



## Visionen für die Technik von morgen

Dieser Supercomputer steht in Australien. Solche Anlagen rechnen nicht nur extrem schnell, sondern produzieren auch viel Wärme. Forscher suchen Wege, diese Energie zu nutzen.

FOTO: AFP

Der erste funktionstüchtige Computer der Welt, die Z3, die Konrad Zuse 1941 vorstellte, war eine meterhohe Anlage. Ihr Leistungsvermögen war nicht annähernd mit dem vergleichbar, das heute kleine Smartphones besitzen. Möglich wurde die technische Revolution, weil Forscher lernten, das Verhalten von Elektronen zu kontrollieren. Ähnliches streben sie mit dem Schall und der Wärme an. Was dies bedeuten könnte, zeigt zurzeit eine internationale Konferenz der Universität Bremen.

VON JÜRGEN WENDLER

**Bremen.** Zu einem Inbegriff für die technische Revolution im Alltag ist der Laser geworden. Ob es die Scannerkasse im Supermarkt ist oder der DVD-Player zu Hause: Sie funktionieren nur, weil es Laser gibt. Laser werden zudem in der Medizin genutzt, etwa bei Augenoperationen, zum Zerschneiden von Stahlplatten oder bei Vermessungsarbeiten. Hinter der Entwicklung des Lasers stecken Erkenntnisse, die Physiker wie Max Planck, Albert Einstein und Niels Bohr bereits vor etwa einem Jahrhundert gewonnen haben.

Nach heutigem Kenntnisstand befinden sich in Atomkernen elektrisch positiv geladene Protonen sowie elektrisch neutrale Neutronen und in den Atomhüllen elektrisch negativ geladene Elektronen. Letz-

tere befinden sich in ganz bestimmten Energiezuständen. Wenn sie auf ein höheres Energieniveau gelangen, machen sie sogenannte Quantensprünge. Dies kann geschehen, wenn Licht auf ein Atom trifft oder das Atom mit einem anderen zusammenstößt. Dabei nimmt das Elektron Energie auf und springt auf ein höheres Niveau. Fällt es wieder auf die niedrigere Stufe herunter, gibt es die Energiedifferenz ab, und zwar in Form eines Photons, eines Lichtteilchens. Licht ist elektromagnetische Strahlung, ebenso wie zum Beispiel Wärme.

Der Begriff Laser steht für „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“, auf Deutsch: „Lichtverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission“. Das heißt: Solche Geräte sind so gebaut, dass Strahlung extrem geordnet ausgesandt wird. Photonen werden nicht wie beispielsweise bei einer Glühlampe zu einem zufälligen Zeitpunkt in eine zufällige Richtung abgegeben, sondern unter anderem in eine ganz bestimmte Richtung. Salopp formuliert gelingt es mit einem Laser, die Kraft von elektromagnetischer Strahlung wie dem sichtbaren Licht zu bündeln.

Was aber, wenn sich Schall und Wärme in ähnlicher Weise steuern ließen wie Elektronen und Licht? Dies würde völlig neue technische Möglichkeiten eröffnen, wie Professor Thomas Frauenheim und Cesar Rodriguez-Rosario von der Universität Bre-

men erklären. Beide arbeiten am Bremen Center for Computational Materials Science, wo Experten aus dem In- und Ausland in dieser Woche über das Thema diskutieren. Materialien sind nach ihren Angaben gitterförmig aufgebaut, und diese Gitter können schwingen. Solche Schwingungen betrachten die Wissenschaftler in Anlehnung an die Photonen ebenfalls als Teilchen beziehungsweise als Schwingungspakete. Der Fachausdruck für solche Schall- oder Wärmepakete lautet Phononen.

Schon seit vielen Jahren versuchen Wissenschaftler, Phononen-Laser, sogenannte Phaser, zu entwickeln. Von entsprechenden Experimenten berichtete zum Beispiel vor einiger Zeit das Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching. Den Forschern gelang es, die Bewegung eines einzelnen elektrisch geladenen Magnesiumteilchens so zu steuern, dass geordnet Schwingungspakete beziehungsweise Phononen abgegeben wurden. Wie Frauenheim und Rodriguez-Rosario erklären, verbinden Experten mit der Grundlagenforschung unter anderem die Hoffnung, Ultraschallgeräte, wie sie zum Beispiel in der Medizin zum Einsatz kommen, zu verbessern. Angestrebt würden eine höhere Auflösung und noch genauere Daten.

Einen anderen Aspekt der Forschung erläutern die Bremer Wissenschaftler am Beispiel der sogenannten Supercomputer. Bei

diesen besonders leistungsfähigen Rechnern, die unter anderem für physikalische Berechnungen und Klimasimulationen genutzt werden, handelt es sich um riesige Anlagen, die große Räume ausfüllen. Sie rechnen nicht nur extrem schnell, sondern erzeugen auch große Mengen an Wärme. Laut Frauenheim und Rodriguez-Rosario hätte eine bessere Kontrolle der Wärme eine höhere Energieeffizienz zur Folge. Ziel müsse sein, die Wärmeenergie zu nutzen, das heißt in elektrische Energie zurückzuwandeln. Entsprechende Möglichkeiten kämen nach Darstellung der Forscher auch Privathaushalten zugute. Es gehe nicht zuletzt darum, noch kleinere, schnellere und gleichzeitig energieeffizientere elektronische Bauteile zu entwickeln. Möglicherweise werde die Forschung auf dem Gebiet der Phononik irgendwann auch dazu führen, dass in Wohnräumen auf besonders effiziente Weise mit Wärme elektrischer Strom erzeugt werden könne.

Eine wichtige Rolle auf dem Weg zur Verwirklichung solcher Visionen spielt die Materialforschung. Am Bremen Center for Computational Materials Science werden Materialstrukturen und -eigenschaften am Computer simuliert. „Hinter unserer Forschung steht das Ziel, maßgeschneiderte Materialien zu entwickeln, welche eine gezielte Steuerung von Phononen ermöglichen“, sagt Frauenheim.