

PHYSIKKonkret

Licht bewegt – Nobelpreiskomitee würdigt Entwicklung optischer Pinzetten

- **Fokussiertes Licht kann mikroskopische Objekt festhalten oder bewegen**
- **Licht wird so zum Werkzeug – nicht nur in der Physik, sondern auch in der Biomedizin**
- **Diese Errungenschaft erhielt 2018 den Nobelpreis für Physik**

Licht ist viel mehr als nur Beleuchtung. Es ist ebenso ein vielseitiges Werkzeug in der Materialbearbeitung, ein sicherer Informationsträger für schnellste Datenübertragung, ein grüner Energielieferant und ein medizinisches Gerät. Diese Eigenschaften machen Licht zu einem der am schnellsten expandierenden Innovationstreiber industrieller Anwendungen.

An der Schnittstelle zwischen Grundlagenkenntnis und Anwendungen liefert Licht immer wieder neue Impulse. So gelang Arthur Ashkin 1970 der bahnbrechende Erfolg, mikroskopische Partikel in einem fokussierten Laserstrahl festzuhalten. Der Clou: seine Technik kann sogar auf lebende biologische Zellen angewandt werden, ohne sie zu beschädigen. Sie ist heute unter dem Namen Optische Pinzette bekannt und wurde 2018 mit dem Nobelpreis für Physik geehrt.

Doch wie ist es möglich, mit einem Laserstrahl Objekte zu greifen? Dank Isaac Newton wissen wir, dass Bewegungsänderungen mit einem Impulsübertrag einhergehen (actio = reactio). Betrachtet man Licht als Teilchenstrom sogenannter Photonen, kann auch Licht solche Impulse übertragen: wie Billardkugeln stoßen die

Photonen gegen mikroskopische Partikel und schieben sie an. Dieser Effekt wird als Streukraft bezeichnet. Zum Festhalten wird allerdings noch eine entgegengesetzte „Zugkraft“ benötigt.

Um diese zu verstehen, stellen wir uns ein Partikel oder eine Zelle als einen Wassertropfen vor. Das intensive Licht eines Lasers wird darin nicht nur reflektiert, sondern ebenso gebrochen. Es ändert seine Richtung, was ebenfalls zu einem Impulsübertrag auf die Partikel führt. Dieser ist stets zum Punkt der höchsten Lichtstärke gerichtet. Bei stark fokussiertem Licht resultiert daraus die notwendige „Zugkraft“, die auch Gradientenkraft genannt wird.

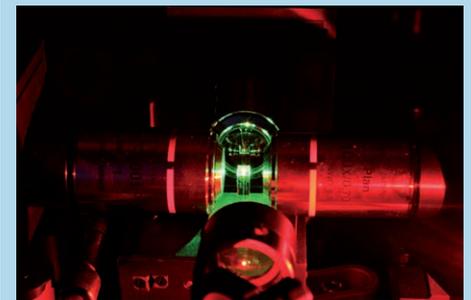
Arthur Ashkin brauchte neben der Streu- und Gradientenkraft zum Ausbalancieren noch die Gravitation. Damit konnte er zeigen, dass sich Objekte von wenigen Mikrometern Größe berührungslos greifen und bewegen lassen – wie mit einer Pinzette. Heute werden optische Pinzetten durch stark fokussierende Mikroskop-Objektive erzeugt, die bis in den Nanometerbereich arbeiten. Kombiniert mit holographischen Systemen kann eine optische Pinzette sogar eine Vielzahl von Teilchen halten und unabhängig bewegen, was gerade für Anwendungen in der Biologie oder Medizin äußerst wichtig ist. Heute sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler damit in der Lage, Kräfte von Zellen in lebenden Organismen zu messen, um neue Erkenntnisse zur Erforschung von Krankheiten wie Krebs oder Gefäßerkrankungen zu gewinnen. Auch die Stärke der Kontraktion einer einzelnen Muskelzelle kann präzise gemessen werden.

