



Fulleren-Forscher Fostiropoulos, Krätschmer: „Die Industrie wird mit dem Zeug Milliarden verdienen“

Patentstreit

STÖRENFRIEDE IM STAUB

Von den käfigartigen Kohlenstoff-Kugeln, Fullereene genannt, versprechen sich die Wissenschaftler eine „völlig neue Chemie“ – die Zahl möglicher Anwendungen ist Legion. Vor drei Jahren wurden die Fullereene in einem deutschen Labor erstmals gezielt gezüchtet. Nun streiten die Erfinder um die Rechte an dem Patent.

Keine drei Jahre ist es her, da arbeiteten die beiden am Heidelberger Max-Planck-Institut für Kernphysik noch einträchtig zusammen: der abgeklärte Forscher und sein pfiffiger Doktorand.

Jetzt feilschen und fetzen sie gegeneinander, „notfalls vor Gericht“. Es geht um Ruhm und um viel Geld:

- ▷ Konstantinos Fostiropoulos, 33, frisch promovierter Physiker, hat eine „Stinkwut im Bauch“; er sieht sich um „die Früchte meiner Arbeit betrogen“ und ist „finster entschlossen, für mein Recht an dem verdammten Patent zu kämpfen“.
- ▷ Wolfgang Krätschmer, 50, Astrophysiker, unter dessen Aufsicht Fostiropoulos seine Doktorarbeit schrieb, klagt, daß ihm „unsere böse Fehde ganz schön an die Nieren geht“, und erklärt: „Kampflos gebe ich das Patent nicht her.“

Das bizarre Objekt, um das es in dem Patentstreit der Forscher geht, sieht wie

ein millionenfach verkleinerter Fußball aus: ein künstlich im Labor geschaffenes, hohlkugelförmiges Molekül, zusammengesetzt aus 60 einzelnen Kohlenstoff-Atomen.

Schon Mitte der achtziger Jahre hatten Wissenschaftler in den USA die Existenz dieser – neben Diamant und Graphit – dritten Form reinen Kohlenstoffs bewiesen und deren kuriose äußere Gestalt vorhergesagt; was fehlte, war ein handfestes Verfahren, mit dem man die „Fullereene“ in ausreichender Menge gewinnen konnte*.

Im Herbst 1990 hatten Krätschmer und Fostiropoulos dann überraschend einen Durchbruch gemeldet. Zusammen mit dem US-Physiker Donald Huffman und dessen Assistenten Lowell Lamb präsentierten sie in dem britischen Wissenschaftsmagazin *Nature* das

lang ersehnte Molekül-Rezept – für die Fachwelt damals eine Sensation: Schon mit den simplen Mitteln eines Schullabors können die Kugeln aus Kohlenstoff hergestellt werden.

Wie Fostiropoulos erst später erfuhr, hatten Krätschmer und sein langjähriger Freund Huffman bereits einige Wochen vor der *Nature*-Veröffentlichung in den USA unter ihrem Namen ein Patent auf das bahnbrechende Herstellungsverfahren angemeldet.

Fostiropoulos wirft den beiden Wissenschaftlern nun geistigen Diebstahl vor: „Zu 90 Prozent basiert das Patent auf meiner Doktorarbeit.“

Krätschmer wiederum klagt seinen ehemaligen Doktoranden an: Fostiropoulos „trampelt auf dem geistigen Eigentum anderer herum“, der naßforschende Nachwuchsphysiker habe keineswegs die „zündende Idee“ für das Verfahren gehabt, „und nur die zählt für die Erteilung des Patents“. Der Streit zwischen den beiden Physikern ist kein akademi-

* Benannt nach dem mit freitragenden Kuppelkonstruktionen („Fuller-Domen“) bekanntgewordenen amerikanischen Architekten Richard Fuller.

scher, der sich um irgendeine Allertssubstanz rankt. Seit die deutsch-amerikanische Forschergruppe vor drei Jahren hinausposaunt hat, auf wie einfache Weise sich die neuartigen Riesemoleküle im Labor züchten lassen, ist die weltweite Chemiker-Gemeinde völlig aus dem Häuschen.

