

Reflectie op Energie Infrastructuur Plan Noordzee studies

TNO 2024 R10577 – Mei 2024 – versie 1.1 finaal

Reflectie op Energie Infrastructuur Plan Noordzee studies

Auteurs	J.M. Koornneef M. Weeda M.C.A.M. Peters B.H. Bulder L.J. Buijs R.M. Groenenberg J.S. Hers M. Halter
Rubricering rapport	TNO Publiek
Rapporttekst	TNO Publiek
Aantal pagina's	40 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2024 TNO

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Managementsamenvatting en conclusies	4
2 Werkstroom 1	10
2.1 Review met betrekking tot de scope.....	10
2.2 Review met betrekking tot inhoud en conclusies.....	13
2.3 Overige bevindingen en suggesties.....	16
2.4 Aanbevelingen.....	17
3 Werkstroom 2	18
3.1 Review met betrekking tot scope.....	18
3.2 Review met betrekking tot toegepaste methodiek	19
3.3 Review met betrekking tot inhoud en conclusies.....	20
3.4 Overige bevindingen en suggesties.....	22
3.5 Aanbevelingen.....	22
4 Werkstroom 3	24
4.1 Review met betrekking tot scope.....	24
4.2 Review met betrekking tot inhoud en conclusies.....	25
4.3 Overige bevindingen en suggesties.....	29
4.4 Aanbevelingen.....	29
5 Werkstroom 4	31
5.1 Review met betrekking tot scope en methodiek.....	32
5.2 Review met betrekking tot inhoud en conclusies.....	32
5.3 Overige bevindingen en suggesties.....	35
5.4 Aanbevelingen.....	35
6 Integrale rapportage en Actie agenda	37
6.1 Review met betrekking tot inhoud en conclusies.....	37

1 Managementsamenvatting en conclusies

Achtergrond

De aanleiding voor deze review is dat de (nu demissionair) minister voor Klimaat en Energie (Rob Jetten) in de Kamerbrief van 16 september 2022 aangaf dat er een Energie Infrastructuur Plan Noordzee (EIPN) wordt opgesteld om richting te geven aan de ontwikkeling van energie-infrastructuur voor windenergie in de periode na 2030 tot 2050.

Het beoogde EIPN moet een richtinggevend beeld schetsen van de ontwikkeling van de benodigde infrastructuur voor windenergie op zee in de periode 2030 tot 2050. Ook het aansluiten van de infrastructuur op het energiesysteem is een belangrijk onderwerp voor het uiteindelijke EIPN. Verder moet het plan inzicht geven in de noodzakelijke besluitvorming over rolverdeling, marktordening en de wettelijke instrumenten. Het uiteindelijke EIPN heeft tot doel om in beeld te brengen waar en wanneer welke infrastructuur nodig is voor:

- De verdere realisatie van windenergie op zee na 2030;
- De productie van waterstof op zee en scenario's voor het hergebruiken van bestaande gasinfrastructuur voor waterstoftransport;
- De onderling verbonden elektriciteits- en waterstoftransportinfrastructuur naar het Nederlandse vasteland en (offshore energiehub van) omringende Noordzeelanden.

Het ministerie van EZK heeft TNO gevraagd om recent opgeleverde deelrapporten, die input bevatten voor het EIPN, te reviewen en te beoordelen. Deze rapporten zijn opgesteld in opdracht van het ministerie van EZK door een consortium onder leiding van Deloitte. Het gaat om rapporten van vier werkstromen en een integrale rapportage met actieagenda.

Het doel van de review door TNO is om het onderzoek en de rapporten te toetsen op dekking van de scope die is meegegeven aan het onderzoek en te reflecteren op deze scope, de onderzoeksmethode, aannames, resultaten, conclusies en haalbaarheid van de aanbevelingen. Tenslotte adviseert TNO de opdrachtgever EZK over mogelijke vervolgstappen. De review is uitgevoerd door 8 experts vanuit verschillende expertisegebieden binnen TNO.

De uitvraag en opdracht door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK)

Het hoofddoel van de uitvraag Energie Infrastructuur Plan Noordzee 2050 (hierna EIPN) en het door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) zelf nog op te stellen plan moet een richtinggevend beeld voor overheid, TSO's en marktpartijen schetsen hoe de verdere doorgroei van het energiesysteem op de Noordzee er na 2030 uit kan zien.

Het doel van de opdracht is geweest om in nauwe samenwerking met relevante stakeholders, adviezen op te stellen als input voor het EIPN. De uitgevraagde opdracht werd

gekenmerkt door procesmatige taken, het adviseren over en antwoord geven op inhoudelijke vraagstukken, het opzetten van een actie-agenda ter ondersteuning van te nemen beslissingen in het vervolgproces, en het ondersteunen van het stakeholderproces.

Deloitte en onderaannemers hebben daarbij de taak gekregen om de initiële visie, die door EZK in de voorverkenningfase met advies van TenneT en Gasunie is opgesteld, waar nodig te verrijken met nieuwe en/of aanvullende inzichten. Het gestelde resultaat was dat de visie begrepen, herkend en gedragen zou worden onder relevante stakeholders.

TenneT, Gasunie en EBN zijn hierbij aangewezen als adviseurs voor het EIPN. Zij hebben daarin een belangrijke rol vanwege hun wettelijke taken als Transmission System Operator (TSO), (toekomstige) HNO (Hydrogen Network Operator) of beleidsdeelneming en/of specifieke expertise en positie.

Kenmerken van de reflectie op het EIPN door TNO

TNO is gevraagd naar een kritische reflectie op bepaalde inhoudelijk aspecten van deze deelstudies. Dit heeft betrekking op zowel inhoud en conclusies binnen de scope van de opdracht, alsook een reflectie op de scope en startpunten die de opdrachtgever heeft opgesteld en meegegeven aan de opdrachtnemer.

TNO heeft de reflectie uitgevoerd op inhoudelijke gronden en uitkomsten. TNO heeft geen reflectie uitgevoerd op procesmatige taken en stakeholderprocessen. TNO heeft gereflecteerd en getoetst aan de tender uitvraag voor het EIPN zoals opgesteld door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en niet aan het werkplan van Deloitte en onderaannemers.

Tijdens de uitvoering van EIPN heeft het kernteam gezamenlijke scope keuzes gemaakt en zijn startpunten aangeleverd aan het consortium die cruciaal en sturend zijn geweest in de uitkomsten en resultaten. TNO constateert enkel de gevolgen van de genomen keuzes met betrekking tot de scope van het onderzoek en niet welke partij de scope keuze heeft gemaakt.

De beoordeelde documenten zijn, in overeenstemming met de lijst uit de samenvattende rapportage:

1. Adviesnotitie 1 'Strategische visie' richt zich op de strategische visie voor het EIPN 2050.
2. Adviesnotitie 2 'Hergebruik van bestaande offshore gasinfrastructuur' heeft betrekking op het mogelijke hergebruik van aardgasleidingen op de Noordzee. Aan de hand van een afwegingskader worden alternatieven voor hergebruik, op technische gronden, geanalyseerd.
3. Adviesnotitie 3 'Werkstroom 3 rapport' geeft aan de hand van een afwegingskader een analyse van de mogelijke constructievormen van één of meerdere energiehubbs.
4. Adviesnotitie 4 'EIPN Werkstroom 4' focust zich vanuit een juridisch perspectief op de toekomstige marktordening voor toekomstige energiehubbs, waterstoftransport op zee, waterstofopslag op zee, interconnectoren met buitenlandse energiesystemen, de tendersystematiek, en de samenhangende nationale en Europese wet- en regelgeving.
5. Adviesnotitie 5 'Marktordening (economisch perspectief)' focust zich vanuit economisch perspectief op deze toekomstige marktordening. De documenten 4 en 5 zijn samengevoegd in één notitie/advies.
6. Integrale rapportage en Actieagenda betreft een samenvattende integrale rapportage waarin actieagenda's uit elke werkstroom zijn samengevat.

In dit rapport worden de werkstromen en adviezen besproken in de volgorde van de werkstromen. De managementsamenvatting geeft een overzicht van de belangrijkste observaties en aanbevelingen.

Managementsamenvatting

Werkstroom 1: Strategische visie

Wat opvalt bij het rapport van werkstroom 1 is de begrenzing van de gekozen scope. Zo is er gekozen om de focus te leggen op het operationaliseren van een uitrolscenario voor wind op zee en offshore waterstof productie (en in mindere mate ook ondergrondse opslag van waterstof) dat past in een zeer ambitieus toekomstbeeld met bijbehorende streefdoelen.

TNO is het eens met de conclusie van de opdrachtnemer dat de inzet om richting 2035 tot rond 35 GW wind op zee te groeien, en verder richting 2040 50 GW te behalen, praktisch (zeer) lastig realiseerbaar is.

Een observatie is dat andere toekomstbeelden en technologieën zoals zon op zee, opslag van elektriciteit, blauwe waterstof, CO₂ transport en opslag, ranges van import/export behoeften, en variatie in de vraag naar stroom en waterstof niet of in mindere mate zijn meegenomen in de uitgangspunten voor de visie. Het feit dat de ruimtelijke inpassingsmogelijkheden met betrekking tot andere technologieopties en medegebruikers van de Noordzee niet worden meegenomen is een zeer sterke begrenzing van de scope. De temporele scope van de visie richt zich vooral op de periode tot 2040. De doorkijk richting 2050 en het behalen van de ambitie van 70 GW wind op zee worden heel summier besproken.

Het uitzetten van de tijdlijn voor het gekozen toekomstbeeld is gebaseerd op theoretische back-casting; dit leidt tot adviezen om besluiten op korte termijn te nemen, waarbij in het schema met aanbevelingen/acties tijdlijnen onrealistisch lijken qua duur en volgorde. Adviezen voor de keuzes voor technologie uitvoeringsopties voor offshore waterstof en uitrol van demonstratieprojecten komen zo op een onrealistisch tijdspad.

Aanbevelingen voor nadere uitwerking van het EIPN:

- Ontwikkel realistische uitrolpaden richting streefdoelen na een bredere stakeholder consultatie.
- Heroverweeg de tijdspaden voor demonstratie offshore waterstofproductie.
- Neem een bredere blik mee in het EIPN met betrekking tot technologieën en toekomstscenario's om tot een robuuste visie te komen.
- Verbreed de scope met ruimtelijke representatie en medegebruikers Noordzee.

Werkstroom 2: Hergebruik van bestaande offshore gasinfrastructuur

De scope van deze werkstroom kan als zeer uitdagend gekwalificeerd worden. Het is volgens TNO zeer optimistisch om te verwachten dat binnen de gestelde duur van het project tot een transparant besluitvormingsproces voor de overdracht van de betreffende aardgasinfrastructuur kan worden gekomen.

De belangrijkste observatie is dat de bestudeerde scenario's voor hergebruik van bestaande offshore gasinfrastructuur voor waterstoftransport niet leiden tot eenduidige conclusies. In het rapport wordt aangegeven dat veel informatie pas laat beschikbaar zou zijn gekomen

door het lange traject van NDA's¹. Desalniettemin kan worden vastgesteld dat de ontwikkelde scenario's een onderling verschil hebben in technische volwassenheid en dat dit leidt tot de conclusie dat de scenario's dus niet op gelijkwaardige manier kunnen worden vergeleken. Er ontbreekt hierbij het geven van inzicht in hoe de afweging op basis van uitgangspunten is gedaan en op basis waarvan scenario's zijn toegevoegd of afgevalen. Ook in deze werkstroom ontbreekt een voldoende gedetailleerde reflectie op de haalbaarheid van tijdslijn en kosten.

Het ontbreken in de scope van nieuwbouwscenario's en interconnectie(s) met het buitenland, en het niet evenwichtig kunnen vergelijken van hergebruikscenario's, leidt tot de situatie dat in deze voorstudies voor het EIPN op dit moment nog geen plan ligt voor waterstoftransport (nieuwbouw of hergebruik) ter ondersteuning van de visie in WS1.

Aanbevelingen voor nadere uitwerking van het EIPN:

- Pas de scope van de studie aan naar de lange termijn (inclusief verdere ontwikkelingen na 2040) en gebruik scenario's in de tijd.
- Creëer meer duidelijkheid over de beschikbaarheid van bestaande (delen van de) infrastructuur voor hergebruik.
- Onderzoek de Waddenzee passage met focus op kritische delen van het netwerk voor hergebruik.
- Neem gewenste interconnectiecapaciteit mee bij het inschatten van de toekomstige behoefte voor pijpleidingtransport.

Werkstroom 3: Concrete vormgeving energiehub gebied 6/7

De conclusie die volgt uit de multi-criteria analyse in deze deelstudie is dat een eiland als energiehub om diverse redenen niet voldoet of economisch niet haalbaar is. De meest prominente observatie is dat deze conclusie, op basis van de overwegend kwalitatieve overwegingen die gebruikt zijn in de analyse, niet genuanceerd genoeg is. Veel van de gebruikte criteria zijn beoordeeld met een relatief grote onzekerheid en in de einduitkomst zijn de verschillen in de orde van 10% op een genormaliseerde schaal; wat waarschijnlijk in dezelfde grootteorde ligt als de betrouwbaarheid van de uitkomst.

De tweede observatie is dat het voorgestelde tijdschema niet realistisch is. Dat komt met name omdat er is gevraagd rekening te houden met de "roadmap" voor de ontwikkeling van offshore wind tot 2040 waarbij er uiteindelijk is teruggerekend naar 2024/25 en er een groot aantal keuzes op korte termijn moeten worden gemaakt. Ook leidt dit ertoe dat geen rekening meer kan worden gehouden met resultaten van demonstratieprojecten. In de samenvattende integrale rapportage is dat wel geconstateerd maar voor de lezer die zich (alleen) focust op de werkstroom 3 rapportage is dat niet duidelijk.

