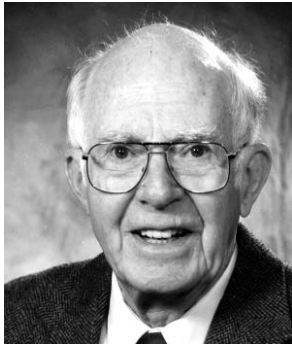


NOBELPREISE

Physik: Neutrino- und Röntgenastronomie

Der Physik-Nobelpreis des Jahres 2002 wird verliehen für „bahnbrechende Arbeiten in der Astrophysik“. Die eine Hälfte geht an Raymond Davis Jr und Masatoshi Koshiba „insbesondere für den Nachweis kosmischer Neutrinos“, die andere Hälfte an Riccardo Giacconi „für die Entdeckung von kosmischen Röntgenquellen“, so die Begründung der Königlich Schwedischen Akademie.



Der US-Amerikaner Raymond Davis Jr, geb. 1914, arbeitete über 30 Jahre am Brookhaven National Laboratory (oben). Fast seine gesamte wissenschaftliche Karriere verbrachte der 1926 geborene Japaner Masatoshi Koshiba an der Universität Tokio (rechts). Riccardo Giacconi, 1931 in Italien geborener US-Bürger, arbeitete u. a. bei der ASE Corporation und war Generaldirektor des ESO.



Der 87-jährige US-Amerikaner Davis hat in den sechziger Jahren den ersten Detektor gebaut, mit dem sich Neutrinos von der Sonne nachweisen ließen. Damit lieferte er den Nachweis, dass die Sonne ihre Energie – wie in den 30er Jahren von Bethe berechnet – aus Fusionsreaktionen bezieht. Wenige Jahre, nachdem Cowan und Reines 1956 erstmals überhaupt Neutrinos beobachtet hatten, begann Davis mit Chlor-Detektoren zu experimentieren, die auf der Reaktion $\nu_e + {}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + e^-$ beruhen. In der Homestake-Goldmine in Süd-Dakota, 1500 m unter der Erde, errichtete er einen Tank mit über 600 Tonnen Perchloroethylen (C_2Cl_4). Die enorme Herausforderung, der sich der Pionier Davis mit unglaublicher Beharrlichkeit und gegen viele skeptische Stimmen stellte, bestand darin,

alle zwei Monate aus den rund 10^{30} Chlor-Atomen einige wenige Ar-Atome zu extrahieren. In der fast 25-jährigen Laufzeit des Experiments, das erst 1994 zu Ende ging, wurden rund 800 Ar-Atome nachgewiesen, die auf Sonnenneutrinos zurückzuführen sind. Schon früh stellte sich heraus, dass nur rund ein Drittel der vorhergesagten Neutrinos detektiert wurden – dieses Defizit hat die Teilchenphysiker über viele Jahre beschäftigt und wurde erst in den letzten Jahren durch den Nachweis von sog. Neutrinooszillationen in moderneren Detektoren überzeugend aufgeklärt.

Als der 76-jährige Japaner Koshiba in den 80er Jahren den Kamiokande-Detektor entwarf, galt sein Interesse nicht den Sonnenneutrinos, sondern dem Protonenzerfall $p \rightarrow \pi^0 + e^+$, den einige große vereinheitlichte Theorien postulierten. Demnach sollte das Proton eine mit 10^{32} Jahren zwar unvorstellbar lange, aber doch endliche Lebensdauer haben. In einem ebenfalls in einer Mine aufgebauten Tank, der über 2000 Tonnen Wasser fasste, wollte Koshiba mit rund 1000 Photomultiplier-Röhren das Tscherenkow-Licht detektieren, das die geladenen Zerfallsprodukte der Protonen emittieren würden. Vom Sonnenneutrino-Defizit inspiriert und herausgefordert, steigerte Koshiba die Empfindlichkeit des Detektors, um auch das Tscherenkow-Licht nachzuweisen, das aufgrund der elastischen Streuung von Neutrinos an Elektronen entsteht. Der 1986 fertiggestellte Detektor Kamiokande-II ermöglichte es im Gegensatz zu Davis' Experiment, Sonnenneutrinos in Echtzeit und richtungsabhängig nachzuweisen. Ein Jahr später ereignete sich mit der Supernova-Explosion SN1987a in der Großen Magellanschen Wolke ein ausgesprochen glücklicher Fall für die Astrophysik. Am 10. März 1987 detektierte Kamiokande-II zwölf Neutrinos, die SN1987A zuzuordnen waren – von insgesamt ca. 10^{16} Neutrinos, die den Detektor durchquerten – und bestätigte damit die Theorie der Supernovae. Darüber hinaus lieferte in den vergangenen Jahren der weiterentwickelte Superkamiokande-Detektor gemeinsam mit anderen Experimenten den Nachweis, dass Neutrinooszillationen tatsächlich existieren, d. h.,

dass sich in der Sonne erzeugte Elektron-Neutrinos auf ihrem Weg zur Erde in andere Neutrinoarten umwandeln.

