

NOBELPREISE

Physik: Supraleiter und Supraflüssigkeiten

Der Physik-Nobelpreis für das Jahr 2003 wird verliehen „für bahnbrechende Arbeiten in der Theorie über Supraleiter und Supraflüssigkeiten“ und geht zu gleichen Teilen an Alexei Abrikosov, Vitaly Ginzburg und Anthony Leggett.

Damit wird ein Forschungsfeld gewürdigt, das mit einer ganzen Reihe von Nobelpreisen gespickt ist. Die Königlich Schwedische Akademie hebt in ihrer Würdigung die enorme Bedeutung von supra-



Vitaly Ginzburg (87) ist ehemaliger Leiter der Theoriegruppe am Moskauer Lebedev-Physik-Institut. Alexei Abrikosov (75) forscht seit 1991 am amerikanischen Argonne National Laboratory. Anthony Leggett (65) ist Professor an der Universität von Illinois in Urbana-Champaign (v.l.).

leitenden Magneten für medizinische Anwendungen, etwa bei der Kernspintomographie, oder für Teilchenbeschleuniger hervor.

Die von Vitaly Ginzburg, geb. 1916, und Lew Landau (Nobelpreis 1962) in den 50er-Jahren formulierte phänomenologische Theorie beschreibt die Supraleitung und die kritischen Magnetfeldstärken in den sog. Typ-I-Supraleitern. Ginzburg und Landau führten einen Ordnungsparameter ein, mit dem sie den Phasenübergang von der Normal- zur Supraleitung charakterisieren konnten.

Alexei Abrikosov, Jahrgang 1928, wählte die Ginzburg-Landau-Theorie als Ausgangspunkt, um auch die Typ-II-Supraleitung zu beschreiben.¹⁾ Während Typ-I-Supraleiter ein Magnetfeld aus ihrem Inneren herausdrängen, können Magnetfeldlinien einen Typ-II-Supraleiter auch in seinem supraleitenden Zustand durchdringen. Abrikosov gelang es zu zeigen, wie sich mit dem von Ginzburg und Landau eingeführten Ordnungsparameter Flussröhren (Vortizes) beschreiben lassen. In Form dieser Vortizes durchdringt das äußere magnetische Feld den Supraleiter. Damit konnte Abriko-

sov auch detailliert vorhersagen, wie die Zahl der Vortizes mit der Größe des Magnetfeldes wächst und wie ihr Überlappen zum Zusammenbruch der Supraleitung führt.

Ende der 30er-Jahre entdeckte Pjotr Kapitsa (Nobelpreis 1978), dass flüssiges Helium-4 bei 2 K superfluide wird, d. h. jede Viskosität verliert. Dass auch das seltenere Helium-Isotop ³He bei einer Temperatur von 2,6 mK suprafluide wird, wurde dagegen erst Anfang der 70er-Jahre entdeckt. Dem Amerikaner Anthony Leggett²⁾ gelang es, die im Vergleich zu ⁴He wesentlich komplexeren Eigenschaften des suprafluiden ³He zu erklären. ³He-Atome sind keine Bosonen wie ⁴He, sondern Fermionen und können daher nur als Cooper-Paare, die innere Freiheitsgrade besitzen, in den suprafluiden Zustand kondensieren. Superfluides ³He besitzt drei Phasen, je nach Temperatur, Druck und Stärke des Magnetfeldes. Die Arbeit von Leggett war entscheidend, um diese Phasen zu verstehen. Dabei hat seine Entdeckung, dass mehrere gebrochene Symmetrien simultan auftreten können, auch Bedeutung für komplexe Phasenübergänge in anderen Gebieten, etwa bei Flüssigkristallen, in der Teilchenphysik oder der Kosmologie.

Medizin: Abbildung mit Magnetresonanz

Der Nobelpreis für Medizin oder Physiologie 2003 wird vergeben für „Entdeckungen in Bezug auf die Abbildung mit Magnetresonanz“. Den Preis teilen sich der Chemiker Paul Lauterbur (74) und der Physi-

ker Peter Mansfield (70), deren bahnbrechende Forschungsergebnisse zu Anfang der 70er-Jahre zu „bedeutungsvollen medizinischen Anwendungsbereichen“ führte.

Ausgangspunkt ist der Effekt, dass Atomkerne mit ungerader Nukleonenzahl und damit Kernspin ungleich Null in einem starken Magnetfeld mit einer von der magnetischen Feldstärke abhängigen Frequenz rotieren. Strahlt man Radiowellen mit dieser Frequenz ein (Resonanz), so lassen sich die Atome anregen. Nach einer gewissen Zeit fallen die Atome auf ihr ursprüngliches Energieniveau zurück und senden dabei wiederum Radiowellen aus.

Der Amerikaner Lauterbur, der an der Universität von Illinois in Urbana-Champaign forschte, erkannte, dass man mit Hilfe eines räumlich veränderlichen, statischen Magnetfelds (Gradientenfeld) den Ursprung der von den Atomen ausgesandten Radiowellen lokalisieren kann und sich so zweidimensionale Bilder von Strukturen aufbauen lassen, die mit anderen Techniken nicht zugänglich sind.

Der Brite Peter Mansfield, Professor an der Universität Nottingham, zeigte, wie die Signale mathematisch und mittels Computeranalyse so bearbeitet werden konnten, dass sich das von Lauterbur entwickelte Prinzip für eine praktikable und schnelle Abbildungstechnik nutzen lässt.

In den 80er-Jahren entwickelte sich die Magnetresonanztomographie (MRT) zu einer der Standardtechniken der Medizin. Mit weltweit mehr als 60 Millionen Untersuchungen pro Jahr ermöglicht MRT eine schonende und frühzeitige Diagnose zahlreicher Erkrankungen.

ALEXANDER PAWLAK

KURZGEFASST...

■ Fall Schön in Konstanz

Die Universität Konstanz hat nun den Untersuchungsbericht über Jan Hendrik Schöns Dissertation und Publikationen, die er in Konstanz angefertigt hat, unter www.uni-konstanz.de/struktur/schoen.html veröffentlicht. Die Kommission hatte die Ergebnisse bereits im Juli bekannt gegeben (vgl. Physik Journal, September 2003, S. 6).

■ Schwerionen gegen Krebs

Die Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt und Siemens Medical Solutions in Erlangen wollen gemeinsam für die weitere Verbreitung der Schwerionentherapie in der Krebsbehandlung sor-

gen. Dazu unterzeichneten die GSI und Siemens einen Vertrag, der die Zusammenarbeit regeln soll. Siemens übernimmt die Produktion und Vermarktung der bei der GSI entwickelten und erfolgreich getesteten Therapieform, die nun den Schritt vom Prototyp zur Serienproduktion vollziehen soll.

■ Biologie im Physik-ArXiv

Der Los Alamos Preprint Server versammelt nun die bislang auf verschiedene physikalischen Unterdisziplinen verstreuten biologische Arbeiten unter der neuen Kategorie „Quantitative Biologie“ (www.arxiv.org/archive/q-bio).

1) vgl. Alexei A. Abrikosov, Die Entdeckung der Typ-II-Supraleitung, Physikalische Blätter, Januar 2001, S. 61

2) Anthony Leggett ist Mitherausgeber des New Journal of Physics, der Online-Zeitschrift der DPG und des britischen Institute of Physics (IOP).