Aanbevelingen voor nadere uitwerking van het EIPN:

- Voeg een reflectie toe op de haalbaarheid van het opgelegde tijdschema door de huidige ontwikkelingen te extrapoleren naar de toekomst tot 2050, en evalueer zo of het door de streefdoelen opgelegde tijdschema haalbaar is.
- Werk een hybride concept van platformen en een eiland (eilanden) verder uit in consultatie met offshore contractors en platformbouwers, startend met platformen, en later (na 2035 en vooruitkijkend tot voorbij 2050) aangevuld met een of meerdere eilanden. Onderzoek hiervoor o.a. de haalbaarheid van de bouw van eilanden in de nabijheid van gebied 6/7 op plekken waar de waterdiepte geringer is dan 40m (bijv. in

¹ Non Disclosure Agreements

- en rondom de zuidwest hoek van windgebied 7), en neem ook andere concepten dan een zandeiland mee, zoals een caissons eiland.
- Onderzoek de haalbaarheid van (ondergrondse) waterstofopslag offshore (en near-shore); met name ook in relatie tot vormgeving van de hub(s).

Werkstroom 4: Marktordening en economisch perspectief

De belangrijkste observatie voor werkstroom 4 is dat de documenten een uitgebreide samenvatting geven van de informatie, overwegingen en inzichten die reeds voorhanden was voor beantwoording van de vragen. De toegevoegde waarde lijkt vooral te zijn dat die informatie, overwegingen en inzichten, die gefragmenteerd aanwezig waren, nu in samenhang bij elkaar gebracht zijn. De werkstroom komt echter niet tot een voorstel voor een heldere marktordening. De aanbevelingen zijn om nader onderzoek te doen en zaken verder uit te werken waarvoor nog onvoldoende informatie en inzichten aanwezig zijn om te komen tot een voorstel voor een heldere marktordening. De aanbevelingen volgen logisch uit de analyse en zijn in goede samenhang met elkaar in beeld gebracht in de actieagenda. De vele acties op korte termijn leiden echter tot vraagtekens bij de uitvoerbaarheid van de agenda; een reflectie op het knellende tijdspad wordt gemist. De reflectie is uitgevoerd door 8 experts vanuit verschillende expertisegebieden binnen TNO.

De rolverdeling van partijen in relatie tot energiehub is beperkt uitgewerkt en mist scherpte in signalering van complexe coördinatievraagstukken rond systeemplanning van energiehub. Een systematische analyse vanuit het perspectief van marktregulering wordt gemist waardoor ook een zinvolle reflectie op adaptieve ontwikkeling van marktkaders buiten beeld blijft.

Aanbevelingen voor nadere uitwerking van het EIPN:

- Verdiep de analyse op rollen, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van partijen in relatie tot waterstoftransport en energiehub op zee, en waterstofopslag.
- Verdiep de analyse op mogelijke tendermodellen voor wind en elektrolyse op zee in verschillende stadia van ontwikkeling van de waterstofmarkt.
- Verdiep de kennis en inzichten in de rol en mogelijke grootte van energiehub, offshore biedzones en interconnectiecapaciteit(en) door het uitvoeren van marktsimulaties

Integrale rapportage en Actieagenda

De integrale rapportage en actieagenda volgen logischerwijs uit de deelrapporten onder werkstroom 1-4. De opdrachtnemer is er goed in geslaagd de deelstudies samen te vatten en de essentie uit de deelstromen te rapporteren. De nut en noodzaak van het EIPN en complexe onderliggende materie wordt over het algemeen goed voor het voetlicht gebracht. De kaarten voor hergebruikscenario's en de integrale kaart in de integrale rapportage met mogelijke ontwikkelingen zijn een waardevolle toevoeging t.o.v. de afzonderlijke werkstromen.

De samenvattende actieagenda in hoofdstuk 8 is een zeer waardevolle toevoeging ten opzichte van de deelrapporten. Het geeft een goed en compleet overzicht van de complexiteit, afhankelijkheden en urgentie van acties in de hoofdpaden. De conclusie dat dit enige (zes) belangrijke knelpunten kan opleveren is zeer juist en terecht wordt hier gewezen op sterke afhankelijkheden en het zeer kritieke tijdspad dat hieruit volgt.

De rapportages kunnen daarom goed dienen als deelbouwstenen voor het EIPN, maar bevatten volgens de reflectie nog geen compleet beeld van beschreven onderwerpen op basis waarvan op dit moment harde conclusies kunnen worden getrokken.

Voor het opstellen van het definitieve EIPN en vervolgstappen is het advies om rekening te houden met de huidige stand van kennis, kennishiaten en de onzekerheden m.b.t. belangrijke deelonderwerpen in de werkstromen en om in vervolgtrajecten onzekerheden transparant te blijven benoemen.

2 Werkstroom 1

2.1 Review met betrekking tot de scope

In de tender wordt gevraagd naar “Een advies voor een strategische visie op de doorgroei van het energiesysteem op de Noordzee na 2030 tot 2050 en de daarvoor benodigde infrastructuur”, en geeft aan dat er bepaalde werkzaamheden worden verwacht. In de volgende secties wordt besproken in hoeverre door opdrachtnemer aan de scope van de gestelde eisen in de tender is voldaan en wordt gereflecteerd op keuzes die gemaakt zijn door de opdrachtnemer en opdrachtgever tijdens het uitvoeren van de studie.

In hoeverre is voldaan aan de gevraagde scope?

In de onderstaande tabel staan de gevraagde werkzaamheden weergegeven in de linker kolom. In de rechter kolom is per activiteit een reflectie gegeven op in hoeverre aan de opdracht is voldaan.

Uitvraag	Reflectie
<p>a) Een beschrijving van waar op de Nederlandse Noordzee energiehubbs logisch zijn, welke functies die moeten vervullen, gegeven de locaties en inrichting van de windenergiegebieden dan wel zoekgebieden.</p> <p>Dit in samenhang met de ruimtelijke inrichting, die in het kader van de PH of een ruimtelijk vervolgtraject in een parallel spoor vorm krijgt.</p>	<p>Hier is in principe aan voldaan in sectie 1.2 van het rapport.</p> <p>Over de ruimtelijke inrichting worden in WS1 geen specifieke uitspraken gedaan</p>
<p>b) Een richtinggevende indicatie van een efficiënte verhouding tussen aanlanding van elektriciteit en moleculen. Afstemming met onder andere het Nationaal Programma Energiesysteem en pVAWOZ is hiervoor nodig.</p>	<p>Hier wordt aan voldaan middels één illustratief scenario. Dit heeft belangrijke gevolgen (zie opmerkingen in volgende secties).</p>
<p>c) Een overzicht welke grensoverschrijdende elektriciteitsverbindingen en waterstofbuisleidingen tussen energiehubbs onderling of met het vasteland aantrekkelijk zijn, gezien de wensen en mogelijkheden voor koppeling met relevante omringende Noordzeelanden.</p>	<p>Hier wordt in principe aan voldaan door plannen en scenarioschattingen te noemen voor interconnectoren, maar een overzicht hoe dit in ruimte en tijd wenselijk in elkaar grijpt ontbreekt.</p>
<p>d) Inzicht in de vormgeving van het benodigde waterstoftransportnetwerk op zee, mede afhankelijk van de mogelijkheden die uit pVAWOZ komen</p>	<p>Mogelijke elementen van een waterstofnetwerk worden beschreven (productie, transport, interconnectie, opslag) maar een samenvoeging van deze elementen tot een waterstofnetwerk op zee wordt niet weergegeven in deelrapport 1. Wel bevat de integrale rapportage een kaart met mogelijke routes (nationaal)</p>

Uitvraag	Reflectie
e) Een overzicht van te verwachten ontwikkelingen bij de toeleverketens (supply chains) voor windparken (turbines, kabels, etc.), net op zee (HVDC-apparatuur, platforms, kabels, etc.) en waterstofproductie en transport (elektrolyzers, etc.).	Belangrijke ontwikkelingen worden besproken m.b.t. HVDC-technologie; overige belangrijke ontwikkelingen m.b.t. de toeleverketens worden genoemd.
f) Een kaart met daarin op globaal/strategisch niveau getekend waar de beoogde hubs en internationale transportcapaciteit op (het Nederlandse deel van) de Noordzee zou kunnen komen. Dit in samenhang met de ruimtelijke inrichting, die in het kader van de PH of een ruimtelijk vervoltraject in een parallel spoor vorm krijgt.	In het integrale rapport is een kaart opgenomen, maar die dekt niet het volledige Nederlands Continentaal Plat en mist de internationale context. Een overzichtskaart ontbreekt in het WS1 deelrapport.
g) Een fasering in de tijd: hoe ziet in grote lijnen de ontwikkeling richting 70 GW in 2050 eruit (storyline)? Welke verbindingen en (delen van) hubs moeten in de eerste helft van de jaren '30 gerealiseerd worden en welke volgen daarna? En welke anticiperende investeringen zijn daarvoor nodig?	Storyline wordt geschetst in sectie 1.3 van het rapport met een focus op de kortere termijn en richting 2040. De tijdslijn 2040-2050 (20 of meer GW toevoeging) wordt genoemd. Zie opmerkingen in volgende secties.

De studie geeft een eerste inzicht in de gevraagde informatie over belangrijke elementen en mogelijke uitrol van de offshore infrastructuur in een gesteld scenario dat aansluit bij de streefdoelen van het NPE, inclusief: offshore wind, offshore solar, elektriciteitstransport en offshore waterstofproductie, transport en opslag. Het geeft een eerste inzicht in de uitvoeringsagenda die nodig zou zijn om het gestelde streefdoel en bijpassend scenario (NAT) te halen. Het geeft hiermee een beeld van enkele belangrijke uitdagingen die het uitrolpad richting het behalen van de streefdoelen zou opleveren.

Welke keuzes met betrekking tot de scope zijn gemaakt?

Zoals hierboven aangegeven is een groot deel van de studie bepaald door de uitgevraagde scope. Daarnaast zijn er ook door de opdrachtnemers en opdrachtgever in samenwerking met relevante stakeholders tijdens het proces van het opstellen van het rapport keuzes gemaakt met betrekking tot de scope die belangrijk zijn om in ogenschouw te nemen. In de sectie hieronder is weergegeven welke belangrijke keuzes er zijn gemaakt met betrekking tot de scope van de deelstudie.

De visie lijkt gebaseerd te zijn op één toekomstscenario

Het startpunt van de opdracht is geweest om het NAT scenario vanuit de II3050 scenario's² te kiezen om de streefdoelen vanuit het NPE een tijdspad te geven. Dit geeft een goed beeld voor een hoekpunt van mogelijke toekomstbeelden en welke infrastructuur en acties nodig zijn. Dit is een (zeer) ambitieus scenario met een hoog opgesteld vermogen aan offshore wind en offshore waterstofproductie en geeft zo een goed beeld van een scenario waarin een zeer uitgebreide infrastructuur nodig is. Deze manier van aanpak is te verdedigen; men kan zo voor een maximaal scenario plannen, zodat later kan worden afgeschaald mocht dit nodig zijn op basis van de nieuwste inzichten en omstandigheden. Echter, deze keuze dekt niet alle hoekpunten van mogelijke toekomstbeelden. Dit leidt daarmee niet logischerwijs tot een robuuste visie over het toekomstig Noordzee energiesysteem en hoe de infrastructuur die kan ondersteunen. Dit lijkt te komen door in de opdracht het NPE strikt te volgen en de huidige

² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/04/06/het-energiesysteem-van-de-toekomst-de-ii3050-scenarios>

doelen/tijdspaden voor de demonstratieprojecten op zee voor waterstof te handhaven, ondanks dat tijdspaden extreem krap en zelfs onrealistisch lijken.

Hierbij is een observatie te plaatsen dat niet in alle wetenschappelijke scenariostudies Nederland bijvoorbeeld een netto exporteur wordt of offshore waterstofproductie en -opslag een robuuste keuze is. Dit is afhankelijk van de nationale vraag en keuzes die bijvoorbeeld industrie neemt m.b.t. decarbonisatie en posities die andere landen en hun sectoren om ons heen innemen. De vraag is dan hoe robuust het gekozen NAT scenario is voor het schetsen van de toekomstige offshore infrastructuur. Een voorbeeld om dit duiden kan een scenario zijn waar in de toekomst meer zal worden ingezet op interconnectie voor waterstof tussen de Noordzeelanden (bijvoorbeeld ook op basis van meer blauwe waterstof en import) dan op nationale offshore waterstofproductie met windenergie. Dit heeft implicaties voor een alternatieve uitrol van zowel windenergie, waterstofproductielocaties, opslag en de waterstofinfrastructuur op zee. Dit is niet zozeer een afschaling van een zeer ambitieus scenario zoals boven gesteld, maar vooral ook een scenario met een mogelijk alternatieve richting voor optimale uitrol van de offshore infrastructuur.

Belangrijke technologieën zijn buiten beschouwing gelaten of summier beschreven

De strategische visie is met name gericht op offshore wind en offshore waterstofproductie. Offshore solar kent een 3 GW doelstelling volgens de visie, maar wordt summier behandeld m.b.t. eisen en impact op de uitrol en benutting van de infrastructuur. Ook de ruimtelijke inpassing (in welke windgebieden, of buiten windgebieden, nieuwe of alleen bestaande gebieden?) wordt niet besproken. Enerzijds is het wel een belangrijke input voor de optimale benutting van de infrastructuur, maar het zal anderzijds naar verwachting minimaal impact hebben op de planning en uitrol van de hoofdinfrastructuur op zee. De overall impact van deze beknopte beschouwing is relatief klein.

Offshore elektriciteitsopslag is onderbelicht. Dit terwijl in verschillende offshore windgebieden demonstratie van dit soort opties wordt voorbereid (Crosswind, OranjeWind). Deze technologie kan ook een bijdrage leveren in de optimale benutting van de toekomstige offshore infrastructuur, maar is niet behandeld en ook niet beschreven waarom het buiten scope is gelaten. Net als bij offshore solar is het niet de verwachting dat elektriciteitsopslag op zee grootschalig impact zal hebben op de planning en uitrol van de hoofdinfrastructuur op zee doordat het niet het volledige aanbod van stroom uit wind en zon kan balanceren. Maar het kan op termijn wel een bijdrage leveren aan een efficiëntere benutting van de infrastructuur.

