

Nobelpreise 1996

Nobelpreis für Chemie 1996 für die Entdeckung der Fullerene

Die Königliche Schwedische Akademie der Wissenschaften hat beschlossen, den Nobelpreis 1996 für Chemie gemeinsam den Professoren Robert F. Curl (Rice-Universität, Houston, USA), Sir Harold W. Kroto (Sussex-Universität, UK) und Richard E. Smalley (Rice-Universität, Houston, USA) für die Entdeckung der Fullerene im Jahr 1985 zu vergeben. Im folgenden bringen wir eine Übersetzung der Pressemitteilung der Nobelstiftung.

Bälle aus Kohlenstoffatomen

Eine neue Form des Elements Kohlenstoff, die Fullerene, eine Anordnung der Atome in Kugelschalen, wurde 1985 von R.F. Curl, H.W. Kroto und R.E. Smalley entdeckt. Die Anzahl der Kohlenstoffatome in der Schale kann variieren, und daher sind zahlreiche neue Formen von Kohlenstoff entdeckt worden. Zuvor kannte man 6 Kristallstrukturen des Elements Kohlenstoff: je 2 Arten von Graphit und Diamant, seit 1968 Chaoit, seit 1972 Kohlenstoff-VI.

Fullerene entstehen, wenn verdampfter Kohlenstoff in einer Edelgasatmosphäre kondensiert. Die Verdampfung erreicht man, indem man einen starken Laserpuls auf eine Kohlenstoffoberfläche fallen läßt. In einem Heliumgasstrom bilden die freigesetzten C-Atome Cluster von Atomen. Das Gas wird in einer Vakuumkammer expandiert und auf wenige Kelvin abgekühlt. Die Kohlenstoffcluster werden massenspektrometrisch analysiert.

Curl, Kroto und Smalley führten dieses Experiment zusammen mit ihren Dissertanten J. Heath und S. O'Brien im Jahr 1985 innerhalb von 11 Tagen durch. Durch Feinabstimmung der experimentellen Größen konnten sie Cluster mit 60 bzw. 70 Atomen herstellen. C_{60} war das häufigste. C_{60} erwies sich als sehr stabil, was eine Molekularstruktur mit großer Symmetrie nahelegte. Man vermutete, daß C_{60} ein gekappter ikosaedrischer "Käfig" sein könnte, ein Polyeder aus 20 Sechsecken und 12 Fünfecken, exakt wie ein europäischer Fußball und ähnlich der geodätischen Kuppel, die der Architekt Buckminster Fuller für die Weltausstellung 1967 in Montreal entwarf. Die Entdecker nannten die neue Form daher Buckminsterfulleren.

Im englischsprachigen Original können die Artikel und zusätzliche Hintergrundinformation einerseits am Server des Vereins unter <http://doppler.thp.univie.ac.at/~vfpc/aktuell/> oder direkt am Server der Nobelstiftung unter <http://www.nobel.se/announcement-96/> gelesen werden. Eine reine Textversion kann per e-Mail von vfpc@doppler.thp.univie.ac.at angefordert werden.

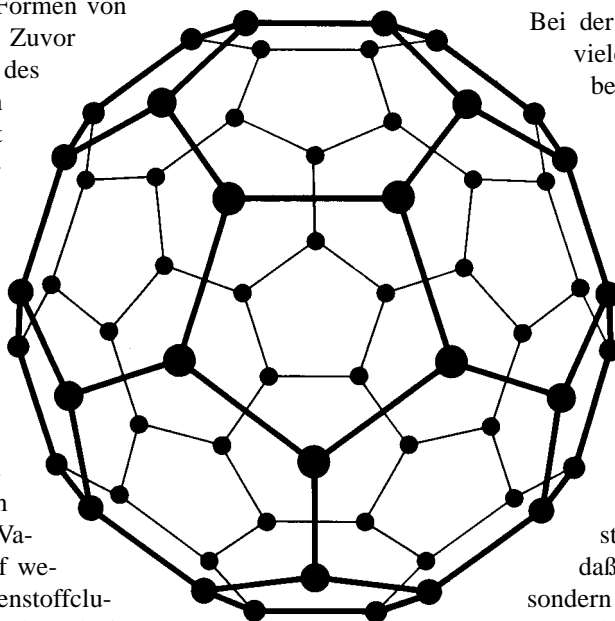
Niemand hatte erwartet, daß Kohlenstoff in einer so symmetrischen Form auftreten könnte. In weiteren Untersuchungen konnten die Entdecker die vorgeschlagene Struktur erhärten. Sie konnten auch C-Cluster nachweisen, in denen ein oder mehrere Metallatome eingeschlossen waren.

