

Notitie

## **Drijvende zonneparken**

Vissen, sportvisserij en ecologie



# Statuspagina

Titel	Notitie. Drijvende zonneparken. Vissen, sportvisserij en ecologie
Opdrachtgever	Sportvisserij Nederland Postbus 162 3720 AD BILTHOVEN
Telefoon	030-605 84 00
Telefax	030-603 98 74
E-mail	info@sportvisserij nederland.nl
Homepage	www.sportvisserij nederland.nl
Auteur(s)	W.A.M. van Emmerik
E-mailadres	emmerik@sportvisserij nederland.nl
Aantal pagina's	26
Trefwoorden	drijvende zonneparken, zonnepanelen, sportvisserij, vissen, ecologie
Foto voorzijde	Drijvend zonnepark in Californië (aangepast), <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Farniente2.jpg#filelinks">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Farniente2.jpg#filelinks</a>
Versie	Definitief
Projectnummer	AV2018-018
Datum	7 maart 2019

Bibliografische referentie: W.A.M. van Emmerik, 2019. Notitie. Drijvende zonneparken. Vissen, sportvisserij en ecologie. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

© Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder en de opdrachtgever.

Sportvisserij Nederland is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede schade welke voortvloeit uit toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Sportvisserij Nederland.

---

---

# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	4
1 Inleiding.....	6
2 Achtergrondinformatie drijvende zonneparken .....	7
3 Mogelijke effecten op waterkwaliteit en ecologie.....	11
4 Mogelijke effecten op vissen en sportvisserij .....	15
5 Aanbevelingen .....	17
Begrippenlijst .....	18
Geraadpleegde literatuur.....	19
Bijlagen .....	21

## Samenvatting

Naast zonneparken op het land, gebouwen en infrastructuur vormen drijvende zonneparken onderdeel van de nationale ambitie voor de energietransitie. Voor wat betreft de binnenwateren is het streven is om voor 2050 landelijk op een oppervlak van 4% van deze wateren drijvende zonneparken aan te leggen (13.300 ha). Hiervoor kunnen geschikt zijn: irrigatiebekkens, baggerdepots, bassins bij zuiveringsinstallaties maar ook zandwinplassen en grote meren.

Er is tot nu toe nauwelijks of geen praktijkonderzoek gedaan aan de effecten van drijvende zonneparken op de aquatische ecologie, vissen en visserij. Voor Nederland heeft instituut Deltares een bureaustudie gedaan naar de effecten op de waterkwaliteit en ecologie. Hieruit komt naar voren dat er effecten kunnen zijn op (onder meer) de ontwikkeling van waterplanten en algen, de watertemperatuur en stratificatie van diepe wateren, de voedselrijkdom en het type waterbodembodem, de zuurstofconcentratie en de kans op zuurstofloosheid van de bodem.

Hoe dit precies uitwerkt is afhankelijk van (onder meer) het percentage bedekking van het water met zonnepanelen en de diepte en grootte van het water. Er is een analysetool gemaakt waarmee men inzicht kan verkrijgen in de effecten van een drijvend zonnepark op een water. Uit de genoemde studie komt naar voren dat 10% bedekking met zonnepanelen waarschijnlijk weinig effect heeft en 90% waarschijnlijk veel. De meeste verschillen met de oorspronkelijke situatie treden op bij een bedekking van 50% of meer, maar zal per situatie kunnen verschillen.

Mogelijk negatieve effecten van drijvende zonneparken voor het waterleven, waaronder vissen en de sportvisserij kunnen zijn:

- bij een hoog percentage bedekking van het wateroppervlak kan een drijvend zonnepark negatieve effecten hebben op de visstand (bij verminderde lichtinval, verminderde ontwikkeling van waterplanten/-algen en in dieper water effecten op stratificatie);
- bij het schoonmaken/stofvrij houden van zonnepanelen kunnen stoffen in het water lekken; bij beschadiging van zonnepanelen kunnen verontreinigingen zoals zware metalen in het water terechtkomen. Beide kunnen nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit en het ecosysteem;
- bemoeilijking van het onderhoud van het water;
- afname van de bevisbaarheid van een water;
- mogelijke oplegging van beperkingen van de sportvisserij of opzeggen toestemming.

Ook zijn er een aantal kansen dan wel compensatiemogelijkheden bij de aanleg van drijvende zonneparken:

- onderwaterstructuren van drijvende zonneparken kunnen schuilplaatsen voor vissen leveren;
- onderwaterstructuren van zonnepanelen kunnen door aangroei met algen en andere organismen voedsel opleveren voor onder meer

vissen; uitbreiding van die onderwaterstructuren kan ook een positieve uitwerking hebben.

- zonne-energie kan onder meer worden toegepast voor het aandrijven van mengpompinstallaties die stratificatie, zuurstofloosheid op de bodem en vissterfte kunnen tegengaan;
- minder goed bereikbare wateren kunnen door de aanleg van constructies voor de drijvende zonnepanelen zoals steigers beter toegankelijk kunnen voor sportvissers.
- bij de aanleg van een drijvend zonnepark kan worden tegemoetgekomen aan de sportvisserij door het vrijhouden van een deel van de oevers;
- bij verslechtering van de bevisbaarheid en/of de visstand kan de beherende instantie als compensatie mogelijk een alternatief viswater bieden.

Het wordt aanbevolen om bij de plannen voor een drijvend zonnepark om in een vroeg stadium in overleg te treden met de beslissende partij over de vraag hoe de sportvisserijmogelijkheden behouden kunnen blijven en hoe een achteruitgang van de visstand en de ecologie kan worden voorkomen. Zo mogelijk kan hierbij de samenwerking worden gezocht met andere belanghebbende partners, zoals watersport, beroepvisserij en natuurorganisaties.

Er is nog weinig bekend is over de effecten van drijvende zonneparken op hun omgeving, behalve dat er bij onderhoud en beschadiging risico's zijn van toxische stoffen die in het water lekken.