Ook opslag van waterstof (ondergrondse en/of bovengronds) is onderbelicht. Met name de implicaties die opslag van waterstof kan hebben op de aanleg van offshore infrastructuur en hubs met betrekking tot locatie en het aspect van toegang tot elektrische en waterstofinfrastructuur. Vooral voor de opslag van waterstof in lege gasvelden behoeft compressie voor injectie en het zuiveren van geproduceerd gas uit de opslag hoogst waarschijnlijk grootschalige offshore en/of onshore infrastructuur (installatie en pijpleidingen).

Blauwe waterstof wordt op pagina 24 voor het eerst genoemd en is geen inherent onderdeel van de visie terwijl dit erg belangrijk is voor de interconnectie met bijv. UK en Noorwegen waar ook blauwe waterstofprojecten in ontwikkeling zijn. Dat legt ook meteen de belangrijke link met mijnbouwactiviteiten voor gas, olie en CCS (die buiten de scope valt van het EIPN). Qua hergebruik van assets (bijv., platformen, pijpleidingen en ondergrondse assets), ruimtelijke planning in de nieuwe windgebieden, het gekozen decarbonisatie scenario en internationale

samenwerking is ook CO₂-opslag een erg belangrijk onderdeel van de offshore energie-infrastructuur van de toekomst. Dit is een omissie in het EIPN en het is niet duidelijk waarom deze scope is gekozen. Een zeer belangrijke deel van mogelijke offshore energietransitie-scenario's is zo buiten beschouwing gelaten in deze visie.

Hybride waterstof interconnecties (offshore productie van waterstof gekoppeld met offshore waterstof interconnectie) worden niet besproken in de visie. Elektrische hybride interconnecties worden besproken in de visie en de mogelijke rol wordt duidelijk en expliciet genoemd voor mogelijke offshore hubs (TNW en Lionlink). De rol van offshore productie en offshore interconnecties en hybride interconnectoren lijkt net zo belangrijk³ maar wordt nauwelijks besproken.

Thematische scope: overige gebruikers Noordzee

Het document bevat met name een technologische beschouwing op de toekomstige infrastructuur. Het bevat geen visie op medegebruikers van de Noordzee (veiligheid, natuur, scheepvaart, defensie etc.) terwijl dit van groot belang is voor de ruimtelijke planning, routing en mogelijk tijdspad van de inpassing van de infrastructuur.

Ruimtelijke representatie

Ruimtelijke representatie van zowel de elektrische als waterstofinfrastructuur op de Noordzee lijkt onderdeel van de gevraagde werkzaamheden in het aanbestedingsdocument. Echter, het rapport kent geen ruimtelijke representatie van de infrastructuur. Er is geen kaartmateriaal gepresenteerd ter ondersteuning van de storyline. Het is voor de externe lezer van het rapport van WS1 niet duidelijk waarom dit buiten scope is gelaten, terwijl het ook zo een essentieel onderdeel lijkt van de visie en de mogelijke impact hiervan op belanghebbenden.

2.2 Review met betrekking tot inhoud en conclusies

Haalbaarheid van (voorgestelde) streefdoelen wind op zee richting 2035 en 2040

In het Nationaal Plan Energiesysteem 2050 (NPE)⁴ staan de volgende passages “De hoeveelheid wind op zee groeit tot rond 35 GW in 2035” en “We bereiden ons voor op de mogelijke ontwikkeling en inpassing van rond 70 GW wind op zee” (p49). In het visierapport wordt volgens opdracht gewerkt met een streefdoel van 50 GW in 2040. “50 GW windenergie op zee in 2040 en ca. 70 GW in 2050 uit de eerdergenoemde Kamerbrief.” (Aanbestedingsdocument p11)

Deze (voorgestelde) streefdoelen, om richting 2035 tot rond 35 GW wind op zee te groeien en verder richting 2040 tot 50 GW, worden volgens de reviewers terecht ingeschat als praktisch zeer lastig haalbaar. Het rapport concludeert dat de op basis van het klimaatbeleid gestelde doelen en met name de bijbehorende realisatiepaden nog niet voldoende aan de realiteit zijn getoetst.

³ Rafael Martínez-Gordón, Manuel Sánchez-Diéguez, Amirhossein Fattahi, Germán Morales-España, Jos Sijm, André Faaij, Modelling a highly decarbonised North Sea energy system in 2050: A multinational approach., *Advances in Applied Energy*, Volume 5, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100080>.

⁴ <https://open.overheid.nl/documenten/2f5cbb52-0631-4aad-b3dd-5088fab859c5/file>

Gezien de beperkingen in onderdelen van de aanleverketen en de (vertraging in de) ontwikkeling van de elektriciteitsvraag voor de elektrificatie van met name de industrie en productie van groene waterstof (op land en zee) is de kans zeer aanwezig dat deze opgestelde vermogens op een later tijdstip gerealiseerd worden. Hierbij lijkt ook het realisatierisico voor TenneT terecht geïdentificeerd voor de periode 2032-2035 wanneer geen verplichtingen worden aangegaan. Door TNO wordt tegelijkertijd de kans klein geacht dat het aangaan van verplichtingen voor het elektrisch aansluiten van de vermogens in het gestelde streefdoel in 2035 (35GW) tot grote risico's leidt voor TenneT. Nadere afspraken met buurlanden over (gezamenlijke) infrastructuurontwikkeling en afstemmen van vraag en aanbod van elektriciteit en waterstof kunnen dit risico verder doen afnemen.

De robuustheid van het vermogen van 35 GW voor het streefdoel wordt bevestigd in een scenario vergelijkende studie ter ondersteuning van het NPE⁵ waar het opgesteld vermogen voor offshore wind voor de lange termijn tussen ongeveer 27.5 en 70 GW wordt geschat. Ook in het geval van industriële krimp zal volgens een studie van CE Delft in het kader van Fase A van pVAWOZ 2031-2040⁶ nog een significante vraag naar elektriciteit bestaan voor directe en indirecte elektrificatie, zodat de totale elektriciteitsvraag in Nederland voor de langere termijn nog steeds tot boven de 200 TWh/jaar kan stijgen.

Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de aanname van een tempo van 2 GW/jaar aansluiting van wind op zee een cruciale factor en aanname is in de visie die getoetst moet worden. Er worden geen tot zeer beperkte studies genoemd die de gestelde capaciteitslimiet onderbouwen en verder detailleren. Het lijkt essentieel om te onderzoeken wat de exacte huidige capaciteitslimiet is voor de uitrol van het offshore elektriciteitsnet in een nadere studie met bredere stakeholder consultatie.

Het is tenslotte aan te bevelen om alternatieve strategieën te identificeren om deze supply chain bottlenecks te mitigeren of te vermijden. De twee voorgestelde oplossingsrichtingen kunnen inderdaad bijdragen, maar er zijn meerdere oplossingen denkbaar. Er is snel gefocust op deze twee oplossingen, terwijl een aanbeveling ook zou kunnen zijn om meerdere opties (snel) te verkennen samen met de sector die het mogelijk maken om het realisatiepad te versnellen.

Temporele scope: focus op 2040

De scope van de visie richt zich vooral tot 2040. Hiermee wordt de lijn richting 2050 en de ambitie van 70 GW wind op zee heel summier besproken. Dit is uiteraard essentieel voor de uitrol van elektriciteit en waterstofinfrastructuur voor de langere termijn en daarmee voor de visie richting 2050. De titel van het document stelt ook dat de temporele scope tot 2050 is gesteld. Dus voor de externe lezer is niet duidelijk waarom dit summier wordt meegenomen in de visie.

Belangrijke onzekerheden omtrent offshore waterstofproductie en opslag worden niet volledig benoemd

Er zijn nog een aantal belangrijke onzekerheden omtrent offshore waterstofproductie en opslag. Dit zijn vraagstukken op verschillende thema's: technologie, milieu, regelgeving, economie en financiering, veiligheidsrisico's en ruimtelijke inpassing. Daar lijkt aan voorbij te gaan, zodat deze technologieën bijna kunnen worden geïnterpreteerd als no-regret. Dat is niet het geval. Deze technologieën zijn onder bepaalde voorwaarden in toekomstscenario's

⁵ <https://open.overheid.nl/documenten/b16df5ee-b1c8-41e9-b9ea-16f5a2491954/file>

⁶ https://ce.nl/wp-content/uploads/2024/03/CE_Delft_220488_Startanalyse_Systeemintegratie_PVAWOZ_inclusief_bijlagen_DEF.pdf

zeer waardevol voor het energiesysteem, maar nu bijvoorbeeld niet zo aantrekkelijk qua business case voor projectontwikkelaars. En in de (beperkte) wetenschappelijk literatuur is geen consensus over noodzaak van offshore waterstofproductie en opslag. Het behandelen van onzekerheden hoe dit het toekomstbeeld bepaald van de offshore (en onshore) infrastructuur is essentieel in een strategische visie⁷.

Het uitzetten van de tijdlijn is gebaseerd op theoretische back-casting; realisme ontbreekt

In het algemeen blijken er nog veel en grote onzekerheden te zijn over regelgeving, marktontwerp, en allerlei technologische, economische en juridische aspecten. Die worden benoemd waarna voornamelijk wordt geadviseerd meer onderzoek te doen en duidelijkheid te scheppen. Tegelijkertijd wordt er op diverse punten geadviseerd om besluiten op korte termijn te nemen, waarbij in het schema met aanbevelingen/acties tijdlijnen onvoldoende doordacht lijken qua duur en volgorde.

Er is dus voor gekozen om de gestelde doelen als een gegeven te beschouwen, en op basis daarvan terug te redeneren welke beslissingen en acties gedaan moeten zijn om die doelen te behalen. Dit is een te verdedigen methode, maar hierbij horen wel bepaalde disclaimers die niet in het verhaal naar voren komen, of de consequenties die volgen op het te snel nemen van deze besluiten. De reviewers missen hier dus de reality-check.

Tijdlijn voor waterstofdemonstratie offshore in gestelde vorm is inconsistent met gewenste kennisopbouw

Over elektrolyse op zee wordt (terecht) gesteld dat de technologie nog in de kinderschoenen staat en geen van de uitvoeropties al zeker zijn, maar in 2025 zouden daarover al wel beslissingen moeten worden genomen zonder rekenschap te geven van de tijd die technologische ontwikkelingen kosten.

Daarnaast worden opties die qua schaal zitten tussen decentrale productie en een 500 MW platform niet besproken; indicatief bijvoorbeeld een 100-200 MW optie. Terwijl dit mogelijk wel interessante opties kunnen zijn met betrekking tot uitrolrisico's, modulariteit, supply chain bottlenecks, financieringsrisico's, onderhoudsstrategie, milieu en ruimtelijk inpassing.

Verder wordt gesteld dat DEMO-1 en DEMO-2 kunnen worden gezien als losstaande projecten. (p31) "Een eventuele vertraging in het eerste demonstratieproject heeft geen effect op de verdere ontwikkeling van het tweede, grotere demonstratieproject, aangezien het twee losstaande projecten zijn" Het leereffect van DEMO-1 kan zo niet worden meegenomen in het ontwerp van DEMO-2. DEMO-1 en DEMO-2 zouden wel aan elkaar gekoppeld moeten zijn en heroverweging van de tijdspaden, schaalgrootte en/of leerdoelen is daarom gewenst, zodat er wel tijd is om te leren.

⁷ Mogelijke (wetenschappelijke) literatuur om te raadplegen:

- Going offshore or not: Where to generate hydrogen in future integrated energy systems? <https://orbit.dtu.dk/en/publications/going-offshore-or-not-where-to-generate-hydrogen-in-future-integ>
- https://northseawindpowerhub.eu/files/media/document/NSWPH_Grid-integrated%20offshore%20Power-to-Gas_Discussion%20paper%20%231.pdf
- Rafael Martínez-Gordón, Manuel Sánchez-Diéguez, Amirhossein Fattahi, Germán Morales-España, Jos Sijm, André Faaij, Modelling a highly decarbonised North Sea energy system in 2050: A multinational approach, *Advances in Applied Energy*, Volume 5, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.aadpen.2021.100080>.
- <https://north-sea-energy.eu/static/270b3052f9d401bac10da5345462a4c1/FINAL-NSE3-D1.1-D1.2-Report-analyzing-the-value-of-this-technology-option-in-relation-to-alternatives-and-factsheet.pdf>
- <https://north-sea-energy.eu/static/ed934047b0299950ca7bf25104d2848b/NSE-2020-2022-6.2-System-Market-Analysis-v3.pdf>

In het document wordt aandacht besteed aan de verschillende vormen van waterstofproductie (centraal, decentraal). Er worden besluiten gevraagd op korte termijn om te kiezen voor centraal of decentraal. De reden waarom is niet duidelijk, en, belangrijker, is ook op het detailniveau van de studie niet zozeer relevant voor de uitrol van de (TSO)-waterstofinfrastructuur op de Noordzee. Het is in deze fase van het ontwerp belangrijk om te weten waar op de Noordzee er hoeveel waterstofproductie verwacht kan worden, maar op welke manier dat gebeurt is niet zozeer relevant voor het transport van waterstof via de grote transportleidingen (uiteraard wel voor de configuratie binnen het wind/zonnepark- en hubontwerp).

Wat meer van belang is wanneer de keuze voor de vorm van waterstofproductie wordt overwogen is in hoeverre de productie nog een aansluiting nodig heeft vanuit het TSO-elektriciteitsnet. De aansluitkeuze van offshore waterstofproductie op het offshore elektriciteitsnet is een erg belangrijke keuze voor het ontwerp van onderdelen en topologie van het netwerk en ook voor de mate waarin offshore waterstof de beperkingen van de offshore uitrol voor elektriciteitsinfrastructuur kan mitigeren. Dit hangt erg samen met de keuze voor technologieopties en welke waarde deze opties hebben voor het energiesysteem en voor projectontwikkelaars. Deze discussie wordt niet meegenomen in de visie.

2.3 Overige bevindingen en suggesties

Scopedefinitie elektriciteit/ energiehub is inconsistent met de scope van de visie

In de definitie van een energiehub vs. elektriciteitshub wordt de facto alleen waterstof conversie, transport en opslag toegevoegd. Factoren als offshore solar, elektriciteitsopslag en offshore vraag naar energie worden niet meegenomen. Hubs hebben ook andere functies dan productie, conversie, opslag en transport. Hubs kunnen een bredere functie-palette hebben een ook waarde creëren m.b.t. onderhoud, monitoring, natuur etc. en andere functies zijn denkbaar of niet uit te sluiten (defensie, recreatie).

