

**stowa**

STICHTING  
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

# ZON OP DIJKEN



## ZONNEWIJZER

2018  
76<sup>A</sup>



# IS UW DIJK GESCHIKT VOOR ZONNE-ENERGIE?

De omslag naar duurzame energie is een nationale en ruimtelijke opgave die vereist dat we meters maken. Het onderzoek 'Zon op dijken' van STOWA, toont aan dat de dijken van Nederland alle huishoudens potentieel van zonne-energie kunnen voorzien.

Maar niet elke dijk is geschikt voor zonne-energie. Dijken zijn er voor onze veiligheid bij hoogwater. Zonnepanelen mogen waterkeringen nooit verzwakken. Maar met een juiste opstelling kunnen ze een dijk ook versterken.

Dijken dragen het karakter van ons landschap. Het zijn historische linten waarlangs we wonen, bewegen en het landschap beleven. Bij sommige dijktypen kan zonne-energie die linten versterken.

In het onderzoek 'Zon op dijken' wordt berekend dat de drie meest kansrijke dijktypen samen circa 700.000 huishoudens van elektriciteit kunnen voorzien. Dat is een substantiële bijdrage van waterschappen. Het helpt ze om in 2025 klimaatneutraal te opereren en geeft concrete input voor de Regionale Energie Strategieën (RES).

Met deze Zonnewijzer kunt u kijken hoe kansrijk uw dijk is.

## TECHNISCHE VOORWAARDEN

### ZONNEDIJKEN ZIJN ROBUUST EN VEILIG

- De fundering van PV-systemen mag geen erosie veroorzaken en de dijk ondermijnen.
- Het grastalud krijgt voldoende water, licht en lucht voor een stevige zode.
- Nieuwe PV-systemen kunnen als innovatieve dijkbekleding de dijk in de toekomst sterker maken en onderdeel worden van de waterkering.

### ZONNEDIJKEN ZIJN GOED TE BEHEREN

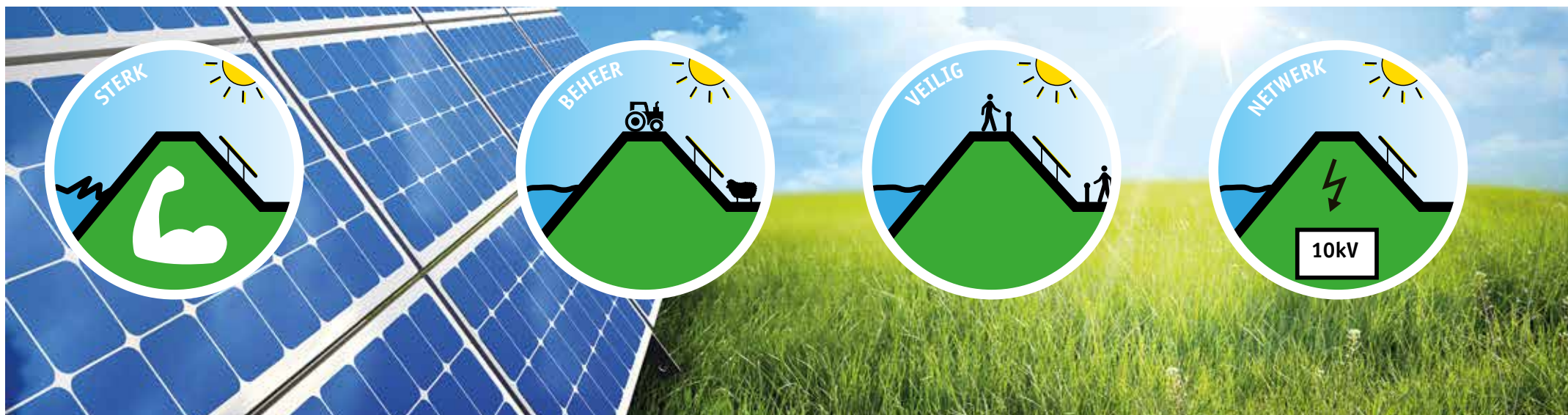
- Onder de standaard zonnepanelen op rekken groeit een stevige grasmat die kort moet worden gehouden. Er is voldoende ruimte onder panelen voor schapen of maaimachines.

