



PRESSEINFORMATION

FORSCHUNG

Solarzellen der Zukunft nach biologischem Vorbild – Silber-Nanoteilchen steigern Lichtausbeute

München, 14. Februar 2008 — Im Licht steckt jede Menge Energie. Die Natur versteht seit langem, diese Energie in der Photosynthese effektiv zu nutzen. Wissenschaftlern um die Professoren Christoph Bräuchle und Hugo Scheer von der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München ist es in Zusammenarbeit mit Forschern der Universität von Ohio gelungen, ihr dabei noch etwas auf die Sprünge zu helfen. Die Forscher haben gezeigt, dass sich mit Silber-Nanoteilchen die Effizienz von Lichtsammelkomplexen, den zentralen Funktionsträgern für das Einsammeln von Licht bei der Photosynthese, um den Faktor 18 steigern lässt. Diese Entdeckung, die in der aktuellen Ausgabe der Fachzeitschrift „Nano Letters“ veröffentlicht wurde, könnte bedeutsam für die Entwicklung neuartiger Solarzellen nach biologischem Vorbild sein.

Die Natur hat im Laufe der Evolution mit der Entwicklung der Photosynthese und der daran beteiligten komplexen Proteine eine effektive Maschinerie entwickelt, die Sonnenlicht in elektrische Spannung und schließlich in chemische Energie umwandeln kann – eine Art natürliche Solarzelle.

Für die Effizienz der Photosynthese haben so genannte Lichtsammelkomplexe eine zentrale Funktion. Bei der Photosynthese in bestimmten Meeres-Algen, den Dinoflagellaten, sind das zum Beispiel Peridinin-Chlorophyll-Protein-Komplexe, kurz PCP. Die PCP-Moleküle haben die Aufgabe, das in Wassertiefen von etwa zehn Metern recht schwache aber für die Algen lebensnotwendige blau-grüne Licht zu sammeln und zu den zentralen Photoreaktionszentren der Pflanze zu transportieren, in denen dann die eigentliche Umwandlung von Licht in chemische Energie stattfindet. In einer Art Kaskade wird Lichtenergie von Peridinin-Molekülen absorbiert, an Chlorophyll-Moleküle weitergegeben und so letztlich bis in das Reaktionszentrum geleitet.

Da die Photosynthese eine besonders effiziente Art der Umwandlung von Sonnenlicht in Energie darstellt, ist es naheliegend, die relativ teuren Solarzellen mit künstlichen Lichtsammelkomplexen zu versehen, um damit eine ähnliche Effektivität wie das natürliche

Luise Dirscherl (Leitung)

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirscherl@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München
presse@lmu.de
www.lmu.de

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
[dirtscherl@lmu.de](mailto:dirscherl@lmu.de)

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Lichtsammler/Reaktionszentren-System zu erreichen. Erste Ansätze dazu wurden bereits in der Fachwelt diskutiert.

Sebastian Mackowski als Humboldt-Stipendiat und seinen Kollegen am Lehrstuhl für Physikalische Chemie der LMU von Professor Bräuchle gelang es nun in Zusammenarbeit mit Alexander Govorov von der Universität Ohio und Professor Hugo Scheer vom Department Biologie I der LMU, durch Wechselwirkungen mit Silber-Nanopartikeln die optischen Eigenschaften des natürlichen Lichtsammelkomplexes PCP so zu verändern, dass das System noch effektiver Licht aufnehmen kann.

Zur Messung haben die Forscher zunächst Silberinseln mit einem Durchmesser von etwa 80 Nanometern auf Deckgläser aufgebracht. Diese dienten als Unterlage für PCP-Komplexe aus Algen der Art *Amphidinium carterae*. Die PCP-Moleküle wurden mit Laserlicht im blau-grünen Wellenlängenbereich angeregt und fluoreszenzspektroskopisch untersucht. Das resultierende Mess-Signal zeigte sowohl bei einzelnen PCP-Molekülen als auch im Molekülverband eine bis zu 18-fache Verstärkung der Fluoreszenzintensität. Hinweise auf eine Änderung der Proteinstruktur wurden bei den Messungen nicht gefunden. Die Wissenschaftler schließen daraus, dass die PCP-Komplexe auch in Gegenwart der Silberinseln strukturell und funktionell intakt bleiben.

Theoretische Modelle legen nahe, dass sich die Effizienzsteigerung vor allem mit einer Erhöhung der Anregungsrate durch eine verstärkte Absorption erklären lässt. Hinter dem Verstärkungsmechanismus steckt danach eine durch Plasmonen, das heißt durch Schwingungen der elektrischen Ladungsträger in den Silberinseln hervorgerufene Erhöhung der elektromagnetischen Strahlung im Inneren des PCP. Das PCP wird quasi auf zwei Arten angeregt: direkt über das Licht und indirekt über das erzeugte elektrische Feld der Nanoteilchen.

Das Verfahren zur Steigerung der Lichtsammelleffizienz des PCP sollte sich nach Ansicht der Wissenschaftler direkt auf künstliche Lichtsammelkomplexe übertragen und durch gezielte Herstellung metallischer Nanostrukturen noch weiter optimieren lassen. Dies könnte ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung neuartiger hocheffektiver Solarzellen sein. Aber auch die in der medizinisch-biologischen Forschung wichtige Methode der Spektroskopie einzelner Moleküle könnte von der Effizienzsteigerung profitieren. So meint Professor Bräuchle: „Einzelmolekülforscher haben immer zu wenig Licht. Es wird immer nach Wegen gesucht, wie das Licht intensiver gemacht werden kann.“

Die in der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift „Nano Letters“ veröffentlichte Arbeit wurde maßgeblich durch den SFB 533 „Lichtinduzierte Dynamik von Biopolymeren“ und die Exzellenz-Cluster Nanosystems Initiative Munich (NIM) und Center for Integrated Protein Science Munich (CiPSM) unterstützt, sowie durch Kooperationen mit Professor Eckhard Hofmann (Bochum) und Professor Roger Hiller (Sydney).

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirschler@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Publikation:

„Metal-Enhanced Fluorescence of Chlorophylls in Single Light-Harvesting Complexes“,
Sebastian Mackowski, Stephan Wörmke, Andreas J. Maier, Tatas H. P. Brotosudarmo, Hayk Harutyunyan, Achim Hartschuh, Alexander O. Govorov, Hugo Scheer and Christoph Bräuchle,
Nano Lett. 8(2), (2008), 558.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Christoph Bräuchle
Ludwig-Maximilians-Universität München
Department Chemie und Biochemie
Tel.: 089 / 2180-77549
Fax: 089 / 2180-77550
E-Mail: Christoph.Braeuchle@cup.uni-muenchen.de

Prof. Dr. Hugo Scheer
Ludwig-Maximilians-Universität München
Botanisches Institut
Tel.: 089 / 17861-295
Fax: 089 / 17861-185
E-Mail: Hugo.Scheer@lmu.de

Dr. Peter Sonntag
Nanosystems Initiative Munich
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Tel.: 089 / 2180 - 5091
Fax: 089 / 2180 - 5649
E-Mail: peter.sonntag@lmu.de
www.nano-initiative-munich.de

Abbildung:

Sie finden eine Illustration zu dieser Arbeit, die für die Veröffentlichungen genutzt werden kann, unter
www.nano-initiative-munich.de/pressematerial/