

Und sie existieren doch

Sensation in der Physik: Berliner Forscher entdecken die seit 70 Jahren gesuchten magnetischen Monopole

Von Brigitte Röthlein

BERLIN – Ein Stabmagnet hat immer einen Nord- und einen Südpol. Sägt man ihn in der Mitte entzwei, erhält man nicht etwa einen „Nordmagneten“ und einen „Südmagneten“, sondern zwei kurze Stabmagneten mit jeweils Nord- und Südpol. Dennoch sollten auch isolierte Nord- und Südpole existieren, ähnlich wie es isolierte positive und negative elektrische Ladungen gibt. Das sagten zumindest die Theoretiker voraus, seit dies der britische Physiker Paul Dirac 1931 postulierte. Doch die magnetischen Monopole standen bisher nur auf dem Papier, in der Realität blieben Nord- und Südpol unweigerlich fest miteinander verbunden, egal, wie groß oder klein die Magnete waren. So gehören die Monopole zu den geheimnisvollsten Teilchen in der Physik.

Nun ist es Forschern am Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie in Berlin (HZB) als erster Arbeitsgruppe gelungen, die Existenz von magnetischen Monopolen nachzuweisen. Ihre Ergebnisse veröffentlichen sie heute in der Zeitschrift „Science“. Die Arbeit könnte zum Kandidaten für den Nobelpreis in einem der kommenden Jahre werden. Denn die Auswirkungen auf die physikalischen Theorien sind nicht zu unterschätzen.

Ein zentraler Begriff in der Physik ist Symmetrie. Bisher krankte die Theorie des Elektromagnetismus, die 1864 von James Clerk Maxwell erstmals veröffentlicht wurde, daran, dass sie keine vollkommene Symmetrie zwischen elektrischen und magnetischen Phänomenen

zeigte. So gibt es in ihr zwar elektrische Ladungen, die immer ein Vielfaches der Elementarladung tragen, aber keine Entsprechung dazu im magnetischen Bereich. Für Physiker ist aber Symmetrie – und damit

■ *Die Arbeit könnte ein Kandidat für den Nobelpreis werden*

Einfachheit und Schönheit – ein Zeichen für eine gute stimmige Theorie. Erst dann, wenn man neben den elektrischen auch magnetische Einzelladungen in die Betrachtungen einbezieht, löst sich das Dilemma auf. Außerdem ließe sich dann auch erklären, warum die elektrische Ladung quantisiert, also in nicht mehr weiter teilbaren Elementarladungen portioniert ist.

Wie immer wenn bedeutende Fortschritte in der Wissenschaft gelingen, spielen neue, kreative Ideen eine Rolle. So auch hier. Bisher

suchten Physiker vergeblich nach den rätselhaften Monopolen, die aus dem All kommend auf der Erde einschlagen sollten. Man nahm an, dass sie als Überbleibsel des Urknalls durch den Kosmos vagabundieren. Sogar auf dem Mond spürten Forscher ihnen nach, weil dort kein Magnetfeld herrscht, das sie verändert oder beseitigt haben könnte. Parallel dazu versuchten Physiker, die magnetischen Monopole in großen Teilchenbeschleunigern künstlich zu erzeugen. Alles war vergeblich.

Deshalb beschritten die Berliner Forscher einen völlig neuen Weg. Sie suchten die Monopole weder im All noch in Beschleunigern, sondern schlicht und einfach in sehr kalten Kristallen. Die Idee dazu hatte 2007 der Festkörperphysiker Claudio Castelnovo aus Oxford in „Nature“ veröffentlicht. Er berief

sich dabei auf Dirac. Aus Berechnungen leitete er ab, dass Monopole an den Enden sogenannter Dirac-Strings existieren müssten. Diese Strings kann man sich als winzige Schläuche vorstellen, die das magnetische Feld tragen.

Die Briten Jonathan Morris, Alan Tennant und ihre Kollegen am HZB wollten nun diese Idee experimentell überprüfen. Untersuchungsobjekt war ein Kristall aus dem exotischen Material Dysprosium-Titanat. Dysprosium ist ein Element aus der Gruppe der sogenannten Seltenen Erden, ein Metall. In Verbindung mit Titan kristallisiert es in einer bestimmten Geometrie, einem sogenannten Pyrochlor-Gitter. In diesem Gitter sollten bei weniger als minus 272 Grad Celsius, nahe dem absoluten Nullpunkt, nach der Theorie Monopole zu finden sein.

Wie aber sollte man sie nachweisen? Dazu schossen die HZB-Forscher Neutronen aus dem Berliner Forschungsreaktor auf ihren Kristall. „Da diese Elementarteilchen selbst ein magnetisches Moment besitzen, können sie magnetische Phänomene in ihrer Umgebung anzeigen“, sagt Jonathan Morris. Das Experiment glückte. Die Art, wie die Neutronen an dem Kristall abgelenkt wurden, zeigte den Forschern, dass die magnetischen Momente im Inneren des Materials sogenannte Spin-Spaghetti bilden. Das waren die Dirac-Strings.

Als die Forscher zusätzlich ein Magnetfeld anlegten, konnten sie die Symmetrie und die Orientierung der Strings beeinflussen. Dadurch wurde es möglich, die Dichte des String-Netzwerks zu reduzieren und die Anzahl der Monopole zu verringern. „Als Ergebnis wurden die Strings mit den magnetischen Monopolen an ihren Enden sichtbar“, sagt Morris.

Damit waren die magnetischen Monopole gefunden. Die Existenz der Teilchen kann eine ganze Reihe von Problemen beseitigen. Wie weit die in Berlin entdeckten Monopole dazu führen werden, dass die Gesetze der Physik umgeschrieben werden müssen, wird sich in nächster Zeit zeigen. Heute gibt sich Jonathan Morris noch relativ vorsichtig: „Wir beschreiben neue, fundamentale Eigenschaften von Materie.“ Seit der Entdeckung, die bereits im vergangenen Oktober gelang, arbeitet das Team an einer Verbesserung der Ergebnisse.



FOTO: HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN

Drei Mitarbeiter des Berliner Physiker-Teams, das den magnetischen Monopol entdeckte: Kirrily Rule, Jonathan Morris und Bastian Klemke (von links)