



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

KOMMUNIKATION UND PRESSE



F-13-06 • 3 Seiten

02.10.2006

Kommunikation und Presse

PRESSEINFORMATION

FORSCHUNG

Photosynthese in neuem Licht –

LMU-Forscher dirigieren Energie zwischen Molekülen

München, 02.10.2006 — Das hat man schon in der Schule gelernt: Die Photosynthese ist die Grundlage allen Lebens auf der Erde. Auch die vereinfachte Gleichung ist bekannt: Aus Kohlendioxid, Licht und Wasser entstehen mit Hilfe des Blattgrüns Chlorophyll letztlich Sauerstoff und der Energielieferant Glucose, also Zucker. Ein entscheidender Schritt bei dieser Reaktion ist der Energietransfer zwischen einzelnen Molekülen. Im Rahmen einer Kooperation mit der Universität Hamburg ist es LMU-Wissenschaftlern unter der Leitung von Dr. John Lupton, der seit kurzem als Professor an der University of Utah, USA, arbeitet, und Professor Dr. Jochen Feldmann gelungen, einen Energietransfer nicht nur messtechnisch zu verfolgen, sondern ihn auch aktiv ein- und auszuschalten. Wie sie in der aktuellen Ausgabe von „Nature Materials“ berichten, setzten sie erstmals elektrische Felder ein, um die Übertragung von Anregungsenergie zu kontrollieren. „Es ist eine vielversprechende Möglichkeit, organische und anorganische Materialien zu kombinieren und beider Vorteile zu nutzen“, so Lupton.

Bei der Photosynthese wird Lichtenergie von Pigmentmolekülen gesammelt und in molekulare Anregungsenergie umgewandelt. Sie reichen die Energie kaskadenartig von einem Molekül zum anderen. Am Ende schließlich entsteht daraus chemische Energie, in diesem Fall Zucker. Dabei ist der Energietransfer zwischen Donator- und Akzeptor-Molekül aber nicht nur bei natürlichen Prozessen wichtig. Er kann etwa auch helfen, Längen auf der Nanoskala zu messen. „Diese Arbeit bringt uns einen entscheidenden Schritt weiter, künstliche Lichtsammelkomplexe zu realisieren. Insbesondere die Möglichkeit, die Einsammlung von Licht elektrisch kontrollieren zu können, eröffnet in Zukunft ganz neue Möglichkeiten“, so Feldmann. Allgemein wird der Energietransfer durch die so genannte Förster-Theorie beschrieben. Danach werden zwei benachbarte Moleküle als Lichtantennen aufgefasst. Nur wenn beide die gleiche Resonanzenergie haben, wird Energie übertragen. Anders gesagt: Das Absorptionsspektrum der empfangenden Antenne, also des Akzeptors, muss mit dem Emissionsspektrum der sendenden Antenne, also des Donators, überlappen.

Luise Dirscherl (Leitung)

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

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

Das erlaubt die Schlussfolgerung, dass der Energietransfer kontrolliert werden kann, wenn sich das Spektrum von Donator oder Akzeptor beeinflussen lässt. Besonders interessant sind halbleitende Nanokristalle, weil sie einen sehr großen Absorptionsquerschnitt haben. Das ähnelt den natürlichen Lichtsammel- beziehungsweise Antennenkomplexen der Photosynthese, die sich aus vielen Pigmenten zusammensetzen. Einen wichtigen Unterschied gibt es aber. Nanoteilchen decken ein weites Absorptionsspektrum ab, während die spektrale Breite der Pigmentabsorption begrenzt ist. „Dazu kommt, dass sich die Emission von einzelnen Nanokristallen mit Hilfe elektrischer Felder hervorragend manipulieren lässt“, so Klaus Becker, Erstautor der Studie. „Das ist auf den so genannten ‚quantum confined Stark effect‘ oder QCSE zurückzuführen. Der Stark-Effekt hat ursprünglich die spezifischen Veränderungen der ausgestrahlten Spektrallinien von Atomen beschrieben, wenn diese großen elektrischen Feldern ausgesetzt sind.“

Wie die neuen Ergebnisse nun zeigen, kann mit Hilfe des QCSE ein einzelner Nanokristall in Resonanz mit einem Farbstoffmolekül gebracht werden. Somit lässt sich erstmals Energietransfer mit Hilfe elektrischer Felder steuern. Daneben ergeben sich aber auch zahlreiche Anwendungen. So fungiert der Nanokristall gewissermaßen als Nanoantenne, indem er aus einer Vielzahl von Farbstoffmolekülen ein einzelnes herauspicks. Die räumliche Präzision dieses Vorgangs, also der optischen Adressierung eines einzelnen Moleküls, liegt dabei weit unterhalb der erreichbaren Auflösungsgrenze optischer Systeme. Diese sind durch die Wellenlänge des Lichts begrenzt. „Auf diesem Weg erhalten wir durch ein Einzelmolekül eine Art optoelektronischen Schalter“, so Lupton. „Möglicherweise können wir eine hoch präzise Einteilung erreichen und dann integrierte nanophotonische Schaltkreise aus diesen Schaltern aufbauen. Effektiv stellt das Nanokristall-Molekül-System ein Nanobaelement nach Art eines Feldeffekttransistors dar.“

Ebenso wichtig sind aber die Erkenntnisse über die molekularen Mechanismen des Energietransfers. Denn die Übertragung findet nicht zwischen jedem potentiellen Donator-Akzeptorpaar statt, obwohl die beiden Moleküle benachbart sind. Die Forscher konnten zeigen, dass der Energietransfer ein lokaler Vorgang ist. Auch wenn Donator und Akzeptor im Mittel – also im Ensemble - hinreichend spektralen Überlapp haben, garantiert dies nicht eine mikroskopische Kopplung zwischen zwei einzelnen Molekülen, weil diese jeweils eine geringfügig andere Energie haben. Streuen diese Energien zu sehr auf mikroskopischer Ebene, gibt es weniger gekoppelte Molekülpaare. „Der Energietransfer ist also auch in der Natur durch Unordnung limitiert“, meint Becker. „Das bedeutet, dass etwa in der Photosynthese Licht als Anregungsenergie aufgenommen und dann möglicherweise in einem lokalen energetischen Minimum gefangen wird, ohne das endgültige Ziel der Umwandlung in photochemische Energie zu erreichen. Das aber kann die Effizienz des Lichtsammelvorgangs erheblich reduzieren. Nicht zuletzt also zeigt und

erklärt unsere Arbeit die Rolle der Unordnung beim Energietransfer – besonders auch in biologisch relevanten Systemen.“

Publikation:

„Electrical control of Förster energy transfer“, K. Becker, J. M. Lupton, J. Müller, A. L. Rogach, D. V. Talapin, H. Weller and J. Feldmann, Nature Materials, Oktober 2006

Ansprechpartner:

Professor Dr. John Lupton
University of Utah, USA
Tel.: +1 801 581 6408
Fax: +1 801 581 4801
E-Mail: lupton@physics.utah.edu

Dipl.-Phys. Klaus Becker und Prof. Dr. Jochen Feldmann
Ludwig-Maximilians-Universität München
Tel: 089-2180-3318 oder 089-2180-78001
Fax: 089-2180-3441
E-Mail: klaus.becker@physik.uni-muenchen.de oder feldmann@lmu.de
Internet: <http://www.phog.physik.uni-muenchen.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