

26.04.2023

<http://idw-online.de/de/news813231>Forschungsergebnisse  
Physik / Astronomie  
überregional

## Wie das Schwarze Loch in der Galaxie M87 einen Jet startet

Ein internationales Forscherteam von Wissenschaftlern unter Beteiligung des MPIfR in Bonn hat mit neuen Millimeter-Beobachtungen zum ersten Mal eine Verbindung zwischen der ringförmigen Struktur, die den Materieeinfall in das zentrale Schwarze Loch offenbart, und dem starken relativistischen Jet in der Radiogalaxie M87 gezeigt. Die Beobachtungen mit dem Global Millimetre VLBI Array, ergänzt durch das ALMA-Teleskop in Chile und das Grönland-Teleskop, zeigen den Materiestrudel um das zentrale Schwarze Loch und den Ursprung des Jets bei 3,5 mm Wellenlänge. Mit den beiden zusätzlichen Teleskopen konnten die Abbildungsmöglichkeiten des Global Millimetre VLBI Array erheblich verbessert werden.

Ru-Sen Lu vom Shanghai Astronomical Observatory, der Leiter einer Max-Planck-Forschungsgruppe an der Chinesischen Akademie der Wissenschaften, ist begeistert und erstaunt zugleich: "Bisher haben wir das supermassereiche Schwarze Loch und den weit entfernten Jet nur in getrennten Bildern gesehen, aber jetzt haben wir ein Panoramabild des Schwarzen Lochs zusammen mit seinem Jet bei einer neuen Wellenlänge aufgenommen." Man geht davon aus, dass Materie aus der Umgebung in das Schwarze Loch hineinfällt, was als Akkretion bezeichnet wird. Aber noch nie hat jemand ein direktes Bild davon gemacht. "Der große und dicke Ring, den wir nun sehen, erklärt sich durch das Gas, das in das Schwarze Loch fällt. Die beobachtete Strahlung erlaubt es, die physikalischen Prozesse in der unmittelbaren Umgebung des Schwarzen Lochs und das Wechselspiel zwischen Akkretion und Jeterzeugung besser zu verstehen", fügt er hinzu.

"Die Beteiligung von ALMA an den GMVA-Beobachtungen hat die Empfindlichkeit für die Kartierung der schwachen und komplexen Radioemission im Zentrum von M87 deutlich erhöht. Dadurch hat sich die effektive Winkelauflösung verbessert, und wir konnten zum ersten Mal die ringförmige Struktur im Herzen von M87 bei einer Wellenlänge von 3,5 Millimetern abbilden", sagt Andrei Lobanov vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR), ein Mitglied des Forscherteams. Der vom GMVA gemessene Durchmesser des Rings beträgt 64 Mikrobogensekunden, was der Größe eines kleinen Selfie-Lichtrings (13,5 cm) entspricht, wie ihn ein Astronaut auf dem Mond sehen würde, wenn er zur Erde zurückblickt. Wie aufgrund der Emissionseigenschaften des relativistischen Plasmas in dieser Region zu erwarten war, ist der Außendurchmesser dieser ringförmigen Struktur etwa 1,5mal größer als der bei früheren Beobachtungen bei 1,3 mm mit dem EHT gemessene Durchmesser.

"Mit den stark verbesserten Abbildungsmöglichkeiten des GMVA gewinnen wir neue Einblicke in die physikalischen Prozesse der Jeterzeugung. Wir sehen wieder die drei Jetfilamente, die wir schon aus früheren Beobachtungen kannten", sagt Thomas Krichbaum, der erste Autor vom MPIfR unter den beteiligten Forschern. "Aber jetzt erkennen wir, wie der Jet aus dem Emissionsring um das Schwarze Loch austritt, und wir können den Ringdurchmesser bei einer anderen Wellenlänge messen."

"Das spektakuläre Bild des Jets und des Rings in M87 ist ein wichtiger Meilenstein und krönt die jahrelangen gemeinsamen Bemühungen unserer europäischen Kollegen, unter anderem von ESO, IRAM, Metsähovi, Yebes und Onsala, das GMVA-Array mit dem phasengesteuerten ALMA für gemeinsame Beobachtungen einzurichten, um die

feinsten Details bei der Untersuchung von Radiogalaxien und Quasaren zu enthüllen", kommentiert Eduardo Ros, Wissenschaftler am MPIfR, europäischer GMVA-Scheduler und Mitglied des Forscherteams.

Jae-Young Kim von der Kyungpook National University in Daegu (Südkorea), der auch mit dem MPIfR affiliert ist, blickt auf die technologische Weiterführung: "Die nächsten Schritte bei der hochauflösenden Kartierung von M87 werden die Messungen der Radiofarbe des Jets und des Schattens des Schwarzen Lochs beinhalten, und Polarisationsmessungen, aus der die Struktur und Stärke des Magnetfeldes abgeleitet werden kann." Diese Schritte werden zu einer weiteren Verbesserung der Empfindlichkeit des GMVA-Netzes führen, indem neue Radioempfänger benutzt werden, die eine Mehrfrequenz-Phasenreferenzierung ermöglichen, wie sie beispielsweise das koreanische VLBI-Netz verwendet.

