



Openbaar eindrapport SiCC-2

Gegevens project

- Projectnummer: TEMW130001
- Projecttitel: SiCC-2 (Silicon Competence Centre-2)
- Penvoerder en medeaanvragers:
 - Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), (penvoerder)
 - DSM NBD BV
 - Levitech B.V.
 - Meyer Burger Nederland BV (MBN BV)
 - Solar Electricity Development BV (SED BV)
 - Tempres Systems B.V.
 - Universiteit Utrecht
- Projectperiode: 01-07-2014 t/m 31-12-2017
- Publicatiedatum openbaar rapport: 31-05-2018



Samenvatting van uitgangspunten, doelstelling en samenwerkende partijen

Het SiCC-2 project is gestart in juli 2014 als opvolger van het Silicon Competence Centre (1) project. De doelstelling is vierledig. Het opstellen van een roadmap voor de c-Si PV onderzoekinfrastructuur is een van de doelstellingen. Deze roadmap is aan het begin van het project gedefinieerd en heeft onder andere geholpen om de juiste investeringen te doen.

Investeren in de c-Si onderzoeksinfrastructuur (de SiCC-onderzoekslijn) door de aanschaf en installatie van nieuwe onderzoeksapparatuur en de bijbehorende infrastructuur is de tweede doelstelling. Dit is nodig om de SiCC-lijn op topniveau te houden. Een belangrijke uitbreiding van de karakterisatieapparatuur is een laagdiktemeter die in staat is om zeer dunne lagen van enkele nanometers op getextureerd oppervlak te meten. De opbouw van een bifacial-modulebaseline met een tabber-stringer en een glas-glas laminator is ook een belangrijke investering voor de toekomst. De snel opkomende bifacial-moduletechnologie kan nu optimaal in de SiCC-lijn worden getest. Daarnaast zijn investeringen gedaan door de industriële partners in de upgrade van ALD-processingapparatuur (Levitech), de beschikbaarheid van inkjet-printing (MBN) en de introductie van een volledig nieuw diffusie- en coatingsysteem (Tempress). Daarmee is de SiCC-lijn niet alleen uitgerust met de nieuwste technologie, maar ook verzekerd van de laatste innovaties en optimale support van de aangesloten industriële partners.

Het uitvoeren van industrieel georiënteerde cel- en module-referentieprocessen (ook wel baselines genoemd), om eenduidig de kwaliteit van de SiCC-lijn te bepalen en om de industriële relevantie (stabiliteit en reproduceerbaarheid) van resultaten van de lijn aan te tonen, is de derde doelstelling. Hiertoe zijn over de projectlooptijd diverse cel-baselines uitgevoerd voor zowel n-type (n-Pasha met upgrade naar PERPoly, MERCURY n-IBC) als p-type zonnecellen. Daarnaast zijn baselines ontwikkeld voor bifacial- en MWT-modules met een gedefinieerde Bill of Materials welke mede door ECN en DSM zijn vormgegeven. Voor een aantal karakterisatieonderwerpen is een grotere diepgang gevraagd en in samenwerking tussen ECN en de TU Delft uitgewerkt. Hiertoe zijn nieuwe meetmethoden (THz en Corona charging) bestudeerd en is het corrosieproces van modules in kaart gebracht.

Het analyseren van de baseline-resultaten heeft geleid tot de invoering van statistical process control (SPC). SPC is een krachtige methode om procesvariëaties in kaart te brengen, waarmee de referentieprocessen op basis van statistisch relevante data kunnen worden beheerst en bijgestuurd. Hiermee is het voor de industriële partners eenvoudiger geworden om de resultaten van de SiCC-baselines te vergelijken met resultaten in de PV-markt. De uitvoering van periodieke stand-alone kwaliteitstesten heeft het mogelijk gemaakt om naast de baseline-resultaten stabiliteitsinformatie te verkrijgen over individuele processtappen. Door het in SiCC-2 ontwikkelde en geïmplementeerde pakket van kwaliteitsmaatregelen kunnen proces afwijkingen vroegtijdig gesignaleerd en gecorrigeerd worden, waardoor voor alle gebruikers van de SiCC lijn stabielere processing zonder verassingen bereikt wordt. Dit heeft onder andere een geruisloze upgrade van de n-Pasha-baseline naar de PERPoly-baseline mogelijk gemaakt waarbij de cel-efficiency omhoog is gegaan zonder noemenswaardige instabiliteit in de processing.

