

tute für Astronomie und Radioastronomie, vom Argelander Institut, von Caltech, NRAO, IRAM und dem italienischen Istituto Nazionale di Astrofisica hatte mit J1148+5251 ein vielversprechendes Ziel im Auge: eine von nur zwei Galaxien mit hoher Rotverschiebung, bei denen sich die CII-Spektrallinien nachweisen lassen.

Tausendmal effizienter als das Milchstraßensystem

Das Ergebnis war überraschend. Nicht, dass es unerwartet gewesen wäre, dass sich im Kern von J1148+5251 zu jener Zeit, weniger als eine Milliarde Jahre nach dem Urknall, viele Sterne bildeten – zu ähnlichen Ergebnissen hatten schon andere Studien junger Galaxien geführt. Doch diesmal ließ sich auch die Ausdehnung des Entstehungsgebiets bestimmen, die nur 4000 Lichtjahre beträgt. Auf – galaktisch gesehen – sehr kleinem Raum produzierte J1148+5251 Sterne mit insgesamt über tausend Sonnenmassen pro Jahr. Zum Vergleich: Die Produktionsrate der Milchstraße beträgt lediglich eine Sonnenmasse pro Jahr.

Hinzu kommt der Umstand, dass sich kollabierende Gas- und Staubwolken erwärmen, was wiederum den weiteren Kollaps und damit die Bildung neuer Sterne erschwert. Daraus ergibt sich eine Obergrenze für die Sternentstehungsrate in einem gegebenen Volumen. Die Zentralregion von J1148+5251 erreicht diese Obergrenze: In ihr bilden sich neue Sterne so schnell wie physikalisch überhaupt möglich.

Zwar gibt es weitere Beispiele für diese Art maximal zulässiger Sternentstehung. Der Kleinmann-Low-Infrarotnebel in der Orion-Molekülwolke beispielsweise (von der Erde aus hinter dem Orion-Nebel gelegen) erreicht diese Obergrenze ebenfalls (siehe Bild auf S. 20). Auf galaktischen Größenskalen konnten solche extreme Verhältnisse dagegen vorher noch nicht nachgewiesen werden – tatsächlich liefen Schätzungen für die maximale Sternentstehungsrate auf einen zehnfach kleineren Grenzwert hinaus.

Dass es gelang, die Sternentstehung in einer Zentralregion zu lokalisieren, ist bereits für sich genommen von Interesse. Bislang ist noch nicht geklärt, ob die Sterne in jungen Galaxien im Allgemeinen über ein großes Volumen verteilt entstehen, oder ob sich zunächst vornehmlich in einem zentralen Kern Sterne bilden und der mit Sternen gefüllte Zentralbe-

reich erst mit der Zeit, durch Kollisionen und Verschmelzungen mit anderen Galaxien, die ungleich größere Ausdehnung erreicht, die für ältere Galaxien charakteristisch ist. J1148+5251 als Galaxie, deren Sterninventar beginnend mit einer Kernregion von innen heraus entsteht, liefert für die Modelle der Galaxienentstehung einen wichtigen Datenpunkt.

Zu den Ergebnissen von Walter und seinen Kollegen werden sich in den nächsten Jahren hoffentlich noch viele weitere Erkenntnisse über die frühen Phasen der Galaxienentwicklung gesellen. Dass sich die CII-Linie, wie hier erstmals praktisch

demonstriert, zum Nachweis von Sternentstehungsgebieten in stark rotverschobenen Galaxien einsetzen lässt, ist dabei von großem Interesse für im Aufbau befindliche Teleskopprojekte wie ALMA, wo diese Beobachtungstechnik ebenfalls eingesetzt werden soll. MARKUS PÖSSEL

Literaturhinweis

Walter, F. et al.: A kiloparsec-scale hyperstarburst in a quasar host less than one gigayear after the Big Bang. In: Nature 457, S. 699–701, 2009.

ZUM NACHDENKEN

Sternentstehungsrate



Verglichen mit dem Quasar J1148+5251 ist unser Milchstraßensystem ein harmloser Ort. Während unsere Galaxis eine mittlere Sternentstehungsrate von nur etwa einer Sonnenmasse pro Jahr ($\dot{M}_M = 1 M_\odot/a$) aufweist, wurde jetzt diejenige in J1148+5251 erstmals bestimmt: Sie liegt an der theoretischen Obergrenze von etwa 1700 Sonnenmassen pro Jahr ($\dot{M}_j = 1700 M_\odot/a$).

Die große Rotverschiebung $z = 6,42$ des Quasars zeigt an, dass sein Licht 12,8 Milliarden Jahre zu uns unterwegs war. Da das Alter des Universums 13,7 Milliarden Jahre beträgt, sehen wir deshalb Eigenschaften, die der Quasar im geringen Alter von nur etwa einer Milliarde Jahre besaß. In dieser frühen Phase hat J1148+5251 offenbar äußerst heftige Sternentstehung zu verzeichnen.

Aufgabe 1: Wie lange würde es dauern, bis unser Milchstraßensystem bei der oben angegebenen Sternentstehungsrate \dot{M}_M seinen kompletten Wasserstoffvorrat in Sterne prozessiert hätte? Die Masse des Wasserstoffs beträgt $M_{M,H_2} = 2,5 \cdot 10^9 M_\odot$. Die gesamte zur Sternbildung beitragende Gasmasse ist um den Faktor $q = 2$ größer. Man muss außerdem die Rückflussrate $k = 2$ berücksichtigen, die beschreibt, dass von den Sternen, etwa durch Supernova-Explosionen, Materie an die Umgebung zurückgegeben wird, die zur

erneuten Sternentstehung beitragen kann.

Aufgabe 2: Die Masse des Wasserstoffs in J1148+5251 beträgt $M_{j,H_2} = 2 \cdot 10^{10} M_\odot$. Wie lange würde in diesem Fall der Wasserstoffvorrat ausreichen? Man verwende für den Masseanteil des H_2 am gesamten Gasvorrat $q = 1$.

Aufgabe 3: Eine grobe Abschätzung der maximal möglichen Sternentstehungsrate \dot{M}_{max} im Quasar J1148+5251 erhält man unter der Annahme, dass die gesamte Gasmasse M_{Gas} der involvierten Region im freien Fall zusammenstürzt und keinem äußeren Druck unterliegt:

$$\dot{M}_{max} = M_{Gas}/t_{ff}$$

Das Ergebnis wird in Sonnenmassen pro Jahr erwartet. Die Freifallzeit t_{ff} ist gegeben durch: $t_{ff} \approx G^{-1/2} \rho^{-1/2}$. Die Gasmasse sei $M_{Gas} \approx M_{j,H_2}$. Die Gravitationskonstante ist $G = 6,6743 \cdot 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$. Die mittlere Dichte ρ der Region betrage $\rho = 40 H_2$ -Moleküle pro cm^3 . $m_{H_2} = 2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} kg$. AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **16. März 2009** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: (+49) 0 62 21–52 82 46. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe Seite 116.