J. Anton Zensus, Direktor am MPIfR und Koautor der veröffentlichten Arbeit, fasst zusammen: "Diese neuen Ergebnisse sind so wichtig, weil sie uns zum ersten Mal einen direkten Blick in die Region ermöglichen, die die zentrale Akkretionsscheibe um das Schwarze Loch und den Jet in M87 verbindet. Der jahrelange und kontinuierliche Ausbau und die Weiterentwicklung der VLBI-Technik haben sich definitiv gelohnt."

---

#### Weitere Informationen:

Für diese Forschung wurden Daten verwendet, die mit dem Global Millimeter VLBI Array (GMVA) gewonnen und am MPIfR korreliert wurden. Das GMVA besteht aus Teleskopen, die vom MPIfR, IRAM, Onsala, Metsähovi Radio Observatory, Yebes, dem koreanischen VLBI-Netzwerk, dem Greenland Telescope, dem Green Bank Observatory (GBT) und dem Very Long Baseline Array (VLBA) betrieben werden. Das 100-m-Radioteleskop Effelsberg war im Rahmen des GMVA an den 3,5-mm-Messungen beteiligt. Das VLBA und das GBT sind Einrichtungen der National Science Foundation, die im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung von Associated Universities, Inc. betrieben werden. Bau und Betrieb von ALMA werden von der ESO im Namen ihrer Mitgliedstaaten, vom National Radio Astronomy Observatory (NRAO), das von Associated Universities, Inc. (AUI) verwaltet wird, im Namen Nordamerikas und vom National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) im Namen Ostasiens geleitet. Das Joint ALMA Observatory (JAO) übernimmt die einheitliche Leitung und Verwaltung von Bau, Inbetriebnahme und Betrieb von ALMA.

Zum Forschungsteam gehören folgende Personen, die dem MPIfR angehören: Ru-Sen Lu, Thomas Krichbaum, Andrei Lobanov, Jae-Young Kim, Eduardo Ros, Walter Alef, Silke Britzen, Jun Liu, Helge Rottmann, Tuomas Savolainen, J. Anton Zensus, Uwe Bach, Sven Dornbusch, Alexander Kraus, Nicholas MacDonald, Yurii Pidopryhora, Efthalia Traianou und Jan Wagner.

#### wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Thomas P. Krichbaum  
Max-Planck-Institut für Radioastronomie  
Bonn, Germany  
Fon: +49 228 525-292  
Mail: tkrichbaum@mpifr.de

Prof. Dr. Eduardo Ros  
Max-Planck-Institut für Radioastronomie  
Bonn, Germany  
Fon: +49 228 525-125  
Mail: ros@mpifr.de

Dr. Ru-Sen Lu

Shanghai Astronomical Observatory  
Chinese Academy of Sciences, Shanghai  
Fon: +86 21-34776078  
Mail: rslu@shao.ac.cn

Originalpublikation:

