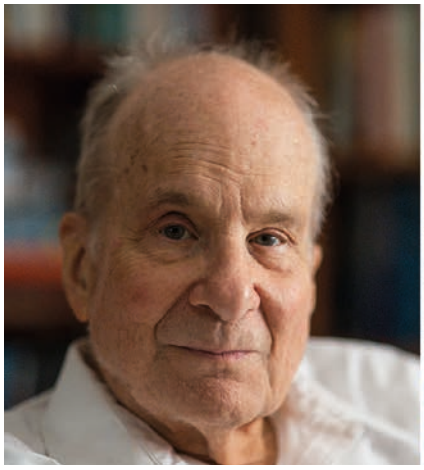
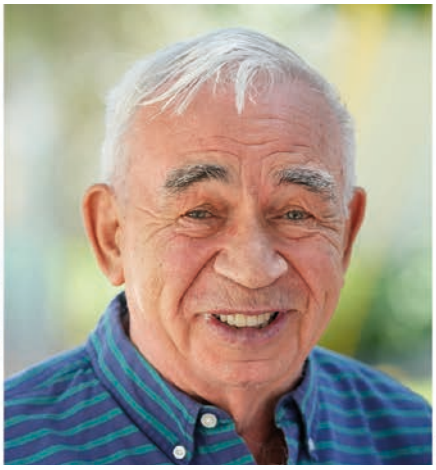
Auf den Punkt gebracht

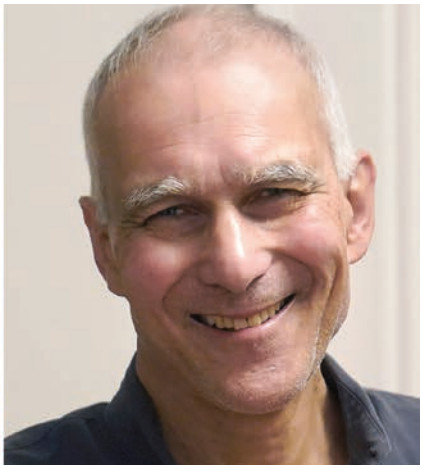
Louis E. Brus, Alexei I. Jekimow und Moungi G. Bawendi teilen sich den Chemie-Nobelpreis für die Entdeckung und Synthese von Quantenpunkten.



Louis E. Brus, geboren 1943 in Cleveland, Ohio, hat chemische Physik an der Rice University in Houston, Texas, studiert und an der Columbia University promoviert. Dort ist er seit 1996 als Professor tätig.



Alexei I. Jekimow, geboren 1945, hat am Physikalisch Technischen Institut Joffe in Leningrad in Physik promoviert. Seit 1999 arbeitet er für das US-Unternehmen Nanocrystals Technology.



Moungi G. Bawendi, geboren 1961 in Paris, hat in Harvard studiert und in Chicago in physikalischer Chemie promoviert. Seit 1990 lehrt und forscht er am Massachusetts Institute of Technology (MIT).

AP Photo

In der Chemie gilt eigentlich, dass die Anzahl der Elektronen für die Eigenschaften eines Elements verantwortlich ist – allerdings nur für makroskopische Festkörper. Schrumpft die Materie zu immer kleineren Dimensionen, treten ab der Nanometerskala Quantenphänomene in den Vordergrund, die sich mit der Größe der Partikel verändern. Den Nobelpreis für Chemie 2023 erhalten Moungi G. Bawendi, Louis E. Brus und Alexei I. Jekimow. Ihnen ist es gelungen, Quantenpunkte zu erzeugen, die zum Beispiel abhängig von ihrer Größe eine andere Farbe haben.

Bereits 1937 hat der britische Physiker Herbert Fröhlich vorhergesagt, dass sich Nanopartikel nicht wie gewöhnliche Materie verhalten. Als Konsequenz der Schrödinger-Gleichung bleibt Elektronen in diesen Materiestückchen nur wenig Platz, sodass größenabhängige Quanteneffekte auftreten sollten. Erst in den 1970er-Jahren gelang es, nanometerdünne Schichten auf einen Festkörper aufzubringen. Diese veränderten abhängig von der Schichtdicke ihre optischen Eigenschaften. Der Durchbruch gelang mit einem Umweg über gefärbte Gläser.

Alexei Jekimow nutzte das Wissen, dass manche Substanzen ein Glas dazu bringen, unterschiedliche Farben anzunehmen. Ende der 1970er-Jahre war bekannt, dass dies mit der Größe der Partikel zusammenhängt, welche die Substanzen im Glas abhängig vom Fertigungsprozess bilden. Jekimow experimentierte mit Kupferchlorid und erzeugte Partikel mit Durchmessern von zwei bis 30 Nanometern. Diese beeinflussten die Absorptionseigenschaften des Glases: Je kleiner die Partikel waren, desto kürzere Wellenlängen absorbierten sie. Seine Ergebnisse publizierte er 1981 in einem sowjetischen Fachjournal; der Artikel lag später als Übersetzung beim American Institute of Physics vor.

Louis Brus entwickelte eine Methode, mit der er 1983 erstmals größenabhängige Quanteneffekte bei Nanopartikeln in Lösungen beobachtete. Er nutzte Cadmiumsulfid und erzeugte Teilchendurchmesser zwischen 4,5 und 12,5 Nanometern. Auch in diesem Fall absorbierten die kleineren Teilchen kürzere Wellenlängen. Allerdings gelang es Brus nicht, die Größe einzelner Partikel durch den Herstellungsprozess zu kontrollieren: In der Lösung lag immer eine Mischung vor, die sich nur schwer sortieren ließ.

Es dauerte weitere zehn Jahre, bis Moungi Bawendi die Produktion revolutionierte und nahezu sortenreine Nanopartikel in der Lösung erstellte. Dazu injizierte er gerade so viel Material, dass eine gesättigte Lösung vorlag. Die dynamische Variation der Temperatur sorgte dann dafür, dass die Nanokristalle bis zu einer bestimmten Größe wuchsen.

Dieser vergleichsweise einfach zu kontrollierende Prozess machte die Quantenpunkte für viele Forschende zugänglich und führte zu zahlreichen Anwendungen. Heute finden sie sich in Computermonitoren genauso wie in Fernsehbildschirmen mit QLED-Technologie. Außerdem eignen sich Quantenpunkte, um biologische Gewebe zu untersuchen und zu markieren. In Zukunft könnten sie für flexible Elektronik, dünnere Solarzellen oder auch bei verschlüsselter Quantenkommunikation eine Rolle spielen.

Kerstin Sonnabend

© 2023 Wiley-VCH GmbH