

Big Data und Big Data Analytics. „Im Rahmen einer deutschen Beteiligung an SKA könnten wir uns engagieren, effiziente Lösungen zu finden, um die für die Astronomie relevanten Daten herauszufischen“, sagt Mannheim. Dabei seien sowohl nachhaltige, energiesparende Informationstechnologien als auch Algorithmen aus der Erforschung von Künstlicher Intelligenz wie Machine- oder Deep-Learning von großer Bedeutung. Die Kosten für zukünftige Ausbauphasen von SKA würden dann wesentlich unter den Kosten bleiben, die man vom heutigen Stand der Technologie aus extrapoliert. Dies würde die Vision von SKA als „Weltmaschine“ für die Radioastronomie ermöglichen.

Wie sich die neue Ausgangslage für eine deutsche Beteiligung an



SKA-Organisation

Künstlerische Darstellung des Antennenfeldes des Square Kilometre Arrays am Standort in Südafrika

SKA auswirkt, müssen die kommenden Verhandlungen mit dem BMBF zeigen. Ein deutsches Engagement bei SKA könnte auch wichtige Impulse über die Astronomie hinaus geben. Das Thema Big Data entwickelt sich rasant zu einer zentralen Querschnittsaufgabe von Gesellschaft und Industrie und

benötigt dringend wirksame Beiträge aus der Grundlagenforschung durch einen koordinierten Einsatz der Förderinstrumente.<sup>2)</sup> Mit diesem Themenbereich beschäftigt sich die Konferenz „Big Data made in Germany“ am 29. und 30. Juni in Berlin.

Alexander Pawlak

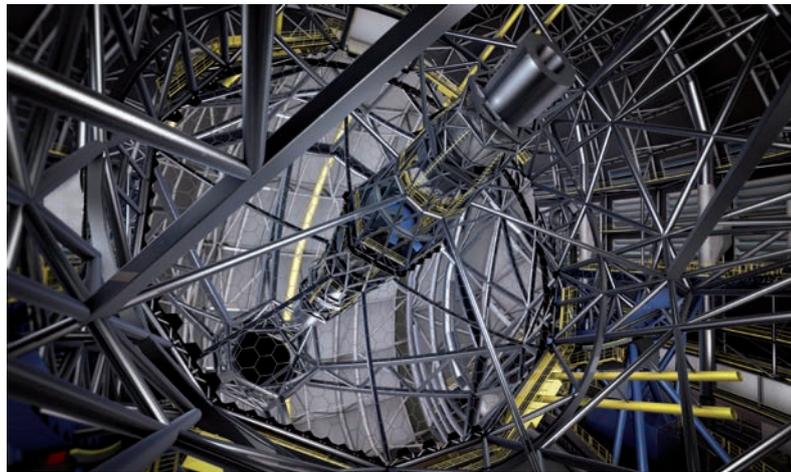
2) vgl. Physik Journal, März 2017, S. 3

## Extrem viel gemeistert

Beim Bau des Extremely Large Telescope der ESO in Chile gibt es große Fortschritte.

Während viele wissenschaftliche Großprojekte nur langsam vorankommen, häufen sich beim Bau des Extremely Large Telescope (ELT) der Europäischen Südsternwarte (ESO) in der chilenischen Atacama-Wüste derzeit die Erfolgsmeldungen. So wurde kürzlich der Grundstein für den Kuppelbau gelegt, der das weltweit größte Teleskop für sichtbares und nahinfrarotes Licht beherbergen soll.<sup>#)</sup> Zudem wurde der Rohling für den Sekundärspiegel bei der Mainzer Firma SCHOTT gegossen, der vierte Spiegel (M4) befindet sich bereits beim französischen Spezialisten Safran Reosc in der Endfertigung. Ende Mai unterzeichneten beide Firmen den Vertrag mit der ESO zum Bau der Spiegelsegmente, aus denen sich der Hauptspiegel des ELT zusammensetzt.

