

## Geschärfter Radioblick

Das Radioteleskop-Array MeerKAT in Südafrika erhält zwanzig neue Antennen.

Aufnahmen von Galaxien oder vom galaktischen Zentrum liefert das Radioteleskop MeerKAT mit bislang unerreichter Auflösung. Nun soll sich die Empfindlichkeit der aus 64 Antennen bestehenden Anlage am Standort in Südafrika mit 20 zusätzlichen Antennen weiter erhöhen. Die neuen Antennen sollen bis 2022 in Betrieb gehen und sind mit einem Durchmesser von 15 Metern etwas größer als die bisherigen. Die Kosten von rund 54 Millionen Dollar teilen sich die Südafrikanische Regierung und die Max-Planck-Gesellschaft. Das Radioteleskop-Array MeerKAT war im Juli 2018 offiziell eingeweiht worden und soll ein zentraler Teil des geplanten Square Kilometre Arrays (SKA) werden.<sup>1)</sup> Mit tausenden von Antennen in Afrika und Australien soll das SKA das größte Radioteleskop der Welt werden.

1) Physik Journal, Oktober 2019, S. 7 und Aug./Sept. 2018, S. 6; vgl. auch Physik Journal, Juli 2017, S. 6



Das Radioteleskop-Array MeerKAT wird bis 2022 weiter ausgebaut.

An dem Projekt sind mehrere Länder beteiligt, darunter neben Südafrika und Australien auch Kanada, China und Großbritannien. Deutschland war aus Kostengründen 2015 aus dem Projekt ausgestiegen. Nach diversen Verhandlungen, bei denen es unter anderem darum ging, ob Deutschland als assoziiertes Mitglied wieder hinzukommt, ist im letzten Jahr die

Max-Planck-Gesellschaft als Mitglied in die SKA-Organisation eingetreten.

Neben dem Ausbau der Radioteleskope gilt es, die nötige Dateninfrastruktur zu schaffen, denn SKA wird riesige Datenmengen produzieren. Erwartet wird, dass das Projekt täglich Daten in der Größenordnung von Exabyte (1000 Petabyte) produziert.

Anja Hauck

## Störende Konstellationen

Eine Studie der Europäischen Südsternwarte ESO bewertet den Einfluss von Satellitenkonstellationen auf astronomische Beobachtungen.

Konstellationen aus vielen, bis zu mehreren Tausend Kleinsatelliten versprechen Breitbandverbindungen auch in unzugänglichere Regionen der Erde. Doch dieser verheißungsvolle Fortschritt für die globale Kommunikation hat auch seine Kehrseite. Selbst wenn die Kleinsatelliten, die von Firmen wie SpaceX, Amazon oder OneWeb ins All gebracht werden, für das bloße Auge größtenteils unsichtbar sind, gefährden sie astronomische Beobachtungen. Die Frage ist nur, wie stark und was sich dagegen unternehmen lassen könnte?

Das untersucht eine wissenschaftliche Studie, welche die ESO in Auftrag gegeben hat. Diese konzentriert sich auf Beobachtungen mit ESO-Teleskopen im sichtbaren und infraroten Bereich, zieht aber auch



Die Bereiche des Himmels, in denen astronomische Beobachtungen am stärksten von Satellitenkonstellationen gestört werden, sind durch die blauen Linien begrenzt.

andere Observatorien in Betracht. Berücksichtigt werden insgesamt 18 repräsentative Satellitenkonstellationen, die zusammengenommen über

26 000 Satelliten umfassen sollen. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass große ESO-Teleskope wie das Very Large Telescope und das kommen-

de Extremely Large Telescope von den in der Entwicklung befindlichen Konstellationen „mäßig beeinflusst“ werden. Der Effekt ist bei Langzeitbelichtungen (von etwa 1000 Sekunden) stärker ausgeprägt. Kürzere Belichtungen wären weniger stark betroffen, wobei weniger als 0,5 Prozent der Beobachtungen dieser Art beeinträchtigt würden. Beobachtungen zu anderen Zeiten während der Nacht wären ebenfalls weniger gefährdet, da sich die Satelliten im Schatten der Erde befinden und daher nicht beleuchtet werden. Je nach wissenschaftlichem Kontext ließen sich Auswirkungen durch Änderungen der Betriebs-

zeiten der ESO-Teleskope abmildern, obwohl diese Änderungen mit Kosten verbunden sind. Aufseiten der Industrie wäre ein wirksamer Schritt zum Abschwächen der Effekte eine Verdunkelung der Satelliten. Gespräche der ESO und anderer astronomischer Vereinigungen mit den Betreibern der Satellitenkonstellationen haben Anfang Februar in konstruktiver Atmosphäre begonnen.

