Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Ontwikkelkader windenergie op zee

vastgesteld in de Ministerraad van 10 juni 2022

Colofon

Ontwikkelkader windenergie op zee

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Directoraat-generaal Klimaat en Energie
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Definitief

Eerste versie vastgesteld in de Ministerraad van 1 juli 2016

Actualisatie 15 juni 2017 door de minister:
- Definitieve opleveringsdatum vastgelegd van het deel van het net op zee voor verbinding van de windparken in kavels I en II van het windenergiegebied *Hollandse Kust (zuid)*. Zie paragraaf 4.2;
- De aanwijzing door het kabinet op 8 december 2016 van de stroken tussen 10 en 12 nautische mijl bij de windenergiegebieden *Hollandse Kust (zuid en noord)* is verwerkt in figuren 1 en 4 en paragraaf 2.2.

Actualisatie september 2018 door de minister:
- Definitieve opleveringsdatum vastgelegd van het deel van het net op zee voor verbinding van de windparken in kavels III en IV van het windenergiegebied *Hollandse Kust (zuid)*. Zie paragraaf 4.2;
- Paragrafen 1.4, 3.3 en 4.1 geactualiseerd voor inmiddels gerealiseerde tenders en de gepubliceerde routekaart windenergie op zee 2030.
- De begrippen 'nominaal vermogen' en 'opgesteld vermogen' in de tekst (vooral in paragrafen 3.5 en 3.6) vanwege gebleken verwarring vervangen door 'geïnstalleerd vermogen', overeenkomstig de bepalingen en definitie in de kavelbesluiten III en IV *Hollandse Kust (zuid)*.
- Tekst aangepast aan de mogelijkheid van tenders zonder subsidie.
- Verloren gegane links naar documenten op internet hersteld.

Actualisatie najaar 2019, vastgesteld in de Ministerraad van 8 november 2019:
- Definitieve opleveringsdatum vastgelegd van het deel van het net op zee voor verbinding van het windpark in kavel V van het windenergiegebied *Hollandse Kust (noord)*. Zie paragraaf 4.2;
- Aanpassing voor de routekaart windenergie op zee 2030:
    - Verwijzen naar de opgave van 49 TWh windenergie op zee in 2030 in het regeer- en klimaatakkoord;
    - Toevoegen van de windenergiegebieden *Hollandse Kust (west)*, *Ten noorden van de Waddeneilanden* en *IJmuiden Ver*;
    - Toevoegen van gelijkstroomconcept voor *IJmuiden Ver*;
    - Toevoegen van gegarandeerde transportcapaciteit van 2 GW voor gelijkstroomconcept voor *IJmuiden Ver*;
- Verwijderen van bepalingen over stapsteenfunctie en toevoegen van 'WindConnector' (paragraaf 3.3);
- Aanpassen bepalingen aan meetcode (paragraaf 3.10);
- Toevoegen bepalingen over natuur-inclusieve aanleg (paragraaf 3.11);
- Verhelderen bepalingen oplevering(sdatum) (hoofdstuk 4);
- Actualiseren en verhelderen bepalingen over levensduur (hoofdstuk 5).

Actualisatie voorjaar 2020, vastgesteld in de Ministerraad van 20 mei 2020:
- Datums verwachte ingebruikname windparken in tabel 1 aangepast aan de meest actuele planning (paragraaf 2.2);

- Voor de gelijkstroomplatforms in *IJmuiden Ver* bepalingen toegevoegd over:
    - toegang tot en bereikbaarheid van (paragraaf 3.4);
    - beschikbaarheid en gegarandeerde transportcapaciteit (paragraaf 3.5);
    - het maximaal in te voeden vermogen (paragraaf 3.6);
    - aansluitverbindingen (paragraaf 3.7);
    - elektrische eigenschappen en beveiliging (paragraaf 3.8);
- Besluit van de minister tot het geschikt maken van de gelijkstroomplatforms in *IJmuiden Ver* voor een 'WindConnector' opgenomen (paragraaf 3.9, dit was voorheen paragraaf 3.4)
- Besluit van de minister tot het geschikt maken van het wisselstroomplatform in *Hollandse Kust (noord)* voor elektrificatie van olie- en gasplatforms opgenomen (nieuwe paragraaf 3.10);
- Opleveringsprocedure en -datums voor gelijkstroomverbindingen in *IJmuiden Ver* toegevoegd (tekst en tabellen 4 en 6 in paragraaf 4.2);
- Opleveringsdatum van het net op zee voor *Hollandse Kust (zuid)*, kavels I en II aangepast naar aanleiding van overeenstemming over het verschuiven van die opleveringsdatum tussen de vergunninghouder van die kavels en TenneT (tabel 3 in paragraaf 4.2);
- Bepalingen over de levensduur van het net op zee aangepast (hoofdstuk 5).

Actualisatie mei 2021 door de minister:

- Definitieve opleveringsdatum vastgelegd van het deel van het net op zee voor verbinding van de windparken in kavels VI en VII van het windenergiegebied *Hollandse Kust (west)*. Zie paragraaf 4.2;
- Tekst over parlementaire behandeling van het voorstel tot wijziging van de Wet windenergie op zee geactualiseerd. Zie paragraaf 5.3.

Actualisatie juni 2022, vastgesteld in de Ministerraad van 10 juni 2022:

- Aanpassing van paragraaf 1.1 aan het opgehoogde doel voor windenergie op zee rond 2030 van het kabinet Rutte IV en verduidelijking van de overheidssturing.
- Opname van een geactualiseerde kaart van de windenergiegebieden waarop dit ontwikkelkader betrekking heeft (paragraaf 2.1);
- Toevoeging van (delen van) windenergiegebieden uit de Kamerbrief aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 aan de routekaart (paragraaf 2.2);
- Datums verwachte ingebruikname windparken in tabel 1 aangepast aan de meest actuele planning (paragraaf 2.2);
- Locaties van aansluiting voor windenergiegebied *IJmuiden Ver* kavels I t/m IV aangepast in tabel 2 n.a.v. keuze voorkeursalternatief en aansluitlocaties van het net op zee voor de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 toegevoegd (paragraaf 3.3);
- Mogelijkheid van conditionele transportovereenkomsten opgenomen (paragraaf 3.5);
- Tekst over *Windconnector* veralgemeniseerd tot hybride verbindingen (paragraaf 3.9);
- Geschikt maken van het wisselstroomplatform in *Ten noorden van de Waddeneilanden v*oor elektrificatie van olie- en gasplatforms toegevoegd (paragraaf 3.10);
- Vereisten aan toeleveranciers opgenomen (paragraaf 3.13).
- Teksten over bepalingen voor gelijkstroomverbindingen *IJmuiden Ver* veralgemeniseerd zodat ze ook gelden voor de toegevoegde gelijkstroomverbindingen voor de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 (hoofdstuk 3 en 4);
- Bepaling opgenomen dat TenneT, indien noodzakelijk, contracten mag gunnen voordat definitieve vergunningen zijn verkregen (paragraaf 4.2);
- Toevoeging van het net op zee voor de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 in tabel 4 en tabel 6. Indicatieve opleveringsdatums in tabel 6 aangepast aan de meest actuele planning (paragraaf 4.2);
- Hoofdstuk 5 (levensduur en afschrijving van het net op zee) geactualiseerd naar aanleiding van de gewijzigde Wet windenergie op zee (langere vergunningsduur).

Inhoud

1 Waarom een ontwikkelkader windenergie op zee?—7
1.1 Aanleiding voor het ontwikkelkader—7
1.2 Doel van het ontwikkelkader—8
1.3 Toetsing aan het ontwikkelkader—8
1.4 Reikwijdte en actualisatie van het ontwikkelkader—8
1.5 Inhoud van het ontwikkelkader—9
1.6 Totstandkoming van dit ontwikkelkader—9

2 Volgorde van ontwikkeling van de windparken—11
2.1 Geclusterde realisatie in aangewezen windenergiegebieden —11
2.2 Routekaart windenergie op zee—12

3 Wijze van aansluiten van de windparken—15
3.1 Voorgeschiedenis—15
3.2 Concept voor het net op zee—15
3.3 Aansluitlocaties en wijze van aansluiten—17
3.4 Locaties van de platforms en bereikbaarheid—18
3.5 Beschikbaarheid en minimale gegarandeerde transportcapaciteit—21
3.6 Maximaal in te voeden vermogen van de windparken —22
3.7 Aansluitverbindingen van de windturbines en exportkabels—24
3.8 Elektrische eigenschappen en beveiliging—24
3.9 Hybride verbindingen —26
3.10 Elektrificatie van olie- en gasplatforms—27
3.11 Meten van de elektriciteitsopbrengst—28
3.12 Shared services en natuur-inclusief ontwerp—28
3.13 Eisen aan toeleveranciers—29

4 Tijdspad—31
4.1 Tijdstip van ingebruikname van de windparken—31
4.2 Opleveringsdatum van het net op zee—31

5 Levensduur en afschrijving van het net op zee—35
5.1 De ACM bepaalt afschrijvingstermijn net op zee—35
5.2 Vereiste minimale levensduur net op zee—35

1 Waarom een ontwikkelkader windenergie op zee?

1.1 Aanleiding voor het ontwikkelkader

Het kabinet Rutte IV heeft zichzelf tot doel gesteld om in 2030 een vermindering van de CO_2-uitstoot te bereiken van minstens 55% ten opzichte van het jaar 1990[1]. In zijn brief over de uitwerking van het coalitieakkoord[2] geeft de minister[3] aan daarvoor in te zetten op een totaal van circa 21 gigawatt (GW, dit is gelijk aan 21.000 megawatt (MW)) rond 2030. Hiervoor is een planmatige aanpak noodzakelijk met een regiefunctie voor het rijk. Onderdeel van die aanpak is de aanleg van een net op zee. Daarvoor is het wenselijk te werken met een plan waarin de investeringen voor het net op zee zijn opgenomen, vergelijkbaar met de plannen die netbeheerders voor netten op land maken. De complicerende factor is echter dat de netbeheerder van het net op zee en marktpartijen in beginsel niet zelfstandig kunnen beoordelen op welke uitgangspunten het investeringsplan moet zijn gestoeld. Immers, waar en wanneer en met welke omvang windparken kunnen worden gerealiseerd is de komende jaren afhankelijk van het beleid van de rijksoverheid.

De sturing vanuit de rijksoverheid wordt vormgegeven door middel van

- Het Programma Noordzee[4], dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma. In het Programma Noordzee wijst het kabinet windenergiegebieden aan.
- Kavelbesluiten en vergunningen op grond van de Wet windenergie op zee voor de windparken. Daarnaast coördineert het rijk onder de rijkscoördinatieregeling (RCR) de ruimtelijke procedures voor de aanleg van het net op zee.
- Indien nodig: subsidie op grond van het Besluit stimulering duurzame energieproductie en klimaattransitie.
- Een routekaart windenergie op zee, waarin het kabinet aangeeft welke (delen van) windenergiegebieden wanneer ontwikkeld worden. Over de routekaart heeft het kabinet in fasen besloten op basis van achtereenvolgens het Energieakkoord (2013)[5], Klimaatakkoord (2019)[6] en het coalitieakkoord Rutte IV en met meerdere brieven de Tweede Kamer geïnformeerd[7].
- Een ontwikkelkader windenergie op zee, op grond van artikel 16e van de Elektriciteitswet 1998. Dit artikel bepaalt dat in het ontwikkelkader in ieder geval wordt opgenomen:
  a. de locatie van één of meerdere windparken;
  b. het verwachte tijdstip van ingebruikname van ieder windpark;
  c. de verwachte levensduur van windparken;
  d. het maximale vermogen van ieder windpark;
  e. de minimale transportcapaciteit ten behoeve van ieder windpark;
  f. de wijze van elektrische ontsluiting van ieder windpark;
  g. de beoogde opleveringsdatum van onderdelen van het net op zee;
  h. toekomstige ontwikkelingen inzake windenergie op zee waarmee bij de elektrische ontsluiting rekening wordt gehouden.

  De bovenstaande elementen a t/m d hebben daarbij betrekking op de windparken en vatten de brieven van het kabinet over de routekaart samen. Dit is hoofdzakelijk terug te vinden in hoofdstuk 2 van onderhavig ontwikkelkader. De elementen e t/m h hebben betrekking op het net op zee en staat in hoofdstukken 3 t/m 5.

[1] Kamerstuk 35788, nr. 77 bijlage blg-1009826.
[2] Kamerstuk 32813, nr. 974.
[3] Met 'minister' en 'ministerie' bedoelt dit ontwikkelkader de bewindspersoon en het ministerie die/dat verantwoordelijk is voor windenergie op zee.
[4] De vigerende versie is het Programma Noordzee 2022-2027, zie Kamerstuk 35325, nr. 5, blg-1022234.
[5] Energieakkoord voor duurzame groei, 6 september 2013 (Kamerstuk 30 196, nr. 202, blg-248998).
[6] Klimaatakkoord, 28 juni 2019, Kamerstuk 32813, nr. H, blg-890294
[7] De routekaart windenergie op zee is opgebouwd uit een deel t/m het jaar 2023 (op basis van het Energieakkoord uit 2013, zie Kamerstuk 33 561, nr. A/11) en uit een deel voor de jaren 2024 t/m 2030 (op basis van het regeerakkoord en (ontwerp)klimaatakkoord, zie Kamerstuk 33561, nr. 42 en Kamerstuk 33561, nr. 48).

Artikel 16e van de Elektriciteitswet 1998 bepaalt dat de minister dit ontwikkelkader vaststelt.

1.2 Doel van het ontwikkelkader

Het doel van het ontwikkelkader windenergie op zee is vooral om -op hoofdlijnen- kaders te stellen aan de vormgeving, aanleg, beschikbaarheid en levensduur van het net op zee[8]. Dit geeft vooraf duidelijkheid aan ontwikkelaars van windparken op zee over de planning van en randvoorwaarden aan de ontwikkeling van windenergie op zee in Nederland. Die duidelijkheid vooraf is van groot belang omdat, anders dan bij het hoogspanningsnet op land, het net op zee specifiek voor windparken op zee wordt aangelegd. Keuzes in het ontwerp van het net op zee hebben daardoor veelal direct invloed op het ontwerp en de rentabiliteit van de aangesloten windparken. Het is voor ontwikkelaars van windparken op zee van groot belang om deze keuzes te kennen voordat zij bieden op een kavel in een windenergiegebied.