Mehr als 1300 Arbeiten sind inzwischen über die wundersamen Fullerene erschienen, durchschnittlich alle acht Stunden kommt eine weitere Veröffentlichung hinzu; das US-Wissenschaftsblatt *Science* kürte den Stoff 1991 zum „Molekül des Jahres“.

An dem Wettlauf um Anwendungen in Mikroelektronik, Kunststoffproduktion und Medizin beteiligen sich längst Weltkonzerne wie Exxon, der Chemiegigant DuPont und IBM in den Vereinigten Staaten oder die japanischen Elektroriesen NEC und Mitsubishi. „Sie werden mit dem Zeug Milliarden verdienen“, hat Krättschmer dem Hoechst-Mitarbeiter Hans-Ulrich ter Meer prophezeit (siehe Kasten).

Als Raketentreibsatz für Wolfgang Krättschmers Ruhm und Ehre haben sich die Kohlenstoff-Bälle schon erwiesen. Der Heidelberger Physiker, der seit dem *Nature*-Artikel von allen Seiten als Fulleren-Entdecker gefeiert wird, heimste bereits die bedeutenden deutschen Forschungspreise ein – zuletzt, Anfang des Jahres, den mit bis zu drei Millionen Mark dotierten Leibniz-Preis (das Geld muß für Forschung ausgegeben werden). Auch für den Chemie-Nobelpreis soll der Wissenschaftler vorgeschlagen worden sein – Voraussetzung dafür wäre allerdings, daß zuvor der Urheberstreit geschlichtet wird.

Doch der ist noch verwickelter als gedacht: In Wahrheit haben weder Fostiropoulos noch Krättschmer den entscheidenden Dreh gefunden. Vielmehr hat eine Kette eher skurriler Zufälle zur Gewinnung der vielleicht wichtigsten Substanz der neunziger Jahre geführt. Maßgeblichen Anteil daran hatte der ungehemmte Spieltrieb eines bisher in dem Streit nicht genannten Praktikanten namens Bernd Wagner.

Die Geschichte der Fullerene beginnt 1982, als der Physiker Donald Huffman für ein Jahr als Gastwissenschaftler nach Heidelberg kommt. Gemeinsam mit Krättschmer will der Amerikaner der Zusammensetzung des sogenannten interstellaren Staubs auf die Spur kommen, von dem nach Ansicht der Astronomen riesige Mengen den Kosmos durchwehen und der mutmaßlich zu großen Teilen aus Kohlenstoff besteht.

Die Forscher postieren Graphitstäbe in eine luftleer gepumpte Kammer, in die sie das Edelgas Helium einströmen las-

Neue Dimension

Zukunftsaussichten der Fullerene

Viele Fachleute, wie etwa der Chemie-Nobelpreisträger Donald Cram, gehen davon aus, daß aus den fußballförmigen Molekülen eine „völlig neue Chemie entstehen“ könnte. Sie erwarten von den Fullerenen eine chemische Revolution – ähnlich wie im letzten Jahrhundert, als die ringförmige Kohlenstoffverbindung Benzol zum Ausgangsstoff für Farben, Arzneimittel und Kunststoffe wurde.

Während der Benzolring aber nur ein flaches, scheibenförmiges Molekül ist, füllen die hohlen Kohlenstoffkugeln den ganzen Raum aus; die Chemiker stoßen so in eine völlig neue Dimension vor.

