Das Very Large Telescope (VLT) der ESO

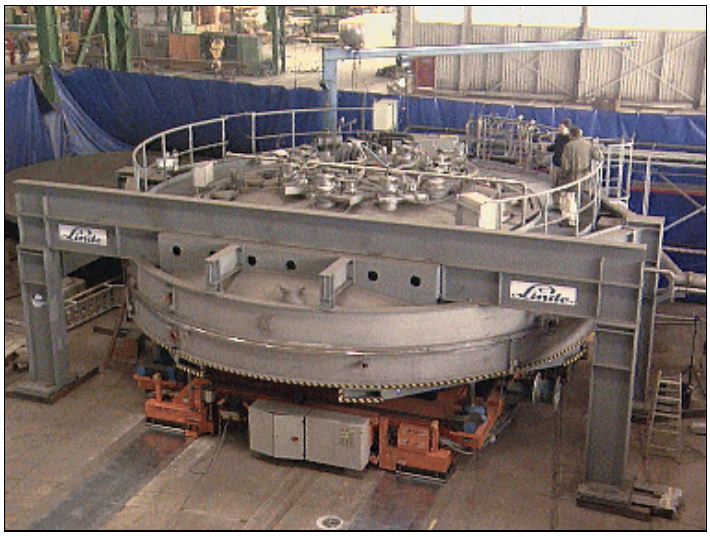
Das VLT ist derzeit eines der ehrgeizigsten Projekte der ESO (Europäische Südsternwarten) und gehört auch zu den weltweit größten optischen Beobachtungs-Instrumenten. Wir von der Redaktion WELTRAUMFACTS haben auch den Bau ständig mitverfolgt und Ihnen darüber berichtet. Ein derartiges Projekt ist natürlich nicht in ein oder zwei Jahren abgeschlossen, sondert dauert von der ersten Idee bis zur endgültigen Inbetriebnahme viele Jahre. Es gibt auch noch eine Reihe ähnlicher Großprojekte in der Astronomie, die entweder geplant, in Bau oder sogar schon in Betrieb sind. In diesem Bericht möchten wir Sie nun über dieses europäische Projekt detailliert informieren, mit Schwerpunkt auf die Ereignisse und Erfolge des vergangenen Jahres seit dem „First Light“ der ersten Teleskopeinheit im Mai 1998 sowie auf die weitere Planung.

„First Light“, Baugeschichte

Am 25.Mai 1998 war es endlich soweit. Mehr als 10 Jahre waren seit dem Entschluß der ESO zu dem Projekt „Very Large Telescope“ vergangen, als erstmals Sternenlicht durch den Strahlengang des ersten der vier 8,2m-Telekope auf dem Berg Paranal in der chilenischen Atacama-Wüste geführt wurde. Die Ergebnisse zeigen, daß die Qualität und die Leistungsfähigkeit des Teleskopes die hochgesteckten Erwartungen noch übertreffen.

Die Hauptspiegelträger für das größte und leistungsfähigste optische Teleskopsystem der Welt kommen von Schott Glas in Mainz, wo zur Fertigung ein komplett neues Werk entstand, dessen Anlagen zur Produktion und Qualitätskontrolle für Werkstücke mit einem Durchmesser von 8,6m ausgelegt wurden. Dort entstanden alle vier Spiegelträger im Rohzustand aus der Glaskeramik Zerodur. Der Prozeß vom flüssigen Glas mit einer Temperatur von 1.400°C und einem Gewicht von 45 Tonnen bis zu dem für den Poliervorgang vorbereiteten Spiegelträger mit einem auf 23,5 Tonnen reduzierten Gewicht dauerte fast zwei Jahre. Vorwiegend auf dem Wasserweg gelangten die riesigen Werkstücke zur Optikfirma REOSC nahe bei Paris, wo sie auf Toleranzen von 0,05 Tausendstel Millimeter poliert wurden. Dann ging der erste Spiegelträger auf die Reise nach Chile.

Verglichen mit den gewaltigen Ausmaßen des Hauptspiegels nimmt sich der elliptische Tertiärspiegel mit seiner großen Hauptachse von 1,25m eher bescheiden aus. Und doch kommen ohne ihn die exzellenten, überaus scharfen Bilder aus dem Universum nicht zustande. Der ebenfalls aus dem äußerst temperaturstabilen Zerodur gefertigte Spiegel wurde bei Carl Zeiss nach einer neuen Hinterfräsungstechnologie hergestellt. Um das Gewicht des Spiegels zu reduzieren, wurden kreisförmige Löcher in die Unterseite eingefräst, anschließend die Oberfläche nach den strengen Normen der ESO bearbeitet.