Het ontwikkelkader beschrijft op hoofdlijnen de functionele eisen en het technische concept van het net op zee waarop de windparken worden aangesloten. Het uitgangspunt en beoogde doel zijn daarbij telkens het minimaliseren van de totale kosten van windenergie op zee, dus de kosten van de windparken en het net op zee samen.

Het ontwikkelkader bakent tevens de taak voor de netbeheerder van het net op zee, TenneT[9], af. Op grond van artikel 16e van de Elektriciteitswet 1998 is TenneT verplicht om tweejaarlijks een document op te stellen waarin ze aangeeft welke investeringen noodzakelijk zijn voor het net op zee ter uitvoering van dit ontwikkelkader. Dit om ervoor te zorgen dat TenneT tijdig de aansluiting van de windparken gereed heeft.
TenneT sluit mede op basis van dit ontwikkelkader en voorafgaand aan de bouwfase van de windparken op zee een realisatieovereenkomst en een aansluit- en transportovereenkomst[10] af met de vergunninghouders van de windparken op zee, die de technische details verder uitwerken.

1.3 Toetsing aan het ontwikkelkader

Artikel 20d, derde lid, van de Elektriciteitswet 1998 bepaalt dat de kosten van investeringen die TenneT doet voor het net op zee ter uitvoering van het ontwikkelkader worden opgenomen in de toegestane inkomsten. Daarmee is geborgd dat achteraf geen discussie meer ontstaat in hoeverre gedane investeringen nuttig en noodzakelijk waren. Dit laat onverlet dat de Autoriteit Consument & Markt (verder: de ACM) er op toeziet dat TenneT alleen de efficiënte kosten voor deze investeringen mag terugverdienen.

1.4 Reikwijdte en actualisatie van het ontwikkelkader

Het ontwikkelkader ziet op de doelstelling voor windenergie op zee voor een capaciteit van circa 21 GW rond 2030[11]. De bepalingen in het ontwikkelkader gelden voor de windenergiegebieden uit de routekaart windenergie op zee, zie figuur 1. De technisch-functionele eisen aan en het technische concept van het net op zee zijn geldig voor de gehele levensduur ervan. Waar dit van toepassing is geeft het ontwikkelkader specifieke bepalingen voor de afzonderlijke windenergiegebieden en de daarvoor relevante delen van het net op zee. Zo geeft dit ontwikkelkader in paragraaf 4.2 de opleveringdatum van de delen van het net op zee voor de verschillende (kavels in de) windenergiegebieden.

[8] Zoals gezegd informeert het kabinet de Tweede Kamer per brief apart over de routekaart windenergie op zee, dat aangeeft wanneer het welke (delen van) windenergiegebieden ontwikkelt.
[9] Op 5 september 2016 heeft de minister TenneT aangewezen als netbeheerder van het net op zee.
[10] De inhoud van deze overeenkomsten is bekend voor de openstelling van de betreffende tender.
[11] Het kabinet heeft in het Programma Noordzee 2022-2027 besloten hiervoor maximaal 10,7 GW toe te voegen aan de oorspronkelijke routekaart 2030.

Indien de situatie erom vraagt actualiseert de minister het ontwikkelkader. Uitgangspunt daarbij is dat de functionele eisen en het technische concept van het net op zee niet (essentieel) wijzigen, om zo de standaardisatie (zie paragraaf 3.2) en daarmee gepaard gaande kostenbesparingen te borgen. Ook geeft dit windparkontwikkelaars zekerheid dat zij hun ontwerp naderhand niet hoeven aanpassen.

1.5 Inhoud van het ontwikkelkader

Delen van dit ontwikkelkader zijn al vastgelegd of worden nog uitgewerkt in nadere besluitvorming, zoals het Programma Noordzee, de routekaart windenergie op zee en de kavelbesluiten. De volgende onderdelen zijn al vastgelegd:

- De volgorde van de ontwikkeling van de windparken. Deze volgorde geeft aan welke gebieden eerst worden ontwikkeld en welke daarna zullen volgen. De volgorde is al vastgelegd in de routekaart windenergie op zee. Hoofdstuk 2 vat de routekaart samen.
- De wijze waarop de windparken worden verbonden op het net op land: via het net op zee. Met het oog op een planmatige realisatie en het behalen van kostenbesparing sluit TenneT de windparken aan, en legt daarvoor een net op zee aan en beheert dit. Het uitgangspunt van het net op zee is ook vastgelegd in de routekaart windenergie op zee.

Met deze besluiten heeft in feite de integrale afweging van de kosten van de windparken, ruimtelijke aspecten en consequenties voor de netbeheerder van het net op zee, zoals ten aanzien van het ontwikkelkader wordt vermeld in de Elektriciteitswet 1998, op hoofdlijnen al plaatsgevonden. Dit ontwikkelkader bevat een verdere uitwerking van deze hoofdlijnen en ook een aantal nieuwe elementen. Deze laatste zijn:

- De opleveringsdatum voor de verschillende delen van het net op zee, zie paragraaf 4.2. en verder. Het is van belang de aansluiting van de windparken tijdig gereed te hebben om opbrengstverliezen en schade aan de windparken te voorkomen. Overschrijding van de in dit ontwikkelkader aangegeven opleveringsdatums kan aanleiding zijn voor een vergoeding door TenneT aan de vergunninghouder van het windpark, overeenkomstig de bepalingen die zijn opgenomen in artikel 16f van de Elektriciteitswet 1998.
- Nader uitwerken van de technische randvoorwaarden en functionele eisen van het net op zee. Het ontwikkelkader legt de technische keuzes vast waaraan het net op zee moet voldoen. Deze randvoorwaarden en functionele eisen bepalen mede de technische opzet van de windparken en bieden daarmee duidelijkheid en zekerheid aan zowel TenneT als aan de vergunninghouders van windparken op zee.
  Daarbij legt dit ontwikkelkader die technische randvoorwaarden en functionele eisen vast die bepalend zijn voor het ontwerp en de kosten van het net op zee. De gedetailleerde invulling van de randvoorwaarden en eisen, evenals het maken van technisch-operationele afspraken, vindt plaats door TenneT, in nauwe samenwerking met belanghebbenden uit de windsector. Uiteindelijk komen de technische detaillering en technisch-operationele afspraken terecht in de aansluit- en realisatieovereenkomst die TenneT en de vergunninghouders van de windparken sluiten en in de technische codes (de voorwaarden op grond van artikel 31 van de Elektriciteitswet 1998).
- De verwachte technische levensduren van de windparken en het net op zee waarvan moet worden uitgegaan.

1.6 Totstandkoming van dit ontwikkelkader

Gelet op het belang van het ontwikkelkader en de bredere belangen die hiermee gemoeid zijn is het ontwikkelkader voorbereid in overleg met TenneT, de windsector (NWEA), de ACM en de bij de Noordzee betrokken ministeries, alsmede het ministerie van Financiën dat namens de Staat aandeelhouder is van TenneT. Voorafgaand aan de eerste publicatie in 2016 heeft ook een internetconsultatie plaatsgevonden.

2 Volgorde van ontwikkeling van de windparken

2.1 Geclusterde realisatie in aangewezen windenergiegebieden

Tijdens de evaluatie van de vorige uitgifteronde van windenergie op zee is de conclusie getrokken dat het kostenvoordelen biedt wanneer de realisatie van windenergie op zee geclusterd en onder regie van de rijksoverheid zal plaatsvinden[12]. Dit is onderkend bij het maken van afspraken in het Energieakkoord, die worden gecontinueerd in het Klimaatakkoord en het kabinetsbeleid. Concreet betekent dit dat de realisatie plaatsvindt in clusters per windenergiegebied dat is aangewezen in het Programma Noordzee. In elk windenergiegebied worden vervolgens kavels vastgesteld door middel van een kavelbesluit. De vergunningen (en eventuele subsidie) worden uitgegeven via een tenderprocedure op grond van de Wet windenergie op zee.

Op basis van berekeningen door ECN[13] is voor de fase voor het Energieakkoord vastgesteld in welke windenergiegebieden windparken tegen de laagste kosten kunnen worden gerealiseerd. Dat zijn de windenergiegebieden die het dichtst bij de kust liggen. Vooral de relatief korte verbindingen vanuit de windparken naar het landelijk hoogspanningsnet, en het voordeel dat deze kunnen worden uitgevoerd met de relatief goedkope wisselstroomtechniek maken dat de kosten per kilowattuur voor windparken dicht bij de kust lager zijn dan voor windparken die verder van de kust liggen.

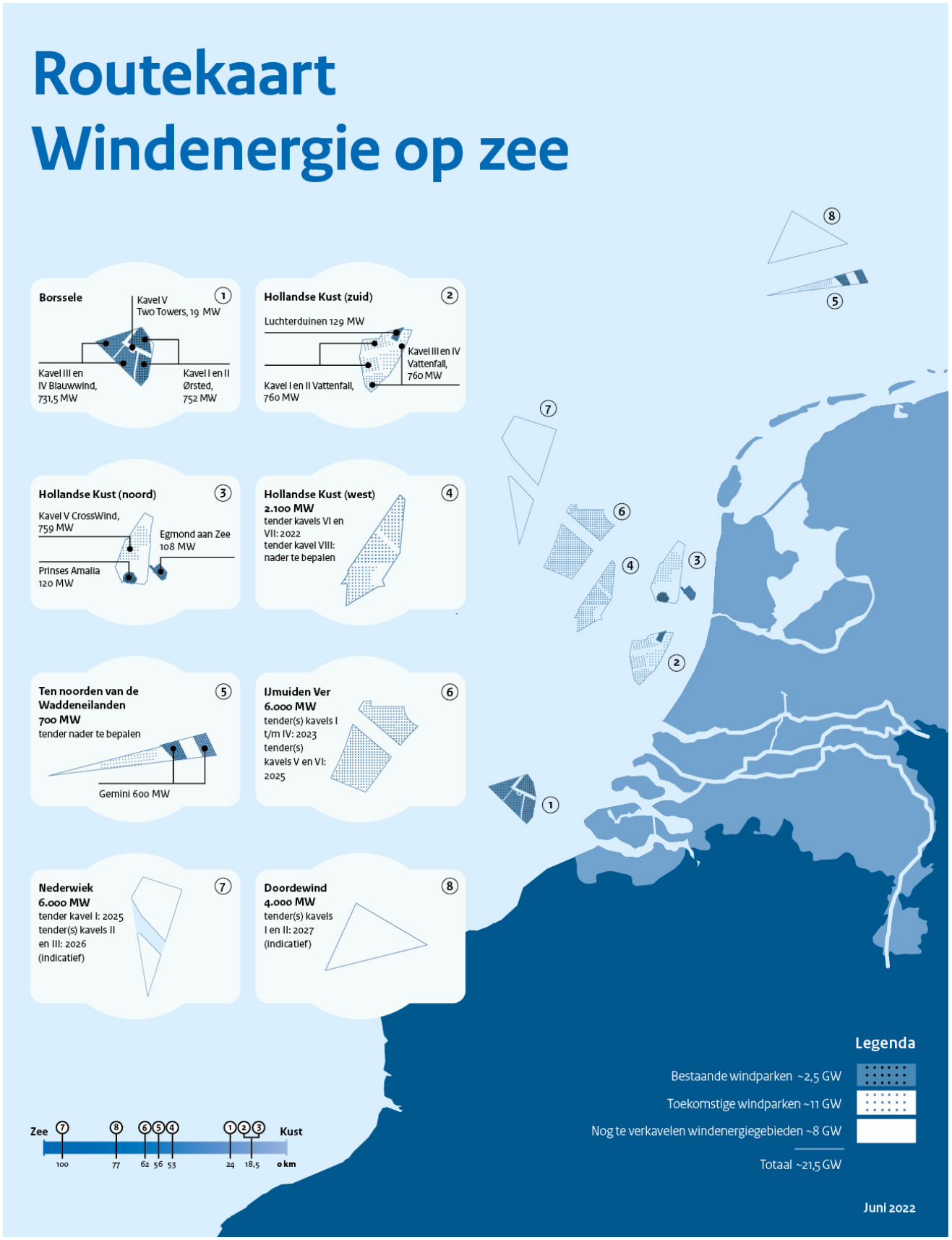
2.2 Routekaart windenergie op zee

De routekaart windenergie op zee geeft de volgorde waarin de windenergiegebieden worden ontwikkeld. De realisatie van windenergie op zee start met de ontwikkeling van de gebieden *Borssele* (circa 1,4 GW), *Hollandse Kust (zuid)* (circa 1,4 GW) en *Hollandse Kust (noord)* (circa 700 MW). Dit zijn relatief dicht bij de kust gelegen windenergiegebieden, die met wisselstroom worden aangesloten. Daarna volgen *Hollandse Kust (west)* (maximaal circa 2,1 GW), *IJmuiden Ver* (circa 6 GW), *Nederwiek* (maximaal circa 6 GW), *Ten noorden van de Waddeneilanden* (circa 0,7 GW) en *Doordewind* (maximaal circa 4 GW). Het kabinet besluit naar verwachting in 2024 over de definitieve planning van *Nederwiek*, kavel III, *Doordewind* en *Ten noorden van de Waddeneilanden* op basis van de resultaten van:

- Het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (PAWOZ - Eemshaven). Dit onderzoekt mogelijke kabelroutes door het Waddengebied voor de netaansluitingen van zowel *Doordewind* als *Ten noorden van de Waddeneilanden*.
- Een ecosysteemstudie voor het gebied *Doordewind* om in kaart te brengen welke effecten toekomstige windparken hebben op de gelaagdheid (stratificatie) van het zeewater en wat daarvan de gevolgen zijn voor de natuur.
- Onderzoek naar de optimale kavelindeling in het gebied *Doordewind* in relatie tot nog aanwezige gaswinningsplatforms en de scheepvaartroute ten zuiden ervan.
- Onderzoek naar de vergunbaarheid van de kabelroute van het net op zee naar Geertruidenberg voor kavel III van *Nederwiek*. Deze route loopt door Natura 2000-gebieden *Voordelta*, *Haringvliet*, *Hollands Diep* en *Biesbosch.*

Voor kavel VIII (0,7 GW) in het zuidelijk deel van windenergiegebied *Hollandse Kust (west)* loopt onderzoek in de Verkenning Aanlanding Windenergie Op Zee 2031-2040 (VAWOZ 2031-2040)[14]. Voor de aanlanding dient er voldoende aansluitcapaciteit in het Noordzeekanaalgebied te zijn, wat afhangt van onder andere de verduurzamingsplannen van Tata Steel. Het kabinet besluit naar verwachting in 2024 over de definitieve planning. De onderstaande tabel 1 en figuur 1 vatten de volgorde van de ontwikkeling van de routekaart windenergie op zee samen voor de doelstelling van circa 21 GW rond 2030.

