

[Projekte](#) / [Projektsuche](#) / Effiziente Solarzellen aus Float-Zone-Silizium entwickelt



Photovoltaik

## Effiziente Solarzellen aus Float-Zone-Silizium entwickelt

**Kurztitel:**

KosmoS

**Förderkennzeichen:**

0325822A-E

**Themen:**

Photovoltaik, Neue Materialien und Konzepte

**Projektkoordination:**

RCT Solutions GmbH

**Laufzeit gesamt:**

Mai 2015 bis April 2018

**Schlagworte:**

Siliziumzelle

Herstellung

## ANSPRECHPARTNER ZUM PROJEKT

 Wolfgang Jooß  
 +49(0)7531-58470-17  
 RCT Solutions GmbH  
 [www.rct-solutions.com](http://www.rct-solutions.com)

---

 PV Crystalox Solar Silicon GmbH  
 [www.pvcrytalox.com](http://www.pvcrytalox.com)

---

 PVA Crystal Growing Systems GmbH  
 [www.pvatepla-cgs.com](http://www.pvatepla-cgs.com)

---

 Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP  
 [www.csp.fraunhofer.de](http://www.csp.fraunhofer.de)

---

 International Solar Energy Research Center Konstanz e.V.  
 <http://isc-konstanz.de/>

## ERGÄNZENDER LINK

Fraunhofer CSP

 [Kristallisation von Float-Zone Material](#)

## FORSCHUNGSBERICHTE ZUM PROJEKT

Abschlussbericht TIB Hannover

 [Kostenoptimierte Hocheffizienz-Solarzellen aus mono-Silizium](#)

Abschlussbericht TIB Hannover

 [Kostenoptimierte Hocheffizienz-Solarzellen aus sauerstoffarmen n-Typ mono Silizium für die industrielle Massenfertigung](#)

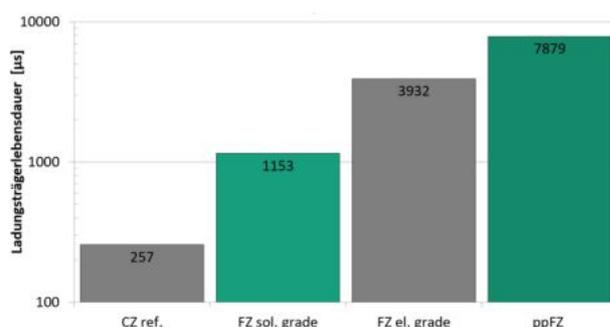
# QUINTESSENZ

- Effiziente Solarzellen werden aus hochwertigen Float-Zone-Kristallen hergestellt. Hierfür entwickelten die Forschenden ein neues kostengünstiges Verfahren.
- Der Wirkungsgrad der entwickelten effizienten n-PERT Back Junction Solarzellen aus Float-Zone-Kristallen beträgt 21,6 Prozent.
- Mit neuen dünneren Drähten lassen sich mehr Wafer aus einem Siliziumkristall schneiden.
- Dadurch konnten die Stromerzeugungskosten des gesamten Solarsystems um 10 Prozent gesenkt werden.

Höhere Wirkungsgrade, also mehr Leistung bei gleicher Sonnenstrahlung, sind die zentralen Entwicklungsziele bei neuen Solarzellen. Neben den verwendeten Materialien beeinflussen die einzelnen Komponenten und letztendlich der Typ der Solarzelle die Lebenszykluskosten. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschten im Projekt KosmoS an Float-Zone-Kristallen, um effektivere Solarzellen zu produzieren und untersuchten den Einsatz dünnerer Drähte, um mehr Wafer aus einem Siliziumblock zu schneiden. Letztendlich konnten sie die Stromerzeugungskosten des gesamten Solarsystems, um 10 Prozent senken gegenüber Systemen, die herkömmliche Siliziumsolarzellen (Al-BSF- Solarzellen kurz für: Aluminium Back-Surface-Field) mit siebgedruckter Aluminium-Paste auf der Rückseite einsetzen.