### ZONNEDIJKEN ZIJN AFGESCHERMD

- Dijkvlakken met PV-systemen worden met bij het gebied passende hekken afgeschermd voor publiek. Ook een sloot in de teen van de dijk is geschikt als barrière.
- PV-systemen worden diefstal- en vandalismebestendig gemaakt.

### ZONNEDIJKEN SLUITEN GOED AAN OP HET ENERGIENETWERK

- De panelen sluiten aan op het energienetwerk (10 kV). Een lange afstand tot een aansluitpunt vergt hogere investeringen.



## LANDSCHAPSBOUWSTENEN ZON OP DIJK

### DE DIJK IS 'DE BAAS' ALS LANDSCHAPPELIJK LINT

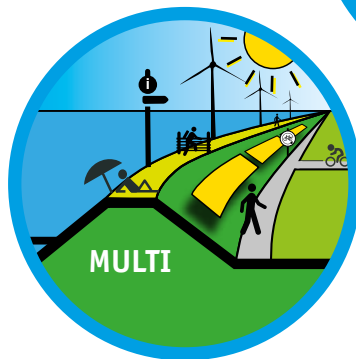
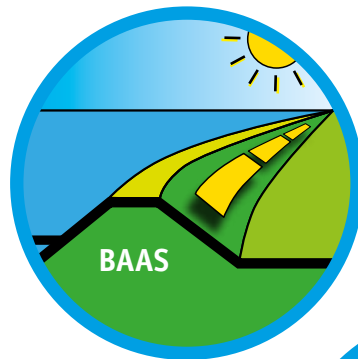
De opstelling van zonnepanelen benadrukt de lange continue lijn van de dijk. Die wordt zo min mogelijk onderbroken. De top en de voet van de dijk blijven groen, zodat de zonnepanelen ondergeschikt blijven aan het groene lint. PV-systemen stralen rust uit en reflecteren niet. Bij dijkovergangen en cultuurhistorische objecten worden de PV-systemen onderbroken en in een groene dijk gezet.

### ZONNEDIJKEN ALS NATUURLIJKE LIJN EN VERBINDING

PV-systemen vergroten de ecologische diversiteit van het bloemrijk grasland naast en onder de panelen, door kleine verschillen in microklimaat met nat-droog en licht-schaduw gradiënten. De inrichting van de berm en sloten alsook het maaibeheer kan de dijk als natuurlijke verbinding versterken.

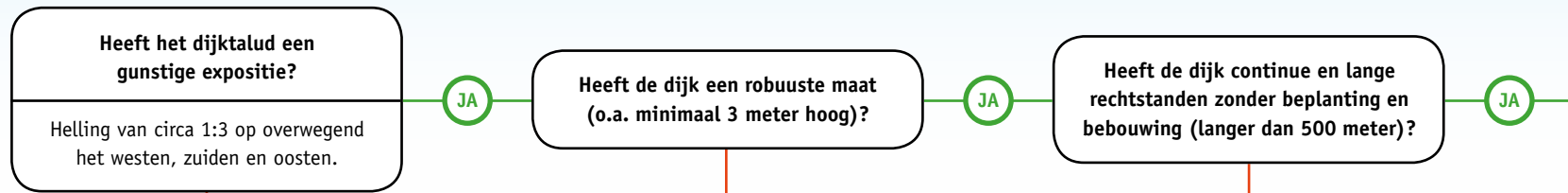
### ZONNEDIJKEN STIMULEREN MEERVOUDIG RUIMTEGEBRUIK

Energiewinning op de dijk voegt een gebruiksfunctie toe aan de dijk. Zonnedijken bieden mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik, bijvoorbeeld recreatie en educatie. Ook de bundeling met andere duurzame energiebronnen (zoals wind) is kansrijk.



# WELKE DIJK IS KANSRIJK VOOR GROOTSCHALIGE ZONNE-ENERGIE?

START HIER →



**Dijk ligt op het noorden**  
**Niet geschikt!** Dijken die overwegend op het noorden liggen brengen te weinig capaciteit op.

**Dijk is lager dan 3 meter en/of kleinschalig.**  
**Niet geschikt!** Dijk heeft te weinig ruimte voor inpassing van grootschalige zonne-energie.

