stellaren Mediums und der λ -Bootis-Sterne gibt, könnte man auf diese Weise Informationen über das lokale interstellare Medium sammeln. Doch woher kommt das zu akkretierende Material? Mögliche Quelle sind die Überreste der Gaswolke, aus der diese Sterne entstanden sind. Diese Überreste bilden Gas- und Staubscheiben um den Stern, die sich aber innerhalb von einigen 100 Millionen Jahren wieder auflösen. Im Rahmen dieses Bildes kann man allerdings die »alten« λ -Bootis-Sterne nicht erklären; bei ihnen fehlt das Material für die Akkretion. Wir konnten aber zeigen, dass auch um diese λ -Bootis-Sterne Staub vorhanden ist.

Galaktische Staubsauger

Um diese Befunde zu erklären, formulierte unsere Arbeitsgruppe die alternative Idee eines »galaktischen Staubsaugers«. Die Fragestellung ist relativ einfach: Was passiert, wenn sich ein Stern der oberen Hauptreihe (Spektraltyp A) durch dichtere interstellare Materie – zum Beispiel eine diffuse Wolke – bewegt? Ist es innerhalb der vorgegebenen Rahmenbedingungen wie Geschwindigkeiten, Dichten, und Ionisation plausibel, dass der Stern, wie ein Staubsauger, selektiv interstellares Gas aufnimmt?

Der Strahlungsdruck eines typischen A-Sterns ist in der Lage, den Staub in eine

Entfernung von bis zu 1000 Astronomischen Einheiten wegzublasen. Um den Stern entsteht so eine staubfreie Zone, in der sich nur noch interstellares Gas befindet, dieses »spürt« vom Strahlungsdruck wegen des geringen Wirkungsquerschnittes nichts.

Bei einer typischen Relativgeschwindigkeit zwischen dem Stern und dem interstellaren Medium von 17 Kilometer pro Sekunde (dies entspricht der Geschwindigkeit der Sonne um das Galaktische Zentrum) und einer Dichte von nur zehn Teilchen pro Kubikzentimeter (etwa zehnmal so dicht wie in der Sonnenumgebung), wird der Stern soviel interstellares Gas aufsammeln, dass er die typische Signatur des interstellaren Mediums in seiner Atmosphäre ausbildet. Sobald der Stern die interstellare Wolke wieder verlässt, werden im Laufe von einigen Millionen Jahren dann durch Diffusion beziehungsweise rotationsbedingte Durchmischung, die normalen solaren Häufigkeiten in den oberen Schichten des Sterns wiederhergestellt. Wäre letzteres nicht der Fall, müssten viel mehr λ -Bootis-Sterne zu finden sein, da die Akkretion von interstellarer Materie ein sehr häufiges Phänomen ist.

Die obere Temperaturgrenze für λ -Bootis-Sterne ist durch das Vorhandensein von Sternwinden (B-Sterne) zu

erklären, die eine Akkretion verhindern. Das »kühle Ende« ist bedingt durch zunehmende Konvektion in den oberen Schichten von späteren F-Sternen. Die Konvektion ist sehr effizient auf Zeitskalen von Tagen bis Monaten und bewirkt, dass das typische Elementhäufigkeitsmuster nicht entstehen kann. Mit diesem Modell lassen sich weitere Beobachtungsbefunde erklären, so etwa das Fehlen dieser Sterngruppe in offenen Sternhaufen (dort ist kein interstellares Medium vorhanden) und das alleinige Vorkommen von »reinen λ -Bootis-Doppelsternsystemen« (das ist verständlich, wenn beide Komponenten dasselbe interstellare Medium durchquert haben).

Die Untersuchung der λ -Bootis-Sterne, insbesondere der Elementhäufigkeit an ihrer Oberfläche, könnte es im Lichte der vorgestellten Theorie ermöglichen, die Zusammensetzung des interstellaren Mediums lokal zu bestimmen. Anders als mit den üblichen Methoden, erhalte man so gleichzeitig Informationen über mehrere Elemente. Damit wäre es möglich, die Zusammensetzung des interstellaren Mediums auf sehr kleinen Skalen im Milchstraßensystem und in extragalaktischen Systemen wie zum Beispiel den Magellanschen Wolken zu analysieren.

ERNST PAUNZEN
INGA KAMP

Eine dünne Scheibe aus Satellitengalaxien um M 31

Statistische Untersuchungen zeigen, dass ein Großteil der Begleitgalaxien des Andromedanebels M 31 in einer gemeinsamen Ebene konzentriert ist. Dieser Befund erlaubt wichtige Rückschlüsse auf kosmologische Theorien.

Wie die meisten massereichen Galaxien ist auch unser Milchstraßensystem von zahlreichen kleinen, leuchtschwachen Begleitern umgeben – den Zwerggalaxien. Derartige Trabantensysteme können jedoch nur sehr spärlich beobachtet werden: Von unserer nächstgelegenen Nachbargalaxie, dem Andromedanebel M 31, kennt man nur 15 solcher Satelliten.

Gemäß dem gängigen kosmologischen Szenario der Kalten Dunklen Materie sollten nun solch kleine Systeme wie Zwerggalaxien von größeren Strukturen akkretiert werden, sodass diese hierarchisch zu den heute beobachteten massereichen Galaxien anwachsen. Ein derartiger Prozess führt unter Umständen zu ei-

ner anisotropen Galaxienverteilung, und manche Modelle sagen bevorzugte Richtungen vorher, entlang derer sich Begleitgalaxien ansammeln könnten.

In der Tat konnte bereits vor 30 Jahren gezeigt werden, dass viele der Zwergbegleiter unserer Galaxis auf polaren Ebenen liegen, also auf Ebenen, die senkrecht zur Scheibe der Milchstraße stehen. Vor kurzem wies eine Forschergruppe um Pavel Kroupa von der Sternwarte der Universität Bonn nach, dass diese Satelliten in einer dünnen Scheibe konzentriert sind [1].

Inwieweit dieser Befund repräsentativ ist für Galaxien des nahen Universums, lässt sich an unseren unmittelba-

ren Nachbarn wirkungsvoll überprüfen. Eine neue Studie zu dieser Fragestellung in M 31 zeigt, dass auch die Satelliten des Andromedasytems keinesfalls isotrop verteilt sind [2]. Hierzu beschrieben Andreas Koch und Eva K. Grebel vom Astronomischen Institut in Basel die Position jeder Zwerggalaxie in einem Koordinatensystem, dessen Ursprung im Zentrum von M 31 liegt. Die x- und y-Koordinaten wurden so gewählt, dass sie die Scheibenebene von M 31 aufspannen; die z-Achse verläuft dann entlang der Pole der Andromedagalaxie. Mit Hilfe dieses neuen Koordinatensystems konnten die Forscher zeigen, dass sich zwar eine gemeinsame Ebene finden lässt, die alle 15 Beglei-

Literaturhinweise

- [1] **P. Kroupa, C. Theis und C. M. Boily:** The great disk of Milky-Way satellites and cosmological substructures. *A&A* **431**, 517 [2005]
- [2] **A. Koch und E. K. Grebel:** The anisotropic distribution of M 31 satellite galaxies. *AJ*, **131** [2006], im Druck (astro-ph/0509258)