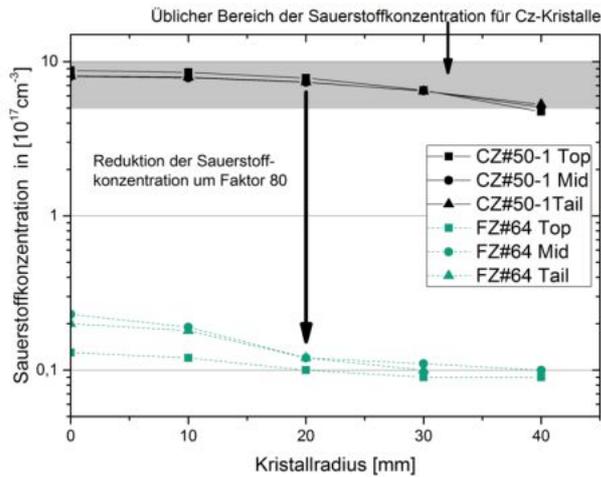
## Projektkontext

Als Ausgangsmaterial für besonders effiziente n-Typ-Solarzellen, die über eine negative Basisdotierung, also einen Elektronenüberschuss verfügen, eignet sich sogenanntes Float-Zone-Silizium. Dieses verfügt über weniger Verunreinigungen und eine um den Faktor 100 geringere Sauerstoffkonzentration. Dadurch steigt die Leistung von Solarzellen und der Wirkungsgrad der gesamten Photovoltaikanlage kann verbessert werden. Trotz dieser Vorteile werden Kristalle aus Float-Zone Silizium bislang wenig genutzt. Im Vergleich zum üblichen Czochralski-Verfahren entstehen für die aufwändige Produktion der Kristalle höhere Kosten.



© Fraunhofer CSP - Frank Zobel

Vergleich der Lebensdauer von Ladungsträgern vom Czochralski-Standardmaterial und drei verschiedenen Float-Zone Kristallen, pre-pulled-Float-Zone weist die besten elektrischen Eigenschaften auf.



© Fraunhofer CSP - Frank Zobel

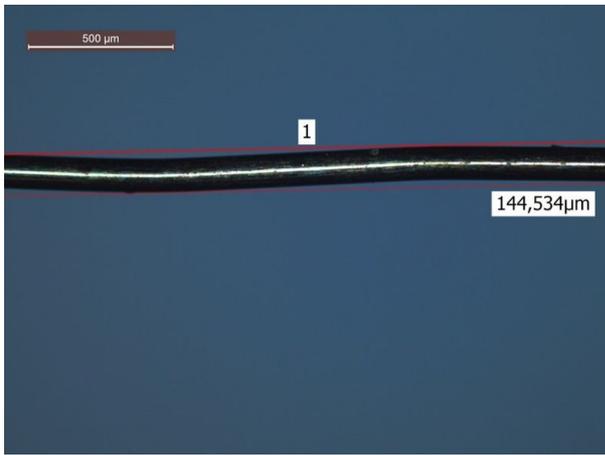
Die Grafik zeigt die hohe Reinheit der ppFZ-Kristalle am Beispiel des Sauerstoffgehalts im Vergleich zu Czochralski-Kristallen.

## Forschungsfokus

Innerhalb des Projekts KosmoS: kurz für „kostenoptimierte Hocheffizienz-Solarzellen aus sauerstoffarmen n-Typ monoSilizium für die industrielle Massenfertigung“ untersuchten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entlang der Wertschöpfungskette das Silizium-Ausgangsmaterial bis hin zur Solarzelle. Für ihr neues Konzept einer Rückseitensolarzelle verwendeten sie Float-Zone-Silizium. Dieses hochwertige Material eignet sich, um das Potenzial dieser neuen n-Typ Solarzelle auszunutzen und den Wirkungsgrad bifazialer monokristalline PERC-Zellen und nPERT-Zellen zu übertreffen. Dabei handelt es sich jeweils um Solarzellen, die von beiden Seiten Licht absorbieren. Solarzellen bestehen aus dünnen Siliziumscheiben, den Wafern. Diese werden in speziellen Verfahren mit Drahtsägen aus den Siliziumkristallen geschnitten. Dabei zerteilen viele Drahtschlaufen den Kristallblock während eines Sägeschritts. Dünnere Drähte sparen Material und Kosten. Daher prüften die Forschenden das Verfahren und testeten den Einsatz feinerer Drähte.

