

Scharfe Bilder für das Large Binocular Telescope

Das theoretisch mögliche Leistungsvermögen erdgebundener Großteleskope kann nur erreicht werden, wenn das Seeing in ihrem gesamten Bildfeld korrigiert wird. Erst dann werden sie den Welt-raumteleskopen mit kleinerer Öffnung überlegen sein. Die derzeit am Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg entwickelte und gebaute multikonjugierte adaptive Optik ist ein wesentlicher Schritt in diese Richtung.

Im Jahr 2004 soll auf dem Mount Graham in Arizona das Large Binocular Telescope (LBT) in Betrieb genommen werden (SuW 40, 726 [9/2001]). Seine beiden auf einer gemeinsamen Montierung angebrachten Spiegel werden mit einer multi-konjugierten adaptiven Optik (MCAO, Multi-Conjugate Advantive Optics) ausgestattet. Mit Hilfe des adaptiv optischen Systemes können vom roten bis zum infraroten Wellenlängenbereich im gesamten Blickfeld der Teleskope von einer Bogenminute Durchmesser beugungsbegrenzte Bilder gewonnen werden. Der effektive Teleskopdurchmesser im interferometrischen Betrieb beträgt 22,8 m, so dass bei einer Wellenlänge von einem Mikrometer die Beugungsgrenze des LBT bei neun tausendstel Bogensekunden liegt. Die neue Arbeitsgruppe am MPIA in Heidelberg steht unter der Leitung von Roberto Ragazzoni vom Observatorium Arcetri in Italien. Er erhielt für das MCAO-Projekt im vorigen

Jahr den mit vier Millionen DM dotierten Wolfgang-Paul-Preis von der Alexander von Humboldt-Stiftung.

Bislang konnten bei adaptiv optischen Systemen Wellenfrontaberrationen nur entlang einer Richtung und in der nahen Umgebung eines Referenzsternes bis zu einem Abstand von 300 Bogensekunden korrigiert werden. Die erstmals 1988 vorgeschlagene MCAO zieht zur Korrektur mehrere Referenzsterne heran, die in verschiedenen Richtungen liegen. Auf diese Weise wird berücksichtigt, dass die Wellenfronten in unterschiedlichen Höhenbereichen gestört werden (Abb. 1). Das Problem wird vereinfacht, indem man die Atmosphäre in wenige dünne turbulente

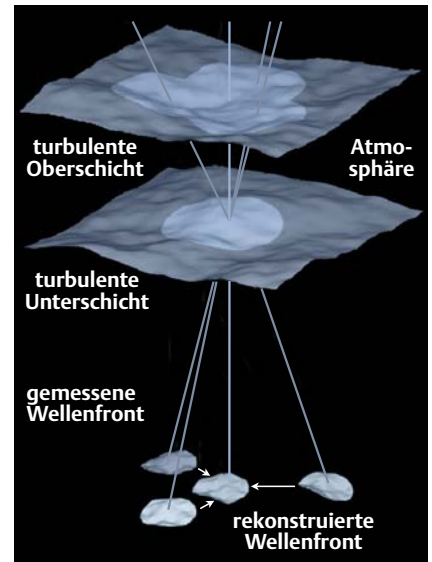


Abb. 1: Störung einfallender Lichtstrahlen aus mehreren Richtungen in zwei atmosphärischen Schichten. Aus den gemessenen Wellenfronten kann die Wellenfront im Zentrum – dort befindet sich das astronomische Objekt – berechnet werden (Bild: R. Ragazzoni).

