

Tautenburg, 11. Februar 2010

PresseInfo

Spektakulärer Helligkeitsausbruch eines entfernten Quasars – ausführlich

Eine internationale Forschergruppe unter Beteiligung der Thüringer Landessternwarte Tautenburg (TLS) hat in den Tiefen des Alls ein gigantisches Schwarzes Loch mit einem ungewöhnlich heftigen Helligkeitsausbruch entdeckt. Die Interpretation dieses einzigartigen Ereignisses ist eine Herausforderung und könnte interessante Hinweise auf wichtige Prozesse in den Zentren der Galaxien enthalten.

Als vor knapp 50 Jahren die Quasare entdeckt wurden, standen die Astronomen vor einem völlig neuen kosmischen Phänomen ungeheuer heftiger Energiefreisetzung in verhältnismäßig kleinen Raumgebieten. Nach dem heutigen Standardmodell ist ein Quasar ein gigantisches Schwarzes Loch im Zentrum einer Galaxie, umströmt von einer großen Menge von Gasteilchen hoher Geschwindigkeiten. Dieser gewaltige Maelstrom in Form einer Akkretionsscheibe kann im sichtbaren Licht wie auch im Röntgenlicht heller leuchten als alle viele Milliarden Sterne der Galaxie zusammen. Wie diese Fütterung des Quasars im Einzelnen geschieht und wo diese Materie eigentlich herkommt, ist noch nicht ausreichend verstanden.

Während Quasare lange Zeit als zwar interessante aber doch allzu exotische Objekte an entfernten, ausgefallenen Orten im Universum galten, ist das Phänomen nach heutiger Vorstellung nahezu allgegenwärtig und spielt eine wichtige Rolle in der Entwicklung der großen kosmischen Strukturen. Zwar gibt es weder in unserer Galaxis noch bei unseren galaktischen Nachbarn einen Quasar, es ist aber anzunehmen, dass im Zentrum einer jeden größeren Galaxie ein *potentieller* Quasar in Form eines Schwarzen Lochs von Millionen bis Milliarden Sonnenmassen schlummert.

Bereits um 1980 ist die Idee entwickelt worden, dass diese ansonsten unsichtbaren Monster durch ihre Wirkung auf die Sterne ihrer Umgebung nachweisbar sein sollten. Falls nämlich ein Stern dem Schwarzen Loch zufällig zu nahe kommt, wird er durch dessen enorme Gezeitenkräfte zerrissen, was sich in einem blitzartigen Aufleuchten von UV- und Röntgenstrahlung im Zentrum der Galaxie äußert. Insbesondere mit Hilfe von Weltraumteleskopen wurde etwa ein Dutzend guter Kandidaten für solche Lichtblitze

gefunden, allesamt in normalen Galaxien ohne quasar-ähnliche Aktivität.



Bild: Schnappschuss aus einer Simulation, der illustriert, wie ein Stern in der Nähe eines Schwarzen Lochs auseinander gerissen wird. (Quelle: http://www.esa.int/esaCP/SEMUP01PGQD_index_1.html#subhead3, ESA und Stefanie Komossa, MPE)

Einer Arbeitsgruppe unter Leitung von Prof. Dr. Helmut Meusinger von der Thüringer Landessternwarte Tautenburg (TLS) ist es jetzt gelungen, erstmalig ein solches Ereignis bei einem Quasar ausfindig zu machen. Das ist schwieriger als bei normalen Galaxien, weil im Lichtschein des hellen Quasars nur ein außerordentlich heller Lichtblitz aus dessen Umgebung eine Chance hat, Beachtung zu finden. Zumal das Quasarlicht selbst, aufgrund verschiedener, noch wenig verstandener Prozesse sowieso flackert.

