

Circular Economy Lab 24: circulaire zonnepanelen – verslag

Maandag 28 juni 2021, online vanuit NEMO de Studio

Dit Circular Economy Lab over circulaire zonnepanelen is georganiseerd door het AMS Institute in samenwerking met het Utrecht Sustainability Institute (USI), de Amsterdam Economic Board, de gemeente Amsterdam en Alliantie Cirkelregio Utrecht. Meer informatie, zoals de slides en de video opname, zijn [hier online op de website van USI](#) te vinden.



Introductie – circulariteit en zonnepanelen

Het Lab opent met een videoboodschap van Marieke van Doorninck ([hier terug te zien](#)), de wethouder Ruimtelijke Ontwikkeling en Duurzaamheid van de gemeente Amsterdam. De Wethouder verwijst naar de **donut economie** benadering van de stad, waarbij de stad rekening houdt met de ecologische buitengrenzen van de planeet en het sociale fundament van het welzijn van mensen. Zonnepanelen zijn van belang voor beide grenzen: ze voorzien de bevolking van energie en doen dat op een duurzame manier. Het aantal zonnepanelen in Amsterdam stijgt elk jaar. Tegelijk vragen ze een toenemend gebruik van kostbare eindige grondstoffen. De volgende cruciale stap, stelt de wethouder, is om de panelen op grote schaal circulair te maken, om toxisch PV-afval te voorkomen, kritieke grondstoffen beschikbaar te houden en dwangarbeid in de productieketen in China (“moderne slavernij”) te voorkomen.

Jacqueline Cramer modereert het Lab en beschrijft de twee hoofdvragen.

1. Hoe kunnen we ons goed voorbereiden op de stroom aan gebruikte zonnepanelen die massaal op de markt zal komen rond 2026? Welke hergebruiks- en recyclingsmogelijkheden zijn er voor deze stroom? En hoe zorgen we dat we tijdig in de startblokken staan voor hoogwaardig hergebruik en recycling?
2. Welke innovatieve zonnepanelen zijn er in ontwikkeling die qua ontwerp, duurzaamheid en circulariteit aan veel hogere standaarden voldoen? Kunnen we als Nederland hierin een marktpositie veroveren, zo nodig in Europees verband? En hoe kunnen we deze circulaire zonnepanelen grootschalig op de markt krijgen?

Sessie 1. Circulariteit van zonnepanelen: huidige stand van zaken

Pitch Geert Jan Pastoor

Panelleden

- Arthur Weeber, TU Delft/TNO
- Reint Sekhuis, WEEE NL
- Maartje van Engelen, Sungevity
- Geert Jan Pastoor, Pastoor Consult

Initiatief voor refurbishment en recycling van zonnepanelen

Geert Jan Pastoor vertelt over het initiatief om een fabriek voor refurbishment en hoogwaardige recycling van afgedankte zonnepanelen op te zetten in Amsterdam. Vroeg of laat wordt elk zonnepaneel economisch afgeschreven en vervangen. Het rendement van een paneel loopt langzaam terug tijdens gebruik, terwijl de ontwikkeling van nieuwe panelen met een hoger rendement doorgaat. In de huidige markt is de economische levensduur al na 15-20 jaar bereikt.

In de op te richten fabriek, schetst Pastoor, zullen afgeschreven panelen die nog goed genoeg zijn worden doorgemeten en gecertificeerd, om als goedkoper **tweedehands paneel** een tweede leven te krijgen. Panelen die niet goed genoeg meer zijn worden als volgt gerecycled. Het aluminiumprofiel wordt eraf gehaald en hergebruikt. De platen van glas worden gedemonteerd en tot schone materialen voor nieuwe platen verwerkt. De kunststofplaten en de eigenlijke zonnecellen – ijzerdraadjes met zonnecollectoren – worden van elkaar gescheiden in een pyrolyse installatie. Zo kan ook het kunststof volledig worden gerecycled. Van de overgebleven zonnecellen wordt het silicium gescheiden van het zilver en andere metalen, om als **circulaire grondstof** voor nieuwe panelen te dienen.



Waarom is dit belangrijk?

Arthur Weeber van TU Delft en TNO licht de urgentie van investering in refurbishment en hoogwaardige recycling van zonnepanelen toe. Er worden nu per jaar zo'n 7 tot 8 miljoen zonnepanelen afgezet op de Nederlandse markt. Binnen afzienbare tijd zullen die vrij gaan komen. Rekening houdend met de energietransitie komt er nog een veelvoud bij van wat we al hebben staan – voor 2050 praten we over een factor 20 meer dan nu. We moeten *nu* beginnen met het ontwikkelen van hoogwaardige recyclingtechnologie, waarbij we alle grondstoffen opnieuw kunnen inzetten. Anders komen we straks in de problemen. Weeber: “Nu is het al zo dat materialen duurder beginnen te worden vanwege de vraag. Je ziet al dat er schaarste ontstaat.”

