

## Quantencomputer an der Grenze zum Chaos

Spektrum der Wissenschaft Online (21.11.2000)

**Das Genie beherrscht das Chaos, heißt es. Doch die genialen Elektronengehirne der Zukunft könnten sich im Wirrwarr der vielen Möglichkeiten, die sie gleichzeitig überprüfen, heftig verzetteln und auf wichtige Fragen mit zusammenhangslosem Unsinn antworten. Die große Stärke der futuristischen Quantencomputer ist einer Simulation zufolge auch eine ihrer empfindlichen Achillesfersen. Interagieren die Quanteninformationen zu sehr miteinander, verwischen die Grenzen zwischen ihnen, und der Prozess stürzt in ein Chaos, aus dem absolut niemand mehr schlau zu werden vermag.**

Es gibt Leute, die erledigen alles brav der Reihe nach und erfüllen so Schritt für Schritt die Anforderungen ihres Alltags. Dabei können sie durchaus unheimlich flink arbeiten und selbst komplexe Probleme in kurzer Zeit lösen. Genauso funktionieren unsere heutigen Computer. Egal, ob sie nun mit 133, 500 oder noch mehr Megahertz getaktet sind: Der Prozessor tut nur eine Sache zur Zeit, und erst dann kommt die nächste dran. Auf diese Weise knabberte sich schon Pacman durch sein Labyrinth, und nach diesem Prinzip laufen in unregelmäßigen Abständen auch Dinosaurier durch die Kinos.

Für manche kniffligen Nüsse dauert diese Methode aber doch zu lange. Wenn es nämlich ungeheuer viele Möglichkeiten gibt, die alle irgendwie verlockend erscheinen, dann geht es schneller, sie auch alle gleichzeitig auszuprobieren. Allerdings darf man tunlichst nicht den Überblick verlieren und die einzelnen Varianten wirklich durcheinander bringen. Das entspricht etwa dem Versuch, mehrere Seifenopern im Fernsehen gleichzeitig zu konsumieren und dennoch sowohl die Charaktere als auch die Handlungen korrekt zuordnen zu können. Eltern pubertierender Jugendlicher werden wissen, dass unser menschliches Gehirn dieser Aufgabe in gewissem Rahmen gewachsen ist - konventionelle Computer verfallen hingegen in zeitraubendes Nachdenken.

Als Retter in der Not handeln Wissenschaftler den Quantencomputer. Die wenigen bereits existierenden Exemplare füllen zwar noch ganze Laborräume und leisten weniger als ein billiger Taschenrechner, doch im Prinzip sind sie beispielsweise in der Lage, raffiniert verschlüsselte Nachrichten in Windeseile zu dechiffrieren, indem sie einfach alle denkbaren Schlüssel gleichzeitig austesten.

Der Trick liegt im Detail - in den Besonderheiten der submikroskopischen Quantenwelt. Während bei herkömmlichen Rechnern eine Speicherstelle nur "1" oder "0" als Inhalt haben kann, dürfen bei Quantencomputer die Qubit genannten Informationseinheiten durchaus sowohl "1" als auch "0" zur gleichen Zeit sein. Die beiden möglichen Zustände überlagern sich und können mit anderen Qubits verrechnet werden. Theoretisch kann ein Quantencomputer so beliebig viele verschiedene Varianten in einem einzigen Schritt verarbeiten.

Allerdings sollten zukünftige Ingenieure bei der Entwicklung der Superrechner vorsichtig sein, welche Parameter sie ansetzen, fanden Bertrand Georgeot und Dima Shepelyansky von der Université Paul Sabatier in Toulouse heraus (Physical Review E vom November 2000). Die beiden Wissenschaftler simulierten mit einem Modell, das auf einem gewöhnlichen Rechner einen Quantencomputer nachahmt, was passiert, wenn die Energien der einzelnen Qubits schwanken und es zu Wechselwirkungen zwischen ihnen kommt.

War deren Kopplung untereinander jedoch zu stark, fiel das System ins Chaos und war für

interpretierbare Berechnungen nicht mehr zu gebrauchen.

Unterhalb des kritischen Wertes ist aber genug Platz für vernünftige Anwendungen, beruhigen die Forscher. Es ist wohl wie mit dem Schreibtisch: Wenn sich zu viele aufgeschlagene Bücher, handschriftliche Zettel und alte Pizzaschachteln übereinander türmen, verliert auch das Genie eines Tages den Überblick. Quantencomputer sind eben auch nur sowas wie Menschen.