

„Augen“ für ein Teleskop

Mit einer großen Spiegelfläche alleine ist es bei einem Teleskop nicht getan. Nur wenn auch die Abbildungsqualität der astronomischen Instrumente und optischen Komponenten stimmt, sind neue Erkenntnisse über das Weltall möglich.

► Früher waren Teleskope reine Beobachtungsinstrumente, mit denen die Astronomen nachts stundenlang in den Himmel schauten. Heute dienen sie hauptsächlich

als Messgeräte: Das Sternenlicht wird mit Hilfe unterschiedlicher astronomischer Instrumente genauestens registriert und analysiert, und als Empfänger sind CCD-Chips im Einsatz, die viel empfindlicher als das menschliche Auge sind.

Wie funktioniert nun aber ein modernes Teleskop und was kann man damit „sehen“? Zunächst einmal muss möglichst viel Licht aus dem Weltall „eingefangen“ werden. Dies gelingt mit dem Hauptspiegel des Teleskops, und zwar umso besser,

je größer seine Spiegelfläche ist. Das gesammelte Licht wird mit Hilfe weiterer Spiegel in einem Fokus vereinigt, und genau dort können dann die astronomischen Instrumente zur Analyse des Sternenlichts positioniert werden. Mit einem Spektrograph untersucht man beispielsweise die spektrale Zusammensetzung des Lichts, das von einem Stern oder Planeten ausgesendet bzw. reflektiert wird. Da jedes Element ein typisches Spektrum hat – vergleichbar mit

einem Fingerabdruck – erhält man so Informationen über die chemische Zusammensetzung der Himmelsobjekte und kann daraus Rückschlüsse auf deren Eigenschaften und Alter ziehen.

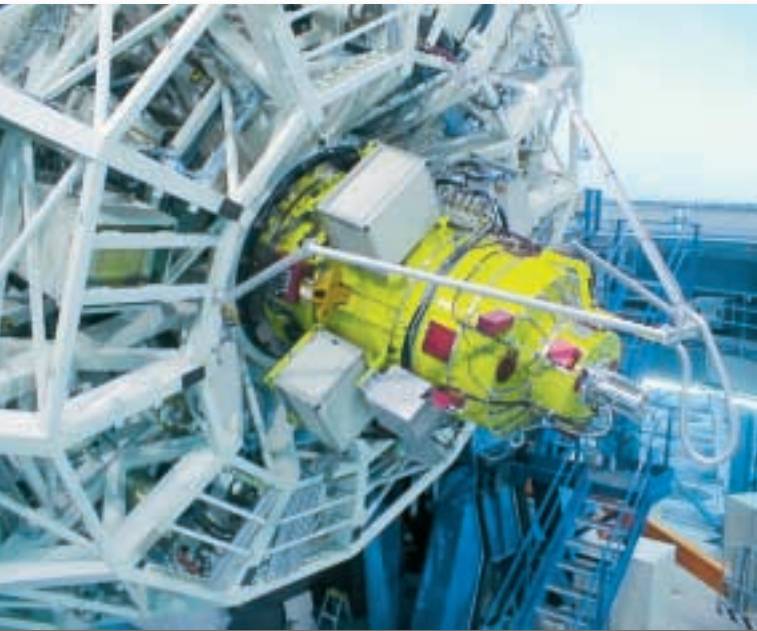
FORS – Instrumente für das VLT

Beim derzeit größten und leistungsfähigsten Teleskop VLT, das vier Hauptspiegel aus „Zerodur“ Glaskeramik von Schott mit je einer Fläche von über 50 Quadratmetern und einem Durchmesser von 8,2 Metern besitzt, kann das Licht variabel auf zwölf verschiedene astronomische Instrumente fokussiert werden. Zwei davon sind nahezu identisch: FORS1 und FORS2 (Focal Reducer/low dispersion Spectrograph) Mit diesen über 2 Tonnen schweren Geräten können sowohl Fotos aufgenommen als auch Messungen (z. B. Spektroskopie und Polarimetrie) durchgeführt werden.

