



Centraal Planbureau

CPB-analyse voorstellen Nationaal Groeifonds

Derde beoordelingsronde, 2023

Het CPB heeft 35 voorstellen geanalyseerd op de domeinen innovatie en kennisontwikkeling.

De CPB-analyses vormen input voor het advies van de adviescommissie.

Deze deelpublicatie geeft de analyse weer van het voorstel:

Circulaire zonnepanelen

Subcommissie
Energie en Duurzaamheid

Q5.1 Circulaire zonnepanelen

Belangrijkste aandachtspunten

- De drie programmalijnen zijn gericht op de ontwikkeling en opschaling van nieuwe technieken. Het voorstel beargumenteert onvoldoende dat er een tekort aan beschikbaar kapitaal is voor deze activiteiten.
- Het zelf ontwikkelen en produceren van zonnepanelen maakt Nederland en daarmee Europa minder afhankelijk van import uit China, al zou de productie ook elders in Europa plaats kunnen vinden.
- Overheidsingrijpen kan legitiem zijn, mits de private cofinanciering afgestemd is op de te verwachten private baten van het project. Dit is een belangrijk aandachtspunt. Van verschillende programmalijnen is namelijk niet bekend welk *Technology Readiness Level* (TRL) het onderzoek betreft, waarmee het lastig is beoordelen is of de mate van cofinanciering passend is.

Beschrijving voorstel

Het voorstel heeft als doel om drie technologieën met betrekking tot energie uit zonlicht (Zon-PV) te ontwikkelen en te industrialiseren.

- De eerste technologie zet in op hoogrendementszonnepanelen, waardoor het benodigde oppervlak van zonnepanelen voor dezelfde hoeveelheid energie lager is. Omdat deze techniek relatief ver ontwikkeld is, ligt de focus direct op de bouw van een fabriek, demonstratie van productie en uiteindelijk opschaling van productie.
- Als tweede technologie ontwikkelt dit voorstel flexibele en lichtgewicht zonnefolies op basis van het materiaal perovskiet. De folies zijn, in tegenstelling tot conventionele panelen, ook te plaatsen op daken met een lagere draagkracht. Doel is om het rendement te verhogen en stabiliteit te verbeteren door middel van een pilotlijn. Hierna wordt een fabriek gebouwd voor demonstratie en uiteindelijk wordt de productie verder opgeschaald.
- De laatste technologie is gericht op het ontwikkelen van zonnepanelen of zonnefolies die direct kunnen worden geïntegreerd in gebouwen, infrastructuur en voertuigen. Na het ontwerpen, ontwikkelen en opschalen van de basisinnovaties, is het doel om een aantal geautomatiseerde pilot-productielijnen en hoogvolume-productielijnen op te leveren.

Bij het ontwerp van alle technologieën wordt rekening gehouden met recyclebaarheid (*design for circularity*). De daadwerkelijke inzameling en recycling van gebruikte panelen valt buiten de scope. Specifiek wordt bij hoogrendementszonnepanelen onderzocht of het mogelijk is om hoogwaardige zonnepanelen te produceren met gerecycled silicium. Voor de flexibele zonnefolies wordt een speciale scheidingstool ontwikkeld om de folies te kunnen recyclen. Verder zet het voorstel in op minimalisatie van het gebruik van kritieke en toxische metalen. Het plan is om het gebruik van zilver te verminderen, onder andere door het deels te vervangen door koper, en om indiumoxide te vervangen door zinkoxide.

Het voorstel is ingediend door het ministerie van EZK met het oog op de voorziene positieve bijdrage aan de energietransitie, klimaatdoelstellingen en de opbouw van duurzaam Nederlands verdienvermogen. Het Groeifondsprogramma wordt uitgevoerd door een consortium van negen Nederlandse Zon-PV-bedrijven, zes universiteiten, NWO-instituut AMOLF, TNO en een aantal hogescholen. Het gevraagde bedrag vanuit het

Nationaal Groeifonds (NGF) bedraagt 312 mln euro. De beoogde startdatum is 1 januari 2024 met een looptijd van acht jaar.⁶⁰