[12] Eindrapport Taskforce Windenergie op Zee, mei 2010. Zie https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-65611.pdf.
[13] Kamerstuk 33 561, nr. 12.
[14] Kamerstuk 33561, nr. 52.



Figuur 1 Windenergiegebieden van de routekaart windenergie op zee

Tabel 1 Volgorde van ontwikkeling windenergie op zee

Omvang (GW)	Windenergiegebied, kavel(s)	Tender kavels	(Verwachte) ingebruikname windpark	Status
0,75	*Borssele*, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020	
0,75	*Borssele*, kavels III, IV en V	Gerealiseerd in 2016	2020	
0,76	*Hollandse Kust (zuid)*, kavels I en II	Gerealiseerd in 2017	(2022-2023)	
0,76	*Hollandse Kust (zuid)*, kavels III en IV	Gerealiseerd in 2019	(2022-2023)	
0,76	*Hollandse Kust (noord)*, kavel V	Gerealiseerd in 2020	(2023)	
ca. 0,7	*Hollandse Kust (west)*, kavel VI	Gerealiseerd in 2022	(2025-2026)	
ca. 0,7	*Hollandse Kust (west)*, kavel VII		(2025- 2026)	
ca. 1,0	*IJmuiden Ver*, kavel III	Vierde kwartaal 2023	(2028)	
ca. 1,0	*IJmuiden Ver*, kavel IV		(2028)	
ca. 1,0	*IJmuiden Ver*, kavel I		(2029)	
ca. 1,0	*IJmuiden Ver*, kavel II		(2029)	
ca. 1,0	*IJmuiden Ver (noord)*, kavel V	Tweede kwartaal 2025	(2029)	
ca. 1,0	*IJmuiden Ver (noord)*, kavel VI		(2029)	
ca. 2,0	*Nederwiek (zuid)*, kavel I		(2030)	
ca. 2,0	*Nederwiek (noord),* kavel II	2026*	(2030)	
ca. 2,0	*Nederwiek (noord),* kavel III		(2031)	
ca. 0,7	*Hollandse Kust (west)*, kavel VIII	2026/2027**	N.t.b.**	
ca. 0,7	*Ten noorden van de Waddeneilanden*, kavel I	2026/2027*	(2031)	
ca. 2,0	*Doordewind,* kavel I	2027*	(2031)	
ca. 2,0	*Doordewind,* kavel II	2027*	(2031)	
Gerealiseerd: In aanbouw: Gepland:				

***** De tenderdata voor deze windenergiegebieden zijn indicatief. Naar verwachting zal in 2024 over de planning een definitief besluit worden genomen, op basis van de resultaten van het onderzoeksprogramma Programma Aansluiting Wind op Zee – Eemshaven (PAWOZ - Eemshaven) voor *Ten noorden van de Waddeneilanden* en *Doordewind*, en het onderzoek naar aanlanding voor kavel III van *Nederwiek*. Dan is duidelijk welke kavels voor de 10,7 GW van de aanvullende routekaart worden benut en welke onbenutte (kavels van) windenergiegebieden kunnen doorschuiven naar de opgave voor windenergie op zee na 2031.
** De tenderdatum voor dit windenergiegebied is indicatief. In afwachting van duidelijkheid over de in ontwikkeling zijnde plannen van Tata Steel voor verduurzaming van de energievoorziening en het productieproces zal hierover nadere besluitvorming plaatsvinden. De besluitvorming over de aanlanding van het betreffende deel van het net op zee zal hiermee samenhangen.

3 Wijze van aansluiten van de windparken

3.1 Voorgeschiedenis

In het Energieakkoord is voor de verbinding van windparken op zee met het net op land vastgelegd dat, daar waar dit efficiënter is dan een directe individuele ("radiale") verbinding van windparken op het net op land, er een net op zee komt en TenneT hiervoor de verantwoordelijkheid krijgt.

Zoals de minister in zijn brief van 18 juni 2014[15] aangeeft blijkt uit een studie van RoyalHaskoningDHV in opdracht van het ministerie dat de aanleg van een net op zee, onder beheer van TenneT, voordelen heeft ten opzichte van radiale verbindingen. De voordelen liggen op het terrein van beschikbaarheid (leveringszekerheid), planologische coördinatie, financieringslasten, standaardisatie en de hiermee gepaard gaande kostenreductie door schaalvoordelen bij inkoop, onderhoud, kennisopbouw en leereffecten. Ook vereenvoudigt dit model het opvangen van netfluctuaties, flowmanagement en balanshandhaving en brengt integraal netbeheer kennisbundeling en een overzichtelijke verdeling van taken en verantwoordelijkheden in het elektriciteitssysteem. TenneT kan daarbij ook profiteren van de kennis en ervaring met zijn Duitse offshore-activiteiten.

In de genoemde brief neemt het kabinet het richtinggevend besluit om TenneT bij wet aan te wijzen als netbeheerder van het net op zee. De Elektriciteitswet 1998 bevat de juridische basis voor aanwijzing van TenneT en werkt een en ander uit. Vooruitlopend op de aanwijzing krijgt TenneT op grond van de Elektriciteitswet 1998 tijdelijk de wettelijke taak om activiteiten te verrichten ter voorbereiding van het net op zee.

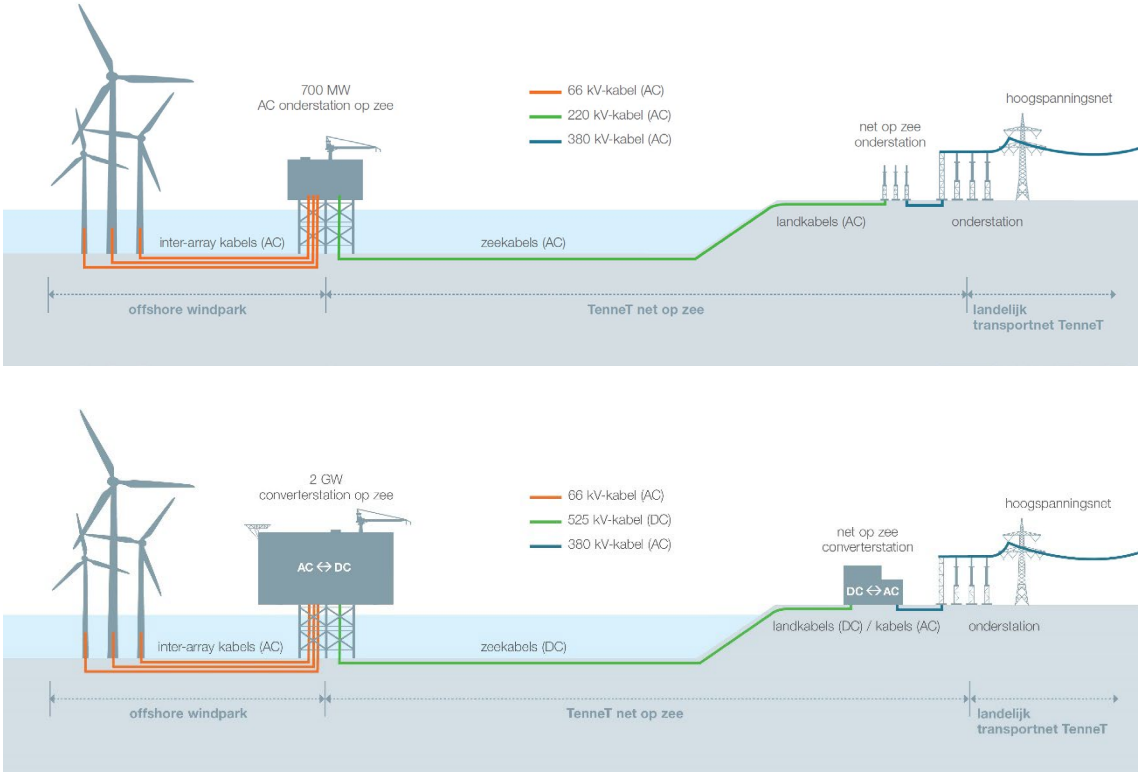
Naar aanleiding van bovenstaande brengt TenneT in kaart wat de kosten zijn om het net op zee voor uitvoering van het Energieakkoord te realiseren en daarnaast ook verantwoordelijk te zijn voor de aansluitingen van de windparken op het net op zee[16]. Dat geeft het beeld dat er substantiële besparingen mogelijk zijn door TenneT verantwoordelijk te maken voor alle infrastructuur op zee. DNV GL heeft dan in opdracht van TenneT het technische concept en de kostenonderbouwing gevalideerd[17]. Deze rapportage wordt in opdracht van het ministerie getoetst door ECN[18]. ECN concludeert net als DNV GL dat gecoördineerde aansluiting van windparken op zee door TenneT leidt tot lagere maatschappelijke kosten dan individuele aansluitingen. De brieven van de minister aan de Tweede Kamer[19] over de kosten van het net op zee bevestigen dit.

In september 2016 wijst de minister TenneT aan als netbeheerder van het net op zee.

3.2 Concept voor het net op zee

Het uitgangspunt voor de opgave voor windenergie op zee is om de windparken op de meest kosteneffectieve wijze te realiseren. Dit gebeurt door uit te gaan van een zoveel mogelijk gestandaardiseerd concept van TenneT voor het net op zee[15]. Dit concept maakt gebruik van platforms, waarop in het geval van wisselstroomplatform per platform circa 700 MW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. Bij de toepassing van

[15] Kamerstuk 31 510, nr. 49.
[16] Visie Netontwerp en uitrolstrategie, Toekomstbestendige netoptimalisatie, TenneT, 21 juli 2014.
[17] Review Netontwerp en uitrolstrategie TenneT Wind op Zee, publieksversie, DNV GL, 14 mei 2014.
[18] Publieksversie validatie DNV GL document "Review – Netontwerp en uitrolstrategie TenneT Wind op Zee", ECN-N-- 14-020, 11 augustus 2014.
[19] Kamerstuk 33 561, nrs. 15, 19, 21 en 25.



Figuur 2 Schematische weergave van het net op zee, wisselstroom (boven) en gelijkstroom (onder)

gelijkstroomplatforms bedraagt het aangesloten vermogen circa 2 GW. Op het platform worden de windturbines van de windparken aangesloten, zie figuur 2.

Het net op zee bestaat uit afzonderlijke delen die de windenergiegebieden verbinden met het landelijk hoogspanningsnet op land. Deze delen worden gefaseerd aangelegd, zodanig dat ze elk op tijd gereed zijn voor het transport van de opgewekte elektriciteit van de op dat onderdeel aangesloten windparken.

Deze wijze van aansluiten spaart meerdere platforms uit ten opzichte van de situatie waarin elk windpark met een individueel platform en een individuele verbinding naar land op het landelijk hoogspanningsnet wordt aangesloten. Naast een kostenbesparing wordt hiermee ook de druk op de omgeving minimaal gehouden door een beperkte doorkruising van het landschap ten gevolge van het standaardiseren en bundelen van de verbindingen. Daarnaast zijn er voordelen op het gebied van de beschikbaarheid en wordt het eenvoudiger om aan het tijdspad uit de routekaart windenergie op zee te voldoen.

Het net op zee omvat de platforms, de zeekabels, de landkabels en een deel van (de uitbreiding van) een station op land. Bij toepassing van gelijkstroom behoort ook het converterstation op land bij het net op zee. De zogenoemde inter-array kabels, die de windturbines verbinden met het platform van TenneT, behoren niet tot het net op zee, maar tot het windpark.

3.3 Aansluitlocaties en wijze van aansluiten

De kabels vanuit de windenergiegebieden worden op verschillende locaties aangesloten op het hoogspanningsnet op land. De onderstaande tabel 2 geeft hiervan een overzicht. De -nog nader te onderzoeken- aansluitlocaties en kabeltracés voor de windenergiegebieden *Hollandse Kust (west)*, kavel VII, *Ten noorden van de Waddeneilanden, en IJmuiden Ver* zijn geselecteerd na een breed verkenningsproces (Verkenning Aanlanding Netten Op Zee, VANOZ[20] en VAWOZ 2030[21]) met vroegtijdige participatie door overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties. De selectie vond plaats op basis van de onderzochte effecten op techniek, kosten, milieu, omgeving en toekomstvastheid. Dit heeft geleid tot een geografisch gespreide aansluiting, waarbij bij voorkeur dicht bij de industriële clusters aan de kust wordt aangesloten en de noodzaak tot investeringen in het hoogspanningsnet op land zoveel mogelijk wordt vermeden.
In het VANOZ-traject, hetgeen later nogmaals is bevestigd in VAWOZ 2030, is besloten tot het toepassen van conventionele elektrische aansluitverbindingen. Niet-elektrische alternatieven, bijvoorbeeld waarbij de geproduceerde elektriciteit op zee wordt omgezet naar waterstof en vervolgens via een pijpleiding naar het vasteland wordt getransporteerd, bleken binnen de tijdshorizon van de routekaart (2030) geen reëel alternatief. Dit soort concepten bevinden zich nog in een te vroege ontwikkelfase waardoor de schaalgrootte nog onvoldoende is en het kostenniveau onvoldoende concurrerend. Voor de periode na 2030 komen niet-elektrische opties wel in beeld.

Tabel 2 Locaties van aansluiting op het hoogspanningsnet op land

Windenergiegebied, kavel(s)	**Aansluitlocatie op land**
Borssele, kavels I en II	Borssele
Borssele, kavels III, IV en V	Borssele
Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	Maasvlakte
Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Maasvlakte
Hollandse Kust (noord), kavel V	Beverwijk
Hollandse Kust (west), kavel VI	Beverwijk
Hollandse Kust (west), kavel VII	Beverwijk, tracé nog vast te stellen
Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	Eemshaven
IJmuiden Ver, kavels I en II	Borssele
IJmuiden Ver, kavel III en IV	Maasvlakte
IJmuiden Ver, kavel V en VI	Maasvlakte
Nederwiek (kavel I)	Borssele
Nederwiek (kavel II)	Maasvlakte
Nederwiek (kavel III)	Nog vast te stellen: Geertruidenberg
Hollandse Kust (west), kavel VIII	Nog vast te stellen: Noordzeekanaalgebied
Doordewind (kavel I)	Nog vast te stellen: Eemshaven
Doordewind (kavel II)	Nog vast te stellen: Eemshaven

[20] Zie Kamerstuk 33561, nr. 48, blg-879079 en https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/verkenning-aanlanding-netten-op-zee-2030.
[21] Zie Kamerstuk 33561, nr. 52.