Während die flüchtigen Neutrinos unablässig die Erde durchqueren, besteht das Problem der Röntgenastronomie darin, dass Röntgenstrahlung aus dem All von der Erdatmosphäre absorbiert wird und sich daher nur von Raketen oder Satelliten aus nachweisen lässt. Gemeinsam mit den inzwischen verstorbenen Physikern Herbert Friedman und Bruno Rossi begründete der in Italien geborene 71-jährige US-Amerikaner Giacconi das Gebiet der Röntgenastronomie, die zusätzlich dadurch erschwert wird, dass es für Röntgenstrahlung keine „gewöhnlichen“ Optiken gibt. Giacconi und Rossi diskutierten 1960 die Möglichkeit, ein Röntgenteleskop mit einer Röntgenoptik zu bauen, die auf Totalreflexion bei streifendem Einfall beruht. Parallel dazu entdeckte Giacconis Gruppe 1962 mit Scorpius X-1 die erste Röntgenquelle außerhalb des Sonnensystems, allerdings noch ohne sie einem bekannten Objekt am Himmel zuordnen zu können. In den folgenden Jahren kamen weitere rund fünfzig Quellen dazu, die von Raketen oder Ballons aus entdeckt wurden. Mit dem von Giacconi 1963 vorgeschlagenen und 1970 gestarteten Satelliten UHURU begann dann die Ära der Röntgensatelliten, zu der neben UHURU das Einstein- und das Chandra-Observatorium und die europäischen ROSAT- und XMM-Missionen gehören. Seither wurde eine Vielzahl an röntgenaktiven Quellen im Universum entdeckt, zum Beispiel Doppelsternsysteme wie die bereits von UHURU entdeckte Quelle Centaurus X-1, die aus einem schnell rotierenden Neutronenstern und einem Riesenstern besteht, oder Kandidaten für Schwarze Löcher.

STEFAN JORDA

Chemie: Strukturanalyse von Proteinen

Der Chemie-Nobelpreis 2002 wird vergeben für „die Entwicklung von Methoden zur Identifikation und Strukturanalyse von biologischen Makromolekülen“. Die eine Hälfte teilen sich John B. Fenn und Koichi Tanaka „für ihre Entwicklung von weichen Desorptions- und Ionisati-

onsmethoden zur massenspektrometrischen Analyse von biologischen Makromolekülen“, die andere Hälfte geht an Kurt Wüthrich „für seine Entwicklung der kernmagnetischen Resonanzspektroskopie zur Bestimmung der dreidimensionalen Struktur von biologischen Makromolekülen in Lösung“.

Der 75-jährige Amerikaner Fenn zeigte Ende der 80er Jahre, wie man mit der *electrospray ionisation*-Methode von Proteinelösungen Tröpfchen von Proteinlösungen produzieren kann, aus denen freischwebende Proteinionen entstehen, die sich dann massenspektrometrisch untersuchen lassen. Mit der *soft laser desorption* erfand der 43-jährige Japaner Tanaka eine alternative Methode zur Erzeugung von Proteinionen, die darauf beruht, mit einem Laser einzelne Ionen von einer festen Probe „abzusprengen“.



Der frischgebackene schweizer Chemie-Nobelpreisträger Kurt Wüthrich, geb. 1938, ist Professor für Biophysik an der ETH Zürich.

Rund 20 % aller heute bekannten Proteinstrukturen wurden mithilfe der kernmagnetischen Resonanzspektroskopie (NMR) aufgeklärt. Ermöglicht wurde dies durch die Arbeiten des 64-jährigen Schweizer Kurt Wüthrich, der in den 80er Jahren gezeigt hat, wie sich aus dem komplexen NMR-Signal eines Makromoleküls dessen Struktur ableiten lässt. Er erfand hierzu die Methode des *sequential assignment*, mit der sich systematisch die vielen Linien eines komplexen NMR-Spektrums einzelnen Wasserstoffatomen in einem Makromolekül zuordnen lassen.

Die von den Preisträgern entwickelten Methoden hätten die Entwicklung neuer Heilmittel revolutioniert, schreibt die Königlich Schwedische Akademie in ihrer Begründung, und würden darüber hinaus beispielsweise auch in der Lebensmittelkontrolle oder Früherkennung von Brust- oder Prostatakrebs vielversprechend eingesetzt werden. (SJ)

FÄLSCHUNGSAFFÄRE

Zu schön, um wahr zu sein

Der 32-jährige Physiker Jan Hendrik Schön, gerade noch „Shooting Star“ der Festkörperphysik, hat in den vergangenen Jahren systematisch Daten erfunden und gefälscht. „Zwingende Belege“ dafür hat die von den Bell Labs eingesetzte Kommission in ihrem Ende September veröffentlichten Abschlussbericht festgehalten.^{*)} Schön habe dies ohne das Wissen seiner Koautoren getan, die vom Verdacht des wissenschaftlichen Fehlverhaltens freigesprochen wurden. Die Bell Labs, aus deren Reihen bislang sechs Physik-Nobelpreisträger hervorgegangen sind und bei denen Schön seit verganginem Jahr fest angestellt war, reagierten sofort: Einen Tag nach der Veröffentlichung des Berichts war Schön gefeuert.

