



## CIS PowerModule van Solar Frontier

Maximaal rendement, ook in de meest extreme omstandigheden



CIS-technologie

Ontwikkeld voor maximaal rendement.



Externe factoren voor fotovoltaïsch rendement

Alles draait rond de omstandigheden.



Op de fotovoltaïsche markt worden heel wat verschillende zonnemodules aangeboden, die steeds op andere technologieën steunen.

De belangrijkste groepen zijn:

- dunne-filmmodules
- kristallijne modules, op basis van silicium
- organische modules
- HIT- en tandemzonnecellen

De dunne-filmtechnologie is daarbij het meest innovatieve segment. Maar ook binnen dat segment zijn er heel wat verschillende oplossingen mogelijk. En een daarvan is de CIS-technologie. De naam is afgeleid van de elementen waaruit de technologie bestaat: koper (C), indium (I) en selenium (S).

### Superieure eigenschappen.

Een belangrijk voordeel van CIS ten opzichte van kristallijn silicium is het hogere rendement per geïnstalleerde wattpiek dat wordt gerealiseerd, en dus ook de hogere opbrengst van zo'n installatie. Ten opzichte van andere dunne-filmmodules (zoals amorfe, micromorfe of tandemmodules) bieden deze modules als voordeel dat ze efficiënter zijn. Organische modules houden weliswaar een even groot potentieel in als CIS, maar deze technologie is momenteel nog jaren

verwijderd van een mogelijke serieproductie.

Een fundamentele eigenschap die de CIS-modules niet alleen onderscheidt van kristallijne modules, maar ook van de andere dunne-filmtechnologieën zoals bijv. cadmium-telluride, is het feit dat ze uitermate milieuvriendelijk zijn: de CIS PowerModules van Solar Frontier bevatten geen cadmium en lood, bijgevolg vereisen ze geen specifieke procedure voor de recyclage en beantwoorden ze aan de strikte bepalingen van de RoHS-richtlijn (Restriction of Hazardous Substances = beperking van het gebruik van gevaarlijke stoffen).

### Meerwaarde over de gehele lijn.

Globaal genomen bieden de eigenschappen van de door Solar Frontier ontwikkelde CIS-technologie een unieke combinatie van voordelen, zowel voor dak- als voor vrijstaande installaties:

- **efficiënter & hoger rendement**
- **meer zekerheid**
- **milieuvriendelijker**
- **esthetischer**

**Laat u overtuigen van de meerwaarde van de CIS PowerModule van Solar Frontier!**

## Aan welke voorwaarden moet de ideale PV-installatie voldoen om permanent een maximaal rendement te leveren?

Indien u de voorwaarden voor een ideale dakopstelling zelf zou kunnen uitkiezen, dan zou u kiezen voor een oriëntatie naar het zuiden en voor een dakhellingshoek die in ieder seizoen een optimale zoninstralingshoek mogelijk maakt. De omgeving waarin de installatie zou worden opgesteld, zou volledig schaduwvrij moeten zijn, met een continue heldere lucht en zonder enige verontreiniging door vuil, stof, nevel of smog. Het weer, tot slot, zou steeds even zonnig en koud moeten zijn. Want behalve de eerder genoemde voorwaarden bieden zowel hoge instralingswaarden als lage temperaturen de beste kansen op een maximaal rendement.

Samengevat betekent dit dus: de ideale PV-installatie komt slechts zelden voor. Want de realiteit ziet er doorgaans heel anders uit. De meeste daken zijn vaak naar het oosten of het westen gericht. Terwijl bomen, schoorstenen of naburige gebouwen voor de nodige schaduwval zorgen. In de lucht vliegen heel wat vuildeeltjes rond. En ook het weer is

doorgaans heel afwisselend, met hoge temperaturen, nevel of wolken en in de winter is het dak af en toe met sneeuw bedekt. Elk van deze factoren zorgt ervoor dat het rendement vermindert.