Daarom is het belangrijk eerst onderzoek uit te voeren en de waterkwaliteit en de effecten van drijvende zonneparken op het ecosysteem inclusief vis en de visserij te monitoren. Zo lang niet bekend is wat de effecten zijn dient men het vanuit het voorzorgsprincipe terughoudend te zijn om de techniek op grote schaal uit te rollen.

# 1 Inleiding

Aanleiding voor deze bureaustudie vormen de plannen om grootschalige drijvende zonneparken aan te leggen op oppervlaktewateren waar het visrecht verhuurd is aan de sportvisserij en waar vele sportvissers hun hobby uitoefenen. Hierbij zal een aanzienlijk deel van het oppervlak van het water bedekt worden door een PV-systeem (PV- photovoltaic of fotovoltaïsch systeem). De sportvisserij maakt zich zorgen over mogelijke effecten op de aanwezige visstand en de mogelijkheden om de sportvisserij te kunnen blijven uitoefenen.

Naar aanleiding hiervan is verzocht of Sportvisserij Nederland aan de hand van een aantal vragen de bestaande feiten op een rij kan zetten:

## Onderzoeksvragen

- Wat zijn drijvende zonneparken en hoe zijn de ontwikkelingen op het gebied van deze technologie?
- Wat is het beleid en welke concrete plannen zijn er voor de aanleg van drijvende zonneparken?
- Wat is uit onderzoek bekend over de (mogelijke) effecten van drijvende zonnepanelen op vissen en ecologie (in theorie, modelmatig, in de praktijk)?
- Wat zijn mogelijke bedreigingen en kansen voor het uitoefenen van de sportvisserij?

## Aanpak

Er is gezocht op literatuur en andere informatie met de volgende zoeksystemen en trefwoorden.

Zoeksystemen: Google scholar, ASFA, ResearchGate, Google, Adlib

Trefwoorden: combinaties van (o.a.) in het Engels: solar panel\*/ photovoltaic/PV-system\*/solar park/solar cells, fish\*, float\*, effect\*/ impact\*, ecology/environment\*, pollution/leaching, fish injury/mortality. Nederlands: drijvend\* zonneparken/ zonnevelden/ zonnepanelen, vissen, ecologie.

## Werkwijze en opbouw rapport

- Achtergrondinformatie verzamelen over drijvende zonneparken, het beleid en de ontwikkelingen in Nederland. De resultaten hiervan zijn opgenomen in hoofdstuk 2.
- Search op (wetenschappelijk) onderzoek naar effecten van drijvende zonneparken op vissen, ecologie en andere (gebruiks)functies van wateren. Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 3.
- Inventariseren (mogelijke) knelpunten en kansen met de uitoefening van de sportvisserij? Dit komt aan de orde in hoofdstuk 4. Een inventarisatie van aangelegde en geplande drijvende zonneparken in Nederland is opgenomen in bijlage III.
- In hoofdstuk 5 wordt afgesloten met een tweetal aanbevelingen.

## 2 Achtergrondinformatie drijvende zonneparken

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ambities en plannen van Nederland ten aanzien van drijvende zonneparken.

### Energietransitie Nederland: doelen en scenario 2050

Volgend op het klimaatakkoord van Parijs en landelijk beleid zijn er doelen opgesteld voor de energietransitie in Nederland. In 2050 moet er 80% CO<sub>2</sub> reductie zijn behaald. Zonne-energie zou hier een substantieel aandeel in moeten hebben, tot 25-30%, ofwel een vermogen van 230 GWp.

Hiervoor wordt gezocht in verschillende toepassingsrichtingen: zowel op het land, op gebouwen en infrastructuur en op het water.

In Tabel 2.1 is het scenario voor 2050 voor deze toepassingsrichtingen weergegeven (Folkerts et al. 2017). Hierin is zichtbaar dat voorzien wordt dat 4% van het binnenwater bedekt zal worden door drijvende zonneparken (ofwel 13.300 ha).

Tabel 2.1

### Scenario PV vermogen voor 2050 (bron: Folkerts et al. 2017) (GWp= vermogen van een PV-installatie uitgedrukt in gigawattpiek).

Type zonneparken	Vermogen in GWp	% v/h oppervlak bedekt	ha
PV parken op land (agrarisch terrein)	45	1,5	32.500
PV gebouwen woon + bedrijf	90	20	51.600
PV infra (wegen, stortplaatsen, etc.)	33	10	18.400
PV drijvend binnenwater	24	4	13.300
PV drijvend buitenwater (zeearmen)	0	0	0
PV drijvend Noordzee	45	0,4	25.000
PV voer-/vaartuigen	1	19	6.000
Totaal voor Nederland	237	1,4	140.800

In Figuur 2.1 is ook nog eens zichtbaar gemaakt welk aandeel van de bodem en wateroppervlak van Nederland naar verwachting voor de verschillende PV toepassingsrichtingen wordt gebruikt.

### Drijvende zonneparken

Bij drijvende zonneparken gaat om een relatief nieuwe vorm van groot-schalige opwekking van zonnestroom. De belangrijkste motivatie hiervoor is de schaarste aan beschikbaar landoppervlak voor zonneparken. Wateren die geschikt kunnen zijn voor drijvende zonneparken zijn bijvoorbeeld irrigatiebekkens, baggerdepots, zandwinplassen en bassins bij zuiveringsinstallaties. Daarnaast wordt gedacht aan nieuwe gecreëerde drijvende eilanden op grotere meren en/of zonneparken op zee.



**Figuur 2.1** Potentieel gebruik van bodem en wateroppervlak voor zonne-energie in Nederland in 2050. Het geel gemarkeerde deel geeft een indicatie van het voor PV te gebruiken areaal (bron: Folkerts et al. 2017).

