



VAN DROOM NAAR DAAD – KENNISBLAD 7

Circulaire zonnepanelen

De zon is onuitputtelijk, maar de panelen waarmee we haar energie opvangen zijn dat niet. In Nederland liggen inmiddels meer dan 60 miljoen zonnepanelen. Een groeiend aantal daarvan bereikt de komende jaren het einde van zijn levensduur. Zonne-energie is pas écht duurzaam als ook de productie, het gebruik en de verwerking van de panelen circulair zijn.

Dit kennisblad laat zien waarom circulariteit bij zonnepanelen nodig is, welke uitdagingen spelen en wat je als beleidsmaker kunt doen om de transitie naar circulaire zonne-energie te versnellen.

Van lineair naar circulair

De energietransitie vervangt fossiele brandstoffen door nieuwe technologieën die deze duurzame energie opwekken. Tegelijkertijd vragen deze technologieën ook veel materialen. Zo bevatten zonnepanelen glas, silicium, zilver, koper en kunststoffen, en vaak schadelijke stoffen zoals PFAS, lood en antimoon. Op dit moment worden veel afgedankte panelen nog grotendeels versnipperd. Daarbij gaan waardevolle materialen verloren en belanden schadelijke stoffen in het milieu.

Door zonnepanelen circulair te ontwerpen, produceren en recyclen kunnen we schaarse grondstoffen behouden, emissies verlagen en afval voorkomen.



de natuur en
milieufederaties

Samen voor mooie en
duurzame provincies

Uitdagingen in de keten

CO₂-uitstoot en energiegebruik

De productie van zonnepanelen vraagt veel energie. De tijd die nodig is om de uitstoot van het productieproces terug te verdienen heet de *Carbon Payback Time (CPT)*. In Nederland is die soms langer dan de levensduur van een paneel, onder meer door ons lage aantal zonuren, overschotten aan groene stroom en doordat panelen vaak al na 12-15 jaar worden vervangen.

Met *low-carbon* of *ultra-low-carbon* panelen kan de CO₂-voetafdruk respectievelijk 25 tot 50 % lager zijn. Dit kan door schonere productieprocessen en gebruik van duurzame energiebronnen. Vooral de productie van polysilicium kost normaal veel energie; door dit proces te verbeteren of minder silicium te gebruiken daalt de uitstoot sterk. Ultra-low-carbon panelen (zoals dunne-filmtechnologie) hebben daarnaast nog minder materiaal en energie nodig, waardoor hun totale klimaatimpact aanzienlijk lager is dan bij standaardpanelen.



Installatie zonnepanelen op woonhuizen

Dwangarbeid

Zonnepanelen zijn sterk afhankelijk van materialen uit China. In sommige gevallen is bij de productie sprake van dwangarbeid, vooral bij siliciumproductie. Transparantie over het productieproces is beperkt, waardoor het risico op dwangarbeid bij de productie moeilijk te beheersen is. Panelen die volledig in Europa of de VS worden geproduceerd, of dunnefilm-panelen zonder silicium, bieden de meeste zekerheid dat er geen sprake is van dwangarbeid.



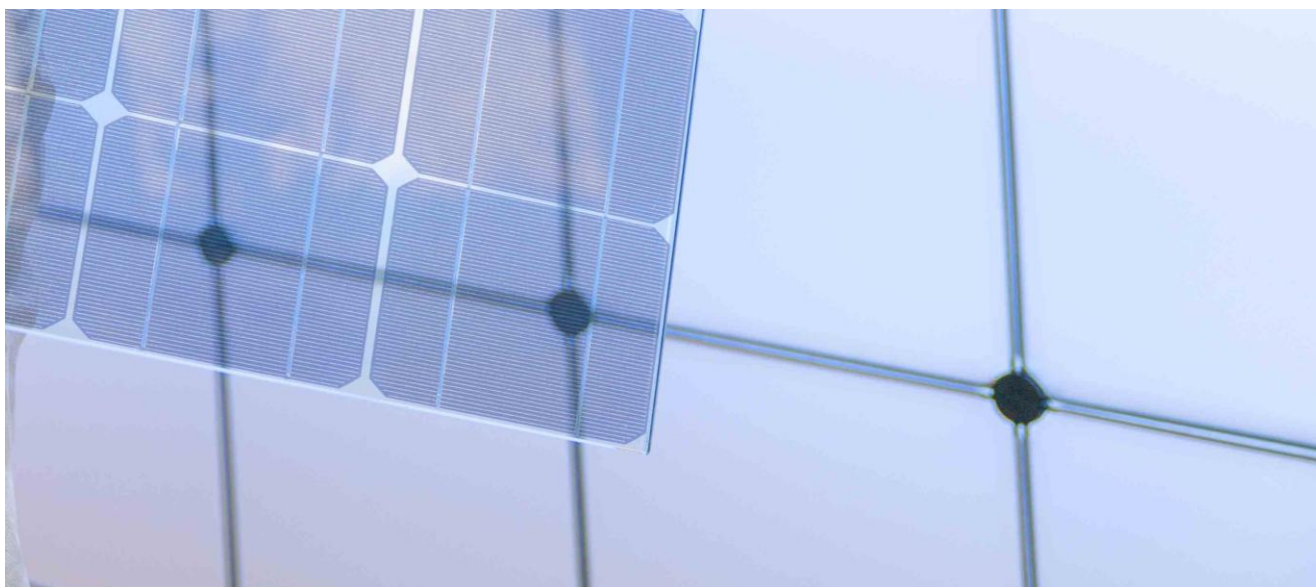
Afval en recycling

De Nederlandse recycling van zonnepanelen richt zich vooral op aluminium en kabels. De rest wordt vermalen en in wegenbouw gebruikt, waardoor waardevolle materialen verloren gaan en schadelijke stoffen kunnen uitloggen. Europese regels eisen wel 85% recycling van het gewicht, maar zeggen niets over welke materialen. Daarom is recycling “op waarde” nodig, waarbij schaarse grondstoffen worden teruggewonnen. Ook het overige systeem moet recyclebaar zijn, al zijn omvormers door hun elektronica lastiger te verwerken dan eenvoudige onderdelen zoals frames en kabels.