Andererseits kommen uns die Quasare in dieser Hinsicht aber auch entgegen: Die allgemeine Expansion des Universums bedeutet, dass das Licht einer entfernten Quelle rotverschoben wird; je größer die Entfernung, desto größer die Rotverschiebung. Die ultraviolette Strahlung, die eigentlich nur außerhalb der Erdatmosphäre beobachtet werden kann, wird dadurch bei entfernten Quasaren in den sichtbaren Bereich verschoben. Das bietet den enormen Vorteil, dass man zur Entdeckung eines UV-Blitzes kein Weltraumteleskop benötigt, sondern auf erdgebundene optische Teleskope zurück

greifen kann. Wichtig ist dies insbesondere deshalb, weil es in für einige Himmelsgebiete eine beachtliche Menge archivierter Beobachtungen gibt, die es ermöglichen, das Helligkeitsverhalten von Quasaren über Zeiträume von Jahrzehnten zu verfolgen.

Ausgangspunkt der Entdeckung war ein Gemeinschaftsprojekt der TLS mit der Arbeitsgruppe von Dr. Wolfgang Pietsch am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching. Dabei ging es um eine systematische Suche nach ganz anderen Helligkeitsausbrüchen, nämlich Novae in unserer Nachbargalaxie im Sternbild Andromeda. (Im Gegensatz zu dem, was der Name suggeriert, ist eine Nova kein neuer Stern, sondern eine Explosion auf der Oberfläche eines alten Sterns, wodurch dieser plötzlich um ein Vielfaches heller wird.) Dabei fiel das Objekt J004457+4123 auf, das bereits 1993 von bulgarischen und russischen Astronomen beobachtet und als “ungewöhnliche Nova” klassifiziert worden war. Auf Aufnahmen vom Röntgensatelliten XMM identifizierten die Forscher der MPE-Gruppe eine Röntgenquelle an der Position von J004457+4123. Damit war dieses Objekt prädestiniert für eine spektroskopische Analyse. Beobachtungen mit dem Spektrographen am 3.5-m-Teleskop des Apache Point Observatory, New Mexico, USA, verschafften schließlich Klarheit über dessen Natur. Zur Überraschung zeigte das Spektrum zweifelsfrei, dass es sich um einen weit entfernten Quasar handelt. Das Licht des Quasars benötigte etwa 10,5 Milliarden Jahre, um zu uns zu gelangen; von der Andromedagalaxie braucht das Licht “nur” 2,5 Millionen Jahre.

Während die Entdeckung eines Quasars in einer solchen Entfernung an sich nichts Besonderes ist, machte dessen Fehlklassifikation als Nova stutzig. Dies deutete nämlich auf einen sehr ungewöhnlichen Helligkeitsausbruch hin. Um das zu prüfen, hat das Team mehr als Tausend Einzelbeobachtungen von 15 verschiedenen Teleskopen in 8 Ländern ausgewertet. Dabei handelt es sich um Beobachtungen aus Archiven, aber auch um gezielte neue Beobachtungen, insbesondere auch mit dem 2-m-“Alfred Jensch”-Teleskop der TLS Tautenburg. Bei Beobachtung und Auswertung haben auch Studenten im Rahmen von Praktika und Diolomarbeiten mitgewirkt.

Die umfangreichen Daten ermöglichen, die UV-Helligkeit von J004457+4123 über mehr als ein halbes Jahrhundert zu verfolgen, ein einmaliges Ergebnis für ein derart weit entferntes Objekt! Das Ergebnis ist faszinierend: Der Quasar zeigte sich fast durchweg als ein schwaches Lichtpünktchen von der Helligkeit einer Fahrradlampe in der Entfernung des Mondes. Nur ein einziges Mal, im Herbst 1992, stieg die Intensität seiner Strahlung stark an und erreichte für einen kurzen Zeitraum das 20-fache des Normalzustands. Danach fiel sie allmählich wieder in den Ausgangszustand zurück zu kehren. Dieser Strahlungsausbruch ist völlig verschieden vom normalen Flackern des Quasars und hat damit offenbar auch nichts zu tun.

