

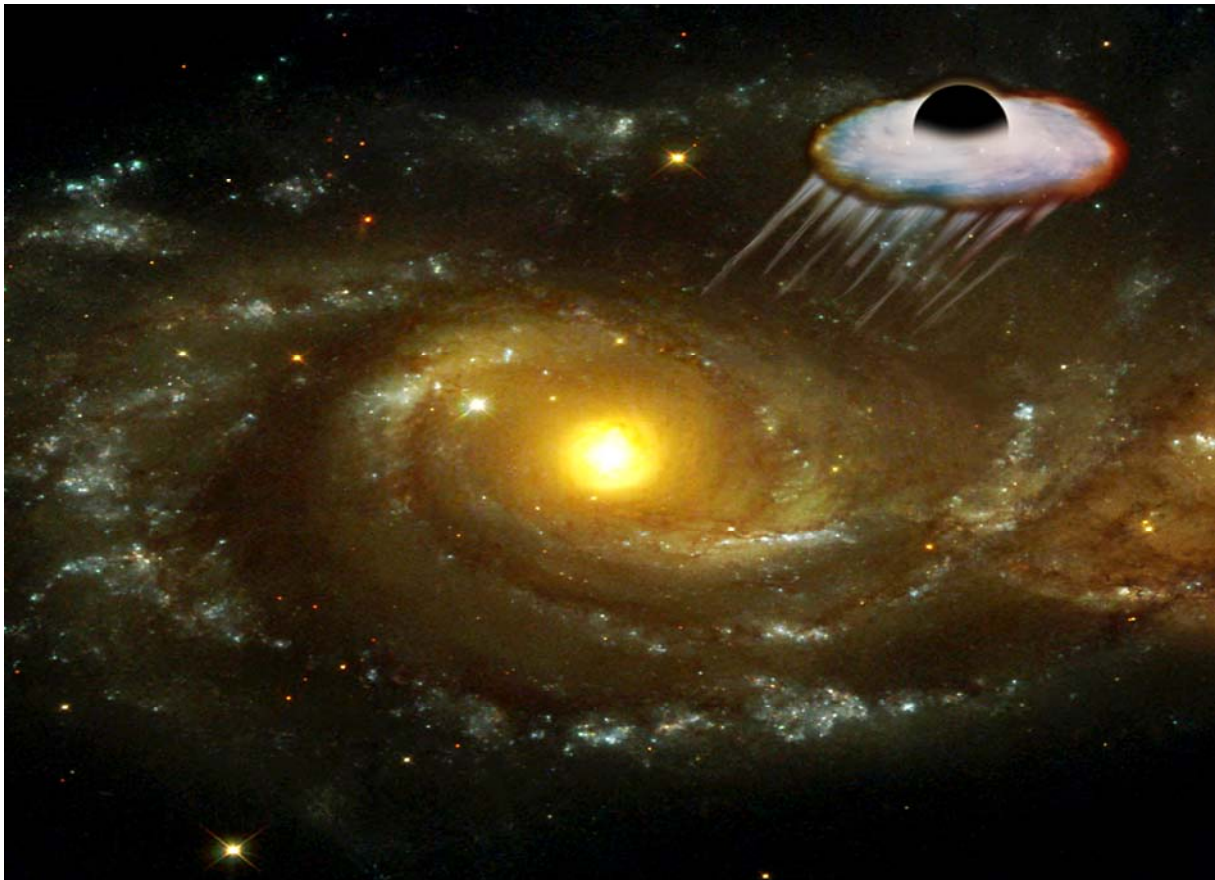


**Presseinformation**  
**Max-Planck-Institut für extraterrestrische**  
**Physik**  
29. April 2008

## **Superkick: Schwarzes Loch aus Muttergalaxie verstoßen**

### **Gravitationsrakete beschleunigte das Schwerkraftmonster auf Tausende von Kilometern pro Sekunde**

Durch einen gewaltigen Ausbruch von Gravitationswellen beim Verschmelzen zweier Schwarzer Löcher wurde das dabei entstandene Schwarze Loch aus dem Kern seiner Galaxie herauskatapultiert. Dieser spektakuläre Vorgang, der von Theoretikern seit langem vorhergesagt worden war, konnte jetzt zum ersten Mal in der Natur beobachtet werden. Das Team um Stefanie Komossa vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) hat mit seiner Entdeckung ein neues Fenster in der beobachtenden Astrophysik aufgestoßen, mit weitreichenden Folgen für unser Verständnis der Galaxienentstehung und –entwicklung im frühen Universum (Astrophysical Journal Letters, 10. Mai 2008).



Gesamtbild: MPE, zugrundeliegende Galaxie: HST Archiv

*Der Raketeneffekt der Gravitation schießt ein Schwarzes Loch aus seiner Galaxie (künstlerische Darstellung).*

Beim Verschmelzen zweier Schwarzer Löcher breiten sich enorme Gravitationswellen mit Lichtgeschwindigkeit aus. Da die Wellen bevorzugt in eine Richtung ausgesandt werden, erhält das Schwarze Loch selbst einen Rückstoß, ganz ähnlich wie beim Abschießen eines Gewehres oder beim Start einer Rakete: Es kann sich nicht mehr im Kern der Galaxie halten, es wird „verstoßen“. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit kann das Schwarze Loch seine Muttergalaxie ganz verlassen.

