



Thomas Peschel



Andreas Gebhardt



Gerd Harnisch



Gerhard Kalkowski



Manfred Woche <sup>1</sup>

Im Auftrag der Foundation for Research and Technology Hellas (FORTH) wurde am IOF eine Kamera für den nahen Infrarotbereich (900 nm – 2500 nm) entwickelt und aufgebaut. Diese Kamera ist seit Mai 2006 am 1,3 m Spiegelteleskop des Skinakas Observatorium der Universität von Kreta im Einsatz.

Um Bildrauschen möglichst weitgehend zu unterdrücken, muss die gesamte Kameraoptik mit Flüssigstickstoff auf 77 K gekühlt und im Vakuum betrieben werden. Der entsprechende Kryostat erlaubt eine variable Lage entsprechend dem Schwenkbereich des Teleskops. Er wurde am IOF konzipiert und durch eine spezialisierte Firma konstruiert und aufgebaut. Für die eigentliche Kamera wurde ein optisches Design nach Offner /1/ verwendet. Dieses Dreispiegelsystem ermöglicht eine sehr effiziente Streulichtunterdrückung, indem eine gekühlte Blende vor einem der verwendeten Spiegel platziert wird. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Kryostaten mit seinem Durchmesser von ca. 40 cm musste die Optik sehr kom-

pakt ausgeführt werden. Durch eine Modifikation des Optikdesigns und den Einsatz von asphärischen Spiegeln konnte trotzdem eine beugungsbegrenzte Abbildung realisiert werden. Die Parameter der Optik sind:

- Öffnung: f/7,7
- Bildfeld: 20 x 20 mm<sup>2</sup>
- Baulänge der Abbildungsoptik: 220 mm
- OPD <  $\lambda/4$  bei 1  $\mu\text{m}$

Damit die Justage der Optik beim Abkühlen erhalten bleibt, wurde ein athermales Design mit Metallspiegeln gewählt. Die verwendeten Spiegel wurden am IOF durch Einkorn-Diamantbearbeitung in der benötigten Qualität von < 100 nm Oberflächenfehler gefertigt. Die Rauigkeit der Oberfläche ist besser als 5 nm. Zur Selektion interessierender Wellenlängenbereiche wurde ein Filterrad mit 8 Filtern für den Einsatz im Vakuum bei 77 K sowie die zugehörige Ansteuer-elektronik entworfen und aufgebaut. Das optische System wurde auf der kalten Platte des Kryostaten montiert. Vor dem Aufbau wurden die Referenzpunkte der eingesetzten Bauelemente mit einer Genauigkeit von < 10  $\mu\text{m}$  vermessen. Die eigentliche Justage erfolgte dann mittels speziell entworfener und ebenfalls genau vermessener Schablonen, die Referenzpunkte für die Positionen der optischen Elemente tragen.

Nach Abschluss der Optikmontage konnten der Detektorchip /2/ und die zugehörige Ansteuer-elektronik in Betrieb genommen und das Kamerasystem als Ganzes charakterisiert werden.

Literatur:

- /1/ Offner, A.: Unit Power Imaging Catoptric Anastigmat, United States Patent 3,748,015, July 24, 1973.
- /2/ 1 k x 1 k Hawaii chip, Rockwell Science Center, <http://www.rsc.rockwell.com/imaging/hawaii1rg.html>.



Abb. 1: Kamera in Beobachtungsposition am Teleskop.

Fig. 1: Camera in operational position on the telescope.

# Near infrared camera for the Skinakas-Observatory

Under a contract with the Foundation for Research and Technology Hellas (FORTH) a camera for the near infrared spectral region (900 nm – 2500 nm) was developed and built by IOF. Since May 2006 the camera has been working at the 1.3 m telescope of the University of Crete on the Skinakas summit.

To minimize image noise as far as possible the whole camera optical system is set up in vacuum and cooled with liquid nitrogen. The corresponding cryostat allows for a camera operation within the typical range of pointing angles used for observations. The cryostat concept was developed at IOF while the actual design and construction was undertaken by a specialized company.