**De oplossing:**  
**Maximaal rendement, ook in de meest extreme omstandigheden.**

**Met de CIS PowerModules van Solar Frontier.**

En precies hiervoor zijn de voordelen van de CIS-technologie van belang. Dankzij hun hoge schaduwtolerantie en hun goede prestaties bij gering licht bieden de CIS PowerModules van Solar Frontier ook bij mindere weersomstandigheden zoals veel schaduw, hoge temperaturen en gering licht een maximaal rendement. En daarbovenop bieden ze zelfs bijkomende rendementseffecten dankzij het "Light Soaking"-effect.

Efficiënter dankzij uitstekende prestaties bij gering licht



## Optimaal rendement, ook in sombere weersomstandigheden.

's Morgens of 's avonds, nevel, diffuus licht of een bewolkte hemel: de stralen van de zon vallen maar zelden optimaal op de aarde. En toch genereren de CIS PowerModules van Solar Frontier precies in dergelijke weersomstandigheden meer energie dan andere modules dankzij hun goede prestaties bij gering licht.

Doordat de modules van Solar Frontier over een ruime spectrale gevoeligheid beschikken, die geoptimaliseerd werd op basis van de energieconcentratie van het zonlicht, genereren ze ook bij minder licht meer kilowatturen. Dankzij hun gevoeligheid voor rood- en infraroodlicht slagen ze erin om al van bij het eerste ochtendgloren en tot laat op de avond energie te produceren. Maar ook de korte golven van het blauwe diffuse licht overdag kunnen ze beter dan andere technologieën omzetten.

De goede prestaties van de CIS PowerModules bij gering licht betekenen in de praktijk dat ze ook in omstandigheden die voor kristallijne siliciummodules als ongunstig worden beschouwd, nog steeds optimaal renderen. Zo realiseren ze bijvoorbeeld op oostelijk of westelijk gerichte daken, op platte daken of zelfs op noordelijk gerichte daken meer bedrijfsuren, waardoor ze meer zonne-energie leveren dan andere moduletechnieken.

Afb. onder: Montagemogelijkheden voor PV-installaties met CIS PowerModules



Efficiënter dankzij een hoge schaduwtolerantie

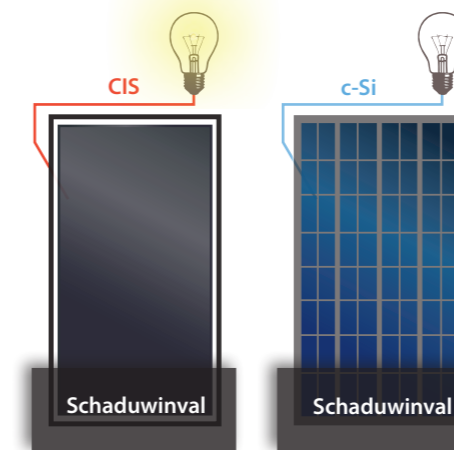


## Optimaal rendement, ook wanneer er schaduw is.

Dankzij hun hoge schaduwtolerantie leveren CIS-dunne-filmmodules zelfs een hoog rendement wanneer ze in de schaduw liggen of wanneer hun oppervlak gedeeltelijk van de zon afgeschermd wordt door bijv. gebladerte. De reden hiervoor ligt bij de verschillende celstructuur. De vierkante siliciumcellen in de module zijn in substrings geschakeld. De lange en erg smalle dunne-filmcellen, daarentegen, zijn in serie geschakeld. Wanneer een deel van het oppervlak van een traditionele siliciummodule aan het zonlicht onttrokken wordt, valt niet alleen de betrokken cel uit, maar

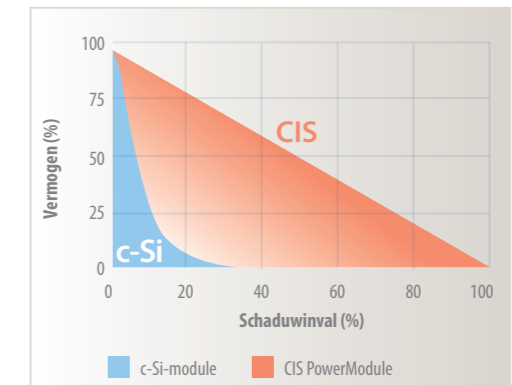
de volledige module. Bij CIS PowerModules, daarentegen, valt alleen de zone uit die aan het zonlicht onttrokken is. Wat resulteert in een hoger rendement, ook bij schaduwval.

