

## Charakterisierung von Weitwinkel-Röntgenteleskopen in der Testanlage PANTER

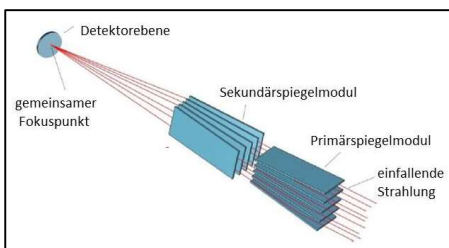
T. Döhring<sup>1</sup>, V. Stieglitz<sup>2,3</sup>, V. Burwitz<sup>2</sup>, G. Hartner<sup>2</sup>, T. Müller<sup>2</sup>, T. Schmidt<sup>2</sup>, S. Rukdee<sup>2</sup>, P. Friedrich<sup>2</sup>, F. Sahin<sup>1</sup>, R. Hudec<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fakultät Ingenieurwissenschaften, Technische Hochschule Aschaffenburg

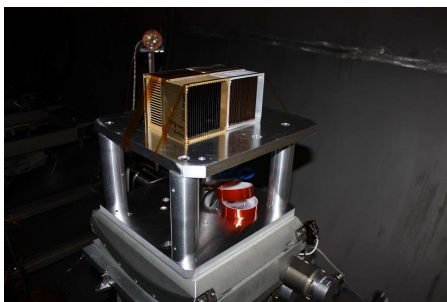
<sup>2</sup> Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik Garching

<sup>3</sup> Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague

**Zusammenfassung:** Im Rahmen einer bayerisch-tschechischen Kooperation entstanden zwei mechanisch baugleiche Röntgenteleskope, bestückt mit Gold- und Iridium-beschichteten Planspiegeln. Die Charakterisierung der nach dem ägyptischen Gott HORUS benannten Teleskope erfolgte an der Röntgentestanlage PANTER des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik. Diese Vakuum-Testanlage simuliert parallel auf die Teleskope einfallendes Sternenlicht, wobei hier die Strahlung aus einer Röntgenquelle in 120 Metern Abstand stammt. Die Messungen selbst fanden in einer daran angebauten 12 Meter langen Testkammer von 3,5 Metern Durchmesser statt. Im März 2021 sahen die HORUS-Teleskope zum ersten Mal Röntgenlicht. Während der Testkampagne von ca. 54 Stunden Dauer wurden 536 Einzelmessungen an den beiden Teleskopen durchgeführt, bei denen Photonenenergien und Einfallswinkel variiert wurden. Von einer empfindlichen CCD-Kamera, einem Prototyp der eROSITA-Satellitenkamera, wurden hierbei insgesamt 11.153.574 Röntgenphotonen individuell detektiert, analysiert und digital verarbeitet. Die beiden Weitwinkel-Röntgenteleskope haben eine Winkelauflösung von circa 4 Bogenminuten und eine Brennweite von rund zwei Metern.



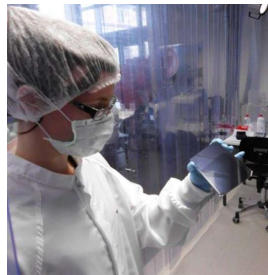
Schemabild eines Lobster Eye Teleskops. Die beschichteten Planspiegel des horizontalen und des vertikalen Moduls fokussieren die Röntgenstrahlung.



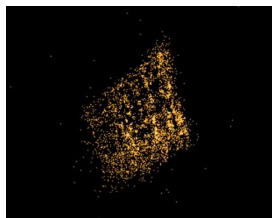
Die beiden HORUS-Teleskope, nebeneinander eingebaut in die Vakuum-Testkammer des Max-Planck Instituts für extraterrestrische Physik, warten auf das „First Light Event“. (Foto: MPE/PANTER)



