

Ein geplantes gigantisches Radioteleskop soll neue Erkenntnisse über die Entstehung der Welt ermöglichen. Um die enormen Anforderungen an die Datenverarbeitung zu bewältigen, arbeitet IBM Research – Zürich mit dem renommierten Radioastronomie-Institut Astron zusammen.

# Und es wurde Licht – bloss wie?

Von Beat Glogger

In unserem Wissen über den Anfang der Welt klaffen noch grosse Lücken. So zum Beispiel über die Entstehung des Lichts. „Dark Ages“ nennen die Astronomen jene Phase, die 300 000 Jahre nach dem Urknall begann, als das Universum transparent für Strahlung wurde, und sich über eine Milliarde Jahre erstreckte, in denen die ersten jungen Galaxien aufleuchteten. In einigen Jahren sollen die Vorgänge in diesen „dunklen Zeiten“ mit einem neuen Radioteleskop rekonstruiert werden, das alle anderen derartigen Einrichtungen in den Schatten stellt. Sage und schreibe einen

Quadratkilometer beträgt die gesamte Sammelfläche des SKA, des Square Kilometer Array, das im Jahr 2020 den Betrieb aufnehmen soll.

Seine ungeheure Sensitivität erlaubt es, Milliarden von Galaxien bis zur Grenze des sichtbaren Universums abzubilden. Astronomen wollen damit auch die einsteinsche Relativitätstheorie noch genauer überprüfen und das Verhalten von Raum und Zeit in Regionen mit extremen Raumkrümmungen untersuchen. Und sie hoffen nicht zuletzt auf die Entdeckung von Neuem und Unbekanntem, das unsere Vorstellung von der Welt verändern könnte.

Die Idee zum SKA stammt aus den 1990er-Jahren und wird unterdessen von 67 Organisationen aus 20 Ländern in einem internationalen Konsortium getragen. Wo das Superteleskop errichtet wird, entscheidet sich noch dieses Jahr. Infrage kommen unbewohnte Gebiete auf der Südhalbkugel der Erde, wo die Störung durch künstliche Radiointerferenzen minimal und die Sicht auf das galaktische Zentrum am besten ist. Noch zwei Standorte sind nach umfangreichen Abklärungen möglich: Australien inklusive Neuseeland oder das südliche Afrika bis Ghana, Kenia, Madagaskar und Mauritius. Insgesamt sollen hier mehrere Tausend kleinere Radioantennen nach ei-

nem speziell ausgelegten Muster installiert werden. In einer Kernzone sind die Antennen in einem dichten Feld angeordnet, breiten sich dann mit abnehmender Dichte aus, sodass sich die äussersten in 3000 Kilometer Entfernung befinden. Diese Anordnung simuliert ein gigantisches Radioteleskop, mit dem die Forscher den Himmel 10 000-fach schneller absuchen können als bisher.

## Exorbitante Datenmenge

Doch damit bringt das Teleskop die Informationsverarbeitung in Verlegenheit. „Nehmen Sie den heutigen täglichen Datenverkehr im Internet und multiplizieren Sie ihn mit zwei“, sagt Ton Engbersen von IBM Research – Zürich. „Das ist, was wir vom SKA erwarten. Das ist wirklich Big Data.“ Die Datenflut überfordert selbst die gegenwärtig schnellsten Rechner mit Rechenleistungen von bis zu 10 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde (10 Petaflops). Gefragt sind Exascale-Systeme, die 100 Mal mehr Daten verarbeiten können. Dieses Ziel ist mit herkömmlicher IT-Entwicklung praktisch nicht zu realisieren. Das Prinzip „immer kleiner, immer schneller“ stösst an die Grenzen des physikalisch Machbaren. Darum hat nun das niederländische Institut für Radioastronomie

## 1 Trillion

**Rechenoperationen**

pro Sekunde wird der Exascale-Rechner erledigen (1 Exaflop bzw. 1000 Petaflops).

## 6

**Nanometer**

entsprechen 24 Silizium-Atomen und der Kanallänge im kleinsten bisher gezeigten CMOS-Transistor.



1



2



3

Parabolantennen (1), Weitwinkelantennen (2) und Antennen mit kleinem Öffnungswinkel (3) werden auf Feldern von je fünf Kilometern Durchmesser in der zentralen Region des SKA stehen. Diese zentrale Region wird ungefähr die Hälfte der gesamten Empfangsfläche von einem Quadratkilometer enthalten.

Astron, das dem SKA-Konsortium angehört, eine fünfjährige Forschungszusammenarbeit mit IBM Research–Zürich geschlossen. „Der einzige Weg, um solche Systeme zu realisieren und zu betreiben, besteht darin, ihren Energieverbrauch drastisch zu reduzieren“, sagt Astron-Direktor Marco de Vos. „Mit diesem Projekt haben wir die Chance, neue Ansätze für grünes Supercomputing voranzubringen.“

Im ASTRON & IBM Center for Exascale Technology wollen die Forscher Technologien entwickeln, um die SKA-Daten zu verarbeiten, zu transportieren und zu speichern. „Aber es wird über die Radioastronomie hinaus weit breitere Anwendungen geben“, ist sich Ton Engbersen sicher.

### Neue Technologien

Eine Möglichkeit, Computer leistungsfähiger und weitaus energieeffizienter zu machen, besteht darin, Schaltkreise nicht mehr planar, sondern gestapelt zu bauen. Neben solchen 3D-Chips untersuchen die Forscher auch optische Wellenleiter und Silizium-Nanophotonik, damit sich die grossen Datenmengen schnell und verlustarm optisch transportieren lassen. Computerbasierte Modellierungen, mit denen ein grundlegendes Design der IT-Infrastruktur für das SKA mit realistischen Annahmen virtuell entworfen wird, bilden einen wichtigen Schwerpunkt der Forschung. Die Methoden, die das IBM Forschungslabor dafür entwickelt hat, könnten auf die gesamte IT-Welt Auswirkungen haben, sagt Ton Engbersen. „Sind wir erfolgreich, wird der Mensch in Zukunft nur noch das Pflichtenheft bezüglich Leistung, Stromverbrauch, Verfügbarkeit und ähnlichen Parametern vorgeben. Dann werden die Computer von Computern gebaut.“ —

[zurich.ibm.com](http://zurich.ibm.com)



### Blick in die Zukunft

Die Animation des SKA zeigt, wie die Teleskope angeordnet sein werden.

[bit.ly/Jr9vjq](http://bit.ly/Jr9vjq)