### Nationaal Consortium Zon op Water

Het Nationaal Consortium Zon op Water is een initiatief van Rijkswaterstaat en SEAC (SEAC is een samenwerkingsverband van TNO en ECN, en vormt een onderzoekscentrum gericht op systemen en toepassingen van zonne-energie. Via dit platform werken bedrijven, overheden en kennisinstellingen samen in concrete projecten). Het consortium telt meer dan 30 leden. Het idee is dat het benutten van wateroppervlak voor drijvende zonneparken essentieel is voor de Nederlandse energietransitie. Om dit daadwerkelijk te kunnen uitvoeren wordt samengewerkt en kennis gedeeld.

Het platform Nationaal Consortium Zon op Water streeft ernaar:

- Nederland tot een van de leidende landen in de wereld te maken met betrekking tot drijvende zonneparken.
- het kennisniveau in Nederland omtrent drijvende zonneparken tot een hoog niveau te brengen: kennis opbouwen en kennis delen.
- realisatie van drijvende zonneparken in Nederland te stimuleren (doel 2 GWp drijvend in 2023; zie Figuur 2.2).
- de impact van drijvende zonneparken op de omgeving en het milieu te minimaliseren.
- in Nederland voorop te lopen qua innovatie voor drijvende PV-systemen.

(zie <https://www.zonopwater.nl/>)



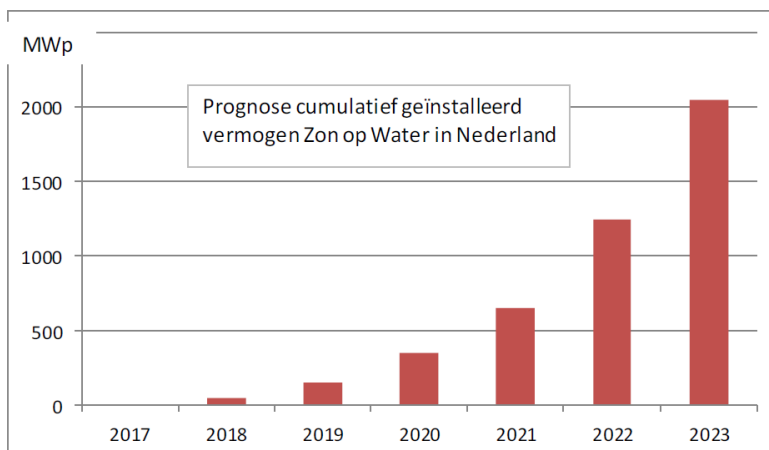
## Missie Nationaal Consortium Zon op Water: “2000 hectare drijvende zonneparken in Nederland in 2023”



### **Redenen om zonneparken op water te willen aanleggen**

Redenen om zonneparken op het water te plaatsen in plaats van op het land zijn:

1. Het wordt gezien als niet gebruikte ruimte, terwijl er op het land gebrek aan ruimte is;
  2. Het kan vaak grootschaliger dan op het land (kostenvoordeel);
  3. Er is minder maatschappelijke weerstand (geen NIMBY (not-in-my-back-yard) effect), zolang het niet strijdig is met andere functies;
  4. Water geeft natuurlijke koeling en energieomzetting is efficiënter bij lagere temperatuur;
  5. Reflectie door het wateroppervlak kan de opbrengst verhogen.
- (Loos et al. 2018; Folkerts et al. 2017)



**Figuur 2.2** Prognose van het cumulatief geïnstalleerd vermogen drijvende PV-parken in Nederland (bron: Folkerts et al. 2017).

### Mogelijkheden en effecten drijvende zonneparken

Voordat drijvende zonneparken in Nederland grootschalig worden uitgerold, is er meer informatie nodig op twee gebieden:

1. Meer duidelijkheid/harmonisatie op het gebied van vergunningen. Hierbij spelen o.a. veiligheid, ecologische aspecten en waterkwaliteit een rol.
2. Technische aspecten zoals:
  - o golf- en windbestendigheid van de drijvende zonneparken.
  - o ontwerp en logistiek;
  - o levensduur en betrouwbaarheid onder vochtige omstandigheden;
  - o ontwerpaspecten met betrekking tot opbrengsten en kosten.(Folkerts et al. 2017)

Met betrekking tot de vergunningen is een studie uitgevoerd door de STOWA (Van de Leemkolk et al. 2018). Door Deltares is een studie uitgevoerd naar de ecologische effecten van PV-systemen op water welke van invloed kunnen zijn op de vergunbaarheid (Loos et al. 2018). De technische aspecten worden onderzocht door RWS in de Slufter (Maasvlakte) waar een uitgebreide veldtest van systeemconcepten wordt uitgevoerd.

### 3 Mogelijke effecten op waterkwaliteit en ecologie

De literatuursearch op internationaal (praktijk)onderzoek naar de effecten van drijvende zonneparken op het ecosysteem, vissen en visserij heeft nauwelijks iets opgeleverd, behalve dat er artikelen over negatieve effecten op vogels zijn (Amerikaanse studies naar grote systemen in de woestijn). Overige literatuur gaat meer over technische aspecten, of gaat slechts kort en globaal in op omgevingsaspecten.

Voor wat betreft de waterkwaliteit: Bij het schoonmaken en/of stofvrij houden van zonnepanelen worden bepaalde middelen gebruikt, die bij uitspoeling negatieve effecten kunnen hebben op de waterkwaliteit (Lovich & Ennen, 2011). Bij beschadiging van panelen (bijvoorbeeld door storm) kunnen stoffen zoals zware metalen (bijvoorbeeld zilver en zink en bij sommige typen panelen ook cadmium) in het water lekken (o.a. Espinosa et al. 2016). Zowel de gebruikte middelen als de stoffen uit de panelen kunnen negatieve effecten hebben op het waterleven.

In Nederland heeft Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat een bureau-studie uitgevoerd naar onder andere de effecten van drijvende zonneparken op de waterkwaliteit en ecologie. (Loos et al. 2018). Dit wordt hieronder samengevat.

Het rapport bestaat uit een kwalitatieve benadering (met stroomdiagrammen) en een kwantitatieve benadering (modelberekeningen met de analysetool Zon op Water). Hieronder wordt ingegaan op beide onderdelen.

