

Factsheet | Opwek niche: zon op water

Opwek niche

- Zon op water
- Getijdenenergie
- Witte waterstof



Bron: [ZonHub](#).

Algemeen: wat is het?

Hoewel de ontwikkeling van zon-pv op land en op dak al een aantal decennia bezig is, staat de ontwikkeling van zon op water nog in de kinderschoenen. Hoewel in principe dezelfde technologie toegepast kan worden, kent de implementatie van zon-pv op water nieuwe uitdagingen, zoals weerstand tegen (golf)krachten en vuil (zoals zout, algen, vogelpoep en zand), bekabeling en de ecologische impact. Op zee is de uitdaging van het effect van golven vanzelfsprekend een stuk groter dan op binnenlands water. Mogelijke voordelen van zon op water ten opzichte van zon op land, zijn: meer vollasturen door minder schaduw en minder conflicterende belangen voor ruimtegebruik. Specifiek voor zon op zee geldt bovendien dat er vermoedelijk minder bezwaren zijn met oog op landschapsvervuiling ([NEMO Kennislink](#)).

Op dit moment is de ontwikkeling van zon op water in de demonstratiefase: er is een handvol partijen bezig met pilots. Verschillende designs worden getest, zowel rigide als flexibele zonnepanelen en zowel zonnepanelen die direct op het water liggen als die er een paar meter boven uitsteken. TNO is als kennisinstituut nauw betrokken bij de ontwikkelingen van zon op water.

Kenmerken

- **Bijdrage aan doelstelling RES:** nee, geen onderdeel van doelstelling RES.
- **Bijdrage aan CO₂-reductie 2050:** mogelijk.
- **Technische realisatie voor 2030:** beperkt.
- **Doorlooptijd projectontwikkeling:** onzeker.
- **Productiekosten:** € 77-99/MWh ([SDE++ Eindadvies basisbedragen 2024](#)).
- **Ruimtelijke impact¹:** ([Ritche, 2022](#))
 - 13 m²/MWh. Hier kan echter sprake zijn van meervoudig ruimtegebruik, bijvoorbeeld door zonnepanelen tussen windturbines op water te plaatsen.
- **Levensduur:** onzeker, maar SDE++ gaat uit van 20 jaar ([SDE++ Eindadvies basisbedragen 2024](#)).
- **SDE++-subsidie:** ja.

Toepassing

Hernieuwbare opwek: wind op land draagt bij aan de productie hernieuwbare energie. Voor een betrouwbaar energiesysteem zijn verschillende energiebronnen nodig. Zon-pv is daar onderdeel van.

Aansluiting op elektriciteitsnet: is afhankelijk van de grootte van de zon-pv-installatie. Kleine installaties worden op lage netspanning aangesloten, grote zonneparken worden op hogere netniveaus aangesloten. Een voordeel van zonneparken integreren tussen windturbines op zee is dat de opwekprofielen deels complementair zijn en daardoor efficiënter gebruik kan worden gemaakt van bekabeling.

¹ Landgebruik is gebaseerd op gehele levenscyclus. Dit houdt in dat het niet alleen de oppervlakte meetelt voor de energieproductie, maar ook voor de benodigde mijnen, brandstofgebruik, ontmanteling en einde-leven-afvalverwerking. Bij zon op dak wordt de dakoppervlakte niet meegeteld, aangezien dit meervoudig ruimtegebruik is.

Specifieke punten

Onregelmatige opwek: met zonneprojecten wordt vooral in de zomer veel elektriciteit opgewekt. In de overige seizoenen zijn ook andere energiebronnen nodig. Vanwege dit opwekprofiel (alleen wanneer de zon schijnt) van zonnepanelen is het matchen tussen vraag en aanbod een aandachtspunt ([Factsheet Elektriciteit NP RES, 2023](#)).

Betaalbaarheid

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

Productiekosten: € 77-99/MWh ([SDE++ Eindadvies basisbedragen 2024](#)).

Hoge investeringskosten: de initiële investering is het grootste gedeelte van de kosten. Daarna zijn de operationele kosten relatief laag, onder andere vanwege weinig onderhoud. Wel zijn de operationele kosten hoger dan bij zon-pv op land.

Dalende kosten: de kostprijs van pv-panelen zijn de afgelopen jaren sterk gedaald en dalen naar verwachting nog steeds.

Huidige stand van zaken Groningen

Is Groningen is er een [drijvend zonnepark in Sellingerbeetse](#). Dit zonnepark bestaat uit 76.616 zonnepanelen met een totale geïnstalleerde capaciteit van 41,4 MWp.