De laatste en belangrijkste doelstelling van het SiCC-2 project is het bespoedigen van de marktintroductie van de cel- en module-innovaties. Hiertoe is door de SiCC-partners een veldtest-netwerk opgezet variërend van een gedetailleerde monitor-site bij de Universiteit Utrecht tot en met de inrichting van veldtest-sites door SED bij acht verschillende partijen. Als resultaat zijn innovatieve MWT-modules op acht sites geïnstalleerd en worden deze de komende vijf jaar vergeleken met commerciële PV-modules op duurzaamheid en opbrengst (kWh/jr). De uitbreiding van de SiCC-onderzoekslijn met veldtest-sites moet worden gezien als een grote stap voorwaarts in mogelijkheid van de Nederlandse c-Si PV onderzoeksgemeenschap om haar kwaliteit en innovatiekracht in een vroeg stadium meetbaar aan te tonen.

Consortium

Tempress, Levitech en Meyer Burger (Netherlands) B.V. (voorheen Roth & Rau B.V.) zijn bedrijven die samen met onderzoeksinstituut ECN in Petten al deelnamen aan het Silicon Competence Centre project, dat vanuit de eerste TKI Solar Energy subsidie geïnitieerd is. Aan het SiCC-2 consortium zijn nog 3 partijen toegevoegd: DSM en Solar Electricity Development en de Universiteit Utrecht. Samen beslaan de industrie partijen een groot deel van de waardeketen om zonnestroomproducten te maken en te testen: Tempress, Levitech en Meyer Burger (Netherlands) B.V. hebben zonnecelprocestechnologie en apparatuur, DSM heeft hightech materialen voor moduleassemblage en Solar Electricity Development heeft kennis en kunde van zonnepaneel-evaluatie, testen en demonstratie. De Universiteit



brengt vooral veldtest kennis in en marktdata vanuit de Stichting Monitoring Zonnestroom. ECN brengt haar expertise op het gebied van zonnecelprocestechnologie, moduletechnologie en karakterisatie in.

Het project SiCC-2 is een onderdeel van het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) Solar Energy.

Beschrijving van de behaalde resultaten, de knelpunten en het perspectief voor toepassing

Het SiCC-2 project heeft voortgebouwd op de resultaten van het eerste Silicon Competence Centre project (SiCC-1) en is erin geslaagd om gedurende de looptijd van het project de Nederlandse kristallijn silicium onderzoeksinfrastructuur (SiCC-lijn) naar het gewenste en benodigde kwaliteitsniveau te brengen. De vier projectdoelstellingen zijn gerealiseerd dankzij de goede en open samenwerking tussen de SiCC-2 partners en met gebruikmaking van hun netwerken.

Doelstelling 1: Uitvoering van hoogwaardige industrieel georiënteerde referentieprocessen en testen van de rijpheid van nieuwe generatie zonnecellen en -modules

Referentieprocessen zijn gedefinieerd en uitgevoerd voor een drietal typen zonnecelprocessen (n-Pasha/n-PERPoly, n-IBC Mercury en p-Jasmine) evenals twee typen moduletechnologie (bifacial en back-contact). De gestructureerde en gedefinieerde wijze waarop cel- en moduleprocessen zijn getest, inclusief het nieuw ontwikkelde 'statistical process control' (SPC) heeft geleid tot vergaand inzicht in de stabiliteit van de referentieprocessen en de statistische relevantie van de resultaten van nieuwe processtappen. Verder heeft de SPC-methode bewezen een belangrijk instrument te zijn bij het vergroten van wederzijds begrip tussen onderzoekers van onderzoeksorganisaties en industriële partners bij het verklaren van relevantie en stabiliteit van resultaten. Een heel goed voorbeeld hiervan is de upgrade van het n-pasha referentieproces naar het PERPoly-proces, waar dankzij SPC veel duidelijkheid tussen de partners is bereikt en een gestroomlijnde overgang op basis van statistisch relevante resultaten.