Der erste Spiegelträger bei seiner Beschichtung. Foto: ESO.

Bis zum Jahr 2001 sollen die drei weiteren VLT-Teleskope in Betrieb sein. Dann können die Teleskopeinheiten entweder jede für sich allein beobachten oder gemeinsam auf ein Objekt gerichtet werden. Je nachdem, wieviele der optischen Instrumente und Zusatzausrüstungen zusammengeschaltet werden, kann die Leistung eines Fernrohres mit einem scheinbaren Durchmesser von 200m erreicht werden. Die Qualität der Optik, die Stabilität der Mechanik, die komplizierte Elektronik und nicht zuletzt die Wahl des Standortes mit

Die ESO:
(Europäische Südsternwarte):

Die ESO, eine zwischenstaatliche europäische Organisation wurde 1962 mit dem Ziel gegründet, ein astronomisches Observatorium in der südlichen Hemisphäre zu errichten und zu betreiben. Die Mitgliedsstaaten sind Belgien, Deutschland, Dänemark, Frankreich, Italien, die Niederlande, Schweden und die Schweiz.

Das Observatorium befindet sich in Chile auf dem 2.400m hohen Berg La Silla, etwa 600km nördlich von Santiago. Vierzehn optische Teleskope mit Spiegeldurchmesser bis zu 3,60m sowie ein 15m-Submillimeter-Radioteleskop sind hier zur Zeit in Betrieb.

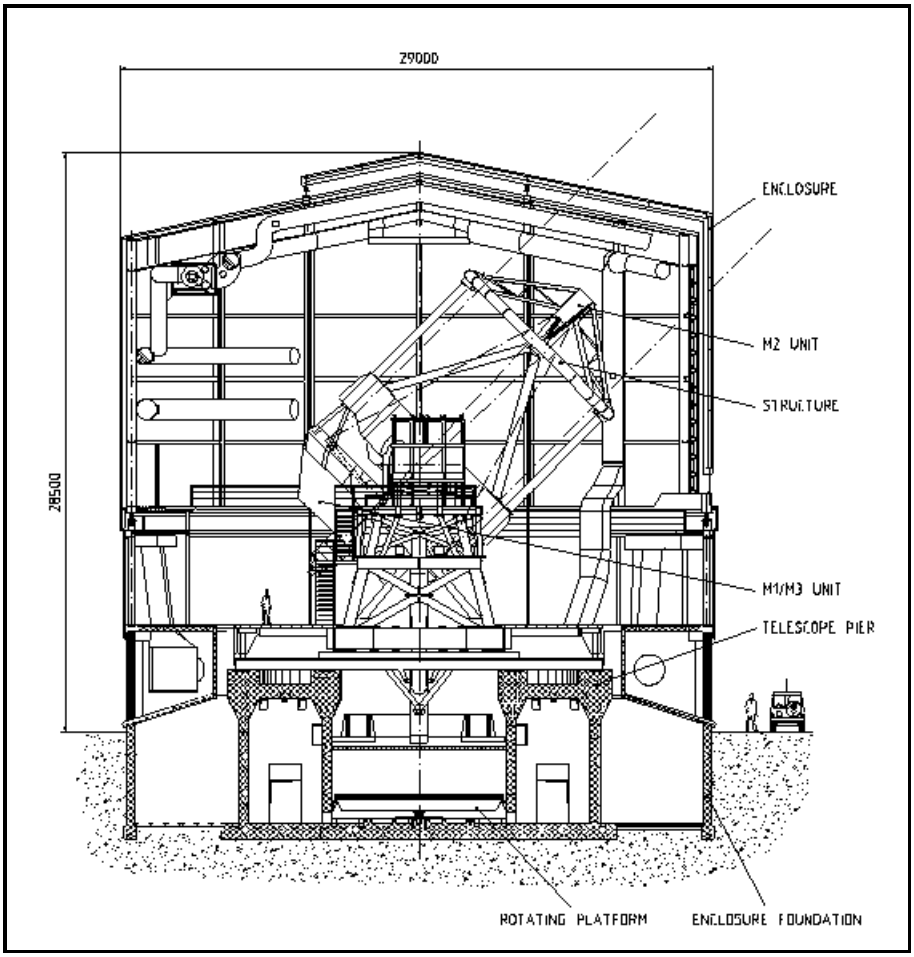
Natürlich forschen manche Wissenschaftler auch vor Ort, im Normalfall werden die Teleskope aber von einer Technikercrew betrieben, während die Wissenschaftler die Beobachtungsergebnisse per Datenleitung überspielt bekommen.