Naast refurbishment en recycling moeten we ook kijken naar **material efficiency**, stelt Weeber: “Zo min mogelijk materialen gebruiken, de hoeveelheid silicium per paneel reduceren, geen giftige materialen gebruiken.” Bij het solderen van panelen wordt lood gebruikt; in de achterzijdefolies zit PFAS. Bovendien kunnen we, schetst Weeber, een factor 2 omhoog in rendement. Daardoor zijn straks minder panelen nodig zijn, en minder oppervlakte, om dezelfde opwek te realiseren. “Daar is nog veel ontwikkeling van technologie voor nodig, maar het is mogelijk.”

Stand van zaken reuse en refurbishment

Maartje van Engelen vertelt over het initiatief van Sungevity voor hergebruik en refurbishment van gebruikte panelen. Het is belangrijk om zonnepanelen tot de laatste kWh te gebruiken. Daarvoor lanceert Sungevity op donderdag 1 juli 2021 het platform [ZonNext](#), samen met een aantal partners waaronder WEEE Nederland en Urgenda. “ZonNext is een weeshuis voor gebruikte zonnepanelen, een platform om vraag en aanbod van gebruikte zonnepanelen te matchen. Bijvoorbeeld, een overheidsgebouw met zonnepanelen wordt afgebroken; de panelen komen vrij en worden beschikbaar gemaakt voor huishoudens met **energiearmoede**.” WEEE NL is bij ZonNext betrokken, om zonnepanelen te testen en certificeren.

Dit is belangrijk omdat structureel hergebruik van vrijkomende zonnepanelen op dit moment niet gebeurt. Het proces om gebruikte zonnepanelen vanaf het dak van de aanbieder tot het dak van de vrager te krijgen (incl. logistiek, opslag, evt. reparatie, her-certificering, installatie) is nog niet

ingeregeld. ZonNext gaat hier verandering in brengen. Qua afzetmarkt is het een mooie kans voor huishoudens met een beperkt budget, sociale huurders, of bijvoorbeeld voor huizen of utiliteitsgebouwen die binnen afzienbare tijd gedemonteerd/gesloopt gaan worden. De ambitie van ZonNext is om een markt voor gebruikte zonnepanelen binnen Nederland te ontwikkelen, en te voorkomen dat een significant deel van vrijkomende panelen geëxporteerd gaat worden. Export zou meer transport en uitstoot met zich meebrengen, en bovendien raak je de grip kwijt op hoogwaardige recycling na end-of-life.

Sungevity investeert in dit circulaire concept omdat zij als leverancier hun verantwoordelijkheid willen nemen. Ze zien dat de toestroom van gebruikte zonnepanelen eraan komt, die zonder circulaire oplossingen op de afvalberg zullen belanden. Van Engelen: “Daarin zien wij onze maatschappelijke rol, om te kijken hoe wij onze rol in de PV-markt kunnen inzetten voor circulaire oplossingen.”

Stand van zaken recycling zonnepanelen

Wat gebeurt er nu aan PV-recycling? Reint Sekhuis van WEEE NL schetst de situatie. WEEE NL is een uitvoeringsorganisatie voor de producentenverantwoordelijkheid van elektronisch afval, die door Stichting OPEN gecoördineerd wordt. Sekhuis: “Nu zijn er nog geen goede oplossingen voor gebruikte zonnepanelen, die in kleine hoeveelheden terugkomen. Er zijn in heel Europa maar een handjevol partijen die zich wagen aan recycling van zonnepanelen, omdat de stroom nog relatief klein is, en er dus weinig motivatie is om je op die markt te richten.”

Recycling richt zich op de basismetalen, het aluminiumframe; het is gericht op kwantiteit / massa, bijvoorbeeld het terugwinnen van het glas. Dat wordt **verbrijzeld**. Met bestaande scheidingstechnieken op kleur wordt een beetje schoon glas hieruit teruggewonnen. Daarnaast ontstaat een gemengde fractie. Dat wordt in bulkmaterialen zoals **beton** vermengd of naar smelterijen afgezet. Sekhuis: “Daarmee verliezen we de materialen waar we ons op moeten richten, zoals het silicium, het zilver en de kritieke metalen.”

