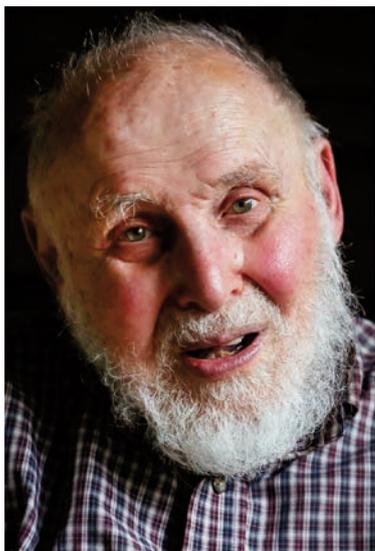
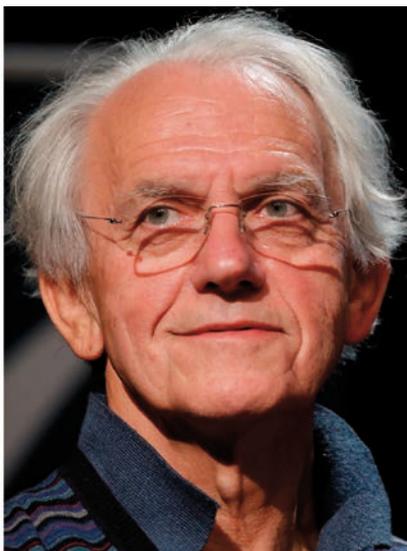


■ Von optischen Pinzetten und hochintensiven Laserpulsen

Der diesjährige Physik-Nobelpreis geht zur Hälfte an Arthur Ashkin und je einem Viertel an Gérard Mourou und Donna Strickland für bahnbrechende Erfindungen in der Laserphysik.



Arthur Ashkin (links) wurde 1922 in New York geboren und studierte am Columbia College. 1952 wurde er an der Cornell University promoviert, von 1952 bis zu seinem Ruhestand 1992 war er an den Bell Laboratories tätig. Seitdem arbeitet er in seinem eigenen Labor weiter. Gérard Mourou (Mitte) wurde 1944 in Albertville geboren. Er studierte Physik



in Grenoble und Paris, wo er 1973 promoviert wurde. Später war er an der San Diego State University in Kalifornien und an der New Yorker University of Rochester tätig. Ab 1988 war er Professor an der University of Michigan. Er ist unter anderem Direktor an der École Polytechnique in Lausanne, Schweiz. Donna Strickland, geboren 1959 in Guelph (Ontario), stu-



dierte Physikingenieurwesen an der McMaster University und promovierte 1989 an der University of Rochester bei Mourou. Später forschte sie für den National Research Council in Kanada, am Lawrence Livermore National Laboratory sowie an der Princeton University. Seit 2002 ist sie Professorin an der University of Waterloo.

picture alliance / Reuters

Der diesjährige Physik-Nobelpreis wird einmal mehr ganz im Sinne des Stifters Alfred Nobel vergeben, nämlich für Erfindungen zum größten Nutzen der Menschheit. Denn in diesem Jahr zeichnet der Physik-Nobelpreis Entwicklungen auf dem Gebiet der Laserphysik aus, die beispielsweise die Laserchirurgie ermöglicht haben, von der jedes Jahr Millionen von Menschen profitieren. Eine Hälfte des Preises geht an Arthur Ashkin für die Entwicklung der optischen Pinzette. Die andere Hälfte teilen sich Gérard Mourou und Donna Strickland für die Entwicklung einer Methode, um hochintensive, ultrakurze Laserpulse zu erzeugen.

Die Physik bricht in diesem Jahr einen Altersrekord: Mit 96 Jahren ist Arthur Ashkin der bislang älteste Preisträger, der verlauten ließ, dass er für Interviews nicht zur Verfügung stehe, weil er mit einer aktuellen Veröffentlichung beschäftigt sei. Bemerkenswert ist zudem, dass Donna Strickland in der über hundertjährigen Geschichte des

Nobelpreises nach Marie Curie (1903) und Maria Goeppert-Mayer (1963) erst die dritte Frau ist, die in der Physik ausgezeichnet wird.