Der Hauptsitz der ESO mit seinen wissenschaftlichen und technischen Abteilungen befindet sich in Garching bei München.

350 klaren Nächten im Jahr, nahezu niederschlagsfrei und daher ohne Turbulenzen machen das VLT zum Flaggschiff der europäischen Astronomie bis weit in das 21.Jahrhundert hinein. Im Wellenlängenbereich von Ultraviolett bis zum mittleren Infrarot können sehr lichtschwache bzw. so weit entfernte Himmelsobjekte erforscht werden wie nie zuvor.

Nach dem „First Light“:

Im Juli gab die ESO bekannt, daß die belgische Firma AMOS (Liege, Belgien) mit der Lieferung der **Hilfsteleskope (AT = Auxiliary Telescopes)** des VLTI (Very Large Telescope Interferometer) beauftragt wurde. Zusammen mit den vier großen 8,2m-Hauptteleskopen sollen die (vorerst zwei) Hilfsteleskope von 1,8m Durchmesser die volle Nutzung der geplanten Grundlinie von 202m im Interferometer-Modus erlauben. Dabei soll durch die Zusammenschaltung einiger oder aller Fernrohre am Cerro Paranal eine höhere Auflösung als mit einem Einzelgerät erzielt werden. Im Extremfall wird ein 200m-Teleskop simuliert und damit eine wesentlich verbesserte Winkelauflösung erreicht. AMOS lieferte bereits andere Präzissionsteile für das VLT, wie etwa das „Seeing Monitor Telescope (DIMM)“, das kontinuierlich die Sichtverhältnisse überwacht.



Seitenansicht einer Hauptteleskop-Einheit. Grafik: ESO.

ESO Imaging Survey (EIS): Als Vorbereitung auf den wissenschaftlichen Einsatz des VLT sind aber nicht nur technische Maßnahmen notwendig: Damit derartige Riesenteleskope effizient genutzt werden können (Beobachtungszeit ist teuer und die Wartezeiten für Wissenschaftler sehr lange), muß jede Beobachtung sehr genau geplant werden. Dazu dienen umfangreiche Listen von passenden Zielobjekten, die mittels spezieller Beobachtungsprojekte auf Weitwinkel-Teleskopen gewonnen werden. Derartige Beobachtungen im Rahmen des obengenannten Programmes wurden mit dem 3,5m-NTT (New Technology Telescope) der ESO in der Zeit von Juli 1997 bis März 1998 in 36 Beobachtungsnächten durchgeführt. Auf den gewonnen Aufnahmen wurden etwa 1 Million Galaxien und ungefähr 250 weit entfernte Galaxienhaufen identifiziert, mit geschätzten Rotverschiebungen von z=0,2 bis 1,3 (Entfernung 3-7 Mrd. Lichtjahre). Damit ist dies die bisher größte verfügbare Sammlung von weit entfernten Galaxienhaufen.

Die Einhausung der 2.Teleskopeinheit (UT2) in Bau. Foto: ESO.