Arthur Weeber legt uit waarom hoogwaardige recycling van zonnepanelen zo lastig is. Dat heeft te maken met de ontwerpstrategie: “In het ontwerp van zonnepanelen stuurde men altijd op een zo lang mogelijke levensduur, om het milieuprofiel te verbeteren. Kort gezegd, we hebben er alles aan gedaan om alle onderdelen in een paneel zo goed mogelijk **in te pakken en verlijmen**, en vooral te zorgen dat ze niet uit elkaar zouden vallen in de gebruiksfase. Dat betekent dat ze moeilijk te recyclen zijn.” De toekomst is circulair ontwerp; zonnepanelen die je makkelijk uit elkaar kunt halen met behoud van de lange levensduur. Die ontwikkeling, van de nieuwe generatie zonnepanelen, wordt in het tweede panel besproken.

De toekomst van zonnepanelen recycling

Meer hoogwaardige recycling van de huidige generatie zonnepanelen is mogelijk. Om zoveel mogelijk grondstoffen uit de end-of-life stroom te kunnen halen, hebben Geert Jan Pastoor, WEEE NL en andere partners een samenwerking opgezet met TNO. Pastoor: “Doel is om, ten eerste, de hoogwaardige PV-recyclingtechniek die er nu al is naar Nederland te halen, en ten tweede, nieuwe machines en processen waaraan TNO mee heeft gewerkt in de praktijk te brengen. Dat willen we in Amsterdam gaan doen.” Bijvoorbeeld met een machine die de **glasplaat** er netjes afsnijdt, nieuwe technieken om het glas schoner te maken en om het silicium en zilver te kunnen scheiden. Pastoor: “Binnen 5 jaar willen we dit klaar hebben, om vanaf 2026 klaar te zijn voor de grote stroom afgedankte panelen die dan gaat komen.”

Welke grondstoffen zijn belangrijk? Sekhuis: “Het ontwikkelen van recyclingstechnieken voor **silicium** is met name belangrijk. Dat is een duur product dat veel energie kost om te maken. Het zou

heel veel opbrengen als we dat kunnen terugwinnen.” Arthur Weeber vult aan: “Als je kijkt naar de energie inhoud van een PV-module, die nodig is voor de productie (**embodied energy**), dan staat silicium op nummer één.”

Kunnen we binnen 5 jaar ook recycling van **edelmetalen** en **kritieke metalen** in de praktijk brengen? Voor conventionele zonnepanelen (kristallijn silicium; nu ca. 95% van de markt) zijn zilver en koper belangrijk. Weeber: “Vooral zilver is duur. Het toepassen van andere metalen voor zonnecellen is er al, maar de zonnecel industrie is vrij conservatief. Juist omdat ze een levensduur moeten garanderen van 25-30 jaar. Dus alle technologieën moeten flink bewezen zijn, liefst meer dan één keer, met versnelde levensduurtesten en praktijkervaringen.”

Voor **dunne film** zonnepanelen (nu 5% van de markt, straks richting de 10% of meer) is de situatie wat complexer. CdTe panelen, waar cadmium en tellurium in zitten, worden door de fabrikant zelf gerecycled in nieuwe panelen. Weeber: “Qua overall milieu-impact is dit dus beter dan andere zonnepanelen. Maar dit zijn juist wel kritieke metalen, en cadmium is giftig, waarvan de wereldvoorraad beperkt is; daar kunnen we niet de energietransitie mee uitvoeren. Voor andere producttypes, zoals CIGS-panelen waar indium en gallium in zitten, moet er nog véél onderzoek gedaan worden om recycling voor elkaar te krijgen.”

Financiering mogelijk via nieuwe UPV-regeling?

Hoe kunnen we refurbishment en hoogwaardige PV-recycling in Nederland mogelijk maken, als de business case er nu nog niet is omdat de stroom nog te klein is? Sekhuis: “De recyclingindustrie is altijd een end-of-pipe industrie geweest; we hebben technieken ontwikkeld waarmee we problemen aan de afvalkant kunnen oplossen. De bestaande technieken zijn niet geschikt voor zonnepanelen, die complex zijn opgebouwd en waar veel onderdelen zijn verlijmd.” Dus is er op voorhand investering in innovaties nodig die zich pas later laten terugverdienen.

