeling van een robuuste natuur en een toekomstbestendige voedselvoorziening vergt hierbij bijzondere aandacht. Belangrijk is dat hiervoor gedeelde uitgangspunten en spelregels worden opgesteld en dat niet alleen wordt ingezet op het klimaatakkoord van Parijs maar ook op het duurzaamheidsdoel voor de zee van de VN. Vervolgens kan worden bepaald welke voorwaarden gecreëerd dienen te worden om de synergiën mogelijk te maken en de conflicten tegen te gaan. Hierbij is het ook belangrijk om aan te geven op welke locaties welke functie de hoogste prioriteit heeft. Tot slot kan bepaald worden of de extra kosten die nodig zijn om de combinatie mogelijk te maken, worden betaald door de primaire gebruikers of de medegebruikers.

De resultaten van zo'n analyse kunnen worden gebruikt als basis voor integrale visies op de Noordzee. Voor de Noordzee of het NCP als geheel kan zo'n integrale visie op een globale manier worden aangegeven, bijvoorbeeld door op een richtinggevende kaart de ruimtelijke hoofdstructuur van het NCP aan te geven. Op dit moment is het lastig om een visie voor de visserij te geven, maar met de waardekaarten is dit wel mogelijk. Voor de afzonderlijke gebieden kunnen specifieke visies worden gemaakt, waarbij lokale omstandigheden het vertrekpunt vormen en de ruimtelijke hoofdstructuur als kader dient. De visies moeten niet worden opgevat als blauwdrukken voor de toekomst, maar geregeld worden aangepast aan veranderende omstandigheden. Betrokkenheid van

belanghebbenden en afstemming met de buurlanden bij de visievorming is cruciaal. Overigens is hiermee niet gezegd dat meervoudig ruimtegebruik overal op de Noordzee zou moeten plaatsvinden. Als een bepaald gebied een uitzonderlijk hoge waarde voor een bepaalde functie heeft, dan is het belangrijk om die functie het exclusieve recht op het gebied te geven. Het is dan ook belangrijk om zones aan te geven waar meervoudig ruimtegebruik mogelijk is en zones waar dit niet het geval is. De zones zouden in de tijd op basis van nieuwe ontwikkelingen en inzichten kunnen worden aangepast (adaptief zoneren).

Kennisvragen

Op zee is meervoudig ruimtegebruik minder gebruikelijk dan op het land. Werk maken van meervoudig ruimtegebruik op zee brengt dan ook een aantal kennisvragen met zich mee zoals: Welke nieuwe functiecombinaties zijn mogelijk? Aan welke voorwaarden dient hiervoor te worden voldaan? Op welke locaties leveren nieuwe functiecombinaties de meeste synergie op? Op welke locaties doen zich vooral conflicten voor? Hoe moet het proces van visievorming worden georganiseerd? Hoe wordt visievorming met investeringen verbonden? Welke rollen vergt meervoudig ruimtegebruik van de betrokken overheden en andere partijen? Hoewel deze terreinen al voor een deel ontgonnen zijn, wijzen de scenario's uit dat er nog het nodige is te ontdekken.

Er zijn ook meer specifieke kennisvragen. Zo is er behoefte aan kennis over de sterfte van zeevogels en vleermuizen door windturbines en de invloed van de wiekgrootten, de rotortechnieken en de locaties van de windturbines daarop. Daarnaast is er weinig bekend over de mogelijkheden die afgedankte olie- en gasplatforms voor natuur (hard substraat) en zeeboerderijen (bevestigingsmogelijkheden) bieden. Verder is er behoefte aan kennis over de voorwaarden waaronder windturbines in of rond een beschermd natuurgebied kunnen worden geplaatst of waaronder visserij of aquacultuur binnen windparken mogelijk is. Veel van deze kennis kan via pilots worden achterhaald. Voorts doet zich juist bij meervoudig ruimtegebruik de vraag voor wat de cumulatieve effecten van de menselijke activiteiten zijn op de biodiversiteit en de ecosystemen.

Noot

- 1 Het feitelijke ruimtebeslag houdt rekening met de huidige bundeling van kabels en leidingen die plaatsvindt om efficiency redenen.