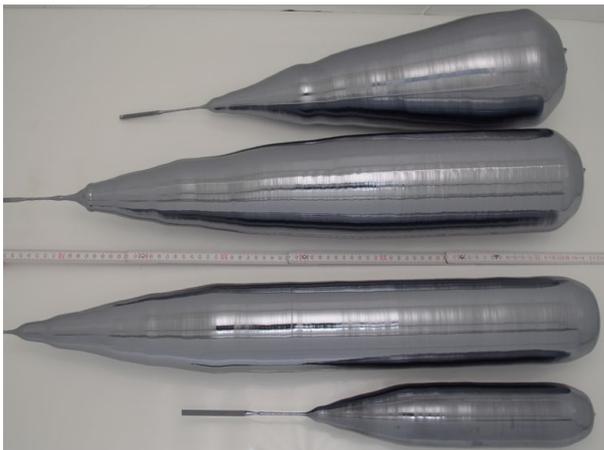
## Innovation

Hochreine Float-Zone-Siliziumkristalle werden aus Silizium-Vorratsstäben hergestellt. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer CSP haben ein kostengünstiges Verfahren, den pre-pulling-Float-Zone-Prozess entwickelt, um diese Stäbe herzustellen. Bei der Produktion von Solarzellen werden Laser als Werkzeuge eingesetzt, um die dielektrischen Schichten der Solarzelle zu öffnen. Dadurch können an den Kontakten der Solarzellen Schäden entstehen, die jetzt durch ein neues Verfahren bestimmt werden können. Dazu haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom ISC Konstanz eine Analysemethode, die Photolumineszenz-Spektroskopie erweitert. Damit können sie nicht nur die Schäden beschreiben, die durch die Laserbehandlung entstehen sondern ebenfalls die Rekombination an Metallkontakten, welche durch den Siebdruck aufgebracht werden.



© PV Crystalox Solar Solicon GmbH

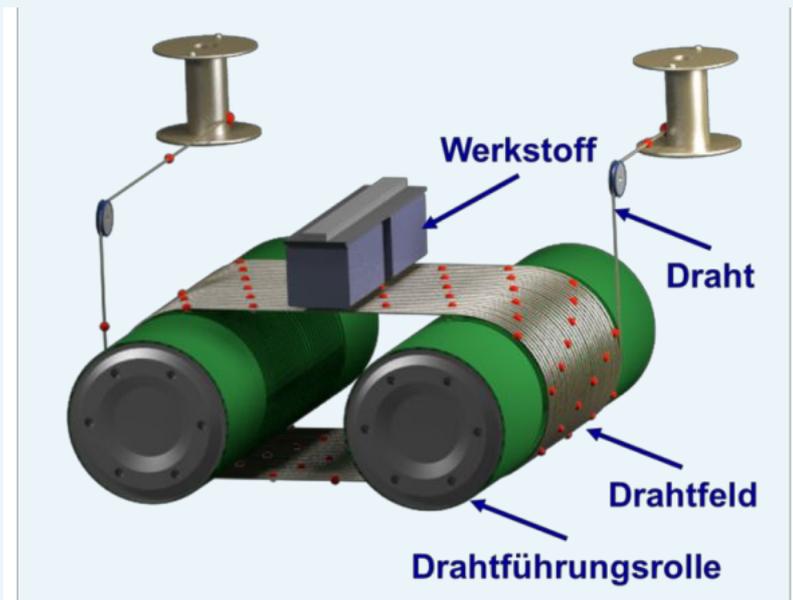
Das Foto zeigt eine mikroskopische Aufnahme eines strukturierten Drahtes.



© Fraunhofer CSP

Das Foto zeigt Pre-pulled-Float-Zone Kristalle in den Größen 3, 4, 5 und 6 Zoll.