Structuur van het document

Er wordt veelal gerefereerd naar wat er op dit moment gedaan wordt door EZK of partijen, maar niet altijd wat ze zouden moeten doen om iets te bereiken (om daarna de haalbaarheid daarvan te toetsen). Ook staan acties vaak impliciet in de tekst, waardoor het niet eenvoudig is te vinden wat er al gedaan wordt, en wat er gedaan móet worden. Voorbeeld is p8: “Om de optie open te houden van het versnellen van de elektrische aansluitingen (boven 2 GW/jaar en 38 GW in 2040) moeten er zo snel mogelijk nog twee acties worden ingezet:”, waarna drie (?) punten met sub-punten volgen, waarin geen acties worden vermeld, maar een samenvatting wordt gegeven van enkele activiteiten die al zijn uitgezet.

Ook valt het op dat er geen verbindingen worden gelegd tussen de verschillende activiteiten die gedaan moeten worden. Er worden uitspraken gedaan over haalbaarheidsprojecten voor opslag, waterstofproductie, energievraag etc., maar niet hoe die onderling van elkaar afhangen.

Een laatste bevinding betreft de structuur in de tekst. Er staan op verschillende plekken in het document vergelijkbare stukken tekst over verbindingen en demonstratieprojecten. Het stuk

met de titel 'waterstofnet op zee' bevat geen inhoud over het waterstofnet, maar behandelt alleen waterstofproductieprojecten.

Bronnen en onderbouwing lastig te doorgronden en reproduceren

Bronnen zijn soms niet direct (niet de oorspronkelijke bron) of lastig te verifiëren; bijvoorbeeld een expertinterview. Ook valt het op dat veel (in)directe bronnen zijn gebruikt van partijen die in het EIPN direct zijn betrokken.

2.4 Aanbevelingen

Ontwikkel realistische uitrolpaden richting streefdoelen na een bredere stakeholder consultatie

De studie geeft goed inzicht in de urgentie om streefdoelen en de paden hiernaartoe te toetsen met inzichten uit de sector om realistische en uitvoerbare transitiepaden te kunnen bepalen. Het advies dat hieruit volgt is om de bottlenecks in toeleveringsketens en technologie in meer detail te identificeren. Concreet betekent dit het advies om een second opinion uit te voeren op de capaciteitslimieten voor de uitrol van het offshore elektriciteitsnet en hiervoor een breder scala aan alternatieven te identificeren om impact van deze bottlenecks te mitigeren en/of te vermijden. Het advies is om hier ook breder te inventariseren dan de optieruimte die door de twee gestelde opties kan worden geboden.

Heroverweging tijdspaden demonstratie offshore waterstofproductie

Voor de demonstratie van offshore waterstofproductie is heroverweging van de tijdspaden, schaalgrootte en/of leerdoelen gewenst, zodat er een duidelijk en uitvoerbaar ontwikkelings- en implementatie pad ontstaat dat risico's voor publieke en private partijen, alsook de overige stakeholders op de Noordzee in balans brengt.

Neem een bredere blik mee in het EIPN met betrekking tot technologische opties en toekomstscenario's

De scope die in een voorgaand *Rapport Noordzee energie outlook*⁸ is gehanteerd was veel breder dan hier bestudeerd. De aanbeveling is om in het EIPN een bredere set van technologieën en toekomstscenario's te bespreken en hun impact op infrastructuur te behandelen. In ieder geval inclusief en in meer detail: offshore solar PV, offshore elektriciteitsopslag (en andere opties waterstofopslag), relatie met CO₂ opslag en blauwe waterstof (Nederlands of import via interconnectie) en de detaillering van de rol van hybride waterstof interconnecties (offshore productie synergie met offshore waterstof interconnectie).

Verbreed de scope met ruimtelijke representatie en medegebruikers Noordzee

De visie verdient een ruimtelijke representatie om het geheel van de offshore infrastructuur en de ruimtelijke samenhang tussen landen beter inzichtelijk te krijgen. Dit geeft ook meteen een beeld van de relatie (synergie en potentiële conflicten) met mogelijke andere gebruikers van de Noordzee om zodoende een bredere stakeholder discussie in een vroeg stadium mogelijk te maken.

⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/09/01/rapport-noordzee-energie-outlook>

3 Werkstroom 2

3.1 Review met betrekking tot scope

In de tender wordt gevraagd naar "Ondersteuning van het onderzoeks- en besluitvormings-traject voor al of niet hergebruik van de huidige gasinfrastructuur op zee voor een waterstofnetwerk op zee. Het EIPN biedt een basis voor besluitvorming over welke scenario's voor hergebruik van bestaande aardgasinfrastructuur op zee ten behoeve van een waterstoftransportinfrastructuur op zee in detail moeten worden uitgewerkt." Daarbij staan de volgende eisen vermeld waaraan moet worden voldaan:

Uitvraag	Reflectie
Van opdrachtnemer wordt verwacht een scenario/scenario's op te stellen voor het hergebruik van aanwezige aardgasinfrastructuur op zee	Hier is in principe aan voldaan. Een aantal scenario's voldoen echter niet aan de gestelde doelen wat betreft capaciteit en aanlandingspunt. Wel opmerkingen in volgende secties.
Van de opdrachtnemer wordt een advies verwacht welke scenario's voor hergebruik van bestaande aardgasinfrastructuur op zee ten behoeve van een waterstoftransportinfrastructuur gegeven de tijdlijnen en complexiteit realistisch zijn en maatschappelijk gezien het meest aantrekkelijk.	Hier wordt niet op ingegaan; advies ontbreekt; inconsistenties zoals verder onder beschreven.
Om het advies op te stellen vult de opdrachtnemer een afwegingskader in. Dit afwegingskader wordt grotendeels tevoren door de opdrachtgever opgesteld op basis van (weging van) publieke belangen.	Hier is in principe aan voldaan. Wel opmerkingen in volgende secties.
Informatie over de technische haalbaarheid van hergebruik, timing, en de kosten en investeringen ervan (voor verschillende scenario's) voor zover op dat moment onderzocht wordt in belangrijke mate beschikbaar gesteld door EBN en Gasunie. Opdrachtnemer verwerkt deze in de scenario's.	De status van de bestaande leidingen is op een heldere manier gepresenteerd; timing (beschikbaar vanaf 2030-2045), haalbaarheid en kosten zijn niet bekend (alleen CAPEX, niet OPEX of alle upfront costs).
Opdrachtnemer schetst tevens een helder proces en tijdlijn hoe de verdere uitwerking van aantrekkelijke hergebruikscenario('s) er uit ziet, waarin onder andere de methodiek van waardebeoordeling en certificeren van de leidingen alsook de noodzakelijke rerouting van aardgasstromen en eventuele andere consequenties is opgenomen.	Onvolledig, rerouting van gasleidingen zijn wel in de scenario's opgenomen, maar timing ontbreekt.
Samen met de opdrachtgever stelt opdrachtnemer een transparant (besluitvormings)proces van overdracht van de betreffende aardgasinfrastructuur aan de HNO.	Die fase is nog niet bereikt.

TNO stelt vast dat niet aan alle eisen is voldaan. In het rapport wordt aangegeven dat veel informatie pas laat beschikbaar zou zijn gekomen, door het lange traject van NDA's. Hierdoor is de eerste versie van het rapport al gepubliceerd voordat alle relevante informatie kon worden aangeleverd. De scope kan als zeer uitdagend gekwalificeerd worden; het zou volgens TNO zeer optimistisch zijn om binnen de gestelde duur van het project tot een transparant besluitvormingsproces van overdracht van de betreffende aardgasinfrastructuur te komen.

Wat tevens opvalt is dat (een vergelijking met) volledige nieuwbouw niet in de scope van de studie zit. Op basis van dit document kunnen nog geen keuzes gemaakt worden over óf bestaande offshore aardgaspijpleidingen kunnen worden hergebruikt voor waterstof. Dit staat wel beschreven in 1.1 ("uiteindelijk zal deze studie worden gebruikt als uitgangspunt om te beslissen of bestaande offshore aardgaspijpleidingen kunnen worden hergebruikt voor waterstof...").

Ook kan er op basis van dit document geen goed tijdspad worden geschetst, omdat er een ruime periode wordt geschat waarin de bestaande infrastructuur beschikbaar komt voor hergebruik (tussen 2030 en 2045). Het is onduidelijk wat de aannames zijn in deze brede range.

3.2 Review met betrekking tot toegepaste methodiek

In het rapport lezen we de volgende statements:

1. Uit WS1 is bekend dat 38 GW van de 50 GW in 2040 elektrisch kan worden aangeland. De maximaal verwachte elektrolyse capaciteit offshore in 2040 is dus 12 GW (5.7.2)
2. De te transporteren hoeveelheden waterstof komt alleen van DEMO-2 (TNW) en zoekgebied 6/7.
3. Elke netwerkoplossing moet geschikt zijn voor 35 GW (transportcapaciteit) in 2050 (p.21).

Statement 1 doet vermoeden dat elektrisch aanlanden de voorkeur heeft, en dat dit daarmee de hoeveelheid waterstof maximaliseert tot 12 GW. Het is niet duidelijk waar dit vandaan komt. Het feit dat 38 GW elektrisch kan worden aangeland, betekent niet dat dit optimaal is.

Statement 2 doet vermoeden dat er geen waterstof getransporteerd wordt vanuit andere landen. De interconnectoren zijn wel benoemd in WS1. Het lijkt logisch om hetzelfde netwerk hiervoor te gebruiken, maar dit wordt niet behandeld als het gaat om verwachte capaciteiten, noch voor de roll-out plannen. Dit heeft tot gevolg dat in de bekeken scenario's voor hergebruik er soms nieuwe leidingen worden voorgesteld die alleen DEMO-2 bedienen, zonder de lange termijn ontwikkeling mee te nemen wat betreft interconnecties met Duitsland, Denemarken, Noorwegen en VK die mogelijk tot een grotere capaciteitsbehoefte van transport kunnen leiden en een andere optimalisatie.

Statement 3 lijkt erop te duiden dat uit wordt gegaan van het high scenario van de benodigde waterstof transportcapaciteit die in figuur 5.4 is weergegeven voor 2050 (bron: Gasunie). Hierin zit wel de import uit de UK en Denemarken opgenomen. Geen enkel voorgesteld scenario voldoet aan dit criterium.

3.3 Review met betrekking tot inhoud en conclusies

Scenario's voor hergebruik leiden niet tot conclusies

In het rapport lezen we de volgende items:

1. Paragraaf 2.3.2 (laatste item) geeft aan dat elke netwerkoplossing geschikt moet zijn voor 35 GW in 2050.
2. Tabel 10.179(?) geeft aan dat geen enkel scenario hieraan voldoet.
3. Waterstoftransport vanuit interconnectoren is niet meegenomen terwijl dit in WS1 wel een belangrijk item is voor de toekomstvisie.
4. In 3.1 staat aangegeven dat Uithuizen een belangrijke rol zal spelen voor offshore waterstof.

Gebaseerd op de punten hierboven, is het onduidelijk voor de lezer welke scenario's afvallen op basis van gestelde eisen (capaciteit, aanlanding in Groningen):

- Voor item 4 lijkt het niet waarschijnlijk dat daar alleen DEMO-2 voor is benoemd. Het is daarom onduidelijk waarom niet alleen 3 en 5 worden aanbevolen.
- Voor item 2 wordt verwacht waarom niet alle scenario's afvallen; of positiever, welke additionele nieuwe leidingen nodig zijn om aan deze capaciteiten te voldoen.

Er ontbreekt eigenlijk een afweging op basis van uitgangspunten, zoals: wanneer aanlanding in Groningen een eis is, dan is X de belangrijkste optie, of die optie valt dan af (in 2 komt er niets aan in Groningen). Dit is wel gevraagd in de tenderdocumentatie.

Verder wordt gesteld dat de ontwikkelde scenario's een onderling verschil hebben in technische volwassenheid (p11). Dit leidt tot de conclusie dat de scenario's dus niet op gelijkwaardige manier kunnen worden vergeleken.

Het ontbreken van nieuwbouwscenario's in de scope en het niet evenwichtig kunnen vergelijken van hergebruikscenario's leidt tot de situatie dat in deze voorstudie voor het EIPN op dit moment nog geen plan ligt voor waterstoftransport (nieuw /danwel hergebruik) ter ondersteuning van de visie in WS1. Met dus ook het gemis van het inzicht hoe hergebruik past in een langere termijn visie richting 2050 waarbij mogelijk tot ~70 GW wind op zee en uitgebreide waterstof-interconnectie met buurlanden kan zijn gerealiseerd.

Het is onduidelijk of er weging heeft plaatsgevonden bij het beoordelen van de scenario's (sectie 4.2) Het is dus in de methodologie niet duidelijk hoe er een shortlist wordt gemaakt van de scenario's. Het proces van het selecteren en terugbrengen van de scenario's is niet transparant.

Haalbaarheid, tijdljn en kosten zijn onvoldoende uitgewerkt

In het rapport lezen we de volgende items:

1. 5.7.1 in de eerste zin: DNV geeft een tijdljn aan van 2030 wanneer de pijpleidingen beschikbaar komen voor hergebruik, belanghebbenden geven een tijdljn aan van 2045.
2. De kosten van de aan te leggen pijpleidingen zijn gebaseerd op lengte en diameter
3. Er worden 7 activiteiten benoemd om een voortzetting van het hergebruikprogramma te ondersteunen.