Die für alle Einsatzgebiete notwendige Abbildungsoptik eines FORS-Instruments besteht aus insgesamt 17 Linsen und hat im Wesentlichen zwei Aufgaben: Zum einen muss sie das Bild so verkleinern, dass es auf die Fläche des CCD-Chips von 5 x 5 Zentimeter passt (daher auch der Name Focal reducer). Zum anderen muss sie die Abbildungsfehler der Teleskopspiegel korrigieren, denn das Spiegelsystem alleine würde nur in der Nähe der optischen Achse eine gute Bildqualität liefern.

Hohe Anforderungen an optische Gläser

FORS wurde für einen sehr großen Wellenlängenbereich – von 330 Nanometer im nahen UV bis 1100 Nanometer im nahen Infrarot – konzipiert. Das stellt sehr hohe Anforderungen an die Transparenz der Abbildungsoptik. Die meisten optischen Gläser scheiden als Linsenmaterial von vorneherein aus, da bei ihnen die Glasbildner Silizium oder Bor verwendet werden und diese UV-Licht absorbieren.



Das VLT-Instrument FORS1 ist an ein Trägerelement eines Hauptspiegels angeflanscht. Die Abbildungsoptik aus Spezialgläsern von Schott befindet sich in dem gelben Zylinder. Die silberfarbenen und roten Kästen enthalten die Elektronik und die Servomotoren für die Steuerung.



Das VLT auf dem Cerro Paranal in Chile ist das derzeit leistungsfähigste Teleskop der Welt.



Die Galaxie Centaurus A, aufgenommen mit dem VLT-Instrument FORS2.

Weiterhin sollte auch die Dispersion von FORS möglichst gering sein („low dispersion“). Dispersion bedeutet Farbzerstreuung; sie entsteht bei jeder Lichtbrechung, da bei allen Gläsern die Brechzahl mehr oder weniger stark von der Wellenlänge abhängt. Eine möglichst geringe Dispersion des Gesamtsystem erreicht man durch geschickte Kombination mehrerer Glassorten.

Ein Spezialglas, das sich sowohl durch eine gute UV-Durchlässigkeit als auch durch eine sehr geringe Dispersion auszeichnet, ist das Glas FK54 von Schott. Es basiert auf den Glasbildnern Fluor und Phosphat und eignet sich aufgrund seines recht ungewöhnlichen Dispersionsverhaltens besonders dazu, die Dispersion der anderen im Linsensystem verwendeten Gläser auszugleichen. Für die beiden FORS-Instrumente wurden spezielle FK54-Schmelzen hergestellt, aus denen dann jeweils sechs Linsen für die Abbildungsoptik gefertigt wurden.