De benodigde tracés voor zeekabels en landkabels van het net op zee worden bepaald met in achtneming van de fysieke en juridische mogelijkheden, kostenefficiëntie en gevolgen voor de omgeving als onderdeel van de rijkscoördinatieregeling (RCR). Voor de netaansluitingen (platforms, kabels en de transformator- en/of converterstations op land) zullen daartoe afzonderlijke milieueffectrapportages worden opgesteld. De aansluitlocaties en kabeltracés worden in een voorkeursalternatief door de minister vastgesteld op basis van een integrale effectenanalyse waarin naast milieu ook de effecten van de alternatieven voor kosten, techniek, omgeving en toekomstvastheid worden beschreven. Bij de keuze voor een voorkeursalternatief betrekt de minister ook de reacties van betrokkenen[22] op fase 1 van de milieueffectrapportages en die op de integrale effectenanalyse. Tevens worden de onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage alsook de regionale overheden (provincie, gemeenten en waterschappen) om advies gevraagd.

Voor de wijze van aanleg van de landtracés van het net op zee bepaalt dit ontwikkelkader dat dit plaatsvindt volgens de methode verkabelen[23], mits dit technisch mogelijk is. In het geval van de landtracés van het net op zee zijn eventuele meerkosten voor ondergrondse aanleg gerechtvaardigd op basis van de volgende overwegingen:

- Maatschappelijk draagvlak. De mogelijke onderstations op land liggen deels in druk bewoonde gebieden, waardoor de landtracés van het net op zee grote effecten op de omgeving kunnen hebben.
- Haalbaarheid van de planning voor de realisatie van de routekaart en daarmee van de afspraken in het Energieakkoord, het regeerakkoord en het Klimaatakkoord over windenergie op zee. Uit eerdere projecten voor hoogspanningsverbindingen blijkt dat de doorlooptijd van de inpassingsprocedures aanzienlijk korter is doordat er veel minder maatschappelijke weerstand is.
- Minder ruimtebeslag en meer flexibiliteit in de aanleg. Een ondergronds kabeltracé vraagt minder (vrijwarings)ruimte dan een bovengronds tracé.
- Grotendeels relatief korte tracés. De mogelijke onderstations liggen veelal dusdanig dat de landtracés van het net op zee beperkt van lengte zullen zijn. Dit beperkt zowel de totale meerkosten alsook de technische gevolgen van verkabelen voor het landelijk hoogspanningsnet op land.

Voor de windenergiegebieden die met meer dan één platform worden ontsloten, bepaalt dit ontwikkelkader dat de landtracés van de kabels vanuit beide platforms gelijktijdig kunnen worden aangelegd indien op die manier overlast voor de omgeving wordt beperkt, dit kostentechnisch beter is of om andere gegronde redenen.

Gezien de relatief geringe afstand van de windenergiegebieden tot de aansluitlocaties op land en de relatief beperkte omvang van het op te stellen vermogen zal het net op zee voor de windenergiegebieden *Borssele* en *Hollandse Kust* worden geconfigureerd op wisselstroom. Ditzelfde geldt voor het windenergiegebied *Ten noorden van de Waddeneilanden*, hoewel de afstand van dit gebied tot een aansluitstation op land op de grens ligt van wat met wisselstroom mogelijk is. De windenergiegebieden *IJmuiden Ver*, *Nederwiek* en *Doordewind* zullen vanwege de relatief grote afstand tot de aansluitlocaties op land en het grote aan te sluiten vermogen (elk circa 4 tot 6 GW) worden aangesloten middels gelijkstroom (HVDC).

3.4 Locaties van de platforms en bereikbaarheid

Dit ontwikkelkader schrijft voor dat de locaties van de platforms zodanig worden gekozen dat deze optimaal bijdragen aan het verminderen van de totale kosten van de

[22] Een ieder kan door middel van een internetconsultatie op de integrale effectenanalyse reageren.
[23] Onder verkabelen wordt verstaan het onder de grond aanleggen van een hoogspanningskabel.

opgewekte elektriciteit in de betreffende windparken. Daarbij wordt rekening gehouden met andere relevante belangen, waaronder bestaande tracés van netten, pijpleidingen, telecommunicatiekabels en interconnectoren alsook archeologische belangen. De initiële zoekgebieden voor de platformlocaties worden bepaald bij de verkaveling van de windenergiegebieden die plaatsvindt ten behoeve van de kavelbesluiten. De definitieve locaties worden vastgelegd in de Waterwet-vergunning van elke netaansluiting. Afhankelijk van de definitieve indeling van de kavels voor de windenergiegebieden en de uiteindelijke locaties van de platforms, kan blijken dat het kostentechnisch, ruimtelijk of om andere redenen niet wenselijk is voor deze gebieden om de voorkeurkabelcorridors van het Programma Noordzee te volgen.

3.4.1 700 MW wisselstroomverbindingen

Dit ontwikkelkader bepaalt dat de standaardwijze om de 700 MW wisselplatforms van het net op zee te bereiken per schip[24] is. De platforms dienen hiertoe een faciliteit te hebben die een veilige aanlanding van schepen en de overdracht van personen en materiaal mogelijk maakt en die de bereikbaarheid per schip onder verschillende weerscondities van het platform vergroot.

Op grond van een studie in opdracht van TenneT[25], die is geconsulteerd bij de windsector, bepaalt dit ontwikkelkader dat de wisselstroomplatforms niet worden uitgerust met een helikopterdek. De volgende argumenten liggen daaraan ten grondslag[26]:

- De platforms liggen relatief dicht bij de kust en havens, waardoor de tijdswinst van bereikbaarheid per helikopter gering is;
- Het deel van de tijd waarin de bereikbaarheid per schip onmogelijk is en een helikopter meerwaarde kan bieden is gering, gezien de voorziene hoge beschikbaarheid van het net op zee;
- De kostenbesparing van enkele miljoenen euro's (zowel investeringskosten als operationele kosten, samen circa 0,1 % van de totale kosten) die het achterwege laten van een helikopterdek oplevert;
- De grotere ruimte die beschikbaar is voor windturbines doordat obstakelvrije helikopteraanvliegroutes binnen de kavels achterwege kunnen blijven;
- De algemene tendens om, vanwege grotere gevolgen van een eventueel ongeluk met een helikopter, installaties op zee steeds vaker per schip in plaats van per helikopter te bedienen.

Een mogelijk nadeel van het ontbreken van een helikopterdek is dat het onder ongunstige weersomstandigheden (zware zeegang) langer kan duren om een storing aan het net of bijvoorbeeld de aansluitverbinding van de windturbines met het net op zee te verhelpen. De kans daarop is echter zeer gering en weegt niet op tegen de besparingen. Bovendien worden de platforms wel uitgerust met een heli-hoist voorziening[27], waarmee in het geval van hoge urgentie of calamiteit personen en in beperkte mate materialen van en naar de platforms getransporteerd kunnen worden.

Voor de toegang tot de wisselstroomplatforms van TenneT maakt TenneT nadere afspraken met de vergunninghouders van de windparken in realisatie- en aansluitovereenkomsten. Uitgangspunt daarbij is een –binnen de veiligheidsrestricties-

[24] Hieronder worden ook verstaan crew transfer vessels, platform supply vessels en "walk to work" oplossingen.
[25] High level review helideck and accomodation; Helideck and accommodation facilities on offshore platforms for wind farms, public version, DNV GL, report nr. 130112-NLD-R1, Rev. A-Public, 9 June 2015. Zie https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Our_Grid/Offshore_Netherlands/Consultatie_proces_net_op_zee/Technical_Topics/27_130112_NLLD_R_A_public_version.pdf.
[26] Zie TenneT consultation position paper "T.4 Access to platform", https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Our_Grid/Offshore_Netherlands/Consultatie_proces_net_op_zee/Technical_Topics/26_ONL_15-184-T4_Access_to_platform_PP_v2.pdf.
[27] Een voorziening om mensen en (in zeer beperkte mate) goederen door middel van een lier vanuit een helikopter neer te laten en op te halen.

werkbare toegang van de vergunninghouders van de windparken tot apparatuur en installaties die in hun eigendom zijn en omwille van kostenefficiëntie op het platform van TenneT zijn gehuisvest.

De noodzaak voor vervoer naar de windparken en de wisselstroomplatforms van TenneT wordt zoveel mogelijk verkleind door deze grotendeels op afstand te kunnen bedienen. TenneT stelt daartoe nabij het onderstation op land, waarmee het net op zee is verbonden, alsook op de platforms zelf voor elk windpark een adequate ruimte ter beschikking voor het huisvesten van de benodigde computer- en communicatieapparatuur en voorzieningen voor het tweezijdige gegevensverkeer en komt hierover nadere afspraken overeen met de vergunninghouders van de windparken in de aansluit- en realisatieovereenkomsten.

3.4.2 2 GW gelijkstroomverbindingen

Voor de geplande 2 GW gelijkstroomplatforms heeft TenneT, gezien de relatief grote afstanden tot de kust, voorafgaand aan het consultatieproces een uitgebreid onderzoek[28] uitgevoerd naar de aspecten van offshore logistiek, toegang tot en uitgang van de platforms. Op basis van deze studie bepaalt dit ontwikkelkader dat een helikopterdek op elk van de 2 GW gelijkstroomplatforms noodzakelijk is en bijdraagt aan het beperken van de reparatieduur bij storingen en daarmee aan een hogere beschikbaarheid van de verbindingen. Naast een helikopterdek zal het platform uitgerust worden met faciliteiten die een veilige aanlanding van schepen en de overdracht van personen en materiaal mogelijk maakt en die de bereikbaarheid per schip onder verschillende weerscondities van het platform vergroot.

Uit het consultatieproces met windparkontwikkelaars bleek dat er geen toegevoegde waarde was om de platformen uit te rusten als logistieke hubs voor de windparkontwikkelaars. De huidige trend in het onderhoud van windturbines op zee evolueert naar het gebruik van serviceschepen die niet dagelijks tussen het park en de kust heen en weer varen maar voor langere tijd op zee blijven. Daarnaast draagt het beperken van toegang tot het platform door derden bij aan een duidelijke scheiding van verantwoordelijkheden en het beperken van extra investeringen. Ook vanuit een veiligheidsperspectief heeft het de voorkeur om het aantal uren dat op het platform wordt doorgebracht te minimaliseren.

Daarnaast bleek uit het consultatieproces dat het mogelijk is om de 2 GW gelijkstroomverbindingen zo te ontwerpen dat huisvesting van apparatuur van de windparkontwikkelaars op het platform en landstation grotendeels voorkomen kan worden. TenneT stelt hiertoe overigens wel ruimte beschikbaar.
Dit heeft tot gevolg dat windparkontwikkelaar gedurende de normale bedrijfsvoering geen toegang nodig heeft tot het platform of landstation. Dit draagt bij aan een duidelijke scheiding in verantwoordelijkheden voor TenneT en de windparkontwikkelaar en het beperken van extra investeringen.

Tijdens de aanleg en ingebruikname van de windparken en bij storing is toegang door de vergunninghouder van de betreffende windparken tot het platform van TenneT wel noodzakelijk. Tijdens onderhoud en storingen dient het tevens mogelijk te zijn voor personen om op het platform te verblijven. TenneT zal hierover nadere afspraken overeenkomen met de vergunninghouders van de windparken in de aansluit- en realisatieovereenkomsten. Wanneer het platform volledig operationeel is zal het als onbemand platform geopereerd worden.

[28] Zie voetnoot 22.

3.5 Beschikbaarheid en minimale gegarandeerde transportcapaciteit

De voordelen van de aanleg van het net op zee zouden onder andere tot uiting moeten komen in een hogere beschikbaarheid (betrouwbaarheid) van de transportcapaciteit[29].

3.5.1 700 MW wisselstroomverbindingen

De wisselstroomplatforms worden elk met twee 220 kilovolt kabels verbonden met het hoogspanningsnet op land. Dit biedt extra beschikbaarheid, waardoor het risico van een gehele of gedeeltelijke onderbreking van de transportcapaciteit afneemt. Daarnaast zal de elektrische installatie aan de zijde waarop de windturbines aansluiten zodanig ingericht worden, dat ook bij uitval van één van de 220 kilovolt kabels of de daarop aangesloten transformatoren, de windparken op één van de transformatoren op zee geschakeld kunnen worden. Ook dit brengt additionele beschikbaarheid met zich mee, waarmee in principe ten minste de helft van de transportcapaciteit in stand blijft.

De windenergiegebieden *Borssele*, *Hollandse Kust (zuid)* en *Hollandse Kust (west)* bevatten elk meerdere wisselstroomplatforms. Een verbinding tussen platforms binnen hetzelfde windenergiegebied levert extra beschikbaarheid op. Uit een kosten/batenanalyse in opdracht van TenneT[30] blijkt dat bij een verbinding op 66 kilovolt de baten opwegen tegenover de meerkosten. Dit ontwikkelkader bepaalt daarom dat er tussen de platforms binnen de genoemde windenergiegebieden een verbinding komt met een spanningsniveau van 66 kilovolt. Met bovenstaande voorzieningen wordt gekomen tot een hoge beschikbaarheid, en is het onnodig dat het platform voorzien wordt van de mogelijkheid om dieselgeneratoren te installeren als back-up voorziening om de windturbines te conditioneren in het geval van stroomuitval. Dit blijkt in de sector ook niet gebruikelijk bij een vergelijkbare mate van beschikbaarheid van een netaansluiting van een windpark op zee.

De minimale gegarandeerde transportcapaciteit van het net op zee bedraagt, tenzij (locatie)specifieke omstandigheden dit niet mogelijk maken, 700 MW per wisselstroomplatform. Voor het net op zee vanaf *IJmuiden Ver*, kavels V en VI kan gelden dat, bij het (tijdelijk) uitblijven van voldoende energievraag en bij onvoldoende mogelijkheden congestie via redispatch te verhelpen, de windenergie niet zondermeer op het net op land ingevoed kan worden. Dit kan erin resulteren dat TenneT conditionele transportovereenkomsten afsluit, waarin minder dan de hierboven aangeduide minimale transportcapaciteit van 700 MW gegarandeerd wordt, of dat er andere maatregelen nodig zijn. Voorafgaand aan het openstellen van de tenders van de windkavels dient dit uitgewerkt te zijn.