Literatuur

- BZK (in voorbereiding), *Nationale Omgevingsvisie*, www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet/nationale-omgevingsvisie.
- CEFAS et al. (2017), *Climate change and European aquatic resources*, Lowestoft: CEFAS.
- Cooper, Ph. et al. (2008), *Socio-economic scenarios of European development and integrated management of the marine environment*, Bath: University of Bath.
- CLO (2017), *Compendium voor de Leefomgeving, Windvermogen in Nederland, 1990-2016, indicator d.d. 11 juli 2017*. www.clo.nl.
- CPB (2015), *Melting ice caps and the economic impact of opening the northern sea route*, Den Haag: Centraal Planbureau.
- CPB & PBL (2015a), *Nederland in 2030 en 2050. Twee referentiescenario's*, Den Haag: Centraal Planbureau / Planbureau voor de Leefomgeving.
- CPB & PBL (2015b), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier Klimaat en Energie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving / Centraal Planbureau.
- CPB & PBL (2016), *WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO₂-uitstoot in MKBA's*, Den Haag: Centraal Planbureau.
- Dammers, E. et al. (2013), *Scenario's maken voor milieu, natuur en ruimte: een handreiking*, PBL-publicatienummer 713, Den Haag: PBL.
- Danish Government (2012), *Denmark at work*, Copenhagen: Danisch Government.
- DHV & TNO (2008), *Potential for CO₂ storage in depleted gas fields at the Dutch Continental Shelf, Phase 1: Technical assessment*, 2008-U-Ro674/A.
- Dorsser, C. van (2012), *Scheepvaartscenario's voor Deltaprogramma*, Delft: Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.
- EBN (2016), *Netherlands masterplan for decommissioning and re-use*, Utrecht: EBN.
- EBN & Gasunie (2010), *CO₂ transport- en opslagstrategie*, Utrecht: EBN.
- Ecofys, PWC & Tractebel Engineering (2014), *Study of the Benefits of a Meshed Offshore Grid in Northern Seas Region*, Brussels: European Commission. ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_nsog_report.pdf.
- EZ (2014), *Natuurlijk verder, Rijksnatuurvisie 2014*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- EZ (2017), *Noordzeekustvisserijakkoord 2017, VIBEG2, Visserij in Beschermde Gebieden 2*, Publicatie-nr. 100028. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- EZK & IenW (in voorbereiding), *Vervolgroutekaart wind op zee 2024-2030*, www.noordzeeloket.nl/functionies-en-gebruik/windenergie/vervolgroutekaart/.
- EU (2008), *Kaderrichtlijn mariene strategie*, Richtlijn 2008/56/EG van het Europees Parlement en de Raad, EU publicatieblad L 164/19.
- EU (2014a), *Kaderrichtlijn maritieme ruimtelijke planning*, Richtlijn 2014/89/EU van het Europees Parlement en de Raad, EU Publicatieblad L 257/135.
- EU (2014b), *Een beleidskader voor klimaat en energie in de periode 2020-2030*, Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's, COM(2014) 15 final.
- EZ & IenM (2014), *Routekaart, ministers van Economische Zaken en van Infrastructuur en Milieu*, Den Haag: kamerbrief Windenergie op zee, 26 september 2014.
- Geuns, L. van, Juez-Larré, J. & S. de Jong (2017), *Van exporteur naar importeur. De verander(en)de rol van aardgas in Nederland*, TNO Whitepaper 17-9022, Delft: TNO.
- Havenbedrijf Rotterdam (2017), *Havenbedrijf, Gasunie en EBN doen haalbaarheidsstudie naar CCS in Rotterdam*, Nieuwsbericht: www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/havenbedrijf-gasunie-en-ebn-doen-haalbaarheidsstudie-naar-ccs-in-rotterdam.
- IMARES (2017), *Cumulative effects assessment. Proof of concept marine mammals*, Den Helder: Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies.
- IMARES & LEI (2016), *Haalbaarheid mosselteelt binnen offshorewindparken in de Nederlandse kustzone*, Yerseke / Den Haag: Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies / Landbouw Economisch Instituut.
- IMO (2016), *Verdrag inzake de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee, 1972*, Londen, 20-10-1972; Geldend van 01-01-2016 t/m heden, wetten. overheid.nl/BWBV0001014/2016-01-01.
- IPV (2010), *Verkenningen. Houvast voor de krijgsmacht van de toekomst*, Den Haag: Interdepartementaal Project Verkenningen.
- IenM (2015), *Uitwerking besluit doorvaart en medegebruik van windparken op zee in het kader van Nationaal Waterplan 2016 – 2021*, December 2015, Den Haag.
- IenM & EZ (2012), *Eerste cyclus Mariene Strategie 2012-2018*, Mariene strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, deel I, II en III, www.noordzeeloket.nl/beleid/europese/nationaal-niveau/mariene-strategie/.

