

# Mikromontage eines Gitterspalt für ein astronomisches Spektrometer

Erik Beckert, Gerd Harnisch, Gilbert Leibeling, Michael A. Andersen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astrophysikalisches Institut Potsdam



Erik Beckert



Gerd Harnisch



Gilbert Leibeling



Michael A. Andersen

Für das ultrahochoauflösende Echelle-Spektrometer PEPSI (Potsdam Echelle Polarimetric and Spectroscopic Instrument /1/) am neuen Large Binocular Telescope (LBT) auf Mt. Graham in Arizona wurde der Prototyp eines »Waveguide image slicer« /2/ als hybride mikrooptische Baugruppe montiert. Der Image Slicer dient als gitterförmiger Eintrittspalt des Spektrometers (Abb. 1) und erlaubt aufgrund seiner Konfiguration die spektrale Beobachtung von linear und zirkular polarisiertem Licht mit einer bisher unerreichten Auflösung von  $R = 300\,000$ , womit theoretisch auch der Erde ähnliche Planeten außerhalb unseres Sonnensystems detektiert werden könnten.

Um die hohe Auflösung des Spektrometers zu gewährleisten war es notwendig, die Gitterstruktur im Eintrittspalt zu minimieren. Für die lichtdurchlässigen Strukturen des Gitters kamen extrem dünne Glasplatten (Dicke  $30\ \mu\text{m}$ ) zum Einsatz, die zugeschnitten, an der reflektierenden Endfläche metallisiert und für den Prototypen zu einem aus sieben einzelnen Platten bestehenden Stapel mit Endabmessungen von ca.  $0,23\ \text{mm} \times 0,23\ \text{mm} \times 10\ \text{mm}$  miteinander verklebt wurden.

Als technologisch anspruchsvoll erwies sich neben dem Zuschnitt und der Handhabung der extrem empfindlichen Glasplatten die Einstellung eines minimalen Klebespalts zwischen den einzelnen Platten, um sowohl einen hohen Füllfaktor (Glas) mit möglichst kleinen Gitterlinien (Klebstoff) zu realisieren als auch die interne Totalreflexion in der wellenleitenden Struktur sicherzustellen. Bei der Montage der Baugruppe (Abb. 2) kam daher ein sehr genauer ( $5\ \mu\text{m}$ ) Pick & Place-Roboter mit einem speziell an die dünnen Glasplatten angepassten,

kraftsensitiven Greifer zum Einsatz. Der dünnflüssige, UV-aushärtende und brechzahlangepasste Klebstoff wurde mit mikroskopisch kleinen Abstandhaltern durchmischt, um einen minimalen und homogenen Klebespalt zu gewährleisten. Mit Hilfe feinoptischer Bearbeitungsverfahren zur Rückverdünnung des Stapels auf die geforderten Außenabmessungen (Abb. 3) wurde ein Prototyp aufgebaut, bei dem Klebespalte zwischen den Glasplatten von  $3\ \mu\text{m}$  erfolgreich nachgewiesen werden konnten (Abb. 4). Gegenwärtig erfolgen die Erprobung des Prototypen am Astrophysikalischen Institut in Potsdam und die Erarbeitung der Spezifikation für einen 12-fach Image Slicer.

Literatur:

- /1/ Strassmeier, K. et al.: „The science case of the PEPSI high-resolution echelle spectrograph and polarimeter for the LBT“, *Astronomische Nachrichten*, Vol. 325, No. 4 (2004), pp. 278–298
- /2/ Suto, H.; Takami, H.: „Waveguide image slicer“, *Applied Optics* Vol. 36, No. 19 (1997), pp. 4582–4586

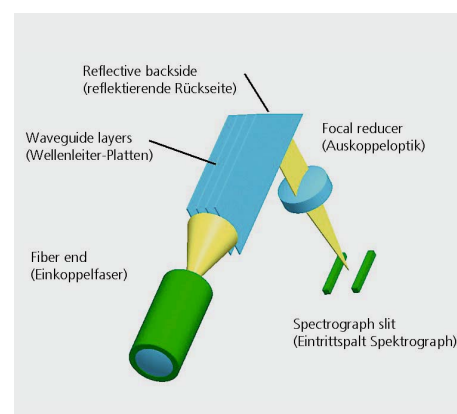


Abb. 1:  
Schematischer Aufbau eines  
»Waveguide image slicer«.

Fig. 1:  
Schematic layout of a waveguide image slicer.