Die aufsehenerregende Beobachtung des MPE-Teams belegt erstmals eines dieser extremen Ereignisse, die bisher nur in Supercomputern simuliert wurden. Das Schwarze Loch fiel in der Sloan Himmelsdurchmusterung durch seine hohe Geschwindigkeit auf, die die Astrophysiker mittels der besonders breiten, um 2650 Kilometer pro Sekunde verschobenen Emissionslinien von Gasen rund um das Schwarze Loch messen konnten. Das Schwergewicht von einigen 100 Millionen Sonnenmassen bewegte sich mit einem Tempo von knapp 3000 Kilometern pro Sekunde. Zum Vergleich: Würde man in München mit dieser Geschwindigkeit starten, hätte man innerhalb von weniger als einer Sekunde Afrika erreicht. Aufgrund der ungeheuren Stärke dieses Rückstoßes wurde das Schwarze Loch aus seiner Muttergalaxie herauskatapultiert.

Neben den Emissionslinien von Gas, das an das Schwarze Loch gebunden ist, fielen auch ungewöhnlich schmale Linien aus der Galaxie selbst auf – sie stammen von Gas, das dort zurückgelassen wurde. Dieses Gas ist nicht an das Schwarze Loch gebunden, es wird aber von der Akkretionsscheibe um das rückstoßende Schwarze Loch beleuchtet.

Wenn ein Schwarzes Loch aus dem Kern gestoßen wird, bleibt die es direkt umgebende Materie an das Schwarze Loch gebunden, der Rest jedoch bleibt zurück. Auf diese Weise kann das Schwarze Loch noch für viele Millionen Jahre „gespeist“ werden. Es saugt weiterhin Gas aus dieser Scheibe auf, und dieses Gas leuchtet im Röntgenlicht. Tatsächlich hat das Team um Komossa auch diesen Röntgenschein um das 10 Milliarden Lichtjahre entfernte Schwarze Loch entdeckt: Die Himmelsregion wurde zufällig mit dem Satelliten ROSAT abgelichtet, und ganz am Rande des Gesichtsfeldes entdeckte man eine Röntgenquelle, deren Position mit der fernen Galaxie übereinstimmt.

Das Interesse der Astrophysiker an Gravitationswellen und ihren Effekten ist extrem groß. Gravitationswellen, die energiereichsten Prozesse im gesamten Universum, kräuseln den Raum wie ein ins Wasser geworfener Stein die Wasseroberfläche. Im Jahr 2006 wurden erstmals in Computersimulationen Schwarze Löcher erfolgreich zum Verschmelzen gebracht und die dabei entstehenden Gravitationswellensignale berechnet. 2007 gab es einen weiteren Durchbruch: Supercomputer errechneten die ungeheure Stärke der Rückstöße, die beim Verschmelzen zweier Schwarzer Löcher entstehen. Die Ergebnisse des Teams um Komossa bedeuten nun einen weiteren Meilenstein der Forschung über Gravitationswellen, der den bisher nur simulierten „Raketeneffekt der Gravitation“ mit realen Beobachtungen belegt.

Die neue Entdeckung beweist indirekt auch, dass Schwarze Löcher tatsächlich miteinander verschmelzen – auch für diesen von der Theorie postulierten Vorgang gab es bisher keine eindeutigen Belege. Aus der Beobachtung folgt aber darüber hinaus, dass es Galaxien ohne Schwarze Löcher in den Kernen geben muss – und auf der anderen Seite intergalaktische Schwarze Löcher, die auf alle Ewigkeit im Raum zwischen den Galaxien treiben. Das wirft neue Fragen für die Forschung auf: Bildeten und entwickelten sich Galaxien und Schwarze Löcher in der Frühphase des Universums gemeinsam? Oder gab es eine Population von

Galaxien, die ihrer Schwarzen Löcher im Kern beraubt wurden? Und wie entwickeln sich diese Galaxien dann weiter?

In engem Wechselspiel zwischen Theorie und Beobachtung wollen sich die Astrophysiker jetzt daran machen, diese Fragen zu klären. Unter anderem sollen verschiedene Detektoren auf dem Erdboden und im Weltraum, wie etwa das derzeit im Bau befindliche Weltraum-Interferometer LISA, in naher Zukunft auf die Fährte der Gravitationswellen angesetzt werden. Für diese weitergehenden Untersuchungen ist die Erkenntnis des MPE-Teams wichtig, dass der Mechanismus des Verschmelzens tatsächlich so funktioniert wie von der Theorie vorhergesagt.

**Originalveröffentlichung:** <http://xxx.lanl.gov/abs/arXiv:0804.4585>

**Weitere Informationen erhalten Sie von:**

Dr. Mona Clerico  
Pressesprecherin  
Max-Planck-Institut für Astrophysik und  
Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik  
Tel.: +49 89 30000-3980  
E-Mail: [clerico@mpe.mpg.de](mailto:clerico@mpe.mpg.de)

Dr. Stefanie Komossa  
Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik  
Tel.: +49 89 30000-3577  
E-Mail: [skomossa@mpe.mpg.de](mailto:skomossa@mpe.mpg.de)

**MPE-Webseiten:** <http://www.mpe.mpg.de/main-d.html>