- lenM & EZ (2014a), *Noordzee 2050 gebiedsagenda*, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu / Ministerie van Economische Zaken.
- lenM & EZ (2014b), *Rijksstructuurvisie windenergie op zee*, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu / Ministerie van Economische Zaken.
- lenM & EZ (2015a), *Nationaal Waterplan 2016-2021*, Den Haag.
- lenM & EZ (2015b), *Beleidsnota Noordzee 2016-2021*, Den Haag.
- lenM & EZ (2015c), *Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee. Deelrapport B: Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de Routekaart Windenergie op zee*, Den Haag.
- lenW & EZK (in voorbereiding), *Noordzeestrategie 2030*, www.noordzeeloket.nl/beleid/noordzee-2030/
- Koelemeijer, R. et al. (2017), *Analyse regeerakkoord Rutte-III: effecten op klimaat en energie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- LEI (2014), *Bodemberoerende visserij op de Noordzee*, Den Haag: Landbouw Economisch Instituut.
- LEI (2016), *Blauwe groei*, Den Haag: Landbouw Economisch Instituut.
- LEI (2017), *Visserij in cijfers* www.wur.nl/nl/project/Visserij-in-cijfers.htm.
- Matthijssen, J., R. Aalbers & R. van den Wijngaart (2016), *Achtergrondrapport bij WLO-cahier Klimaat en energie*, Den Haag: Centraal Planbureau / Planbureau voor de Leefomgeving.
- Matthijssen, J., E. Dammers & H. Elzenga (2018), *Achtergrondrapport bij De Toekomst van de Noordzee: Verhaallijnen en onderliggende gegevens, aannames en onderbouwing*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- NIOZ et al. (2015), *De staat van de Noordzee*, Texel / Utrecht / Den Helder / Den Haag: Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee / Deltares / IMARES / Rijkswaterstaat.
- NISS (2016), *Blauwdruk 2050*, Rotterdam: Stichting Ondersteuningsfonds NISS.
- PBL (2012), *Natuurverkenning 2010 – 2040*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2013), *Natuurverkenning 2010 – 2040, Achtergrondrapport*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2017), *European nature in the plural*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL & ECN (2011), *Naar een schone economie in 2050: routes verkend. Hoe Nederland klimaatneutraal kan worden*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Pinnegar, J.K. et al. (2006), *Alternative future scenarios for marine ecosystems*, Lowestoft: DEFRA.
- Political Declaration (2016), *Political Declaration on energy cooperation between the North Seas Countries*, ec.europa.eu/energy/en/topics/infrastructure/north-seas-energy-cooperation.
- Port of Rotterdam (2011), *Havenvisie 2030*, Rotterdam: Port of Rotterdam.
- Ros, J. & B. Daniëls (2017), *Verkenning van klimaatdoelen, van lange termijn beelden naar korte termijn actie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Rozemeijer, M.J.C. et al. (2017), *Bouwen met Noordzeenatuur*, Den Haag: Landbouw Economisch Instituut.
- Schoots, K., M. Hekkenberg & P. Hammingh (2017), *Nationale Energieverkenning 2017*, Petten: ECN-O-17-018, ECN.
- SER (2013), *Energieakkoord voor duurzame groei*, Den Haag: Sociaal-Economische Raad.
- STT (2016), *Een oceaan vol mogelijkheden*, Den Haag: Stichting Toekomstbeeld der Techniek.
- Tennet KCD (2017a), *Kwaliteits- en Capaciteitsdocument 2017, Deel II: Investerings Net op Land 2018 – 2027*. https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/TenneT_KCD2017_Deel_II.pdf.
- Tennet KCD (2017b), *Kwaliteits- en Capaciteitsdocument 2017, Deel III: Investerings Net op Zee 2018 – 2027*. https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/Publications/Technical_Publications/Dutch/TenneT_KCD2017_Deel_III.pdf.
- Waterrecreatie Advies (2016), *Prognose ontwikkeling recreatievaart in 2030, 2040 en 2050*, Lelystad: Waterrecreatie Advies.
- WindEurope (2017), *The European offshore wind industry, Key trends and statistics 2016*, Brussels. windeurope.org/about-wind/statistics/
- Wozep (2016), *Wind op Zee Ecologisch Programma*, www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/ecologie/wind-zee-ecologisch/.
- QinetiQ, Lloyds Register Group Limited & University of Strathclyde (2013), *Global marine trends 2030*, Hampshire / London / Glasgow: QinetiQ / Lloyds Register Group Limited / University of Strathclyde.

Planbureau voor de Leefomgeving

Postadres
Postbus 30314
2500 GH Den Haag

www.pbl.nl
[@leefomgeving](https://twitter.com/leefomgeving)

Januari 2018