

Meerjarenprogramma sleuteltechnologieën (MJP)

1. **Titel van MJP: Photovoltaic Technology (Solliance)** Penvoerder : TNO
 - Bestaand programma voor continuering in KIC 2020-2023
2. **Tot welke van de 8 clusters van technologieën behoort dit MJP:**
 - Advanced materials
 - Photonics and light technologies
 - Nanotechnologies
 - Engineering and fabrication technologies
3. **Welke sleuteltechnologieën staan centraal:**

Zonnestroomtechnologie (PV Technology) valt onder de HTSM roadmap High Tech Materials.

 - Advanced materials.....: Energy conversion materials, Thin films and coatings
 - Photonics.....: Photovoltaics, Integrated photonics (Light management)
 - Nanotechnology.....: Nanomaterials, Nanomanufacturing
 - Engineering & fabrication..: Optomechatronics (Precision equipment)
4. **Positie NL:** Nederland behoort tot de wereldtop in zonneceltechnologie: zowel op device ontwerp (cellen, tandemstructuren, modules), materialen (conversie en lichtmanagement), productiesystemen (kristallijn Si, dunne film, roll-to-roll) en integratie (bouw- en infrastructuur geïntegreerde PV, reliability, life cycle analysis). Hoewel PV-cel productie momenteel meer in Azië geconcentreerd is, vindt equipmentbouw (met name voor dunne film PV) vooral in Europa plaats met een zeer prominente rol voor Nederlandse hightech productiesystemen (>250 M€/jaar) en materialen. Nederland staat op de 10^e plaats wereldwijd in termen van jaarlijks nieuw geïnstalleerd PV vermogen (omzet NL-PV sector rond € 2 miljard/jaar), met een sterke nadruk op integratie (meervoudig ruimtegebruik in bouw en infra en op water). Integratie van elders vervaardigde PV-cellen en halffabricaten in innovatieve modules en multifunctionele bouwdelen is een groeiende Nederlandse (en Europese) productie activiteit die veel nieuwe banen en toegevoegde waarde zal creëren.
5. **Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling**

Doel van dit MJP is het ontwikkelen van hightech materialen, processen en systemen voor het tegen gehalveerde kosten (<0,10 €/W_p in 2030) vervaardigen van (geïntegreerde) PV met een hogere conversie efficiency (>25%) en een langere levensduur (>35 jaar). Met name door ontwikkeling van PV absorber materialen (zoals Si, CIGS, Perovskiet, BaSi₂), passivatie (ALD), lichtmanagement, integratie van halffabricaat PV in bouwdelen (encapsulatie en interconnectie) en ontwikkeling van hoog efficiënte tandem structuren (Perovskiet/Si, Perovskiet/CIGS, Perovskiet/Perovskiet). In productie termen: nanometer-schaal proces beheersing voor hoge snelheid productie op vierkante kilometers/jaar (samenstelling, textuur, laagdikte) voor kosteneffectieve massa productie van flexibele PV halffabricaten; industriële automatisering van maatgesneden PV-integratie in multifunctionele (bouw)componenten; voorspelbare en langere levensduur door beheersing van degradatieprocessen. Hiermee draagt dit MJP bij aan de noodzakelijke doorontwikkeling van PV-productietechnologie om de CO₂-reductie doelen van de elektrische energietransitie te realiseren zoals geformuleerd in diverse MMIP's (1, 2, 3, 6, 8, 9 en 13) van het IKIA Klimaatakkoord.
6. **Ecosysteem:** Dit MJP wordt mede onderschreven door het TKI Urban Energy van de topsector Energie, het IKIA Klimaatakkoord, de roadmap Solar van TNO, en de partners in het publiek-private samenwerkingsverband Solliance (TNO, imec, FZ Jülich, TU/e, TUD, UT,

RUG, UHasselt). Het wordt ondersteund door de Brainport Nationale Actieagenda (prioritaire actie 10). Het betrokken ecosysteem omvat de hele keten van producenten van materialen (zoals DSM, Sabic, Tata, Eternit, Trespa), machines (zoals VDL ETG, Tempres, Smit Thermal Solutions, Meyer Burger), PV materialen (zoals Hanergy, HyET, Avancis), PV integrators (dak en gevel elementen, infrastructuur, water), bouw en constructiebedrijven en architectenbureaus.

