

Factsheet | Opwek: wind op zee

Opwek

- Zonnepanelen (zon-pv)
- Wind op land
- **Wind op zee**
- Kernenergie incl. SMR en thorium
- Biomassa
- Groengas
- (Rest)warmte
- Geothermie
- Alternatieve duurzame bronnen
(o.a. witte waterstof, ijzerpoeder, energie uit (zee)water)
- Fossiele bronnen



Algemeen: wat is het?

Wind op zee verwijst naar windturbines die op zee worden geplaatst om hernieuwbare elektriciteit op te wekken. Op zee is er meer wind dan op land, waardoor het rendement op zee hoger is dan op land. Echter zijn de kosten van wind op zee wel hoger, doordat het technisch complexer is om wind op zee te realiseren en te onderhouden. In Nederland hebben we al veel ervaring met wind op zee en in de komende jaren komt er nog veel meer wind op zee bij. Ook in Groningen zal er steeds meer wind-op-zee-elektriciteit aanlanden ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)).

Kenmerken

- **Bijdrage aan doelstelling RES:** ja.
 - **Bijdrage aan CO₂-reductie 2050:** ja.
 - **Technische realisatie voor 2030:** zeker te realiseren.
 - **Doorlooptijd projectontwikkeling:**
 - voorbereiding en aanleg netaansluiting: 8-10 jaar;
 - bouw (vanaf vergunningverlening): 5 jaar.([Wind op zee, Rijksoverheid](#))
 - **Productiekosten:** € 30-50 per MWh ([CE Delft, 2023](#)).
 - **Ruimtelijke impact:** in 2050 wordt gericht op 70 GW wind op zee ([Nationaal plan energiesysteem, Rijksoverheid](#)). Hiervoor is ruim circa 13,4% van het Nederlandse deel van de Noordzee nodig. Hierbij wordt uitgegaan van 10 MW per km². Als de ruimte tussen de windparken voor andere doeleinden zou kunnen worden benut, is maar 0,3% van de Nederlandse Noordzee nodig. Dit is inclusief de turbines, platforms van het net op zee en veiligheidszones ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)).
 - **Levensduur:** vergunning maximaal 40 jaar. ([Wind op zee, Rijksoverheid](#))
 - **SDE+++subsidie:** nee, er is al enkele jaren geen subsidie meer nodig voor wind op zee ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)).
- ([Factsheet Elektriciteit NP RES, 2023](#))

Toepassing

Duurzame elektriciteitsopwekking: wind op zee draagt aanzienlijk bij aan de elektriciteitsbehoefte van huishoudens en industrieën. De wind op zee is vaak sterker en constanter dan op land, wat leidt tot een hogere energieopbrengst.

Vermindering CO₂-uitstoot: door gebruik te maken van windenergie in plaats van fossiele brandstoffen, wordt de uitstoot van broeikasgassen verminderd, wat bijdraagt aan de strijd tegen klimaatverandering.

Productie van waterstof: wind-op-zee-elektriciteit zal gedeeltelijk worden omgezet in waterstof met elektrolyzers. Elektrolyzers kunnen bij aanlandingslocaties op land staan, maar ook op platforms op zee. In het Programma Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2031-2040 (VAWOZ) ([RVO, 2023](#)) wordt onderzocht hoe dit het beste kan.

Specifieke punten

Elektriciteit of waterstof: met windturbines op zee wordt veel elektriciteit opgewekt. Deze kan op twee manieren aan land worden gebracht. Ofwel kan het via een zware elektriciteitskabel naar land worden getransporteerd, of kan de elektriciteit worden omgezet in waterstof met elektrolyzers. Deze elektrolyzers kunnen zowel op land als op zee staan. In het Programma Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2031-2040 (VAWOZ) ([RVO, 2023](#)) wordt onderzocht hoe dit het beste kan.

Huidige stand van zaken Groningen

In Groningen landt wind-op-zee-elektriciteit van twee windparken aan in de Eemshaven. Slechts een gedeelte hiervan is al operationeel: 600 MW van de 2.700 MW ([Noordzeeloket](#)).

In het Programma Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2031-2040 (VAWOZ) ([RVO, 2023](#)) wordt onderzocht hoeveel wind-op-zee-elektriciteit waar gaat aanlanden. Dit is een lopend programma.

Betaalbaarheid

Productiekosten in €/MWh: dit zijn de kosten voor de productie van 1 MWh elektriciteit over de gehele levensduur van de installatie. Dus totale kosten (€)/totale productie (MWh).

Productiekosten: € 30-50 per MWh ([CE Delft, 2023](#)).

Kostendaling: wind op zee is momenteel de goedkoopste hernieuwbare energiebron in Nederland. De kosten van windparken op zee zijn de afgelopen jaren enorm gedaald. Betaalde de Rijksoverheid eerder nog subsidie voor de eerste windparken, inmiddels is dat al jaren niet meer nodig. De verwachting is dat de kostprijs voor wind op zee nog verder gaat dalen ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)).