Voor wat betreft item 1 is de observatie dat hier een enorm verschil tussen zit, terwijl hier een indicatie was verwacht wat nu het meest realistisch is. Hierbij speelt de onzekerheid over de ontwikkeling van nieuwe gasvelden, bijvoorbeeld in het kader van het versnellingsplan voor gaswinning op de Noordzee⁹, waardoor infrastructuur mogelijk langer in gebruik wordt gehouden. Tegelijkertijd is de verwachting dat een groot deel van de bestaande velden binnen 10 jaar het einde van de economische levensduur hebben bereikt, en het operationeel houden van de pijpleiding infrastructuur steeds minder aantrekkelijk wordt. De toekomstscenario's voor verdere aardgasproductie in de Noordzee worden te weinig belicht om keuzes te maken voor hergebruik. Door deze grote range is het onmogelijk een realistische tijdlijn te maken voor mogelijk hergebruik van bestaande leidingen en is het risico dat hergebruik onterecht wordt afgeschreven.

Item 2 geeft aan dat de kosten voor de scenario's alleen in termen van CAPEX behandeld zijn voor de leidingen. Het is duidelijk op basis van het rapport en item 3, dat dit niet alle kosten zullen zijn. Daarnaast is er meer nodig dan alleen leidingen, ook andere zaken als kleppen, regelaars, flowmeters, connecties etc. zullen een kostenplaatje hebben. Dit roept de vraag op of men simpelweg de scenario's met elkaar kan vergelijken waarin meer of minder hoeveelheden connecties of andere verhoudingen tussen nieuwe en hergebruikte leidingen worden opgeteld. De gekozen kostenaanname wordt gesteld als minder belangrijk, maar is een essentiële aanname als wordt gekeken naar de tabel 10.156 waar de totale (!) kosten worden gepresenteerd. De aanname dat hergebruik 10% is van nieuwbouw is daarmee ook een essentiële aanname. Beide aannames kennen onzekerheden. Daarnaast zijn de totale kosten niet in kaart gebracht.

Het zou goed zijn om ook de DEVEX (de 'upfront costs') inzichtelijk te krijgen, of tenminste te benoemen dat die niet insignificant zijn. Het rapport geeft verschillende risico's, afhankelijkheden en activiteiten aan m.b.t. integriteit, die ook zullen moeten worden meegenomen in de beslissing om te kiezen voor het aantal kilometers nieuwe leidingen ten opzichte van hergebruik.

Een ander aspect wat niet helder naar voren komt is de termijn waarop leidingen beschikbaar komt, en ook het domino-effect betreffende de business case voor leidingen als de kritieke minimale capaciteit van aardgas wordt onderschreden (zie ook item 1).

In relatie met de gestelde tijdspaden in WS 1 is het wenselijk om aan te geven wat het kritieke pad is voor de hergebruikscenario's om in aanmerking te komen voor de HNO als evacuatieoptie voor gebied 6/7 en mogelijke nieuwe windgebieden (ook mogelijk zon) die de 70 GW ambitie voor 2050 mogelijk maken.

De tijdlijn voor hergebruik van leidingen wordt o.a. bepaald door de ontwikkeling van DEMO-2 bij TNW rond 2031 en de ontwikkeling van windgebied 6/7. Indien de planning van DEMO-2 vertraagd wordt en voor windgebied 6/7 wordt gekozen om de eerste jaren nog gebruik te maken van elektrische verbindingen naar land, dan verschuift de timeline voor de beschikbaarheid van bestaande infrastructuur voor hergebruik ook mee en komen er wellicht meer opties in beeld.

⁹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/07/15/versnellingsplan-gaswinning-noordzee>

Tenslotte valt op dat enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek al onderdeel waren van de doelstelling van de studie zoals is te lezen in de inleidende hoofdstukken.

3.4 Overige bevindingen en suggesties

De informatie die nodig was voor deze studie is pas in een zeer laat stadium beschikbaar gekomen voor de onderzoekers (13 oktober, zie p. 20). Ook staat vermeld op p. 11 dat “er een beperkte interactie met pijpleidingbeheerders was gedurende het proces”. NGT en NOGAT hebben eerder studies laten doen naar hergebruik van hun assets door Guidehouse, maar er lijkt geen referentie te worden gemaakt naar deze studies. Het is voor de reviewers onduidelijk of de aangeleverde scenario's overeenkomen met die in de studie van Guidehouse, en het is niet helder of er nog andere scenario's bij de operators liggen die niet zijn behandeld. We bevelen aan dit te laten bevestigen.

In de conclusies worden zorgen geuit over de risico's van hergebruik van bestaande leidingen voor waterstof transport die met name voor offshore leidingen gelden. Alleen de veranderende spanningen ten gevolge van de dynamische omgeving offshore zijn voor het transport van waterstof afwijkend van aardgastransport, de andere argumenten niet.

3.5 Aanbevelingen

Pas de scope van de studie aan naar de lange termijn (inclusief verdere ontwikkelingen na 2040) en gebruik scenario's in de tijd.

We raden aan om bij verdere studies naar de potentie van hergebruik altijd te kijken naar toekomstige ontwikkelingen. De capaciteit moet maximaal zijn en passen bij lange termijn vraag, inclusief grensoverschrijdend transport. Tevens adviseren we om besluit van wel of geen hergebruik niet te vroeg te nemen. Mogelijke vertragingen in de opschaling van offshore waterstofproductie kunnen het hergebruik van offshore pijpleidingen aantrekkelijker maken, omdat het in de lijn der verwachting ligt dat aardgastransport af zal nemen over de tijd.

Creëer meer duidelijkheid over de beschikbaarheid van bestaande (delen van de) infrastructuur voor hergebruik. De genoemde range van 2030 tot 2045 is te breed om besluiten te kunnen nemen voor hergebruik. Deze range wordt bepaald door afbouw van gaswinning uit bestaande velden (eindigt rond 2030 – 2035) maar ook de ontwikkeling van nieuwe gasvelden in de buurt van bestaande pijpleiding infrastructuur (eindigt uiterlijk 2045).

Suggestie van interconnectie Noordzee

Gerelateerd aan de vorige aanbeveling bevelen we aan om interconnecties mee te nemen voor het inschatten van de capaciteit behoefte voor pijpleidingtransport (mogelijk ook bi-directioneel in het geval van interconnectie).

Onderzoeken NGT, NOGAT

De informatie die nodig was voor deze studie is pas in een zeer laat stadium beschikbaar gekomen voor de onderzoekers (13 oktober p. 20). Ook staat vermeld op pagina 11 dat “er een beperkte interactie met pijpleidingbeheerders was gedurende het proces”. Het is voor de reviewer nu niet helder of er voldoende gekeken is naar eerdere studies die bestaande netbeheerders (met name NGT en NOGAT) hebben laten doen naar hergebruik van hun assets door Guidehouse. Er lijkt geen referentie gemaakt naar deze scenario's, hoewel er wel gesproken wordt over scenario's aangeleverd door NGT en NOGAT (p.82). Het wordt

aanbevolen om te laten bevestigen dat de scenario's 2 en 3 inderdaad de meest recente scenario's van NGT en NOGAT zijn, en ook of hiermee alle (relevante) scenario's van de operators mee zijn genomen in het rapport van WS2.

Onderzoek met focus op Waddenzee passage.

Hergebruik van infrastructuur op de Noordzee is met name interessant voor het tempo waarin offshore waterstofproductie kan worden aangesloten op het waterstofnetwerk in Nederland. We zouden daarom ook expliciet willen aanbevelen om verder te studeren op het hergebruik van alleen de kritische onderdelen van het netwerk, zoals de Waddenzee passage (NGT).

Overweeg strategische keuze voor hergebruik van infrastructuur z.s.m. na 2030 mogelijk te maken door nieuwe gasvelden in dit gebied niet meer aan te sluiten op deze leidingen (bv. NGT/NOGAT) of te rerouten naar andere leidingen (bv. WGT) .

4 Werkstroom 3

4.1 Review met betrekking tot scope

In de tender wordt de opdrachtnemer gevraagd om een concrete vormgeving ('proof of concept') van een eerste grootschalige energiehub in zoekgebied 6/7 en daarop gebaseerd advies op grond waarvan een besluit genomen kan worden over de constructievorm van de energiehub (kunstmatig eiland, danwel platformgebaseerde hub, drijvende constructie, of hubconfiguratie gebaseerd op waterstofproductie in windturbines, of een combinatie van voorgaande opties). Er wordt in de tender aangegeven dat bij deze keuze voor de constructievorm de ecologische en milieu impact (LCA) van de verschillende constructievormen alsook de veiligheid (waaronder arbo-technisch, externe veiligheid en kwetsbaarheid voor sabotage e.d.) een belangrijke rol spelen.

In deze scope zoals beschreven, en (dus) in de formulering van de kernvragen en de definitie en evaluatie van concepten door de opdrachtnemer, ontbreekt het aspect grootschalige waterstofopslag. De focus ligt op de benodigde installaties en infrastructuur voor productie en transport van waterstof (electrolysers, compressoren). Dit is een belangrijk gemis, want er liggen grote uitdagingen m.b.t. benodigde schaalgrootte van compressie en zuivering voor waterstofopslag offshore nabij windgebied 6/7, en dit had in de afwegingen rondom de keuze voor de constructievorm en concept voor compressie moeten worden meegenomen.

In de onderstaande tabel is de scope van de gevraagde werkzaamheden, zoals in de tender beschreven, links weergegeven met rechts een reflectie op deze scope door TNO.

Uitvraag	Reflectie
<p>Het is de taak van de Opdrachtnemer om een (trechterings) proces vorm te geven waarmee tot een keuze kan worden gekomen over de constructievorm van de energiehub. Opdrachtnemer zorgt ervoor dat de benodigde informatie voor elke processtap tijdig aanwezig en compleet is. Opdrachtnemer zoekt, beoordeelt en toetst de informatie, haalt daaruit de essentie en verwerkt deze in een afwegingskader waarop de besluitvorming kan worden gebaseerd.</p>	<p>Het trechteringsproces om tot een keuze te komen voor de constructie vorm is door de opdrachtnemer vormgeven middels een zogenaamde Multi-Criteria Analyse (MCA). De MCA is goed opgezet, met een groot aantal indicatoren. Of de informatie voor elke processtap tijdig is verkregen en hoe de toetsing heeft plaatsgevonden is niet te achterhalen. Het afwegingskader is sterk gestuurd door studies uitgevoerd in NSWPH waarbij niet goed is te bepalen wat de eigen inbreng is geweest.</p>
<p>Dit afwegingskader met ontwerpprincipes voor een grootschalige energiehub wordt in ruwe vorm tevoren door de opdrachtgever opgesteld op basis van (weging van) publieke belangen. Tijdens/na de intensieve opstartfase rondt de Opdrachtnemer het afwegingskader af, mede op basis van zijn eigen voorstellen en in overleg met opdrachtgever.</p>	<p>De gegevens en aannames voor de MCA komt uit rapporten gerefereerd in de referentielijst, en van diverse stakeholders. Hoewel de gegevens en aannames uitgebreid beschreven worden, is niet helder gemaakt wat de precieze bron is en wat de onderbouwing is voor aannames, wat de interpretatie (en betrouwbaarheid/ hardheid) van de gegevens en aannames niet versterkt.</p>

Uitvraag	Reflectie
<p>Veel van de benodigde informatie wordt beschikbaar gesteld door TenneT en Gasunie vanuit hun werk in het kader van de NSWPH-consortium en de NL Energy hub. Opdrachtnemer beoordeelt en toetst deze informatie en zoekt actief naar aanvullende inzichten, bijvoorbeeld vanuit het TNO North Sea Energy Programma en via bijvoorbeeld stakeholderbetrokkenheid in de werkgroep(en) en consultatiesessies.</p>	<p>De informatie van zowel Gasunie/ TenneT en North Sea Wind Power Hub en de gespreken met andere stakeholders zijn voor zover wij kunnen beoordelen meegenomen in het opstellen van het afwegingskader.</p>
<p>Voor de milieu-impact, veiligheidsaspecten en ecologische aspecten dient Opdrachtnemer aanvullende informatie te verzamelen/genereren:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Voor veiligheid ligt bij de werkzaamheden van de Opdrachtnemer de nadruk op het in kaart brengen van veiligheidsaspecten van de arbeidsomstandigheden en van de externe veiligheid van met name de productie, opslag en transport van waterstof op/nabij de hub. Beide veiligheidsaspecten zijn van belang voor een keuze voor verschillende constructievormen (platforms, kunstmatig eiland, etc.). De aspecten die verband houden met cybersecurity, kwetsbaarheid voor sabotage e.d. zullen door de betreffende rijkspartijen parallel worden opgepakt binnen de daarvoor bestaande overlegstructuren. o Voor de milieu-impact gaat het vooral om de gevolgen van het materiaalgebruik (staal, beton, zand, etc.) voor de verschillende constructievormen. Hiervoor is kennis van levenscyclusanalyse (LCA) benodigd. o Voor de ecologische aspecten ten aanzien van de keuze voor een constructievorm baseert de Opdrachtnemer zich in eerste instantie op resultaten van een quick-scan die in opdracht van IenW in het eerste kwartaal van 2023 wordt afgerond. Mocht blijken dat aanvullend onderzoek of afstemming met ecologische experts en/of natuur-NGO's nodig is dan zetten EZK en IeW daar een aparte opdracht voor uit. De Opdrachtnemer sluit dan aan bij de bijeenkomsten en verwerkt de resultaten in zijn advies. Naast de ecologische aspecten ten aanzien van de constructievorm wordt de Opdrachtnemer ook geacht de ecologische impact van waterstofproductie, -opslag en -transport op zee (o.a. de afvalstromen van ontzilting) in kaart te brengen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dit is voor zover wij kunnen beoordelen door opdrachtnemer gedaan. Voor de veiligheid is gekeken naar een groot aantal aspecten, niet alleen naar arbeidsomstandigheden, waarbij het niet altijd duidelijk is of een eiland is vergeleken met een platform of het aantal platformen dat nodig is om een eiland te vervangen. - Dit wordt door opdrachtnemer in het rapport geschreven, met aantekening dat alleen is gekeken naar CO2 footprint (LCA). - De resultaten van de quick-scan voor ecologische impact van de constructievorm zijn niet meegenomen in de MCA, omdat deze niet tijdig beschikbaar waren aldus de opdrachtnemer. - De ecologische impact van waterstofproductie, -opslag, en -transport is door opdrachtnemer niet in kaart gebracht.

