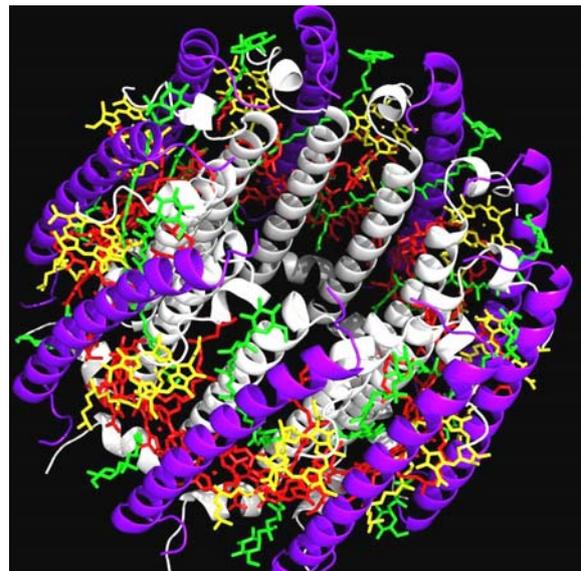
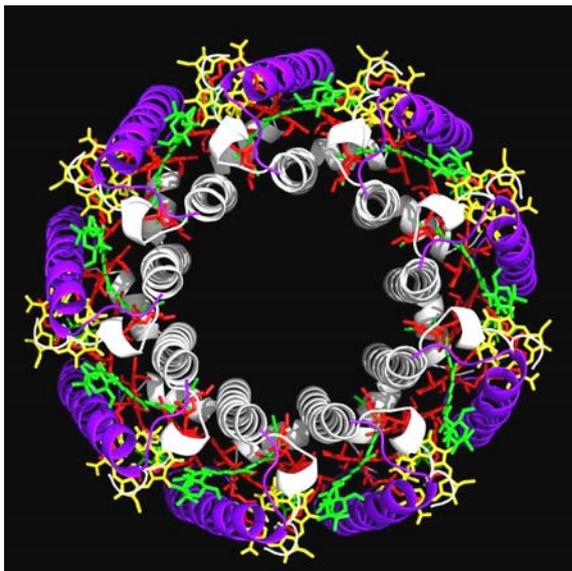


6.422 Zeichen  
Abdruck honorarfrei  
Beleg wird erbeten

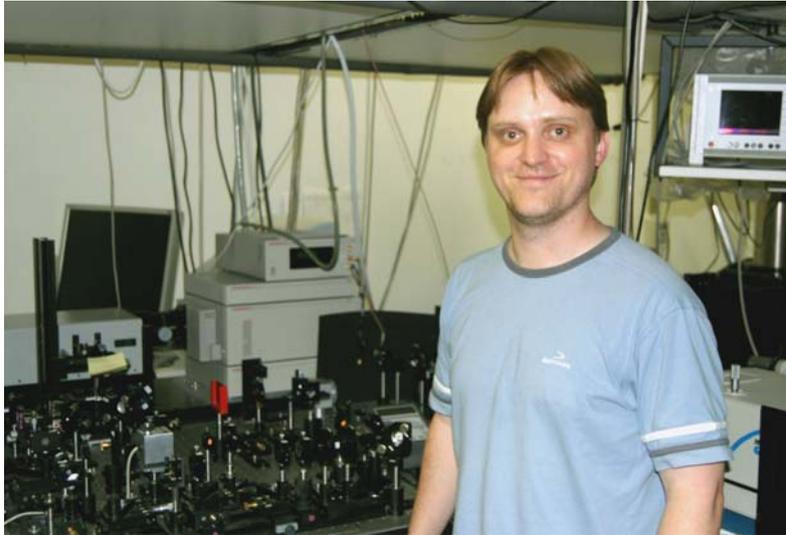


Modell eines Antennenproteins in der Ansicht von oben (li.) und einer Seitenansicht (re.). Die darin enthaltenen verschiedenen Farbstoffmoleküle sind rot, grün und gelb dargestellt. Grafiken: Dr. Richard Hildner, Universität Bayreuth.

## Transportwege des Lichts:

## Neue Einblicke in die Energiegewinnung bei Pflanzen und Bakterien

Pflanzen und einige Bakterienarten verwandeln bis zu 95 Prozent des Sonnenlichts, dem sie in der Natur ausgesetzt sind, in chemische Energie. Industriell gefertigte Solarzellen verwerten hingegen nur rund 20 Prozent des absorbierten Lichts. Wie gelingt es Pflanzen und Bakterien, das Sonnenlicht mit einer so viel höheren Effizienz für die Energiegewinnung zu nutzen? Eine Forschungsgruppe um den Bayreuther Experimentalphysiker Dr. Richard Hildner ist diesen Geheimnissen auf die Spur gekommen. In der neuen Online-Ausgabe von „Science“ berichten die Wissenschaftler über ihre Erkenntnisse, die für künftige Technologien der Energiegewinnung von erheblicher Bedeutung sein können.