Tabel Overzicht van programmaonderdelen, investeringsbedrag en NGF-bijdrage

| Programmaonderdeel | Totale investering (mln euro) | NGF-bijdrage (mln euro) | NGF-bijdrage (%) | Onderdeel CPB quickscan |
|--|-------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| 1. Hoogrendementszonnepanelen | 464 | 83 | 18 | ✓ |
| 2. Flexibele lichtgewicht zonnepanelen | 162 | 94 | 58 | ✓ |
| 3. Geïntegreerde zonnepanelen | 234 | 98 | 42 | ✓ |
| o Overkoepelend | 38 | 38 | 100 | |
| Totaal | 898 | 312 | 35 | |

1. Scan probleemstelling

| Vraag | Bevindingen |
|---|---|
| a. Is duidelijk welk(e) probleem/ problemen het voorstel tracht op te lossen? | <p>Ja, de probleemstelling is helder. Het kernprobleem is het inwilligen van de behoefte aan meer en efficiëntere zonnepanelen vanuit de klimaattransitie.</p> <p>Het voorstel identificeert hierbij drie knelpunten: afhankelijkheid van China, gebrek aan invloed op ESG-factoren (<i>Environmental, Social and Governance</i>) en een ongelijk speelveld tussen landen.</p> <p>Knelpunt 1: strategische autonomie</p> <p>Vanuit strategisch oogpunt kan het een risico zijn dat vrijwel de gehele wereldwijde productie van zonnepanelen in China plaatsvindt, terwijl Europa zelf weinig produceert.⁶¹</p> <ul style="list-style-type: none"> • De oorlog in Oekraïne heeft laten zien dat afhankelijkheid van andere landen met betrekking tot de energievoorziening grote consequenties kan hebben. • De Europese Commissie heeft in 2022 de <i>EU Solar Energy Strategy</i> gepubliceerd. Daarin wordt onder andere de strategische waarde van meer eigen productie binnen de EU benadrukt. De EU wil dit realiseren door het opzetten van een <i>EU Solar PV Industry Alliance</i>.⁶² • Kanttekening is dat strategische afhankelijkheid bij zonnepanelen kleiner lijkt dan bij bijvoorbeeld gas. <ul style="list-style-type: none"> o Stel dat China besluit om export van zonnepanelen naar Europa te verbieden, dan heeft dat niet direct een effect op de huidige |

⁶⁰ Een van de bedrijven (Lightyear) is recent failliet verklaard, maar heeft inmiddels een doorstart gemaakt. Dit bedrijf zou volgens het voorstel 10 mln euro Groeifondssubsidie ontvangen.

⁶¹ In 2021 werd 94% van de zonnepanelen geproduceerd in Azië geproduceerd, gemeten naar gigawatt piekcapaciteit (Fraunhofer ISE, 2023). China nam alleen al 75% van de wereldproductie voor zijn rekening. Het gaat hier om de productie van de fotovoltaïsche (PV) module.

⁶² Zie de website van de Europese Commissie voor meer informatie ([link](#)).

energievoorziening. Het kan wel voor problemen zorgen bij het realiseren van nieuwe Zon-PV-capaciteit.

- Het is bij zonnepanelen gemakkelijker dan bij gas om over te stappen naar een andere leverancier, omdat levering niet afhankelijk is van infrastructuur.
- Het is mogelijk om in productiecapaciteit te investeren, terwijl dat bij fossiele brandstoffen niet mogelijk is als er geen natuurlijke bronnen aanwezig zijn.
- Hierbij moet worden aangetekend dat er wel afhankelijkheid bestaat van enige relatief zeldzame grondstoffen. De Europese Commissie (Bobba e.a., 2020) schat het risico van beschikbaarheid van grondstoffen echter kleiner in dan het risico van geconcentreerde productie in China.

Knelpunt 2: weinig invloed op ESG-factoren

Bij het importeren van zonnepanelen heeft Europa volgens het voorstel weinig invloed op ESG-factoren zoals de CO₂-voetafdruk, de mogelijkheid tot recycling en de arbeidsomstandigheden.