4.2 Review met betrekking tot inhoud en conclusies

Conclusies m.b.t. concepten doet geen recht aan genuanceerde beeld van de MCA
 Uit het rapport, en met name de samenvatting en conclusie, komt sterk het beeld naar voren dat eilandconcepten niet geschikt zijn, waarvoor een aantal redenen wordt aangedragen, o.a. waterdiepte, beperkte ruimte voor tussentijdse aanpassing om in te spelen op veranderende

inzichten en ontwikkelingen, grotere risico's m.b.t. doorlooptijd, hogere investeringen, en grotere milieu impact.

De goed opgezette en uitgevoerde multi-criteria analyse geeft echter een veel genuanceerder beeld, waaraan te weinig recht wordt gedaan. Het samenvattende histogram, die de genormaliseerde uitkomst van de concepten weergeeft toont dit ook aan, want het genormaliseerde verschil ligt binnen 10 procentpunt (op een schaal van 100), op basis waarvan je ook genuanceerder neergezette conclusies zou verwachten. Op basis van de veelal kwalitatieve punten toekenning is te verwachten dat de onzekerheid van de uitkomst in dezelfde orde van grootte is als de verschillen uit de MCA.

Wat niet helpt is dat in de uitgebreide multi-criteria analyse scores worden genormaliseerd. Door deze normalisering verwateren de verschillen tussen de afzonderlijke scores, tot het niveau dat de verschillen verwaarloosbaar zijn en weinig betekenisvol lijken. Hoewel er later in het rapport wordt ingegaan op gevoeligheden op basis van de ongenormaliseerde scores, blijft uit de samenvattende grafieken het beeld bestaan dat de verschillen relatief klein zijn, wat niet past bij de toch sterk neergezette conclusie voor eilanden vs. platformen.

Het voorgestelde tijdschema is onrealistisch en niet haalbaar

Het voorgestelde schema, in de tijd, om keuze te maken is onrealistisch. Dit schema is opgelegd door de doelen voor wind op zee voor de periode 2031-2050. Er is teruggerekend vanuit (primair) het 2040 doel voor wind-op-zee, en aan aannamen gemaakt dat elektriciteit aan land moet worden gebracht tot aan ongeveer 70% van de verwachte gemiddelde basislastvraag is voldaan, waarna waterstofproductie moet worden geïnstalleerd (een referentie voor deze aannamen ontbreekt in het rapport). Hierbij lijkt ook geen rekening gehouden te zijn met de duurzame energieproductie op land, door zowel zon PV (> 20GW¹⁰) als windenergie (> 6GW¹¹). Dit leidt ertoe dat er voor de uitrol van waterstofproductie met elektrolyse keuzes gemaakt moeten worden voordat de resultaten van demonstratieprojecten bekend zijn. Ook leidt dit ertoe dat een groot aantal keuzes nu of in de nabije toekomst moeten worden gemaakt, terwijl er nog onvoldoende informatie beschikbaar is voor een gefundeerde keuze. Dit blijkt uit sectie 2.1, waarin het nut van de pilot en demonstratieprojecten wordt aangegeven, maar later niet wordt gemeld dat in het voorgestelde tijdschema de resultaten niet kunnen worden gebruikt bij het maken van de keuzes.

Het zou op zijn minst nuttig zijn geweest ook te bekijken, geredeneerd vanuit nu, wat een realistisch tijdschema zou zijn om wel gefundeerde keuzes te maken. In sectie 2.5, "Rol van de overheid", wordt aangegeven dat in de eerste jaren, niet gedefinieerd welke jaren, er geen curtailment van windenergie nodig is omdat er voldoende vraag naar elektriciteit is en dat (daarom?) de productieuren van de elektrolyzers (op land) lager zullen zijn waardoor zo'n project minder winstgevend zal zijn. Zowel de aannamen dat er eerste jaren altijd voldoende vraag naar elektriciteit is, is niet onderbouwd en lijkt optimistisch, net als dat de eerste elektrolyzers al winst zullen maken is niet onderbouwd en is op basis van de huidige kennis ook optimistisch.

Op p. 68 wordt gezegd: "De tijdlijn in bovenstaande tabel is een geoptimaliseerde tijdlijn voor wat kan worden bereikt als er geen beperkingen zijn voor de uitrol van HVDC of waterstofproductie-infrastructuur op zee en is gebaseerd op de aannamen dat de optimale verhouding tussen directe energie en waterstofexport één op één is". Deze geoptimaliseerde

¹⁰ Monitor Zon-PV 2023, [Monitor zon PV 2023 definitief met correctie 2023 10 06](#)

¹¹ Monitor wind op land, [Monitor wind op land 2022](#)

tijdelijk is in feite het absolute best-case scenario dat kan worden bedacht, waarvan al duidelijk is dat het niet haalbaar is. De vraag rijst wat de waarde er van is.

Implicaties van integratie ondergrondse waterstofopslag onderbelicht

In de scope, en (dus) in de formulering van de kernvragen en de definitie en evaluatie van concepten mist het aspect grootschalige waterstofopslag. De nadruk wordt geheel gelegd op compressie, maar wat ontbreekt is de afwegingen rondom de realisatie van waterstofopslag offshore, er liggen grote uitdagingen m.b.t. benodigde schaalgrootte van compressie en zuivering, als dit offshore in of nabij windgebied 6/7 gerealiseerd moet worden, en kan de keuze (en voorkeur) voor de concepten (platformen vs. eilanden) beïnvloeden.

Op p36 wordt gezegd: *“In ieder geval zal de realisatie van waterstofopslag onder de grond geen invloed hebben op het ontwerp van de energie hubs, aangezien er speciale platforms nodig zijn voor de opslag.”* De aanname die hier impliciet gemaakt wordt is dat de opslagfaciliteit volledig op platformen gebouwd kan worden, wat nog niet vast staat in geval van opslag in een gasveld, ver uit de kust, zoals in windgebied 6 en 7 wordt gerealiseerd. Als dit technisch niet haalbaar is, rest opslag ondergronds dichtbij de kust, met de bovengrondse installaties op land, of er moet ruimte worden gereserveerd op een kunstmatig eiland voor de bovengrondse faciliteiten. De technische (on)haalbaarheid van opslag in gasvelden ver uit de kust (en de onwenselijkheid van opslag op land) kan een (van de) reden(en) zijn voor bouw van een eiland.

Onduidelijkheid over eigen inbreng vs. (her)-gebruik van bevindingen NSWPH consortium.

De management samenvatting geeft aan de volledige technische en economische evaluatie van verschillende concepten voor de energiehub en multi-criteria analyse te bevatten. Het beeld dat echter naar voren komt uit het rapport is dat er zwaar is geleund op de kennis en expertise van met name Gasunie en TenneT, en de bevindingen van het NSWPH consortium, voor de keuze en “uitwerking” van de concepten, waarbij het onduidelijk is wat hier precies door de opdrachtnemer is uitgewerkt, en wat er is overgenomen. In wezen vormt het NSWPH werk de basis voor de evaluatie, en wordt er in dit rapport een uitgebreide samenvatting van gemaakt die nodig is voor (en in het teken staat van) een multi-criteria analyse, waaruit blijkt welk concept het meest geschikt is, en op basis waarvan een advies wordt gegeven. Het werk van het NSWPH zou wellicht gezien kunnen worden als een volledige techno-economische evaluatie maar als reviewers hebben wij geen toegang tot (een deel van) de gerefereerde NSWPH rapporten, en het is dus niet mogelijk voor ons om dat te beoordelen, noch kunnen wij reflecteren op informatie die uit die gerefereerde literatuur komt.

In relatie tot bovenstaande; in de introductie wordt aangegeven met de relevante stakeholders te hebben gesproken maar uit het rapport wordt niet duidelijk of ook met offshore contractors en/of platform ontwikkelaars/bouwers is gesproken en wanneer in het proces. Inmiddels is bekend dat er recentelijk (februari 2024) gesproken is met de sector, als onderdeel van het review proces. Het zou beter zijn geweest als dit gesprek eerder in het project had plaatsgevonden, want het lijkt evident dat de offshore contractor sector input had kunnen leveren die het maken en onderbouwen van keuzes meer zekerheid had kunnen bieden.

De onderbouwing voor gemaakte aannames ontbreekt

In het rapport worden veel aannames genoemd waarvan niet duidelijk wordt uitgelegd waarom de aanname gemaakt is, hoe tot de aanname gekomen is, en op welke bronnen de aanname gebaseerd is. Hieronder een aantal voorbeelden:

- Waarom is uitgegaan van een capaciteit van 24GW aan windproductie in gebied 6/7, terwijl er ruimte is voor 28GW?
- Op p. 22 staat een vergelijking tussen een energie export systeem d.m.v. een HVDC elektrisch systeem vs. een systeem met waterstof gaspijpleiding. Wat niet duidelijk wordt beschreven is hoe deze vergelijking gemaakt is.
- Waarom is uitgegaan van een 50:50 ratio elektronen – waterstof? In het rapport wordt meerdere keren herhaald dat dit de optimale balans is, maar er wordt niet uitgelegd waarom dit zo is en hoe tot dit optimum gekomen is. Bijvoorbeeld op p23, waar staat *“Om deze optimale net geïntegreerde benadering van waterstofproductie op zee mogelijk te maken, zal Werkstroom 3 de energie hubs zo ontwerpen dat tot 50% van de offshore piekwindproductie in de vorm van waterstof naar wal getransporteerd kan worden”*. De onderbouwing voor dit ontwerp criterium is niet gegeven. Tevens is niet aangegeven op welke referenties / studies dit is gebaseerd?
Ook op p23 staat *“De verhouding tussen energie-export en waterstofproductie op zee moet niet worden aangepast t.o.v. de optimale ratio door deze eventuele tijdelijke beperking”*. Ligt die verhouding vast? Wat is die optimale ratio? Is dit ergens benoemd? Of refereert dit aan de mogelijkheden voor interconnectie?
- Op p3. wordt gezegd dat er een doel is om in 2032 de eerste waterstofproductie in gebied 6/7 gerealiseerd te hebben, maar dit is niet onderbouwd in het rapport. De onderbouwing (in sectie 2.3.1) voor nut en noodzaak van waterstofproductie is niet of onvoldoende onderbouwd; dat die noodzaak er pas is als 70% van de basisvraag uit duurzaam komt lijkt aan de hoge kant. Je zou ook nu al, terwijl ongeveer 50% van de elektriciteitsproductie uit duurzame bronnen komt nut hebben van substantiële flexibele elektriciteitsvraag, bijvoorbeeld voor waterstofproductie¹².
- Op p. 21 staat *“Op basis hiervan wordt geschat dat tussen 2031-2040 de uitrol van HVDC 2 GW/jaar bedraagt en de uitrol van waterstof op zee ongeveer 1 GW/jaar”*, maar er wordt in dit rapport verder nergens gereflecteerd op de haalbaarheid van deze schattingen.
- In het rapport wordt veel gesproken over de (on)haalbaarheid van het bouwen van eilanden in waterdieptes > 30m, en risico's m.b.t. de toeleverindustrie in het licht van het tijdsfad dat moet worden gehaald. Het is niet duidelijk of dit onafhankelijk is getoetst? Zijn de haalbaarheid van 500MW aan waterstofproductie installaties op een platform, en de supply chain risico's, onafhankelijk getoetst?
- De LCA of CO2-voetafdruk analyse leunt erg op de keuze voor de manier waarop de concepten worden vergeleken en de levensduur van de conceptkeuze. De aanname dat een platform na 50 jaar CO2 neutraal kan worden vervangen is een van de belangrijkste aannames die tot deze conclusie leidt. Ook de aanname voor transportbewegingen en materiaalkeuze zijn erg bepalend voor de uitkomst van de LCA-berekening. In dat licht moet de stellige conclusie worden beoordeeld. De CO2 voetafdruk voor decentrale optie wordt gesteld lager te zijn dan voor andere opties. Hierbij wordt niet vermeld dat voor deze optie de levensduurfase niet is meegenomen en daarom operationele uren en O&M niet zijn meegenomen; plus ontmanteling.
- In de integrale rapportage wordt er voor eilanden niet gerefereerd aan de onzekerheid die er nog is met betrekking tot de juridische status van een eiland en hoe bijvoorbeeld moet worden omgegaan met de ontmanteling van een eiland. Dit geeft onzekerheid en daarmee risico voor tijdsfad van het implementeren van een eiland. Dit komt niet naar voren in de samenvattend rapportage.

¹²In 2023 was de elektriciteitsprijs al ongeveer 500 uur negatief.

- Warmte-integratie en overige hubfuncties (met name voor eilanden) lijken niet te zijn meegenomen in de afweging van de concepten. Mogelijke voordelen voor eilanden in het mitigeren van lozingen (brijn, warmte) zijn niet beschreven in de integrale rapportage.
- De behandeling van ecologische effecten is niet volledig en de stelling op p36 van de integrale rapportage worden niet onderbouwd met analyses. Zo zijn er meer ecologische effecten dan beschreven en zijn er ook meer mitigatie-opties dan beschreven. Kortom, op basis van deze informatie kan geen conclusie voor een concept worden gemaakt.

4.3 Overige bevindingen en suggesties

Het rapport is lang, er zit veel herhaling in, en is ogenschijnlijk vertaald uit het Engels, waardoor het slecht leesbaar is en conclusies makkelijk verkeerd kunnen worden uitgelegd. Een voorbeeld is het gebruik van de term “genivelleerde kosten van elektriciteit/waterstof” (p.79) waarvoor in Nederlandse teksten meestal de Engelse term(en) Levelised Cost of Electricity (LCoE) en Levelized Cost of Hydrogen (LCoH) worden gebruikt.

“Waterstofturbine” is een verwarrende term. “...geïntegreerd in windturbines” of “...op windturbines” zou beter zijn. Waarbij netgeïntegreerde waterstof-windturbines, p42, het er niet duidelijker op maakt.

“Export van energie” is een verwarrende term, als hier inderdaad bedoeld wordt “export van elektriciteit uit de hub naar land”.

“Energiebeperking” wat wordt daarmee precies bedoeld, is dat curtailment?

