

Die Revolution der kleinsten Teilchen

BONNER EXZELLENZFORSCHUNG Experten aus Bonn, Köln und Aachen wollen Quantencomputer realisieren

VON KATHARINA WEBER

BONN. Wer als unbedarfter Laie das Labor im Institut für Angewandte Physik der Universität Bonn betritt, ist sofort an den Physikunterricht in der Unterstufe erinnert, als es noch um handfeste Experimente ging. Nur wirkt alles wesentlich professioneller. Und besser ausgestattet. Der Tisch vor Professor Martin Weitz quillt fast über vor Linsen unterschiedlichster Natur. Das rote Licht eines Lasers bricht sich bereits in einigen der geschliffenen Gläser, während zwei Mitarbeiter versuchen, einen zweiten, grünen Laser zum Laufen zu bringen.

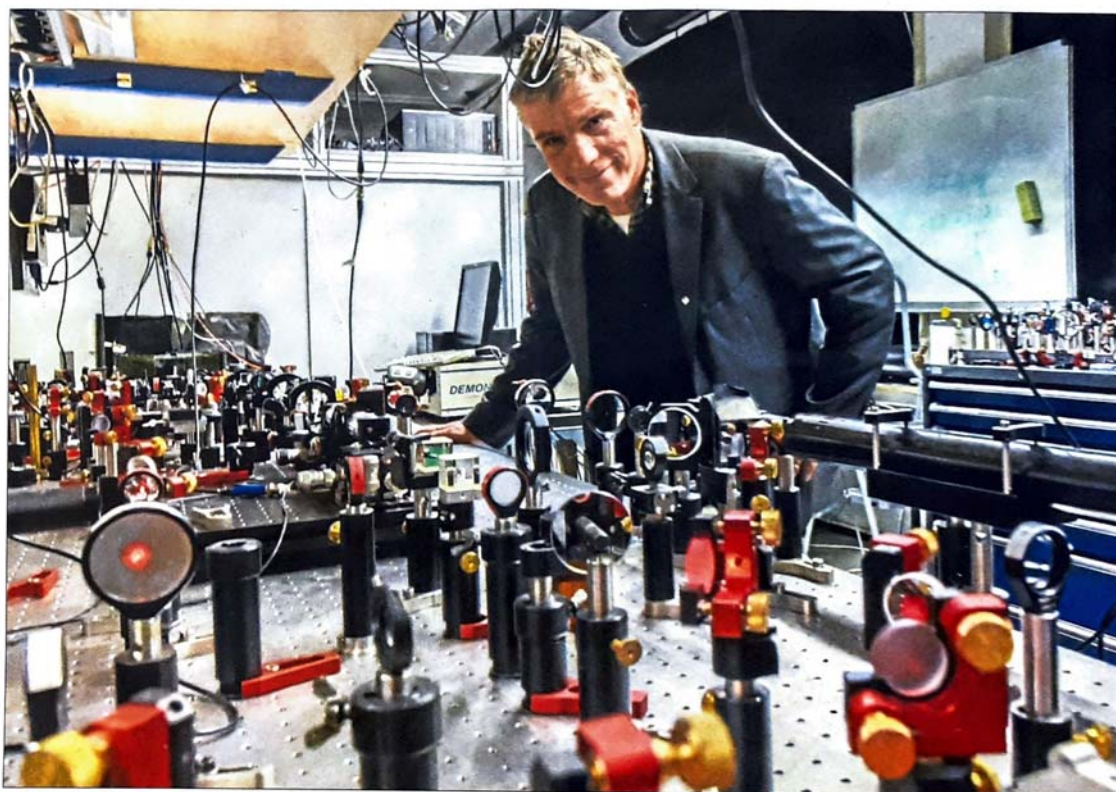
Wenn Physikprofessor Martin Weitz dann erklärt, was hier untersucht wird, klingt das für Nichteingeweihte endgültig nach böhmischen Dörfern: Quantenoptik. Doch es lohnt sich, zuzuhören. Denn Quanten könnten für die nächste technologische Revolution sorgen.

Damit diese zustande kommt, hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) das Kooperationsprojekt „Matter and light for quantum computing“ als Exzellenzcluster ausgezeichnet. Die Unis Bonn, Köln und die RWTH Aachen erhalten so in den nächsten sieben Jahren 40 Millionen Euro an Förderung. Laut dem Förderbescheid der DFG stehen dem Bonner Standort zehn Millionen davon zu. Das Ziel: die Entwicklung eines Quantencomputers.