- Kanttekening: De CO₂-voetafdruk van zonnepanelen is relatief laag, ook bij in China geproduceerde panelen. Zo is bij in China geproduceerde panelen de CO₂-voetafdruk alsnog dertien maal lager dan productie van stroom met een moderne kolencentrale. Wanneer zonnepanelen uit China een moderne kolencentrale vervangen, dan is de CO₂-terugverdientijd ongeveer twee jaar (Theelen e.a., 2021).⁶³
- Op het gebied van arbeidsomstandigheden geeft het voorstel aan dat er signalen zijn dat in China in sommige gevallen gebruikgemaakt wordt van dwangarbeid bij de productie van silicium.⁶⁴ Dit is echter lastig te bewijzen.

Knelpunt 3: concurrentiepositie

Vanwege subsidies aan producenten van zonnepanelen in China en recentelijk ook in de VS en India kan er voor Nederlandse (en Europese) bedrijven volgens het voorstel sprake zijn van een ongelijk speelveld met het buitenland.

- Het voorstel voert als concrete voorbeelden de *Inflation Reduction Act* (IRA) van de VS aan, het Indiase *Production Linked Incentive Scheme* en Chinese overheidssubsidies aan de sector. Het voorstel karakteriseert deze regelingen als staatssteun.
- Het voorstel verwacht dat Turkije, Australië, Zuid-Afrika en de Arabische Golfstaten met soortgelijke regelingen zullen komen.

⁶³ De productie van silicium is energie-intensief en wordt in China geproduceerd met door met kolen opgewekte elektriciteit. Dit is de voornaamste oorzaak van CO₂-uitstoot bij de productie van zonnepanelen. De CO₂-uitstoot bij de productie van silicium is een van de milieueffecten die optreden in het productieproces van zonnepanelen. Ook bij bijvoorbeeld de winning van grondstoffen kan milieuschade optreden.

⁶⁴ Zie Kamerstukken II (2020-2021) voor meer informatie, waarin geconcludeerd wordt dat het niet uit te sluiten is dat er subsidie is besteed aan zonnepanelen waarbij in de keten mogelijk sprake is geweest van Oei-goerse dwangarbeid.

b. Is aannemelijk dat de initiatieven de problemen verhelpen (gegeven de bij ons beschikbare kennis over het ecosysteem)?

Overall beeld

Deels, het voorstel kan bijdragen aan het hoofdprobleem en op punten aan de drie knelpunten. Wel ontbreekt de koppeling tussen sommige knelpunten en de programmalijnen:

- De drie programmalijnen zijn gericht op de ontwikkeling en opschaling van nieuwe technieken. Het voorstel beargumenteert onvoldoende dat er een tekort aan beschikbaar kapitaal is voor deze activiteiten.⁶⁵
- Het is aannemelijk dat dit voorstel bijdraagt aan het versterken van strategische autonomie (knelpunt 1).
- Het voorstel kan in aanleg een bijdrage leveren aan het verbeteren van ESG-factoren, maar deze bijdrage is naar verwachting beperkt (knelpunt 2).
- Het is mogelijk dat subsidies de concurrentiepositie van Nederlandse producenten blijvend verbeteren (knelpunt 3).

Knelpunt 1: strategische autonomie

Het zelf ontwikkelen en produceren van zonnepanelen maakt Nederland en daarmee ook Europa minder afhankelijk van import uit Azië.

- De drie programmalijnen samen leveren in 2030 een capaciteit van grofweg 7,5 GWp per jaar, of zo'n 10% van de verwachte Europese vraag in dat jaar.⁶⁶
- Het voorstel beoogt gebruik van de kritische materialen zilver en indium te verminderen. Dit vermindert ook de afhankelijkheid van landen die deze metalen winnen. Volgens Europese Commissie (Bobba e.a., 2020) is het risico op afhankelijkheid van grondstoffen bij zonnepanelen echter kleiner dan bij bijvoorbeeld windenergie, batterijen en elektromotoren.
- Productie van zonnepanelen met bestaande technologie zou ook zorgen voor strategische onafhankelijkheid. Hiervoor zijn nieuwe technologieën niet noodzakelijk, tenzij afhankelijkheid van grondstoffen een grote rol speelt. Dit lijkt bij zonnepanelen niet het geval te zijn (zie knelpunt 1 bij vraag 1a).
 - **Positieve kanttekening:** Het voorstel zet bewust in op nieuwe innovaties om directe concurrentie met Azië op standaardpanelen te vermijden. Dit verhoogt volgens het voorstel de kans op succes.