Dr. Richard Hildner in einem Laserlabor des Physikalischen Instituts der Universität Bayreuth.

## **Antennenproteine: Molekulare Zwischenstationen auf dem Weg zur Photosynthese**

Wenn Pflanzen oder Bakterien das Licht der Sonne absorbieren und in chemische Energie verwandeln, haben Antennenproteine dabei eine Schlüsselfunktion. Jedes dieser Proteine hat eine ringförmige Struktur, in der sich eine Vielzahl von Farbstoffmolekülen befindet. Die Farbstoffmoleküle nehmen Lichtenergie auf und übertragen diese mit extrem hoher Geschwindigkeit auf benachbarte Farbstoffmoleküle: zunächst auf Moleküle innerhalb desselben Antennenproteins, dann auf Moleküle in einem angrenzenden Antennenprotein. So durchläuft die absorbierte Lichtenergie eine Kette mehrerer Antennenproteine, bis sie schließlich in einem Reaktionszentrum ankommt. Hier werden die Prozesse der Photosynthese in Gang gesetzt, die aus der Lichtenergie chemische Energie erzeugen.

## **Stabiler Energietransport: Im gleichmäßigen Takt auf wechselnden Wegen**

Dr. Richard Hildner hat zusammen mit den Physikern Niek van Hulst, Daan Brinks und Jana Nieder in Barcelona und dem Biochemiker Richard Cogdell aus Glasgow den Transport der Lichtenergie mit einer bisher unerreichten Präzision analysiert. Dabei haben die Wissenschaftler ein unerwartetes Phänomen entdeckt. Wenn die Energie von einem Farbstoffmolekül auf das nächste benachbarte Farbstoffmolekül übertragen wird, sind das keine zufälligen, unorganisierten Prozesse. Vielmehr arbeiten alle Farbstoffmoleküle in einem



gleichmäßigen Takt. In der Physik bezeichnet man dieses Phänomen als quantenmechanisch kohärenten Transport. Die Energie kann sich dadurch wie eine Welle ungehindert durch ein Antennenprotein bewegen.

Und noch eine weitere Entdeckung hat die Forschergruppe gemacht: Die Transportwege ändern sich ständig. Die Lichtenergie durchläuft keineswegs immer die gleichen Ketten von Farbstoffmolekülen auf ihrem Weg durch die Antennenproteine. Variabilität der Transportwege und Kohärenz – diese Kombination ist für den Energietransport in Pflanzen und Bakterien charakteristisch.

Wie die Forscher herausgefunden haben, erfüllt diese Kombination einen biologischen Zweck. Aufgrund des kohärenten, wellenartigen Transports findet die Energie immer den besten Pfad durch ein Antennenprotein. Dies trägt wesentlich dazu bei, dass der Transport der Lichtenergie auch dann effizient verläuft, wenn die Umgebung der Farbstoffmoleküle wechselt – sei es, dass die Temperatur schwankt; sei es, dass sich die innere geometrische Struktur der Antennenproteine ändert.

## **Spektroskopische Momentaufnahmen mit ultrakurzen Laserpulsen**

Wie war es den Forschern möglich, so tief – bis hinunter auf die Ebene einzelner Moleküle – in den Transport von Lichtenergie vorzudringen? Entscheidend war eine neuartige spektroskopische Versuchsanordnung. Wird ein Antennenprotein, während die Lichtenergie in seinem Inneren von einem Farbstoffmolekül zum nächsten wechselt, einem ultrakurzen Laserpuls ausgesetzt, entsteht eine spektroskopische Momentaufnahme. Sie zeigt die unterschiedlichen Anregungszustände der Farbstoffmoleküle, die sich im Antennenprotein befinden. Daran lässt sich ablesen, welches Farbstoffmolekül exakt zu diesem Zeitpunkt am Transport der Lichtenergie beteiligt ist. Das Team um Dr. Richard Hildner hat nun viele solche Momentaufnahmen desselben Antennenproteins kurz hintereinander geschaltet. So konnten die Wissenschaftler die Transportwege der Lichtenergie verfolgen und dabei auch die Kohärenz des Transports nachweisen.

Derart hochpräzise Einblicke in den Transport von Lichtenergie entstehen allerdings nur, wenn für jede der aufeinander folgenden Momentaufnahmen ein ultrakurzer Laserpuls



verwendet wird, der nur wenige Femtosekunden dauert. Eine Femtosekunde entspricht dem milliardsten Teil einer Sekunde. In diesem winzigen Zeitraum legt das Licht eine Strecke zurück, die ungefähr so lang ist wie ein Hundertstel des Durchmessers eines menschlichen Haars. Hingegen braucht das Licht eine Sekunde, um die Strecke von der Erde zum Mond zu durchlaufen.

