



Durchbruch für das Large Binocular Telescope Das LBT liefert schärfere Bilder als Hubble

Dank einer neuen Generation der Adaptiven Optik am Large Binocular Telescope (LBT) auf dem Mount Graham in Arizona verfügen Astronomen nun über eine bisher unerreichte Bildqualität im Nah-Infrarot, die sogar diejenige des Hubble-Weltraumteleskops übertrifft. Auch deutsche Institutionen sind am LBT maßgeblich beteiligt.

Das LBT ist mit seinen beiden Spiegeln von 8,4 Metern Durchmesser das größte optische Einzelteleskop der Welt. Es ist ein Projekt amerikanischer, italienischer und deutscher Institutionen, die gemeinsam für den Bau und Betrieb sowie die Entwicklung hochpräziser Messinstrumente verantwortlich sind. Deutschland ist mit 25 Prozent durch die LBT-Beteiligungsgesellschaft vertreten, der die Max Planck Gesellschaft (MPG), das Astrophysikalische Institut Potsdam (AIP), und die Universität Heidelberg angehören. Die MPG ist vertreten durch das MPI für Astronomie in Heidelberg, das MPI für Extraterrestrische Physik in Garching und das MPI für Radioastronomie in Bonn. Auch andere Universitäten wie z.B. in Bochum liefern wichtige Beiträge zu diesem außergewöhnlichen Teleskop.

Für die jetzt in Betrieb genommene Adaptive Optik stammt das technische und elektromechanische Design aus Italien (von INAF, und hier insbesondere vom Arcetri Observatorium, sowie den Firmen Microgate und ADS International), während das Mirror Lab der Universität von Arizona für die optischen Elemente verantwortlich zeichnet. Ein einfacheres Vorläufersystem wurde zuvor am Multiple Mirror Telescope (MMT) auf dem Mt. Hopkins getestet. Die Infrarot-Testkamera des LBT, mit der die hier gezeigten Bilder gemacht werden konnten, wurde gemeinsam von INAF (Bologna) und dem Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg entwickelt. Darüber hinaus wurden Komponenten für die schnelle Korrektur der durch die Atmosphäre verursachten Störungen in die am Astrophysikalischen Institut Potsdam gebauten AGW-Einheiten installiert (AGW=Aquisition, Guiding and Wavefront Sensing).

Technischer Triumph nach 10 Jahren Entwicklung

Noch bis vor kurzer Zeit war die Bildschärfe erdgebundener Teleskope durch die Turbulenzen in der Erdatmosphäre massiv eingeschränkt. Solche Störungen, die u.a. auch für das Funkeln der Sterne verantwortlich sind, verschmieren die Bilder von Sternen und Galaxien erheblich, wodurch das Weltraumteleskop Hubble sogar einem Riesenteleskop auf der Erde normalerweise deutlich überlegen ist.

Dank der Fortschritte in der Adaptiven Optik (AO), einer Technik zur Korrektur der atmosphärischen Störungen, wurde die Bildschärfe erdgebundener Teleskope in den letzten Jahren stetig verbessert. Durch ein neues innovatives System erreicht dieses Konzept nun am LBT eine niemals zuvor erreichte Qualität.

Bereits in ersten Tests des First Light Adaptive Optics (FLAO) genannten Systems im Mai durch das INAF-Team übertraf das LBT alle anderen vergleichbaren Systeme dieser Art und erreichte eine Bildschärfe, die jene des Hubble Weltraumteleskops um einen Faktor Drei übertrifft. Dabei wurde sogar nur einer der beiden 8,4m Spiegel des LBT eingesetzt. Wenn

das System schließlich an beiden großen Spiegeln läuft und perfekt kombiniert wird, erwartet man eine Bildschärfe, die jene von Hubble um einen Faktor 10 übertrifft.

„Dies ist eine unglaublich aufregende Zeit, denn mit dem AO-System erreichen wir unser Ziel, dass LBT zum leistungsstärksten optischen Teleskop der Welt zu machen“, sagt Richard Green, der Direktor des LBT. „Die erfolgreichen Ergebnisse zeigen, welches Potential in den nächsten Jahren im LBT steckt und dass die nächste Generation der Astronomie gekommen ist.“

„Es ist wunderbar zu sehen, dass die Vorbereitungsarbeit erfolgreich war und das Teleskop nun Bilder liefert, die drei mal schärfer sind als die des Hubble Space Teleskops“ freut sich Jesper Storm, der am Astrophysikalischen Institut Potsdam (AIP) die AGW-Steuerungseinheiten für das LBT entwickelt hat. Ohne die AGW-Einheiten wären die präzisen Bildkorrekturen durch die Adaptive Optik nicht möglich. Denn sie halten die beiden riesigen Hauptspiegel beim Ausrichten des Teleskops in Form. Das AIP hat insgesamt vier solcher Einheiten gebaut, eine davon ist bereits seit über zwei Jahren am Teleskop. Während dieser Zeit wurde sie benutzt um die Bildqualität zu optimieren und das Teleskop für die Installation des Adaptiven Optiksystems vorzubereiten.

