



Die Kuppeln des Keck-Observatoriums stehen auf dem 4200 Meter hohen Mauna Kea auf Hawaii. Die beiden Teleskope sind 85 Meter voneinander entfernt und lassen sich für die Beobachtung der aktiven Galaxienkerne zu einem Interferometer koppeln.

ZUM NACHDENKEN

Aktive galaktische Kerne



Der Blick in das Innere weit entfernter aktiver Galaxien wird mit Hilfe interferometrischer Beobachtungen möglich. Während manche Strukturen im Radiobereich Strahlung aussenden, leuchten die Staubtoren um die zentralen Energiequellen im Infraroten.

Aufgabe 1: Das Auflösungsvermögen δ eines Interferometers ergibt sich bei der Beobachtungswellenlänge λ und der Basislänge b zu: $\delta = (180^\circ/\pi) \cdot (\lambda/b)$. Radiointerferometer nutzen hierfür sogar interkontinentale Basislängen (VLBI, *very long baseline interferometry*). **a)** Welche Auflösung δ_{VLBI} erreicht VLBI bei einer Beobachtungsfrequenz von $\lambda_{\text{VLBI}} = 100$ GHz und der Basislänge $b_{\text{VLBI}} = 10\,000$ km? **b)** Die beiden zum Infrarot-Interferometer zusammengeschalteten Zehn-Meter-Keck-Teleskope besitzen eine Basislänge von $b_{\text{Keck}} = 85$ m. Welche Auflösung δ_{Keck} erreicht es bei der Beobachtungswellenlänge $\lambda_{\text{Keck}} = 2,2$ μm ? Welcher Technik gäbe man den Vorzug, sofern es nur um das Auflösungsvermögen ginge?

Aufgabe 2: Man berechne die aus der Rotverschiebung z folgende Entfernung für die vier Objekte in der Ta-

Vier AGN-Galaxien

	z	$r_{\text{Ring}} [\text{Lj}]$
NGC 4151	0,00414	0,127
NGC 4051	0,00309	0,104
Mrk 231	0,0427	1,04
IRAS 13349+2438	0,109	2,87

belle. Bei kleinen Geschwindigkeiten v und kleinen z gilt: $v = cz$ (Lichtgeschwindigkeit $c = 300\,000$ km/s). Die Distanz D folgt dann aus der Hubble-Beziehung: $v = H_0 D$ (Hubble-Konstante $H_0 = 71$ km s⁻¹ Mpc⁻¹).

Aufgabe 3: Die im Infraroten sichtbaren Staubtoren der von den Bonner Astronomen beobachteten AGN gelten als gut aufgelöst, wenn das Auflösungsvermögen die Größe der Struktur mit Radius r_{Ring} um einen Faktor drei übertrifft. Ist das der Fall? AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. Februar 2011** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528246. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern **Preise** verlost: siehe S. 117

bereich zahlreicher AGN. Der Clou: Aus der Zeitspanne der Helligkeitsänderung lässt sich leicht auf eine Obergrenze der räumlichen Ausdehnung des Strahlung aussendenden Objekts schließen. Ändert sich seine Leuchtkraft innerhalb beispielsweise einer Stunde signifikant, so kann die Ausdehnung des Objekts höchstens eine Lichtstunde betragen. Denn schließlich muss sich die Information »Helligkeit ändern« innerhalb dieser Stunde über das gesamte Objekt ausbreiten – und nichts bewegt sich bekanntlich schneller als Licht. Die neuen Ergebnisse von Kishimoto und Kollegen stimmen in hohem Maße mit den Daten solcher früheren Beobachtungen überein.

Dass die Radien der vier Objekte nach den neuen direkten Messungen etwas größer erscheinen als nach den früheren Untersuchungen, liegt in der Natur der Beobachtungsmethoden: Während das Team des Bonner MPI aus den Helligkeitsmessungen einen durchschnittlichen Radius ermitteln konnte, misst die Methode der Helligkeitsschwankung gerade den inneren Radius des Materietorus.

Für die Zukunft hoffen die Forscher um Kishimoto, noch dichter an die eigentlichen Zentralobjekte der aktiven Galaxien, die extrem massereichen Schwarzen Löcher heranzukommen. Dazu wird es nötig sein, die Methode der Infrarot-Interferometrie weiter voranzutreiben und ein Teleskopnetzwerk auf den Weg zu bringen, das sich über mehrere Kilometer erstreckt – wie es bei der Radiointerferometrie bereits existiert. So ausgestattet, wird es den Astronomen möglich sein zu beobachten, wie Schwarze Löcher Materie aus ihrer Umgebung verschlingen und wie genau die energiereichen Jets entstehen, die oft Millionen von Lichtjahren aus den aktiven Galaxien in das Universum schießen. Die Interferometrie könnte somit unser Auge für die Welt der Schwarzen Löcher werden.

HELMUT HETZNECKER

HELMUT HETZNECKER ist promovierter Astronom und Autor mehrerer Bücher. Er arbeitet heute als Wissenschaftsjournalist vor allem im TV-Bereich.

Literaturhinweis

Meisenheimer, K.: Die Suche nach Staubtoren in aktiven galaktischen Kernen. In: *Sterne und Weltraum* 7/2006, S. 24–30