Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 48 (1990)
Heft: 239

Artikel: Erfolgreicher Test einer adaptiven Optik
Autor: Trefzger, Ch.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898889

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erfolgreicher Test einer adaptiven Optik

CH. TREFZGER

Das Teleskop ist wohl das wichtigste Hilfsmittel des Astronomen bei der Erforschung der Geheimnisse des Weltalls; seit dem Beginn des 17. Jahrhunderts, als Galilei zum ersten Mal ein Fernrohr zum Himmel richtete, sind zahlreiche Entdeckungen mit diesem Instrument gemacht worden. Durch neue technische Entwicklungen werden auch heute noch die Leistungen astronomischer Teleskope dauernd verbessert.

Der Einsatz eines Fernrohrs bringt dem Astronomen zweierlei Vorteile: zunächst gewinnt er Licht, denn die Objektivöffnung des Fernrohres ist um ein Vielfaches grösser als die Pupille des menschlichen Auges, wodurch wesentlich schwächere Sterne noch erfasst werden können als von blossem Auge. Dieser Vorteil kommt besonders dort zum Tragen, wo es um die Beobachtung schwacher Lichtquellen geht, also bei der Erforschung schwacher Sterne unserer Galaxis oder bei der Untersuchung weit entfernter und daher lichtschwacher Galaxien.

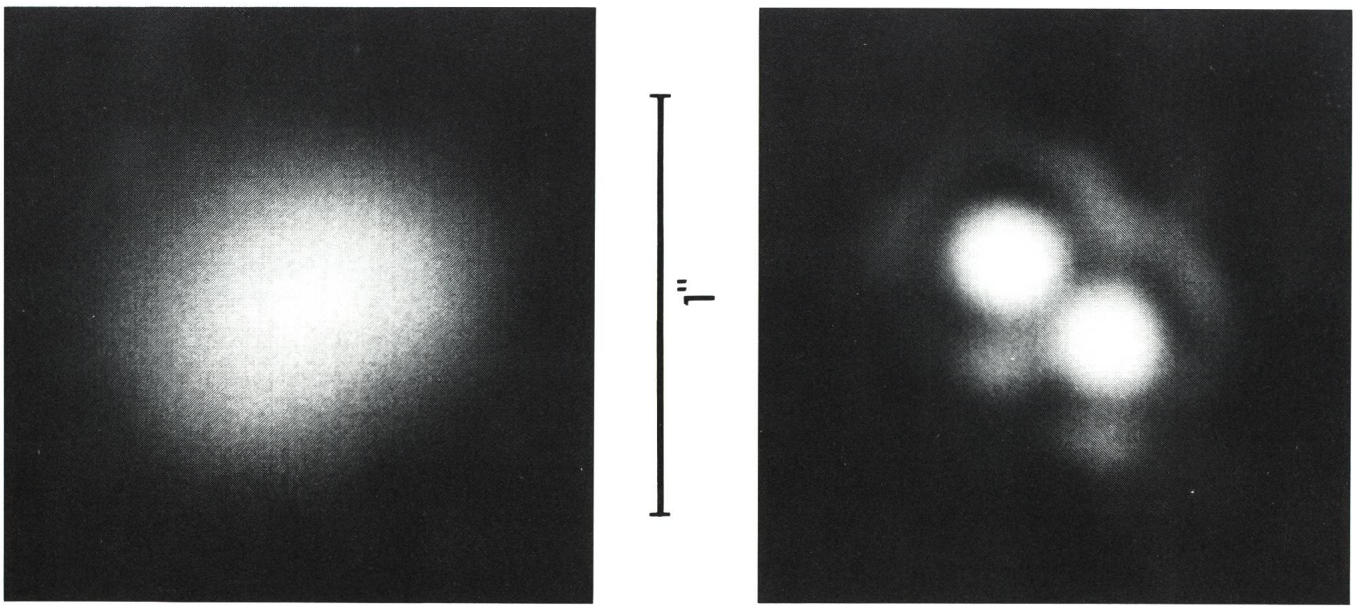
Ein zweiter wesentlicher Aspekt beim Einsatz von Teleskopen ist die Steigerung des Winkelauflösungsvermögens. Die Fähigkeit eines gegebenen Instruments, enge Doppelsterne aufzulösen, wird durch die Beugung des Lichts an der Objektivöffnung begrenzt, wobei mit steigendem Objektivdurchmesser rein theoretisch immer feinere Strukturen aufgelöst werden können. Beim Studium von Planetenoberflächen verwendet der Astronom also Teleskope primär nicht wegen des Helligkeitsgewinns, sondern wegen des gesteigerten Winkelauflösungsvermögens gegenüber dem blossen Auge.