Arthur Ashkins Erfindung ist zudem Weg-



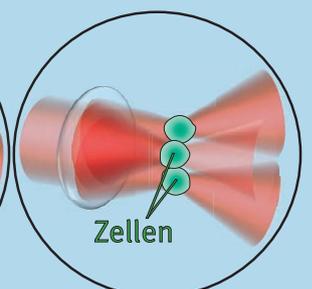
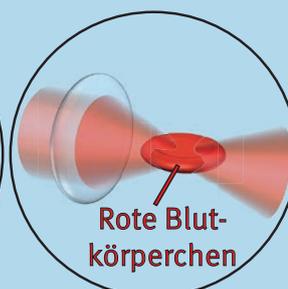
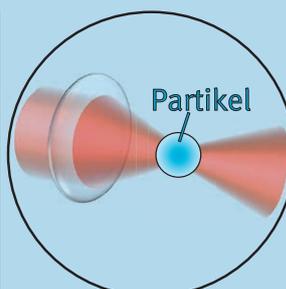
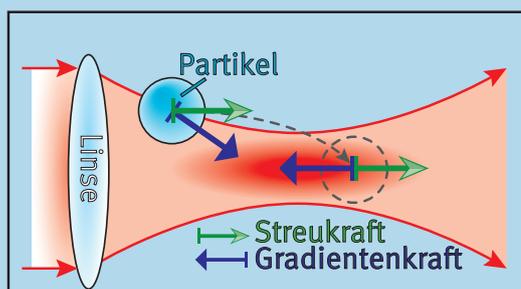
„Licht ist zu einem vielseitigen Werkzeug geworden. Es verspricht revolutionäre Entwicklungen nicht nur in der Informations- oder Computerindustrie, sondern ebenso in der Medizin oder Biologie“

Dieter Meschede, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft



Um Partikel präzise zu fangen, nutzte Arthur Ashkin zwei gegenläufige Laserstrahlen respektive die Schwerkraft. Solche gegenläufigen optischen Pinzetten bilden heute „optische Strecker“, mit denen sich die Elastizität von Zellen untersuchen lassen. (Foto: AG Denz)

bereiter von optischen Fallen für Atome. Eine Weiterentwicklung davon ist das sogenannte „Förderband aus Licht“, das einzelne Atome mit Hilfe von Laserstrahlen sortieren kann. Diese Technologie könnte Basis eines Rechenwerks für Quantencomputer werden, bei denen Atome künftig als Informationsträger genutzt werden.



Optische Pinzetten sind vielseitig einsetzbar. Mit ihnen lassen sich Objekte zwischen 0,2 und 10 Mikrometer kontaktfrei greifen und bewegen. Dazu balancieren Physikerinnen und Physiker geschickt die Streu- und Gradientenkraft eines starken Laserstrahls aus. (Grafik: AG Denz)

Deutsche **Physikalische** Gesellschaft

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit mehr als 60.000 Mitgliedern auch die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Sie versteht sich als Forum und Sprachrohr der Physik und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Die DPG unterstützt den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Tagungen und Publikationen. Sie engagiert sich in der gesellschaftspolitischen Diskussion zu Themen wie Nachwuchsförderung, Chancengleichheit, Klimaschutz, Energieversorgung und Rüstungskontrolle. Sie fördert den Physikunterricht und möchte darüber hinaus allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen.

In der DPG sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Studierende, Lehrerinnen und Lehrer, in der Industrie tätige oder einfach nur an Physik interessierte Personen ebenso vertreten wie Patentanwälte oder Wissenschaftsjournalisten. Gegenwärtig hat die DPG neun Nobelpreisträger in ihren Reihen. Weltberühmte Mitglieder hatte die DPG immer schon. So waren Albert Einstein, Hermann von Helmholtz und Max Planck einst Präsidenten der DPG.

Die DPG finanziert sich im Wesentlichen aus Mitgliedsbeiträgen. Ihre Aktivitäten werden außerdem von Bundes- und Landesseite sowie von gemeinnützigen Organisationen gefördert. Besonders eng kooperiert die DPG mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Die DPG-Geschäftsstelle hat ihren Sitz im Physikzentrum Bad Honnef in unmittelbarer Nähe zur Universitäts- und Bundesstadt Bonn. Das Physikzentrum ist nicht nur ein Begegnungs- und Diskussionsforum von herausragender Bedeutung für die Physik in Deutschland, sondern auch Markenzeichen der Physik auf internationalem Niveau. Hier treffen sich Studierende und Spitzenwissenschaftler bis hin zum Nobelpreisträger zum wissenschaftlichen Gedankenaustausch. Auch Lehrerinnen und Lehrer reisen immer wieder gerne nach Bad Honnef, um sich in den Seminaren der DPG fachlich und didaktisch fortzubilden.

In der Bundeshauptstadt Berlin ist die DPG ebenfalls präsent. Denn seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält sie dort das Magnus-Haus. Dieses 1760 vollendete Stadtpalais, das den Namen des Naturforschers Gustav Magnus trägt, ist eng mit der Geschichte der DPG verbunden: Aus einem Gelehrntreffen, das hier regelmäßig stattfand, ging im Jahre 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, später die DPG hervor. Heute finden hier Kolloquien und Vorträge zu physikalischen und gesellschaftspolitischen Themen statt. Gleichzeitig befindet sich im Magnus-Haus Berlin auch das historische Archiv der DPG.

Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.

Geschäftsstelle Tel.: 02224 / 92 32 - 0
Hauptstraße 5 Fax: 02224 / 92 32 - 50
53604 Bad Honnef E-Mail: dpg@dpg-physik.de

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft
dankt den Autoren Ramon Runde und Cornelia Denz
von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