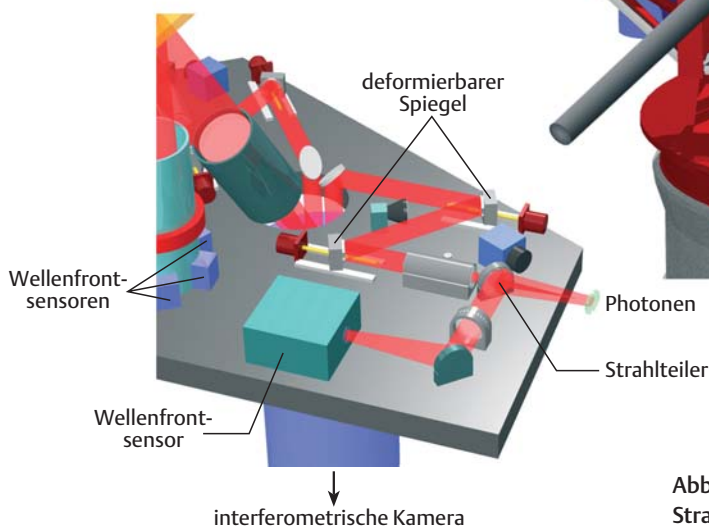
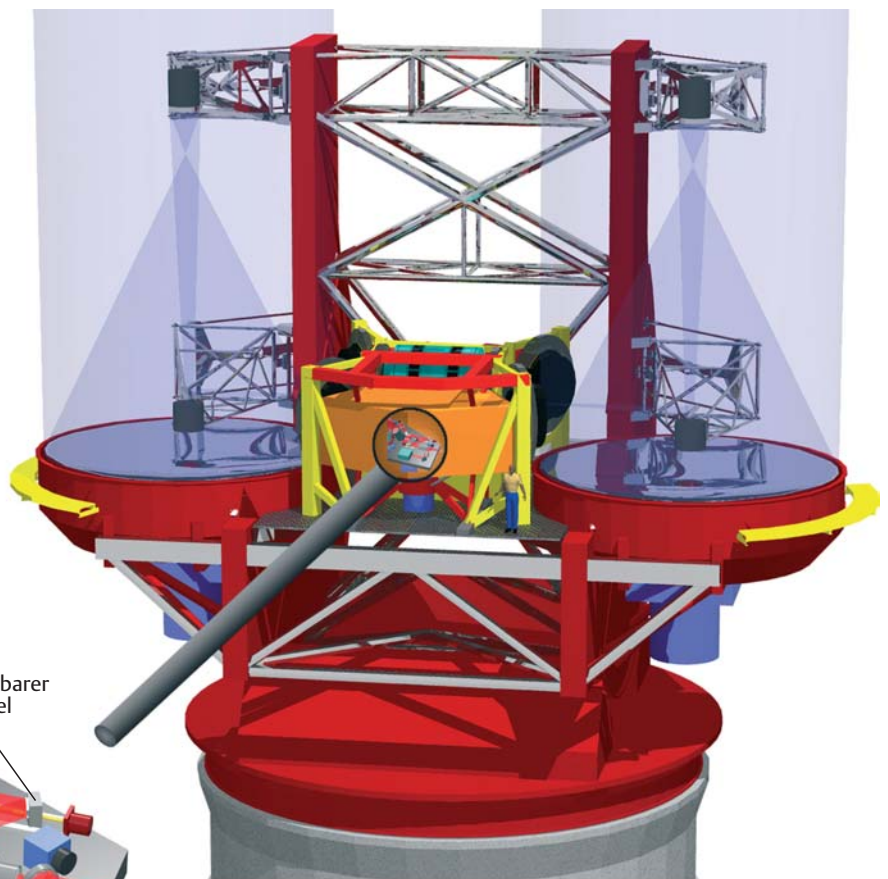


Abb. 2: Aufbau des Large Binocular Telescope (oben) und der Strahlengang in NIRVANA (links). (Bild: T. Herbst)

Schichten gliedert. Diese Annahme ist durchaus realistisch, wie Turbulenzmessungen auf dem Calar Alto belegen.

Bereits vor etwa drei Jahren konnte die Arbeitsgruppe um Ragazzoni auf La Palma die durch MCAO erzielbaren Fortschritte demonstrieren (SuW 39, 1033 [12/2000]). Ragazzoni und sein Team sollen innerhalb der nächsten drei Jahre am MPIA ein MCAO-Instrument entwickeln, das gemeinsam mit der ebenfalls an diesem Institut gebauten Kamera LINC/NIRVANA (LBT Interferometric Camera/Near InfraRed and Visible adaptive Interferometer for Astronomy) arbeiten soll. Das gesamte System wird voraussichtlich auf der Montierung zwischen den beiden Hauptspiegeln installiert.

Abb. 2 zeigt die adaptive Optik im Detail: Das von einem der beiden Hauptspiegel reflektierte und im Fokus gesammelte Licht trifft auf einen Strahlteiler. Die abgelenkten Photonen werden über einen Umlenkspiegel auf den Wellfrontsensor geleitet. Seine Daten nützt ein Rechner, um die Form des mit 672 Aktuatoren ausgestatteten adaptiven Sekundärspiegels von einem Meter Durchmesser 300 mal pro Sekunde zu optimieren. Das Bildfeld dieses Wellfrontsensors beträgt ca. sechs Bogenminuten. Der Anteil des Lichtes, der den Strahlteiler passiert, wird über zwei deformierbare Spiegel mit jeweils 349 Aktuatoren über weitere Spiegel in den hellblauen Zylinder gelenkt. Das Gleiche geschieht auf der linken Seite der optischen Bank, so dass sich die beiden Strahlenbündel im hellblauen Zylinder überlagern. Sind die Wellenzüge in Phase, können sie miteinander interferieren.

Vier Wellfrontsensoren mit einem Gesichtsfeld von je zwei Bogenminuten analysieren das Licht. Die von ihnen gemessenen Aberrationen werden von den auf der optischen Bank befindlichen deformierbaren Spiegeln kompensiert. Diese Spiegel korrigieren Aberrationen, die in höheren Turbulenzschichten entstehen. Die unteren Schichten werden vom Sekundärspiegel korrigiert.