The camera enables a re-imaging of the telescope image onto the detector using an optical design according to Offner /2/. With this three-mirror design a very effective suppression of stray light may be obtained by placing a cold stop in front of one of the

mirrors. Because of space constraints inside the cryostat with its diameter of 400 mm the optical system had to be made very compact. However, using an aspherical mirror, diffraction-limited performance could be reached even for this compact design. Characteristic parameters of the optical system are:

- Aperture: f/7.7
- Image size: 20 x 20 mm<sup>2</sup>
- Length of the imaging system: 220 mm
- OPD <  $\lambda/4$  at 1  $\mu\text{m}$

To preserve the adjustment of the optics during cool-down, an athermal design with metal mirrors was chosen. These mirrors were fabricated at Fraunhofer IOF by ultra-precision diamond turning. The surfaces obtain a precision of form better than 100 nm and a surface roughness better than 5 nm.

To select interesting ranges of wavelength a filter wheel with 8 filters as well as the corresponding driver electronics and software were developed and built.

The whole optical setup was mounted on the cold plate of the cryostat. Prior to integration the positions of the reference points of all optical elements were measured with a precision of < 10  $\mu\text{m}$ . The adjustment of the optical setup relied on gage plates with another set of reference points which were trimmed to a precision of 10  $\mu\text{m}$  according to the measured dimensions of the optical elements.

After integration and adjustment of the optical system the detector chip /2/ and the corresponding driver electronics were mounted. Finally the camera system was characterized and calibrated.

#### References:

- /1/ Offner, A.: Unit Power Imaging Catoptric Anastigmat, United States Patent 3,748,015, July 24, 1973.
- /2/ 1 k x 1 k Hawaii chip, Rockwell Science Center, <http://www.rsc.rockwell.com/imaging/hawaii1rg.html>.

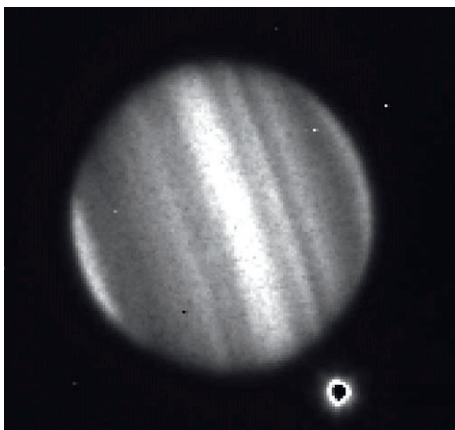


Abb. 2:  
Jupiter bei 1644 nm (Fell). Eines der ersten mit der Kamera aufgenommenen Bilder.

Fig. 2:  
Jupiter at 1644 nm (Fell). One of the first pictures taken with the camera.

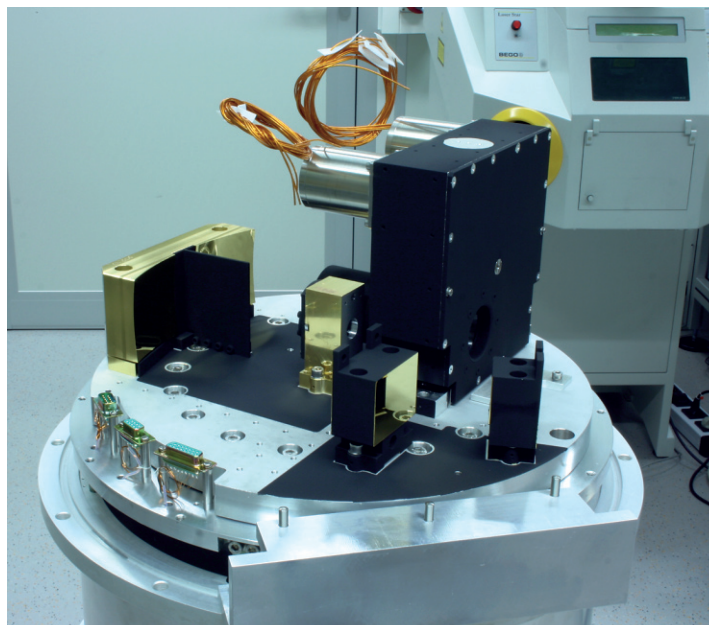


Abb. 3:  
Aufbau der Optik.

Fig. 3:  
View of the optical setup.