

ge) empfindliche Gerät MIDI (MID-infrared Interferometric Instrument) kombiniert die von zwei Teleskopen des VLT einfallende Strahlung und bringt sie zur Interferenz. Dabei entsteht ein Muster aus hellen und dunklen Streifen. Größe, Form und Kontrast der erhaltenen Muster liefern Informationen über die Gestalt und die Ausdehnung des beobachteten Objekts. Dies gelang erstmalig im Herbst 2001. Die insgesamt acht Teleskope lassen zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten zu. Die im Vergleich zu den Spiegeldurchmessern großen Abstände der Teleskope, die so genannten Basislängen, verleihen dem Interferometer seine außerordentlich hohe Auflösung. Bei einer Wellenlänge von zehn Mikrometern ermöglicht die volle Basislänge von 120 Metern die theoretische Auflösung eines 120-Meter-Teleskops. Sie liegt bei 20 Millibogensekunden.

### Gaspra und Barbara

Eine französisch-italienische Forschergruppe um Marco Delbo vom Observatoire de la Côte d'Azur in Frankreich nutzte nun das VLTI-MIDI zur Beobachtung von (951) Gaspra und (234) Barbara (M. Delbo et al.: First VLTI-MIDI direct determinations of asteroid sizes. In: *Astrophysical Journal*, im Druck). Beide Asteroiden gehören zum Hauptgürtel zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter. Die Wahl fiel auf Gaspra, weil seine Form und Größe durch den Vorbeiflug der Jupitersonde Galileo sehr gut bekannt ist. Dies wollten die Forscher zur Überprüfung ihrer Beobachtungsergebnisse nutzen.

Mit VLTI-MIDI sind Winkel kleiner als rund 100 bis 200 Millibogensekunden sowie Helligkeiten oberhalb von rund 14 mag zugänglich. Beide Asteroiden eignen sich für eine Beobachtung mit VLTI-MIDI. Mit Kueyen und Melipal, zwei der großen 8,2-Meter-Teleskope, stand für die Messungen eine an den Himmel projizierte Basislänge von rund 42 Metern zur Verfügung. Die beiden Strahlengänge gelangen durch die Interferometertunnel zum Interferometerlabor und werden in MIDI zur Interferenz gebracht. Dort bilden sich so genannte Fringes. Das sind abwechselnd helle und dunkle Streifen, in deren Kontrast, der »Visibility«, Informationen über die räumliche Ausdehnung der Lichtquelle stecken.

Mit MIDI ergab sich für Gaspra eine Größe von rund elf Kilometern, was per-

fekt zu den bekannten Ausmaßen von  $9 \times 11 \times 12$  Kilometern passt. Auch die Form ließ sich aus den Messungen ermitteln. Sie stimmt sehr gut mit der aus den Bildern der Raumsonde Galileo ermittelten überein (siehe Bild links oben).

Auch die Beobachtungen von (234) Barbara waren ein voller Erfolg. Die Grafik links unten zeigt die gemessene Visibility, die Informationen über ihre Größe enthält, aufgetragen gegen die Raumfrequenz, die Informationen über ihre Form enthält. Aus dem Vergleich mit verschiedenen Modellen folgerten die Forscher,

dass (234) Barbara aus zwei eng umlaufenden Teilkörpern besteht. Am besten passen zu ihren Daten zwei Asteroiden mit Durchmessern von 37 und 21 Kilometern, die einander in einem Abstand von wenigstens 24 Kilometern umkreisen.

Mit Hilfe von VLTI-MIDI lässt sich im Sonnensystem ein Größen- und Distanzbereich abdecken, der mit anderen Instrumenten wie Radar oder adaptiver Optik nicht zugänglich ist. Dadurch lässt sich die Zahl der untersuchbaren Asteroiden auf das Hundertfache steigern.

AXEL M. QUETZ

## ZUM NACHDENKEN

# Asteroiden mit MIDI



Die erfolgreiche Messung von Form und Größe der beiden Hauptgürtel-Asteroiden (951) Gaspra und (234) Barbara mit dem VLT-Interferometer MIDI eröffnet den Astronomen viele neue Ziele. Im folgenden soll betrachtet werden, welche Reichweite diese neue Methode hat.

In der Arbeit von Marco Delbo und seinem Team (siehe dazu den nebenstehenden Bericht) wird festgestellt, dass Helligkeiten im visuellen Bereich bis herunter zu  $m_{\min} = 14$  mag noch ausreichen, um mit VLTI-MIDI die Größe eines Asteroiden erfolgreich bestimmen zu können. Allerdings darf die Winkelausdehnung  $\delta_{\max}$  des Objekts nicht größer sein als etwa 100 bis 200 Millibogensekunden.

**Aufgabe 1:** Man ermittle für  $\delta_{\max} = 0,15''$  die minimale Distanz  $r_{\min}$ , die Asteroiden des Durchmessers  $D_1 = 10$  km,  $D_2 = 50$  km und  $D_3 = 100$  km nach dem Kriterium für die Winkelausdehnung bei VLTI-MIDI noch haben dürfen. Man gebe  $r_{\min}$  in den Einheiten Kilometer und Astronomische Einheit an (1 AE = 149,6 Mio. km).

**Aufgabe 2:** Der Zusammenhang zwischen der Albedo  $A$ , dem Durchmesser  $D$  und der absoluten Helligkeit  $H$  eines Kleinplaneten lautet:

$$D = \frac{1}{\sqrt{A}} \times 10^{-H/5 \text{ mag}} \times 1329 \text{ km.}$$

Man ermittle für die beiden Albedowerte  $A_1 = 0,2$  und  $A_1 = 0,4$  sowie die drei Durchmesser aus Aufgabe 1 die zugehörigen absoluten Helligkeiten.

**Aufgabe 3:** Ein Asteroid in der Distanz  $\Delta$  zur Erde und der Distanz  $r$  zur Sonne befinde sich in Oppositionsstellung. Dort gilt:  $r = \Delta + 1 \text{ AE}$ . Seine scheinbare Helligkeit lässt sich dann ermitteln aus:

$$r \cdot \Delta = 10^{(m-H)/(5 \text{ mag})} \text{ AE}^2. \quad (1)$$

Man bestimme für alle in Aufgabe 2 berechneten Werte bei  $m = m_{\min}$  in Gleichung (1) die für VLTI-MIDI maximal möglichen Erddistanzen  $\Delta_{\max}$ .

**Aufgabe 4:** In ein Diagramm, in dem entlang der Abszisse der Abstand zur Erde und entlang der Ordinate der Durchmesser aufgetragen ist, zeichne man die in den Aufgaben 1 und 3 ermittelten Ergebnisse ein und schraffiere die mit VLTI-MIDI zugänglichen Bereiche. Außerdem trage man auch Gaspra und Barbara in das Diagramm ein.  $A_G = 0,38$ ,  $A_B = 0,22$ ,  $D_G = 11$  km,  $D_B = 44$  km. AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. April 2009** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: (+49|0) 62 21-52 82 46. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe Seite 119.