3.5.2 2 GW gelijkstroomverbindingen

De gelijkstroomplatforms zullen elk worden verbonden met het converterstation op land via 525 kilovolt gelijkstroomkabels en een metallic return. Het converterstation op land is vervolgens verbonden met het landelijk hoogspanningsnet. Met het oog op een zo groot mogelijke beschikbaarheid betreft het een bipool-configuratie met een metallic return. De converter-polen op de platforms kunnen kruiselings gekoppeld worden voor een verdere verhoging van de beschikbaarheid.

[29] Zie Visie Netontwerp en uitrolstrategie, Toekomstbestendige netoptimalisatie, TenneT, 21 juli 2014, Review Netontwerp en uitrolstrategie TenneT Wind op Zee, DNV GL, 14 mei 2014 en Publieksversie validatie DNV GL document "Review – Netontwerp en uitrolstrategie TenneT Wind op Zee", ECN-N--14-020, 11 augustus 2014.

[30] Zie TenneT consultation position paper "T.12 Redundancy & Availability", https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Our_Grid/Offshore_Netherlands/Consultatie_proces_net_op_zee/Technical_Topics/56_ONL_15-216-T12_Redundancy_availability_PP_v2.pdf.

Voor de gelijkstroomplatforms in de betreffende windenergiegebieden zal TenneT nader onderzoeken of een onderlinge verbinding tussen de platforms verantwoord en doelmatig is, zie ook paragraaf 3.9.

Voor de gelijkstroomplatforms bedraagt de gegarandeerde transportcapaciteit 2 GW per platform. Voor het net op zee vanaf *IJmuiden Ver*, kavels V en VI kan gelden dat, bij het (tijdelijk) uitblijven van voldoende energievraag en bij onvoldoende mogelijkheden congestie via redispatch te verhelpen, de windenergie niet zondermeer op het net op land ingevoed kan worden. Dit kan erin resulteren dat TenneT conditionele transportovereenkomsten afsluit, waarin minder dan de hierboven aangeduide minimale transportcapaciteit van 2 GW gegarandeerd wordt, of dat er andere maatregelen nodig zijn. Voorafgaand aan het openstellen van de tenders van de windkavels dient dit uitgewerkt te zijn.

3.5.3 Verdeling bij vermindering van de transportcapaciteit

Bij zowel de wisselstroomverbindingen als de gelijkstroomverbindingen kan om redenen van netveiligheid, of door bijvoorbeeld de uitval van een kabel of een transformator, de noodzaak ontstaan om de transportcapaciteit te verminderen tot minder dan de gegarandeerde transportcapaciteit. Deze reductie vindt plaats over de aangesloten windparken naar rato van de in de betreffende kavelbesluiten aangegeven bandbreedtes voor het totaal geïnstalleerde vermogen[31] per kavel. Het vermogen dat uiteindelijk op een kavel is gerealiseerd is dus niet bepalend. Voor het reduceren van vermogen zal TenneT in zijn aansluit- en transportovereenkomst voorwaarden opnemen.

3.6 Maximaal in te voeden vermogen van de windparken

Vanuit het oogpunt van kostenefficiëntie kan het voordelig zijn om meer vermogen te installeren dan het gegarandeerde transportvermogen. Immers de windparken zullen lang niet altijd op vol vermogen draaien, waardoor de transportcapaciteit van het net op zee meestal maar ten dele wordt benut. Door meer windvermogen te installeren ("overplanting") kan er meer elektriciteit worden geproduceerd en kunnen de kosten per hoeveelheid elektriciteit (kWh) afnemen[32]. Dit komt de beoogde kostenreductie van windenergie op zee en het behalen van de Nederlandse CO_2-reductiedoelen ten goede.

Er is echter sprake van een optimum: op een gegeven moment zal het geïnstalleerde windvermogen de gegarandeerde transportcapaciteit van het net op zee zodanig overstijgen dat op momenten dat het hard waait een steeds groter deel van de elektriciteit niet meer door TenneT getransporteerd kan worden. Hierdoor zal de noodzaak kunnen ontstaan windturbines af te schakelen. Dit optimum zal bij het windpark afhangen van de keuze van het type windturbine, de beschikbare ruimte voor windturbines en de toename van zog-effecten[33], waardoor niet één optimaal vermogen van het windpark kan worden benoemd.

3.6.1 700 MW wisselstroomverbindingen

Op basis van consultatiebijeenkomsten van TenneT met de windsector heeft de minister in 2015 bepaald dat het maximale geïnstalleerde vermogen van de windparken per wisselstroomplatform 760 MW bedraagt[34]. Dit maximale

[31] Geïnstalleerd vermogen: het vermogen van de productie-installatie dat onder normale condities benut kan worden voor de productie van hernieuwbare elektriciteit en dat door de leverancier gegarandeerd wordt bij continu gebruik, het tijdelijk te leveren vermogen van een booster is hierin niet inbegrepen.

[32] Door overplanting toe te staan kan de totale benodigde subsidie (indien van toepassing) voor windenergie op zee toenemen, maar daar staat dus ook een grotere elektriciteitsproductie tegenover. Per kilowattuur nemen de kosten echter af.

[33] Hiermee wordt gedoeld op het onderling afvangen van wind door nabijgelegen windturbines.

[34] De minister heeft in zijn brief van 19 mei 2015 (Kamerstuk 33 561, nr. 19) aangegeven dat 380 MW het maximum toegestane vermogen is per kavel van 350 MW, ofwel 760 MW per wisselstroomplatform van 700 MW. Voor de gelijkstroomplatforms liggen de mogelijkheden voor overplanting anders. Dit zal onderdeel zijn van consultatie met de windsector in 2019. Besluitvorming hierover zal vervolgens in de betreffende kavelbesluiten worden vastgelegd.

geïnstalleerde vermogen wordt in de kavelbesluiten voor de afzonderlijke windparken vastgelegd. Met voortschrijdend inzicht in de ontwikkeling van de opbrengst van windparken en windturbines is op voorhand niet uit te sluiten dat in de toekomst een ruimere overplantingsmarge in de kavelbesluiten wordt toegestaan.
Aangezien TenneT de (beveiliging van de) componenten in het platformontwerp heeft gedimensioneerd op het oorspronkelijk door de minister bepaalde maximumvermogen van 760 MW, is het nodig om in dit ontwikkelkader vast te leggen dat het maximaal in te voeden vermogen van de windparken ter hoogte van het overdrachtspunt op het wisselstroomplatform 760 MW bedraagt.

Welk deel van het ingevoede vermogen boven de gegarandeerde transportcapaciteit TenneT naar het hoogspanningsnet op land kan transporteren wordt ook bepaald door de capaciteit van de kabels[35]. TenneT heeft de mogelijkheid onderzocht om tijdelijk extra transportcapaciteit te leveren door de kabels tijdelijk zwaarder te belasten op momenten dat het hard waait ("dynamic loading"). Die mogelijkheid is onder andere afhankelijk van de koeling van de kabels, die weer afhangt van de bodemcondities. Voor elk windpark zal dus de omvang en tijdsduur van deze tijdelijke extra transportcapaciteit verschillen. TenneT publiceert deze gegevens voorafgaand aan elke tender voor windparkkavels zodat windparkontwikkelaars een eigen inschatting van de verwachte beschikbaarheid van de tijdelijke extra transportcapaciteit kunnen maken.

De tijdelijke extra transportcapaciteit is geen gegarandeerde transportcapaciteit van het net op zee zoals in voorgaande paragraaf, er kunnen geen rechten aan ontleend worden. In geval van langdurige overbelasting van het net op zee zal TenneT aan de vergunninghouders van de windparken vragen om het additionele en niet gegarandeerde vermogen terug te regelen. Indien de aangeslotene geen gehoor geeft aan de opdracht om vermogen terug te regelen zal TenneT genoodzaakt zijn om één of meer 66 kilovolt aansluitverbindingen (de inter-array kabels) af te schakelen om het vermogen terug te dringen. Zoals in paragraaf 3.6 staat vermeld zal TenneT hiervoor in zijn aansluitovereenkomst voorwaarden opnemen.

3.6.2 2 GW gelijkstroomverbindingen

Bij windparken die worden aangesloten op een gelijkstroomplatform is het ook mogelijk om met overplanting meer elektriciteit te produceren. Er is echter wel een verschil ten opzichte van wisselstroomverbindingen: Gezien de aard van de gelijkstroomapparatuur is het niet mogelijk om (tijdelijk) een hoger vermogen dan 2 GW in te voeden, zoals bij wisselstroomplatforms wel het geval is. Voor de gelijkstroomplatforms is het maximaal in te voeden vermogen dus gelijk aan de gegarandeerde transportcapaciteit, te weten 2 GW per platform. Wel is het mogelijk om door middel van overplanting bij lagere windsnelheden meer elektriciteit te produceren en te transporteren, zolang de geproduceerde hoeveelheid elektriciteit niet groter is dan de gegarandeerde transportcapaciteit (van 2 GW).

Doordat TenneT bij het ontwerp van de gelijkstroomplatforms en -kabels tevoren rekening moet houden met de mate waarin deze worden belast, is het noodzakelijk om in dit ontwikkelkader vast te leggen met welke mate van overplanting TenneT rekening dient te houden. Tijdens de consultatie van windparkontwikkelaars ontstond consensus over een maximaal overplantingpercentage van 15%. Dit betekent dat TenneT rekening moet houden met een maximaal geïnstalleerd vermogen van de windparken van 2,3 GW per gelijkstroomplatform en de daaruit voortkomende hogere belasting ("load factor"). Het maximale geïnstalleerde vermogen van de windparken zelf zal worden vastgelegd in de desbetreffende kavelbesluiten.

[35] TenneT garandeert een transportvermogen van 700 MW per platform, zie paragraaf 3.5.

3.7 Aansluitverbindingen van de windturbines en exportkabels

De transportcapaciteit van de aansluitverbindingen (de inter-array kabels) die de windturbines verbinden met het platform van het net op zee, is direct gekoppeld aan het spanningsniveau van diezelfde verbindingen. Op dit moment is hiervoor 66 kilovolt het spanningsniveau dat bij nieuwe windparken wordt toegepast. Dit spanningsniveau levert (kosten)voordelen op ten opzichte van het tot voor kort toegepaste spanningsniveau van 33 kilovolt. Dit is in de eerste publicatie van dit ontwikkelkader uitgebreid beschreven. De minister heeft daarom per brief aan de Tweede Kamer[36] meegedeeld dat het spanningsniveau voor aansluitverbindingen (inter-array kabels) van de windparken uit de routekaart windenergie op zee 66 kilovolt zal zijn. Dit geldt zowel voor de wisselstroomplatforms als de gelijkstroomplatforms. Dit betekent ook dat het net op zee geschikt moet zijn om windparken op een spanningsniveau van 66 kilovolt aan te sluiten[37]. De 66 kilovolt installatie op het platform (onderstation) van TenneT, tot aan het fysieke aansluitpunt met de (inter-array) kabels die tot installatie van het windpark behoren, worden daarom geacht onderdeel uit te maken van het net op zee.

3.7.1 700 MW wisselstroomverbindingen

Als gevolg van de keuze voor een spanningsniveau van 66 kilovolt kan circa 60 tot 70 MW per aansluitverbinding worden getransporteerd. Dit beperkt ook het benodigde aantal J-tubes om de aansluitverbindingen naar het platform te leiden. Uitgaande van een vermogen per windpark van 700 tot 760 MW (in het geval van wisselstroom) en een capaciteit van 60-70 MW per aansluitverbinding zijn er in theorie minimaal twaalf J-tubes nodig. Tijdens het consultatieproces van TenneT met de windsector bleek echter de behoefte aan een wat groter aantal J-tubes om zodoende voldoende flexibiliteit te hebben in de bekabeling van de windturbines, ook in minder gunstig gesitueerde kavels. Om die reden bepaalt dit ontwikkelkader dat een wisselstroomplatform zal worden voorzien van zestien J-tubes per windpark van 700 MW. Naast deze zestien J-tubes per windpark dient er een extra J-tube te zijn voor testmogelijkheden[38], en een extra J-tube voor de kabel die de twee platforms in het windenergiegebied onderling verbindt[39]. Daarmee komt het totaal aan J-tubes voor de zijde van de aansluitverbindingen op achttien. Het aantal J-tubes voor de 220 kilovolt kabels per wisselstroomplatform bedraagt twee.

3.7.2 2 GW gelijkstroomverbindingen

Het aantal J-tubes voor de 66 kilovolt-kabels op de gelijkstroomplatforms bedraagt 30 (waarvan 28 voor vergunninghouders van windparken). Dit is het resultaat van de consultatie van windparkontwikkelaars, en is gebaseerd op het aantal aansluitvelden (zie paragraaf 3.8), de capaciteit per veld (1250 Ampère bij 66 kilovolt) en het verwachte vermogen van de aangesloten windturbines (12 tot 20 MW per turbine). Dit aantal is inclusief twee extra J-tubes, inzetbaar als reserve of voor mogelijk andere toekomstige aangeslotenen.
Voor de 525 kilovolt kabels zijn er J-tubes nodig voor de verbinding met het land en voor een mogelijke hybride verbinding (zie paragraaf 3.9). Als gevolg zijn er 2 x 3 J-tubes nodig voor de 525 kilovolt gelijkstroomkabels en de metallic return en 2 J-tubes voor glasvezelverbindingen.

3.8 Elektrische eigenschappen en beveiliging

Het samenstel van de windparken en het net op zee dient zo efficiënt mogelijk te functioneren, zodat de opbrengst aan duurzame elektriciteit zo groot mogelijk is.

[36] Kamerstuk 33 561, nr. 19.
[37] Technische ontwikkelingen maken het in de nabije toekomst wellicht opportuun om voor de inter-array kabels een spanningsniveau van 132 kilovolt te hanteren. Dit wordt onderzocht, en vergt een apart besluit van de minister.
[38] Hieronder wordt ook verstaan demonstratieactiviteiten in een innovatiekavel.
[39] Dit geldt voor de windenergiegebieden *Borssele, Hollandse Kust (zuid),* en *Hollandse Kust (west)*.