Een nieuwe regeling **Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid** maakt het mogelijk in de genoemde oplossingsrichtingen – reuse, refurbishment, recycling – te investeren. De sector voelt de urgentie hiervan. Afdankte zonnepanelen vallen onder elektronica (WEEE). De **afvalbeheerbijdrage** die nu geldt voor deze categorie, wordt niet gereserveerd voor de toekomstige verwerking van een apparaat dat een consument nu koopt, maar om de recycling van apparaten *op dit moment* te financieren. De afvalbeheerbijdrage wordt verwerkt in de prijs en producenten zijn verantwoordelijk voor zowel de inzameling van panelen als de afdracht van het geld (via Stichting OPEN). Voor zonnepanelen gaat dit over 5 jaar voor **grote problemen** zorgen; bij de huidige beperkte infrastructuur voor recycling zal de bijdrage dan omhoog schieten. Sekhuis schetst het beeld: “In Nederland plaatsen we jaarlijks 120.000-180.000 ton aan panelen op de daken en velden. Als je bedenkt dat de grootste recyclingfabriek – met laagwaardige oplossingen – nu 4000 ton kan verwerken, dan zie je dat er een enorm verschil is tussen wat we in de markt wegzetten en wat we aan verwerkingscapaciteit hebben. Nog los van hoe het wordt verwerkt. Dat **omslagpunt** gaat heel snel op ons afkomen. Daarom zijn we in gesprek met stichting OPEN om de producentenverantwoordelijkheid in te kunnen zetten om voor de troepen uit te gaan lopen. Want als straks de storm van gebruikte zonnepanelen op je afkomt, dan is het te laat om iets te gaan ontwikkelen.”

Wat beoogt men te bereiken met nieuwe afspraken voor de Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid? De huidige afvalbeheerbijdrage gaat dan iets omhoog, met een x bedrag per paneel, om een **investeringsfonds** te creëren voor initiatieven in reuse, refurbishment en recycling. Sekhuis: “Je moet als sector willen **voorfinancieren** wat er straks op je af gaat komen. Je terugverdienmodel is dat we samen technieken ontwikkelen om óók de duurdere metalen terug te kunnen winnen. Recycling zal daardoor ook goedkoper gaan worden. Er is nog veel onderzoek nodig.

Normaal willen we dat aan de markt overlaten. Maar als er geen markt is, dan gaat er ook geen onderzoek gebeuren. Dan zijn we alleen maar afhankelijk van onderzoeksubsidies.”

Geert Jan Pastoor schetst hoe zo’n producentenbijdrage voor circulaire innovaties opgebouwd kan worden: “10% kan gereserveerd worden voor de ontwikkeling van initiatieven voor refurbishment en recycling van de huidige generatie zonnepanelen in de komende 5 jaar; de rest kan gereserveerd worden voor de panelen die in de toekomst in de markt vrijkomen.”

Om dit in de benen te krijgen zijn **alle ketenspelers nodig**. Je hebt de steun van producenten nodig, legt Sekhuis uit, “want je zult een deel moeten gaan financieren – in vergelijking met de gehele PV-markt een beperkt bedrag.” Daarnaast zijn onderzoeksorganisaties nodig en bedrijven die ontwikkelde technieken kunnen opschalen. Ook de overheid heeft een rol. Zij kunnen stimuleren dat circulaire panelen aantrekkelijk worden voor consumenten en voor de zakelijke markt. Maartje van Engelen van Sungevity vult aan: “De overheid heeft veel vastgoed, laten we beginnen met circulaire zonnepanelen neerleggen op overheidsgebouwen. Of ze kunnen eisen opstellen voor circulaire zonnepanelen in nieuwbouwtrajecten.”

Dwangarbeid

Er zijn veel zorgen over dwangarbeid in de productiefase van zonnepanelen. Hoe kan je als gebruiker over inkoper hierop sturen? Sungevity biedt zonnepanelen aan met **silicium uit Noorwegen** i.p.v. China. Holland Solar, de branchevereniging, is bezig met een **convenant** om de toeleveringsketen van grondstoffen transparant te maken, vergelijkbaar met het convenant uit de textielindustrie. Sungevity wil een tweede element aan dit convenant toevoegen. Van Engelen: “We zouden graag een solar product paspoort maken, waarin we kunnen zien wat de CO2-footprint is van het paneel, en hoe circulair is het gemaakt?”

Betaalbaarheid maakt het gecompliceerd. Van Engelen vertelt dat het zonnepaneel met silicium uit Noorwegen twee keer zo duur is als een ‘gewoon’ zonnepaneel uit China. “Dat is wel de max waar consumenten voor willen betalen. Daarnaast moet een circulair zonnepaneel ook schaalbaar zijn, zodat inkopers zeker weten dat de producent over 10 of 20 jaar nog bestaat.”