Die Arbeiten, die in diesem Jahr gewürdigt werden, lassen extrem kleine Objekte und ultraschnelle Prozesse in neuem Licht erscheinen – und haben in Physik, Chemie, Biologie und Medizin neuartige Präzisionsinstrumente für die Grundlagenforschung, aber auch zahlreiche praktische Anwendungen erlaubt. Direkt nach der Erfindung des Lasers im Jahr 1960 begann Arthur Ashkin an den Bell Laboratories, mit dem Laser zu experimentieren. Schnell erkannte er, dass der Laser sich hervorragend dazu eignet, um kleine Objekte festzuhalten und zu bewegen – ähnlich wie der Traktorstrahl in der Serie „Star Trek“, aber in deutlich kleineren Dimensionen. Im Jahr 1970 gelang es ihm, transparente Kugeln zu bewegen, die stets in die Mitte des Laserstrahls gezogen werden. Um die Teilchen in Richtung des Lasers halten zu können, nutzte

Ashkin eine starke Linse, die das Laserlicht fokussiert. Die Teilchen werden dann in den Punkt mit der höchsten Lichtintensität gezogen – dies war die Geburtsstunde der optischen Pinzette.

Nach einigen Jahren intensiver Forschung war es mit der optischen Pinzette möglich, einzelne Atome zu fangen – der Durchbruch erfolgte 1986 in Kombination mit einer Methode, um die Atome abzubremsen und ihre Wärmebewegung zu reduzieren. Währenddessen entdeckte Arthur Ashkin ein neues Anwendungsgebiet für seine Methode, nämlich biologische Systeme, also Bakterien, Viren oder auch lebende Zellen. Die optische Pinzette erlaubt es beispielsweise, die mechanischen Eigenschaften molekularer Motoren zu untersuchen. In den letzten Jahren haben zahlreiche Forscherinnen und Forscher die Methode weiterentwickelt, um kleine Objekte zu beobachten, umzudrehen oder zu schneiden, ohne sie dabei zu berühren. Eine der neuesten Entwicklungen ist

die optische Holographie, in der tausende Pinzetten gleichzeitig arbeiten, um beispielsweise kranke Blutzellen von gesunden zu trennen – was etwa für den Kampf gegen Malaria nützlich sein könnte.

Die zweite Hälfte des Nobelpreises würdigt die Erzeugung hochintensiver, ultrakurzer Laserpulse – eine Arbeit, welche die damalige Doktorandin Donna Strickland mit ihrem Doktorvater Gérard Mourou im Jahr 1985 veröffentlichte. Es war Stricklands erstes wissenschaftliches Paper. Schon seit Erfindung des Lasers hatten Forscherinnen und Forscher versucht, Pulse mit immer höheren Intensitäten zu erzeugen. Als die höhere Intensität aber zur Zerstörung des Verstärkermaterials führte, erfanden Strickland und Mourou die so genannte Chirped Pulse

Amplification (CPA): Dabei werden kurze Laserpulse zeitlich gestreckt (also in der Intensität verringert), verstärkt und wieder komprimiert – die Intensität pro Laserpuls erhöht sich dadurch dramatisch. Diese Methode ist heute Standard für alle Hochintensitätslaser.

Hochintensive, ultrakurze Laserpulse haben zahlreiche Anwendungen: Sie erlauben es, ultrakurze Prozesse abzubilden, die Eigenschaften von Materie zu verändern oder Löcher in verschiedene Materialien zu bohren – auch in lebendes Gewebe. So lassen sich damit unter anderem chirurgische Stents erzeugen, um Blutgefäße zu weiten. Aber längst sind nicht alle Anwendungsgebiete erschlossen. Ein noch recht junges Forschungsgebiet ist die Attosekundenphysik, in der Attosekunden-Laserpulse Elektro-

nen bei der chemischen Bindung beobachten oder gar beeinflussen können. Schnellere Elektronik, effizientere Solarzellen, leistungsstärkere Beschleuniger oder gar Designer-Pharmazeutika sind weitere mögliche Anwendungen.