3.8.1 700 MW wisselstroomverbindingen

De wisselstroomplatforms van TenneT bevatten de volgende voorzieningen:

- Een voorziening om het blindvermogen van de 220 kilovolt kabels te compenseren, naast de voorziening die hiervoor in het station op land aanwezig is.
- De compensatie van het blindvermogen van de kabels van de aansluitverbindingen dient te gebeuren door gebruik te maken van de mogelijkheden van de windturbines[40]. TenneT levert daartoe een blindstroom-setpoint waaraan de windturbines kunnen voldoen. Dit wordt beschouwd als de fijnregeling. Door het schakelen van spoelen of condensatoren bij het landstation regelt TenneT de grove stappen voor de compensatie van blindvermogen. Mocht het onverhoeds voor aangesloten windturbines niet mogelijk zijn om te voldoen aan de door de TenneT opgestelde eisen met betrekking tot de blindvermogenscompensatie rond nullast, dan zal TenneT de blindvermogenshuishouding alsnog afstemmen op deze situatie. Hierbij geldt echter dat de vergunninghouder primair verantwoordelijk blijft voor de blindstroomcompensatie van zijn kabels en turbines.
- Voldoende velden om de aansluitverbindingen aan te sluiten op het platform, maar ook niet onnodig veel om de kans op ongebruikte velden te beperken. Gezien het verwachte aantal van ten minste twaalf aansluitverbindingen van 66 kilovolt per windpark van 700 MW[41], zal de elektrische installatie van TenneT rekening dienen te houden met ten minste twaalf schakelvelden per windpark. Als een windpark desondanks meer (maximaal zestien) aansluitverbindingen wenst aan te sluiten, zullen er op één of twee schakelvelden twee kabels worden aangesloten. De gecombineerde aangesloten aansluitverbindingen op een schakelveld dienen te kunnen worden gescheiden in het geval er een storing optreedt in een van deze kabels. Er dient een aparte schakeling aanwezig te zijn voor windturbines van een innovatiekavel, indien dat aanwezig is. TenneT legt in zijn aansluit- en transportovereenkomst nadere afspraken vast over onder meer de bediening van de velden en schakelingen. In het consultatieproces van TenneT bestond unanieme overeenstemming dat deze bediening, net als nu de praktijk is bij aansluitingen op land, door TenneT plaatsvindt. Dit ontwikkelkader legt die keuze hierbij vast.

Om het standaardisatieconcept optimaal uit te nutten, zal er ook gebruik gemaakt worden van een elektrisch beveiligingssysteem voor de aansluitverbindingen waarvan de algemene functionele specificatie is gestandaardiseerd door TenneT. De eigendom, bedrijfsvoering en onderhoud van deze beveiliging zal bij TenneT komen te liggen. Als eigenaar van deze standaardinstallatie zal TenneT de kosten dragen van het eigendom, de bedrijfsvoering en het onderhoud. Eventuele door de vergunninghouders gewenste afwijkingen en aanvullingen op de standaardinstallatie van de windparken zullen niet voor rekening van TenneT zijn.

3.8.2 2 GW gelijkstroomverbindingen

De gelijkstroomplatforms bevatten de volgende voorzieningen:

- Voldoende aansluitvelden om de kabels van de aansluitverbindingen van een aangesloten windpark aan te sluiten op het platform, maar ook niet onnodig veel om de kans op ongebruikte velden te beperken. Per generatorblok van 500 MW stelt TenneT 6 aansluitvelden ter beschikking. Voor een platform van 2 GW zijn er dus in totaal 24 aansluitvelden beschikbaar. Bij 4 velden zal het mogelijk zijn om twee inter-array kabels aan te sluiten om zo tot het totaal van 28 inter-array kabels te komen. Per veld wordt een ondergrens van 625 Ampére gehanteerd (dit is de helft van de capaciteit per veld), om onderbenutting van aansluitvelden te voorkomen. Indien de vergunninghouder van een aangesloten windpark dat wenst kan TenneT

[40] De Europese code voor generatoren (Requirement for Generators) vereist dat hedendaagse windturbines blindstroomcompensatie rond nullast moeten kunnen leveren.

[41] De tenders voor windenergiegebieden *Borssele* en *Hollandse Kust (zuid)* betroffen kavels van 350 MW. Vanaf de tenders voor *Hollandse Kust (noord)* zijn dit kavels van 700 MW (bij wisselstroomverbindingen). De technische voorwaarden die TenneT stelt in zijn aansluit- en realisatieovereenkomsten zijn echter gebaseerd op een lay-out van 2 x 350 MW.

per generatorblok een extra (7e) aansluitveld beschikbaar stellen. De kosten van een extra aansluitveld komen voor rekening van de desbetreffende vergunninghouder van het windpark.
- Voor de compensatie van het blindvermogen van de kabels van de aansluitverbindingen bevat het platform geen voorzieningen. De vergunninghouder van het windpark is ervoor verantwoordelijk dat er geen uitwisseling van blindstroom plaatsvindt op het fysieke aansluitpunt.
- In situaties dat er geen wind is en de vergunninghouder niet aan voorgaande bepaling kan voldoen levert TenneT blindstroomcompensatie. Dit wordt in detail geregeld in de aansluit- en transportovereenkomsten die TenneT met de vergunninghouder afsluit.

De toegestane harmonische vervorming is uitgewerkt in de Netcode elektriciteit. TenneT stelt de toegestane emissielimieten op ieder overdrachtspunt vast en verdeelt de harmonische ruimte over de aangeslotenen. Verdere technische details kunnen worden opgenomen in de aansluit- en transportovereenkomsten die TenneT met de vergunninghouder afsluit.
Net als bij de wisselstroomplatforms het geval is zal er op de gelijkstroomplatforms ook gebruik gemaakt worden van een elektrisch beveiligingssysteem voor de aansluitverbindingen waarvan de algemene functionele specificatie is gestandaardiseerd door TenneT. Het eigendom, de bedrijfsvoering en het onderhoud van deze beveiliging zal bij TenneT komen te liggen. Als eigenaar van deze standaardinstallatie zal TenneT de kosten dragen van het eigendom, de bedrijfsvoering en het onderhoud. TenneT zal de beveiligingsinstelling afstemmen met de vergunninghouder in de aansluit- en transportovereenkomsten.
In tegenstelling tot de situatie bij de wisselstroomplatforms is het niet voorzien dat de vergunningshouders additionele beveiligingssystemen plaatsen op het gelijkstroom platform. Het beveiligingssysteem op gelijkstroomplatform is uitgebreider en redundant waardoor aanvullingen niet nodig zijn.

3.9 Hybride verbindingen

Al enige tijd denken deskundigen en beleidsmakers na over het (op termijn) onderling verbinden van aansluitingen voor windparken op de Noordzee en hybride verbindingen: verbindingen van windparken op zee gecombineerd met een transmissiefunctie tussen verschillende landen[42]. Op die wijze kan uiteindelijk een vermaasd net op de Noordzee ontstaan. Een dergelijk internationaal netwerk op zee kan voordelen met zich meebrengen. De EU-strategie over de benutting van het potentieel van hernieuwbare offshore-energie[43] benadrukt het cruciale belang van de ontwikkeling een vermaasd net om de uitrol van hernieuwbare energie van zee op een kostenefficiënte en duurzame manier op te voeren. Een kenmerk van een vermaasd net op zee vormen energieknooppunten (‘energy hubs’) op zee, die grootschalige windenergiegebieden ver op zee ontsluiten. Energieknooppunten van verschillende landen kunnen onderling worden verbonden.

Hybride verbindingen vormen een tussenstap tussen nationale projecten en een volledig vermaasd offshore-energiesysteem en -netwerk. Hybride verbindingen en een vermaasd net op zee vereisen verregaande afstemming tussen landen en partijen. Op dit moment wordt over de ontwikkeling van een dergelijk netwerk op de Noordzee onder andere gesproken in het kader van de in 2016 ondertekende politieke verklaring voor samenwerking tussen Noordzeelanden[44], die eind 2021 is vernieuwd.

[42] Een transmissieverbinding tussen verschillende landen wordt ook wel aangeduid als interconnector.
[43] Zie https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0741&from=EN.
[44] https://www.benelux.int/files/9016/3845/2539/NSEC_Political_Declaration_signed.pdf.

Het combineren van een verbinding (netaansluiting) van een windpark met een transmissiefunctie in een hybride verbinding kan leiden tot een hogere benuttingsgraad van de verbinding en tegelijkertijd tot kostenbesparing en ruimtebesparing voor de interconnector: veel van de benodigde infrastructuur is immers al aangelegd voor de netaansluiting van het betreffende windpark. Uitbreiding van de interconnectie-capaciteit draagt bij aan verdere marktintegratie en leidt daarmee tot maatschappelijke voordelen, zoals stabielere elektriciteitsprijsontwikkeling, integratie van duurzaam opgewekte elektriciteit, systeemflexibiliteit en leveringszekerheid. Een specifieke studie[45] naar de gevolgen van een hybride verbinding met het Verenigd Koninkrijk bevestigt deze maatschappelijke voordelen.

De mogelijkheid van hybride verbindingen vraagt om een anticiperende investering: op de 2 GW gelijkstroomplatforms zal ruimte gereserveerd moeten worden om (eventueel later) een interconnector aan te kunnen sluiten. Ook zal de hoogspanningsinstallatie geschikt gemaakt worden voor toekomstige uitbreiding met een hybride verbinding. De minister heeft eerder besloten dat per saldo de verwachte maatschappelijke voordelen van een hybride verbinding met het Verenigd Koninkrijk dusdanig zijn dat anticiperende investeringen in de platforms voor *IJmuiden Ver* te rechtvaardigen zijn. Voor de navolgende gelijkstroomplatforms is hiervoor geen nieuwe analyse gemaakt.
De mogelijkheid om een extra verbinding te kunnen maken biedt echter ook de mogelijkheid om in de toekomst, los van de interconnectie-functie, en eventueel ook achteraf, gelijkstroomplatforms onderling te verbinden en daarmee het net op zee robuuster te maken. De grotere mate van redundantie verbetert de leveringszekerheid. Om dit mogelijk te maken is nader onderzoek nodig, waarbij onder andere onderzocht zal moeten worden of en hoe gelijkstroomvermogenscheiders ('HVDC circuit breakers') geïntegreerd moeten worden in het net op zee. Deze zijn nog in ontwikkeling.

Dit ontwikkelkader bepaalt, omwille van de robuustheid en flexibiliteit van het net op zee, dat TenneT bij het standaardontwerp van alle gelijkstroomplatforms rekening moet houden met extra ruimte voor een additionele verbinding. Een investeringsbesluit over de realisatie van een dergelijke additionele verbinding zelf wordt separaat genomen. Er dient hiervoor onder meer overeenstemming tussen partijen te zijn dat het Europees regelgevend kader geschikt is voor de ontwikkeling van hybride verbindingen.
Daarnaast dient ook de Nederlandse wetgeving te worden aangepast zodat het net op zee ook elektriciteit mag vervoeren anders dan de elektriciteit die is geproduceerd in de op het net op zee aangesloten windparken.

3.10 Elektrificatie van olie- en gasplatforms

Bij de routekaart windenergie op zee 2030 heeft de minister aangegeven te onderzoeken of een aantal olie- en gasplatforms de benodigde elektriciteit voor de op die platforms aanwezige installaties kan betrekken van windparken op zee. Zo'n elektrische aansluiting draagt bij aan vermindering van de uitstoot van CO_2, stikstofoxiden (NO_X) en fijnstof bij de gaswinning en aan een efficiëntere benutting van het net op zee.

Een kansrijke mogelijkheid is het elektrificeren van gasplatforms nabij het windenergiegebied *Hollandse Kust (noord)* via een aansluiting op het net op zee. De minister heeft besloten dat een anticiperende investering in twee extra aansluitvelden op het platform in *Hollandse Kust (noord)* gerechtvaardigd is. Op grond hiervan bepaalt dit ontwikkelkader dat TenneT bij de bouw van het wisselstroomplatform voor *Hollandse Kust (noord)* twee extra aansluitvelden opneemt.

Ook nabij het windenergiegebied *Ten noorden van de Waddeneilanden* vindt gaswinning

[45] Economic appraisal of potential WindConnector developments. Pöyry, October 2019, zie https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/programma-2030/.

plaats en is er concrete belangstelling voor aansluiting op het net op zee. In tegenstelling tot het platform in *Hollandse Kust (noord)* is er op het platform in geen ruimte beschikbaar voor extra aansluitvelden omdat deze ruimte wordt gebruikt voor de blindstroomcompensatie apparatuur die nodig is in verband met de relatief lange exportkabel naar land. Door het vergroten van het standaard platformontwerp is deze ruimte te creëren. Daarom bepaalt dit ontwikkelkader dat TenneT bij het ontwerp van het wisselstroomplatform voor *Ten noorden van de Waddeneilanden)* rekening houdt met twee extra klantaansluitingen.

Op dit moment biedt de wetgeving nog geen mogelijkheid voor TenneT om andere partijen dan de vergunninghouders van windparken op zee aan te sluiten op het net op zee. Via het wetstraject voor de Energiewet wordt gewerkt aan een wetswijziging die dit mogelijk maakt. Bij deze wetswijziging zullen ook de voorwaarden voor de aansluiting en tarieven voor afnemers worden vastgesteld.

3.11 Meten van de elektriciteitsopbrengst

Voor het kunnen bepalen van de bijdrage van de windparken aan de doelstellingen voor hernieuwbare energie en voor de eventuele aanspraak van de vergunninghouders van de windparken op SDE+ subsidie is het van belang afspraken te maken over het meten van de elektriciteitsopbrengst van de windparken. Met het oog op de economische voordelen door o.a. de logistiek bepaalt de Meetcode elektriciteit[46] dat de aangeslotenen op een offshore-platform met een aansluiting op het net op zee en de beheerder van het desbetreffende offshore-platform (TenneT) gezamenlijk één meetverantwoordelijke aanwijzen voor alle aansluitingen op het desbetreffende offshore-platform.
De metingen van alle aansluitverbindingen van één windpark worden bij elkaar opgeteld om de hoeveelheid elektrische energie op het punt van invoeding op het openbare net te bepalen.