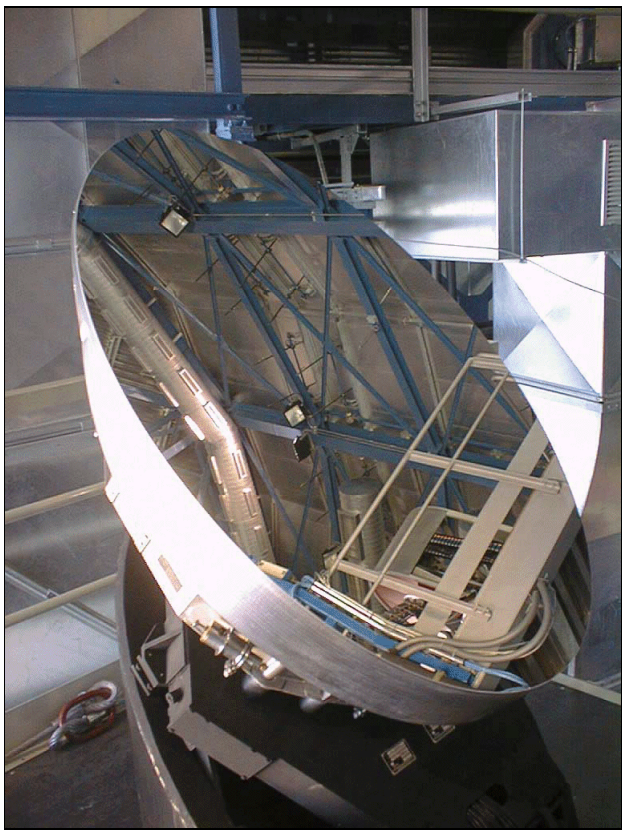
Während der **Kommissionierungsphase** („Commissioning Phase“) der ersten Teleskopeinheit (UT1) wurde die VLT Test Kamera am Gerät montiert. Damit war es möglich, neben den zahlreichen Testläufen und Untersuchungen auch von Zeit zu Zeit wissenschaftliche Beobachtungen durchzuführen. Das ESO-Team wählte dazu Aufnahmen aus dem Bereich des „Hubble Deep Field South“ (HDF-S) aus. Dies ist ein Gebiet am Südhimmel im Sternbild Tucana, in dem nur schwache Objekte

zu sehen sind. Diese Wahl bot sich nahezu von selber an, da dieses Gebiet auch von vielen anderen bodengebundenen Geräten intensiv untersucht wird und damit ein leichter Vergleich der tatsächlichen Leistungsfähigkeit möglich wird. Zusätzlich ist die Untersuchung dieses Gebietes mit seinen zahlreichen schwachen und weit entfernten Objekten von hohem wissenschaftlichen Wert für kosmologische Studien. Später sollen derartige Objekte zu den Hauptzielen des VLT werden. Im Juli 1998 wurden auch die Kometen Wild 2 und Wirtanen aufgenommen, die als Ziele von Raumsonden geplant sind.

Die **wissenschaftliche Verifikation** (Science Verfication = SV) der ersten VLT-Teleskopeinheit UT1 begann am 17.August 1998 als zweiter Teil der Kommissionierungsphase. Nun sollte die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit anhand von realen Forschungsaufgaben getestet werden. Dazu wurde die VLT Testkamera (TC) benutzt. In der Nacht arbeitete das SV-Team in Paranal, während die Daten am Tag in Garching analysiert wurden, um das Programm für die nächste Nacht zu optimieren. Das Programm beinhaltete nahezu 100 Beobachtungsstunden, in denen alle möglichen astronomischen Objekte untersucht wurden, von weit entfernten Galaxien und Quasaren zu Pulsaren, Sternhaufen und Objekten unseres eigenen Sonnensystems. Das SV-Programm endete am 1.September 1998. Zahlreiche ab Oktober 1998 veröffentlichte Aufnahmen beweisen die überragenden Leistungen von UT1 auf eindrucksvolle Weise, obwohl die Wetterverhältnisse während dieses Programmes unterdurchschnittlich waren.

Straßentransport der Spiegelzelle von UT2. Foto: ESO.

Kurz vor Beginn der wissenschaftlichen Verifikation wurde der Hauptspiegel kurzzeitig entfernt, um den **M3-Turm mit dem Tertiärspiegel** einzubauen. Dieser flache und elliptische Spiegel ist am M3-Turm befestigt, der sich wiederrum im Zentrum der M1-Hauptspiegelzelle befindet. Der M3-Turm kann um seine Achse rotieren und das Licht, das vom M2-Spiegel (Sekundärspiegel) kommt, in eine der Nasmyth-Plattformen reflektieren. Der M3-Spiegel kann aber auch aus dem Strahlengang geschwenkt werden, wenn mit einem Instrument am Cassegrain-Fokus gearbeitet wird. Dies war während der Verifikationsphase der Fall, als die VLT- Testkamera dort montiert war.


Der Tertiärspiegel M3. Foto: ESO.