#### *Kwalitatieve benadering*

Deze benadering geeft een overzicht van de mogelijke (vaak meervoudige) effecten van drijvende zonneparken op lichtregime, temperatuurregime, zuurstofregime, stromingsregime en habitat. Hierbij wordt gebruik gemaakt van relatieschema's waarin de relaties zijn samengevat.

De verschillende milieufactoren beïnvloeden elkaar waardoor een scala van veranderingen optreedt, dit kan zowel positief als negatief uitwerken op het systeem.

Dit is onder meer afhankelijk van:

- de grootte van het PV-systeem ten opzichte van het totale oppervlak van het water;
- de lichtdoorlatendheid van het systeem;
- het oppervlak en de diepte van het water;
- de eutrofiëringsgraad.

Voor de systeemkenmerken is gekozen voor:

1. Omvang van het watersysteem (1 tot 10.000 ha)
2. Maximumdiepte van het watersysteem (2 tot 25 m)
3. Eutrofiëringsgraad (voedselrijk of matig voedselrijk).
4. Bodemtype (zand of veen).

Voor het PV-systeem is gekeken naar combinaties van:

1. Omvang van het PV-systeem als percentage van de plas (1 tot 90%)
2. Lichtdoorlatendheid van het PV-systeem als geheel (0 tot 25%).

Toestandsvariabelen in het model zijn temperatuur (warmtebalansmodel) en algenbiomassa (blauwalgen, diatomeeën, groenalgen en flagellaten), detritus (in C, N en P), zuurstof, fosfaat, ammonium, nitraat, bodem-materiaal (in C, N en P).

### **Uitkomsten**

Er wordt ingegaan op de ingeschatte effecten van drijvende zonneparken op de verschillende milieufactoren en het ecosysteem.

#### *Een voorbeeld - effecten op licht*

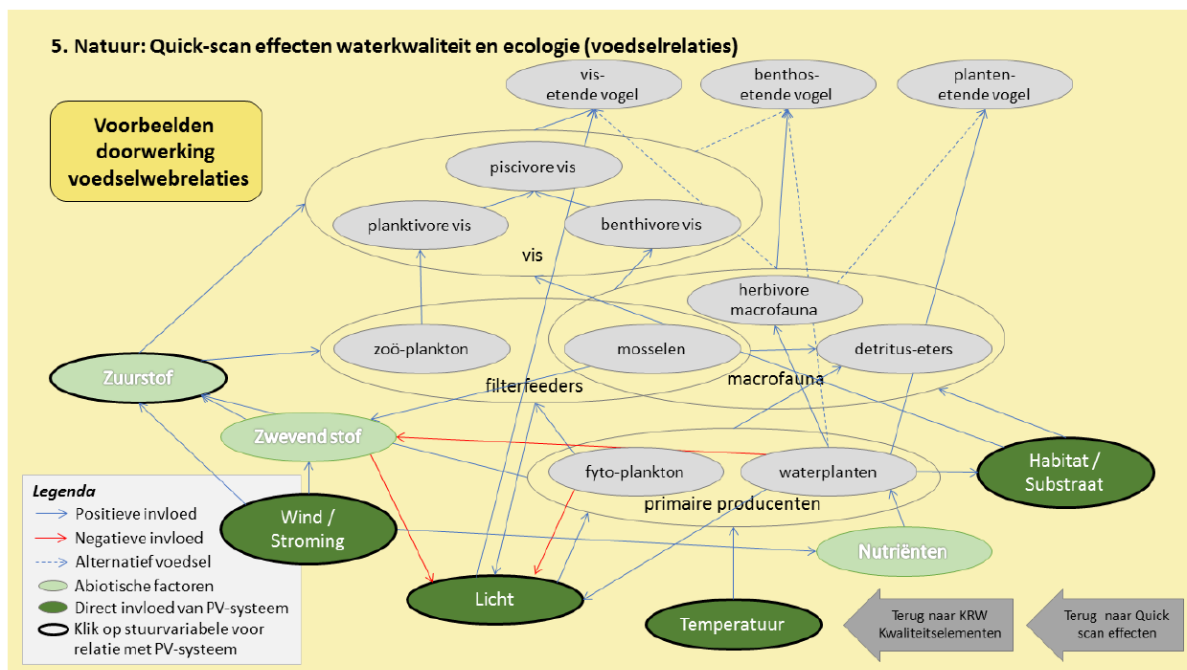
Waar de zonnepanelen liggen dringt minder of geen licht door in het water, hierdoor is er minder licht voor algen en waterplanten. Een bijkomend effect van de aanwezigheid van het zonnepark kan echter zijn dat minder windwerking optreedt, waardoor er minder zwevend stof opwervelt, het water helderder wordt en juist meer licht in het water doordringt, waardoor juist een positief effect op de waterplantengroei kan optreden.

Zoals hierboven met een voorbeeld beschreven beïnvloeden de verschillende milieufactoren elkaar. Dit maakt het heel complex om in te schatten wat de precieze effecten zullen zijn (in Bijlage I wordt wat gedetailleerder ingegaan op de resultaten van dit rapport).

#### *Overzicht effecten op het voedselweb*

Via de milieufactoren, licht, temperatuur, stroming, zuurstof en habitat kan het PV-systeem effect hebben op het voedselweb, zie Figuur 3.1.

Conclusie is dat er veel effecten kunnen optreden, zowel positief als negatief en met doorwerking op andere milieufactoren en het voedselweb. De mate waarin deze effecten optreden is afhankelijk van onder andere de grootte van het zonnepark ten opzichte van het totale oppervlak en de diepte van het water.



**Figuur 3.1** Schematische weergave van het voedselweb en de invloeden van de belangrijkste stuurfactoren (bron: Loos et al. 2018).

#### Kwantitatieve benadering

Er is een model opgesteld waarin gekeken wordt naar licht, temperatuur en zuurstof in combinatie met een aantal systeemkenmerken, zoals de grootte van het watersysteem, de diepte, de eutrofiëringsgraad en het bodemtype. Het is doorgerekend voor PV-systemen die 1, 10, 25, 50 of 90% van de plas bedekken.

