

## Fortschritte am ISC Konstanz

Es tut sich etwas am ISC Konstanz. Das Kind wächst einfach, es spricht nicht darüber – 2007 gab es den letzten newsletter. Für diejenigen, die nicht häufig am ISC Konstanz sind, möchten wir daher hier über Entwicklungen und unsere Pläne berichten.

Im letzten Jahr sind wir in der Solarzellenforschung voran gekommen (>19% Wirkungsgrad auf Cz, >17% auf mc). Wir haben exzellente Ergebnisse mit IBC Solarzellen erreicht und neuartige Effekte entdeckt (z.B. „degradation in dark“).

Das Institut wächst - inzwischen arbeiten am ISC Konstanz 42 Mitarbeiter in fester Anstellung. Der Netzwerk-Gedanke führt auch zu Beteiligungen: Der ISC Konstanz e.V. hat sich an seinem spin-off-Unternehmen neonsee GmbH beteiligt und wurde Mitglied der Hahn-Schickard-Gesellschaft, HSG.

### Forschung

Am ISC Konstanz forschen wir im Rahmen öffentlicher Forschungsprojekte sowie mit unseren und für unsere Industrie-Partner. Drei Projekte, die wissenschaftlich oder technologisch interessant sind, möchten wir exemplarisch vorstellen:

- Im Rahmen des EU-Projektes LIMA wurde am ISC Konstanz in weniger als einem Jahr eine Siebdruck-basierte IBC Zelle mit 19,4% Wirkungsgrad entwickelt ( $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ).
- Im Rahmen des BMU-geförderten Projektes enSol haben wir gemeinsam mit BOSCH eine n-Typ Solarzelle mit 18,6% Wirkungsgrad ( $15,6 \times 15,6 \text{ cm}^2$ , Siebdruck-Kontakte) bzw. 19,1% Wirkungsgrad ( $10 \times 10 \text{ cm}^2$ , gesputterte Kontakte) entwickelt. Bis Mitte 2011 sollen über 19% Wirkungsgrad in einem industriellen Prozess erreicht werden.
- Gemeinsam mit ELKEM Solar und 6N-Silicon wurden hocheffiziente Zellen aus SoG- („solar grade“) Silizium entwickelt: Auf multikristallinen Wafern wurden Solarzellen mit 16,6% Wirkungs-

## Progress at the ISC Konstanz

A lot has happened at ISC Konstanz. The child grows, no one talks about it – the last newsletter was sent in 2007. For those who are not regularly at ISC Konstanz we would like to report the latest news and plans in this newsletter. During the year preceding we have made some progress in the field of solar cell research (approached >19% efficiency on Cz-material, >17% on mc) – we reached excellent results with IBC solar cells and discovered yet unknown effects (e.g. “degradation in dark”).

The ISC is growing – we have reached 42 employees working full time. The networking concept has led to several external involvements: ISC is now silent partner of its spin-off neonsee and a member of the Hahn-Schickard-Gesellschaft (HSG).

### Research

At ISC our research projects are conducted together with and for our industrial partners, but there are also publicly funded projects.

Here we would like to present three projects that are of special scientific or technological interest:

- In the EU project LIMA screen printed IBC cells with an efficiency of 19.4% ( $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ) were developed in less than a year.
- In the enSol project (funded by the BMU, the German Ministry for Environment) together with BOSCH we developed an n-type solar cell with an efficiency of 18.6% (Cz  $15,6 \times 15,6 \text{ cm}^2$ , screen printed contacts) and 19.1% ( $10 \times 10 \text{ cm}^2$ , sputtered contacts). Until mid 2011 we are planning on reaching efficiencies of >19% in an industrial process.
- Highly efficient cells from SoG (“solar grade“) silicon were developed together with ELKEM Solar and 6N-Silicon: with mc silicon we processed wafers at ISC with  $\eta=16.6\%$  /  $16.3\%$  with 100% SoG material;  $\eta=16.8\%$  were reached with 65%

- grad (100% ELKEM SoG) und 16,8% Wirkungsgrad (65% ELKEM SoG) prozessiert.