En deze hoge schaduwtolerantie levert zelfs nog een ander voordeel op: bij vrijstaande installaties en op platte bedrijfsdaken kunnen de modulerijen op kortere afstanden van elkaar worden gemonteerd. Waardoor het ook op beperkte oppervlakten mogelijk wordt om een hogere vermogensopbrengst te realiseren.



Constante energieproductie ondanks schaduwval

c-Si-modules produceren doorgaans minder in dezelfde omstandigheden



CIS PowerModules produceren constant energie dankzij de gerealiseerde schaduwtolerantie op basis van hun celstructuur, ook wanneer een deel van hun cellen in de schaduw ligt.

Referentie: Blandford, Verenigd Koninkrijk

Uitdaging: somber weer, veel regen

Geïnstalleerd vermogen	41,4 kWp
Jaarlijkse totale zonnestraling	1091 kWh/m <sup>2</sup>
Jaarlijkse gemiddelde temperatuur	10,7 °C
Jaarlijkse neerslag	786,6 mm

Referentie: Bottrop, Duitsland

Uitdaging: gedeeltelijke schaduwval in de namiddag

Geïnstalleerd vermogen	42,75 kWp
Jaarlijkse totale zonnestraling	950 – 1000 kWh/m <sup>2</sup>
Jaarlijkse gemiddelde temperatuur	9,6 °C
Jaarlijkse neerslag	930 mm

Efficiënter dankzij een hoge temperatuurstabiliteit



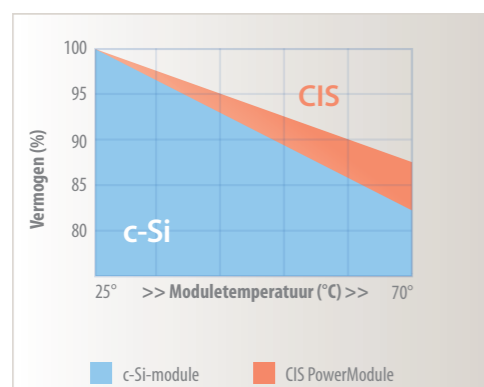
## Optimaal rendement, ook bij grote hitte.

In principe vermindert het vermogen van fotovoltaïsche modules naargelang de temperatuur daalt, wat tot rendementsverlies leidt. Hierdoor presteren de conventionele technologieën tijdens de zomermaanden of in warme gebieden duidelijk minder, ondanks de hoge installatiewaarden.

De CIS PowerModules zijn minder temperatuurafhankelijk dan de kristallijne siliciummodules, waardoor ze dan ook een hogere temperatuurstabiliteit kunnen voorleggen. Dat uit zich in een lagere temperatuurcoëfficiënt van het vermogen, die op het ge-

vensblad doorgaans in procent per graad Kelvin (%/°K) wordt vermeld. Bij een buitentemperatuur van meer dan 30° Celsius kunnen zonnemodules die urenlang aan grote warmte zijn blootgesteld, een temperatuur tot 70° bereiken.

Vooraf in de zomer en in warme gebieden kan de temperatuurstabiliteit van de CIS PowerModules dan ook een aanzienlijk voordeel betekenen en ten opzichte van kristallijne modules een extra productie van meer dan 10 procent opleveren.