De processen die zijn gemodelleerd zijn onder meer: instraling, uitdoving licht, uitwisseling lucht, warmtebalans, algengroei, bezinking en afbraak van detritus.

Uit de analyse komt een aantal grafieken waarin de relatie tussen de sleutelfactoren en de effectindicatoren wordt weergegeven.

N.B. het model is niet gevalideerd.

#### Analysetool

Bij het rapport van Loos *et al.* 2018 wordt een analysetool in Excel geleverd. Met behulp van de analysetool kan een gebruiker inzicht krijgen in de effecten op de waterkwaliteit/het ecosysteem van het plaatsen van zonnepanelen op oppervlaktewater. Het gebruik van de tool wordt uitgelegd in het rapport.

#### Conclusies van het rapport

Met toenemende bedekking door het drijvende zonnepark kunnen veranderingen in het watersysteem optreden die de waterkwaliteit en de ecologie nadelig beïnvloeden. Er kunnen veranderingen optreden in de temperatuur, de verdeling van de temperatuur over de waterkolom (stratificatie en menging), het zuurstofgehalte, de biomassa en de samenstelling van het fytoplankton en het areaal voor waterplanten.

Een bedekking met zonnepanelen tot 10% levert waarschijnlijk geen grote effecten op. De meeste verschillen met de oorspronkelijke situatie zonder PV-systeem treden op bij een bedekking van 50% of meer. Bij 90% zijn de verschillen groot en wordt het voedselweb nauwelijks meer ondersteund door een primaire productie door het fytoplankton. De switch van een waterplanten-gedomineerd systeem naar een algen-gedomineerd systeem (inclusief de daling in ecologische toestand voor de KRW) treedt mogelijk al bij een lagere bedekking dan 50% PV-systeem op, maar dit is afhankelijk van lokale factoren zoals de eutrofiëringsgraad, de stroming in het systeem, de belasting en de plaats waar het PV-systeem aangelegd is (boven ondiep of diep water). Gedeeltelijke lichtdoorlatendheid van de zonnepanelen zwakt de effecten van de bedekking af.

## 4 Mogelijke effecten op vissen en sportvisserij

### Knelpunten

- De aanleg van een drijvend zonnepark in een water waarin de visrechten gehuurd zijn, kan de bevisbaarheid voor de sportvisserij belemmeren of benadelen. Het water is namelijk niet meer (volledig) door de sportvisserij te gebruiken.
- Bij een hoog percentage bedekking van het wateroppervlak kan een drijvend zonnepark negatieve effecten hebben op de visstand (minder lichtinval, verminderde ontwikkeling van waterplanten/algen en de organismen die hierop leven, in dieper water mogelijk effecten op stratificatie door minder wind).
- Het onderhoud van een water (maaieren, baggeren) kan bemoeilijkt worden door een drijvend zonnepark, wat weer een effect kan hebben op de visstand en de sportvisserij.
- De aanleg van een drijvend zonnepark kan ertoe leiden dat de eigenaar van het water de huurovereenkomst wil opzeggen of de sportvisserij beperkingen op wil leggen.
- Voor het schoonmaken en/of stofvrij houden van zonnepanelen worden bepaalde middelen gebruikt. Uitspoeling van deze stoffen kan negatieve effecten hebben op het waterleven.
- Bij schade aan / het breken van zonnepanelen in drijvende parken kunnen verontreinigingen zoals zware metalen in het water lekken. Ook deze kunnen negatieve effecten hebben op het waterleven (o.a. Espinosa et al. 2016).

### Kansen

- Gedeeltelijke bedekking van een viswater met een zonnepark kan betekenen dat er meer schuilplaatsen voor vissen zijn (kan leiden tot minder predatie door bijvoorbeeld aalscholvers), zeker als aandacht wordt besteed aan de inrichting onderwater (bijv. een kunstmatig rif).
- Structuren onder water van de drijvende zonneparken (voor zover die er zijn) kunnen begroeien met algen en andere organismen. Dit kan leiden tot een toename van voedsel voor vissen. Het uitbreiden van die onderwaterstructuren zou mogelijk ook een positieve uitwerking kunnen hebben.
- In diepe plassen/putten met stratificatie kan de opgewekte zonne-energie onder meer gebruikt worden voor elektriciteit om mengpompinstallaties te laten draaien die zuurstofloosheid in de onderste waterlagen kunnen tegen gaan. Daardoor kan vissterfte worden voorkomen en kan de visstand worden verbeterd.
- Minder goed bereikbare wateren kunnen door de aanleg van constructies voor de PV-systemen zoals steigers beter toegankelijk worden voor sportvissers.

- Bij de aanleg van een drijvend zonnepark kan worden tegemoetgekomen aan de sportvisserij door het vrijhouden van een deel van de oevers;
- Bij verslechtering van de bevisbaarheid en/of de visstand kan de eigenaar/beheerder als compensatie mogelijk een alternatief viswater bieden.

In Bijlage II is een (mogelijk niet volledige) lijst van geplande en reeds uitgevoerde drijvende zonneparken in Nederland opgenomen.



## 5 Aanbevelingen

Het wordt aanbevolen om bij de plannen voor een drijvend zonnepark om in een vroeg stadium in overleg te treden met de beslissende partij over de vraag hoe de sportvisserijmogelijkheden behouden kunnen blijven en hoe een achteruitgang van de visstand en de ecologie kan worden voorkomen. Zo mogelijk kan hierbij de samenwerking worden gezocht met andere belanghebbende partners, zoals watersport, beroepsvisserij en natuurorganisaties.

Er is nog weinig bekend is over de effecten van drijvende zonneparken op hun omgeving, behalve dat er bij onderhoud en beschadiging risico's zijn van toxische stoffen die in het water lekken. Daarom is het belangrijk eerst onderzoek uit te voeren en de waterkwaliteit en de effecten van drijvende zonneparken op het ecosysteem inclusief vis en de visserij te monitoren. Zo lang niet bekend is wat de effecten zijn dient men het vanuit het voorzorgsprincipe terughoudend te zijn om de techniek op grote schaal uit te rollen.