7. **Organiserend vermogen:** TNO treedt op als nationale penvoerder van het publiek-private samenwerkingsverband Solliance, en tevens van SEAC (applicatie en evaluatie van PV).
8. **Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn:** Dit MJP draagt bij aan de Integrale Kennis & Innovatie Agenda (IKIA) van het doorsnijdend thema Innovatie zoals geformuleerd als onderdeel van het Klimaatakkoord en daarmee ook aan de KIA voor het maatschappelijke thema Energie en Duurzaamheid. Op korte termijn door de transitie te versnellen door het reduceren van productie-kostprijs, carbon-footprint en energie-terugverdiensijd, het realiseren en verbeteren van fysieke integratie in bouwdelen en het bewaken van kwaliteit (bankability). Op lange termijn door publieke acceptatie ook bij implementatie op >200GW schaal (in NL) te handhaven en meervoudig oppervlaktegebruik mogelijk te maken, om zo bij te dragen aan de missie doelen voor 2050: een volledig CO₂-vrij elektriciteitssysteem, een CO₂-vrije gebouwde omgeving, en emissieloze mobiliteit.
9. **Kans op economische impact op korte en lange termijn:** Private partijen langs de PV waardeketen (materialen/equipment/productie/integratie/bouw) hebben momenteel een omzet in de orde van €2 miljard/jaar, en besteden miljoenen per jaar aan externe samenwerking in R&D. Het TRL-niveau van Perovskite Solar Cells (PSC) is 3-4, en zal zich op termijn van 5 jaar ontwikkelen tot commercieel productieniveau. Voor CIGS en cSi bestaat reeds productie op GW schaal; het TRL niveau van de innovaties in dit MJP is 3-7. Timing grootschalige markt impact: binnen vijf jaar PSC productie en verbeterde integratie van CIGS en cSi, tussen 5-10 jaar PSC/Si of PSC/CIGS tandems op grotere schaal, en onder punt 5 genoemde kostprijs/efficiency/ levensduur doelen na 10 jaar (2030). Vrijwel alle gerenommeerde voorspellingen mbt de toekomstige energie generatie stellen dat PV de belangrijkste energiebron zal gaan worden. Hiervoor zal de wereldwijde PV capaciteit nog met een factor 100 of meer gaan toenemen. Met name voor (terugkeer van) productie en integratie van (flexibele) PV ligt hier een buitengewone kans voor Nederland.
10. **Krachtenbundeling:** ECN part of TNO en Solliance zijn deelnemende partij in het nationaal consortium SolarLAB (alle PV kennisinstellingen in NL) en in Solar Power Europe (Europese PV sector organisatie). Het sluit aan op (en definieert mee in) de Europese roadmaps (IRENA, SET plan PV). Het werkt samen met vrijwel alle kennisinstellingen en producenten in Europa op het gebied van kristallijne en dunne film (CIGS, PSC, OPV, aSi, III-V) PV in contractresearch, partnerprogramma's, Horizon2020, ERANET, Interreg, en KIC-EIT. Het participeert tevens in diverse taakgroepen van de International Energy Agency (o.a. PV, integratie, levensduur, kwaliteit).
11. **Cross-over karakter:** Innovaties zullen plaatsvinden bij het multifunctioneel integreren van PV. Op het raakvlak van PV technologie en chemie (integratie van PV met electrochemie, waterstof, power to gas), agro en farming (dual landgebruik) en creatieve sector (inpassing in het landschap, architectonische inpassing in gebouwen, actieve gevels). Essentiële sleutelmethodeën zijn hierbij elektrificatie van chemie, power to gas, katalyse, respectievelijk gewas monitoring, biodiversiteit, en onder meer perceptie onderzoek.

12. Indicatie van benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2023: zie tabel

Totaal volume PV-gerelateerde R&D in Nederland is meer dan 50M€/jaar, verdeeld over de topsectoren Energie en HTSM. De tabel is hier in eerste instantie gebaseerd op het HTSM deel (ontwikkeling van hightech systemen en materialen).

Bron	Totaalbedrag (mln EUR/jr)	Waarvan reeds gecommitteerd (2019)	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	4	3.5	0.5
<i>PPS toeslag</i>	1	0.5	0.5
<i>TO2 middelen</i>	3	3	
<i>NWO</i>	2	2	
<i>Universiteiten/hogescholen</i>			
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>	1	1	
<i>Departementale middelen</i>	1	1	
<i>EU middelen</i>	1	1	
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag (mln EUR per jr)	13	12	1