*IV Messwerte für Si mit unterschiedlichem Anteil an SoG ELKEM Material*

*IV characteristics for ELKEM material for different blends of ELKEM silicon*

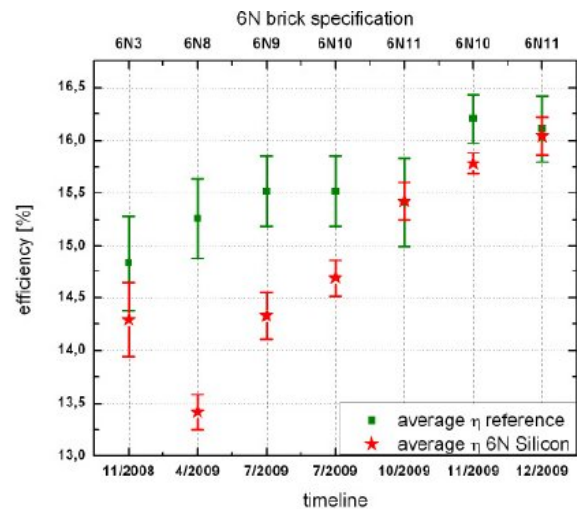
ESS	FF [%]		J <sub>sc</sub> [mA/cm <sup>2</sup> ]		V <sub>oc</sub> [mV]		η[%]	
	av. / best		av. / best		av. / best		av. / best	
<b>mc:</b>								
0%	78.0	78.3	34.0	34.4	619	625	16.4	16.8
33%	77.2	78.0	33.5	33.4	617	621	16.0	16.2
45%	77.2	77.7	33.5	34.3	610	612	15.8	16.3
<b>65%</b>	<b>78.1</b>	<b>78.3</b>	<b>33.9</b>	<b>34.1</b>	<b>626</b>	<b>629</b>	<b>16.6</b>	<b>16.8</b>
100%	78.2	78.4	32.9	33.1	622	626	16.0	16.6
<b>Cz:</b>								
0 %	77.4	78.0	36.9	36.9	629	629	18.0	18.1
33%	77.6	77.8	36.7	36.8	628	629	17.9	18.0

## Publikationen

Forschungsergebnisse des ISC Konstanz in 2010 wurden auf der 35. PVSC Konferenz in Hawaii (2 Vorträge) und auf der WCPEC 5 in Valencia (3 Vorträge, 7 Poster) gezeigt. Neben den bereits genannten Projekten wurde die Degradation von Solarzellen im Dunkeln vorgestellt: Ein am ISC entdecktes Phänomen, welches helfen kann, die lichtinduzierte Degradation weiter zu erklären. Die „degradation in dark“ (DID) wird gemeinsam mit dem ISFH (Hamel) und der ANU (Canberra, Australien) näher untersucht werden. Die Publikationen sind online unter <http://isc-konstanz.de> → publikationen → PVSC 35 (Hawaii) bzw. → WCPEC 5 (Valencia) zu finden.

Eine besondere Ehre ist es für uns, Mitherausgeber der neuen Online-Zeitschrift „Future Photovoltaics“ zu sein. Seit September 2010 kann man unter [futurepv.com](http://futurepv.com) die aktuellsten Forschungsergebnisse aus der Branche nachlesen.

ELKEM SoG material.



