



Auch Google ist mit dem Quantum Computing Processor Sycamore mit im Rennen um den Quantencomputer.

FOTO: GOOGLE

Der Kampf um den Quantencomputer – Teil 2

Schneller als herkömmliche Rechner

Der Vorsitzende des Verwaltungsrates des finnischen Startup-Unternehmens IQM, Axel Thierauf, sieht weitere Anwendungsmöglichkeiten:

- **Fakturierung von Primzahlen:** Der Mathematiker Shor hat dazu einen neuen Algorithmus vorgeschlagen, mit dessen Hilfe ein Quantencomputer sehr schnell eine aktuelle Verschlüsselung knacken könnte. Der derzeit schnellste Rechner Summit IBM würde für eine RSA (asymmetrisches kryptographisches Verfahren) 2048 Faktorisierung circa 300 Trillionen Jahre brauchen, der erste funktionsfähige Quantencomputer dagegen circa 10 Sekunden. Das stellt für die Supermächte dieser Welt eine ernste Bedrohung dar. IAPRA, die IT-Abteilung der amerikanischen Geheimdienste, investiert daher seit Jahren massiv auch in europäische Hochschulen, um hier stets auf Augenhöhe zu sein und die amerikanische Regierung hat kürzlich den Export von Schlüsselkomponenten wie bestimmter Hardware nach Europa untersagt. Mit klassischen Computern wäre es aber momentan noch astronomisch zeitaufwändig, die Entschlüsselung auszurechnen und es gibt auch quantenresistente Kryptographieverfahren wie die Gitterkryptographie.
- **Simulation von nicht-linearen Gleichungssystemen:** Hierbei wird eine bestimmte Eigenschaft der noch sehr langsamen Quantencomputer der ersten Generation verwendet, um in riesigen Datenmengen ultraschnell Lösungsansätze zu finden.
- **Künstliche Intelligenz (KI):** Algorithmen brauchen zum Lernen sehr große Datenmengen, welche sehr schnelle Computer mit großen Speichern erfordern. Quantencomputer sind unglaublich schnell und viel leistungsfähiger. Bei aller Euphorie über die au-

bergewöhnlichen Möglichkeiten, die sich durch Quantencomputer eröffnen, gibt es auch viele kritische Stimmen. So warnt Sabine Hossenfelder in ihrem Beitrag „Die Quantencomputer-Illusion“ vor zu großen Erwartungen. Sie weist auf technische Schwierigkeiten hin und moniert, dass schon kleinste Störungen die Berechnung unmöglich machen können, so zum Beispiel, wenn Luftmoleküle an die Qubits stoßen oder Atome temperaturbedingt wackeln. Qubits könne man ja nicht beliebig in Kühlboxen stapeln, da man sie ansteuern müsse und die dazu nötigen Kabel auch Wärme transportieren. Für Quantencomputer sind auch winzige supraleitende Stromkreise erforderlich, die in zwei verschiedene Richtungen zirkulieren.

Empfindlicher als ein Soufflé

Diese Skepsis wird auch von Christian J. Meyer in seinem Beitrag für die Neue Zürcher Zeitung geteilt. Er führt aus, ein Qubit sei empfindlicher als jedes Soufflé und reagiere auf den leisesten Umwelteinfluss. Schon der Stoß eines Luftmoleküls oder die Einstrahlung von Wärme könne aus dem Überlagerungszustand eines Quantenbits einen klassischen Zustand machen. Deshalb müssten die Forscher ihre Qubits aufwändig durch Vakuum, sehr tiefe Temperaturen und Abschirmungen schützen. Außerdem würden die Qubits ihren Überlagerungszustand meist nur Bruchteile von Sekunden halten, sodass ein Algorithmus, der Minuten andauert, so nicht zu Ende geführt werden könne. Angesichts der enormen Bedeutung der Quantentechnologie liegt es nahe, dass sich auch die Politik

intensiv um dieses Thema kümmert. Insbesondere die Großmächte China und USA treiben mit enormen Mitteln die Entwicklung von Quantencomputern voran. Aber auch Japan, Singapur, Kanada und das Vereinigte Königreich fördern Forschung und Entwicklung dieser Technologie mit nationalen Programmen. Weltweit ist mittlerweile ein regelrechter Wettbewerb entbrannt.

Die Bundesregierung hat bereits im September 2018 das Rahmenprogramm „Quantentechnologie – von den Grundlagen zum Markt“ vorgelegt. Im September 2019 kündigte dann der Bayerische Staatsminister für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, Hubert Aiwanger, an, dass der erste Quantencomputer außerhalb der USA in Deutschland stehen werde. Er erklärte, dass die Fraunhofer-Gesellschaft für angewandte Forschung dabei mit dem amerikanischen IT-Konzern IBM kooperieren werde, und der Standort Bayern dafür eine gute Kombination von Infrastruktur, Spitzenforschung und leistungsfähiger Industrie biete.

