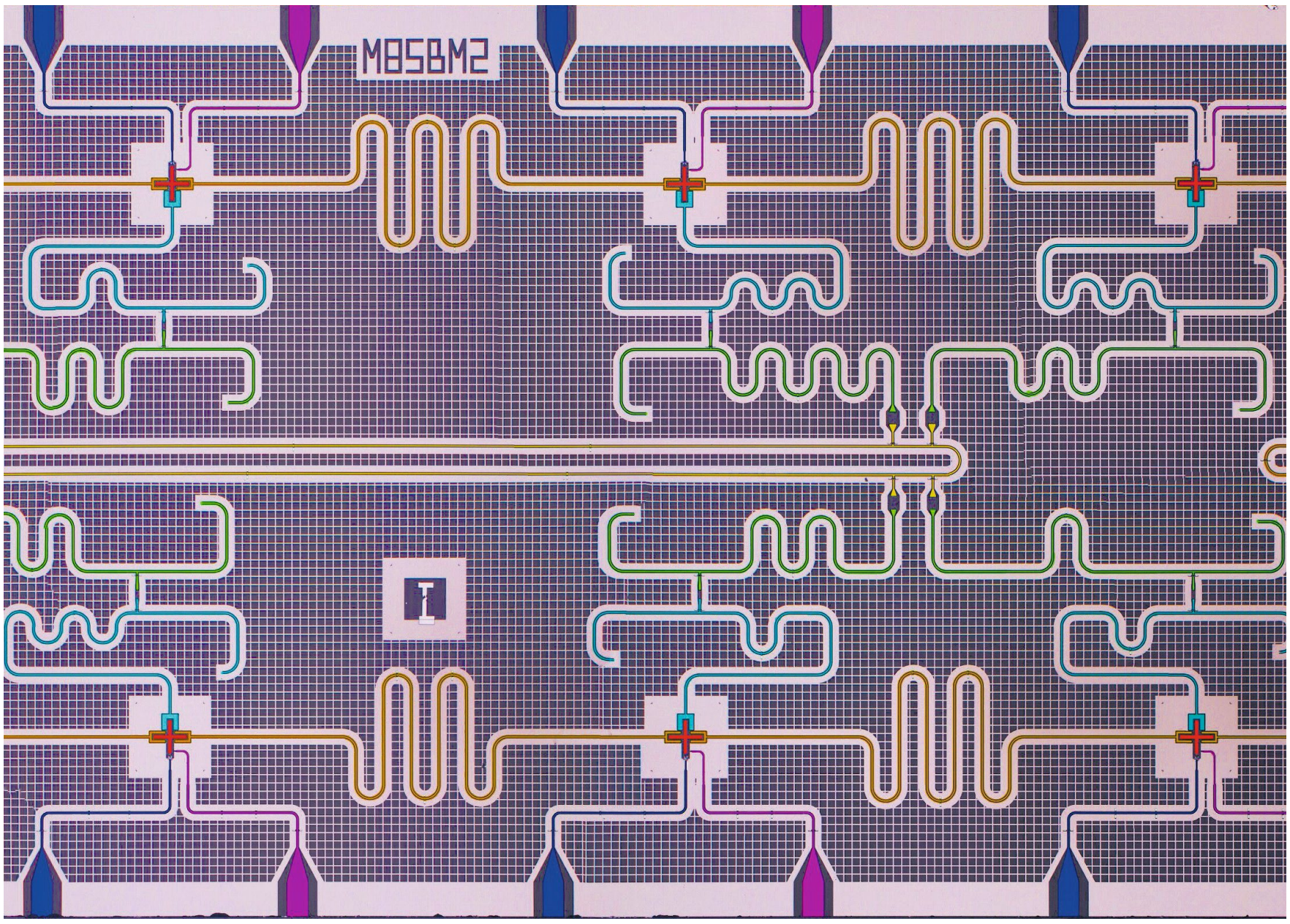


Ein supraleitender Quantenchip aus dem Quantum Device Lab der ETH Zürich. ETH ZÜRICH / QUANTUM DEVICE LAB