Europese productieplannen

Is het mogelijk om de productie en toeleveringsketen naar Europa te halen, zodat we grip houden op de keten? Arthur Weeber: “We kunnen in principe de hele waardeketen realiseren in Europa. De Europese commissie heeft gezegd dat zon-PV een strategische *value chain* is; vanuit Europa worden er daarom acties op touw gezet om onze grondstofafhankelijkheid op te gaan vangen. Schaal is cruciaal. We kunnen het in Europa produceren. Maar de schaal moet groter zodat het betaalbaar wordt.” Er zijn initiatieven in die richting. Bijvoorbeeld een grote Zwitserse producent van apparatuur heeft gezegd **zonnecelfabrieken in Europa** neer te willen zetten. De eerste hiervan draait inmiddels al in Duitsland. Op Europees niveau bestaat het programma **Solar Manufacturing Accelerator**, dat een strategie ontwikkelt om Europa hierin onderscheiden te maken van China, om zo een belangrijk marktaandeel te ontwikkelen. Naast materiaalgebruik speelt hier ook de energiemix die gebruikt wordt in de productiefase een rol. Arthur Weeber: “In Europa is de energiemix duurzamer dan in China, zodat de CO2 voetafdruk veel kleiner wordt als je zonnepanelen hier gaat produceren.” Tot het zover is, dragen circulaire oplossingen bij. Sekheis: “Als we meer zonnepanelen gaan hergebruiken, dan weet je in ieder geval dat ze niet met nieuwe dwangarbeid geproduceerd zijn.”

Jacqueline Cramer concludeert: “Het is een positief verhaal, circulaire productie- en verwerkingsroutes zijn mogelijk en er zijn partijen actief die het initiatief nemen. Met duurzaam

economisch perspectief voor Nederland en Europa. In alle opzichten hebben we hier een kans. Tijd om door te pakken.”

Sessie 2. Naar een circulaire zon-PV keten: innovaties en circulair inkopen

Pitch Gerard de Leede, Solarge

Panelleden

- Jan-Jaap van Os, Exasun
- Rosalinde Klein Woolthuis, Wocozon
- Eveline Roubos, Gemeente Amsterdam (gemeentelijk vastgoed)
- Gerard de Leede, Solarge

Solarge: Business model voor circulaire, ultra-low carbon PV panelen

Solarge is een Nederlandse PV-producent, “een bedrijf in opstart en op weg naar grootschalige productie van honderden megawatts,” schetst Gerard de Leede. “Op de lange duur kunnen wij concurrerend worden met Chinese panelen, en lang kan al in 3 tot 5 jaar realiteit zijn, afhankelijk van de volume groei.”



Solarge werkt op drie manieren aan circulaire innovaties in de zon-PV. Ten eerste, circulair ontwerp door meer duurzame en minder energie-intensieve materialen toe te passen. De Leede: “We combineren solar technologie met kunststoftechnologie; beide technologische ontwikkelingen zijn pas 150 jaar geleden begonnen en dat geeft bijzondere mogelijkheden voor betaalbare duurzame energie.” In de Solarge-panelen zijn glas en aluminium vervangen door innovatieve **vezelversterkte kunststoffen**. “Dit paneel kan minimaal 25 jaar mee, is superlicht en heeft een lage CO2 footprint.” Bij de productie van deze op kunststoffen gebaseerde panelen komt 25% minder CO2 vrij dan bij productie van conventionele panelen met aluminium en glas. De panelen zijn 50% lichter, waardoor uitstoot van transport kleiner is en de panelen makkelijker te plaatsen zijn.

Solarge werkt daarbij aan een duurzame sourcing strategie voor de toegepaste kunststoffen. Die kunnen komen uit gerecycled kunststof (bijv. polypropyleen uit bumpers of tuinstoelen, landfill plastics, ocean plastics). Ook biobased kunststoffen behoren tot de mogelijkheden. Solarge werkt

hierin samen met Sabic, een grote kunststoffabrikant die een gecertificeerd proces *TrueCircle™* heeft opgezet, waarin ze gebruik maken van een biobased feedstock – “denk bijvoorbeeld aan bijproducten van papierproductie, of frietvet van grote spelers in de voedselketen” – en een post-consumer plastics feedstock. De Leede: “Dit is geen science fiction, dit kan en is slechts iets duurder dan wanneer je een ruwolievat zou gebruiken voor kunststofproductie.” Sabic heeft een circulaire fabriek in aanbouw in Sittard/Geleen, die medio 2022 gereed komt. “De vraag is nu al een factor 10 hoger dan ze zelf gedacht hadden; dit zal snel gaan schalen.”