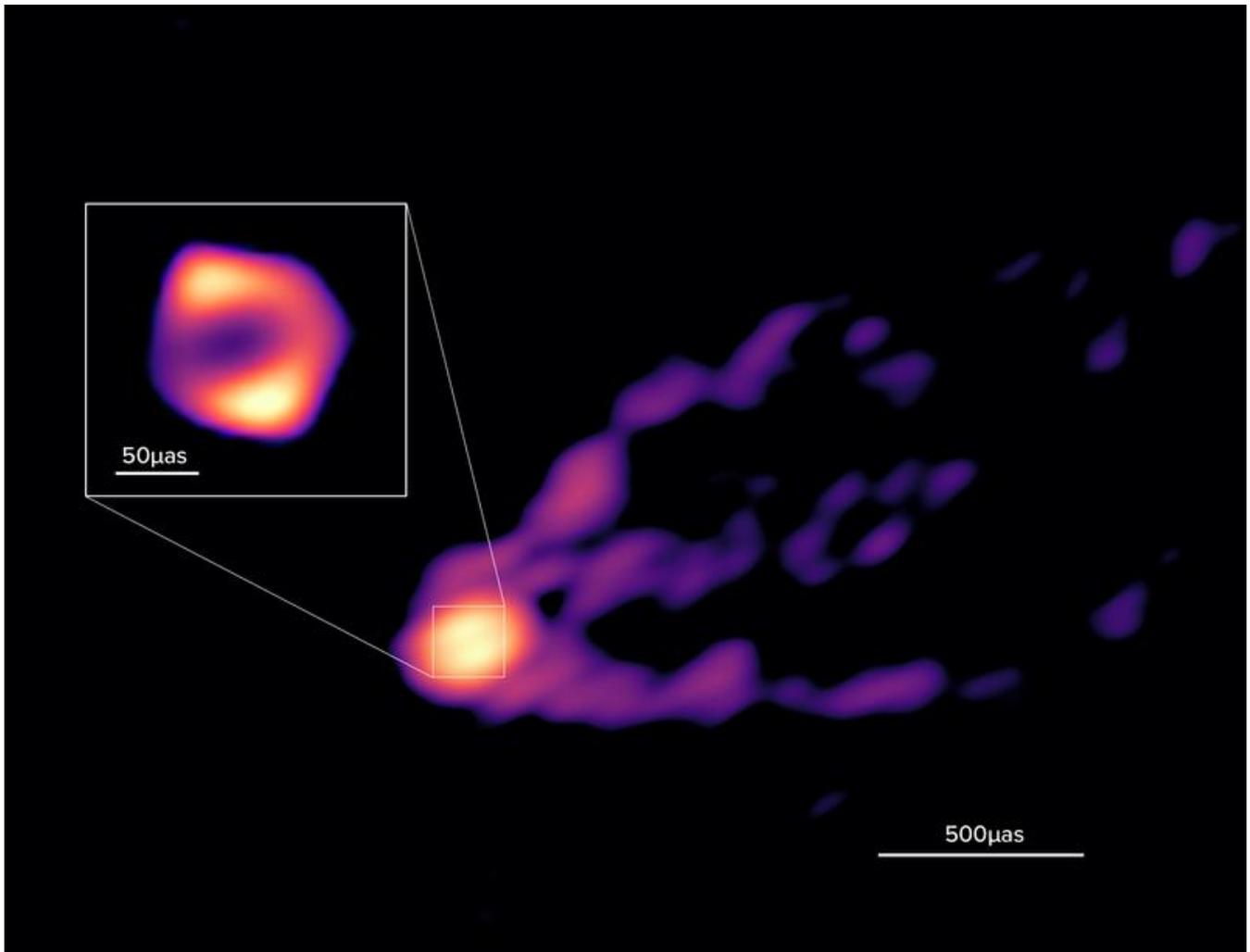
R. Lu, K. Asada, T.P. Krichbaum, et al.: A ring-like accretion structure in M87 connecting its black hole and jet, Nature, April 27, 2023, doi:10.1038/s41586-023-05843-w

[https://files.springernature.com/getResource/Full%20text%3A%20LU%2011434%2041586\\_2023-5843\\_OnlinePDF\\_300a.pdf?token=IULUvIufpS8AXE43riPpExKrcZMUcwpHIOow4yhOno61RnG9Vz6%2Fr7GCrI5AcBi9201n3tikPjKFkiYotkHNpNM75Zwrwg1JnULfD6ql3lbH8w9oWA4NL2MVeVnSD5SmuCh%2FZ3DLB4IVSRfpmhKqICyI59nZ4OmNS4avJxyPo6RaVuuGoMaoghDbaEXFGOdT6R1Se4bGQnT7HNP7lnlhp9R9ie6CqfHB3gsKJ%2BZ2%2F5OG3eNs2jsDKIt6ogD7VgOiaP3Tdhmek9ubVZwx%2FRy3Zwfu30gkjlIyox6rppdWDjqSvok6gZjHyMGFKHRWIuRweHHzFuhES8lg1Zf4fXyOyGDZjTSjLbsew4B8ckwImWo%3D](https://files.springernature.com/getResource/Full%20text%3A%20LU%2011434%2041586_2023-5843_OnlinePDF_300a.pdf?token=IULUvIufpS8AXE43riPpExKrcZMUcwpHIOow4yhOno61RnG9Vz6%2Fr7GCrI5AcBi9201n3tikPjKFkiYotkHNpNM75Zwrwg1JnULfD6ql3lbH8w9oWA4NL2MVeVnSD5SmuCh%2FZ3DLB4IVSRfpmhKqICyI59nZ4OmNS4avJxyPo6RaVuuGoMaoghDbaEXFGOdT6R1Se4bGQnT7HNP7lnlhp9R9ie6CqfHB3gsKJ%2BZ2%2F5OG3eNs2jsDKIt6ogD7VgOiaP3Tdhmek9ubVZwx%2FRy3Zwfu30gkjlIyox6rppdWDjqSvok6gZjHyMGFKHRWIuRweHHzFuhES8lg1Zf4fXyOyGDZjTSjLbsew4B8ckwImWo%3D)

URL zur Pressemitteilung: <https://www.mpifr-bonn.mpg.de/7836692/gmva-m87-apr2023>



Die künstlerische Darstellung zeigt eine Nahaufnahme des Akkretionsstroms und des Jets, der aus der Region des Schwarzen Lochs in Messier 87 austritt.  
Sophia Dagnello, NRAO/AUI/NSF



GMVA+ALMA-Bild der zentralen Region des Schwarzen Lochs in Messier 87, aufgenommen am 14. und 15. April 2018 bei einer Wellenlänge von 3,5 mm mit Jet und zentralem Ring mit einem Durchmesser von 64 Mikrobogensekunden.  
R. Lu et al, Nature 2023