Knelpunt 2: verbeteren ESG-factoren

Door zelf zonnepanelen te produceren kan Nederland een bijdrage leveren op het gebied van ESG-factoren, maar deze is naar verwachting beperkt,

⁶⁵ In de probleemstelling van het voorstel wordt niet expliciet gesproken over het tekort aan budget voor onderzoek. TRL's worden in het voorstel enkel in bij programmalijn 2 besproken, waar het doel is om het TRL van niveau 4 naar niveau 8 te brengen. Dit geeft aan dat het voorstel de focus in de probleemstelling niet legt op een te klein onderzoeksbudget.

⁶⁶ Ter vergelijking: in 2021 werd in Nederland 3,5 GWp geïnstalleerd en het cumulatieve vermogen bedroeg 14,4 GWp (RVO, 2022). In Europa werd in 2021 27 GWp geïnstalleerd en het cumulatieve vermogen was 224 GWp. McKinsey verwacht in Europa een vraag naar nieuwe zonnepanelen van 68 GWp in 2030 (Bettoli e.a., 2022). Dit voorstel zou grofweg ruim 10% van de verwachte Europese vraag in 2030 kunnen leveren.

zowel op gebied van milieu, recycling als op het sociale domein (bijvoorbeeld arbeidsomstandigheden).

- TNO (Theelen e.a., 2021) schat in dat de CO₂-voetafdruk ongeveer 50% lager is bij zonnepanelen die in Europa geproduceerd zijn ten opzichte van China, voornamelijk door een schonere elektriciteitsmix. De voetafdruk van zonnepanelen op basis van perovskiet is nog eens ruim twee keer zo laag. Dit zal de CO₂-terugverdientijd verlagen, maar deze is met ongeveer twee jaar bij Chinese panelen al niet hoog.
- Bij recycling tekenen we aan dat de belangrijkste grondstoffen silicium en perovskiet niet schaars zijn en de CO₂-terugverdientijd zonder recycling al relatief laag is. Het voorstel gaat verder nauwelijks in op de mogelijkheid tot recyclen bij de huidige geïmporteerde zonnepanelen.
 - Recycling vermindert wel de milieuschade die ontstaat bij de winning van grondstoffen. Verder kan hergebruik van kritische metalen (zilver en indium) waardevol zijn. Het CPB kan de efficiëntie van recycling niet kwantitatief beoordelen.
 - Het voorstel geeft aan in programmaliijn 1 te onderzoeken of het mogelijk is hoogwaardige zonnepanelen te produceren met gerecycled silicium. Bij succes zorgt recycling van silicium met name voor een lagere CO₂-voetafdruk, al kost recyclen zelf ook vaak energie.
 - In programmaliijn 2 wordt een speciale scheidingstool ontwikkeld om de folies te kunnen recyclen. Gegeven dat folies op basis van perovskiet al een lage CO₂-voetafdruk hebben, zal dit weinig bijdragen aan CO₂-reductie.
- Het is niet duidelijk of productie van zonnepanelen in Nederland effect heeft op de arbeidsomstandigheden in China. Mocht dit leiden tot minder productie van zonnepanelen in China, dan zullen deze werknemers wellicht in een andere exporterende sector terecht komen, waarbij het de vraag is of de arbeidsomstandigheden daar beter zijn.⁶⁷

Knelpunt 3: concurrentiepositie

Het is mogelijk dat subsidies de concurrentiepositie van de Zon-PV-sector in Nederland blijvend zullen verbeteren.

- Op korte termijn kan een Groeifondsbijdrage zorgen voor een gelijk spelveld van Nederlandse producenten ten opzichte van Chinese, Amerikaanse, Indiase en producenten.
- De subsidie is niet structureel. Het voorstel zet echter in op ontwikkeling van nieuwe technologie. Het is daarom mogelijk dat een concurrentievoordeel zal blijven bestaan vanwege patenten op technologische ontwikkelingen.