Gérard Mourou ist einer der Initiatoren der Extreme Light Infrastructure (ELI), in deren Rahmen in Tschechien, Ungarn und Rumänien derzeit drei Forschungsinstitute entstehen, um Laserleistungen von 10 Petawatt zu erzeugen und zu nutzen. Weitere, noch leistungsstärkere Anlagen sind in China, Japan, den USA und Russland geplant.

Verliehen wird der Physik-Nobelpreis traditionell am 10. Dezember, dem Todestag von Alfred Nobel.

Maika Pfalz

■ Exzellenz im Cluster

In der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder sind die Entscheidungen über die Exzellenzcluster gefallen. Insgesamt 57 Projekte erhalten ab Januar 2019 eine Förderung.

Lange dürften die Forscherinnen und Forscher in Deutschland diesem Tag entgegen gefiebert haben: Am 27. September wurden am Ende eines zweistufigen, wissenschaftsgeleiteten Auswahlverfahrens aus 88 Projektskizzen diejenigen Exzellenzcluster bekannt gegeben, die ab dem 1. Januar 2019 eine Förderung erhalten werden. Insgesamt 57 Cluster an 34 Universitäten können im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder demnächst ihre Arbeit aufnehmen und sich über eine Förderung von drei bis zehn Millionen Euro pro Jahr über einen Zeitraum von zunächst sieben Jahren freuen. Finanziert werden Personal-, Sach- und Investitionskosten. Universitäten mit Exzellenzclustern können zudem jährlich bis zu einer Million Euro als Strategiezuschlag beantragen. Insgesamt stehen für diese Förderlinie jährlich rund 385 Millionen Euro zur Verfügung.

Die Exzellenzinitiative hat über mittlerweile 12 Jahre Exzellenzcluster, Zukunftskonzepte und Gra-

duiertenschulen mit insgesamt 4,6 Milliarden Euro gefördert. Ab dem kommenden Jahr geht das Programm unter neuem Namen und mit einer weiteren Verände-

rung in die nächste Runde: Die Exzellenzstrategie zielt weiterhin darauf ab, Spitzenforschung an Universitäten in Deutschland zu fördern, allerdings nur noch in den

Bewilligte Exzellenzcluster mit Schwerpunkt in Physik oder Physikbezug

Antragstellende Hochschulen	Titel des Exzellenzclusters
TU Dresden	Physik des Lebens
U Freiburg	Lebende, adaptive und energieautonome Materialsysteme (livMatS)
U Göttingen	Multiscale Bioimaging: Von molekularen Maschinen zu Netzwerken erregbarer Zellen
U Hamburg	Neue Einblicke in die Materie
U Hamburg	Das Quantisierte Universum
U Hannover	PhoenixD – Simulation, Fabrikation und Anwendung optischer Systeme
U Heidelberg	STRUKTUREN: Emergenz in Natur, Mathematik und komplexen Daten
U Mainz	Präzisionsphysik, Fundamentale Wechselwirkungen und Struktur der Materie (PRISMA+)
U Bochum, U Dortmund	RESOLV (Ruhr Explores Solvation)
TU Braunschweig, U Hannover	Licht und Materie an der Quantengrenze (QuantumFrontiers)
TU Dresden, U Würzburg	Komplexität und Topologie in Quantenmaterialien
U Heidelberg, KIT	3D Designer Materialien
LMU München, TU München	e-conversion
LMU München, TU München	ORIGINS: Vom Ursprung des Universums bis zu den ersten Bausteinen des Lebens
LMU München, TU München	Münchner Zentrum für Quanten-Wissenschaften und -Technologie
RWTH Aachen, U Bonn, U Köln	Materie und Licht für Quanteninformation
MHH, U Hannover, U Oldenburg	Hören für alle