Die Präsidentin der Republik Chile, Michelle Bachelet Jeria, nahm an der Grundsteinlegung teil. „Der Beginn dieser Bauarbeiten demonstriert das gewaltige Potenzial internationaler Zusammenarbeit“, betonte sie in ihrer Rede. Tim de Zeeuw, Generaldirektor der ESO,



ESO / L. Calçada / M. Kormmesser

Eine komplizierte Stützstruktur trägt, wie in dieser künstlerischen Darstellung, den segmentierten Hauptspiegel des ELT mit 39 Metern Durchmesser.

bedankte sich bei ihr für den Schutz der beispiellosen Qualität des chilenischen Nachthimmels und die kontinuierliche Unterstützung: Die Regierung hat das ELT-Gelände gestiftet und stellt den ungestörten Betrieb sicher. Chile ist weltweit ein führender astronomischer Standort: Bereits heute ist dort mit dem Very Large Telescope (VLT) das leistungsfähigste Observatorium für sichtbares Licht in Betrieb. Daneben gibt es in der extrem trockenen

Küstenwüste mit VISTA und VST Teleskope für Himmelsdurchmusterungen sowie mit ALMA und APEX zwei Radioteleskope.

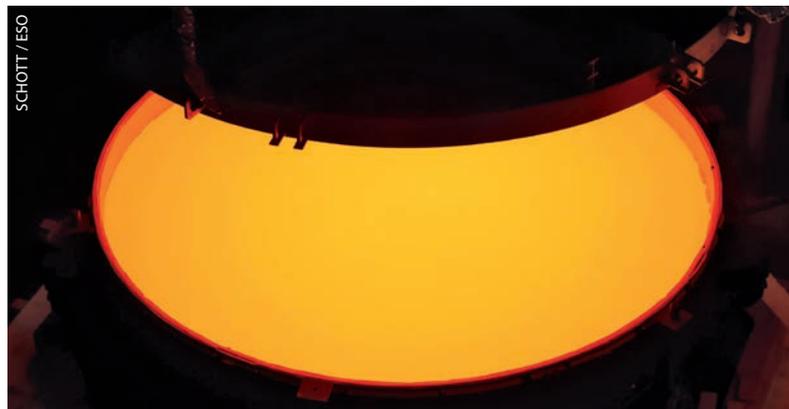
Das ELT sprengt alle bisherigen Maßstäbe der erdgebundenen Astronomie. Sein optisches System aus fünf Spiegeln erlaubt es, das Licht aus dem Hauptspiegel sehr effizient zu sammeln. Der Hauptspiegel mit seinen 39 m Durchmesser setzt sich aus 798 sechseckigen Segmenten zusammen, die jeweils

#) Physik Journal, Juli 2016, S. 6

140 cm groß sind. Die Rohlinge dafür werden aus der Glaskeramik Zerodur® angefertigt, einem Material mit sehr geringer thermischer Ausdehnung, das sich mit höchster Genauigkeit polieren lässt. Um die angestrebte Bildqualität des ELT zu garantieren, dürfen die fertigen Segmente nicht mehr als 10 nm von der Idealform abweichen.

Die reflektierende Schicht wird erst kurz vor Inbetriebnahme des Teleskops aufgedampft – ein Verfahren, das sich schon beim VLT bewährt hat. Um Wartungszeiten möglichst kurz zu halten, gibt es 133 Ersatzsegmente, die in einem speziellen Rotationsverfahren regelmäßig „verbrauchte“ Segmente ersetzen können. Im Betrieb vermessen später präzise Kantenfühler permanent die Lage der einzelnen Segmente im Haltesystem zueinander, sodass das ELT zu einem perfekt abbildenden System wird.