Betrouwbaarheid

Omvormers uitschakelen: als het te druk wordt op het net, kan niet alle stroom goed worden verwerkt. De spanning gaat dan omhoog. Als deze te hoog is (boven 253 volt ([Enexis](#))), schakelt een omvormer van zonnepanelen zichzelf uit. Omvormers zijn zo ingesteld dat ze automatisch uit voorzorg boven een bepaalde spanning uitvallen. Dit is wettelijk geregeld en staat beschreven in de normen over waar een omvormer aan moet voldoen. Zakt de spanning weer naar een normaal niveau? Dan schakelt de omvormer (meestal) vanzelf weer in en leveren de zonnepanelen weer stroom.

Geen bewegende onderdelen: zonnepanelen hebben geen bewegende onderdelen. Hierdoor zijn ze onderhoudsarm en betrouwbaar, mits ze op de juiste manier geïnstalleerd zijn.

Brandrisico: zonnepanelen kunnen brand vatten. De belangrijkste oorzaken zijn: ondeugdelijke verbindingen en installatiefouten ([TNO, 2019](#)). Het is daarom van essentieel belang om een installatie altijd te laten uitvoeren door een professionele installateur.

Bestendigheid

Levensduur: zon-pv panelen hebben een lange levensduur van ongeveer 25 tot 30 jaar ([Monitor zon-pv 2024](#)). Bij toepassing op water (en zeker op zee) is er wel de uitdaging van mechanische stress door golven.

Recycling van zonnepanelen: Nederland heeft als doel om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben. Het is mede daarom van belang dat de panelen op een duurzame manier worden geproduceerd, verzameld en verwerkt. Op dit moment wordt al het zon-pv-afval mechanisch versnipperd. Voordat de zonnepanelen versnipperd worden, wordt het aluminium frame, de koperen kabels en aansluitdoos handmatig verwijderd. De versnipperde materialen worden gebruikt als onderdeel van een basislaag voor wegen. Andere vormen van verwerking waarbij meer materialen worden teruggewonnen, zijn nog in de pilotfase ([Monitor zon-pv 2024](#)).

Voldoende grondstoffen: er worden verschillende schaarse en zeldzame metalen gebruikt in zonnepanelen. Dit zijn met name zilver, indium en selenium. Deze grondstoffen zijn

Beschikbaarheid

Productie in China: de wereldwijde productie van zon-pv-panelen vindt voornamelijk plaats in China, bijna 85%. China beheerst een groot gedeelte van de keten, van winning van grondstoffen tot assemblage. Er zijn alternatieven in Europa en de rest van de wereld, echter blijven Chinese panelen de wereldmarkt beheersen door de combinatie van lage kosten en goede technologie.

Beperking door netcongestie: netcongestie wordt veroorzaakt door zowel toenemende elektriciteitsvraag als ook meer hernieuwbare opwek, bijvoorbeeld door zon-pv. De exponentiële toename van zon-pv leidt in sommige gebieden tot overbelasting van elektriciteitsstations, waardoor netverzwaringen nodig zijn. Hierdoor kan tijdelijk geen nieuwe zon-pv worden aangesloten.

Grondstoffen: zonnepanelen bestaan uit verschillende materialen. Op massabasis bestaat het grootste gedeelte uit glas en aluminium. Het fotonvoltaïsche gedeelte (zonnecellen) wordt gemaakt uit silicium, wat overvloedig aanwezig is in de aardkorst. Daarnaast zijn er nog overige materialen die

schaarser en zeldzamer dan bijvoorbeeld ijzer. Vaak worden deze grondstoffen op een beperkt aantal locaties in de wereld gewonnen ([Metabolic](#)).

Productieketen in China: circa [85%](#) van de wereldwijde zonnepanelen productie vindt plaats in China. Na grote investeringen in 2023, zal China deze koppositie naar verwachting behouden de komende jaren ([WoodMackenzie, 2023](#)). Nederland was in 2022 de grootste importeur van Chinese zonnepanelen ter wereld ([CBS, 2023](#)). Hiermee is onze afhankelijkheid van China groot.

worden gebruik in zonnepanelen. In de [Monitor zon-pv 2024](#) wordt hier verder op ingegaan.

Ruimtelijke effecten

Voorkeurslocaties: op dit moment is de verwachting dat bij zon op zee van minder landschapsvervuiling sprake is dan bij zon op binnenwateren.

Overig

Onderdeel van een divers energiesysteem: elektriciteit uit zon-pv is onderdeel van een divers hernieuwbaar energiesysteem. Door verschillende energie-opwektechnieken met opslag en conversie te combineren, ontstaat een robuust en betrouwbaar energiesysteem die op ieder moment de samenleving van voldoende energie kan voorzien.

Colofon

Delft, CE Delft, februari 2025

Deze publicatie is geschreven door:

Charley Bakker

Frans Rooijers

Joeri Vendrik

Marieke Nauta

Publicatienummer: 25.240321.003-26

Opdrachtgever: Provincie Groningen

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

© copyright, CE Delft, Delft

Bronnen

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.