Eine neue Dimension des Rechnens

Mit zwei ambitionierten Projekten für Quantencomputer will Europa der Konkurrenz aus den USA und China Paroli bieten. Die grosse Frage ist, wie der alte Kontinent mit der neuen Technologie Geld verdienen kann. VON CHRISTIAN J. MEIER

Im Wettlauf um den Quantencomputer geben die USA und China das Tempo vor. Dort pumpen Regierungen und Unternehmen wie Google oder Alibaba, das chinesische Pendant zum Onlinehändler Amazon, Milliardenbeträge in die Entwicklung der «Wundermaschine». Diese soll dank den Gesetzen der Quantenphysik bestimmte Aufgaben sehr viel schneller lösen als jeder Supercomputer. Wem es gelingt, winkt enormer Profit.

Vor Jahren schon habe man in den USA von der akademischen Forschung am Quantenrechner auf dessen ingenieurmässige Entwicklung umgeschaltet, sagt Frank Wilhelm-Mauch von der Universität des Saarlandes. Der Physiker leitet eines von zwei EU-Projekten, mit denen Europa nachziehen will. Indem man eine Brücke zwischen der Forschung und der Industrie schlägt, möchte der alte Kontinent seine führende Position in der Forschung – einer der weltweit am weitesten entwickelten Quantenrechner steht in Innsbruck – in kommerzielle Produkte ummünzen. Die beiden Projekte zum Bau eines Quantencomputers werden im Rahmen des Quanten-Flaggschiffprogramms der EU mit je zehn Millionen Euro gefördert. Damit die Kommerzialisierung gelingen kann, ist die Einbindung der Industrie essenziell. Bis anhin zeigen europäische Technologieunternehmen jedoch keine Ambitionen, tatsächlich einen Quantenrechner zu bauen.

Zögerliche Industrie

Beim Bau eines Quantenrechners dreht sich alles um das «Qubit». Es kann die beiden Bit-Werte 0 und 1 nicht nur nacheinander speichern wie ein klassisches Bit, sondern simultan. Realisiert wird das Qubit beispielsweise durch Ionen (geladene Atome), die zwei Energiezustände gleichzeitig einnehmen, oder supraleitende Schleifen, in denen Strom gleichzeitig links und rechts herum fliesst.

Ein europäischer Quantenrechner könnte die heimische Softwareindustrie befeuern: Der Wunderrechner benötigt nämlich spezielle Algorithmen.

Weil jedes zusätzliche Qubit die Zahl der speicherbaren Werte verdoppelt, könnte schon ein Quantencomputer mit etwa 50 Qubits bestimmte Aufgaben lösen, die heutige Supercomputer überfordern, etwa das Simulieren eines Moleküls aus 50 Atomen. Dies wäre jedoch erst der Anfang. Um klassische Rechner auch auf Gebieten wie der Mustererkennung, dem maschinellen Lernen oder der Optimierung von Verkehrsströmen zu schlagen, brauchte es Quantenrechner mit Tausenden von Qubits. Bis dahin werden noch mindestens zehn Jahre vergehen, schätzen Physiker.

Binnen drei Jahren wollen die europäischen Projekte immerhin die Marke von 50 bis 100 Qubits erreichen: Das Projekt Aqtion (Advanced Quantum Computing with trapped Ions) an der Universität Innsbruck setzt auf gespeicherte Ionen, das Projekt Opensuperq (An Open Superconducting Quantum Computer) am Forschungszentrum Jülich auf supraleitende Quantenbits. Eine Kopie des Jülicher Rechners solle in Zürich gebaut werden, sagt der am Vorhaben beteiligte Quantenforscher Andreas Wallraff von der ETH Zürich.

