



## Pressemitteilung

Ansprechpartner	Christian Wißler Stellv. Pressesprecher Wissenschaftskommunikation
Telefon	+49 (0)921 / 55-5356
E-Mail	christian.wissler@uni-bayreuth.de
Thema	<b>Forschung: Naturwissenschaften</b>

# Moleküle mit Schalter: Neue Werkzeuge für die superauflösende Mikroskopie

**Bayreuther Wissenschaftler berichten in ‚Scientific Reports‘ über das zielgerichtete Schalten einzelner photochromer Moleküle. Die neuen Erkenntnisse eröffnen der Forschung neue Möglichkeiten, um die Strukturen von komplexen Molekülen – beispielsweise auch von biologischen Systemen – aufzuklären.**

### Photochrome Moleküle im Fokus der Grundlagenforschung

Schon seit geraumer Zeit befasst sich die Grundlagenforschung mit photochromen Molekülen. Ähnlich wie der Schalter eines elektrischen Geräts in die „Ein“- oder in die „Aus“-Position versetzt werden kann, lässt sich ein photochromes Molekül so steuern, dass es zwischen zwei Zuständen hin- und herwechselt. Diese Steuerung geschieht durch Licht. Von der Wellenlänge des Lichts, das auf das Molekül trifft, hängt es ab, welche von zwei möglichen Strukturen das Molekül annimmt. Schon länger ist bekannt, wie sich dieser Wechsel zwischen zwei Zuständen sichtbar machen lässt – nämlich dadurch, dass das photochrome Molekül mit stark fluoreszierenden Molekülen gekoppelt wird. Nur wenn es sich in der „Ein“-Position befindet, leuchten seine Partnermoleküle, die sogenannten Fluorophore, kräftig auf.

Vor diesem Hintergrund sind photochrome Moleküle nicht zuletzt für die supraauflösende optische Mikroskopie von großem Interesse. Denn um Strukturen mit einem optischen Mikroskop sichtbar machen zu können, die kleiner als 200 Nanometer sind, benötigt die Forschung einzelne Moleküle, die in der Lage sind, zwischen einem sichtbaren „Ein“- und einem „Aus“-Zustand hin- und herzuwechseln. Diese Moleküle können dann wie Sonden in die zu untersuchenden Strukturen eingeführt werden, die es sichtbar zu machen gilt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Wechsel zwischen den beiden Zuständen nicht bloß zufällig eintritt, sondern im Labor gezielt hervorgerufen werden kann.

Photochrome Moleküle scheinen daher – zunächst einmal – ideale Werkzeuge zu sein, um Fortschritte in der supraauflösenden Mikroskopie voranzutreiben. Der lichtgesteuerte Wechsel zwischen zwei klar definierten, sichtbaren Zuständen ließe sich so auf der Ebene von Einzelmolekülen und damit im kleinstmöglichen Maßstab ausnutzen.

### Spontanes Blinken oder gezielte Steuerung durch Licht?

Allerdings gibt es ein grundsätzliches Problem, das dieser Anwendung im Weg steht. Die Fluorophore, die an ein photochromes Molekül gekoppelt sind und dessen Zustandswechsel anzeigen, haben die Eigenschaft, dass sie auch spontan aufleuchten – unabhängig davon, in welchem Zustand sich das photochrome Molekül befindet. Dieses Phänomen wird in der Forschung als ‚stochastisches Blinken‘ bezeichnet. Solange es aber völlig unsicher ist, ob das Aufleuchten der Fluorophore in dieser Weise zufällig geschieht oder durch eine Strukturänderung des photochromen Moleküls verursacht wird, kann man das „Ein“- und „Ausschalten“ dieses Moleküls nicht zielgerichtet hervorrufen. Man gewinnt dann für die supraauflösende optische Mikroskopie keinen Vorteil gegenüber den heute überwiegend verwendeten Farbstoffen.

An genau diesem Punkt ist die Forschergruppe um Prof. Dr. Jürgen Köhler und Prof. Dr. Mukundan Thelakkat an der Universität Bayreuth jetzt einen entscheidenden Schritt weitergekommen. Sie hat das stochastische Blinken der Fluorophore einerseits und ihr Aufleuchten im Falle einer Strukturänderung des photochromen Moleküls andererseits genauer untersucht. Dabei konnten die Wissenschaftler feststellen, dass das Aufleuchten durch eine Betätigung des ‚Schalters‘ – nämlich einen gezielten Lichtstrahl auf das photochrome Molekül – mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 70 und 90 Prozent ausgelöst wurde. In einigen speziellen Fällen lag diese Wahrscheinlichkeit sogar bei 95 Prozent.