Auch der bayerische Ministerpräsident Markus Söder (CSU) hat in seiner Regierungserklärung im Oktober 2019 angekündigt, dass der Freistaat Bayern für die weitere Entwicklung der Quantencomputer als Supercomputer der Zukunft 70 Millionen Euro investieren werde. Dabei stellte er klar, dass das Leibniz-Rechenzentrum in Garching der Dreh- und Angelpunkt dafür sei und ergänzend mit dem Fraunhofer-Projektzentrum Quantencomputing und einem neuen Institut an der Universität Würzburg zusammenarbeiten werde. Auch das Helmholtz-Quantum-Center mit einem Investitionsvolumen von 50 Millionen Euro am Forschungszentrum Jülich und das Nutzerzen-

trum Jüliche am Jülich Supercomputing Centre (JSC) sind auf dem Gebiet tätig.

Anfang 2020 stellte Bundesbildungsministerin Anja Karliczek eine neue Initiative des Bildungs- und Forschungsministeriums (BMBWF) zum Quantencomputing vor. Dafür stehen 300 Millionen Euro zur Verfügung.

An der Weltspitze

Einen kräftigen Schub hat das Thema Förderung der Quantentechnologie kürzlich noch durch das Konjunkturprogramm der Bundesregierung „Corona-Folgen bekämpfen, Wohlstand sichern Zukunftsfähigkeit stärken“ im Juni 2020 erhalten. Dort wird festgelegt, dass die Bundesrepublik Deutschland 2 Milliarden Euro investieren will, um im Bereich der Quantentechnologien an der Weltspitze konkurrenzfähig zu werden. Wörtlich heißt es dort dazu: „Dabei setzen wir auf die enge Verbindung von Exzellenz in der Forschung mit dem Transfer in die Produktentwicklung, auf eine substanzvolle Förderung von Unternehmens- und Start-up-Gründungen sowie auf gemeinsame neue Spitzencluster aus Wissenschaft und Industrie. Der Bund wird unmittelbar den Auftrag zum Bau von mindestens zwei Quantencomputern an geeignete Konsortien vergeben.“

Milliardenbeträge investiert

Wenngleich China und die USA Milliardenbeträge in diesen Bereich investieren, kann mit Stolz festgestellt werden, dass weltweit der größere Teil der Veröffentlichungen von Forschern aus der

Europäischen Union stammt. Insbesondere die Bundesrepublik Deutschland verfügt hierbei durch Trägerorganisationen wie der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Max-Planck-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft, der Fraunhofer-Gesellschaft, der Leibniz-Gemeinschaft und zahlreicher Universitäten über eine herausragende Expertise.

2017 hat die EU-Kommission ihre Flagship-Initiative zur Quantentechnologie „Quantum Manifesto“ vorgestellt. Im Herbst 2019 fand unter der finnischen Ratspräsidentschaft eine große Konferenz in Helsinki dazu statt. Dort wurde manifestiert, dass in dieser zweiten Quantenrevolution Europa mit den massiven Entwicklungen in den USA und in China Schritt halten soll. Prof. Jürgen Mynek, Vorsitzender des Quantum Flagship Advisory Boards, stellte klar, dass in diesem Wettbewerb nationale Anstrengungen nicht ausreichen würden, sondern die Europäische Union insgesamt zusammenarbeiten müsse. Das europäische Flagship-Programm, das im Oktober 2018 in der Hofburg in Wien gestartet wurde, umfasst insgesamt über 2000 Forscher aus den Bereichen Wissenschaft und Industrie und ist auf zehn Jahre angelegt. Es wird mit 1 Mrd. Euro gefördert. Die wichtigsten Ziele dieses Projektes bestehen darin, Technologien und Forschungseinrichtungen in Europa zusammen zu bringen und Forschungen für marktreife Produkte zu entwickeln. Der Plan ist, die weltweite Marktführerschaft in der Quantentechnologie zu erringen.

Angesichts dieser klaren Strategie der Europäischen Union hat es überrascht, dass IBM und die Fraunhofer-Gesellschaft im September 2019 eine Kooperation be-

kannt geben, die über zwei Jahre laufen soll. Dabei kündigte IBM an, einen Quantencomputer in einer seiner Niederlassungen in Deutschland zu installieren und der Fraunhofer-Gesellschaft entsprechende Rechenkapazität zur Verfügung zu stellen.

Europäische Initiative

Fazit: Quantencomputer werden in der Tat revolutionäre Entwicklungen in nahezu allen Wissenschaftsbereichen auslösen. Die Prognosen, wann dieser Zeitpunkt erreicht sein wird, reichen von zehn Jahren bis zu mehreren Jahrzehnten. Unstrittig ist, dass es außerordentlich sinnvoll ist, dass die Europäische Union in diesem harten weltweiten Wettbewerb abgestimmt und koordiniert zusammenarbeitet. Nationale Alleingänge haben bei einer derartigen herausfordernden Entwicklung keinen Platz. Ideal wäre es, eine europäische Initiative zur wirtschaftlichen Interessenvereinbarung wie beim Airbus-Projekt zu starten. Hier müsste eine konsequente Kooperation und Unterstützung seitens der europäischen Industrie organisiert werden. Bekanntermaßen wollen Unternehmen wie BMW, VW, Bosch usw. nicht von amerikanischen Quantencomputern abhängig sein. Es ist also höchste Zeit zum Handeln.

> SIEGFRIED BALLEIS

Der Autor ist Alt-Oberbürgermeister der Stadt Erlangen, Vorsitzender des Universitätsbunds der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg sowie Honorarprofessor am dortigen Lehrstuhl für Politische Wissenschaften. Der Beitrag erschien bereits in den Politischen Studien der Hanns-Seidel-Stiftung.