

ZUM NACHDENKEN

Der Staub- und Molekültorus der Seyfertgalaxie NGC 1068



Mit einer Distanz von $d = 14$ Mpc liegt die aktive Galaxie NGC 1068 noch in unserer kosmischen Nachbarschaft. Sie ist auch unter der Bezeichnung Messier 77 bekannt. In ihrem Zentrum liegt ein extrem massereiches Schwarzes Loch mit $M_{\text{SL}} = 10^7 M_{\odot}$. Beobachtungen der unmittelbaren Umgebung mit ALMA förderten einen rotierenden, staubreichen Molekültorus zutage, der das Schwarze Loch umgibt.

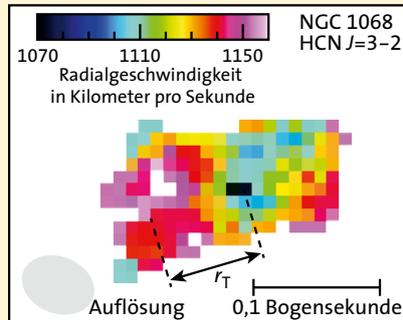
Aufgabe 1: Die innerste Kernregion von NGC 1068 wurde im ALMA-Band 6 mit Frequenzen zwischen 211 und 275 GHz beobachtet. Liegen die für Spektraluntersuchungen interessanten Übergänge $J=3-2$ (J ist eine das Molekül beschreibende Quantenzahl) von HCN bei $\nu_{\text{HCN}32} = 265,886$ GHz und HCO^+ bei $\nu_{\text{HCO}32} = 267,558$ GHz innerhalb des Frequenzbands 6, wenn die Seyfertgalaxie eine der geringen Entfernung entsprechende Rotverschiebung von $z = 0,0037$ aufweist? $z = \Delta\lambda/\lambda_0$, $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$, $\lambda v = c$, $c = 2,99792 \cdot 10^8$ m/s.

ZUM NACHDENKEN: Unser Sonnensystem



Das Buch enthält 119 Aufgaben und Lösungen der Rubrik »Zum Nachdenken« zum Sonnensystem, alle überarbeitet und mit zusätzlichen Informationen versehen.

368 Seiten. Preis: 25 €. Bestell-Link: <https://amzn.to/2sIYh6L>



Die Geschwindigkeitskarte von NGC 1068 enthüllt den Gas- und Molekültorus.

Aufgabe 2: Aus den Spektren um die HCN-Linie und die HCO^+ -Linie folgt der Winkelradius des Torus zu $\varrho_T = 0,094''$. Die Rotationsgeschwindigkeit ist $v_T = 20$ km/s. **a)** Welchem linearen Abstand r_T entspricht der Winkelradius? **b)** Welche Zentralmasse M_Z würde der Torus umgeben, wenn sich die Bewegung ausschließlich keplersch erklären ließe? In dem Fall herrschte Gleichgewicht zwischen Gravitationskraft $F_G = G m M_Z/r_T^2$ mit $G = 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ und Fliehkraft $F_F = m \omega^2 r_T$: $F_G = F_F$. Die Kreisfrequenz ist $\omega = v_T/r_T$. Man vergleiche mit M_{SL} . Ist die Bewegung der gemessenen HCN- und HCO^+ -Moleküle im Torus demnach rein durch das zentrale Gravitationspotenzial des Schwarzen Lochs bestimmt?

Aufgabe 3: Welche Geschwindigkeit müsste die Torusmaterie aufweisen, wenn sie allein durch die Zentralmasse M_{SL} festgelegt wäre? AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **2. November 2018** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377. PDF: zumnachdenken@sterne-und-weltraum.de. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe S. 93

Struktur von aktiven galaktischen Kernen – denn diese sagen voraus, dass es einen derartigen Torus in der Umgebung eines extrem massereichen Schwarzen Lochs geben sollte.

Prototyp für Seyfertgalaxien?

Da es Imanishi und seinen Kollegen mit Hilfe von ALMA erstmals gelungen ist, einen Gas- und Staubschicht abzubilden, können Astronomen nun auf die Jagd nach weiteren derartigen Strukturen in anderen Galaxien gehen und damit herausfinden, ob nicht die torusförmigen Gas- und Staubschichten für die unterschiedlichen Typen von Seyfertgalaxien verantwortlich sind. Demnach wäre solch ein Torus bei Seyfertgalaxien vom Typ 2 wie in Messier 77 tatsächlich im Weg: Die auf der Erde empfangene Strahlung hinge in diesem Fall davon ab, ob das ganz in der Nähe des AGN erzeugte Licht vom Torus blockiert wird oder eben nicht. Um diese Frage zu beantworten, bedarf es weiterer hochauflösender Beobachtungen. Die Tatsache, dass es tatsächlich einen derartigen Staubschicht gibt, und dass die Beobachtungen zumindest in diesem Einzelfall zu der Theorie passen, sind die ersten Schritte in die richtige Richtung.

Und schließlich deutet die Verteilung der Materie innerhalb des Torus auf einige spannende Prozesse hin. Beispielsweise fanden die Forscher Hinweise, dass Messier 77 in seiner Vergangenheit mit einer Zwerggalaxie verschmolzen ist. Sie vermuten außerdem, dass innerhalb des Torus Sterne entstehen könnten, und sie planen, hierzu weitere Beobachtungen durchzuführen.

FRANZISKA KONITZER studierte Physik und Astrophysik an der University of York in Großbritannien und schloss das Studium mit einem Master ab. Derzeit ist sie in München als Journalistin tätig.

Literaturhinweis

Imanishi, M. et al.: ALMA Reveals an Inhomogeneous Compact Rotating Dense Molecular Torus at the NGC 1068 Nucleus. In: The Astrophysical Journal Letters 853:L25, 2018

W I S Didaktische Materialien: www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1051412

SuW-Grafik nach: Imanishi, M. et al.: ALMA Reveals an Inhomogeneous Compact Rotating Dense Molecular Torus at the NGC 1068 Nucleus. In: APJL 853:L25, 2018, Fig. 2