**Afb.:** een lage temperatuurcoëfficiënt komt overeen met ongeveer een derde minder energieproductieverlies bij hogere temperaturen

bijv. bij een moduletemperatuur van 70 °C:  
 CIS PowerModule: -13,9 %  
 c-Si-module (typ.): -20,3 %

**Referentie:** Windhoek, Namibië

**Uitdaging:** hoge temperaturen overdag en lage temperaturen 's nachts, geconcentreerd zonlicht

Geïnstalleerd vermogen	69,6 kWp
Jaarlijkse totale zonnestraling	2363 kWh/m <sup>2</sup>
Jaarlijkse gemiddelde temperatuur	19,9 °C
Jaarlijkse neerslag	362 mm

Efficiënter dankzij het "Light Soaking"-effect



## Optimaal rendement, en hoe u daarvan kunt profiteren.

Bedenk deze situatie: u start uw wagen op een koude wintermorgen. Zolang de motor nog koud is, geeft hij duidelijk minder vermogen. Maar zodra hij warmgelopen is, stijgt het vermogen aanzienlijk. Exact hetzelfde resultaat kunnen we vaststellen bij het zogenaamde "Light Soaking"-effect (to soak: door-drenken, volledig opnemen).

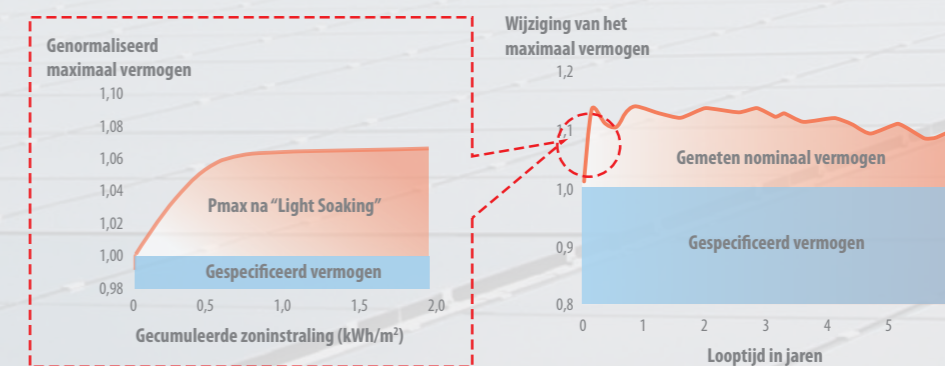
Het "Light Soaking"-effect is het vermogen van een module om na ongeveer 50 zonnereuren enkele procenten meer vermogen te realiseren dan ten tijde van de productie. Dit vermogen wordt vastgelegd door de flashlijstwaarden (de elektrische kengetallen van de PV-module bij standaard testomstandigheden, als het ware de geboorteaakte ervan).

De CIS-film die in verschillende stappen op het substraat is aangebracht, wordt aangevuld met een bufferlaag van enkele nanome-

ter. Deze bufferlaag vormt in het begin een energiebarrière, die de doorstroming van de elektronen bemoeilijkt. Maar onder invloed van de fotonen van het zonlicht komen de eerste elektronen in beweging en worden de aanvankelijk defecte zones in het grensgebied van de lagen geneutraliseerd. Daardoor vermindert de energiebarrière, kunnen de elektronen makkelijker doorstromen en daalt de serieweerstand. Waarna de energiestroom toeneemt en het rendement van de module stijgt.

Eens het rendement van een CIS PowerModule door het "Light Soaking"-effect gestegen is, blijft dit gedurende de volledige levensduur stabiel, mits uiteraard de vermogensdaling die zich na verloop van jaren voordoet en overeenstemt met de natuurlijke achteruitgang van minder dan 0,5 procent per jaar.

Bevestigd door:



**Afb.:** Pmax daalt met 0,5 %/jaar (10% in 20 jaar). Globaal genomen, blijft het nominaal vermogen behouden. Het "Light Soaking"-effect van de CIS PowerModule leidt tot een hoger vermogen dan wat in onze specificaties is vermeld.



Meer zekerheid

## Betrouwbare kwaliteit van een betrouwbare partner.

Solar Frontier biedt u dubbele zekerheid voor uw zonne-installatie: enerzijds wat betreft het product, en anderzijds wat betreft het bedrijf.