In Opensuperq sieht der Physiker eine neue Herangehensweise. Diese erfordere nicht nur das Lösen offener Forschungsfragen, etwa wie sich Tausende von Qubits steuern liessen, ohne Fehler zu verursachen, sondern auch das Knowhow von Ingenieuren. «Wir haben die Komponenten, nun müssen wir sie zusammenbauen», sagt Wallraff. Ein einzelnes Labor könne dies nicht leisten. Das sei ähnlich wie beim Bau von Detektoren am Kernforschungszentrum Cern. Hier tragen mehr als 100 Institute Komponenten bei, die aufeinander abgestimmt sein müssen. Dass es für den Bau eines Quantencomputers eine grosse gemeinschaftliche Anstrengung braucht, sieht auch Wallraffs ETH-Kollege Jonathan Home so, der am Aqtion-Projekt beteiligt ist. Für ihn sei vor allem die andere Arbeitsweise eine neue soziale Erfahrung.

Die vordringlichste Aufgabe sieht Wallraff darin, eine Infrastruktur aufzubauen, auf der ein leistungsstarker Quantencomputer überhaupt gebaut werden kann. «Die knappste Ressource sind Experten», sagt Wallraff. Er regt daher an, gezielt Quanten-Ingenieure auszubilden. Wallraff lobt das Engagement der EU, bezweifelt aber, dass die Geldmittel reichen werden, um an den USA vorbeizuziehen. Über kurz oder lang brauche es das Investment einer grösseren Firma.

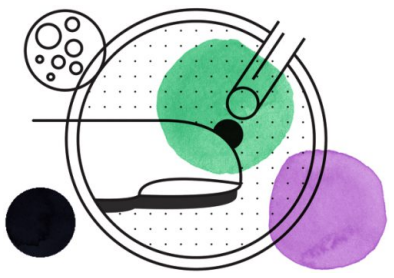
Viele Kandidaten gibt es dafür in Europa nicht. Experten nennen oft Siemens oder den französischen IT-Konzern Atos. In der Szene wird aber auch die mangelnde Risikobereitschaft europäischer Unternehmen kritisiert, in eine Entwicklung zu investieren, die keine kurzfristigen Erlöse verspricht. Auch bei den beiden Quantencomputer-Projekten halten sich Firmen finanziell zurück. Das Budget stammt zur Gänze aus dem EU-Flaggschiffprogramm. Die kleinen Firmen, die an den beiden Projekten beteiligt sind, steuern zwar Steuerelektronik, Lasertechnik oder Kühlapparate bei. Als Hersteller von Quantencomputern sind sie aber kaum geeignet. Einzig das Startup Alpine Quantum Technologies, eine Ausgründung der Universität Innsbruck, hat sich das Ziel gesetzt, einen kommerziellen Quantencomputer zu bauen. Dafür hat es zehn Millionen Euro vom österreichischen Staat bekommen.

Überzeugungsarbeit nötig

Somit müssen die beiden EU-Projekte die Industrie erst einmal vom kommerziellen Nutzen eines Quantenrechners überzeugen. «Wir streben Firmenkontakte an», sagt Wallraff. Dabei soll ein «user board» helfen, in dem Firmen wie Siemens, Carl Zeiss, Volvo oder Ericsson vertreten sind. «Die Firmen werden ein Gefühl dafür bekommen, was mit einem Quantencomputer machbar ist», verspricht Home. Auch bei Aqtion gebe es Firmenkontakte, die Anwendungen einen Quantencomputers ausloten wollen, wie Thomas Monz von der Uni Innsbruck bestätigt.

Immerhin könnte ein europäischer Quantenrechner die heimische Softwareindustrie befeuern. Denn der Wunderrechner benötigt spezielle Algorithmen. Der Softwarehersteller Atos investiert in dieses Feld, indem es Quanten-Algorithmen auf einem eigenen Supercomputer testet. Der Jülicher Quantencomputer soll über die Cloud zugänglich sein und somit Unternehmen ermöglichen, ihre Software zu testen. Bisher bieten nur amerikanische Firmen und Alibaba solche Dienste an.