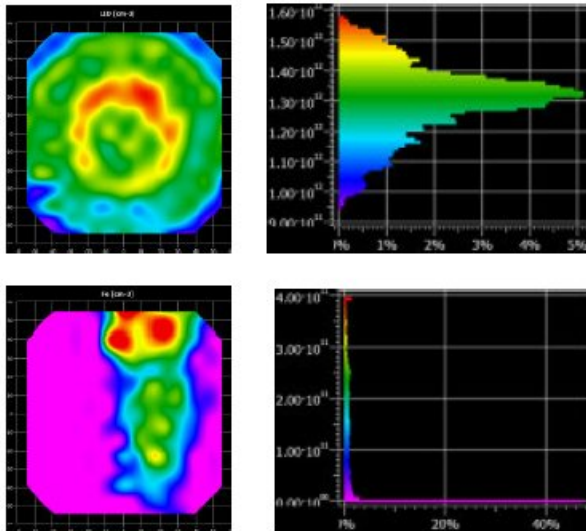
*Entwicklung eines Zell-Konzeptes mit SoG-Silizium von 6N Silicon: Mittlerer Wirkungsgrad über die Zeit*

*Development of a cell concept with 6N Silicon SoG-material: mean efficiency over time*

## Publications

The results of our research in 2010 were presented at the 35th PVSC in Hawaii (two presentations) and at the WCPEC 5 in Valencia (three presentations and seven posters). Apart from those projects, the phenomenon of degradation in the dark – discovered at ISC – was presented. This phenomenon may help to further understand light-induced degradation. Further research on the topic will be conducted together with ISFH (Hamel, Germany) and ANU (Canberra, Australia). The publications can be found on our website: <http://isc-konstanz.de> → Publikationen → PVSC 35 (Hawaii) / → WCPEC 5 (Valencia).

It is a special honour for us to announce that we are on the board of editors of the new online magazine “Future Photovoltaics”. From September 2010 you can find the latest research results in photovoltaics on the website <http://futurepv.com>.



*Ortsaufgelöste Darstellung der Degradation (getrennt: Bor-Sauerstoff und Eisen) mit dem neu entwickelten PV2000 von Semilab. Eines der ersten dieser Geräte wird am ISC Konstanz stehen.*

*Spatially resolved mapping of degradation (Boron-oxygen and interstitial iron separately) with the newly developed Semilab PV2000. One of the first devices will be located at the ISC Konstanz.*

### Eigene Konferenz und Workshop

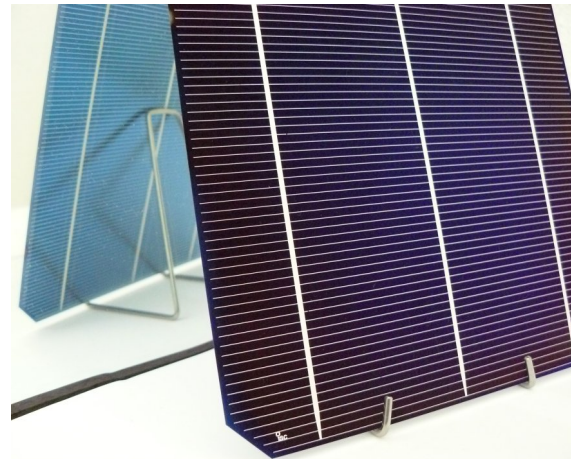
Vom 17. bis zum 20. April 2011 wird die erste SiliconPV Konferenz in Freiburg stattfinden – wir sind bei der Organisation dabei und im wissenschaftlichen Beirat vertreten.

Das ISC Konstanz organisiert, gemeinsam mit Fraunhofer ISE, ECN und ISFH, den „nPV Workshop“ am 30./31. Mai 2011 in Konstanz. 200 Spezialisten aus aller Welt zu n-Typ Silizium werden sich hier treffen und diskutieren.

### Erfindungen und Patente

Einnahmen aus Lizenzen sollen dem ISC Konstanz langfristig die Freiheit geben, selbst initiierte Forschung durchzuführen und projekt-unabhängige Investitionen zu tätigen.

Von Mitarbeitern des ISC Konstanz wurden bislang 10 Erfindungsmeldungen eingereicht. Daraus sind sechs Patentanmeldungen entstanden.