Ein neuer Standard für die optische Astronomie

Ein Maß der Astronomen zur Beurteilung der Bildqualität eines optischen Systems ist das sogenannte Strehl-Verhältnis. Ein Wert von 100% steht für eine perfekte Abbildung, die nur noch durch das theoretische Auflösungsvermögen des Fernrohres beschränkt wird (diese hängt von der Größe des Hauptspiegels ab).

Werte unter 100% bedeuten, dass das Licht eines punktförmigen Sterns in einem Bild auf eine größere Fläche verteilt wird und das Bild deshalb unschärfer ist. Ohne Adaptive Optik erreicht man lediglich Werte um 1%, bisherige Systeme konnten bereits 30-50% im nah-infraroten Spektralbereich erzielen, in dem auch mit dem LBT getestet wurde.

Bereits bei den ersten Messungen wurde am LBT jedoch ein Wert von 60-80% erreicht und mit weiteren Verbesserungen konnte Ende Mai sogar ein Strehl-Wert von 84 % erreicht werden. Dies ist extrem nahe an der theoretisch möglichen Perfektion und war bisher unerreichbar.

„Die Resultate der ersten Nacht waren so außergewöhnlich gut, dass wir es kaum glauben konnten“, sagt Simone Esposito, der Leiter des INAF-Testteams.

Weitere Informationen:

Bilder:

Bild 1: Der bewegliche Sekundärspiegel während seiner Installation in den Laboren von Arcetri in Italien. Das Bild zeigt die 672 winzigen Magneten, die auf der Rückseite des Spiegels verteilt sind und die durch ein elektromechanisches Gerät gesteuert werden. Damit wird der Sekundärspiegel im zeitlichen Abstand von nur einer Tausendstel Sekunde so verformt, dass er Bildfehler erzeugt, die den Störungen durch die Atmosphäre entgegengesetzt sind und diese somit ausgleichen. Diese Korrektur in „Echtzeit“ ist u.a. deshalb möglich, weil die Dicke des konkaven Sekundärspiegel bei einem Durchmesser von 91 cm nur 1.6mm beträgt.

Die Störungen der Atmosphäre werden zuvor präzise durch einen sogenannten „Pyramid“-Sensor gemessen (Photo by R. Cerisola).

Bild 2: Ein Doppelsternsystem beobachtet mit dem LBT – links ohne, rechts mit Adaptiver Optik. Links ist die Doppelsternnatur nicht erkennbar, rechts ist das System ohne Probleme aufgelöst. Darüber hinaus macht sich ein weiterer Effekt bemerkbar: durch die schärfere Abbildung wird auch die Empfindlichkeit des Teleskops für lichtschwache Objekte deutlich verbessert, wodurch ein dritter Stern erkennbar wird.

Bild 3: Vergleich des LBT mit dem Hubble Weltraumteleskop: Das Bild zeigt die Zentralregion des Kugelsternhaufens M92, beobachtet von beiden Teleskopen bei einer Wellenlänge von 1.6µm. Es ist

leicht erkennbar, dass das LBT-Bild (rechts) das Hubble-Bild (links) an Schärfe und Empfindlichkeit eindeutig übertrifft.

Kontakt Astrophysikalisches Institut Potsdam (AIP):

AGW-Einheiten am LBT:

Dr. Jesper Storm, Tel. 0331 7499 394, E-Mail: jstorm@aip.de

Pressestelle am AIP:

Madleen Köppen, Tel. 0331 7499 469, E-Mail: presse@aip.de

Die Partner in der LBT Corporation (LBTC) sind: University of Arizona, USA, Istituto Nazionale di Astrofisica, Italien, LBT Beteiligungsgesellschaft (LBTB), Deutschland (Max Planck Gesellschaft, Astrophysikalisches Institut Potsdam, Universität Heidelberg), Ohio State University, USA, The Research Corporation, USA (University of Notre Dame, University of Minnesota and University of Virginia). Die deutschen Partner sind, unter der Koordination des MPIA, Heidelberg, mit 25 Prozent Beobachtungszeit am LBT-Projekt beteiligt.

Das AIP beschäftigt sich vorrangig mit kosmischen Magnetfeldern und extragalaktischer Astrophysik. Daneben wirkt das Institut als Kompetenzzentrum bei der Entwicklung von Forschungstechnologie in den Bereichen Spektroskopie, robotische Teleskope und E-Science. Das AIP ist Nachfolger der 1700 gegründeten Berliner Sternwarte und des 1874 gegründeten Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, das sich als erstes Institut weltweit ausdrücklich der Astrophysik widmete. Das AIP ist eine Stiftung privaten Rechts und ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft. Zur Leibniz-Gemeinschaft gehören derzeit 86 Forschungsinstitute und Serviceeinrichtungen für die Forschung sowie drei assoziierte Mitglieder, die wissenschaftliche Fragestellungen von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung bearbeiten.