Nun kennt jeder Fernrohrbenützer die Beeinträchtigungen der Beobachtungen durch die irdische Atmosphäre. Bei stärkeren Vergrösserungen bewirken die atmosphärischen Turbulenzen eine Verschmierung der Fernrohrbilder, sodass die Auflösung selten besser als etwa eine Bogensekunde ist. Diese Bildverschlechterung entsteht durch Schlierenelemente in einer Höhe zwischen 5 und 10 km, deren Abmessungen etwa 10 bis 30 cm betragen. Aber auch lokale Störungen wie zum Beispiel ein elektrisches Gerät mit Wärmeabgabe in der Kuppel oder selbst die Anwesenheit des Beobachters können die Bildqualität beeinträchtigen.

Weitere Verschlechterungen der optischen Qualität bei grösseren Fernrohren können durch Verbiegungen der Tubuskonstruktion hervorgerufen werden, welche dann auftreten, wenn das Fernrohr unterschiedliche Richtungen zur Schwerkraft aufweist. Auch thermische Effekte bewirken Veränderungen der optischen Flächen und damit Abweichungen von der idealen optischen Abbildung. Während die atmosphärischen Turbulenzen recht schnelle Schwankungen mit Frequenzen bis etwa 100 Hz darstellen, wirken sich die Temperatureffekte erst nach Minuten oder gar Stunden auf das vom Fernrohr erzeugte Bild aus. Von der gleichen Grössenordnung sind die Zeitskalen der mechanischen Deformationen, da sie ja durch unterschiedliche Stellungen des Teleskops in Bezug auf die Schwerkraft hervorgerufen werden.

In den vergangenen Jahren sind grosse technische Anstrengungen unternommen worden, die Leistungen der optischen Instrumente zu steigern und die soeben genannten Beeinträchtigungen zu überwinden. So hat die Europäische Südsternwarte ESO in Chile ein neues Teleskop, das New Technology Telescope (NTT), in Betrieb genommen, dessen Optik sich selbst korrigiert und dabei stets die optimale Form beibehält. Sein Hauptspiegel mit einem Durchmesser von 3.5 m ist nur 24 cm dick und liegt auf 78 Auflagepunkten, deren

Adaptive Optik des 3.6 m ESO Teleskops. (Links: unkorrigiert. – Rechts: korrigiert.)



Druckkräfte einzeln verstellbar sind, wodurch Abweichungen von der parabolischen Form korrigiert werden können. Zu diesem Zweck muss zuerst die momentane Bildqualität des Instruments fesgestellt werden. Dies erfolgt durch einen sogenannten Bildanalysator, der einen am Gesichtsfeldrand stehenden Leitstern untersucht; ein Rechner verarbeitet seine Signale und setzt sie in die Steuerung der Auflagepunkte um. Dieser Regelkreis überprüft und korrigiert die Optik in einem zeitlichen Rhythmus von etwa 30 bis 60 Sekunden, es ist das Prinzip der aktiven Optik. Mit diesem Verfahren können Schwerkraft-, Wärme- und Windstoss- Auswirkungen sowie die Restfehler bei der Herstellung der Optik ausgeregelt werden (für eine Beschreibung des NTT sei auf den Artikel von Men J. Schmidt im Orion Nr. 237, Seite 45 hingewiesen).

Die Astronomen haben sich auch mit der viel schwierigeren Frage befasst, wie die hochfrequenten Störungen, welche durch die irdische Atmosphäre verursacht werden, behoben oder doch reduziert werden können. Zuerst werden grössere astronomische Instrumente an klimatisch bevorzugten Standorten errichtet, wo sehr ruhige Luftbedingungen vorherrschen, wie zum Beispiel in den chilenischen Anden. Als nächster Schritt müssen alle künstlichen Wärmequellen in der Kuppel eliminiert werden, ferner muss für gute Luftzirkulation im Kuppelraum gesorgt werden.