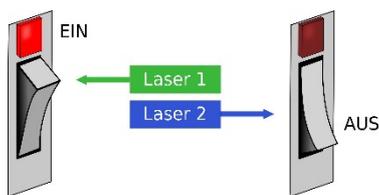
„Dieser Forschungserfolg war nur möglich, weil Experimentalphysiker und Polymerchemiker auf dem Bayreuther Campus eng zusammenarbeiten“, freut sich Prof. Köhler. „So konnten wir gemeinsam neue Molekülverbindungen in relativ kurzer Zeit entwerfen, synthetisieren und im Hinblick auf ihre photophysikalischen Eigenschaften testen.“



Johannes Maier M.Sc., hier in einem Laserlabor der Bayreuther Experimentalphysik, hat als Physik-Doktorand zu den neuen Forschungsergebnissen wesentlich beigetragen. Er ist Mitglied der Bayreuther Graduiertenschule für Mathematik und Naturwissenschaften (BayNAT).

Foto: Christian Wißler.

Die Bayreuther Forscher haben ihre jetzt in „Scientific Reports“ veröffentlichten Ergebnisse durch Untersuchungen an einer solchen neuen Molekülverbindung erzielt. Hierbei handelt es sich um eine Triade, ein Dreierbündnis von Molekülen. Im Zentrum befindet sich ein photochromes Molekül, genauer: ein Molekül aus der Gruppe der Dithienyl-Cyclopentene (DCP). Die chemische Bezeichnung lautet „1,2-bis(2-methyl-5-phenyl-3-thenyl)-perfluorocyclopenten“. An dieses Molekül sind, zwei Armen ähnlich, zwei stark fluoreszierende Moleküle aus der Gruppe der Perylenbisimide (PBI) angehängt.



Ein photochromes Molekül kann wie ein Lichtschalter durch einen Laserstrahl ein- oder ausgeschaltet werden. Von der Wellenlänge hängt es ab, welche von zwei möglichen Strukturen das Molekül annimmt.

Grafik: Johannes Maier M.Sc.

## Auf dem Weg zu neuen bildgebenden Systemen

Einzelne photochrome Moleküle können jetzt nicht nur mit Licht ein- und ausgeschaltet werden, sondern die dadurch erzielten sichtbaren Effekte lassen sich erstmals auch mit hoher Wahrscheinlichkeit als solche identifizieren. Dadurch eröffnen sich neue Anwendungsmöglichkeiten in der Forschung.

„Die neuen Triaden können beispielsweise wertvolle Unterstützung leisten, wenn es darum geht, die Strukturen von komplexen Molekülen – beispielsweise auch von biologischen Systemen – aufzuklären“, erläutert Prof. Köhler. „Die Vergabe des Chemie-Nobelpreises 2014 an Eric Betzig, William E. Moerner und Stefan Hell hat den internationalen Stellenwert dieses Forschungsgebiets, auf dem Physiker und Chemiker kooperieren, erneut deutlich gemacht“, so der Bayreuther Physiker.

## Veröffentlichung:

Johannes Maier, Martti Pärs, Tina Weller, Mukundan Thelakkat und Jürgen Köhler,  
Deliberate Switching of Single Photochromic Triads,  
in: Scientific Reports 7:41739, DOI: 10.1038/srep41739

## Kontakt:

Prof. Dr. Jürgen Köhler  
Experimentalphysik IV  
Universität Bayreuth  
D-95440 Bayreuth  
Telefon: +49 (0)921 / 55-4000 und 55-4001  
E-Mail: Juergen.Koehler@uni-bayreuth.de



**5.403 Zeichen, Abdruck honorarfrei, Beleg wird erbeten.**

**Text und Redaktion:**

Christian Wißler M.A. und Prof. Dr. Jürgen Köhler

Christian Wißler  
Stellv. Pressesprecher  
Wissenschaftskommunikation  
Stabsstelle Presse, Marketing und Kommunikation  
Universität Bayreuth  
Universitätsstraße 30 / ZUV  
95447 Bayreuth  
Telefon: +49 (0)921 / 55-5356  
E-Mail: christian.wissler@uni-bayreuth.de  
<http://www.uni-bayreuth.de>

**Bilder** zum Download unter:

<http://www.uni-bayreuth.de/de/universitaet/presse/pressemitteilungen/2017/011-molekuele-mit-schalter/index.html>



## 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. Die Universität Bayreuth liegt im weltweiten Times Higher Education (THE)-Ranking ,150 under 50' auf Platz 35 der 150 besten Universitäten, die jünger als 50 Jahre sind.

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 hat eine herausragende Position in der deutschen und internationalen Forschungslandschaft. Die Universität Bayreuth verfügt über ein dichtes Netz strategisch ausgewählter, internationaler Hochschulpartnerschaften.

Derzeit sind an der Universität Bayreuth rund 13.300 Studierende in 146 verschiedenen Studiengängen an sechs Fakultäten immatrikuliert. Mit ca. 1.200 wissenschaftlichen Beschäftigten, 232 Professorinnen und Professoren und etwa 900 nichtwissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die Universität Bayreuth der größte Arbeitgeber der Region.