Bij de productie van de modules worden aanzienlijke strengere eisen inzake kwaliteitsborging gesteld dan algemeen gebruikelijk en voorgeschreven is. Daarenboven worden de modules naast de standaard kwaliteitscontroles ook aan bijzondere belasting- en duurzaamheidstests onderworpen. Zo is er o.a. een proefinstallatie die onderworpen wordt aan een hardheidstest, waarbij de temperatuur schommelt tussen - 40 en + 80 °C.

### Maximaal rendement plus hoogste return on investment.

Een maximaal rendement wordt bij Solar Frontier eveneens gekoppeld aan een optimale zekerheid voor uw investering. Met Shell en Saudi Aramco heeft Solar Frontier twee sterke partners die de nodige ondersteuning voorzien, zowel financieel als qua knowhow. Zij beschikken over een jarenlange expertise in de energiesector en kunnen een langdurig

engagement op de markt garanderen.

Solar Frontier kan daarenboven al een uitgebreide ervaring op datzelfde vlak voorleggen dankzij diverse grote projecten, waarbij ze met de grootste partners ter wereld op het vlak van EPC (Engineering, Procurement, Construction) hebben samengewerkt. Japan, Duitsland, Frankrijk, Mexico, Griekenland: dit zijn slechts enkele landen waar Solar Frontier grote installaties heeft gebouwd die een hoger rendement opleveren dan verwacht. Een expertise waar ook onze klanten met private installaties van profiteren.

Een bijkomende veiligheidsfactor vormen de contactpersonen ter plaatse: klanten die voor de zonnemodules van Solar Frontier kiezen, kunnen terecht bij een partner die de lokale markt kent en zich ter plaatse voor hun belangen zal inzetten. Het Europese hoofdkantoor houdt zich niet alleen met verkoop bezig, maar groepeerd ook alle belangrijke functies ter ondersteuning van de klanten, zoals de klantendienst, technische bijstand, marketing en opleiding.

## Milieuvriendelijker Duurzaam in ieder opzicht.

Het staat buiten kijf: de elektriciteitsproductie op basis van hernieuwbare zonne-energie is in principe uitermate milieuvriendelijk en niet belastend voor onze natuurlijke rijkdommen. Maar toch stellen we aanzienlijke verschillen vast tussen de diverse fotovoltaïsche technologieën, vooral dan wanneer het gaat om de productiemethode, de behoefte aan

**Solar Frontier volgt hierbij consequent en over de hele lijn (van de grondstoffen over de productie tot een quasi afvalarme levering) het duurzaamheidsprincipe.**

- **Geen cadmium en lood: er worden geen milieubelastende materialen verwerkt**
- **Een van de weinige fabrikanten die de strenge RoHS-richtlijnen (Restriction of Hazardous Substances = beperking van het gebruik van gevaarlijke stoffen) naleven**
- **Uitermate weinig grondstoffen nodig, vooral in vergelijking met de productie van siliciummodules\***
- **Een van de kortste energierugverdiertijden (EPT) op de markt: de voor de productie van een module benodigde energie wordt in minder dan één jaar tijd teruggewonnen via de stroom die door de module wordt opgewekt.**
- **Geen kartonnen maar herbruikbare verpakkingen (eigen terughaalsysteem)**



### \* Milieuvriendelijke productie dankzij minimaal grondstoffengebruik



Voor de productie van een CIS PowerModule met een totaal vermogen van 2,5 MW heeft Solar Frontier niet meer dan 60 kg grondstoffen nodig.



Voor de productie van kristallijne siliciummodules met een zelfde totaal vermogen is 7,5 ton grondstoffen nodig, meer dan 120 keer zoveel.

Esthetischer

## Nooit eerder was milieuvriendelijke energie zo schoon.

Lange tijd werden fotovoltaïsche installaties als doordacht en slim beschouwd, maar absoluut niet als schoon. Dankzij de CIS PowerModules van Solar Frontier kan hierin verandering worden gebracht. Het zwarte oppervlak en het zwarte kader zorgen voor een esthetisch aantrekkelijke integratie van de modules in zowel de architectuur als de omgeving. Meer nog: in veel gevallen zorgen de zuivere lijnen van de modules ervoor dat het dak of het volledige gebouw er zelfs mooier gaat uitzien.