Innovaties richting circulariteit

Duurzame productie

Er zijn in Europa verschillende producenten die duurzamere zonnepanelen produceren. Producenten zoals **Solarge**, **Energys**, **Meyer Burger** en **3Sun** maken zonnepanelen zonder PFAS en antimoon, vaak ook loodvrij. Low-carbon en ultra-low-carbon panelen van **Meyer Burger**, **3Sun** en **Solarge** verlagen de CO₂-uitstoot tot 50% door schonere energie en efficiëntere productie. Meyer Burger gebruikt bijvoorbeeld **glas-glas-panelen** met POE-encapsulant (beschermende folie van polyolefine-elastomeer), die duurzamer en langer houdbaar zijn.



Glas-glas-panelen



Hergebruik en tweede leven

Veel zonnepanelen worden vervangen terwijl ze nog goed functioneren. Hergebruik – bijvoorbeeld op bedrijfspanden, tijdelijke projecten of via initiatieven als ZonNext (dat vraag en aanbod van gebruikte zonnepanelen met elkaar verbindt) – verlengt de levensduur en voorkomt afval. Het bekroonde project [Tweede-kans zonnepanelen voor Hoptille](#) in Amsterdam-Zuidoost laat zien wat hergebruik kan opleveren. Door samenwerking tussen o.a. de gemeente Amsterdam, ZonNext en Ymere kregen 65 huishoudens toegang tot zonne-energie via gebruikte panelen. De persoonlijke benadering creëerde vertrouwen en zorgde voor hoge deelname. Het project bewijst dat circulaire oplossingen zowel afval verminderen als sociale meerwaarde bieden.



Foto: © Gemeente Amsterdam

Onderzoek naar verdere optimalisatie

TNO heeft veel onderzoek gedaan naar onder andere de repareerbaarheid, productie met minder kritische materialen en het verhogen van het vermogen van zonnepanelen. TNO heeft bijvoorbeeld, samen met **DSM**, **Exasun** en **Mat-Tech**, *design-for-recycling*-panelen ontwikkelt die makkelijk te demonteren en te recyclen zijn. Start-ups zoals **Biosphere Solar** ontwerpen volledig demontabele panelen, waardoor onderdelen eenvoudig hergebruikt of vervangen kunnen worden.

Wat kun je doen?

1. Beleid en inkoop?

- Neem circulariteit op in aanbestedingen en subsidies (bijv. SDE++).
- Vraag om panelen met lage CO₂-voetafdruk, zonder PFAS, lood en antimoon.
- Stimuleer Europese productie en ketentransparantie om dwangarbeid te voorkomen.

2. Gebruik en onderhoud

- **Bevorder hergebruik van panelen**, bijvoorbeeld op daken met beperkte netcapaciteit (geen maximale opbrengst nodig), in tijdelijke PV-projecten of via acties voor minima.
- **Zorg voor onderhoud en tijdige schoonmaak** om levensduur en opbrengst te maximaliseren, vooral bij platliggende panelen die minder goed schoonspoelen.
- **Stel eisen aan oriëntatie en dagverdeling van de opbrengst**, zodat de productie beter aansluit op piekmomenten in het energieverbruik.

3. Einde levensduur

- Zet in op hoogwaardige recycling: nieuwe zonnepanelen maken van oude zonnepanelen (in plaats van het vermalen van onderdelen)
- Werk samen met partijen als Stichting Zonne-energie Recycling Nederland (ZRN) en WeCycle om de inzameling en verwerking van gerecyclede producten te coördineren.
- Onderzoek lokale mogelijkheden voor tweede leven of reparatie van panelen.

Conclusie

Zonne-energie is een sleuteltechnologie in de energietransitie. De volgende stap is ervoor zorgen dat ook de panelen zelf duurzaam zijn: van ontwerp en productie tot gebruik en verwerking. De oplossingen zijn er: circulair ontwerp, PFAS-vrije materialen, Europese productie, hergebruik en recycling. Door hier als overheid actief op te sturen, maken we zonne-energie niet alleen schoon, maar ook toekomstbestendig.

Bronnen en inspiratie

Buyers Group – Marktscan duurzame zonnepanelen (2024)
CE Delft – Kennisnotitie Zonnepanelen circulair (2021)
Ministerie van IenW – Ketenplan Zonnepanelen (2025)
Hergebruik zonnepanelen – voorbeelden in Amsterdam (2025)

[Artikel Binnenlands Bestuur](#)
[Helpdesk Zonopwek](#)
[Zonnext](#)



de natuur en
milieufederaties

Samen voor mooie en
duurzame provincies



**Dit kennisblad is een product van
de Natuur en Milieufederaties**

Arthur van Schendelstraat 600
3511 MJ Utrecht

info@natuurenmilieufederaties.nl
www.natuurenmilieufederaties.nl

030-256 73 60

NL96 TRIO 0391 0113 24
KvK 41266143