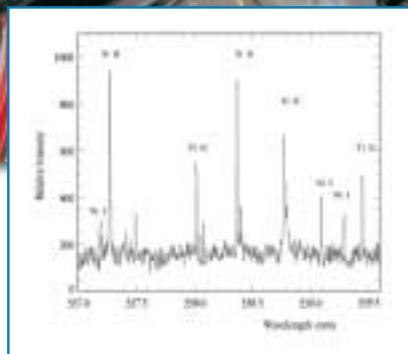
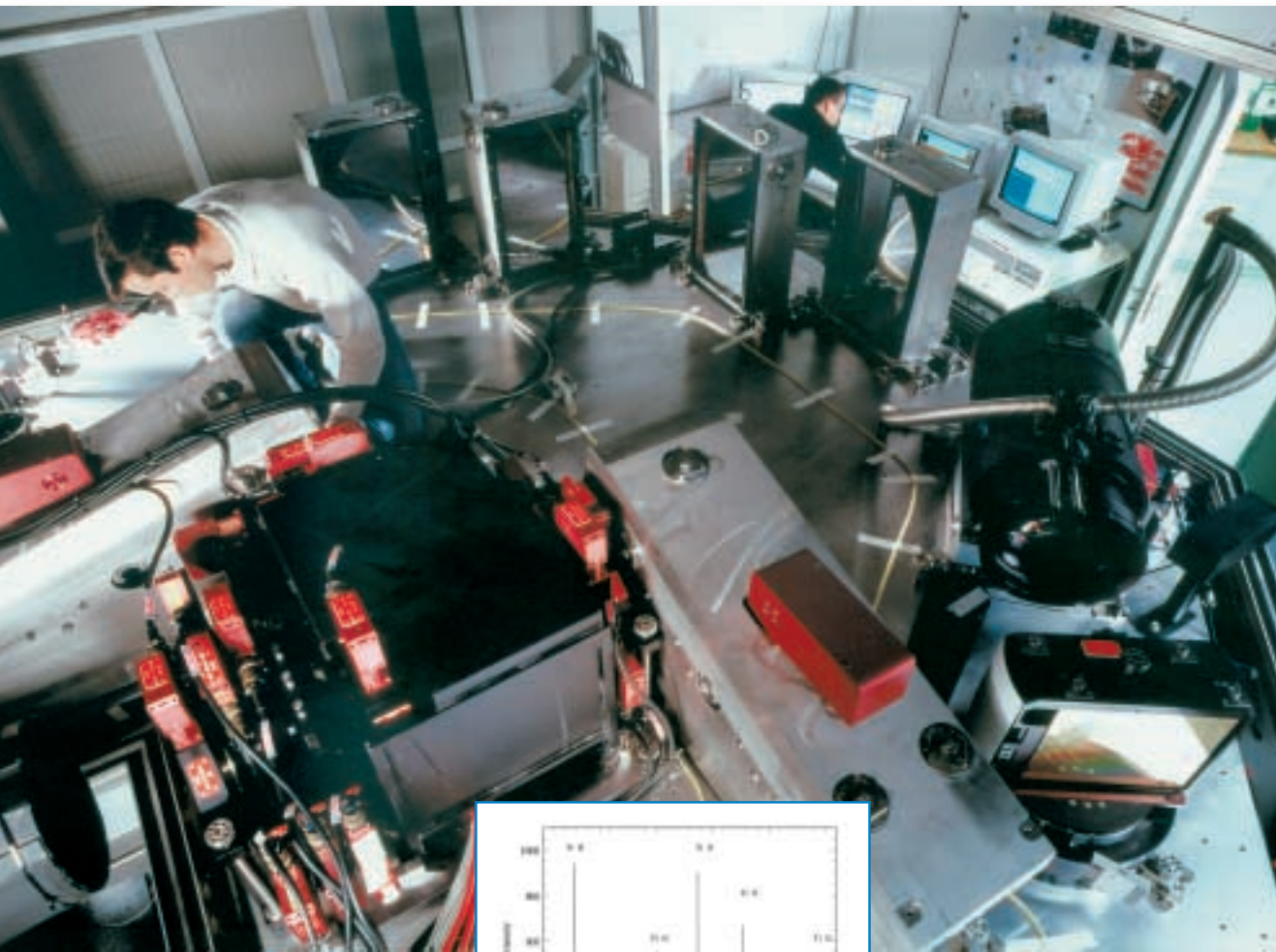
Optische Kristalle für das VLT-Instrument UVES

Ein anderes astronomisches Instrument des VLT ist UVES (Ultraviolett/Visual Echelle Spectrograph). UVES hat zwei „Arme“, einen für UV- und blaues Licht und einen für sichtbares und infrarotes Licht.

Das Besondere an dem „blauen Arm“ ist, dass sein Arbeitsbereich schon bei einer Wellenlänge von 300 Nanometer beginnt. Da für so kurzwelliges UV-Licht die Auswahl an transparenten Werkstoffen noch stärker eingeschränkt ist als bei FORS, wurden hier

Quarzglas (SiO_2) und Calciumfluorid (CaF_2) verwendet. CaF_2 ist kein optisches Glas, sondern ein Kristall, dessen Hauptanwendung eigentlich in der Halbleiterindustrie liegt, wo man es für die Optiken der Wafer-Stepper zur mikrolithografische Chipherstellung benötigt. Der weltweit führende Hersteller von CaF_2 -Kristallen ist die Schott Lithotec AG in Jena. Sie hat auch einen Teil der Kristalle für UVES gefertigt. ◀

Innenansicht des VLT-Spektrographen UVES. Für seine optischen Komponenten wurden u.a. optische Kristalle aus Calciumfluorid (CaF_2) verwendet, die teilweise von der Schott Lithotec AG in Jena hergestellt wurden.



Mit dem VLT-Spektrographen UVES wurde das Spektrum des zirka 8 Lichtjahre entfernten Sterns CN Leonis gemessen. Die Spitzen in diesem kleinen Ausschnitt entsprechen den Spektrallinien der chemischen Elemente Nickel und Titan.