Auf dem ersten Blick mag eine Änderung der Helligkeit wie bei J004457+4123 als wenig

aufregend erscheinen, schließlich kennen wir von manchen Sterntypen – wie den Novae – viel stärkere Helligkeitsfluktuationen. Um dem Sachverhalt gerecht zu werden, muss man aber in Erinnerung bringen, dass Quasare extrem intensive Energieschleudern sind: Die Strahlungsenergie im Ausbruch von J004457+4123 ist mehr als tausendmal größer als die der hellsten Supernovaexplosionen. Das ist so viel Energie, wie mehr als Tausend Sterne vom Typ unserer Sonne während ihrer gesamten Lebensdauer von etwa 10 Milliarden Jahren abstrahlen. Helligkeitsschwankungen von Quasaren werden in Tautenburg schon seit Jahren untersucht. Eine systematische Suche in verschiedenen Datenbanken hat gezeigt, dass es unter Tausenden von Quasaren mit Helligkeitsmessungen über mehrere Jahre nichts Vergleichbares gibt. Offenbar handelt es sich tatsächlich um ein extrem seltenes Ereignis.

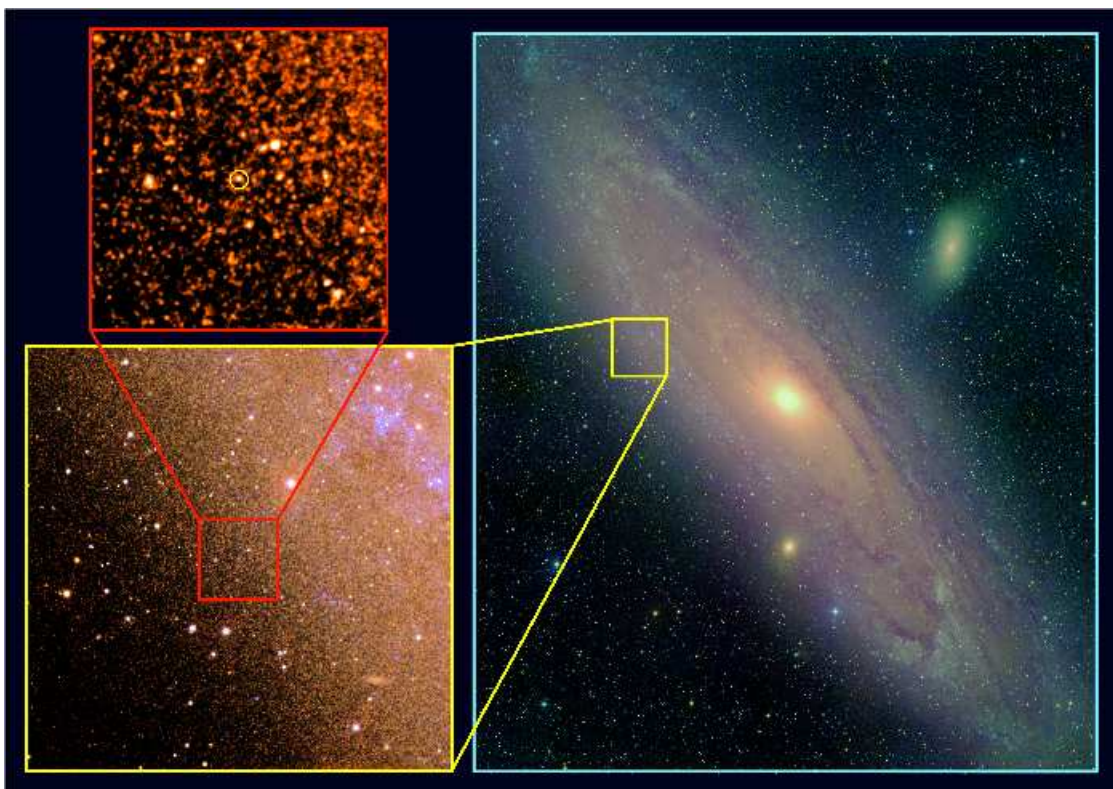


Bild: Der Quasar J004457+4123 (eingekreistes Objekt auf dem Bild oben links) erscheint als ein schwaches Lichtpünktchen, das auf den Himmelsaufnahmen nicht von der riesigen Anzahl der Sterne der Andromedagalaxie (rechts) zu unterscheiden ist. (Quelle: TLS Tautenburg)

