

## PRESSEMITTEILUNG

### Vom Nanostäbchenteppich zur Solarzellen-Dünnschicht in wenigen Sekunden

Berlin, 22.1.2014

#### Weitere Informationen:

**Dr. Roland Mainz**

Institut Technologie  
Tel.: +49 (0)30-8062-42737  
roland.mainz@helmholtz-berlin.de

**Dr. Thomas Unold**

Institut Technologie  
Tel.: +49 (0)30-8062-42048  
unold@helmholtz-berlin.de

#### Pressestelle

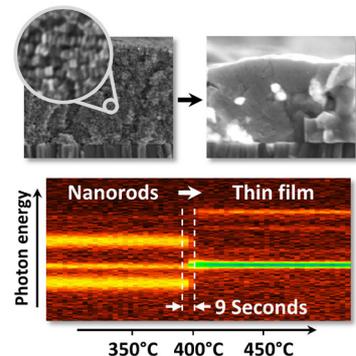
Dr. Antonia Rötger  
Tel.: +49 (0)30-8062-43733  
Fax: +49 (0)30-8062-42998  
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de

Forscherteams aus dem HZB und der University of Limerick, Irland, haben einen neuen Weg gefunden, um polykristalline Kesterit-Dünnschichten bei niedrigerer Temperatur herzustellen: Sie erzeugten zunächst einen Teppich aus geordneten Nanostäbchen mit Wurtzitstruktur. Diese Stäbchen besitzen chemisch die gleiche Zusammensetzung wie Kesterit, nur ihre Kristallstruktur ist unterschiedlich, wandelt sich aber bei Erwärmung in eine stabile Kesterit-Struktur um. An der EDDI-Beamline von BESSY II konnten die Wissenschaftler diesen Prozess in Echtzeit beobachten: Binnen weniger Sekunden bildeten sich aus den Wurtzit-Stäbchen Kesterit-Kristallite. Entscheidend war dabei nicht die Höhe der Temperatur, sondern die Heizrate: Je rascher die Wurtzit-Stäbchen erhitzt wurden, desto größer wurden die Kristallite. So gelang es Kesterit-Schichten aus fast mikrometergroßen Kristalliten zu erzeugen, welche in Dünnschicht-Solarzellen zum Einsatz kommen könnten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind nun in der Zeitschrift "Nature Communications" erschienen.

#### Kornbildung beim Wachstum von Kesterit-Solarzellenschichten in Echtzeit beobachtet

Als Ausgangsmaterial für die Bildung der Kesterit-Schicht dient ein „Teppich aus Nanostäbchen“: Die Chemiker um Ajay Singh und Kevin Ryan an der Universität Limerick haben mit Hilfe lösungsbasierter chemischer Verfahren hochgeordnete Schichten aus Wurtzit-Nanostäbchen hergestellt, welche exakt die gleiche Zusammensetzung wie  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ -Kesterit besitzen. HZB-Physiker um Roland Mainz und Thomas Unold konnten nun mit Hilfe von Echtzeit-Röntgenbeugung an der EDDI-Beamline am BESSY II beobachten, wie sich durch einen Phasenübergang aus der metastabilen Wurtzitphase in die stabile Kesteritphase die makroskopisch angeordneten Nanostäbchen in Kesterit-Dünnschichten mit nahezu mikrometer-großen Kristalliten umwandeln. „Das Besondere ist, dass die Bildung der gesamten Kesterit-Schicht sehr schnell abläuft und gleichzeitig ein schnelles Kornwachstum ausgelöst wird“, sagt Mainz. Und je schneller die Proben hochgeheizt werden, desto größer werden die Kristallite. Mainz sagt: „Bei einer niedrigen Heizrate beginnt die Umwandlung von Wurtzit in Kesterit schon bei einer tieferen Temperatur, bei der sich viele kleine Kristallite bilden - statt weniger großer. Hierbei bilden sich auch vermehrt Defekte aus. Beim schnellen Heizen ist dafür keine Zeit, die Umwandlung findet erst bei einer höheren Temperatur statt, bei der sich direkt eine defektärmere Struktur ausbildet.“

Der Vergleich der Phasenumwandlung bei langsamer und bei schneller Heizrate zeigt, dass nicht nur das Kornwachstum durch die Phasenumwandlung ausgelöst wird, sondern andersherum auch das Kornwachstum die Phasenumwandlung beschleunigt. Die HZB-Physiker haben ein Modell entwickelt, das diese Beobachtung erklären kann, und anhand von Modellrechnung die Übereinstimmung mit den gemessenen Daten überprüft.



Der Übergang von der Schicht aus dichtgepackten Nanorods (links oben) in eine polykristalline Halbleiter-Dünnschicht (rechts oben) lässt sich über in-situ Röntgenbeugung am Synchrotron BESSY II in Echtzeit beobachten. Die Intensitäten der Röntgensignale, die während des Übergangs aufgenommen wurden, sind in der unteren Abbildung farblich kodiert. Eine genaue Analyse der Signale verriet, dass die Umwandlung der Nanorods in Kesterit-Kristallite nur 9 bis 18 Sekunden dauert.

Bild: R. Mainz/A. Singh

### **Neuer Syntheseweg für dünne Halbleiterschichten mit kontrollierter Morphologie**

Die Arbeit zeigt einen neuen Weg, um dünne mikrokristalline Schichten aus Halbleiter-Nanostrukturen ohne aufwändige Vakuumtechnik zu herzustellen. Kesterit-Halbleiter gelten als vielversprechende Alternative für die Chalkopyrit-Solarzellen ( $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ ), mit denen bereits Laborwirkungsgrade über 20% demonstriert werden konnten. Kesterite besitzen ähnliche physikalische Eigenschaften wie Chalkopyrit-Halbleiter, kommen jedoch ohne die vergleichsweise weniger verfügbaren Elemente Indium und Gallium aus. Das neue Verfahren könnte auch für die Herstellung von mikro- und nanostrukturierten photoelektrischen Bauelementen, sowie für Halbleiterschichten aus anderen Materialien interessant sein, meint Mainz. „Wir bleiben aber an den Kesteriten dran, denn die sind im Moment wirklich ein spannendes Thema.“

Link zum Paper: <http://www.nature.com/ncomms/2014/140122/ncomms4133/full/ncomms4133.html>

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.