**Dijk heeft korte rechtstanden en/of veel bochten.**  
 Dijk is **niet geschikt** voor grootschalige, aaneengesloten PV-systemen die de lijn van de dijk in het landschap versterken. Overweeg kleinschalige PV/PT opstelling gericht op aanwonende afnemers.

**Bestaande dijk**

**BESTAAANDE DIJK**

**Binnentalud:**  
**Geschikt voor zon op dijk!**  
 Gebruik zonnepanelen op rekken.

**Buitentalud:**  
**Nog niet geschikt.**  
 Wacht kansrijke innovaties in de toekomst af.

**Aangepaste dijk**

**AANPASSINGEN VAN DE DIJK OP KORTE TERMIJN**

**Binnentalud:**  
**Geschikt voor zon op dijk!**  
 Gebruik zonnepanelen op rekken. Benut SolaRoads bij nieuwe paden en verharde delen.

**Buitentalud:**  
**Nog niet geschikt.**  
 Wacht kansrijke innovaties in de toekomst af.

**AANPASSINGEN VAN DE DIJK OP LANGE TERMIJN**  
**Geschikt voor zon op dijk!**

Door innovatieve en golfbestendige verhardingen en dijkbekleding kunnen binnen- en buitentalud worden benut. Integreer PV-systemen in het dijksprofiel met solarmatten, solarfilms en SolaRoads.

**TECHNISCHE VOORWAARDEN**  
**Zon op dijk!**

Check de technische voorwaarden. Veiligheid waterkering staat voorop.

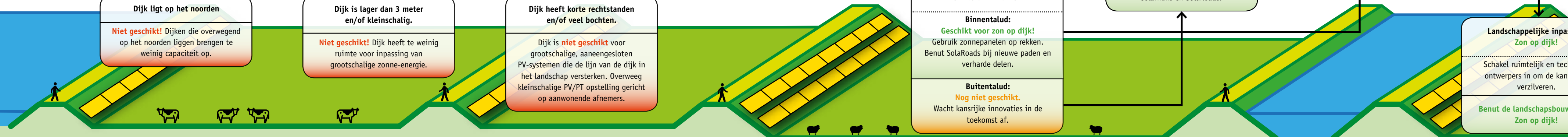
**ORGANISATIE**  
**Zon op dijk!**

Overleg met alle betrokkenen (contractvorm, beheer, beleid, pacht, etc.).

**Landschappelijke inpassing**  
**Zon op dijk!**

Schakel ruimtelijk en technisch ontwerpers in om de kansen te verzilveren.

**Benut de landschapsbouwstenen**  
**Zon op dijk!**



## ➤ ZON OP BESTAANDE DIJK

De landzijde van de waterkeringen in Noord Nederland ligt optimaal voor zonne-energie. Het landschap van zee-kleipolders is weids en grootschalig. Opstellingen van zonnepanelen onderstrepen de continue lijn van de dijk. Door de top en teen van de dijk groen te laten wordt het groene lint behouden. De zonedijk is herkenbaar door de loper van zonnepanelen die soms wordt onderbroken door dijk-overgangen (1).



## ➤ ZON OP VERSTERKTE DIJK

Meerdijken (2) zijn oude of nieuwe dijken in voormalig open zeegebied en nieuwe droogmakerijen. De dijken zijn vergelijkbaar met zeedijken. Ze hebben lange rechtstanden, een robuust asymmetrisch profiel en weinig beplanting of bebouwing op of rond de dijk. Buitendijks is de teen van de dijk vaak verhard met betonblokken en/of betonzuilen. De top en de binnenzijde zijn met gras bekleed. De binnentaluds zijn op korte termijn erg geschikt voor PV-systemen bij een versterkingsopgave, de buitentaluds na innovaties. Oude meerdijken zijn diverser en vergen meer maatwerk.



## ➤ ZON OP NIEUWE ENERGIEDIJK

Als een dijk optimaal wordt doorontwikkeld voor zonne-energie ontstaat een nieuw dijktype. Deze energiedijk (3) wordt dan een robuuste klimaatdijk met overmaat, ook voor optimale waterveiligheid, op de lange termijn. De energiedijk krijgt een nieuwe uitstraling met top tot teen panelen en innovatieve materialen voor dijkbekleding en onderhoudswegen. Ook andere functies, zoals windenergie, recreatie en natuur, krijgen een plek in het profiel. Als voorbeeld werd in de studie 'Zon op dijken' een gesloten dam gebruikt.