Das erste Instrument **FORS1 (Focal Reducer/Low Dispersion Spectrograph)** wurde am 4.Juli 1998 nach Santiago de Chile gesandt und kam nach dem Seetransport und einem Zwei-Tages-Trip am 10.Juli am Cerro Paranal an. Anschließend wurde es zusammengebaut und umfangreichen Tests unterzogen, bevor es am 10.Sept. 1998 am UT1 montiert wurde und am 15.September sein „First Light“ sah. Mit diesem Ereignis begann auch die dreiwöchige Kommissionierungsphase. Praktisch von Beginn an lieferte es exzellente astronomische Aufnahmen und nahm schon in dieser ersten Phase, die vor allem der technischen Optimierung diente, das Spektrum einer 25mag-Galaxie auf.

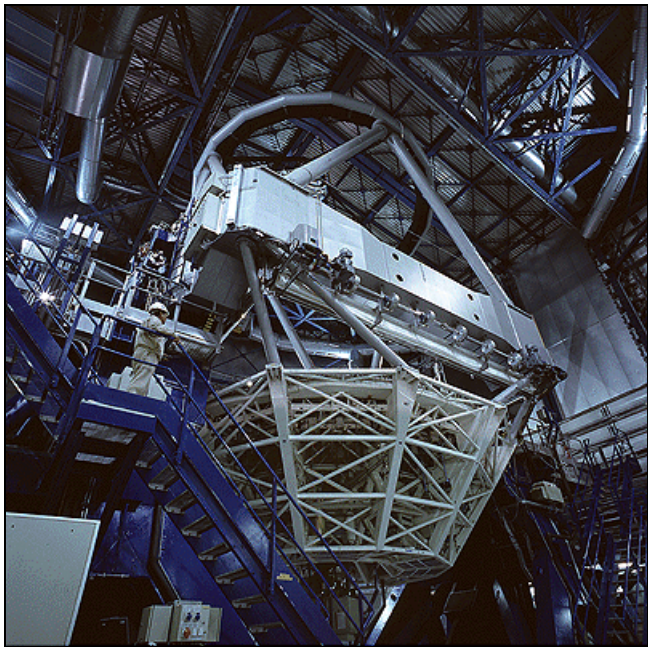
Nachdem die VLT-Testkamera (TC) vom Cassegrain-Fokus des UT1 entfernt worden war, um Platz für FORS1 zu machen, wurde sie in der zweiten Oktoberhälfte 1998 im **Nasmyth-Fokus A** montiert. Damit konnte dieser Fokus getestet werden, um die Installation von ISAAC vorzubereiten. Dabei wurde unter anderem eine der besten Jupiteraufnahmen mit einem erdgebundenen Teleskop gewonnen.

Das zweite Hauptinstrument **ISAAC (VLT Infrared Spectrometer And Array Camera)** kam am 5.Juni 1998 in Chile an. Nach 12 Tagen der Integration und Tests war das Instrument fertig zum Evakuieren des Vakuumbehälters und Kühlen des geschlossenen Kühlkreislaufes mit

flüssigem Stickstoff auf Tieftemperaturen. Abschlußtests und Kalibrierung wurde im Oktober 1998 durchgeführt, danach wurde es am 14.November am Nasmyth-Fokus der ersten VLT-Teleskopeinheit UT1 montiert. In der Nacht von 16. auf 17.November 1998 sah es sein technisches „First Light“. Die Kommissionierungsphase samt wissenschaftlicher Verifikation fand während eines dreiwöchigen Zeitraumes im Februar 1999 statt.

Der Zusammenbau des dritten Instrumentes **UVES (UV-Visual Echelle Spectrograph)** begann im Juni 1998 in der ESO Integrations- und Testanlage in Garching bei München. Dieses Instrument ist für die zweite Teleskopeinheit UT2 geplant, die sich zu dieser Zeit in Fertigstellung befand. Installiert werden soll UVES im September 1999 am Teleskop, nach einigen Monaten der Verifikation soll das Instrument im Jänner 2000 an die Astronomen übergeben werden.

Der **zweite 8,2m-VLT-Spiegel samt Zelle** traf inzwischen im August 1998 am Cerro Paranal ein. Die Einhausung für diese zweite Teleskopeinheit UT2 samt mechanischen Teilen hatte mittlerweile Gestalt angenommen, um die optischen Komponenten aufzunehmen. Der Spiegel wurde dann verspiegelt und bis Dezember 1998 in die riesige M1-Zelle eingebaut. Das technische „First Light“ sah UT2, seinem Zeitplan voraus, am 1.März 1999, als eine Aufnahme eines hellen Sternes gewonnen wurde. Dabei konnte der gute optische Zustand dieses Teleskopes bewiesen werden, der nach weiteren optischen und mechanischen Anpassungsarbeiten zu den ersten astronomischen Aufnahmen führte. Diese wurden im Zeitraum Ende März/Anfang April 1999 mit der VLT Testkamera (TC) gewonnen, wie schon ein Jahr vorher bei UT1. Vorteilhaft dabei waren die Erfahrungen, die mit dieser ersten Teleskopeinheit gewonnen werden konnten.