3.12 Shared services en natuur-inclusief ontwerp

Naast de windparkexploitanten en TenneT willen ook andere partijen zoals de kustwacht, diverse havenbedrijven, en het KNMI gebruik maken van de mogelijkheid om de TenneT-platforms te benutten voor bijvoorbeeld het doen van metingen of het plaatsen van communicatiemiddelen. TenneT voorziet hiervoor in minimale voorzieningen (ruimte, antennemast, glasvezelverbinding, elektriciteit) op zijn platforms en landstations voor de benodigde apparatuur, voor zover dit redelijkerwijs mogelijk is binnen het bestaande ontwerp. Rijkswaterstaat schaft deze shared services aan en beheert en onderhoudt deze. Dit draagt bij aan het realiseren van de laagste maatschappelijke kosten. Rijkswaterstaat stelt hiertoe een bedrijfsplan op. Kosten zullen bij betreffende partijen in rekening worden gebracht, via Rijkswaterstaat.

Om invulling te geven aan de afspraak in het Klimaatakkoord voor het nemen van aanvullende bredere maatregelen om de staat van instandhouding van kwetsbare soorten, rekening houdend met hun biotopen, te verbeteren en negatieve effecten op de natuur (zoals de biodiversiteit) te verminderen, ontwerpt en legt TenneT het net op zee voor zover dat redelijkerwijs mogelijk is natuur-inclusief aan.
Deze maatregelen dienen in verhouding te staan tot de inspanningen die de vergunninghouders van de windparken treffen op grond van een inspanningsverplichting dan wel voorschrift in het betreffende kavelbesluit om het windpark zodanig te ontwerpen en te realiseren dat het windpark actief bijdraagt aan versterking van een gezonde zee en versterking van behoud en duurzaam gebruik van soorten en habitatten die van nature in

[46] Zoals gewijzigd bij besluit van de Autoriteit Consument en Markt van 14 mei 2019, kenmerk ACM/UIT/510948 tot wijziging van de voorwaarden als bedoeld in artikel 31 van de Elektriciteitswet 1998 betreffende meetverantwoordelijkheid op aansluitingen op het net op zee, Staatscourant nr. 26779, 15 mei 2019.

Nederland voorkomen. De toepassing van maatregelen wordt per project afgewogen op technische haalbaarheid, risico, kosten en project-specifieke omstandigheden (projectfase en locatie).

3.13 Eisen aan toeleveranciers

Voor de aanleg en het onderhoud van het net op zee contracteert TenneT marktpartijen. Het gaat dan bijvoorbeeld om de bouw van platforms, productie van kabels en levering van (hoogspannings)apparatuur.
Het net op zee betreft vitale energie-infrastructuur. Toeleverende partijen voor het net op zee, al dan niet onderdeel van een consortium, dienen daarom te passen binnen de voorwaarden en doelen die zijn gesteld in de Nationale Veiligheidsstrategie 2019 en de actualisering daarvan, zoals de midterm review 2021.
De Minister van Energie en Klimaat zal bepaalde onderdelen van het net op zee (de 2 GW gelijkstroomverbindingen) benoemen als vitaal of essentiële dienst in het kader van de bescherming van vitale processen voor de nationale veiligheid. TenneT geeft opvolging aan alle resulterende eisen bij het contracteren van toeleveranciers.

4 Tijdspad

4.1 Tijdstip van ingebruikname van de windparken

Om de politieke afspraken over de ontwikkeling van windenergie op zee zo voortvarend mogelijk na te komen is het zaak dat de windparken zo snel mogelijk na de vergunningverlening worden gebouwd en in gebruik genomen. De diverse tenderregelingen bepalen dat een windpark uiterlijk 5 jaar[47] na het afgeven van de (subsidie)beschikking volledig in gebruik is.

4.2 Opleveringsdatum van het net op zee

Om de windenergie op zee ten volle te kunnen benutten is het van belang dat het net op zee tijdig klaar is en de windturbines daarop kunnen worden aangesloten. Tegelijk vraagt de aanleg ook om de nodige zorgvuldigheid en een realistische planning. TenneT en het ministerie streven er in de planning en uitvoering naar dat de benodigde vergunningen voor de aanleg van het net op zee onherroepelijk dan wel definitief zijn alvorens TenneT de grote contracten (zoals bijvoorbeeld de realisatie van het platform en de kabel) voor de uitvoering ervan gunt.
De delen van het net op zee voor de windenergiegebieden *IJmuiden Ver*, *Nederwiek* en *Doordewind* worden versneld ontwikkeld om uitvoering te geven aan de verhoogde doelstelling van circa 21 GW rond 2030 in het kader van een vermindering van de CO_2-uitstoot van minstens 55% (zie ook paragraaf 1.1). Als gevolg van de versnelde ontwikkeling en de toenemende druk richting 2030 in de gehele toeleverketen, is het nodig dat TenneT een andere inkoopstrategie hanteert. Daarbij is TenneT voornemens om opdrachten voor de bouw/fabricage van platforms, kabels, HVDC-apparatuur en converterstations op land voor meerdere delen van het net op zee gebundeld in de markt te zetten.
In het Klimaatakkoord was reeds afgesproken dat het voor een hogere ambitie in verband met een CO_2-reductiedoel van minstens 55% nodig is dat TenneT contracten kan gunnen voordat definitieve vergunningen zijn verkregen. Nu deze hogere ambitie door het kabinet is vastgesteld, draagt dit ontwikkelkader - met het oog op de in artikel 16e van de Elektriciteitswet 1998 onder g genoemde beoogde opleveringsdatum van onderdelen van het net op zee - aan TenneT op om contracten te gunnen voordat de benodigde definitieve en onherroepelijke vergunningen voor de bovengenoemde delen van het net op zee zijn verkregen.
Dit laat onverlet dat besluitvorming over individuele projectbudgetten door het ministerie van Financiën plaatsvindt met *project budget applications (PBA's)* en de statutaire processen die daarvoor gelden, en dat de ACM de toegestane inkomsten voor TenneT als netbeheerder van het net op zee vaststelt en de opname hiervan in de jaarlijkse tariefvoorstellen van TenneT beoordeelt overeenkomstig de wettelijke procedures (zie ook paragraaf 5.1).

4.2.1 700 MW wisselstroomverbindingen

Op basis van het tijdsschema voor de tenders, de verwachte bouwtijden van de windparken, de ervaringen met de aanleg van platforms door TenneT en de ervaringen met de doorlooptijden van de vergunningprocedures geeft tabel 3 de opleveringsdatum van de delen van het net op zee voor verbinding van de windparken waarvoor een tenderregeling al is gepubliceerd of binnenkort gepubliceerd wordt. De

[47] Het uitgangspunt is dat de windparken binnen vier jaar na het verkrijgen van een subsidiebeschikking operationeel zijn. Daarom is in artikel 14 van de Wet windenergie op zee opgenomen dat een vergunning slechts wordt verleend indien op grond van de aanvraag voldoende aannemelijk is dat de bouw en exploitatie van het windpark gestart kan worden binnen vier jaar na de datum waarop de vergunning onherroepelijk is geworden. Dit gaat om een beoordeling vooraf van de haalbaarheid van die termijn. Om in de daadwerkelijk realisatie enige ruimte te bieden voor onvoorziene omstandigheden is ervoor gekozen in de aan de beschikking verbonden voorschriften een termijn van een jaar langer te hanteren. In het geval van subsidie start na 5 jaar de subsidietermijn van 15 jaar.

opleveringsdatum is de dag waarop het relevante deel[48] van het net op zee bedrijfswaardig is voor het elektrisch in bedrijf nemen van de aansluiting van de betreffende windparken.

Tabel 3 Opleveringsdatum van het net op zee voor wisselstroomverbindingen

Kavel	**Oplevering delen net op zee**
Borssele I en II	31 augustus 2019
Borssele kavels III, IV en het innovatiekavel V	31 augustus 2020
Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	31 december 2021
Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	31 maart 2022
Hollandse Kust (noord), kavel V	31 maart 2023
Hollandse Kust (west), kavel VI	31 maart 2024
Hollandse Kust (west), kavel VII	31 maart 2026
Hollandse Kust (west), kavel VIII	nader te bepalen
Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	nader te bepalen

Dit betekent dat de elektrische installatie op het platform van TenneT is gebouwd in overeenstemming met de vereiste functionaliteiten, zoals uiteengezet in dit ontwikkelkader, en gereed is voor elektrische koppeling van de windparken, waarna de test- en ingebruiknameperiode van de windparken op de genoemde kavels aanvangt. Tevens dient het tweezijdige gegevensverkeer (datatransmissie) ten behoeve van SCADA- en meetsystemen te kunnen plaatsvinden tussen de ruimten die TenneT beschikbaar stelt aan de windparkeigenaar op de onderstations op land en op het wisselstroomplatform en dienen deze ruimten geschikt te zijn voor het beoogde doel. Vanzelfsprekend is op de opleveringsdatum ook de kabel tussen het relevante platform en het hoogspanningsnet op land in staat om de minimale gegarandeerde transportcapaciteit te leveren en is de aansluiting met het hoogspanningsnet op land technisch in staat om deze hoeveelheid elektriciteit verder te transporteren.

De verklaring van oplevering van het relevante deel van het net op zee wordt uitsluitend gebaseerd op basis van het gereed zijn van het betreffende onderdeel van het net op zee, met inbegrip van de 66 kilovoltinstallatie. Op deze manier is er een duidelijk moment van oplevering, en wordt voorkomen dat gewacht moet worden op het eerste moment waarop daadwerkelijk de gegarandeerde transportcapaciteit kan worden getransporteerd. Doordat de windparken veelal gefaseerd in bedrijf worden genomen, zou dit immers maanden kunnen duren. De verklaring van oplevering zal in opdracht van TenneT worden afgegeven door een onafhankelijke deskundige. Voor de verklaring van oplevering stelt TenneT samen met de onafhankelijke deskundige en in overleg met het ministerie en de windparkontwikkelaars een standaardwerkwijze op. De gekozen werkwijze en daarmee opgedane ervaringen bij de oplevering van het eerste onderdeel van het net op zee (de netaansluitingen voor de kavels *Borssele I* en *II*) dienen daartoe als uitgangspunt.

Indien TenneT het betreffende deel van het net op zee later oplevert dan de genoemde opleveringsdatum kan een recht op een vergoeding ontstaan voor vergunninghouders

[48] Met het relevante deel van het net op zee wordt bedoeld het samenstel van de onderdelen die nodig zijn voor het volwaardig kunnen functioneren van het betreffende windpark. Bijvoorbeeld voor kavels I en II van windenergiegebied *Borssele* betekent dit dat het platform "Borssele Alpha", waarop de windparken in deze kavels worden aangesloten gereed is, maar dat het platform "Borssele Beta" nog niet gereed hoeft te zijn.

van de windparken op grond van de regeling, overeenkomstig artikel 16f van de Elektriciteitswet 1998. Op het moment van oplevering vervalt het recht op vergoeding als gevolg van te late oplevering. Na dit moment is er alleen nog recht op een vergoeding voor niet- beschikbaarheid van het net op zee, overeenkomstig bovengenoemd artikel 16f. Het is belangrijk om dit moment eenduidig te markeren en zodoende de discussie over de vraag welk soort schade geclaimd moet worden (schade als gevolg van vertraging of als gevolg van niet-beschikbaarheid) te voorkomen.

4.2.2 2 GW gelijkstroomverbindingen

De oplevering van de geplande gelijkstroomverbindingen vergt een aparte procedure omdat, in tegenstelling tot wisselstroomverbindingen, voor het kunnen testen van de gelijkstroomverbindingen op vol vermogen het noodzakelijk is dat het volledige windpark aangesloten en in bedrijf is. Er is dus een grotere onderlinge afhankelijkheid tussen het net op zee en de daarop aangesloten windparken. Drie datums zijn daarbij van belang:

1. De datum waarop het platform van TenneT gereed is voor het ontvangen van de 66 kV-kabels van het windpark ('çable pull in'). Op deze datum is het net op zee gereed om het windpark van spanning te voorzien en om transportcapaciteit te bieden. Dan start ook de testfase van het gezamenlijke systeem (windpark en gelijkstroomverbinding). De transportcapaciteit kan in deze fase nog niet volledig worden gegarandeerd. Deze datum betreft een verplichting voor TenneT.
2. De datum waarop de vergunninghouder(s) van het windpark alle 66 kV-kabels op het platform heeft ingetrokken en de aansluiting op het platform heeft afgerond. Vanaf deze datum dient het windpark het volledige vermogen te kunnen leveren. Pas dan kan het laatste deel van de test- en ingebruiknamefase starten, namelijk het testen bij vol vermogen. Deze datum betreft een verplichting voor de vergunninghouder(s) van het windpark.
3. De datum waarop TenneT het volledige net op zee behorend bij die betreffende kavels moet opleveren. Op deze datum is testen van de gelijkstroomverbinding afgerond. Vanaf deze datum dient de minimale gegarandeerde transportcapaciteit beschikbaar te zijn. Dit is tevens de datum waarop er een recht op vergoeding kan ontstaan op grond van artikel 16f van de Elektriciteitswet 1998, met dien verstande dat op het moment van oplevering het recht op vergoeding als gevolg van te late oplevering vervalt. Na dit moment is er alleen nog recht op een vergoeding voor niet-beschikbaarheid van het net op zee, overeenkomstig bovengenoemd artikel 16f. Deze datum betreft een verplichting voor TenneT.

Tabel 4 Opleveringsdatum van het net op zee voor gelijkstroomverbindingen

Kavel	**Platform gereed voor cable pull-in**	**Windpark gereed voor leveren vol vermogen**	**Oplevering gelijkstroomverbinding**
IJmuiden Ver, kavel I	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
IJmuiden Ver, kavel II	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
IJmuiden Ver, kavel III	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
IJmuiden Ver, kavel IV	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
IJmuiden Ver, kavel V	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
IJmuiden Ver, kavel VI	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
Nederwiek, kavel I	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
Nederwiek, kavel II	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
Nederwiek, kavel III	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
Doordewind, kavel I	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]
Doordewind, kavel II	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]	nader te bepalen[47]

4.2.3 Opleveringsdatums in relatie tot tenders en ingebruikname windparken

Voor publicatie van de tenderregelingen voor de toekomstige windparken worden de definitieve opleverdatums vastgelegd in dit ontwikkelkader in tabellen 3 en 4 en bekendgemaakt aan biedende partijen. Tot die tijd geven tabellen 5 en 6 een indicatieve opleveringsdatum voor de delen van het net op zee die behoren bij (kavels in) windenergiegebieden waarvoor in de toekomst tenders gehouden zullen worden. Aan tabellen 5 en 6 kunnen geen rechten worden ontleend.