Mit dem neuen Quanten-Flaggschiff ist Europa also nun im Rennen um die Kommerzialisierung eines künftigen Quantenrechners. Für einen Spitzenplatz dürfte das Förderinstrument aber wohl nicht reichen.



HAUPTSACHE, GESUND

Alarmierende Daten

Von Alan Niederer

Künstliche Intelligenz, Roboter, personalisierte Medizin … Wir reden gern über grosse Themen, die für Fortschritt und Zukunft stehen. Dabei geht leicht vergessen, dass schon viel gewonnen wäre, wenn wir das vorhandene Medizinwissen besser umsetzen würden. Ich meine jetzt nicht, dass wir alle uns mehr bewegen und gesünder essen sollten. Es geht um die korrekte medizinische Versorgung, zum Beispiel nach einem Herzinfarkt.

Heute gelingt es offenbar nur bei wenigen dieser Patienten, eine optimale Langzeittherapie zu installieren. Zu diesem alarmierenden Befund kommt eine Studie, die das Universitätsspital Zürich gemeinsam mit der Krankenkasse Helsana durchgeführt hat. 15 Prozent der Schweizer Bevölkerung sind Versicherungsnehmer bei Helsana, somit dürften die Daten repräsentativ sein. Sie zeichnen ein erschreckendes Bild: 93 Prozent der gut 4300 beurteilten Patienten haben nach ihrem Herzinfarkt keine korrekte medikamentöse Behandlung erhalten.

Eine solche Therapie besteht nach anerkannten Richtlinien meist aus zwei Blutplättchenhemmern, einem Cholesterinsenker und ein oder zwei Medikamenten gegen zu hohen Blutdruck und für das Herz. Damit soll das Risiko für einen weiteren Herzinfarkt und damit das Sterberisiko gesenkt werden.

In den Helsana-Daten fanden die Forscher die im Spital gestellte Herzinfarkt-Diagnose. Anhand der Rückvergütungen konnten sie zudem berechnen, wie viele Tabletten der benötigten Medikamente dem Patienten im ersten Jahr nach dem Infarkt zur Verfügung standen. Hatte jemand die volle Arzneimitteldosis bezogen, sprachen die Forscher von einer Behandlungstreue von 100 Prozent; fehlte das Medikament komplett, betrug die Rate 0 Prozent.

Eine Behandlungstreue von 80 Prozent oder mehr bezeichneten die Forscher als gut. Einen solchen Wert erreichten 88 Prozent der Patienten beim Blutplättchenhemmer. Beim Cholesterinsenker waren es 76 Prozent, beim Herzmittel (ACE-Hemmer) 53 Prozent. Alle drei Substanzen zusammen liessen sich nur bei 7 Prozent der Behandelten in ausreichender Dosis nachweisen. Dabei ist unbekannt, ob die Patienten die bezogenen Medikamente auch eingenommen haben.

Wer also trägt die Schuld am schlechten Resultat? Die Hausärzte? Diese Sichtweise greift zu kurz, obwohl die meisten Patienten im Spital die erforderlichen Medikamente erhalten dürften. Danach beginne die Diskussion mit dem Hausarzt, der für die Langzeitbetreuung zuständig sei, sagt Thomas Rosemann, selber Hausarzt und als Forscher an der Zürcher Studie beteiligt. Manche Patienten würden sich im Internet informieren und dann mit ihrem Hausarzt verhandeln, welche Medikamente sie einnehmen wollten und welche nicht.

Rosemann ist überzeugt, dass die Haltung des Arztes gegenüber den verschriebenen Präparaten einen grossen Einfluss auf die Akzeptanz des Patienten hat. Skeptischen Patienten sagt er, die Medikamente seien die beste Versicherung gegen weitere Infarkte. Darauf wollten die wenigsten verzichten. Der Arzt verschweigt aber auch mögliche Nebenwirkungen nicht. Das sei wie beim Sicherheitsgurt im Auto, sagt er. Während dieser Tausenden Menschen das Leben rette, könne er im Einzelfall auch das rasche Aussteigen verhindern. Ob Roboter diese Beratung besser machen werden?