Ten tweede, Solarge werkt aan **design for recycling**. De PV-modules kunnen na ‘end of use’ eenvoudig thermisch worden ontmanteld in (hele) zonnecellen en polymeren, die voortdurend kunnen worden hergebruikt in hetzelfde type zonnepaneel. De bruto **restwaarde** van een gebruikt Solarge-paneel wordt geschat op ca. 12 €/m² (in 2030). De Leede: “Daar kan je best iets voor opzetten.” Sabic kan de toegepaste kunststoffen recyclen. ROSI Solar in Frankrijk is gespecialiseerd in recycling van de metalen en andere waardevolle grondstoffen uit de zonnecellen, om terug te brengen in de PV-keten. Als je deze recyclingstappen meerekent, en de beoogde inkoop van ingots en wafers uit Noorwegen o.b.v. hernieuwbare energie (waterkracht), dan hebben Solarge panelen een **92% lagere CO2-voetafdruk** dan conventionele zonnepanelen (om precies te zijn: 20 kg CO₂/m² vs. 285 kg CO₂/m² voor conventionele panelen). De Leede: “We kunnen hier al snel komen. Zeker als de voorgenomen EU Carbon Border Tax van 50 €/ton ingaat (in 2023/2024). Dat zal een effect hebben van 5 ct/Wp op niet-duurzaam geproduceerde Chinese panelen. Dat is ongeveer 25% van de kostprijs. Duurzame Europese producenten zullen dan concurrerend zijn met Chinese producenten.”

Ten derde werkt Solarge met partners aan een **circulair business model** voor zon-PV, energy-as-a-service. Na 15 of 20 jaar, als de ontwikkeling van efficiëntere zonnepanelen weer een stap verder is – naar verwachting stijgt de winst aan haalbaar wattvermogen per m² zonnepaneel ca. 2% per jaar – kan de leverancier de panelen vervangen voor een beter model. Solarge neemt als producent de materialen terug en garandeert hoogwaardige recycling in nieuwe panelen. Zo krijg je als inkoper een PV-systeem dat telkens een stapje beter wordt, i.p.v. degradeert. “Dit **upgrade en recycle** programma willen wij met partners aan gaan bieden, bijvoorbeeld via ESCOs of lease contracten.”

Solarge kan een eerste volumesprong realiseren door zich te richten op de markt voor lichtgewicht zonnepanelen. Zo’n 30-40% van alle commerciële en industriële gebouwen heeft niet genoeg draagkracht voor conventionele panelen; de lichtgewicht panelen van Solarge bieden hier een oplossing. “De grote projectontwikkelaars in Nederland komen veel daken tegen van projecten die zijn afgefallen om draagconstructies. Als zij de realisatie van die projecten kunnen heraanbieden met onze panelen, dan kunnen wij gaan opschalen, richting de 100 Mwatts en gigawatts gaan zodat we qua prijs concurrerend worden met Chinese producenten.”

Exasun: een circulair zonnepaneel dat dakpannen vervangt

Een ander mooi voorbeeld van een nieuwe generatie circulaire zonnepanelen is het concept van Exasun, ook een Nederlandse PV-producent. Jan-Jaap van Os: “We zijn in 2015 met een zonnepaneel op de markt gekomen dat een minimale levensduur had van 30 jaar. Daarna zijn we ze kleiner gaan maken, als een dakpan, en hebben we een zonnepaneel ontwikkeld waar je waterdichte daken mee kunt maken. Je kunt hiermee ook meer uit je dak halen, als een soort puzzelstukjes om een effectievere dekking te realiseren. De stap daarna was het **weghalen van toxische stoffen**, lood, PFAS, fluor, dat is gif dat je er niet in wilt hebben. Een bedrijf in een duurzame sector moet zelf het goede voorbeeld geven, vinden wij. Dus sinds drie jaar produceren wij zonnepanelen zonder lood en zonder PFAS. We richten ons nu op integratie in gebouwen, vervangen van dakpannen, dat doen we inmiddels met grootschalige bouw en dat gaat goed.”

De volgende stap is circulair ontwerp. Ten eerste door te zorgen dat je materialen niet meer nodig hebt. Van Os: “Met onze zonnepanelen heb je geen dakpannen meer nodig. Dat is duurzaam. Want de betonindustrie is met 8% één van de grootste uitstoters van CO₂ op de wereld.” Ten tweede door design for recycling, een écht **cradle-to-cradle zonnepaneel**. “In 2018 zijn we met TNO, DSM en andere partners begonnen aan de ontwikkeling van een nieuw type zonnepaneel dat aan het einde van de levensduur als componenten uit elkaar gehaald kan worden.” Zo hoef je glas en andere onderdelen niet meer te vermalen en kan je de grondstoffen hoogwaardig terugbrengen in de keten. De techniek is klaar. Van Os: “nu staan we voor de vraag: gaan we de fabriek verder opschalen om dit te gaan maken? Daar is financiering voor nodig. Financiering is er niet zomaar; financiers willen eerst weten: wat is de vraag? Er zijn veel leuke positieve reacties, maar die helpen ons niet aan een vraag. We hebben **commitment nodig** van klanten, om financiering te kunnen realiseren voor een productielijn voor deze circulaire zonnepanelen.”