Der ESO ist es nun gelungen, in Zusammenarbeit mit französischen Ingenieuren und Optikern, einen Prototyp der sogenannten adaptiven Optik zu entwickeln, mit dessen Hilfe auch die schnellen atmosphärischen Seeing-Schwankungen ausgeregelt werden können. Das Gerät ist in den Strahlengang des 3.6 m-Teleskops gebracht worden, ein konventionelles Teleskop ohne aktive Optik zur Verbesserung seiner Qualität. Ein kleiner deformierbarer Spiegel mit 19 Auflagestellen verändert seine optische Oberfläche mit einer Frequenz von etwa 100 Hz und vermag dadurch auch den raschen atmosphärischen Variationen zu folgen.

Die Abbildung zeigt die markante Verbesserung der Bildschärfe, welche durch den Einsatz der adaptiven Optik erreicht worden ist. Sie zeigt links das unkorrigierte, im infraroten Spektralbereich aufgenommene Bild des Sterns HR 6658 im Sternhaufen M7 (Helligkeit 5.5 m), das Seeing war zur Zeit der Aufnahme etwa 0.8 Bogensekunden. Das rechts stehende korrigierte Bild zeigt zwei nur 0.38 Bogensekunden entfernte Komponenten dieses Doppelsterns, die deutlich getrennt werden. Damit ist das Auflösungsvermögen bis zu der im Infraroten möglichen beugungsbedingten Grenze vorangetrieben worden.

Ch. Trefzger
Astronomisches Institut der Universität Basel
Venusstrasse 7, CH-4102 Binningen.

Optique «adaptive» au télescope de 3.6 m de l'ESO

Le pouvoir séparateur angulaire d'un télescope situé sur le sol est limité par la turbulence atmosphérique. Les meilleures conditions permettent rarement de descendre en dessous d'une seconde d'arc, ce qui rend superflu l'usage d'un instrument doté d'un objectif dépassant environ 15 cm de diamètre, si notre seul désir est de distinguer des détails d'objets célestes dans les longueurs d'ondes visibles. Des techniques expérimentales, qui reposent lourdement sur les capacités de calcul des ordinateurs modernes, ont permis, depuis une quinzaine d'années, aux grands télescopes d'approcher, dans certains cas, leur pouvoir de séparation théorique (»specle interferometry», par exemple).

La technique idéale, qui consiste à déformer l'optique en quasi-simultanéité avec le front d'onde perturbé par la turbulence atmosphérique, vient d'être mise au point avec succès par l'ESO en collaboration avec une équipe d'opticiens français. La méthode, dans le cas du prototype utilisé, consiste à placer dans le chemin optique un petit miroir déformable fixé sur 19 supports réglables individuellement avec une fréquence de 100 Hz. Le pilotage des déformations se fait en temps réel par la surveillance d'une étoile brillante proche du centre du champ. La photo ESO reproduite ici à droite montre la séparation, dans l'infrarouge, des deux composantes de l'étoile double HR 6558 de magnitude visuelle 6.1 située dans l'amas M7. Cette distance angulaire de 0.38" est bien résolue dans l'image de droite (à gauche l'image sans correction adaptative) et, à la longueur d'onde de 3.5 microns, la résolution théorique de 0.22" du télescope de 3.6 m est atteinte, comme le montre la présence des premiers anneaux de diffraction.

Une extension de cette technique au domaine visible améliorerait d'un facteur d'environ 7 le pouvoir séparateur. Toutefois, les qualités optiques du télescope doivent alors permettre cette résolution angulaire. L'optique adaptative utilisée aux courtes longueurs d'onde servira donc dans l'avenir avec profit sur des télescopes munis de systèmes qui optimisent de manière continue le réglage optique, tels le NTT et le futur VLT de l'ESO. Un inconvénient important du système adaptatif actuel est la nécessité d'avoir à proximité de l'objet à étudier une étoile suffisamment brillante pour piloter le correcteur. Le domaine d'application est également limité naturellement par l'absorption atmosphérique; l'optique adaptative ne pourra donc pas concurrencer des télescopes spaciaux dans le domaine ultraviolet et certaines régions de l'infrarouge. Résumé: Noël Cramer

Baader Planétarium vous offre une démonstration moderne, claire et convaincante du mouvement céleste.
Possibilité de projection au plafond ou dans un dôme.
A l'intérieur une reproduction miniaturisée du système solaire. Nombreux domaines d'application.
Prix et documentation sur demande.
Astros SA
69, avenue de Champel, **1206 Genève**
Tél. 022/47 46 37