## Begrippenlijst

PV	Photovoltaic/fotovoltaïsch – de fotovoltaïsche cel is meest gebruikte type zonnecel.
SEAC	Solar Energy Application Centre, een samenwerking van ECN (Energy research Centre of the Netherlands) en TNO, tegenwoordig is ECN opgegaan in TNO.
KWh KWp	Wat is het verschil tussen kWh en kWp? kWh (kilowattuur) = het vermogen geproduceerd door de zonnepanelen. kWp (kilowattpiek) = vermogen van een PV-installatie. Dit is het vermogen dat de panelen onder standaard condities genereren. KWp wordt bepaald als meting van het kortsluitvermogen van het paneel bij een instralingsvermogen van 1000W per m <sup>2</sup> en bij 25°C. Dit vermogen hebben we ongeveer bij helder weer, waarbij de temperatuur natuurlijk kan variëren. Over een heel jaar gezien, verkrijgt je zo een aantal kWh dat wordt geproduceerd: bijv. een PV-installatie van 2 kWp genereert in ons klimaat ongeveer 1700 à 1800 kWh/jaar.
SDE	stimulering duurzame energieproductie. Subsidiereregeling. De regeling richt zich op bedrijven en (non-profit) instellingen. Er zijn 6 categorieën: Biomassa, Geothermie, Water, Wind (land, meer en primaire waterkering) en Zon. De categorie Wind op Zee heeft haar eigen budget en aanvraagprocedure.

## Geraadpleegde literatuur

- Cazzaniga, R., M. Cicu, M. Rosa-Clot, P. Rosa-Clot, G.M. Tina & C. Ventura, 2018. Floating photovoltaic plants: Performance analysis and design solutions (Italië). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81, Part 2, Pages 1730-1741.
- De Laak, G., 2018. Libbe Gabriëlsplas te Ureterp. Advies voor HSV Voorwaarts Drachten. Sportvisserij Nederland.
- Loos, S., R. Wortelboer & P. Boderie, 2018. Handreiking bij vergunningverlening PV-systemen op water. Toelichting gebruik stroomschema's Zon op Water. Deltares. <https://www.zonopwater.nl/wp-content/uploads/2018/12/Handreiking-voor-vergunningverlening-Zon-op-Water.pdf>. Bijbehorende Analysetool zon op water: <https://www.zonopwater.nl/.../Analysetool-Ecologie-en-Waterkwaliteit.xlsm>
- Espinosa, N., Y.-S. Zimmermann, G.A. dos Reis Benatto, M. Lenz & F. C. Krebs\* 2016. Outdoor fate and environmental impact of polymer solar cells through leaching and emission to rainwater and soil. *Energy Environmental Science* 9: 1674.
- Folkerts, W. (SEAC) W. van Sark (Universiteit Utrecht) C. de Keizer (SEAC) W. van Hooff (TKI Urban Energy) & M. van den Donker (SEAC), 2017. Roadmap PV Systemen en Toepassingen. In opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in samenwerking met de TKI Urban Energy. <https://www.seac.cc/wp-content/uploads/2018/04/Roadmap-PV-Systemen-en-Toepassingen-FINAL.pdf>
- Grippo, M., J. W. Hayse, B. L. O'Connor, 2015. Solar Energy Development and Aquatic Ecosystems in the Southwestern United States: Potential Impacts, Mitigation, and Research Needs. *Environmental Management* 55:244-256.
- Kagan, R.A., T.C. Viner, P.W. Trail & E.O. Espinoza, 2014. Avian mortality at solar energy facilities in southern California: a preliminary analysis. <https://alternativeenergy.procon.org/sourcefiles/avian-mortality-solar-energy-ivanpah-apr-2014.PDF>
- J.E. Lovich & J.R. Ennen, 2011. Wildlife conservation and solar energy development in the desert southwest, United States. *BioScience* 61 (12): 982-992.
- Pimentel Da Silva, G. D. & D. Alves Castelo Branco, 2018. Is floating photovoltaic better than conventional photovoltaic? Assessing environmental impacts, *Impact Assessment and Project Appraisal* 36:5, 390-400.
- Sahu, A., N. Yadav & K.Sudhakar, 2016. Floating photovoltaic power plant: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 66: 815-824.
- Van de Leemkolk, W., C. Jongma & S. Handgraaf, 2018. Vergunbaarheid omgevingsdeel Zon op Water. Colibri Advies BV/STOWA. <https://www.zonopwater.nl/wp-content/uploads/2018/09/Rapport-vergunbaarheid-omgevingsdeel-Zon-op-Water-definitief-juni-2018.pdf>

### Websites

- Nationaal Consortium Zon op Water <https://www.zonopwater.nl/> en <https://www.zonopwater.nl/info-pers>
- Samenwerkingsverband drijvende zonnepanelen op het binnenwater <https://innozowa.nl/>
- Samenwerkingsverband TNO en ECN / onderzoekscentrum gericht op systemen en toepassingen van zonne-energie <https://www.seac.cc/>
- Vergunningen <https://www.stowa.nl/publicaties/vergunbaarheid-zon-op-water> En <https://www.zonopwater.nl/wp-content/uploads/2018/12/Stroomschema-vergunningverlening-Zon-op-Water.ppsx>
- Europese regelgeving [http://www.estif.org/policies/res\\_directive/](http://www.estif.org/policies/res_directive/)

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/zonne-energie>

Nationaal Programma Regionale Energie Strategieën <https://www.regionale-energiestrategie.nl/default.aspx>

Diverse projecten

<https://www.stichtingmilieunet.nl/andersbekekenblog/energie/drijvende-eilanden-met-zonnepanelen-op-de-haarrijnseplas-in-utrecht.html>

Subsidiereregelingen <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/zon-op-water>

Risico's voor het uitlekken van stoffen naar het milieu

<https://www.welt.de/wirtschaft/article176294243/Studie-Umweltrisiken-durch-Schadstoffe-in-Solarmodulen.html>