Es gibt noch eine weitere Besonderheit: Es ist dies die erste Entdeckung eines Quasars, der durch die Andromedagalaxie hindurch scheint. Auf tiefen Aufnahmen sind in seiner Nähe eine Vielzahl von Sternen unserer Nachbargalaxie als schwache Lichtpünktchen zu sehen. Das legt die interessante Vermutung nahe, dass einer dieser Sterne die

Sichtlinie zu J004457+4123 gekreuzt haben könnte und dabei als Mikro-Gravitationslinse das Licht des Quasars kurzzeitig gebündelt und verstärkt hat. Dieser von Albert Einstein vorhergesagte Effekt ist schon vielfach beobachtet worden, in einigen wenigen Fällen auch bei Quasaren. Würde er auch hier zutreffen, wäre der Helligkeitsausbruch von J004457+4123 im Jahr 1992 nur ein scheinbarer, der Helligkeitsanstieg hätte gar nichts mit dem Quasar selbst zu tun. Die Wahrscheinlichkeit dafür erweist sich jedoch im vorliegenden Fall als sehr gering. Zudem scheint dieses Szenario keine befriedigende Erklärung für die Form der beobachteten Helligkeitsänderung zu liefern.

Unter den naheliegenden Deutungsmöglichkeiten erweist sich die vom Lichtblitz eines Sterns, der durch das Schwarze Loch von J004457+4123 zerrissen wurde, als die wahrscheinlichste. In den letzten Jahren ist eine Methode entwickelt und verfeinert worden, die es ermöglicht, die Masse des Schwarzen Lochs aus dem Spektrum des Quasars abzuschätzen. Auf J004457+4123 angewandt ergibt sie einen plausiblen Wert von etwa einer halbe Milliarde Sonnenmassen. Mit dieser Information lässt sich das Helligkeitsverhalten eines geschredderten Sterns in Abhängigkeit von dessen Größe und Masse berechnen. Die Ergebnisse zeigen für einen Riesenstern von etwa zehnfacher Sonnenmasse eine akzeptable Übereinstimmung mit den Beobachtungen. Solche Sterne sind relativ selten. Sterne vom Typ unserer Sonne sind viel häufiger und sollten dementsprechend häufiger Opfer derartiger kosmischer Verkehrsunfälle werden und damit zum Wachstum der Schwarzen Löcher beitragen. Für unsere Sonne besteht übrigens diesbezüglich keine akute Gefahr, sie wahrt einen ausreichenden Sicherheitsabstand zum supermassereichen Schwarzen Loch im Zentrum unserer Galaxis.

Originalpublikation: "J004457+4123 (Sharov 21) – not a remarkable nova in M31 but a background quasar with a spectacular UV flare", arXiv1001.2991v1

Team: Helmut Meusinger (Tautenburg), Martin Henze und Wolfgang Pietsch (Garching), Kurt Birkle und Holger Mandel (Heidelberg), Ben Williams (Washington), Despina Hatzidimitriou (Athen), Roberto Nesci (Rom), Steve Ertel (Kiel), Andreas Hinze (Bern), Thomas Berthold (Sonneberg)

Kontakt:

Prof. Dr. Helmut Meusinger
Thüringer Landessternwarte Tautenburg
07778 Tautenburg
Sternwarte 5
Mail: meus@tls-tautenburg.de
Tel.: 036427-863-62