Auf den Vorschusslörbeeren haben Weitz und Co. sich zwischen der Bekanntgabe der Ergebnisse im September 2018 und dem Förderbeginn im Januar 2019 keineswegs ausgeruht. „Wir müssen gute Mitarbeiter finden, überlegen, welche Sachen wir kaufen, und genau planen, wie wir wissenschaftlich vorgehen. Da ist genug zu tun“, sagt Weitz lachend.

Jetzt im Januar kann es dann mit der eigentlichen Forschung weitergehen. Köln und Aachen konzentrieren sich auf sogenannte Festkörpermaterialien, „Stoffe zum Anfassen“, erklärt Weitz. In diese Kategorie fällt Silizium, das auch in klassischen Computern verbaut ist. Denn am Ende müsse der Rechner ja aus etwas gebaut werden.

Damit ein Quantencomputer funktionieren kann, muss er aber auch in der Lage sein, Informationen zu übertragen. Daran wiederum forscht Bonn. „Die elementare Einheit der üblichen Computer ist das sogenannte Bit“, erklärt Weitz. Dieses könne nur die Werte „1“



Mit Lasern und Linsen untersucht Professor Martin Weitz die Informationsübertragung im Quantenbereich.

FOTO: BENJAMIN WESTHOFF

oder „0“ annehmen. Computer aber, die auf Quantenbits – auch Qubits genannt – basieren, funktionieren anders. „In der Quantenmechanik sind auch Zustände möglich, dass man ein bisschen 1 und ein bisschen 0 hat.“

Das funktioniert, weil Quantenphysik die Welt grundlegend anders beschreibt als die klassische Physik. Ein Beispiel: Elektronen, also die kleinsten negativ geladenen Teilchen, kreisen um den positiven Atomkern. Und: Sie können gleichzeitig an verschiedenen Stellen sein. „Das heißt, das Elektron kreist gar nicht, sondern ist gleichzeitig ein bisschen hier und ein bisschen da“, sagt Weitz, während er vor sich in der Luft auf verschiedene Punkte zeigt, die gleich weit von einem imaginären

Atomkern entfernt liegen. Quanten sind also nicht Entweder-oder, sondern Sowohl-als-auch, gleichzeitig das eine und das andere.

In einem Quantencomputer könnten Prozesse so parallel ablaufen und bestimmte Rechnungen

schneller ausgeführt werden. Das heißt aber auch: Software und Verschaltung müssen von Grund auf neu entwickelt werden. Dazu müssen die Forscher experimentieren. „Wir führen solche Experimente hier in Bonn insbesondere mit optischen Methoden durch, mit Licht und

Atomen.“

Momentan könnten Wissenschaftler mit rund zehn verschalteten Qubits rechnen, berichtet Weitz. Er vermutet, dass bei ungefähr 100 ein Quantencomputer be-

stimmte Rechenoperationen schneller durchführen könnte als ein klassischer Rechner. Wann die Revolution nicht nur in große Rechenzentren, sondern auch in die heimischen Wohnzimmer einziehe, sei daher nicht absehbar.

Das Hauptproblem ist: Diese Quantencomputer verrechnen sich noch andauernd. „Je mehr Qubits, desto größer das Fehlerpotenzial. „Da muss man Verfahren finden, die robuster sind.“ Die große Hoffnung sind die sogenannten Majorana-Zustände. Elektronen sind die Antiteilchen von Positronen – solche Antiteilchen haben Majorana nicht. Die Wissenschaftler hoffen, dass sich so zuverlässiger mit ihnen rechnen lässt. Das zu beweisen, sei eine wesentliche Aufgabe des Clusters in den nächsten sieben Jahren.

International misst sich der Verbund Köln-Bonn-Aachen mit Forscherteams von Google und

Microsoft. Was der Vorteil der Unis im Vergleich mit den milliardenschweren Tech-Giganten ist? Finanziell seien sie vielleicht schlechter aufgestellt, personell auf diesem Gebiet jedoch nicht, meint Weitz und fügt hinzu: „Wir müssen die besseren Ideen haben.“

Neue Serie

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat 57 Forschungsprojekte an deutschen Hochschulen als **Exzellenzcluster** ausgezeichnet. Diese Cluster erhalten in den nächsten sieben Jahren mehrere **Millionen Euro Förderung**, die deutsche Spitzenforschung unterstützen soll. An der **Uni Bonn** wurden, wie berichtet, sechs Felder ausgezeichnet, so viele wie an keiner anderen Hochschule. Der GA stellt die Cluster an dieser Stelle in unregelmäßigen Abständen vor. [ga](#)

„Das Hauptproblem ist: Diese Quantencomputer verrechnen sich noch andauernd“

Martin Weitz
Quantenoptik-Professor