Auch der Sekundärspiegel (M2) ist mit seinen 4,20 m Durchmesser und einem Gewicht von 3,5 t größer als die Hauptspiegel vieler



Beim Öffnen der Gussform ist der Rohling für den Sekundärspiegel des ELT noch glühend heiß – die Vorbereitung auf das Schleifen und Polieren dauert ein Jahr lang.

heutiger wissenschaftlicher Teleskope. Der nun fertige Rohling wird in einem langsamen Prozess aus Abkühlung, maschineller Bearbeitung und Wärmebehandlung innerhalb eines Jahres auf das Schleifen und Polieren vorbereitet. Seine starke Krümmung und die asphärische Form gepaart mit einer Oberflächengenauigkeit von 15 nm stellen eine große Herausforderung dar. Im Betrieb hängt er über Kopf oberhalb des Hauptspiegels und

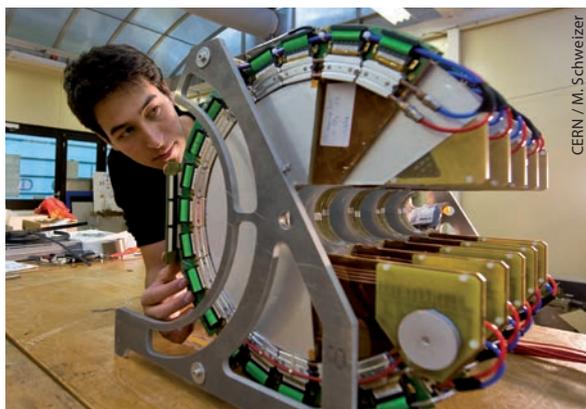
leitet das Licht weiter zum Tertiärspiegel.

Sein „erstes Licht“ soll das ELT 2024 einfangen. Danach wird es nach Spuren von Leben auf erdähnlichen Exoplaneten suchen und dabei helfen, die Natur der Dunklen Materie und der Dunklen Energie zu verstehen. Dabei soll das ELT zu zahlreichen wissenschaftlichen Durchbrüchen und Überraschungen führen.

Kerstin Sonnabend / ESO

## ■ Erfolgreich in die Saison gestartet

Am LHC kollidieren nach einer verlängerten Wartungsphase wieder Protonen.



zunächst nur wenige Protonenbündel in dem etwa 27 Kilometer langen Ringtunnel beschleunigt. Nun wird kontinuierlich die Anzahl der Pakete erhöht und die Größe des Strahls reduziert, bis mehr als  $10^9$  Kollisionen pro Sekunde an den Interaktionspunkten erreicht sind.

Ziel ist es, wie im Vorjahr insgesamt etwa  $6,5 \cdot 10^{15}$  Kollisionen zu erzielen und eine integrierte Luminosität von etwa 40 inversen Femtobarn zu erreichen. Im dritten Betriebsjahr mit der Rekordenergie von 13 TeV könnten die LHC-Experimente damit ihre Statistik verdoppeln und Unsicherheiten reduzieren. Das ist insbesondere für die ATLAS- und die CMS-Kollaborationen wichtig, wenn es um die Zerfallsmode und Eigenschaften des Higgs-Bosons geht, weil diese auch Hinweise auf Physik jenseits des Standardmodells enthalten

könnten. Daneben sind Präzisionsuntersuchungen zum Top-Quark, dem schwersten aller Elementarteilchen, geplant.

Während die LHCb-Kollaboration Daten nimmt, um zu verstehen, wie es im frühen Universum zu einem Ungleichgewicht zwischen Materie und Antimaterie kommen konnte, ist für die Mitglieder der ALICE-Kollaboration vor allem die Analyse der Daten aus 2016 wichtig: Das ALICE-Experiment ist für die Kollision von Bleikernen optimiert, die in diesem Jahr nicht vorgesehen ist. Dafür erhalten 2017 die beiden kleineren Experimente TOTEM und ATLAS/ALFA für einige Tage Strahlzeit, um die Größe des Protons mit bisher unerreichter Genauigkeit zu messen bzw. die absolute Luminosität am ATLAS-Experiment zu bestimmen.

Kerstin Sonnabend

Zu den kleinen Experimenten am LHC gehört TOTEM, das den Kollisionspunkt des CMS-Experiments nutzt und unter anderem aus GEM-Detektoren besteht, die Teilchenspuren auch in der Nähe des Strahls bestimmen können.

Seit Ende Mai kreisen am Large Hadron Collider des CERN wieder Protonen und kollidieren an den Interaktionspunkten der großen Experimente. Nach einer verlängerten Wartungsphase wurden