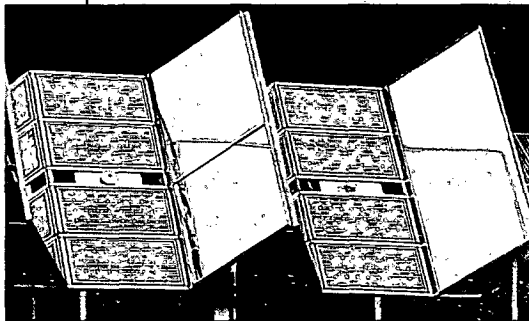
Entsprechend unübersichtlich ist selbst für Experten inzwischen das Feld möglicher Anwendungen der Moleküle. So gelten Fullerene unter anderem als ideales Schmiermittel für Präzisionsmaschinen; aber auch als Halb- und Supraleiter in der Mikroelektronik sind sie rekordverdächtig.

Weil die fußballförmigen Moleküle sogar mit mehr als 27 000 km/h gegen eine Metallwand geschossen

werden können und unbeschadet wie Pingpongbälle zurückprallen, sind sie auch für Anwendungen unter hohem Druck im Gespräch, etwa als eine Art molekulares Kugellager oder als ein Super-Raketentreibstoff. Zudem sollen sich aus den Hohlkugeln Transportbehälter für Arzneistoffe, federleichte Batterien und neuartige Kunststoffe fertigen lassen.

Aufgrund ihrer besonderen optischen Eigenschaften eignen sich die Riesenmoleküle offenbar hervorragend für den Bau farbiger Flachbildschirme. Auch als Schalter zukünftiger optischer Computer und als Grundstoff für leistungsstarke Solarzellen der übernächsten Generation könnten sie Anwendung finden.

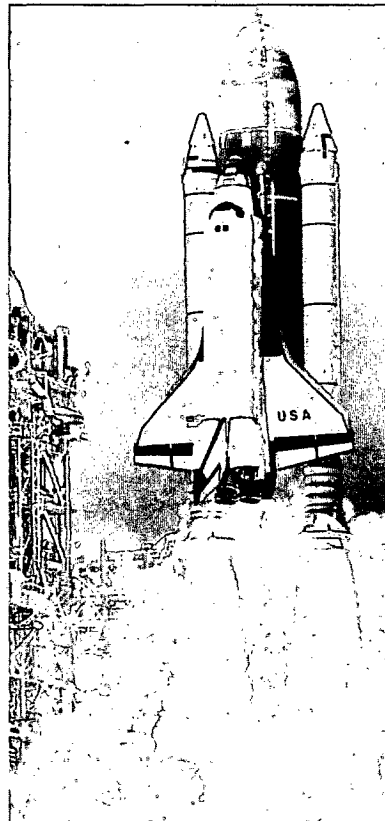
Von der neuesten Masche berichteten kürzlich japanische Forscher: Sie füllten zylindrisch geformte Fullere mit Blei – und gewannen so die dünnsten jemals von Menschenhand geschaffenen Drähte: Ihr Durchmesser beträgt nur wenige Atome.



Solarzellen



Chipherstellung



Raketentechnik

Mögliche Einsatzgebiete für Fullerene: Revolution der Fußbälle

sen. Dann schicken sie einen starken Strom durch die Stäbe: Der Graphit verdampft und wabert, in Gestalt winziger Rußpartikelchen, durch das Kühlgas Helium – „wie aufsteigender Zigarettenqualm“, erinnert sich Krätschmer. In dem Reaktionsgefäß kommt es zu heftigen Zusammenstößen mit den Gasteilchen – die atomare Suppe kühlt schnell ab und regnet als schwarze Schicht in der Kammer nieder.

Immer wieder führen Krätschmer und Huffman dieses Experiment durch, wobei sie jeweils die Randbedingungen wie Druck oder die Mischung des Kühlgases geringfügig ändern. Anschließend vergleichen sie die Absorptionslinien der erzeugten Rußschicht mit denen des Weltraum-Staubs.

Eines Tages stoßen sie bei der Auswertung ihrer Rußproben auf merkwürdige Linien, „die da gar nicht hingehörten“, so Krätschmer; die weiteren Proben erweisen sich jedoch als sauber, die

dem Jahre 1982 zu wiederholen, aber er habe es einfach „nicht geschafft, das Zeug herzustellen“. Zu allem Ärger sei ihm, so Huffman, jetzt „auch noch das Geld ausgegangen“.