*Im enSol Projekt (BMU-gefördert, gemeinsam mit BOSCH) entwickelte n-Typ -Zelle. Die Rückseite ist POCl<sub>3</sub>-diffundiert und passiviert. Daher ist die Zelle bifazial nutzbar.*

*This n-type cell was developed in the enSol project (joint project with BOSCH, publicly funded by German ministry of environment). The rear side is POCl<sub>3</sub>-diffused and passivated. Therefore the cell can be used bifacially.*

### Own conference and work shop

From 17th to 20th of April 2011 the first SiliconPV conference will take place in Freiburg, Germany. We are involved in the organisation and member of the scientific board.

ISC Konstanz will be organising the “nPV Workshop” on the 30th/31st of May 2011 in Konstanz together with Fraunhofer ISE, ECN and ISFH. 200 specialists on n-type silicon from all over the world will meet to discuss the latest advancements on the field.

### Inventions and patents

The income from licence fees shall on the long run provide the funding for independent research and non-project-based investments. Already ten invention reports have been submitted by ISC Konstanz from which six patents resulted.

## **Der ISC Konstanz e.V. ist dabei**

**neonsee** ist ein spin-off-Unternehmen des ISC Konstanz, das Martin Maier und Hannes Deuser gegründet haben. Am ISC Konstanz wurde ein kombiniertes SR/IV-Messgerät entwickelt. Der Vertrieb erfolgt nun über neonsee. Der ISC Konstanz e.V. beteiligt sich als stiller Gesellschafter an der neonsee GmbH. Unabhängig davon erhält der ISC Konstanz Lizenzentnahmen aus verkauften Geräten. Der ISC ist seit Oktober 2010 Mitglied der **Hahn-Schickard-Gesellschaft, HSG**. Die Ausrüstung und die Projektarbeit des ISC Konstanz und des HSG-Instituts HSG-IMIT in Villingen-Schwenningen ergänzen sich hervorragend: Zum Beispiel können Solarzellen in Mikro-Sensoren integriert werden.

## **Beantragung von 10 öffentlichen Projekten in 2010**

Um sowohl den Bezug zur aktuellen Fertigung zu behalten, als auch die Möglichkeiten zukünftiger Herstellungs- und Solarzellenkonzepte zu erkunden, streben wir ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Industrieprojekten und öffentlich geförderten Projekten an. Derzeit sind wir in zwei BMU-Projekten, zwei EU-Projekten und einem vom Land Baden-Württemberg geförderten Projekt involviert. Bis Ende 2010 werden wir drei BMU-, ein Innovationsallianz-, ein EUROSTAR- und vier EU-Projekte beantragt haben. Darüber hinaus beantragen wir im Rahmen unserer Entwicklungshilfe-Aktivitäten ein Projekt mit dem Kamerunischen Forschungsministerium. BMZ-geförderte Projekte sind geplant.

## **Entwicklungszusammenarbeit**

Neben unserer Haupttätigkeit, der Forschung und Entwicklung, haben wir während der letzten Jahre ein zusätzliches Gebiet eröffnet und bearbeitet – die Entwicklungszusammenarbeit. Die Idee dahinter ist sehr einfach: wir wollen auch in den Entwicklungsländern Solarenergie verbreiten, indem wir die Vielzahl der Solarzellen aus unseren Versuchen in Module einbetten und nach Afrika, Asien und Südamerika bringen. Wir haben bereits zwei Projekte

## **Involvement in other activities**

**neonsee** is a spin-off venture of ISC Konstanz founded by Martin Maier and Hannes Deuser. neonsee develops and sells measuring equipment for PV application. At the ISC a combined SR / IV measuring tool was developed. This is now for sale at neonsee. The ISC Konstanz e.V. has become a silent partner of neonsee GmbH. ISC will receive licence fees from the products sold. In October 2011 ISC became a member of the **Hahn-Schickard-Gesellschaft, HSG**. In terms of project work and infrastructure the ISC and the HSG-institute HSG-IMIT in Villingen-Schwenningen (Germany, 80 km from Konstanz) are a perfect match, e.g. solar cells can be integrated into micro-sensors.