Circulair inkopen van zonnepanelen

Wat helpt om deze ontwikkelingen op te schalen en te versnellen, stellen alle panelleden, is om vanuit inkoop contractuele eisen op te nemen. Eveline Roubos van de gemeente Amsterdam zou hier graag mee beginnen, maar is zoekende. “Wij beheren een kleine 1000 panden, waarvan 650 in eigendom. Op een kwart hiervan hebben we zonnepanelen geïnstalleerd, dus we hebben nog werk te doen. Het laagst hangend fruit, de grotere daken, hebben we al benut. We zoeken daarom nu naar oplossingen voor kleinere daken. Er zijn zoveel mogelijkheden, hoe vergelijk je die met elkaar? Wat is het duurzaamst, hoe kunnen wij dat meetbaar maken zodat wij als inkopende partij daar een goede verantwoorde keuze in kunnen maken.”

De Leede van Solarge schets mogelijke **inkoopcriteria**: “wij willen zonnepanelen met een carbon footprint die niet boven een bepaald niveau uitkomt.” Dan kunnen producenten daarop gaan concurreren. Of sturen op PFAS-vrije panelen. “Het zou helpen als er uitvragen komen: wij willen een paneel zonder PFAS.”

Van Os ziet dat deze vraag leeft. “Ook provincie Zuid-Holland en andere overheden zijn hiermee bezig.” Het gaat hierbij niet alleen om de beschrijving van circulaire inkoopcriteria, maar ook om de weging. “Stel je kunt voor 5% punten scoren op circulariteit, en de rest is prijs. Dat schiet niet op. Wij zitten als producent in een werkgroep om een **handreiking** te ontwikkelen voor gemeenten en andere publieke opdrachtgevers, over hoe je een circulaire aanbesteding van zonnepanelen zinnig insteekt. Dat moet na de zomer beschikbaar zijn.” Jacqueline Cramer stelt voor een koppeling te maken van dit initiatief met de **buyer groups** van PIANOo en Rijkswaterstaat, waar nationaal geharmoniseerde circulaire inkoopcriteria voor verschillende productgroepen worden ontwikkeld, en waar zonnepanelen voorlopig nog niet mee worden genomen. De **Metropoolregio Amsterdam** zou dan gezamenlijk **launching customer** kunnen zijn.

Naast het opnemen van circulaire eisen, kunnen opdrachtgevers rekenen met **total cost of ownership**; dat stimuleert circulaire oplossingen én is beter voor de inkopende organisaties. Rosalinde Klein Woolthuis schetst de visie van Wocozon, een stichting die tegen de 1000 huizen per maand van zonnepanelen voorziet in de sociale huursector en werkt met leaseconstructies. “Wij proberen onze klanten, de woningcorporaties aan de vragende kant, altijd te overtuigen om te kijken naar de totale levensduurkosten. Vaak kijken ze alleen naar aanschafkosten. Over de hele levensduur zijn goedkopere aanbiedingen juist de duurdere aanbidding, omdat er al snel onderdelen vervangen moeten worden. Eigen Haard heeft bijvoorbeeld 50.000 woningen in Amsterdam. Als je daar slechte installaties plaatst heb je na zes jaar een ramp, met service teams die continu de stad rondrijden om problemen op te lossen.”

Wocozon gaat daarom altijd voor duurzame installaties. “Wij noemen dat de Mercedes onder de zonnestroominstallaties, met micro-omvormers en hoge kwaliteit opwek panelen, waardoor je 20 jaar lang niet terug hoeft naar die woning. We zijn blij met deze keuze, omdat we nu steeds vaker worden gevraagd de installaties van andere partijen over te nemen, van installateurs die voor een lagere prijs zijn gegaan, en die na vijf jaar al stuk gaan of storingen opleveren.

Naast circulaire inkoopcriteria zijn er andere belangrijke instrumenten waarmee overheden kunnen sturen. Jan-Jaap van Os: “Overheden kunnen de lat hoger leggen. In de **MPG-score** voor gebouwen worden onder meer LCA’s van zonnepanelen meegenomen. Met circulaire zonnepanelen kan je de MPG omlaag krijgen. Door die lat hoger te leggen in de bouw stimuleer je dat er zonnepanelen met een lagere milieu-impact gebruikt gaan worden. Als je bovendien aan SDE-achtige subsidies LCA-scores of andere stimuleringsinstrumenten zou koppelen, dan zorg je dat gesubsidieerde projecten – die uiteindelijk door ons allemaal betaald worden vanuit de belasting – dat die circulaire aanbested worden.” Iets vergelijkbaar is mogelijk met importheffingen, zoals de **carbon border tax**.

