

Kollegen auf der Basis der neuen Beobachtungsdaten durchgeführt haben. Das Aussehen der beiden Spiralgalaxien wird sich dann bereits massiv verändern: Riesige in die Länge gezogene Gezeitenarme werden dann von der Nahbegegnung zeugen. Die Gravitation sorgt im Weiteren dafür, dass die Verschmelzungskandidaten kehrt machen, sich abermals aufeinander zu bewegen und zuletzt verschmelzen. Ästhetisch bedeutet ein solches Ereignis einen Verlust für das Universum: Aus den beiden ehemals majestätischen Spiralgalaxien ist nun eine einzelne plumpe elliptische Galaxie geworden.

Und was soll dann aus uns werden?

Obwohl insgesamt mehrere Hundertmilliarden Sterne an dem Prozess beteiligt sein werden, wird es kaum zu Sternkollisionen kommen. Der Grund liegt an der schier Größe der Sternzwischenräume: Denkt man sich die Sonne auf die Größe

einer Murmel von 1,4 Zentimetern Durchmesser geschrumpft (ein Hundertmilliardstel ihrer wahren Größe) irgendwo in Frankfurt am Main liegend, dann läge der nächste Nachbarstern unserer Sonne, Proxima Centauri, mehr als 400 Kilometer davon entfernt, zum Beispiel in Berlin.

Eine wesentliche Eigenschaft von Galaxienkollisionen rührt her von der stoßfreien Dynamik, welche die Bewegungen der einzelnen Sterne charakterisiert. Diese sind nämlich nicht alleine durch die Gravitationskraft ihrer nächsten Sternnachbarn beeinflusst, sondern vielmehr durch das kollektive, großräumige Schwerefeld aller Sterne, aller Gaswolken und aller Dunklen Materie der Galaxie. Daran ändert sich auch nichts, wenn sie das Schwerefeld einer zweiten Galaxie, des Kollisionspartners, überlagert.

Auch während der Kollision ist das Gravitationspotenzial in der Sonnenumgebung jederzeit glatt, das heißt, die Sonne erfährt keine abrupten Beschleunigungen, jedoch verändert es sich langsam.

Ein Umstand, der das Überleben unseres Sonnensystems garantiert: Die Wahrscheinlichkeit, dass im Zuge der Galaxienverschmelzung ein massereicher Stern der Sonne zu nahe kommt, und unser Sonnensystem zerreißt, ist äußerst gering. Allenfalls die äußeren Planeten, Kuipergürtel und die Oortsche Wolke am Rande des Sonnensystems könnten unter den Einfluss naher Sterne geraten.

Um zu beurteilen, was mit dem Sonnensystem als Ganzes geschieht, analysierten die Forscher um van der Marel die Bahnen von simulierten Sternen, deren Ausgangspositionen etwa der aktuellen Position der Sonne in der Milchstraße entsprachen. Ergebnis: 85 Prozent der Teststerne gerieten im Verlauf der Kollision auf eine weiter außen gelegene Bahn um das neue galaktische Zentrum – und haben damit das wahrscheinliche Schicksal der Sonne vorgezeichnet. Allerdings wird die Sonne nicht zwingend in dieser Distanz zum galaktischen Zentrum verharren. Anders als bei Spiralgalaxien können die Sterne in elliptischen Galaxien Bahnen sehr hoher Exzentrizität einnehmen. Daher könnte der Abstand der Sonne vom galaktischen Zentrum im Lauf der Zeit extrem schwanken (siehe Bild S. 21).

Menschen auf der Erde würden wegen der Trägheit des Geschehens von den geschilderten Ereignissen wenig mitbekommen. Lediglich der Anblick des Himmels dürfte in einigen Milliarden Jahren weit aufregender sein als heute, wenn die Gestalt der mächtigen, dann deutlich sichtbaren Andromadagalaxie das nächtliche Firmament dominiert. Unwahrscheinlich ist allerdings, dass zu dieser Zeit überhaupt noch Menschen auf der Erde leben. Denn alleine bis zur ersten Nahbegegnung zwischen den Galaxien wird es noch etwa vier Milliarden Jahre dauern. Selbst, wenn uns bis dahin keine hausgemachten Probleme den Garaus machen, wird uns schon vorher die Entwicklung der Sonne zum Verhängnis werden: Bereits in etwa 500 Millionen Jahren, davon gehen Sonnenforscher aus, dürfte die Intensität der Sonnenstrahlung so hoch sein, dass Wasser von der Erde verdampfen und jegliches Leben verschwinden wird.

HELMUT HETZNECKER ist promovierter Astronom und Autor mehrerer Bücher. Er arbeitet heute als Wissenschaftsjournalist vor allem im TV-Bereich.

ZUM NACHDENKEN

Galaxien-Kollision



Das die Andromedagalaxie auf unser Milchstraßensystem zuläuft, ist schon lange bekannt. Große Unsicherheiten gab es bei der dazu senkrechten Geschwindigkeitskomponente. Neue Untersuchungen belegen nun, dass sie klein ist und beide Sternsysteme in der Zukunft verschmelzen.

Aufgabe 1: Man schätze unter der Annahme einer unbeschleunigten Bewegung eine Obergrenze für die Dauer bis zur Ankunft von M 31 ab, und zwar aus ihrer gegenseitigen heutigen Distanz $d = 770$ kpc und ihrer Annäherungsgeschwindigkeit $v = 109,2$ km/s.

Aufgabe 2: Als zweite Annäherung betrachte man das Aufeinandertreffen der beiden Galaxien als Bewegung auf einer entarteten Kepler-Ellipse. Würden die beiden sich umkreisen, betrüge ihre Umlaufdauer $P = (4\pi^2 d^3 / (GM_g))^{1/2}$. Dabei ist ihre gemeinsame Masse $M_g = 3,17 \cdot 10^{12} M_\odot$ ($M_\odot = 1,989 \cdot 10^{30}$ kg, $G = 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$). Auf der ent-

arteten Ellipse, die sie direkt aufeinander zu laufen lässt, beträgt die Zeit bis zur Kollision: $P_K = 1/2 (1/2)^{3/2} P$.

Aufgabe 3: Berücksichtigt man die dynamische Reibung durch Gezeitenkräfte, folgt eine Verschmelzungsdauer von:

$$t_{\text{fric}} = \frac{2,34}{\ln A} \frac{\sigma_{\text{MW}}^2}{\sigma_{\text{M31}}^3} r_i$$

Dabei sind $\sigma_{\text{MW}} = 130$ km/s und $\sigma_{\text{M31}} = 150$ km/s die Geschwindigkeitsdispersionen der Sterne in der Galaxis und in M 31, und der typische Radius der Galaxien ist $r_i = 30$ kpc. Ein Maß für die Kopplung ist $A = 2^{3/2} \sigma_{\text{MW}} / \sigma_{\text{M31}}$. Wie lange dauert demnach der Verschmelzungsvorgang? AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **12. Dezember 2012** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe S. 117