## **We applied for 10 publicly funded projects in 2010**

To keep in touch with current issues of production as well as future cell and production concepts, we are planning to keep a good balance of industrially and publicly funded projects. Currently we are involved in two projects funded by the BMU, two EU-funded projects and one that is funded by the Federal State of Baden-Württemberg. By the end of 2010 we will have applied for three BMU-projects, one “Innovationsallianz PV”-project (BMU), one EUROSTAR and four EU projects. Apart from the scientific funding we are also working in the field of development aid where we are applying for cooperation with the Ministry of Research of Cameroon. Furthermore, we are planning on BMZ (German Ministry for Development Cooperation) projects.

## **Development cooperation**

Apart from our main interest in R&D we have started to work on an additional field – development cooperation. The idea behind that is simple: we want to bring solar power to the developing countries by sending modules – made from the solar cells produced in our experiments – to Africa, Asia and South America. We have already succeeded to do so in two projects in Cameroon: We created a solar-powered village (30 houses with home-systems; in



*(Bild links und rechts): Aufbau der Solar-Module im Solardorf und in der Solarschule, Kamerun*

*(left and right picture): setup of solar modules in the Cameroon solar village and solar school*

in Kamerun abgeschlossen, indem wir ein Solardorf (30 Häuser mit Home-Systemen; 5,5kW) und eine Solarschule (1,5kW) geschaffen haben. Nächstes Jahr wird ein weiteres 50-Häuser-Dorf in Kamerun mit Solarmodulen bestückt. Zwei weitere Projekte in Indien (Solarkrankenstation und Solarschule), eines in Tansania (Solarkrankenstation) und eines in Nepal (Solarschule) sind geplant. Bei diesen Hilfsprojekten sind wir auf Spenden angewiesen und bedanken uns bei unseren Projektpartnern für die beeindruckende Unterstützung.

In Zukunft werden wir die Entwicklungszusammenarbeit auch im Rahmen von öffentlich geförderten Projekten, z.B. mit dem Forschungsministerium von Kamerun (MIN-RESI) und dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), durchführen.

total 5.5 kW) and solar-powered school (1.5 kW). Next year another village in Cameroon consisting of 50 houses will be equipped with solar modules. Two other projects are conducted in India (a solar-powered hospital and a solar-powered school, one project in Tanzania (a solar-powered hospital) and one project in Nepal (a solar-powered school). All these projects rely on donations and we would like to thank our project partners for their impressive support.

In the future we will apply for publicly funded projects for example with the Ministry of Research of Cameroon and the German Ministry of Development Cooperation (BMZ).

### Weiter bauen und feiern

Im letzten newsletter von 2007 war von der Fertigstellung der Baustelle die Rede – hier möchten wir nach über 2 Jahren ohne Baustelle daran anknüpfen: um unsere geplanten Aktivitäten durchzuführen, brauchen wir im Laufe des Jahres 2011 etwa 50 Mitarbeiter am ISC Konstanz. Um diesen Mitarbeitern Platz zu bieten, werden wir das Bürogebäude um einen Stock erweitern.

Die Aufstockung soll im Mai 2011 fertig gestellt sein. Ende Mai laden wir zu einem Fest ein: Feiern Sie mit uns die Entwicklung des ISC Konstanz und die Zusammenarbeit mit Ihnen und lassen Sie uns auf die Zukunft der Photovoltaik anstoßen!

### Building and celebrating

In the last newsletter from 2007 we talked about the completion of the construction site, now – after two years without – we have a new one. We will need about 50 people at ISC Konstanz in 2011 to successfully achieve our goals. In order to accommodate that many people we will add another floor to our office building.

The new floor will be completed by May 2011 which we will celebrate at the end of May: We invite you to celebrate with us and to raise your glasses in a toast to the development of ISC, the good cooperation with you, and the future of photovoltaics! Invitations will follow.