Betrouwbaarheid

Bewezen techniek: wind op zee is een bewezen techniek en wordt al op grote schaal toegepast. De expertise voor maritieme infrastructuur en installatie zit in Nederland.

Effecten op natuur en milieu: windparken hebben gevolgen voor de natuur in het Noordzeegebied. Zo is er risico voor vogels op aanvaringen met de wieken, wat tot sterfte kan leiden. De bouw van windturbines kan voor zoogdieren en vissen overlast veroorzaken ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)). Het Wind op zee ecologisch programma ([Wozep, Noordzeeloket](#)) onderzoekt de ecologische effecten en gevolgen van wind op zee.

Bestendigheid

Levensduur: de levensduur van een windturbine op zee is 25-30 jaar ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)).

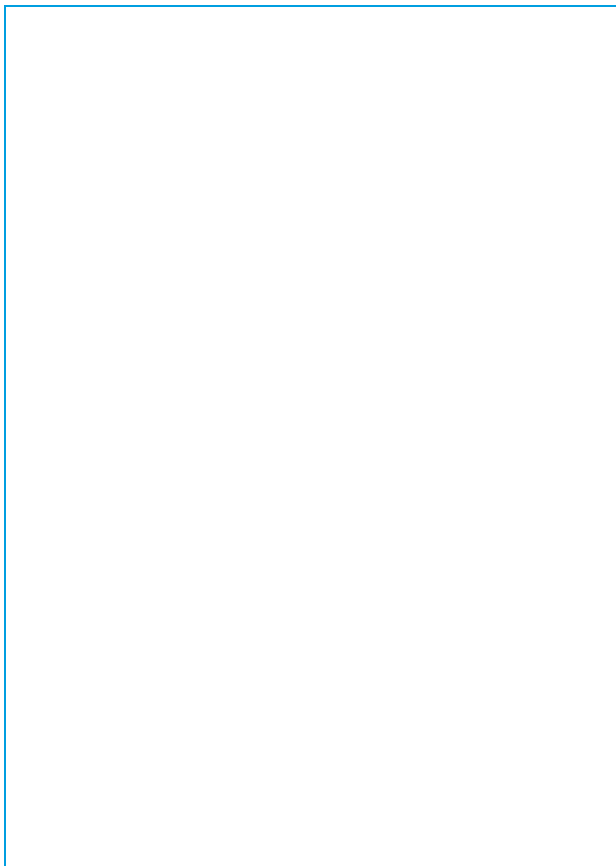
Onderzoek naar nadelige effecten: momenteel vinden er onderzoeken plaats naar de nadelige effecten van wind op zee. Zo kan het negatieve gevolgen hebben voor vissen, zoogdieren en vogels ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)).

Recycling: momenteel wordt het overgrote gedeelte van windturbines al gerecycled (85-90%). Dit zijn de mast, generator, en elektronica. De overige 10-15% bestaat uit de wieken, gemaakt van epoxy. Momenteel worden deze aan het einde van hun leven verbrand, echter zouden deze door innovaties in de toekomst gerecycled kunnen worden ([Wise](#)).

Zeldzame metalen: zeldzame metalen zijn onderdeel van windturbines. Een aantal voorbeelden zijn: neodymium, praseodymium, dysprosium, tellurium en boron ([Metabolic, 2025](#)). Vanwege de toename van windturbines in de wereld, neemt de druk op deze zeldzame metalen toe. Dit is een belangrijk aandachtspunt met betrekking tot toekomstbestendigheid.

Beschikbaarheid

Hierna volgt de routekaart voor wind op zee ([Wind op zee, Rijksoverheid](#)). Waar de kavels zijn ingekleurd, staan al windturbines. Zoals is te zien op deze kaart, is er nog veel kaveloppervlakte beschikbaar voor de ontwikkeling van wind op zee.



Ruimtelijke effecten

Afgelegen locaties: windparken op zee kunnen ver van de kust worden gebouwd, waar ze minder hinder veroorzaken voor mensen. Dit betekent ook minder conflicten over grondgebruik, zoals landbouwgrond of bebouwde gebieden. Omdat offshore windparken vaak ver van de kust worden geplaatst, hebben ze een minder storende visuele impact in vergelijking met windparken op land. Ecologische effecten worden onderzocht in het Wind op zee ecologisch programma ([Wozep, Noordzeeloket](#)).

Overig

N.v.t.

Colofon

Delft, CE Delft, februari 2025

Deze publicatie is geschreven door:

Charley Bakker

Frans Rooijers

Joeri Vendrik

Marieke Nauta

Publicatienummer: 25.240321.003-19

Opdrachtgever: Provincie Groningen

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.