Parallel hieraan wordt op Europees niveau gewerkt aan een **Ecolabel** voor zonnepanelen. Gerard de Leede: “De contouren zijn al geschetst, het komt eraan.” Een ander initiatief op dit vlak is EPEAT, een keurmerk dat producten voor de hele elektronische industrie op circulariteit en andere indicatoren test. “Die keurmerken gaan ons als producenten enorm helpen.”

Leasen van zonnepanelen: oplossing voor circulariteit?

Inkopenende organisaties kunnen zonnepanelen als product inkopen, maar ook ‘**as-a-service**’ via een leasemodel. Levert dit voordelen op met oog op circulariteit? Leveranciers als Wocozon, die grote volumes zonnepanelen installeren en beheren voor verschillende klanten, kunnen met leaseconstructies zelf blijven sturen op kwaliteit en duurzaamheid van de panelen. Klein Woolthuis: “Wij kunnen hiermee voor sociale huurders een betere oplossing bieden. De zonnepanelen die wij leveren gaan langer mee. Huurders hebben daar voordeel bij, omdat het op de hele levensduur de goedkoopste oplossing is, en er minder vaak storingen zijn of monteurs erheen moeten.”

Bij wie moet de verantwoordelijkheid liggen voor de materialen, bij dienstverleners zoals Wocozon die zich als een energy service company (ESCO) opstellen, of bij de producenten zelf? Gerard de Leede van Solarge ziet beide modellen naast elkaar bestaan. “Als wij als producent de circulaire ambitie waar willen maken, dan is de ESCO/lease formule logischer omdat je dan de verantwoordelijkheid over de levensduur behoudt. Net zoals bij het succesvolle Lighting-as-a-service van Philips/Signify. Ik zou zo’n constructie het liefst morgen al hebben.”

Jan-Jaap van Os van Exasun, ziet verschillende marktrollen. “Wij zijn goed in ons spelletje doen, terwijl partijen als Wocozon goed zijn in wat zij doen. We moeten zorgen dat we de samenwerking zoeken.” Het is goed dat Wocozon hoge kwaliteit panelen op grotere schaal weet weg te zetten, aldus Van Os. De SDE-subsidies van de overheid laten zien hoe het *niet* moet: “Die stimuleren zonnepanelen die slechts 10-12 jaar mee gaan, het goedkoopste spul komt in SDE-projecten op het dak. De incentive is daar verkeerd, die moet zijn: zo lang mogelijk met een zonnepaneel doen.”

Voor leasemodellen zijn er nog wel **juridische vraagstukken**. Bijvoorbeeld bij gebouwintegratie van zonnepanelen, zoals de circulaire panelen van Exasun. “Als een zonnepaneel een integraal onderdeel is van de schil van een gebouw, wordt de leaseverplichting gecompliceerd. Kan je die niet nakomen, dan kan je niet zomaar zeggen: ik haal het van het dak af. Want dan krijg je een lekkend huis.”

Eveline Roubos van gemeente Amsterdam vult aan: “We hebben nog geen uitgesproken voorkeur voor ‘as-a-service’-modellen of zonnepanelen zelf in eigendom houden. Nadeel van as-a-service is dat je meer aan de voorkant moet regelen. Er komen juridische vraagstukken bij kijken, het vraagt

een andere houding van vragende partijen, een andere vraag stellen, ander contractbeheer, dus je moet je organisatie anders inrichten.”

Oproep: collectief circulair inkopen van zonnepanelen

Met al deze instrumenten, handreikingen en afwegingen kunnen opdrachtgevers zoals gemeente Amsterdam aan de slag, bevestigt Roubos. “Maar wij blijven als gemeente een kleine dwerg, zelfs binnen Amsterdam en zeker binnen Nederland.” Jacqueline Cramer stelt voor om gezamenlijk op te trekken in de Metropoolregio Amsterdam. De gemeente **Amsterdam** kan een **voortrekkersrol** innemen om overheden mee te krijgen, en de Amsterdam Economic Board kan bedrijven en kennisinstellingen aanhaken. “Als je met elkaar dezelfde circulaire contracteisen gaat neerleggen dan is er voor de markt veel duidelijker perspectief en sturing. We kunnen hier samen een fantastisch initiatief van de grond krijgen.” Ook Cirkelregio Utrecht is welkom om mee te doen, Zuid-Holland en andere regio’s. Cramer: “We moeten de **krachten bundelen** als het gaat om inkoop. Zo kunnen we gezamenlijk doorstoten naar het creëren van een grote marktvrage voor circulaire zonnepanelen. De technieken zijn al beproefd, we hoeven niet te wachten, we kunnen dit gaan doen en volume gaan creëren.”