Een visueel in de vorm van een tijdsbalk met de realisatietijdslijn en streefdoelen zou van toegevoegde waarde zijn.

Een lijst van termen en definities zou van toegevoegde waarde zijn, naast de afkortingenlijst die er wel is.

4.4 Aanbevelingen

Werk een hybride concept van platformen en een eiland (eilanden) verder uit

Doe dit in consultatie met offshore contractors en platformbouwers, startend met platformen, en later (na 2035 en vooruitkijkend voorbij 2050) aangevuld met een of meerdere eilanden. In de keuze voor schaalgrootte van waterstofproductie op platformen (500MW of minder) moeten de supply chain risico's voldoende zwaar meegewogen worden. Neem ook alternatieve configuraties voor de combinatie van windenergie en waterstofproductie mee. Onderzoek de haalbaarheid van eilanden in de zuidwest hoek van windgebied 7 (of net erbuiten) waar de waterdiepte geringer is dan 40m, en neem ook andere concepten dan een zandeiland mee, zoals drijvende caissons, hetgeen ook binnen NSWPH is onderzocht, maar waarover verder niks wordt gezegd in het rapport van werkstroom 3.

Voeg een reflectie toe op de haalbaarheid van het opgelegde tijdschema

Doe dit door de huidige ontwikkelingen op het gebied van technologie (electrolyse, windturbines, energieopslag, etc.), vraag naar (en gebruik van) elektriciteit en waterstof, ruimtelijke inpassing en maatschappelijk draagvlak te extrapoleren naar de toekomst tot 2050, en evalueer zo of het opgelegde tijdschema haalbaar en nog steeds wenselijk (nodig)

is, of dat met een alternatief (realistischer) tijdschema voor uitbouw van wind- en waterstofproductie (in windgebied 6/7), aangevuld met meer onshore productie (bijv. blauwe waterstof met CCS) en import, de decarbonisatie doelen ook gehaald kunnen worden.

Onderzoek de haalbaarheid van ondergrondse waterstofopslag offshore (en nearshore)

In de komende 5 jaar moet duidelijker worden hoeveel opslag er nodig zal zijn, hoe de groeicurve van de opslagbehoefte er uit zal zien, en welke functies (systeem en markt) waterstofopslag kan vervullen. Op basis hiervan kan concreet (en locatie-specifiek) uitgewerkt worden waar de opslag kan plaatsvinden, in aan te leggen cavernes en in lege gasvelden, onshore, nearshore en offshore. Voor de geselecteerde locaties kunnen basic (concept) designs uitgewerkt worden van waterstofopslag installaties, incl. verwerking van pekel (in geval van aanleg cavernes) en andere afvalstromen (bijv. de reststroom van het gaszuiveringsproces na onttrekking van opgeslagen waterstof uit een leeg gasveld om de waterstof te zuiveren). Evalueer voor de concept designs vervolgens de milieu impact en kosten. Uit het onderzoek zal o.a. duidelijk worden of opslag offshore technisch en economisch haalbaar is, hoeveel ruimte hiervoor nodig is, wat de milieu impact is, en wat de implicaties zijn voor de infrastructuur voor (met name) transport van waterstof.

Leg gemaakte aannames duidelijker uit, en geef referenties in te tekst

In het rapport worden veel aannames genoemd waarvan niet duidelijk wordt uitgelegd waarom de aanname gemaakt is, hoe tot de aanname gekomen is, en op welke bronnen de aanname gebaseerd is. Leg gemaakte aannames duidelijker uit, en geef referenties in te tekst (bijv. met voetnoten) zodat duidelijk is waar de aanname vandaan komt.

5 Werkstroom 4

In de uitvraag wordt met betrekking tot het onderwerp marktordening gevraagd om een voorstel voor een heldere marktordening met daarin opgenomen aandacht voor:

- Rolverdeling van partijen in relatie tot energiehubs op zee.
- Regulering, ordening en tariefsystematiek van waterstoftransport op zee.
- Regulering, ordening en tariefsystematiek van waterstofopslag op zee, met aandacht voor eventueel benodigde specifieke rolverdeling, en samenhang met de taak van de Hydrogen Network Operator (HNO).
- Vragen in relatie tot de tendersystematiek, zoals: hoe worden de taken die bij de markt liggen gealloceerd aan marktpartijen, en hoe moet het te tenderen product er uit zien en welke randvoorwaarden zijn nodig met aandacht daarbij voor marktmacht, overwinsten en mogelijke winstdeling?

Hieronder volgt in eerste instantie een algemene reflectie op beantwoording van het gevraagde. Daarna volgen de voornaamste bevindingen in iets meer detail.

Uitvraag	Reflectie
Van opdrachtnemer wordt verwacht een voorstel voor een heldere marktordening op te stellen, met daarin aandacht voor: energiehubs op zee; waterstoftransport op zee; waterstofopslag op zee; en tendersystematiek	Diverse onderdelen zijn behandeld in relatie tot marktordening, hoewel opslag beperkt en het samenbrengen van elementen tot een voorstel voor heldere marktordening is nog niet gerealiseerd.
Energiehubs op zee: een rolverdeling tussen staats/beleidsdeelnemingen (TenneT, Gasunie en EBN), marktpartijen en overheid voor energiehubs, dat toepasbaar is op zowel een eerste grootschalige hub in zoekgebied 6/7 als toekomstige energiehubs waar zowel productie en transport van elektriciteit als van waterstof plaatsvindt.	Er is vooral ingegaan op de rol van TenneT en Gasunie (de beoogde HNO) in relatie tot energiehubs. De rol van de overheid is vooral om de vereiste keuzes te maken en deze in wet- en regelgeving vast te leggen. EBN is alleen geconsulteerd. Op een rol voor EBN wordt niet ingegaan. De rol van marktpartijen komt summier aan bod, m.n. in relatie tot offshore waterstofproductie.
Waterstoftransport op zee: regulering, ordening en tariefsystematiek voor waterstoftransport.	Aandacht voor twee verschillende beheermodellen met voorkeur voor totale ontvlechting en rolverdeling rond compressie waarbij voorkeur voor centrale compressie beheert door de HNO. M.b.t. tariefsystematiek wordt vooral benadrukt dat die kostendekkend moet zijn (met of zonder subsidie) en nog nader moet worden uitgewerkt.
Waterstofopslag op zee: regulering en ordening rondom waterstofopslag. Is hier een specifieke rolverdeling nodig? De samenhang met de taak van de HNO.	In het achtergrondrapport van werkstroom 4 wordt hier best uitgebreid naar gekeken, maar in het hoofd rapport komt het woord opslag maar twee keer voor. Dit sluit wel aan bij de kamerbrief Voortgang ordening en ontwikkeling waterstofmarkt (Kamerstuk 32 813, nr. 1060) is aangegeven dat netwerkbedrijven voorlopig de ruimte krijgen om met opslag aan de gang te kunnen gaan, mits er sprake is van marktfalen.

<p>Tendersystematiek: hoe worden de taken die bij de markt liggen gealloceerd aan marktpartijen? Hoe moet het te tenderen product er uit zien en welke randvoorwaarden zijn nodig? Aandacht voor marktmacht, overwinsten en mogelijke winstdeling.</p>	<p>Verschiedende modellen voor tendersystematiek worden toegelicht (aparte, gecoördineerde, gezamenlijke en geïntegreerde tenders), maar blijft steken in algemene beschouwingen waardoor beantwoording van de vragen in relatie tot de tendersystematiek lastig is. De modellen worden niet concreet uitgewerkt wat leidt tot de aanbeveling om in aanloop naar een liquide waterstofmarkt te 'kijken naar de verschillende opties om wind en elektrolyse op zee te tenderen, bij uiteenlopende vraag- en marktscenario's'.</p>
--	--

5.1 Review met betrekking tot scope en methodiek

Huidige inzichten en overwegingen zijn uitgebreid bijeengebracht, maar nog geen voorstel voor een heldere marktordening.

Deze vragen zoals geïdentificeerd in de uitvraag van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) zijn onderzocht met behulp van geselecteerde voorstudies en interviews met een aantal belangenorganisaties uit de Nederlandse energiesector. De informatie uit de voorstudies die relevant is voor de beantwoording van deze vragen is weergegeven in het rapport over werkstroom 4 ten behoeve van de adviesnotitie; voor zover we kunnen overzien komen veel relevante aspecten voorbij, maar ontbreekt een systematische analyse. De gekozen aanpak leidt ertoe dat de documenten die betrekking hebben op Werkstroom 4 vooral een uitgebreide samenvatting geven van de informatie, overwegingen en inzichten die reeds voorhanden was voor beantwoording van de vragen. De toegevoegde waarde lijkt vooral dat die informatie, overwegingen en inzichten die gefragmenteerd aanwezig waren nu in enige samenhang bij elkaar gebracht zijn. De documenten bevatten maar beperkt nieuwe informatie en analyse en komt daarom niet tot een voorstel voor een heldere marktordening.

5.2 Review met betrekking tot inhoud en conclusies

De aanbevelingen voor marktordening volgen logisch uit de analyse en zijn in goede samenhang met elkaar in beeld gebracht in de actieagenda.

De voornaamste conclusies van de samenvatting van informatie, overwegingen en inzichten uit de voorstudies die zijn geraadpleegd voor de werkstroom 'Marktordening' is dat er veel zaken nog ontbreken om te komen tot een voorstel voor een heldere marktordening. De aanbevelingen zijn dan ook vooral om nader onderzoek te doen en zaken verder uit te werken waarvoor nog onvoldoende informatie en inzichten aanwezig zijn om te komen tot een voorstel voor een heldere marktordening. De aanbevelingen volgen logisch uit de analyse van voorstudies die is gedaan naar marktordeningsaspecten en zijn overzichtelijk en in goede samenhang met elkaar in beeld gebracht in de actieagenda. Enig vraagtteken is of op basis

van de uitvraag niet enige nadere uitwerking van marktorderingsaspecten door uitvoerende partijen zelf verwacht had mogen worden.

De vele acties op korte termijn leiden tot vraagtekens bij de uitvoerbaarheid van de agenda; een reflectie op het knellende tijdpad wordt gemist.

Voor WS 4 wordt ervan uitgegaan dat in Q1 2026 de eerste tenderprocedure zal worden uitgeschreven voor waterstof op zee in samenhang met wind op zee. Op basis hiervan wordt geconcludeerd, dat de bijbehorende wettelijke en regelgevende kaders voor marktordering, en tender- en tariefssystematiek in 2024-2025 ontwikkeld moeten worden. Dit moet dan gebeuren op basis van de gewenste technische configuratie waarover al in 2024 duidelijkheid zal moeten komen zodat kan worden bepaald wat de te tenderen activiteit zal moeten zijn. Tegelijkertijd wordt over elektrolyse op zee (terecht) gesteld dat de technologie nog in de kinderschoenen staat. Hier zit een tegenstrijdigheid in waar onvoldoende aandacht aan wordt besteed. Dit geldt naar onze mening ook voor de realiseerbaarheid van de voorgenomen demonstratieprojecten (realisatie in 2027-2028 en 2031-2032) voor offshore waterstofproductie en de mate waarin daarvan nog te leren is als realisatie pas plaatsvindt na de eerste tenderprocedure in Q1 2026. Hoewel de tijdfasering die is aangelegd in de actieagenda kan kloppen op basis van de opgelegde ambities en doelen wordt aan de vraag of de ontwikkelingen die nog nodig zijn om de technologie uit de kinderschoenen te krijgen en de procedures die moeten worden doorlopen om tot het vereiste wettelijke en regelgevende kaders te komen wel passen in deze tijdfasering volledig voorbijgegaan. Dit leidt uiteindelijk tot een actieagenda die in hoge mate onder druk staat met vele actiepunten die op (zeer) korte termijn op een kritiek pad zijn geplaatst. Als gevolg hiervan zetten we grote vraagtekens bij de uitvoerbaarheid van de agenda in de tijd.

De rolverdeling van partijen in relatie tot energiehubs is beperkt uitgewerkt en mist scherpheid in signalering van complexe coördinatievraagstukken rond systeemplanning van energiehubs.

Een systematische analyse van rollen, bevoegdheden en verantwoordelijkheden wordt in het hoofdrapport van de werkstroom (Deeladvies werkstroom 4 'marktordering (economisch perspectief)') beperkt uitgewerkt, waar dat voor 'een voorstel voor een heldere marktordering' zoals uitgevraagd wel voor de hand ligt. Vooral ketensegmenten als opslag, import terminals en energiehubs komen vrij summier of niet aan de orde.

- Voor import terminals geldt nog dat die niet (direct) tot de uitvraag behoren, omdat ze (voorlopig) alleen onshore worden voorzien. Niettemin komen importterminals in de achtergrondrapportage tweemaal zijdelings aan de orde en kan worden verwacht dat rollen, verantwoordelijkheden en bevoegdheden voor dit segment moeten worden meegenomen bij een consistente vormgeving van een integraal kader voor marktordering.
- Opslag komt in het achtergrondrapport wel uitgebreid aan orde, maar het woord opslag komt in het hoofdrapport van de werkstroom slechts tweemaal voor. Hier kan worden aangevoerd dat in de kamerbrief [Voortgang ordening en ontwikkeling waterstofmarkt](#) (Kamerstuk 32 813, nr. 1060) al is aangegeven dat netwerkbedrijven voorlopig de ruimte krijgen om met opslag aan de gang te kunnen gaan (evenals trouwens met importterminals), mits er sprake is van marktfalen. Verder is al aangekondigd dat bij afnemende onzekerheid in de markt onderzocht zal worden of in de toekomst deze ruimte voor publieke bedrijven wenselijk blijft.
- Ook voor **energiehubs** wordt in het achtergrondrapport redelijk uitgebreid weergegeven wat hierover gezegd en geschreven is. Het is vrij summier over het belang van offshore biedzones (OBZ) waarbij overigens best nadrukkelijk een belangrijk coördinatievraagstuk op de kaart wordt gezet (netbeheerders doen het platform, maar wie bepaalt hoe welke

partijen met welke rollen verantwoordelijkheden en bevoegdheden welke marktrol kunnen pakken en hoe hangt dat samen met de dimensionering van de aansluitingen), terwijl die niet al te duidelijk met zoveel woorden in de tussenconclusie terugkomt. Het 'Deeladvies werkstroom 4' is daarentegen kort en duidelijk over het belang van biedzones ('... waaruit blijkt dat een offshore biedzone de beste keuze is om energiehubs in de Europese elektriciteitsmarkt te integreren ...'), maar concludeert vooral dat er meer onderzoek nodig is zonder het coördinatievraagstuk (uitdaging voor systeemplanning) en implicaties voor een tendersystematiek duidelijk te benoemen.