De unieke samenstelling van onze CIS PowerModules zorgt voor het typische zwarte uiterlijk (in zeldzame gevallen met een licht troebel effect). Dat is het zogenaamde aurora-effect. De reden hiervoor ligt in het feit dat we niet-toxische materialen zoals zink gebruiken in plaats van het toxische cadmium. Het vermogen van de modules wordt hierdoor niet beperkt.



Solar Frontier

## Maximaal rendement, ook in de meest extreme omstandigheden.

### *Wereldwijde marktleider op het vlak van CIS-technologie.*

Solar Frontier is wereldwijd de grootste en sterkst groeiende fabrikant van CIS-dunne-filmmodules, die zich onderscheiden door hun efficiëntie, hoog rendement en milieuvriendelijkheid. Doordat het bedrijf voor 100% in handen is van Showa Shell Sekiyu K.K., beschikt het over een stevige financiële basis en kan het de klanten dan ook als betrouwbare en blijvende partner bijstaan. Solar Frontier heeft zich tot doel gesteld de meest rendabele en milieuvriendelijke oplossingen op het gebied van zonne-energie ter wereld te ontwikkelen.

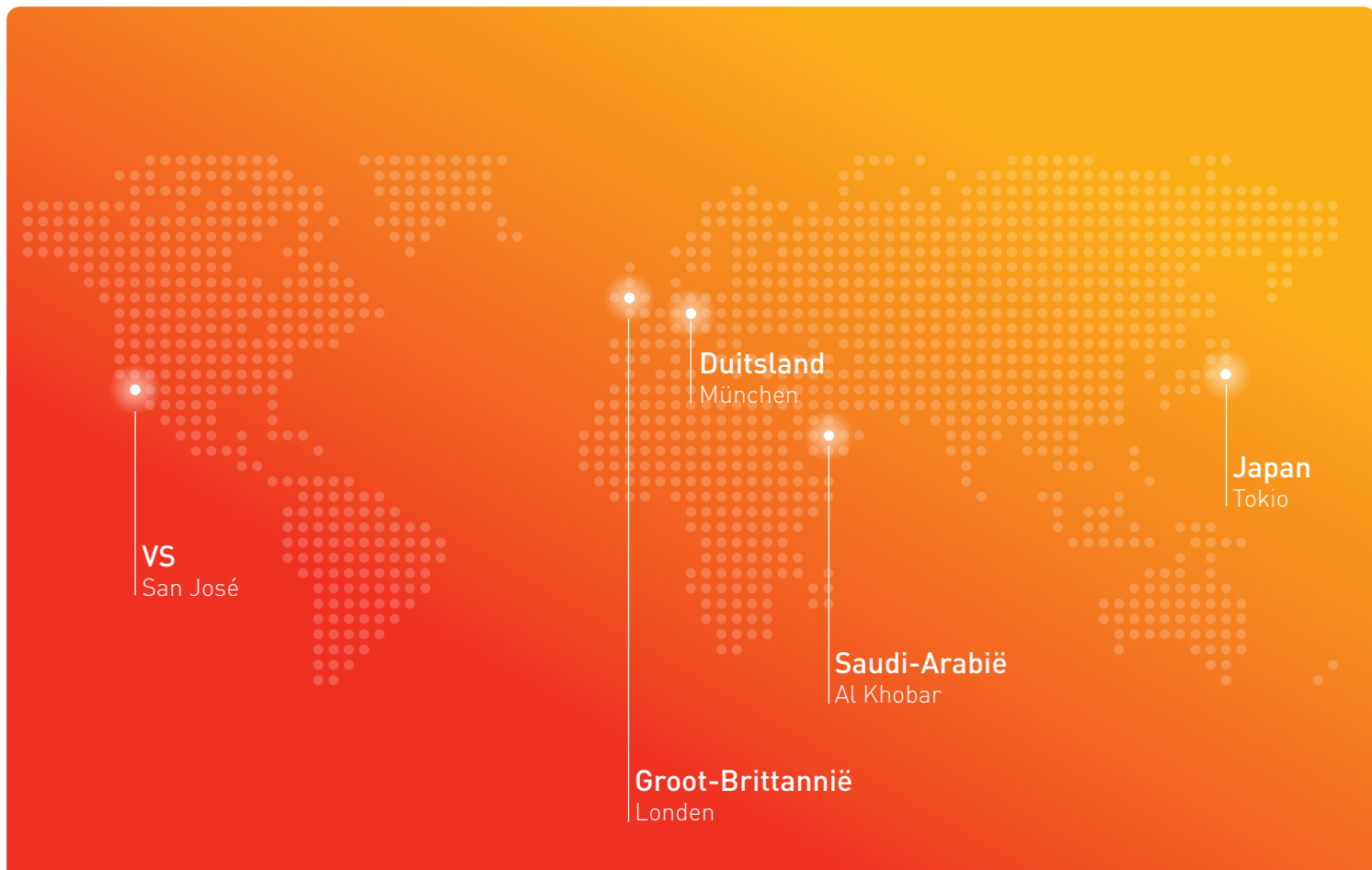
Solar Frontier is al sinds de jaren 70 als pionier op de markt van de zonne-energie actief. Vandaag de dag beschikt het bedrijf over een unieke expertise op het gebied van onderzoek, ontwikkeling en productie. In 2011 nam Solar Frontier de grootste productievestiging ter wereld voor CIS PowerModules in gebruik. Met een totale capaciteit van ongeveer een gigawatt voor de drie fabrieken in Miyazaki is Solar Frontier wereldwijd de grootste leverancier op het gebied van de CIS-dunne-filmtechnologie. En is het bedrijf bovendien het best uitgerust voor de internationale vraag naar zonnemodules met een uitzonderlijke efficiëntie en hoge productiviteit. Naast ons hoofdkantoor in Tokio hebben wij ook regionale vestigingen in Duitsland, Saoedi-Arabië en de Verenigde Staten. Wij hebben in totaal meer dan 1500 medewerkers in dienst.