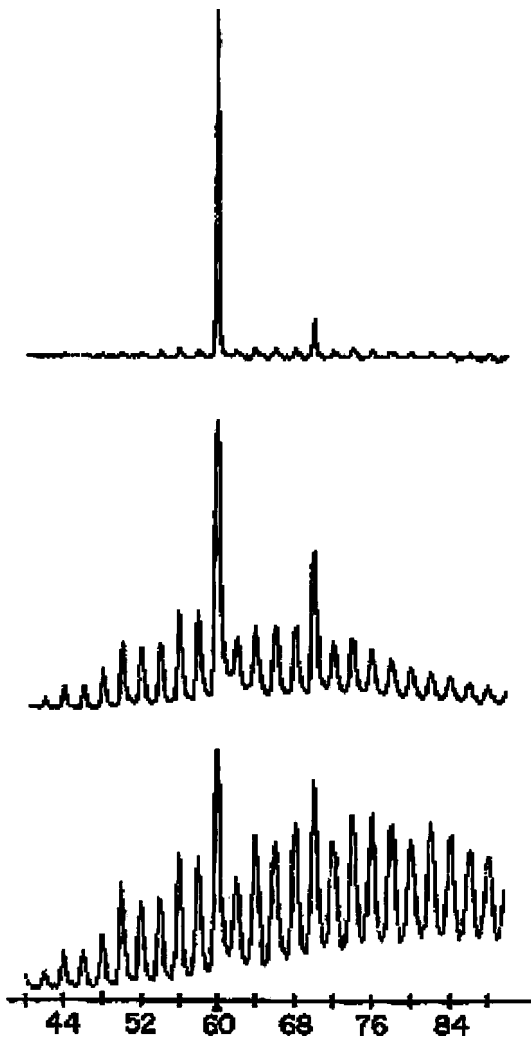
1990 konnten die Physiker W. Krätschmer und D.R. Huffman erstmalig wägbare Mengen von C_{60} herstellen, indem sie einen Lichtbogen zwischen Kohlenstoffelektroden in einer Heliumatmosphäre brennen ließen und das dabei gebildete C-Kondensat mit einem organischen Lösungsmittel extrahierten. Sie erhielten ein Gemisch aus C_{60} und C_{70} , deren Struktur sie wie von Curl et al. vermutet bestimmen konnten. Damit war der Weg frei zur Untersuchung der chemischen Eigenschaften der Fullerene. Ein völlig neuer Zweig der Chemie entstand mit Auswirkungen auf so verschiedene Gebiete wie Astrochemie, Supraleitung und Materialwissenschaften.

Der Hintergrund der Entdeckung

Bei der Entdeckung der Fullerene spielten viele sehr unterschiedliche Forschungsbereiche zusammen. H. Kroto befaßte sich damals mit Mikrowellenspektroskopie, die dank der Radioastronomie für die Analyse von Gasen im Weltall, besonders in Sternatmosphären und im interstellaren Raum, eingesetzt werden kann. Kroto interessierte sich besonders für kohlenstoffreiche Riesensterne. Er hatte Spektrallinien in ihren Atmosphären gefunden, die er langen Kettenmolekülen aus C und N zuschrieb. Solche Moleküle findet man auch in interstellaren Gaswolken. Kroto dachte, daß diese Moleküle nicht in den Wolken, sondern in den Sternatmosphären entstanden wären, und wollte daher ihre Bildung näher untersuchen. Dazu wandte er sich an R. Smalley, einem Experten für Clusterchemie, einem Teilgebiet der physikalischen Chemie. Ein Cluster ist ein Aggregat aus Atomen oder Molekülen, irgendwo im Grenzgebiet zwischen Molekülen und makroskopischen Objekten. In einer selbst gebauten Anlage konnte er jedes beliebige Material verdampfen und die Größenverteilung und Struktur der Cluster studieren. Sein besonderes Interesse galt Metallen, die in Halbleitern eingeschlossen sind. Diese Untersuchungen führte er mit R. Curl durch, einem Experten für Mikrowellen- und Infrarotspektroskopie.

Von Robert Curl erfuhr Kroto, daß Smalley's Instrument durch die Verdampfung und Bildung von Kohlenstoffclustern den Nachweis liefern könnte, daß sich lange kettenförmige Kohlenstoffverbindungen in den heißen Teilen von Sternatmosphären bilden könnten. Curl vermittelte die Zusammenarbeit und am 1. September 1985 traf Kroto in Smalley's Labor ein, worauf die Arbeit begann. Die ursprüngliche Idee von Kohlen-





Mittels Massenspektroskopie fand man, daß die Verteilung der Größe der Kohlenstoff-Cluster drastisch von Grad des chemischen "Kochens" in der Einlaßdüse der Vakuumkammer beeinflusst wird. Cluster mit 60 und 70 Kohlenstoffatomen konnten erzeugt werden. (*Acc. Chem. Res.*, Vol. 25, No. 3, 1992)

stoffketten mußte zugunsten von Kohlenstoffbällen aufgegeben werden. Bereits am 12.9. wurden die Ergebnisse zusammengefaßt und an Nature zur Veröffentlichung eingesandt, wo sie am 14. November 1985 erschienen.

Biographisches

Robert F. Curl Jr., geboren 1933 in Alice, Texas, promovierte 1957 an der Universität Berkeley, arbeitet seit 1958 an der Rice-Universität in Houston, TX, wo er seit 1967 Professor für Chemie ist.

Sir Harold W. Kroto, geboren 1939 in Wisbech, England, promovierte 1964 an der Universität Sheffield. Seit 1967 arbeitet er an der Universität von Sussex, wo er 1985 Professor für Chemie wurde.

Richard E. Smalley, geboren 1943 in Akron, Ohio, USA, promovierte 1973 an der Princeton-Universität und ist seit 1981 Professor für Chemie (seit 1990 auch für Physik) an der Rice-Universität.

Literatur: Spektrum der Wissenschaft, ????