Algemene maatschappelijke baten

Geïntegreerde zonnepanelen (programmaliijn 3) kunnen het draagvlak voor zonnepanelen in de maatschappij vergroten. Als zonnepanelen minder

⁶⁷ In hoeverre een stop op import kan bijdragen aan het verbeteren van arbeidsomstandigheden in het exporterende land is een complex vraagstuk, zeker in het geval van gedwongen arbeid.

| | |
|--|--|
| | <p>opvallen, kan dat mogelijk leiden tot een hogere waardering van de leefomgeving.⁶⁸</p> <p>Risico's</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het risico bestaat dat ook na Groeifondssubsidie andere landen zonnepanelen met lagere kosten kunnen produceren. Dit kan bijvoorbeeld komen door lagere arbeidskosten, goedkopere energie en schaalvoordelen van een grote opgebouwde zonne-industrie. • De betalingsbereidheid van consumenten voor efficiëntere en/of geïntegreerde zonnepanelen ten opzichte van de huidige zonnepanelen kan tegenvallen. |
| <p>c. Zijn er, gegeven onze beschikbare kennis, andere projecten die het probleem verhelpen?</p> | <p>Ja, dit is het geval:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Er kunnen op Europees niveau en in andere Europese landen soortgelijke initiatieven bestaan. <ul style="list-style-type: none"> ○ Het voorstel noemt zelf de producenten Meyer Burger (Duitsland) en Enel Green Power (Italië) als concurrenten in Europa. Beide bedrijven produceren hoogrendementszonnepanelen. ○ Het voorstel geeft aan dat Nederland specifiek geschikt is vanwege de opgebouwde hoogwaardige kennis in Zon-PV-technologie de afgelopen decennia. Het CPB beschikt niet over de expertise om dit na te gaan. • Diversificatie van import is een andere manier om minder afhankelijk van één land of regio te worden (knelpunt 1). Ook het importeren uit landen binnen de EU of landen waarmee Nederland een goede relatie heeft, kan het strategische risico verlagen. • Ook bij import kunnen eisen gesteld worden aan ESG-factoren (knelpunt 2). Eisen of keurmerken voor arbeidsvoorwaarden bestaan bijvoorbeeld ook bij andere producten. |

2. Scan legitimiteit

| Vraag | Bevindingen |
|---|--|
| <p>a. Zijn er economische redenen die overheidsingrijpen legitimeren?</p> | <p>Overall beeld</p> <p>Ja, het ontstaan van kennis-<i>spillovers</i> kan overheidsingrijpen legitimeren. De mate waarin die kunnen optreden, verschillen wel tussen de verschillende programmalijnen. Ook strategische autonomie kan overheidsingrijpen legitimeren. ESG-factoren in het buitenland en buitenlandse overheidssubsidies legitimeren een overheidssubsidie in Nederland in principe niet.</p> <p>We werken we het voorgaande punt voor punt uit.</p> |

⁶⁸ Dröes en Koster (2021) laten bijvoorbeeld zien dat zonnevelden kunnen leiden tot een daling van huizenprijzen met gemiddeld 2,6% bij huizen binnen een straal van 1 km.

Kennis-spillovers

Het voorstel is deels gericht op ontwikkeling en innovatie en kan daardoor leiden tot kennis-spillovers. Kennis-spillovers zijn **positieve externe effecten** en ontstaan vooral bij vroege-fase innovatie.

Overheidsingrijpen kan legitiem zijn, mits de private cofinanciering afgestemd is op de te verwachten private baten van het project. Dit is een belangrijk aandachtspunt. Ongeveer 175 mln euro subsidie is gereserveerd voor projecten bij commerciële bedrijven en ongeveer 120 mln euro voor onderzoek bij kennisinstellingen. Voor alle programmaonderdelen samen bedraagt de NGF-bijdrage 35% van de totale investering.

