

## Zinkoxid-Nanodraht-basierte Weißlichtquellen und Solarzellen (NanoSol)

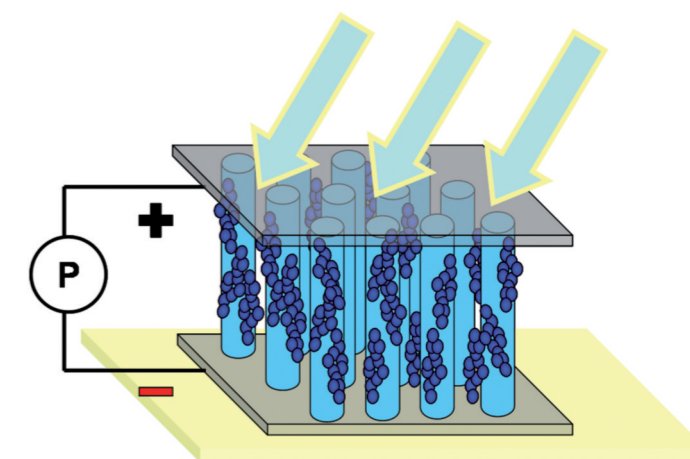
### Das Projekt

Zinkoxid (ZnO) ist ein nicht-toxischer, breitlückiger Halbleiter mit effizienter Licht-Materie-Wechselwirkung. In den letzten Jahren wurden verschiedene Herstellungsverfahren für ZnO-Nanodrähte entwickelt, die qualitativ hochwertiges Material mit Drahtdurchmessern von einigen hundert Nanometern und mehreren Mikrometern Länge hervorbringen. Diese Nanodrähte sind einkristallin und weisen je nach Herstellungsverfahren eine mehr oder weniger hohe n-Dotierung auf. Die hohe kristalline Qualität macht die n-dotierten ZnO-Nanodrähte zu guten elektrischen Leitern. Im Vergleich zu Schichten oder größeren Kristallen weisen die Nanodrähte ein stark vergrößertes Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis auf. Dieses ist zwar geringer als bei Nanopartikeln, dafür bieten Nanodrähte aber überragende Vorteile, wenn Licht oder elektrischer Strom effizient und verlustfrei in eine bestimmte Richtung geleitet werden muss. Allerdings ist die stabile und reproduzierbare p-Dotierung von ZnO immer noch ein ungelöstes Problem. Da aber pn-Übergänge und verwandte Strukturen die Voraussetzung für die Herstellung von optoelektronischen Bauelementen bilden, müssen andere Wege gewählt werden. ZnO/Polymer-Kompositmaterialien mit p-leitenden Polymeren bieten hier interessante neue Möglichkeiten.

Im Rahmen dieses Verbundprojektes werden auf der Grundlage von ZnO-Nanodrähten und geeigneten Polymerbeschichtungen neuartige Weißlichtquellen und photovoltaische Elemente mit optimiertem Wirkungsgrad gegenüber konventionellen Bauelementen entwickelt und hergestellt. Vorangegangene FuE-Arbeiten der Uni Bremen und des Energieforschungszentrum Niedersachsen (EFZN) der TU Clausthal haben gezeigt, dass mit der „vapor-liquid-solid“ (VLS)-Methode oder der elektrochemischen Deposition Nanodrähte mit hervorragenden optischen Eigenschaften hergestellt werden können. Im Vergleich zur konventionellen Siliziumtechnologie handelt es sich hierbei um sehr kosteneffiziente Herstellungsprozesse, die es ermöglichen, extrem preisgünstige Bauelemente mit interessanten Wirkungsgeraden im einstelligen Prozentbereich herzustellen. Eine heutige Silizium-Solaranlage erreicht zwar schon Werte von ca. 18%, dies aber nur unter sehr hohen Herstellungs- und Materialkosten, so dass dieser neue Ansatz deutliche wirtschaftliche Vorteile

verspricht. Ähnliches wird für die Entwicklung entsprechender Weißlichtquellen erwartet. Während bei einer gewöhnlichen Lampe etwa 70-80% der eingesetzten Energie in Wärme umgewandelt und nur der verbleibende Teil für Beleuchtung umgesetzt wird, sollte bei dem hier angestrebten Konzept nahezu 100 % der eingesetzten Energie auch tatsächlich für die Beleuchtung umgesetzt werden. Der exakte Wirkungsgrad ist allerdings bisher noch nicht erforscht und ist daher Gegenstand des vorliegenden Projektes.