Een systematische analyse vanuit het perspectief van marktregulering wordt gemist waardoor ook een zinvolle reflectie op adaptieve ontwikkeling van marktkaders buiten beeld blijft.

Marktordening en -regulering zijn twee begrippen die nauw verwant zijn, en vaak door elkaar worden gebruikt. Niettemin is er onderscheid te maken, waarbij:

- Marktordening betrekking heeft op het geheel van juridische/wettelijke kaders die rollen, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van partijen vastlegt, inclusief onderliggende regelgeving zoals (netwerk)codes en AMvB's.
- Marktregulering volgt uit de economische analyse achter het waarom van overheidsingrijpen in markten (om publieke belangen te borgen) en het hoe van (effectief) overheidsingrijpen (via prikkels, zoals subsidies, beprijzing, en normering) om private belangen zodanig te sturen dat ze leiden tot maatschappelijk gewenst gedrag, en zo te komen tot een optimale marktinrichting.

De focus in de studie ligt bij marktordening. De samenhang met marktregulering wordt goeddeels gemist. Een systematische analyse van borging van publieke belangen vanuit dit perspectief biedt over het algemeen een gebruikelijk kader voor rechtvaardiging van overheidsingrijpen in een markt, waar die belangen mogelijk in het geding kunnen zijn door marktfalen, inclusief coördinatiefalen en transitiefalen, zoals dat ook wordt benoemd in de [Kamerbrief Contouren Nationaal Plan Energiesysteem](#) (Kamerstuk 32 813, nr. 1053). Hierdoor wordt de aansluiting gemist met afwegingskaders voor regulering die door het Rijk zijn gehanteerd rond (waterstof)-marktordening in de afgelopen jaren, zoals bijvoorbeeld in de Kamerbrief [Voortgang ordening en ontwikkeling waterstofmarkt](#) (Kamerstuk 32 813, nr. 1060). Marktfalen wordt dan ook maar slechts tweemaal genoemd in de achtergrondrapportage (in samenvattende verwijzingen naar kamerbrieven) en ontbreekt geheel in het hoofdrapport van de werkstroom. Ook blijven typische thema's uit marktregulering zoals marktmacht, overwinsten en mogelijke winstdeling hierdoor onbesproken (hoewel onderdeel van de uitvraag). Tot slot had een dergelijke analyse kunnen leiden tot een zinvolle reflectie op een soort 'groeimodel' of ontwikkelmodel voor marktordening in de tijd. Gezien de tijdsdruk die in het advies besloten ligt voor de ontwikkeling van wet- en regelgeving zou dit echter wel van grote toegevoegde waarde zijn.

In een dergelijke reflectie had er aandacht kunnen zijn voor wat er nu in ieder geval geregeld moet worden met betrekking tot inrichting van de markt en wat eventueel later kan. De kwalificatie 'adaptief' wordt veelvuldig gebruikt in relatie tot de uitrolsnelheid maar niet in relatie tot ontwikkeling van kaders voor inrichting van de markt. De uitdaging is hier om te komen tot een marktontwerp met geleidelijke aanscherping van regulerende kaders. Dit zou aan de voorkant (de fase van ketenontwikkeling en opschaling) niet te knellend moeten zijn, maar ook niet te veel risico (onzekerheid) moeten impliceren voor belanghebbenden, inclusief coördinatie- en transitiefalen. Aan de achterkant - bij volwassen marktwerking kunnen de kaders nader worden aangescherpt, zoals de kaders die we kennen in de huidige elektriciteits- en gasmarkt. Een extra uitdaging hierbij is waarschijnlijk het vinden van een maatschappelijke

optimale netwerkontwikkeling over commodities heen die in de huidige elektriciteits- en gasmarkt onvoldoende wordt onderkend, maar die in het EU decarbonisatiepakket wel al aan de orde wordt gesteld.

5.3 Overige bevindingen en suggesties

De geselecteerde voorstudies vertegenwoordigen een redelijk volledig overzicht van beschikbare informatie voor de werkstroom maar zijn niet allemaal up-to-date.

In de studie wordt alleen nog verwezen naar het concept NPE terwijl er ondertussen een definitieve versie is. Verder is er verwijzing naar de destijds blijkbaar nog lopende studie '[Study on the allocation of costs and benefits for offshore infrastructure in EU sea basins](#),' maar die is nadien in oktober 2023 opgeleverd, nog ruim binnen de aangegeven tijdsslot van meegenomen ontwikkelingen tot medio januari 2024. Het heeft echter geen gevolgen voor de conclusies.

5.4 Aanbevelingen

Verdiep de analyse op rollen, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van partijen in relatie tot waterstoftransport en energiehubs op zee, en waterstofopslag.

Zoals aangegeven leveren de documenten een goed overzicht van beschikbare informatie, overwegingen en inzichten uit de geselecteerde voorstudies op het thema's marktordening en -regulering. Het ontbreekt echter nog aan een systematische analyse van publieke belangen, met uitwerking van hoe die geschaad kunnen worden (door bijvoorbeeld marktfalen, coördinatiefalen, en/of transitiefalen), en aan een systematische analyse van oplossingsrichtingen door marktordening en/of marktregulering met bijbehorende voor- en nadelen. Aanbeveling is om dat alsnog te doen, waarbij dan ook aandacht kan worden gegeven aan een 'groeimodel' of ontwikkelmodel voor marktordening in de tijd. Aanbeveling is hierbij ook om nadrukkelijk aandacht te besteden aan het coördinatievraagstuk rond energiehubs in relatie tot offshore biedzones.

Verdiep de analyse op mogelijke tendermodellen voor wind en elektrolyse op zee in verschillende stadia van ontwikkeling van de waterstofmarkt.

Zoals aangegeven leveren de documenten een goed overzicht van beschikbare informatie, overwegingen en inzichten uit de geselecteerde voorstudies op het thema tendersystematiek. Het ontbreekt echter nog aan een systematische analyse met voor- en nadelen, en mogelijke aandachtspunten van de verschillende opties om wind en elektrolyse op zee te tenderen in samenhang met 1) de marktordening van energiehubs, en 2) verschillende stadia van ontwikkeling van de waterstofmarkt. Veel vragen zijn hierdoor nog onbeantwoord zoals ook in de studie wordt aangegeven. Aanbeveling is om de analyse alsnog te doen waarbij alle opties voor tendersystematiek worden meegenomen inclusief de opties voor aparte en gecoördineerde tenders die zonder overtuigende onderbouwing als niet of minder geschikt zijn beoordeeld in het achtergrondrapport. Aanbeveling is om bij de systematische analyse ook aandacht te besteden aan de mogelijkheden om risico's voor marktpartijen bij tenders voor elektrolyse te kunnen mitigeren.

Verdiep de kennis en inzichten in de rol en mogelijke grootte van energiehubs, offshore biedzones en interconnectiecapaciteiten door het uitvoeren van marktsimulaties.

De verhandelingen over inrichting en effecten van energiehubs, offshore biedzones en onderlinge verbinding van markten door grensoverschrijdende elektriciteits- en waterstofverbindingen blijven theoretisch, conceptueel en abstract. Aanbeveling in dat verband is om door concrete marktsimulaties kennis en inzicht in deze complexe aspecten te vergroten ter ondersteuning van nog te maken keuzes en te ontwikkelen beleid. Door simulaties en systematische variatie van de onderdelen van het samenhangende en complexe systeem kunnen betere en aanvullende inzichten worden verkregen over de manier waarop het systeem reageert op verschillende opties voor marktordening, en op externe prikkels die zijn bedoeld om te komen tot een optimale inrichting van de markt.

6 Integrale rapportage en Actie agenda

6.1 Review met betrekking tot inhoud en conclusies

De integrale rapportage en actieagenda volgen logischerwijs uit de deelrapporten onder werkstroom 1-4. Dit betracht in wezen een samenvatting te geven van de belangrijkste elementen en conclusies van de werkstromen; en dit zou tezamen een beeld moeten geven hoe de werkstromen in elkaar grijpen en samen de bouwstenen voor het EIPN vormen.

De opdrachtnemer is er grotendeels in geslaagd de deelstudies samen te vatten en de essentie uit de deelstromen te rapporteren. De nut en noodzaak van het EIPN en complexe onderliggende materie wordt over het algemeen goed in beeld gebracht. De kaarten voor hergebruikscenario's en de integrale kaart in de integrale rapportage met mogelijke ontwikkelingen is een waardevolle toevoeging t.o.v. de afzonderlijke werkstromen.

De deelconclusies volgen op de werkstroomrapporten. Een zekere mate van nuance bij de stellig geplaatste conclusies zou wel erg waardevol zijn geweest voor de ongeïnformeerde lezer; zeker gezien de stand van huidige kennis op de onderzochte thema's en de mate van onzekerheid die past bij de beschikbare data en gebruikte methoden.

De samenvattende actieagenda in hoofdstuk 8 is een zeer waardevolle toevoeging ten opzichte van de deelrapporten. Het geeft een goed en compleet overzicht van de complexiteit, afhankelijkheden en urgentie van acties in de hoofdpaden. De conclusie dat dit enige (zes) belangrijke knelpunten kan opleveren is zeer juist en terecht wordt hier gewezen op sterke afhankelijkheden en het zeer kritieke tijdsfad dat hieruit volgt.

Wat opvalt bij een reflectie op de integrale rapportage is dat de deelrapportages (nieuwe) inzichten bevatten en over het algemeen ook op deelgebieden een voldoende representatie van de bestaande kennis geven. Een beschouwing op de kennishiaten ontbreekt echter op belangrijke plekken in de integrale rapportage. De gekozen scope, samenvattingen van bestaande kennis en uitkomsten van nieuwe analyses laat het echter nog niet toe om een aantal harde conclusies te trekken die wel worden getrokken in de integrale rapportage met betrekking tot hub-conceptkeuze, technologiekeuzes, milieu-impact, infrastructuur uitrol en toekomstvisie.

De rapportages kunnen daarom goed dienen als deelbouwstenen voor het EIPN, maar bevatten volgens de review nog geen compleet beeld van beschreven onderwerpen op basis waarvan harde conclusies kunnen worden getrokken. Gegeven de stand van kennis op belangrijke deelonderwerpen in de werkstromen is dit op dit moment ook een zeer lastige opgave. Voor het opstellen van het definitieve EIPN en vervolgstappen is het advies om hier wel rekening mee te houden en onzekerheden transparant te blijven benoemen.

Bijlage A - Addendum

Op vrijdag 24 mei is versie 1.0 van dit reflectie rapport door TNO besproken met de opdrachtnemer (consortium onder leiding van Deloitte) en opdrachtgever (ministerie van EZK) om feitelijke onjuistheden te identificeren in het reflectie rapport uitgevoerd door TNO.

In deze bijlage worden aanpassingen aan het document weergegeven die TNO na deze consultatie heeft doorgevoerd in het reflectie rapport.

Pagina 4. Context van de studie is hier in meer detail geschetst en kenmerken van de reflectie op het EIPN door TNO toegelicht om externe lezer beter te informeren over de achtergrond en totstandkoming van de deelstudies en beter beeld te schetsen van de reflectie door TNO.

Pagina 5. Aangepast om subjectieve bewoording door TNO te verhelderen: “Het uitzetten van de tijdlijn voor het gekozen toekomstbeeld is gebaseerd op theoretische back-casting; dit leidt tot adviezen om besluiten op korte termijn te nemen, waarbij in het schema met aanbevelingen/acties tijdlijnen onrealistisch lijken qua duur en volgorde.”

Pagina 5. “Ongeacht of de begrenzing is bepaald door de opdrachtgever of opdrachtnemer (dit is niet altijd duidelijk) heeft dit impact op de uiteindelijke visie.” gewijzigd omdat TNO dat niet objectief kan vaststellen.

Pagina 9. Toegevoegd: “In de volgende secties wordt besproken in hoeverre door opdrachtnemer aan de scope van de gestelde eisen in de tender is voldaan en wordt gereflecteerd op keuzes die gemaakt zijn door de opdrachtnemer en opdrachtgever tijdens het uitvoeren van de studie.”

Pagina 10. Verduidelijking dat gemaakte keuzes met betrekking tot de scope door opdrachtnemers en opdrachtgever in samenwerking met relevante stakeholders zijn gemaakt: “Welke keuzes met betrekking tot de scope zijn gemaakt? Zoals hierboven aangegeven is een groot deel van de studie bepaald door de uitgevraagde scope. Daarnaast zijn er ook door de opdrachtnemers en opdrachtgever in samenwerking met relevante stakeholders tijdens het proces van het opstellen van het rapport keuzes gemaakt met betrekking tot de scope die belangrijk zijn om in ogenschouw te nemen. In de sectie hieronder is weergegeven welke belangrijke keuzes er zijn gemaakt met betrekking tot de scope van de deelstudie.”

Pagina 12. Hybride waterstof interconnecties verduidelijkt: offshore productie van waterstof gekoppeld met offshore waterstof interconnectie.

Pagina 12. Ruimtelijke representatie. Verduidelijking dat dit commentaar betrekking heeft op WS1. In de integrale rapportage is kaartmateriaal opgenomen.

Pagina 13. Om verwarring te voorkomen is de zin aangepast zodat “De robuustheid van het vermogen van 35 GW voor het streefdoel” in stand blijft, maar dat bij de tijdlijn kritische kanttekeningen worden geplaatst.

Pagina 13. Opmerking verder gespecificeerd dat is vastgesteld dat er geen studies worden genoemd die de gestelde capaciteitslimiet onderbouwen en verder detailleren.

Energy & Materials Transition

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
www.tno.nl

TNO innovation
for life