Weitwinkelfoto der zweiten 8,2m-Teleskopeinheit KUEYEN vom 10.März 1999 mit dem mächtigen Hauptspiegel samt Zelle an der Unterseite der Teleskopstruktur. Die Testkamera ist am Cassegrain-Fokus im Inneren der Hauptspiegelzelle angebracht. Foto: ESO.

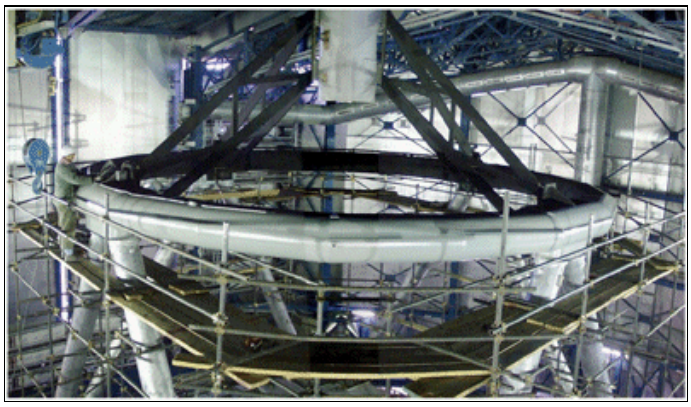
Einweihungs-Zeremonie:

In Zusammenhang mit den Feierlichkeiten zur Inbetriebnahme des VLT fand von 1. bis 4.März 1999 ein wissenschaftliches Symposium in Antofagasta in Chile, ca. 120km nördlich des VLT-Standortes, statt. ESO präsentierte dabei die ersten wissenschaftlichen Ergebnisse, die während der verschiedenen Testphasen des VLT gewonnen wurden. Etwa 250 Wissenschaftler diskutierten die neuen Forschungsmöglichkeiten mit dem VLT. Anschließend fand am 5.März 1999 die offizielle Einweihungszeremonie am Cerro Paranal statt. Bei diesem Festakt waren der Präsident der Republik Chile, Don Eduardo Frei Ruiz-Tagle, mit Ministern seines Kabinetts, die Botschafter der ESO-Mitgliedsstaaten und viele andere honorige Gäste anwesend. An der Spitze der ESO-Delegation stand der Präsident des ESO-Rates, Hernir Grage, und der ESO-Generaldirektor, Prof. Riccardo Giacconi, neben vielen anderen Repräsentanten und Mitarbeitern von ESO. Auch zahlreiche Journalisten berichteten aus Chile, teilweise sogar live.

Im Rahmen der Feierlichkeiten wurden auch **die vier Teleskopeinheiten mit Namen aus der Mapuche-Sprache getauft.** Dieser Eingeborenenstamm lebt hauptsächlich in der Region südlich von Santiago de Chile. Die Teleskope heißen ab nun ANTU (UT1, die Sonne), KUEYEN (UT2, der Mond), MELIPAL (UT3, das Kreuz des Südens) und YEPUN (UT4, Sirus). In diesem Zusammenhang wurde auch ein Story-Wettbewerb in Chile veranstaltet. Die 17-jährige Gewinnerin Jorssy Albanez Castilla aus Chuquicamata (nahe der Stadt Calama) erhielt dafür bei der Zeremonie ein Amateurteleskop überreicht.

Mit Stichtag 1.April wurde dann die erste Teleskopeinheit ANTU der wissenschaftlichen Gemeinde übergeben, die erste Beobachtungssaison dauert dann bis September 1999. Von den 270 im Vorjahr eingereichten Vorschlägen für Forschungsprogramme werden voraussichtlich etwas mehr als 100 durchgeführt werden können.

EF, Quellen: ESO-Pressemitteilungen und Homepage, Zeiss-Presseinfos.



Die 4.Teleskopeinheit (UT4, YEPTUN) in Bau. Foto: ESO.