## Weitere Abbildung



Die Abbildung zeigt eine schematische Darstellung einer Vieldrahtsäge.

© PV Crystalox Solar Solicon GmbH

## Ergebnisse

Innerhalb des Projekts haben die Forschenden hocheffiziente n-PERT Back Junction Solarzellen entwickelt. Diese bifazialen Solarzellen zeigen einen hohen Wirkungsgrad von größer 21,6 Prozent und weisen gegenüber herkömmlichen Solarzellen (Al-BSF- Solarzellen) im PV-System 10 Prozent geringere Stromerzeugungskosten auf. Sie ähneln in Aufbau und Prozess der pPERT-Zelle, das Substrat, der Bor-Emitter und dessen Passivierung entsprechen der n-PERT Zelle.

Auf der Rückseite der Solarzelle befinden sich Aluminiumkontakte. Anstelle einer ganzflächigen Aluminium-Metallisierung entwickelten die Projektteams lokale siebgedruckte Aluminiumkontakte. Es entsteht eine bifaziale Zelle, die weniger Siebdruckpaste benötigt. Dadurch können die Kosten gesenkt werden.

## Mehr Wafer aus einem Siliziumkristall reduzieren die Kosten

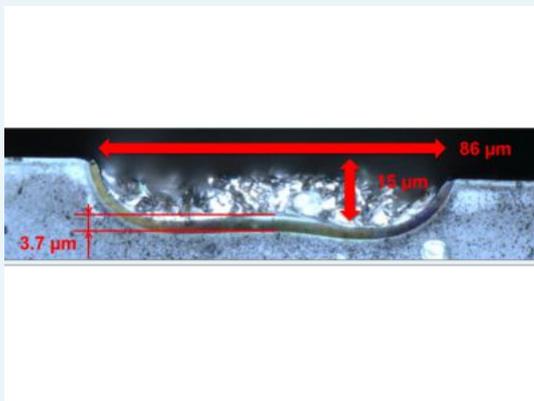
Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben den Vieldrahtsägeprozess mit strukturierten Drähten untersucht und aus monokristallinen Float-Zone-Kristallen Wafer geschnitten. Ziel war es, sehr dünne Drähte mit einem Durchmesser von 115 bis zu 100 Mikrometer einzusetzen, um mehr Wafer aus einem Kristall zu sägen. Gute Ergebnisse haben sie mit 105 Mikrometer dünnen Drähten erzielt und das Verfahren bis zur Produktionsreife weiterentwickelt. Gegenüber den aktuell verwendeten 120 Mikrometer dicken Drähten spart das neue Verfahren 15 Mikrometer Material pro Sägeschnitt ein. Dadurch können pro Millimeter Blocklänge 5 Prozent mehr Wafer geschnitten werden.

## Weitere Abbildungen



Das Foto zeigt einen gewaferten Siliziumblocks nach dem Sägen in der Drahtsäge mit einem angepassten Drahtfeld.

© PV Crystalox Solar Solicon GmbH



Die Lichtmikroskopaufnahme zeigt den Querschnitt eines durch Aluminiumpaste gebildeten lokalen Emitterbereichs bei einem vollflächigem Druck von Aluminiumpaste.

© ISC Konstanz e. V.



Die Lichtmikroskopaufnahme zeigt den Querschnitt eines durch Aluminiumpaste gebildeten lokalen Emitterbereichs. Die seitliche Diffusion von Silizium wird während der Schmelzphase reduziert. Dadurch bildet sich in der Rekristallisationsphase ein tieferer Emitterbereich.

© ISC Konstanz e. V.

## Praxistransfer

Das ISC Konstanz entwickelt die bifazialen n-PERT Back Junction Solarzellen weiter und bietet den

Fertigungsprozess zur Lizenzierung an. RCT Solutions wird die n-PERT Back Junction Solarzellen im Rahmen ihrer Technologielösungen in eine neue Fertigungslinie aufnehmen.

Letzte Aktualisierung: 13.12.2019



Bei EnArgus, dem zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung, befindet sich unter anderem eine Datenbank mit sämtlichen Energieforschungsprojekten – darunter auch dieses Projekt.