- In de eerste programmalijn (hoogrendementszonnepanelen) zullen kennis-spillovers geen grote rol spelen. De technologie is volgens het voorstel al vergevorderd tot het niveau van industriële pilot-productielijnen.⁶⁹
- Bij de tweede programmalijn lijkt de kans op kennis-spillovers groter. Deze lijn richt zich op ontwikkeling van flexibele en lichtgewicht zonnepanelen op basis van perovskiet, een techniek die verder van de markt staat.⁷⁰
- De derde programmalijn zet in op ontwikkeling van zonnepanelen die geïntegreerd kunnen worden in gebouwen, infrastructuur en voertuigen. Ook deze technieken staan verder van de markt in vergelijking met de eerste programmalijn.⁷¹
- Overkoepelend is 11 mln euro beschikbaar voor *open calls* gericht op integratie van zonnepanelen in de gebouwde omgeving en voertuigen, en nog eens 11 mln euro voor *open calls* gericht op fundamenteel onderzoek.

Strategische autonomie

- Er kan sprake zijn van een **extern effect**, omdat de strategische waarde van eigen productie in Europa niet wordt meegenomen in de prijs van zonnepanelen. Dit zou een subsidie kunnen legitimeren, al kan productie ook elders in Europa plaatsvinden.
 - Zoals in de probleemanalyse beschreven, lijkt de waarde van autonomie bij productie van zonnepanelen wel een stuk kleiner dan bijvoorbeeld bij de levering van gas.

De volgende punten legitimeren overheidsingrijpen niet:

- Het feit dat buitenlandse overheden kiezen om hun eigen industrie subsidiëren, is geen legitieme reden voor overheidsingrijpen. Als alle landen op elkaars subsidies reageren, dan resulteert dat in een *race to*

⁶⁹ Groeifondsfinanciering voor de bouw van de pilot-productielijn en later de fabriek bedraagt 70 mln euro, 16% van de totale kosten. 100 mln euro (22%) wordt gefinancierd door een lening via InvestNL. Verder gaat er 10 mln euro subsidie naar onderzoek bij TNO en Solarlab.

⁷⁰ Hier is 35 mln euro subsidie gereserveerd voor de bouw van een pilotlijn en later een productielijn (34% van de totale kosten). Daarnaast gaat er 59 mln euro subsidie naar onderzoek naar perovskiet folies bij TNO en Solarlab.

⁷¹ Subsidie gaat naar zeven projecten, variërend van 2,4 mln tot 20 mln euro. Het subsidiepercentage ligt tussen de 28% en 48%. Verder is er 39 mln euro uitgetrokken voor onderzoek bij TNO en Solarlab.

the top. Wel verbetert een subsidie in Nederland juist weer de concurrentiepositie ten opzichte van landen met minder subsidie.

- Omdat ESG-factoren in principe niet verwerkt zijn in de prijs van zonnepanelen, is ook hier sprake van externe effecten. Dit argument geldt echter niet specifiek voor zonnepanelen, maar ook voor veel andere producten die geïmporteerd worden uit het buitenland. Specifieke steun voor zonnepanelen ligt daarmee niet in de rede om deze redenen.

Literatuur

Bettoli, A., T. Nauc ler, T. Nyheim, A. Schlosser en C. Staudt, 2022, *Building a competitive solar-PV supply chain in Europe*, McKinsey & Company ([link](#)).

Bobba, S., S. Carrara, J. Huisman, F. Mathieux en C. Pavel, 2020, *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU*, Europese Commissie: Luxemburg ([link](#)).

Fraunhofer ISE, 2023, *Photovoltaics Report* ([link](#)),

Kamerstukken II 2020-2021, *Beantwoording Kamervragen over productie zonnepanelen met Oeigoerse dwangarbeid* ([link](#)).

Dr es, M. I., & Koster, H. R. (2021). Wind turbines, solar farms, and house prices. *Energy Policy*, 155, 112327. ([link](#))

M ller, A., L. Friedrich, C. Reichel, S. Herceg, M. Mittag en D.H. Neuhaus, 2021, *A comparative life cycle assessment of silicon PV modules: Impact of module design, manufacturing location and inventory*, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 230, 111277. ([link](#))

RVO, 2022, *Monitor Zon-pv 2022 in Nederland*, Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland ([link](#)).

Theelen, M, J. Kester, M. Hauck, M. Sp th, A. Kuypers en W. Sinke, 2021, *Tijd voor duurzame zonne-energie*, Amsterdam: TNO ([link](#)).