### *Uw betrouwbare lokale partner: Solar Frontier Europe.*

Solar Frontier Europe werd in 2010 in München opgericht om optimaal aan de vraag van de klanten in Europa tegemoet te kunnen komen. Het bedrijf is dan ook duidelijk meer dan een verkoopkantoor: Solar Frontier bundelt alle mogelijke diensten om de klanten lokaal perfect te kunnen ondersteunen. Zo is er onder andere technische bijstand, projectontwikkeling, een klantendienst en nog veel meer.

Voor meer informatie kan u terecht op onze website:  
[www.solar-frontier.eu](http://www.solar-frontier.eu)





## Solar Frontier – een kort overzicht

### Onderneming

- Solar Frontier is wereldwijd actief op het gebied van zonne-energiesystemen
- Oorspronkelijk komen we uit Japan, maar onze business is wereldwijd

### Ervaring

- Wij hebben meer dan 35 jaar ervaring in de fotovoltaïsche sector
- Ontwikkeling van solartechnologieën in samenwerking met de Japanse regering en wetenschappers

### Onderzoek & ontwikkeling

- Wij hebben een eigen R&D-afdeling met meer dan 200 medewerkers in het Atsugi Research Center (Japan)
- Onze CIS-panelen hebben al meerdere wereldrecords behaald op het gebied van efficiëntie

### CIS-technologie

- Marktleider op het gebied van CIS-technologie (koper (C), indium (I) en selenium (S))
- 's Werelds grootste producent van gigawatts

### Financiële draagkracht

- Aandeelhouders: Shell en Saudi Aramco
- Uitgebreid track record van door derden gefinancierde grote projecten

### Contact

Solar Frontier Europe GmbH  
Bavariafilmplatz 8  
82031 Grünwald  
Duitsland  
info@solar-frontier.eu  
www.solar-frontier.eu  
Tel. +49 (0) 89 92 86 142 0

Op onze website vindt u uitgebreide informatie:

[www.solar-frontier.eu](http://www.solar-frontier.eu)