Door het SiCC-2 project wijzigt de werkwijze van ECN en de betrokken partners. Statistisch ontwerp van experiment software (design of experiment - DoE) wordt steeds vaker gebruikt om complexe procesparameterstudies uit te voeren, waarbij het aantal fysieke experimenten dat uitgevoerd moet worden vermindert.

Doelstelling 2: Breng de SiCC proces- en karakterisatie-infrastructuur naar een internationaal topniveau

In het SiCC-2 project hebben we meer investeringen kunnen doen in apparatuur voor het modulefabricageproces en voor procesanalyse. Vanwege de wereldwijde belangstelling voor nieuwe PV-moduletechnieken en –toepassingen was een upgrade nodig van de labschaal modulefabricagelijijn. Dankzij investeringen in een module laminator met twee platen voor de productie van glas-glas modules en een tabber-stringersysteem op labschaal zijn we in staat om bifacial modules op labschaal en zelfs full-size bifacial modules te maken. De verdere integratie van partnerapparatuur in de SiCC-lijn is ook een resultaat waarvan we de impact op de ontwikkeling van de Nederlandse c-Si onderzoeksinfrastructuur niet genoeg kunnen benadrukken. De doorlopende upgrade van apparatuur van Levitech en MeyerBurger in de SiCC-lijn zorgt niet alleen voor moderne procesapparatuur; het versterkt ook de uitwisseling van kennis en samenwerking tussen de Nederlandse PV-industrie en onderzoeksinstituten. Een voorbeeld van het belang van de SiCC-lijn voor de Nederlandse PV-industrie is de investering die Tempres heeft gedaan m.b.t. een gloednieuw, speciaal ontworpen onderzoekssysteem (Tempres Spectrum) met industriële mogelijkheden.

Doelstelling 3: Veldtest met SiCC-innovaties

Het succes van implementatie van onderzoeksresultaten en –producten in de industrie is in hoge mate afhankelijk van de industriële rijpheid van het product. Dit betekent dat één enkel resultaat niet afdoende is; het moet zich in de praktijk bewijzen. Vanuit deze gedachte heeft SiCC-partner SED een uniek voorbeeld gerealiseerd van goede samenwerking tussen eindgebruikers, industrie en onderzoekspartijen waarbij de kosten in deze fase van kwalificatie van een onderzoeksproduct worden gedeeld. Er zijn acht veldtestlocaties gerealiseerd op diverse locaties in Nederland, waar innovatieve MWT-modules op onafhankelijke manier worden vergeleken met commerciële H-patroon modules en worden getest op duurzaamheid. De inzichten die volgen uit deze taak blijken heel waardevol te zijn voor zowel installateur en modulefabrikant als voor onderzoekspartners Universiteit Utrecht en ECN. Bij de discussies over de Bill of Materials, de fabricage van zonnecellen en –modules en het installeren en meten van moduleprestaties konden de partijen ieder hun eigen unieke expertise inbrengen en elkaar daarmee verder helpen.



Een voorbeeld hiervan is een advies van installateur SED aan modulefabrikant Exasun dat heeft geleid tot verbeteringen in verpakking en logistiek. Een ander voorbeeld betreft de uitgebreide analyses van de testmodules door ECN, PI Berlin en Universiteit Utrecht, welke hebben geleid tot een waardevol en gedetailleerd inzicht in de module-eigenschappen bij aanvang van de veldtest. Dit is nodig om de komende vijf jaar de juiste conclusies te kunnen trekken over de prestatie van de MWT-module.