## Bijlagen

Bijlage I	Uitgebreide samenvatting rapport Deltares (deel ecologie) ...	22
Bijlage II	Locaties voor drijvende zonneparken in Nederland .....	24

## Bijlage I      **Uitgebreide samenvatting rapport Deltares (deel ecologie)**

**Loos et al. 2018.** Hoofdstuk 3 Mogelijke effecten van PV-systemen op water op doelen en ecologie

### **Par 3.4 Effecten op het lichtregime**

#### *3.1.4 Kwalitatieve inschatting*

- Directe positieve effecten - geen
- Directe negatieve effecten
  - vermindering lichtintensiteit door tegenhouden instraling
  - vermindering oppervlakte met >15% licht op de bodem voor waterplanten
- Indirecte positieve effecten - toename lichtintensiteit door minder zwevend stof door minder windinvloed
- *Ook indirect effect op stroming, zuurstof en habitat/substraat*

### **Par 3.5 Effecten op het temperatuurregime**

#### *Kwalitatieve inschatting*

- Water kan warmer worden door directe warmteafgifte van panelen en indirect door afname verdamping door afname windinvloed en door afname uitstraling 's nachts
- Water kan kouder worden als gevolg van afname opwarming door zonlicht
- *Ook indirect effect op stroming, zuurstof en snelheid biochemische processen*

### **Par 3.6 Effecten op het stromingsregime**

- Er kan toename stroming optreden door temperatuurverschillen in watersysteem door tegenhouden instraling
- Er kan afname stroming kan optreden door afname windinvloed door afdekken
- verandering stroming kan weer effect hebben op kans op stratificatie en zuurstofloosheid

### **Par. 3.7 Effecten van de verblijftijd van de plas**

- Meer doorspoeling kan ervoor zorgen dat de temperatuur in de bovenste waterlaag lager wordt. Verschillend effect op de verblijftijd in de verschillende lagen in het water – bovenin meer doorspoeling dan onder (ook effect op het zuurstofgehalte en het chlorofylgehalte)

### **Par. 3.8 Effecten op het zuurstofregime**

- Verschillende processen spelen door elkaar waardoor zuurstof kan toenemen of afnemen (windinvloeden, temperatuur, bodemprocessen)

### **Par 3.9 Effecten op habitat en substraat**

- Het deel dat onder water staat kan aangroeien met algen, poliepen en macrofauna. Evt. voedsel voorvissen
- Kunnen schuilplaatsen voor vissen ontstaan

- Boven water kunnen rust, schuil en nestplaatsen voor vogels gevormd worden

### **Par 3.10 Effecten op het voedselweb**

- Via de milieufactoren, licht, temperatuur, stroming en habitat kan het PV-systeem effect hebben op het voedselweb. Ook hier weer complex om te voorspellen wat in een specifieke situatie gebeurt.

## **Hoofdstuk 6 Analyse v/d kansrijkheid van typen wateren voor toepassing PV-systemen op water**

### **Par. 6.4 Kansrijkheid en waterkwaliteit en ecologie**

#### *6.4.1. Waterplanten*

Het effect op waterplanten hangt af van het oppervlak van het PV-systeem t.o.v. het totale wateroppervlak (en de lichtdoorlatendheid van het systeem). Bij ondiepere plassen is het effect groter dan bij diepere plassen - waar toch al niet overal waterplanten op de bodem kunnen groeien.

Door afname van de waterplanten kan de balans tussen algen waterplanten in de concurrentiestrijd om licht en nutriënten verschuiven richting algen, waardoor het water troebeler wordt en de waterplanten helemaal kunnen verdwijnen. Dit zal het hele ecosysteem beïnvloeden (en ook de KRW-score). Of dit daadwerkelijk zo gebeurt hangt van locatie-specifieke factoren af.

#### *6.4.2. Watertemperatuur en stratificatie*

Een PV-systeem dekt het water af, waardoor het verschil in dag- en nachttemperatuur van het water onder het systeem kleiner is dan erbuiten. In ondiepe meren neemt volgens de modellering de temperatuur overdag in de bovenste waterlaag vaak af (als meer dan 25% bedekt door PV-systeem)

Dit is als je alleen kijkt naar de instraling. Er kunnen echter een aantal andere effecten doorheen spelen zoals de warmte die het PV-systeem doorgeeft aan het water.

Het wegvallen van het mengend effect van de wind heeft effect op de (kans op) stratificatie in diepe plassen.

#### *6.4.3 Chlorofyl-A concentraties en samenstelling algen*

Chlorofylgehalte in de bovenste waterlaag neemt gemiddeld toe bij toenemende bedekking met een PV-systeem (vooral bij bedekking van dan 50%). Dit heeft te maken met de veranderde patronen in de waterlaag (licht, temperatuur, menging). Hierdoor vindt de bloei vooral oppervlakkiger plaats. Een nadere analyse leert dat het hier vooral een toename van de biomassa van blauwalgen betreft. Bij een bedekking van meer dan 90% is er een daling in het chlorofylgehalte door lichttekort. Bij minder lichtdoorlatendheid van het PV-systeem blijft het chlorofylgehalte lager.

Uit deze resultaten kan geconcludeerd worden dat het bedekken van het water door een PV-systeem niet automatisch betekent dat er dan minder algen in het water zullen komen en ook niet dat daarmee in eutrofe situaties automatisch een algenbloei voorkomen kan worden. Ook de

samenstelling van het fytoplankton (groenalgen, diatomeeën, blauwalgen) kan veranderen (soms meer blauwalgen).

#### 6.4.4 Zuurstof en kans op zuurstoftekort op de bodem

De algemene trend is dat het zuurstofgehalte overdag in gestratificeerde systemen in de bovenste waterlaag in kleine en middelgrote plassen toeneemt met de toenemende bedekking van het PV-systeem.