Aufgrund der genannten Innovationen wird für die zu entwickelnden Nanodraht-basierenden Weißlichtquellen und Solarzellen ein interessantes Marktpotenzial erwartet. Bei entsprechendem Erfolg werden die Entwicklungsergebnisse dieses Projektes mit dazu beitragen, den CO<sub>2</sub>-Eintrag in die Atmosphäre durch Ausbau effizienter und regenerativer Energiequellen langfristig zu reduzieren.



Prinzip einer Nanodraht-basierten Solarzelle

Ziel des Projektes ist es, die physikalisch-technischen Grundlagen für die Entwicklung und Herstellung neuartiger Weißlichtquellen und Solarzellen auf der Grundlage von polymerbeschichteten Zinkoxid-Nanodrähten bereitzustellen. Durch die interdisziplinäre Vernetzung mit den beteiligten Forschungs- und Industriepartnern des Verbundes steht die technische Umsetzung der erzielten Ergebnisse in Richtung neuartiger, innovativer Systemlösungen optoelektronischer Bauelemente für die Bereiche Beleuchtung und regenerative Energiegewinnung im Vordergrund der Projektentwicklung.

### Die Kooperation

Der Verbund besteht aus drei interdisziplinär ausgerichteten Forschungseinrichtungen und sechs Industriepartnern. Das Kekulé Institut (Uni Bonn) ist in der Synthese von Beschichtungen auf der Basis von Polymeren ausgewiesen, die in Kooperation mit dem ausgewiesenen Industriepart-

ner HC Starck hinsichtlich ihrer photo- und p-leitenden Eigenschaften optimiert werden und so zu weiteren Leistungs- und Effizienzsteigerung der zu entwickelnden Weißlichtquellen und Solarzellen führen werden. Die physikalisch-technischen Grundlagen der optoelektronischen Bauelemente und Komponenten werden von der Uni Bremen und dem EFZN als interdisziplinäre Forschungseinrichtung erarbeitet. Zwischen allen drei Forschungsstellen bestehen bereits seit mehreren Jahren intensive Kooperationen, ebenso zu den Industriepartnern HC Starck, EuropTec und Protronic. Die Anwendung und die Marktumsetzung der erzielten Ergebnisse erfolgt in dem Verbund durch die Industriepartner Solvis-Solar und Spittler. Hierdurch werden die Marktsegmente Photovoltaik und innovative Beleuchtung bedient.



Verbundpartner

## Die Perspektiven

Durch die Beteiligung kompetenter und marktführender Unternehmen wie Solvis-Solar, HC Starck und Grillo-Zinkoxid, aber auch innovativer Unternehmen wie EuropTec, Spittler und Protronic, ist die Vermarktung von System- und Einzellösungen aus den Ergebnissen des vorliegenden Projektes in hervorragender Weise gewährleistet. In diesem Verbund werden in disziplinübergreifender Zusammenarbeit neue Systemlösungen erarbeitet, die unterschiedliche Technologien miteinander kombinieren und so zu einem Technologievorsprung führen, der ohne diese interdisziplinäre Kooperation zwischen Forschungsinstituten und Industriepartnern nicht möglich wäre.

## Das Projekt im Überblick

Zinkoxid-Nanodraht-basierte Weißlichtquellen und Solarzellen (NanoSol)  
**Technologie / Branche:** Solartechnik, Beleuchtungstechnologie, Nanotechnologie  
**Laufzeit:** 01.10.2008 bis 30.09.2011  
**Projektkosten:** 854.206 Euro  
**Förderungssumme:** 734.478 Euro

## Projektpartner Forschung

### Technische Universität Clausthal, Energieforschungszentrum Niedersachsen, LaserAnwendungsCentrum (LAC)

(Koordinator)  
 Prof. Dr. Wolfgang Schade  
 Am Stollen 19 / Haus 3  
 38640 Goslar  
 Tel.: 05321 6855-155  
 Fax: 05321 6855-159  
 E-Mail: wolfgang.schade@tu-clausthal.de  
 www.lac.tu-clausthal.de  
 www.pe.tu-clausthal.de/AGSchade  
**Projektschwerpunkte:** Projektkoordination, Entwicklung von Solarzellen auf Basis von Zinkoxid-Nanodrähten