Krätschmer ist die ganze Angelegenheit eher lästig. Der Heidelberger Physiker glaubt selbst nicht daran, daß sich in seinem primitiven Glaskolben die heißbegehrten Fußballmoleküle materialisiert hätten; er tippt eher auf eine „Verunreinigung durch Pumpenöl“. Doch auch im Laufe des Jahres 1988 wird er immer wieder von Huffman „seelisch massiert“.

Eine Chance, dem Drängen seines US-Kollegen nachzugeben, wittert Krätschmer, als sich der Physikstudent Bernd Wagner, damals 22, für ein Praktikum am Max-Planck-Institut bewirbt. Wagner möchte im September „für ein paar Wochen reinschnuppern“. Krätschmer setzt den Praktikanten kurzerhand an den angestaubten Kohlever-

Huffman per Fax über die „good news“ informiert hat, seinem Doktoranden Konstatinos Fostiropoulos den Auftrag, im Rahmen seiner Promotion das Phänomen eingehend zu ergründen.

Ein ganzes Jahr lang – „bis zum Umfallen“ – wiederholt und verfeinert Fostiropoulos das erfolgreiche Wagner-Experiment. Im Frühjahr 1990 gelingt es ihm, dem Tip eines Chemikers folgend, die Fullerene in Kristallform aus dem Staubgemisch herauszulösen. „Von da an kümmerte sich Krätschmer geradezu rührend um mich, fuhr mich nachts nach Hause“, behauptet Fostiropoulos.

Krätschmer wird zunehmend nervös, weil sein naiver Doktorand jedem am Institut, der es hören will, freimütig Einzelheiten über die Fullerene erzählt. Fostiropoulos, schreibt Krätschmer im Juni 1990 besorgt an Huffman, „läßt hier die Glocken läuten“.

Doch kein Forscherkollege nimmt das Geplapper von Fostiropoulos ernst. Im

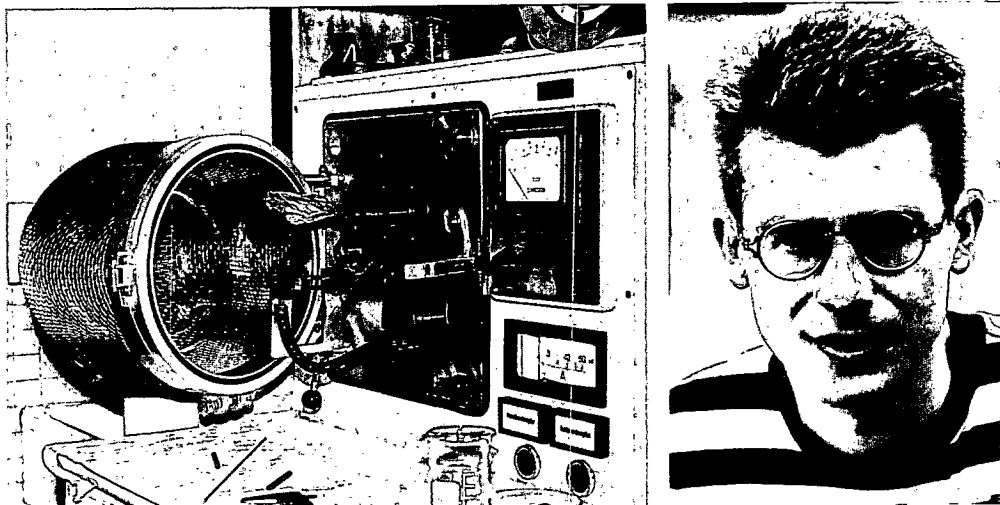
Sommer 1990 vermag niemand mehr Huffman und Krätschmer das Fulleren-Rezept streitig zu machen. Huffman, der mit seinem Assistenten Lamb die Heidelberger Entdeckung im eigenen Labor noch einmal überprüft hat, kann in aller Ruhe der *Nature*-Artikel schreiben – und sich um die Patentierung des Verfahrens kümmern.