#### 6.4.5 Conclusies waterkwaliteit en ecologie

Met toenemende bedekking door het PV-systeem kunnen veranderingen in het watersysteem optreden die de waterkwaliteit en de ecologie nadelig beïnvloeden.

De resultaten laten veranderingen zien in de temperatuur, de verdeling van de temperatuur over de waterkolom (stratificatie en menging), het zuurstofgehalte, de biomassa en de samenstelling van het fytoplankton en het areaal voor waterplanten. De meeste verschillen met de oorspronkelijke situatie zonder PV-systeem treden op bij een bedekking van 50% of meer.

Bij 90% zijn de verschillen groot en wordt het voedselweb nauwelijks meer ondersteund door een primaire productie door het fytoplankton.

De switch van een waterplanten-gedomineerd systeem naar een fytoplankton gedomineerd systeem (inclusief de daling in ecologische toestand voor de KRW) treedt mogelijk al bij een lagere bedekking dan 50% PV-systeem op, maar dit is afhankelijk van lokale factoren zoals de eutrofiëeringsgraad, de stroming in het systeem, de belasting en de plaats waar het PV-systeem aangelegd is (boven ondiep of diep water).

Omdat in deze studie deze omslag van het systeem niet meegemodelleerd is, is niet precies aan te geven wanneer dit kan optreden. Een bedekking door het PV-systeem van 10% of minder waarschijnlijk geen grote effecten op de waterkwaliteit en de ecologie heeft, vooral als het PV-systeem boven diep water is geplaatst;

De lichtdoorlatendheid van het PV-systeem zwakt de effecten af. De specifieke combinatie van bedekking en lichtdoorlatendheid kan mogelijk geoptimaliseerd worden voor een specifieke situatie.

Om meer zekerheid te verkrijgen omtrent het werkelijk optreden van effecten wordt aanbevolen watersystemen te monitoren voor en na aanleg van het PV-systeem.

## **Bijlage II      Locaties voor drijvende zonneparken in Nederland**

Zie volgende bladzijde. (Niet uitputtend).



Nr	Naam	Locatie	Type water	stadium	Initiatiefnemer/ bedrijf	Visrechth. sportvisserij organisatie	Oppervlak zonnepark	% bedekking oppervlak	voor x huis- houdens/aant panelen /k Wh	Opmerking
1	Maasvlakte Slufter	Rotterdam	Baggerdepot	Aangelegd (Experiment)	o.a. RWS, 4 typen panelensystemen / diverse	Geen			25 000 hh / 500 000 panelen / 90 mW	technische en economische haalbaarheid (storm proof?)
2	Lingewaard	Bergerden (G.)	Gietwaterbassin tuinbouw	aangelegd	Bewoners - tuin- bouwers / Coöp. Lingewaard Energie	geen			500 hh / 6150 panelen / 1,6 milj kWh	
3	Libbe Gabriëlsplas	Opsterland, Friesland	Zandwinplas (diep)	Vergunning verleend	/ Spaans-Japanse Univergy Solar	HSV Voorwaarts Drachten	10 ha	60% van zuidplas	2500 hh / 38500 panelen	Compensatie toegezegd- vissteigers maar onduidelijk
4	Rijnhaven	Rotterdam	Haven	Ontwerpfase	Rotterdam en de BV Sunny Site Up	HSV Groot Rotterdam			285 hh / 3770 panelen	In combinatie met kunst
5	Tripsgat	Zeijen, bij Zwolle				HSV Assen				Nu verboden te vissen
6	Bufferbekken Zoommeer	Krekraksluizen, Rilland	Bufferbekken sluizen	biedboek	RWS	HSV 't Spanjoeltje		50-70%		RWS zoekt alternatief voor HSV
7	Berendonck	Wijchen (G.)	Recreatieplas (diep)	brainstorm	Diverse /nb	HSF Midden Nederland				Brainstorm 1 feb
8	Weperpolder	Oosterwolde (F.)	Zandwinplas	Deel aangelegd zonder vergunning	/ Groen Leven	Geen	6,7 ha	34%	Ca. 500 hh / 5500 uiteindelijk 28 800 panelen	Illegaal aldus vogelbescherming, vogels opgejaagd
9	Haskerveen	Heereveen	Zandwinplas	haalbaarheid	o.a. Heereveen	Geen	15 ha	50% ?	/ 49 500 panelen	
10	Industrieterein Westpoort	Groningen		aangelegd	? / Sunfloat				5 hh 54 panelen	Draaien met de zon mee – levert meer op
11	Noorder IJplas	Amsterdam	Zandwinplas		o.a. Amsterdam / NDSM Energie	AHV		3 of is dit alleen pilot?	1400 of 6500 hh? / 7000 panelen	Eco-park met ook windenergie
12	Kralingen	Rotterdam	Spaarbekken	plannen	Evides	Geen				
13	Eisenhowerplas (= Aamse Plas)	Eist	Zandwinplas (nieuw?)		Zonnecollectief Overbetuwe, gem. Overbetuwe	Geen	1,4 ha		600 hh / 10 800 panelen / 1,9 mW	Rond veld, draait met de zon mee
14	IJsselmeer langs Afsluitdijk			plannen	/ Sunfloat		23 x 2,5 km			Pilot bij Breezanddijk
15	Recreatiegebied Zwanewater	Huissen	Diepe plas	Pachtovereenko mst rond	Lingewaard Energie	3 HSVen			/10 000 pan.	
16	Zandwinplas bij Tynaarlo	Tynaarlo (D.)	Nieuwe zandwinplas	Aanleg in 2018?	GroenLeven / Roelofs	geen			7000 hh/ 23 mW	Deel energie gebruikt voor zandwinning
18	Haarrijse Plas	Utrecht	Zandwinplas	Mogelijkheden onderzocht	Gem. Utrecht	AUHV	50.000 m2	10	1300 hh	Eilanden, combineren met natuur
19	RWZI Eversteoog	Texel	Bezinkbak		Texel4Trading	Geen		Tot 70%	800 pan.	



**Sportvisserij Nederland**  
Postbus 162  
3720 AD Bilthoven