Über drei Jahre währte der Höhenflug des Deutschen, der gemeinsam mit wenigen Koautoren in einem atemberaubenden Rhythmus spektakuläre experimentelle Ergebnisse in den angesehensten Fachzeitschriften wie *Nature*, *Science* oder *Applied Physics Letters* veröffentlichte: Quanten-Hall-Effekt und Supraleitung in Moleküllkristallen, organische Laser und Transistoren, Supraleitung jenseits von 100 K in Fullerenen ... – vor allem die Methode des feldinduzierten Dotierens in Proben höchster Qualität schien es zu ermöglichen, die verschiedensten Festkörpereffekte in den unterschiedlichsten Materialien nachzuweisen.

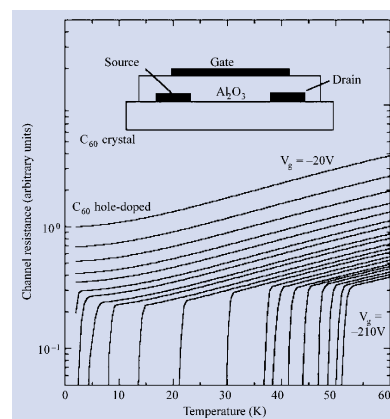
Im Laufe des vergangenen Jahres hatten sich die Hinweise verdichtet, dass möglicherweise nicht alles mit rechten Dingen zugegangen war: Wiederholungsversuche in anderen Labors misslangen, die Papers wurden kritischer unter die Lupe genommen, bei den Abbildungen tauchten Ungereimtheiten auf. Daraufhin setzten die Bell Labs eine fünfköpfige Untersuchungskommission ein, die Hinweisen auf mögliches wissenschaftliches Fehlverhalten bei 24 der über 100 Papers, die Schön in den vergangenen drei Jahren publiziert hat, nachging.

In dem 127-seitigen Bericht weist die Kommission Schön im Detail wissenschaftliches Fehlverhalten bei 16 Publikationen nach: Er hat demnach ganze Abbildungen mehrfach in verschiedenen Zusammenhängen

verwendet, Kurven für verschiedene Parameter generiert, indem er sie einfach mit einem konstanten Wert skaliert hat, oder Messpunkte gleich durch analytisch berechnete Kurven ersetzt. „Ich dachte, dass eine glatte Kurve viel besser aussahen würde ... manchmal gibt es weniger Zweifel, wenn die Kurven nicht so verrauscht sind“, gab Schön als Erklärung zu Protokoll.

Erschwert wurde die Arbeit der Kommission dadurch, dass praktisch keine Originaldaten mehr vorhanden waren. Schön hatte sie gelöscht mit der Begründung, sein Computer habe nicht über ausreichend Speicherplatz verfügt. Dies zeige seine „sorglose Missachtung der Unverletzlichkeit von Daten im Wertesystem der Wissenschaft“, so die Kommission. Ein systematisch geführtes Laborbuch fehlt ebenfalls, und die Proben wurden bei den Experimenten zerstört oder weggeworfen. Daher lässt sich derzeit auch nicht ausschließen, dass Schön – wie er bis heute behauptet – all die veröffentlichten Phänomene tatsächlich beobachtet hat.

Zeugen gibt es dafür jedenfalls keine: „Bei keinem der signifikantesten physikalischen Ergebnisse war ein Koautor oder ein anderer Kollege zugegen“ heißt es lapidar in dem



Bericht. Ausgehend von Proben, die meist von einem Koautor – insbesondere Christian Kloc – hergestellt wurden, hat Schön selbst die *devices* angefertigt, mit denen er allein die Experimente ausgeführt hat, aus deren angeblichen Ergebnissen er allein die Abbildungen generiert hat.

Hätten die Koautoren nicht früher Verdacht schöpfen müssen, lange bevor Kollegen oder Gutachter von Zeitschriften dazu in der Lage gewesen wären? Ins Schussfeld ist insbesondere Schöns wissenschaftli-



Jan Hendrik Schön bei der Verleihung des Otto-Klung-Weberbank-Preises 2001. Des Betrugs überführt, wurde ihm inzwischen der Preis aberkannt.

Supraleitung in C₆₀-Kristallen? Jan Hendrik Schön hat zugegeben, die vermeintlichen Messkurven des Widerstands im normalleitenden Zustand durch analytische Funktionen ersetzt zu haben. Wer mag da noch glauben, dass er den Übergang in den supraleitenden Zustand wirklich beobachtet hat, wie er behauptet? [aus *Nature* 408, 549 (2000)].

^{*)} http://www.lucent.com/news_events/researchreview.html, vgl. auch *Physik Journal*, Juli/August 2002, S. 6.