Doelstelling 4: Roadmap ontwikkeling en disseminatie van resultaten

Bij aanvang van het project (na ontvangst van de definitieve Beschikking) hebben de partners een discussie gevoerd over de SiCC-roadmap die is ontwikkeld in nauwe samenwerking met de ECN/TKI roadmap voor x-Si PV ontwikkeling in Nederland. Op basis van deze discussie is een SiCC-2 investeringslijst samengesteld en zijn er keuzes gemaakt t.a.v. referentieprocessen. De partners hebben besloten de resultaten te delen via een professionele website dat beheerd wordt door ECN (www.sicc.nl). Met behulp van Google Analytics zijn de bezoekersresultaten en interesses geanalyseerd en informatieverzoeken opgevolgd. Daarnaast zal er de komende vijf jaar gerapporteerd worden over de veldtestresultaten via de SiCC-website.

Knelpunten

Tijdens de uitvoering van het project bleek dat de MWT-moduletechnologie zich nog in de opschalingsfase bevindt. De sterke afhankelijkheid van een beperkt aantal leveranciers (cellen en conductive backsheets; soms zelfs maar één enkele leverancier beschikbaar) maakte het lastig om het beoogde kwaliteitsniveau binnen de gestelde deadlines te realiseren. Dankzij de goede samenwerking tussen partijen, effectieve kwaliteitscontroles door Exasun en ECN en de flexibiliteit van SED ten aanzien van de installatiedeadlines, zijn we erin geslaagd de innovatieve MWT-modules binnen de looptijd van het project op de veldtestlocaties te installeren en de eerste meetresultaten te realiseren.

Perspectief

De groeiende en innovatieve internationale PV-markt en onderzoekswereld zorgen ervoor dat de Nederlandse PV-onderzoekswereld voortdurend moet samenwerken, kennis moet delen en investeringen in een up-to-date infrastructuur nodig zijn om de concurrent voor te blijven. Het is dan ook erg jammer dat het consortium in overleg met het Ministerie van Economische zaken en RVO er niet in is geslaagd om deze unieke manier van werken voort te zetten om verder te kunnen werken aan dit belangrijke duurzame onderwerp, mede door gebrek aan financiering. We willen dan ook een sterke aanbeveling doen richting EZ/RVO om dit te adresseren in de betreffende programmaraden en daarbij nieuwe financiële instrumenten in overweging te nemen voor steun aan strategische PV-onderzoeksinfrastructuren.

Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling

De kans die EZ en RVO hebben gegeven aan de SiCC-2 partners om een investerings- en calibratieproject te realiseren gericht op de verbetering van de Nederlandse c-Si PV onderzoeksinfrastructuur wordt door velen erkend als een zeer effectieve maatregel. De resultaten van dit project, en voorganger SiCC-1, hebben in hoge mate bijgedragen aan de professionalisering van industrieel georiënteerd c-Si PV-onderzoek zoals uitgevoerd in de SiCC-2 lijn (bijv. in door TKI/RVO of EU gesubsidieerde programma's). De onderzoeksprojecten in het c-Si PV onderzoeksprogramma hebben enorm geprofiteerd van het SiCC-2 project aangezien de benodigde procesapparatuur en infrastructuur binnen SiCC-2 zijn gerealiseerd. Bovendien hoefden de onderzoeksprojecten geen kostbaar onderzoeksbudget te reserveren om het hoognodige kwaliteitswerk uit te voeren, zoals het SiCC-2 referentieproces, de standalone kwaliteitstesten en proces offset analyses.

Spin off binnen en buiten de sector

Het SiCC-2 project is geen onderzoeksproject maar een investeringsproject. Daarom is er in dit project geen IPR ontwikkeld dat ingezet kan worden buiten het project.



Overzicht van openbare publicaties over het project en waar deze te vinden of te verkrijgen zijn

- SiCC zoekt partners voor veldtesten nieuw type zonnepanelen, Solar Magazine website, 09-02-2016, <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i10783/silicon-competence-center-zoekt-partners-voor-veldtesten-nieuw-type-zonnepanelen>.
- Quarterly report field testing for website: www.sicc.nl

Meer exemplaren van dit rapport

Meer exemplaren van dit rapport kunnen digitaal worden verkregen via het hieronder genoemde contact.

Contact voor meer informatie

Meer informatie over dit project kan verkregen worden via:

- de heer Leon Laas, ECN Solar Energy, laas@ecn.nl.

Subsidie

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, voor het TKI Solar Energy uitgevoerd door RVO.