### Universität Bremen, Institut für Festkörperphysik

Dr. Tobias Voss  
 Otto-Hahn-Allee  
 28359 Bremen  
 Tel.: 0421 218-4429  
 Fax: 0421 218-7318  
 E-Mail: voss@ifp.uni-bremen.de  
 www.ifp.uni-bremen.de

**Projektschwerpunkt:** Entwicklung von Weißlichtquellen auf Basis von Zinkoxid-Nanodrähten

### Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Kekulé Institut für Organische Chemie und Biochemie

Prof. Dr. Siegfried Waldvogel  
 Gerhard-Domagk-Straße 1  
 53121 Bonn  
 Tel.: 0228 73-2653  
 Fax: 0228 73-9608  
 E-Mail: waldvogel@uni-bonn.de  
 www.chemie.uni-bonn.de/oc

**Projektschwerpunkte:** Entwicklung von p-dotierten Polymeren

## Projektpartner Industrie

### Grillo Zinkoxid GmbH

Dr. Klaus Diekstatt  
 Halberstädter Straße 15  
 38644 Goslar  
 Tel.: 05321 681-11  
 Fax: 05321 681-12  
 E-Mail: k.diekstatt@grillo-zno.de  
 www.grillo-zno.de  
**Branche:** Herstellung und Vertrieb von Zinkoxiden  
**Projektschwerpunkt:** Materialrohstoff: Zinkoxid

### H.C. Starck GmbH

Wilfried Lövenich  
 Im Schleeke 78-91  
 38642 Goslar  
 Tel.: 0214 3025014  
 Fax: 05321 751-7014  
 E-Mail: wilfried.ioevenich@hcstarck.com  
 www.hcstarck.com

**Branche:** Produktion und Vertrieb von Metallen und Metallverbindungen sowie keramischer Pulver und leitfähiger Polymere  
**Projektschwerpunkt:** Materialrohstoff: p-dotierte Polymere

### Solvis GmbH & Co KG

Helmut Jäger  
 Grotrian-Steinweg-Straße 12  
 38112 Braunschweig  
 Tel.: 0531 28904-122  
 Fax: 0531 28904-149  
 E-Mail: hjaeger@solvis-solar.de  
 www.solvis-solar.de

**Branche:** Herstellung und Vertrieb solartechnischer Anlagen  
**Projektschwerpunkte:** Zusammenbau und Vertrieb von Solarmodulen

### Protronic Innovative Steuerungselektronik GmbH

Thomas Wegner  
 Am Schwarzwasser 2b  
 04828 Bennewitz  
 Tel.: 03425 854108-0  
 Fax: 03425 854108-5  
 E-Mail: t.wegner@protronic-gmbh.de  
 www.protronic-gmbh.de  
**Branche:** Entwicklung, Herstellung, Lieferung und Montage von Steuerungs- und Überwachungsanlagen sowie dazu notwendigen mechanischen und elektronischen Bauteilen  
**Projektschwerpunkte:** Elektrische Beschaltung und Systemintegration

## EuropTec GmbH

Dieter Wagner  
 Alte Heerstraße 14  
 38644 Goslar  
 Tel.: 05321 359-102  
 Fax: 05321 359-103  
 E-Mail: d.wagner@europotec.com  
 www.europotec.com

**Branche:** Glas- und Kunststoffbearbeitung, Lamine, Spiegel, optische Beschichtungen  
**Projektschwerpunkt:** Optisch transparente und leitende Schichten

## Spittler Lichttechnik GmbH

Dr. Christian Winter  
 Stapelner Straße 1+3  
 38644 Goslar  
 Tel.: 05321 3777-0  
 Fax: 05321 3777-99  
 E-Mail: c.winter@spittler.de  
 www.spittler.de

**Branche:** Entwicklung, Produktion und Vertrieb von technischen Leuchten für den Innenraum  
**Projektschwerpunkt:** Lichttechnik