Insgesamt verfügt das MCAO über sechs Wellfrontsensoren sowie sechs adaptive Spiegel mit insgesamt 2740 Aktuatoren – ein bisher einmaliges Konzept, das Einflüsse der Atmosphäre auf das räumliche Auflösungsvermögen erdgebundener Teleskope eliminieren soll. Die großen Bildfelder der Wellfrontsensoren erhöhen außerdem die Wahrscheinlichkeit, mehrere ausreichend helle Referenzsterne für die adaptive Optik zu finden. Dies ist ein entscheidendes Kriterium, um viele wissenschaftliche Programme mit diesem Instrument durchführen zu können. *Stefan Hippler*

MIDI: erster Interferenztest bestanden

Das zur Interferometrie im mittleren Infrarotbereich entwickelte Messinstrument MIDI hat seinen ersten Test bestanden. Ab Ende dieses Jahres soll es am VLT (Very Large Telescope) der Eso Beobachtungen mit einem Auflösungsvermögen in der Größenordnung von Hundertstel Bogensekunden ermöglichen.

Ende letzten Jahres gelang es erstmals, zwei der vier Großteleskope des VLT zu einem Interferometer zu koppeln (SuW 41, 14 [1/2002]). Bis zum nächsten Jahr sollen drei weitere interferometrische Instrumente zum Einsatz kommen, unter anderem MIDI (Mid-Infrared Inter-

ferometric Instrument). Das für den mittleren Infrarotbereich um $10\ \mu\text{m}$ konzipierte Instrument entsteht unter der Führung des Max-Planck-Institutes für Astronomie in Heidelberg. Dort bestand es Ende letzten Jahres erfolgreich seinen ersten Labortest (Ch. Leinert, U. Graser, Proc. SPIE, 3350, 389 [2001]; www.mpia-hd.mpg.de/MIDI)

Bereits seit 1997 arbeiten Wissenschaftler aus Deutschland, Frankreich und den Niederlanden an MIDI. Jetzt konnte das Instrument seine Funktionstüchtigkeit erstmals unter Beweis stellen, indem es die erwarteten Interferenzstreifen auf dem Detektor abbildete (Abb.1). Aufgrund eines kleinen, hier zur Veranschaulichung absichtlich eingefügten

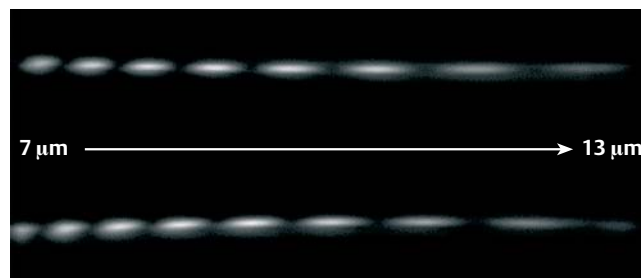


Abb. 1: Das Ergebnis der Tests mit einer Laborlichtquelle: Interferenzstreifen für Wellenlängen von $7\ \mu\text{m}$ (links) bis $13\ \mu\text{m}$ (rechts).

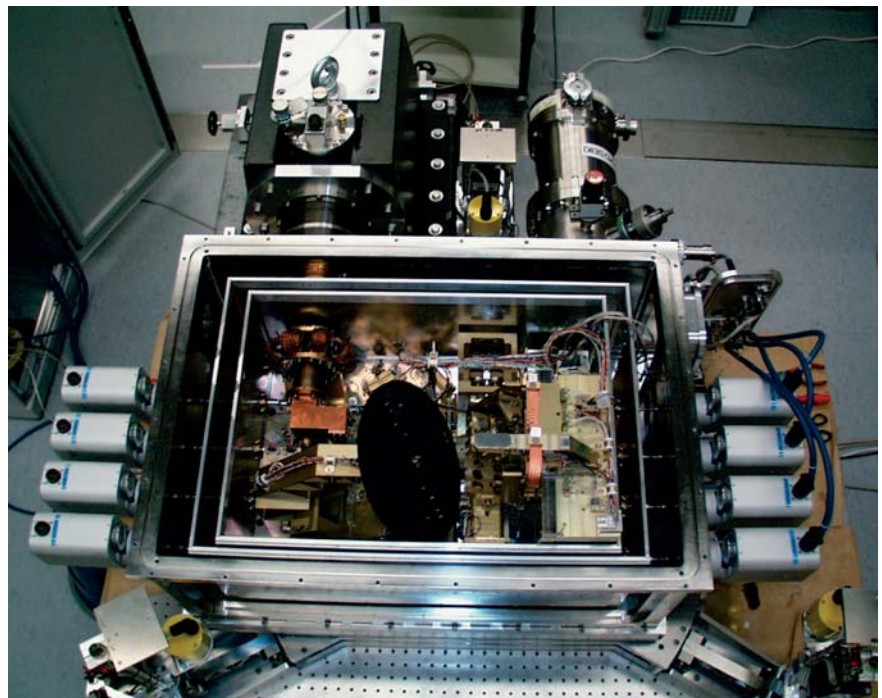


Abb. 2: Das geöffnete Instrument von oben gesehen. Der innere Teil der Optik wird mit dem Kühlkopf (hinten links am Gerät) und dem Detektor gekühlt. Von den optischen Komponenten ist das Filterrad (schwarz) am deutlichsten erkennbar.