

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.



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

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