---

## KANSRIJKE DIJKTYPEN VOOR ZON OP DIJKEN

De volgende dijktypen\* komen uit het onderzoek als zeer kansrijk voor grootschalige zonne-energie:

- Wakerzeedijken van Noord Nederland.
- Wakerzeedijken van het Zuidwestelijke Zeekleigebied.
- Meerdijken van het oude en nieuwe land en compartimenteringsdijken.
- Gesloten dammen.

In het onderzoeksrapport 'Zon op dijken' wordt de kansrijkheid van alle dijken in Nederland benoemd.



\* dijktypen uit Dijkenatlas van Nederland Lola 2014

## DE TECHNIEK VAN ZONNE-ENERGIE

Standaard zonnepanelen op rekken zijn met de huidige stand van de techniek het meest haalbare systeem om toe te passen op dijken. Deze photo voltaïsche (PV) systemen zijn in allerlei vormen en kleuren verkrijgbaar.

In ontwikkeling zijn zonnepanelen en -cellen die in verharding of bekleding geïntegreerd zijn. In wegen en fietspaden wordt daarmee geëxperimenteerd. In de toekomst kunnen dit haalbare alternatieven worden voor verharde delen van het dijkprofiel.

Zonnecellen verwerkt in matten kunnen op termijn de graszode vervangen als dijkbekleding. Innovaties kunnen bijdragen aan golfslagwering in het buitentalud.

Tot slot zijn thermische winningssystemen (PT-panelen) kansrijk, zij het op kleine schaal en met een lokale afnemer in de nabijheid.

---

### Standaard zonnepanelen



### Innovaties



---

### STANDAARD ZONNEPANELEN

- Standaardpaneel van 1,0 bij 1,7 meter
- Premiumpaneel heeft hoger rendement
- Standaardpanelen op rekken
- Gekleurde, geprinte of All black-panelen
- Glas in glas panelen zijn transparanter
- Thermische panelen leveren warmte in plaats van elektriciteit

---

### INNOVATIES

- Bifacial panelen die aan twee zijden energie opwekken
  - SolaRoad/Solarrevetment: zonnecellen die in verharding worden verwerkt
  - Film-Solarmatten: flexibele matten of films die dijkbekleding kunnen vervangen
  - Raatcellen (SELS): kleine cellen die flexibel geschakeld kunnen worden en dijkbekleding vervangen
-

## PROEFPROJECTEN ZON OP DIJKEN

Een consortium onder leiding van TNO - SEAC voert in 2019 en 2020 een proefproject uit op de Knardijk in Flevoland en de Spuikomdijk bij Ritthem in Zeeland. Hierin worden verschillende PV-systemen integraal in de praktijk onderzocht op de effecten op beleving, veiligheid en het beheer van de dijk.

**Contactpersoon:** Hans de Neve | [deneve@seac.cc](mailto:deneve@seac.cc)





## MEER WETEN?

Het onderzoeksrapport 'Zon op dijken' (nr. 2018-76) is te vinden op: [www.stowa.nl/publicaties](http://www.stowa.nl/publicaties)

[stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl) [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE AMERSFOORT

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT



### **Het onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van het consortium Zon op dijken:**

Rijkswaterstaat, de Waterschappen/Hoogheemraadschappen Zuiderzeeland, Hollands Noorderkwartier, Hollandse Delta, Scheldestromen, Rijnland, Rivierenland, Noorderzijlvest, Waternet, de provincies Flevoland en Zeeland, de gemeente Amsterdam, SEAC en ECN onder leiding van STOWA.

### **Contactpersoon STOWA:**

Marco van Schaik, [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl)

### **Het onderzoek werd uitgevoerd door:**

Terra Incognita/Xi-ontwerp | Jan Maurits van Linge

NLLandschap | Hermine der Nederlanden

Royal HaskoningDHV | Jan Valk, Leslie Moyaart en Bas Vet

Vormgeving: Vormgeving Studio B | Brigitte Beenen

Illustraties: Terra Incognita/Xi-ontwerp | Jan Maurits van Linge

Fotomontages: Dewitproducties

Druk: DPP, Houten