

Chemie-Nobelpreis 2014 für Stefan Hell

Stefan W. Hell vom Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen hat den Nobelpreis für Chemie des Jahres 2014 erhalten. Er teilt sich den Preis mit Eric Betzig und William E. Moerner. Der Preis ist mit acht Millionen Schwedischen Kronen (rund 880.000 Euro) dotiert. Die Königlich-Schwedische Akademie der Wissenschaften würdigte damit die bahnbrechenden Arbeiten der Physiker auf dem Gebiet der ultrahochoflösenden Fluoreszenzmikroskopie. Hell gelang es, die bisherige Auflösungsgrenze optischer Mikroskope radikal zu unterlaufen – ein Durchbruch, der neue wegweisende Erkenntnisse in der biologischen und medizinischen Forschung ermöglicht.

Mit seiner Erfindung der „Stimulated Emission Depletion“-Mikroskopie, die er 1999 experimentell realisierte, hat Stefan Hell die Lichtmikroskopie revolutioniert. Herkömmliche Lichtmikroskope haben eine Auflösungsgrenze, die durch die Wellennatur des Lichts bedingt ist: Objekte, die weniger als 200 Nanometer (millionstel Millimeter) voneinander entfernt sind, können nicht mehr getrennt wahrgenommen werden. Diese von Ernst Abbe entdeckte Auflösungsgrenze galt mehr als ein Jahrhundert lang als praktisch unumstößlich. Auch die häufig in der Biologie und Medizin eingesetzte Fluoreszenzmikroskopie musste bisher vor dieser Grenze halt machen. Dabei werden Moleküle in der Zelle mit fluoreszierenden Farbstoffen markiert und mit Laserlicht einer bestimmten Wellenlänge gezielt zum Leuchten gebracht. Liegen die Moleküle enger beieinander als 200 Nanometer, verschwimmen sie allerdings auch hier zu einem verwaschenen Leuchtfleck. Für Biologen und Mediziner bedeutete dies eine massive Einschränkung, da weitaus kleinere Strukturen in lebenden Zellen für sie interessant sind.

Der 52-jährige Physiker Stefan Hell hat als Erster einen Weg gefunden, die Abbesche Auflösungsgrenze von Lichtmikroskopen mit einem völlig neuen Konzept zu unterlaufen. Bei der von ihm erfundenen und zur Anwendungsreife entwickelten STED-Mikroskopie ist die Auflösung nicht länger durch die Lichtwellenlänge begrenzt. Dadurch ist es erstmals möglich, Strukturen in einer Zelle mit einer heute bis zu zehnmal besseren Detailschärfe im Vergleich zu herkömmlichen Fluoreszenzmikroskopen zu beobachten.

Hell und sein Team wenden mit dem STED-Mikroskop einen Trick an, um dem Phänomen der Lichtbeugung ein Schnippen zu schlagen: Hierbei wird einem Strahl, der die Fluoreszenzmoleküle anregt, ein zweiter Lichtstrahl, der STED-Strahl, hinterhergeschickt. Dieser regt die Moleküle jedoch sofort ab und hält sie somit dunkel. Damit der STED-Strahl aber nicht alle Moleküle „abschaltet“, ist er wie ein kreisförmiger Ring geformt. Dadurch werden lediglich die Moleküle am Rand des Anregungs-Lichtflecks abgeschaltet, wohingegen Moleküle im Zentrum ungestört weiter leuchten können. Der STED-Strahl kann so eingestellt werden, dass die Ausdehnung des Bereichs, in dem die Moleküle fluoreszieren können, beliebig verringert werden kann. Mit einem gegenüber dem klassischen Fokus typischerweise um den Faktor zehn verengten fluoreszierenden Bereich wird die Probe abgerastert und somit ein Bild erstellt.

Doch nicht nur Momentaufnahmen sind mit dem neuen STED-Mikroskop möglich. Sogar Lebensvorgänge im Inneren lebender Zellen lassen sich damit „live“ mit Nanometer-Auflösung verfolgen. So gelang es dem Team um Hell, erstmals die Bewegungen von mit Neurotransmitter gefüllten Bläschen in einer Nervenzelle, sogenannte Vesikel, in Echtzeit zu „filmen“ – mit 33 Bildern pro Sekunde und einer Auflösung von rund 70 Nanometern.



FOTO: © NOBEL MEDIA AB, ALEXANDER MAHMOUD

Verleihung des Nobelpreises in Stockholm
Presentation of the Nobel Prize in Stockholm