## „Light Harvesting“ – ein Schwerpunktthema an der Universität Bayreuth

Die in „Science“ veröffentlichten Erkenntnisse sind ein grundlegender Beitrag zu einem Forschungsgebiet, für das sich der Begriff des „Light Harvesting“ („Lichternte“) etabliert hat. Das Ziel ist es, die Prozesse der pflanzlichen und bakteriellen Energiegewinnung aus Licht so tiefgehend zu verstehen, dass sie durch mindestens ebenso effiziente künstliche Verfahren nachgeahmt werden können. Dies könnte ein Weg sein, um die globale Energieversorgung nachhaltig zu sichern.

An der Universität Bayreuth befasst sich eine interdisziplinäre Forschungsgruppe bereits seit vielen Jahren mit diesem Forschungsgebiet. Im April 2013 hat Prof. Dr. Jürgen Köhler, Inhaber des Lehrstuhls Experimentalphysik IV, eine internationale Konferenz zum Thema „Light Harvesting Processes“ in Kloster Banz organisiert. Er ist Vorsitzender des DFG-Graduiertenkollegs „Photophysics of Synthetic and Biological Multichromophoric Systems“ an der Universität Bayreuth. Dr. Richard Hildner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Experimentalphysik IV; für seine Leistungen auf dem Gebiet der Quanteneffekte in einzelnen Molekülen und molekularen Systemen wird er in diesem Jahr mit dem international renommierten Sturge Prize ausgezeichnet.

### Veröffentlichung:

Richard Hildner, Daan Brinks, Jana B. Nieder, Richard Cogdell, Niek F. van Hulst, Quantum coherent energy transfer over varying pathways in single light-harvesting complexes,

in: Science 2013, published online 21 June 2013

DOI: 10.1126/science.1235820



## Kontaktadresse:

Dr. Richard Hildner  
- Lehrstuhl Experimentalphysik IV -  
Universität Bayreuth  
Universitätsstrasse 30  
D-95440 Bayreuth, Germany  
Tel.: +49 (0) 921 55 4040  
E-Mail: [richard.hildner@uni-bayreuth.de](mailto:richard.hildner@uni-bayreuth.de)

## Text und Redaktion:

Christian Wißler M.A.  
Stabsstelle Presse, Marketing und Kommunikation  
Universität Bayreuth  
D-95440 Bayreuth  
Tel.: 0921 / 55-5356 / Fax: 0921 / 55-5325  
E-Mail: [mediendienst-forschung@uni-bayreuth.de](mailto:mediendienst-forschung@uni-bayreuth.de)

**Grafiken S.1:** Dr. Richard Hildner, Universität Bayreuth;  
mit Autorangabe zur Veröffentlichung frei.

**Foto S. 2:** Christian Wißler; zur Veröffentlichung frei;  
in hoher Auflösung zum Download:

## Kurzporträt der Universität Bayreuth

Die Universität Bayreuth ist eine junge, forschungsorientierte Campus-Universität.

Gründungsauftrag der 1975 eröffneten Universität ist die Förderung von interdisziplinärer Forschung und Lehre sowie die Entwicklung von Profil bildenden und Fächer übergreifenden Schwerpunkten. Die Forschungsprogramme und Studienangebote decken die Natur- und Ingenieurwissenschaften, die Rechts- und Wirtschaftswissenschaften sowie die Sprach-, Literatur und Kulturwissenschaften ab und werden beständig weiterentwickelt.

Gute Betreuungsverhältnisse, hohe Leistungsstandards, Fächer übergreifende Kooperationen und wissenschaftliche Exzellenz führen regelmäßig zu Spitzenplatzierungen in Rankings. Seit Jahren nehmen die Afrikastudien der Universität Bayreuth eine internationale



Spitzenposition ein; die Bayreuther Internationale Graduiertenschule für Afrikastudien (BIGSAS) ist Teil der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Die Hochdruck- und Hochtemperaturforschung innerhalb des Bayerischen Geoinstituts genießt ebenfalls ein weltweit hohes Renommee. Die Polymerforschung ist Spitzenreiter im Förderranking der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Die Universität Bayreuth verfügt über ein dichtes Netz strategisch ausgewählter, internationaler Hochschulpartnerschaften.

Derzeit sind an der Universität Bayreuth rund 11.000 Studierende in rund 100 verschiedenen Studiengängen an sechs Fakultäten immatrikuliert. Mit ca. 1.500 wissenschaftlichen Beschäftigten, davon 225 Professorinnen und Professoren, und ca. 1.000 nichtwissenschaftlichen Mitarbeitern ist die Universität Bayreuth der größte Arbeitgeber der Region.