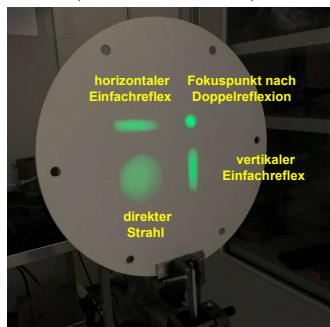
Per Video-Liveschaltung in den Kontrollraum der PANTER-Testanlage verfolgte das Aschaffener Forschungsteam die Messungen. (Foto: TH Aschaffenburg)



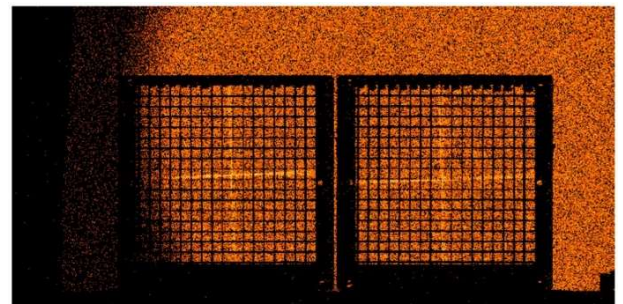
Mit einem dreilagigen Cr-Ir-Cr Schichtsystem beschichteter Röntgenspiegel auf einem polierten Siliziumwafer-Substrat.



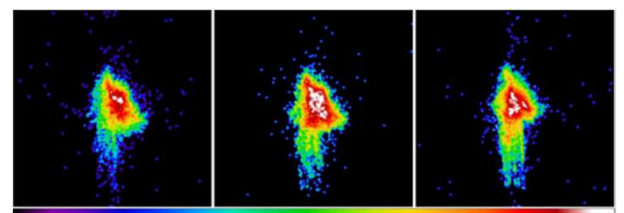
„First Light Event“: Das erste, noch unfokussierte Röntgenlicht, welches vom Aschaffener HORUS-Teleskop aufgesammelt wurde. (Foto: MPE/PANTER)



Die Funktionsweise des Lobster Eye Teleskops wurde im Reinraumlabor mit sichtbarem Licht überprüft. Der direkte Strahl, die Einfachreflexionen und der Fokuspunkt nach Doppelreflexion sind auf dem Schirm gut zu erkennen. Rechts: Das Projektteam und die HORUS-Teleskope im MPE-Reinraum. (Fotos: TH Aschaffenburg)



Der Schattenwurf der beiden HORUS-Teleskope im Röntgenlicht. Jeder einzelne Punkt repräsentiert dabei ein von der CCD-Spezialkamera detektiertes Röntgenphoton. Die helleren Lichtkreuze zeigen bereits fokussierte Röntgenstrahlung. (Foto: MPE/PANTER)



Fokusbilder bei Al-K Röntgenstrahlung nach Doppelreflexion. Von links nach rechts: Einfallswinkel 1.0°, 1.6° und 2.2°. (Foto: MPE/PANTER)



### Weiterführende Literatur:

- [1] V. Stehlikova et al.: "Lobster eye type X-ray telescope with chromium-iridium coated tri-layer mirrors", Proc. SPIE 11776, 1177605 (2021)
- [2] T. Döhring et al.: "Characterisation of X-ray mirrors based on chromium-iridium tri-layer coatings", Proc. SPIE 11776, 1177607 (2021)
- [3] V. Stehlikova et al.: "Study of multiple layers coatings for X-ray mirrors", Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso 48, 488 – 497 (2018)

### Danksagung:

Diese Arbeit wurde durch ein internes Stipendium der Tschechischen Technischen Universität unter der Nummer SGS21/120/OHK3/2T/13, sowie durch die beiden Kooperationsprojekte LETEXRA und CHALEXTE unterstützt, die von der Bayerischen-Tschechischen Hochschulagentur (BTHA) finanziert wurden. Wir danken auch dem EU-Projekt H2020 AHEAD2020 unter der Fördervereinbarung 871158. Die Cr/Ir/Cr-Spiegelschichten des HORUS-Teleskops wurden im Beschichtungslabor der TH Aschaffenburg aufgebracht.