Reichtümer hat ihr gemeinsames Patent bislang weder Huffman noch Krätschmer beschert. Frühestens Ende des Jahres fällt die Vorentscheidung, ob das Patent in den USA überhaupt erteilt wird. Keinerlei Lizenzgebühren zahlt bis dahin etwa die Hoechst AG, die monatlich

rund hundert Gramm der Fußballmoleküle produziert (Preis pro Gramm: bis zu 2000 Mark).

Fostiropoulos will dennoch in jedem Fall mit auf das Patent, „weil alle Welt nur von dem Huffman-Krätschmer-Lichtbogen-Verfahren spricht“. Sein Anwalt Ulrich Naumann hat vor, in dieser Woche die Schiedsstelle des Deutschen Patentamts in München anzurufen. Naumann: „Eine Promotion ist eine eigenständige wissenschaftliche Arbeit; mein Mandant gehört zumindest als Mit-Erfinder mit ins Boot.“

Heinrich Kuhn, Jurist der Max-Planck-Gesellschaft, des Arbeitgebers von Wolfgang Krätschmer, beurteilt die Aussichten anders. „Die erfinderische Leistung von Fostiropoulos kann ich nicht erkennen, als Doktorand hat er unter Anleitung gehandelt“, sagt Kuhn: „Das mag für Herrn Fostiropoulos eine bittere Auskunft sein, aber ich bin nicht für Nettigkeiten zuständig.“ □



Kohleverdampfer, Physiker Wagner: „Ich wußte überhaupt nicht, was ich tat“

Forscher kümmern sich nicht weiter um das Rätsel. Krätschmer: „Wären wir geniale Hunde, hätten wir schon damals die Fullerene als die Störenfriede im Staub erkannt.“

Erst fünf Jahre später vermutet Huffman, inzwischen an die University of Arizona in Tucson zurückgekehrt, einen Zusammenhang mit jenen Riesenmolekülen aus Kohlenstoff, von denen in der Fachpresse nun häufiger die Rede ist.

Ende September 1987 schreibt „Onkel Donald“, wie Krätschmer ihn nennt, an einen Patentanwalt, er habe „vielleicht die erste Methode entdeckt“, mit der man die neuartigen Fullerene im industriellen Maßstab herstellen könne. Der Anwalt fragt zurück, ob eine „Probe des Materials verfügbar“ sei.

Damit kann Donald Huffman nicht dienen. Ratlos notiert er Mitte November in einem Brief an Krätschmer, er habe mit seinem eigenen Reaktionsgefäß mehrmals versucht, den Versuch aus-

dampfer. „Ich sollte einfach mal an dem Gerät herumspielen“, so Wagner. Zunächst muß er die „alte Käseglocke“ aber notdürftig flicken, „mit einer Feder aus meinem Kugelschreiber“.

Wahllos betätigt Wagner sodann alle möglichen Hebel, dreht die Ventile weit auf – laut Lehrbuch macht er so ziemlich alles falsch: „Ich wußte überhaupt nicht, was ich eigentlich tat.“ Zufällig stellt der Student in dem Reaktionsgefäß einen wahnwitzig hohen Druck von 100 Torr ein – für die Herstellung von künstlichem Weltraumstaub, der im Vakuum wabert, wird üblicherweise höchstens ein Druck von 20 Torr gewählt.

Da auf einmal tauchen im schmierig-schwarzen Ruß wieder jene merkwürdigen Absorptionslinien auf – jetzt scheint schlagartig klar, weshalb Huffman die Fullerene nicht herbeizaubern konnte: Erst bei dem relativ höheren Druck entstehen Riesenmoleküle aus Kohlenstoff. Anfang 1989 erteilt Krätschmer, der