Am stärksten betroffen wären wohl die Durchmusterungen großer Himmelsfelder, insbesondere mit großen Teleskopen. Beispielsweise wären etwa 30 bis 50 Prozent der Aufnahmen mit dem Vera-C.-Rubin-Observato-

rium der US National Science Foundation „stark beeinträchtigt“, je nach Jahreszeit, Nachtzeit und den vereinfachten Annahmen der Studie. Andere Betriebszeiten, die bei den Teleskopen der ESO möglich sind, würden bei diesem Observatorium nicht funktionieren; daher werden andere Strategien aktiv erforscht.

Die Satellitenkonstellationen werden sich auch auf Radio-, Millimeter- und Submillimeter-Observatorien auswirken, darunter das Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ALMA). Dafür sind weitere Studien erforderlich.

Alexander Pawlak

## USA

### Allianz der Daten

Fünf große Forschungseinrichtungen des Department of Energy (DOE), die Nutzern hochenergetische Synchrotron- bzw. kohärente Röntgenstrahlung bereitstellen, schließen sich bei der Datenauswertung zusammen.<sup>1)</sup> Hintergrund sind rasch wachsende Datenströme: 2028 wird an den fünf Laboren zusammen ein jährliches Datenvolumen von mehr als einem Exabyte ( $10^{18}$  Byte) erwartet. Bei den Einrichtungen handelt es sich um die National Synchrotron Light Source II (NSLS-II) am Brookhaven National Lab, die Advanced Light Source (ALS) am Lawrence Berkeley National Lab, die Advanced Photon Source (APS) am Argonne National Lab, die Stanford Synchrotron Radiation Lightsource am SLAC National Accelerator Lab und die Linac Coherent Light Source.

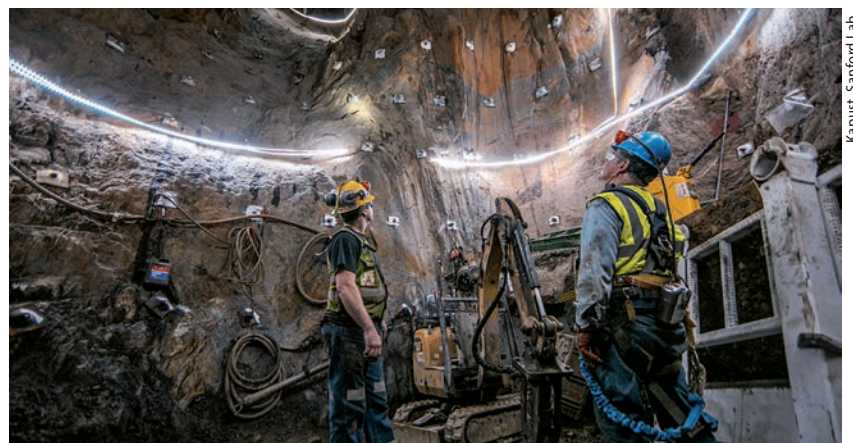
In einem auf zwei Jahre angelegten und vom DOE unterstützten Pilotprojekt, der „Data Solution Task Force“, entwickeln Experten der fünf Forschungseinrichtungen eine Software-Cyberinfrastruktur sowie Algorithmen für die Echtzeit-Datenanalyse einschließlich Strategien für die Datenspeicherung und -archivierung. Zusätzlich soll es die künftige gemeinsame Datenstruktur erstmals erlauben, Daten aus unterschiedlichen

Strahllinien an mehreren Standorten zu kombinieren. Dabei will die Projektgruppe auf bestehenden Lösungen aufbauen, etwa dem Open-Source-Code „Bluesky“ von der NSLS-II oder Xi-CAM, das an der ALS zusammen mit dem Center for Advanced Mathematics for Energy Research Applications entwickelt wurde. Erste Schritte stellen Testexperimente an der NSLS-II dar sowie das Installieren der Applikationen Bluesky und X-CAM an der APS. Am Ende der zweijährigen Projektphase soll eine einheitliche End-to-End-Softwarelösung bereit stehen, die an allen Beamlines der beteiligten Anlagen läuft. Die erzeugten Daten lassen sich dann in einer kompatiblen skalierbaren Datenstruktur ablegen und in der Folge direkt an den für die

nächsten Jahre geplanten Exascale-Rechnern des DOE verarbeiten.

### Durchgeplanter Detektor

Die internationale DUNE-Kollaboration, die am Fermilab eines der weltweit größten Neutrinoexperimente aufbaut, hat am 11. Februar den Technical Design Report für den sogenannten Neutrinodetektor publiziert. DUNE – das Deep Underground Neutrino Experiment – wird nach der für 2027 geplanten Inbetriebnahme aus drei Komponenten bestehen: Dem Teilchenbeschleuniger PIP-II<sup>2)</sup> als Neutrinoquelle am Fermilab in Batavia (Illinois), einem Nahdetektor in



Erdarbeiten in South Dakota für den DUNE-Detektor

Kapust, Sanford Lab