# Microassembly of a grating slit for astronomical spectroscopy

Erik Beckert, Gerd Harnisch, Gilbert Leibelng, Michael A. Andersen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astrophysikalisches Institut Potsdam

For the ultra high resolution Echelle Spectrograph PEPSI (Potsdam Echelle Polarimetric and Spectroscopic Instrument /1/) at the new Large Binocular Telescope (LBT) facility on Mt. Graham in Arizona the prototype of a "waveguide image slicer" /2/ has been developed and assembled. This hybrid micro-optical device serves as an entrance grating slit of the spectrograph (Fig. 1) and, due to its configuration, allows spectral observation of circularly and linearly polarized light at a currently unmatched resolution of  $R = 300,000$  to detect, for instance, earth like extra solar planets.

To realize the high resolution of the spectrograph it was necessary to minimize the grating structure of the entrance slit. For the transparent regions of the prototype grating extremely thin glass plates (thickness of  $30 \mu\text{m}$ ) were cut to size, metallized on the reflective ends and finally bonded together by an adhesive to form a seven-plate stack with dimensions of  $0.23 \text{ mm} \times 0.23 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ .

Besides the technologically challenging tasks of cutting and handling the extremely sensitive glass plates the tuning of the smallest possible adhesive gaps between the plates was necessary to realize a high fill factor (glass) with small grating lines (adhesive) and to maintain total internal reflection within the waveguiding structure. For the assembly of the prototype (Fig. 2) a precise "Pick & Place" robot (accurate to  $5 \mu\text{m}$ ) together with a force-sensitive gripper that was adapted to the thin glass plates were employed. The low viscous, UV-curing and index-matched

adhesive was mixed with microscopic spacer elements to ensure a small and homogenous adhesive gap. With the help of optical finishing technologies to thin down the stack to its final dimensions (Fig. 3) a prototype was assembled that demonstrates adhesive gaps with a thickness as low as  $3 \mu\text{m}$  (Fig. 4). Currently this prototype is being evaluated at the "Astrophysikalisches Institut" in Potsdam, while a specification for a 12-plate image slicer is being developed.

#### References:

- /1/ Strassmeier, K. et al.: „The science case of the PEPSI high-resolution echelle spectrograph and polarimeter for the LBT“, *Astronomische Nachrichten*, Vol. 325, No. 4 (2004), pp. 278–298.
- /2/ Suto, H.; Takami, H.: „Waveguide image slicer“, *Applied Optics* Vol. 36, No. 19 (1997), pp. 4582–4586.

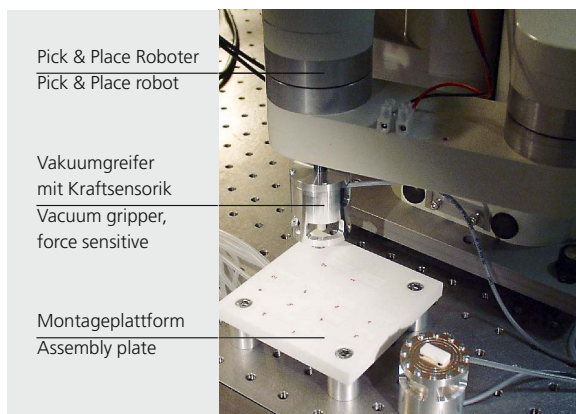


Abb. 2:  
Montageumgebung.

Figure 2:  
Assembly equipment.

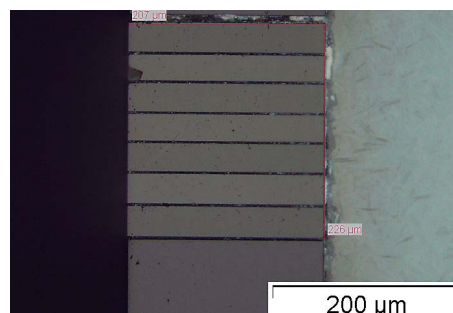


Abb. 3:  
Eintrittsfenster mit Gitter.

Fig. 3:  
Entrance window with grating.

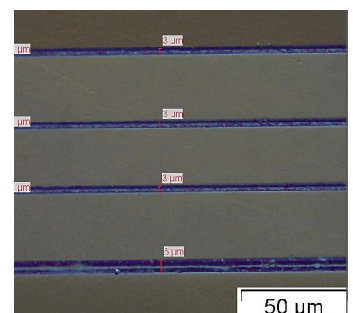


Abb. 4:  
Gestapelte Glasplatten, Klebespalt ca.  $3 \mu\text{m}$ .

Fig. 4:  
Stacked plates; adhesive gap approx.  $3 \mu\text{m}$ .