Nadat een tender voor een of meerdere kavels van een windenergiegebied succesvol is afgerond treedt TenneT in overleg met de vergunninghouder(s) van het/de windpark(en) in dat/die kavel(s) om nadere afspraken te maken, onder andere over de planning van de aanleg van windpark(en) en het betreffende onderdeel van het net op zee en de (gezamenlijke) testfase. Indien hieruit volgt dat de ingebruikname van het/de windpark(en) aanzienlijk later (maar wel binnen de in de vergunning voor het windpark gestelde termijn) zal plaatsvinden dan de in tabel 3 of tabel 4 vermelde opleveringsdatum van het betreffende onderdeel van het net op zee, dan kan TenneT bij de minister een verzoek indienen om dat onderdeel van het net op zee op een latere datum op te leveren. In de afweging of een dergelijk verzoek door TenneT wordt ingediend, zal TenneT onder meer de kaders van de Aanbestedingswet in acht nemen evenals aspecten van programmatische aard. Een dergelijk verzoek dient te worden vergezeld van een verklaring van geen bezwaar van de vergunninghouder(s) van het/de windpark(en).

Tabel 5 Indicatieve opleveringsdatum[49] van het net op zee voor wisselstroomverbindingen

Kavel	**Indicatieve oplevering onderdelen net op zee**
Hollandse Kust (west), kavel VIII	Nader te bepalen
Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	Eerste kwartaal 2031

Tabel 6 Indicatieve opleveringsdatum[50] van het net op zee voor gelijkstroomverbindingen

Kavel	**Platform gereed voor cable pull-in**	**Windpark gereed voor leveren vol vermogen**	**Oplevering gelijkstroomverbinding**
IJmuiden Ver, kavel I	Eerste kwartaal 2029	Derde kwartaal 2029	Vierde kwartaal 2029
IJmuiden Ver, kavel II	Eerste kwartaal 2029	Derde kwartaal 2029	Vierde kwartaal 2029
IJmuiden Ver, kavel III	Eerste kwartaal 2028	Derde kwartaal 2028	Vierde kwartaal 2028
IJmuiden Ver, kavel IV	Eerste kwartaal 2028	Derde kwartaal 2028	Vierde kwartaal 2028
IJmuiden Ver, kavel V	Eerste kwartaal 2029	Derde kwartaal 2029	Vierde kwartaal 2029
IJmuiden Ver, kavel VI	Eerste kwartaal 2029	Derde kwartaal 2029	Vierde kwartaal 2029
Nederwiek, kavel I	Eerste kwartaal 2030	Derde kwartaal 2030	Vierde kwartaal 2030
Nederwiek, kavel II	Eerste kwartaal 2030	Derde kwartaal 2030	Vierde kwartaal 2030
Nederwiek, kavel III	Eerste kwartaal 2031	Derde kwartaal 2031	Vierde kwartaal 2031
Doordewind, kavel I	Eerste kwartaal 2031	Derde kwartaal 2031	Vierde kwartaal 2031
Doordewind, kavel II	Eerste kwartaal 2031	Derde kwartaal 2031	Vierde kwartaal 2031

[49] De exacte opleveringsdatums volgen ten tijde van publicatie van de tenderregelingen voor de betreffende kavels.
[50] De exacte opleveringsdatums volgen ten tijde van publicatie van de tenderregelingen voor de betreffende kavels.

5 Levensduur en afschrijving van het net op zee

5.1 De ACM bepaalt afschrijvingstermijn net op zee

De ACM reguleert de inkomsten van TenneT en bepaalt ook de afschrijvingstermijn die TenneT mag hanteren om de kosten van het net op zee door te berekenen[51]. De ACM bepaalt per reguleringsperiode van vijf jaar de afschrijvingstermijn in het Methodebesluit. In het Methodebesluit 2017-2021 staat dat de afschrijvingstermijn voor het net op zee 20 jaar is. In het Methodebesluit 2022-2026[52] verlengt de ACM de afschrijvingstermijnen voor de activa van de netbeheerder van het net op zee voor de windparken waarvoor nog een vergunning moet worden verleend met 10 jaar, van 20 naar 30 jaar. Concreet gaat het hierbij om de windparken Hollandse Kust (west) en nakomende windparken.

5.2 Vereiste minimale levensduur net op zee

Aangezien het net op zee ondersteunend is aan de windparken, zal de levensduur van de windparken in eerste instantie bepalend zijn voor de minimaal vereiste levensduur van het net op zee. Dit ontwikkelkader gaat er daarbij van uit dat het net op zee verwijderd wordt zodra de daarop aangesloten windparken na het verstrijken van hun vergunningsduur worden ontmanteld en verwijderd. Of er in de windenergiegebieden daarna nieuwe windparken ontwikkeld worden, waarvoor het net op zee opnieuw gebruikt kan worden, hangt af van de ontwikkeling van (de kostprijs van) windenergie op zee in de komende 30 tot 35 jaar ten opzichte van alternatieve duurzame energiebronnen en van de noodzaak en politieke bereidheid om hierop (stimulerings)beleid te voeren. Deze ontwikkelingen zijn voor een dergelijke lange termijn lastig te voorspellen. Een bijkomende onzekerheid betreft de vraag of de grenzen van het technische ontwerp van het huidige net op zee, met een maximum transportcapaciteit van 700 MW per wisselstroomplatform en 2 GW per gelijkstroomplatform en een spanningsniveau van 66 kilovolt voor de aansluitverbindingen, toereikend zijn voor toekomstige windparken. Gezien de snelle technische ontwikkeling van windenergie op zee is het denkbaar dat het bij de dan heersende stand der techniek toch slimmer is om het net op zee geheel te vernieuwen, dan wel om de opgewekte energie op niet-elektrische wijze naar het vasteland te transporteren.

5.2.1 Aansluiten bij de levensduur en vergunningsduur van windparken op zee

Tot medio jaren ’10 van deze eeuw was de verwachte levensduur van een windpark op zee veelal 20 jaar. Deze komt voort uit de door de fabrikanten gecertificeerde levensduur van windturbines, die de windparkontwikkelaars gebruiken in hun business case. Met een economische levensduur van 20 jaar was ook rekening gehouden bij de bepaling van de maximumbedragen voor de tenderprocedure met subsidie[53]. Daarbij werd aangenomen dat de vergunninghouders van de windparken na het verstrijken van de SDE+ subsidietermijn van 15 jaar hun windparken nog voor 5 jaar laten produceren. De ontwikkelingen in windenergie op zee gaan snel, waarbij er een duidelijke tendens is naar een steeds langere levensduur voor windparken op zee. Zo bedraagt de gecertificeerde levensduur van de nieuwste generatie windturbines in veel gevallen 25 jaar[54] en zijn er windparken op zee die na 20 jaar nog steeds in gebruik zijn[55].

[51] De ACM beoordeelt daarnaast de efficiëntie van de investeringen van TenneT en bepaalt de doorvertaling van die investeringen in de kosten die TenneT mag doorberekenen in de gereguleerde tariefinkomsten. Die kosten bevatten naast een redelijk rendement op de investeringen ook de afschrijvingen en kosten voor onderhoud en beheer.
[52] Methodebesluit Netbeheerder van het Net op Zee 2022-2026; Besluit van de Autoriteit Consument en Markt als bedoeld in artikel 42b, eerste lid, van de Elektriciteitswet 1998. 16 september 2021.
[53] Kamerstuk 33 561, nr. 19.
[54] Een voorbeeld hiervan is de MHI Vestas V164-10.0MW. Zie https://www.mhivestasoffshore.com/innovations/
[55] Het eerste offshore windpark ter wereld Vindeby (Denemarken) werd in 1991 in gebruik genomen en is in september 2017 buiten gebruik gesteld.

Artikel 15 van de Wet windenergie op zee bepaalt dat het tijdvak waarvoor de vergunning geldt passend is bij de te verwachten levensduur van een windpark en het specifieke gebied waarop de vergunning betrekking heeft. De kavelbesluiten bepalen de daadwerkelijke vergunningsduur, die de periodes van realisatie, exploitatie en verwijdering van het windpark omvat. In de vergunningen wordt daarbij uitgegaan van:

- Een termijn van maximaal 5 jaar voor de realisatie van het windpark vanaf het moment van onherroepelijk worden van de vergunning.
- Een exploitatietermijn die kan starten vanaf jaar 3 en kan duren tot en met het voorlaatste jaar van de vergunningsduur.
- Een verwijderingstermijn die kan starten vanaf het zesde jaar voor het einde van de vergunningsduur en kan duren tot en met het laatste jaar van de vergunningsduur.

Dit betekent doorgaans in de praktijk dat de exploitatietermijn van een windpark op zee circa vijf jaar korter is dan de maximale vergunningsduur, maar minimaal drie jaar korter. Voor de kavels in de windenergiegebieden *Borssele*, *Hollandse Kust (zuid)* en *Hollandse Kust (noord)* zijn vergunningen afgegeven voor een duur van maximaal 30 jaar. Daarmee bedraagt de minimale levensduur van het net op zee voor deze windenergiegebieden in eerste instantie 27 jaar.

5.2.2 Langere vergunningsduur van windparken op zee

Met het in werking treden van de gewijzigde Wet windenergie op zee op 29 oktober 2021 is het bovenvermelde artikel 15 aangepast, waarbij de maximale vergunningsduur voor windparken op zee is aangepast van 30 jaar naar 40 jaar. Daarbij is het mogelijk voor vergunninghouders van windparken, waarvoor een vergunning met een looptijd korter dan 40 jaar al is afgegeven, om verlenging van de vergunning aan te vragen.

Een langere vergunningsduur voor windparken op zee betekent dat ook de levensduur van het net op zee langer moet zijn. Daarbij moet onderscheid gemaakt worden tussen nog te vergunnen windparken onder de gewijzigde Wet windenergie op zee en reeds onder deze wet vergunde windparken:

- Voor de delen van het net op zee ten behoeve van nog te vergunnen windparken onder de gewijzigde Wet windenergie op zee geldt dat deze in een vroegtijdig stadium (ontwerpfase) geschikt te maken waren voor een langere levensduur. Nadat het wetsvoorstel aan de Tweede Kamer was aangeboden (november 2018) heeft dit ontwikkelkader aangegeven dat voor (delen van) het net op zee een afwijkende levensduur kan worden vastgelegd met het oog op een eventuele verlenging van de vergunningsduur van de windparken tot maximaal 40 jaar (ontwikkelkader, versie november 2019). Dit is in het ontwikkelkader van mei 2020 verder aangescherpt door van TenneT te verlangen zoveel mogelijk op een efficiënte manier rekening te houden met een mogelijke levensduurverlenging van maximaal 10 jaar.
- Voor de reeds vergunde windparken zijn de betreffende delen van het net op zee al in gebruik of bevinden zich een in verre fase van realisatie. Voor deze delen van het net op zee is het lastiger om een langere levensduur te bewerkstelligen omdat aanpassingen in de ontwerpfase immers niet meer mogelijk zijn. Een langere levensduur is alleen te bereiken door de onderhouds- en vervangingsstrategie aan te passen. Bij de consulatie van de bovengenoemde wijziging van de Wet windenergie op zee heeft TenneT aangegeven de levensduur van het net op zee voor de reeds vergunde windparken kostenefficiënt met enkele jaren te kunnen verlengen. Daarbij geldt dat hoe eerder partijen (zowel de vergunninghouder van het windpark als TenneT) weet wat de uiteindelijke levensduur zal zijn, hoe kostenefficiënter het onderhoudsregime kan worden ingericht. Verlenging van de vergunning kan vanaf zeven jaar na het afgeven van de oorspronkelijke vergunning worden aangevraagd. Voor het toekennen van de verlenging zullen volgens artikel 3, derde lid van de Wet windenergie op zee vastgestelde criteria worden meegewogen, waaronder het belang

van een doelmatige aansluiting van een windpark op een aansluitpunt. Dus ook de (on)mogelijkheden van het langer beschikbaar houden van het net op zee en de daarmee samenhangende kosten worden meegewogen voordat een verlenging wordt toegekend. Uitgaande van de signalen ten tijde van de consultatie over de technische levensduur van de reeds vergunde windparken en de daarbij horende netten op zee, lijkt een verlenging van de volledige 10 jaar niet op voorhand in alle gevallen de beste optie. Het kan goed zijn dat een kortere verlenging beter aansluit bij de technische levensduur van de windparken en ertoe leidt dat TenneT beter in staat is de levensduur van het net op zee op een kostenefficiënte wijze te verlengen. Uiteindelijk zal daarom per verlengingsaanvraag de afweging moeten worden gemaakt welke verlengingstermijn, gelet op alle belangen, passend is.

5.2.3 Vereisten aan de levensduur van het net op zee

Gelet op bovenstaande bepaalt dit ontwikkelkader dat voor de windparken waarvoor een vergunning wordt afgegeven onder de gewijzigde Wet windenergie op zee, om te beginnen voor de toekomstige windparken in *Hollandse Kust (west)*, dat de minimale levensduur van het net op zee 37 jaar bedraagt.
Voor de windparken in de windenergiegebieden *Borssele*, *Hollandse Kust (zuid)* en *Hollandse Kust (noord)* bepaalt dit ontwikkelkader dat TenneT zoveel mogelijk op een efficiënte manier rekening houdt met een mogelijke levensduurverlenging. De precieze omvang daarvan zal nader worden bepaald zodra een aanvraag voor verlenging van de vergunning voor het op het betreffende deel van het net op zee is ingediend.

Specifiek voor het aanleggen van een hybride verbindingen (de in paragraaf 3.9 genoemde combinatie van een verbinding voor aansluiting van een windpark en een interconnector) kan het wenselijk zijn om een langere levensduur voor het betreffende deel van het net op zee af te spreken. Zodra besluitvorming over een hybride verbinding heeft plaatsgevonden zullen eventuele gevolgen voor de vereiste levensduur van het net op zee in dit ontwikkelkader worden vastgelegd.

Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Ontwikkelkader windenergie op zee
Ministerie van
Economische Zaken en
Klimaat
Directoraat-generaal
Klimaat en Energie
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Definitief
Vastgesteld in de Ministerraad van 10 juni 2022.