NASA und The Hubble Heritage Team (STScI/AURA); Christopher Conselice (University of Wisconsin/STScI)

Wie ein fliegender Pfannkuchen

WIS wissenschaft in die schulen!

Grafische Darstellungen zeigen unsere Milchstraße meist als perfekte Spiralgalaxie mit einer klar definierten galaktischen Ebene. Die Wirklichkeit ist komplizierter, wie eine neue Studie feststellt.

Verbogen wie ein durch die Luft geworfener Pfannkuchen – so ungefähr darf man sich die Form unseres Milchstraßensystems vorstellen (siehe Bild oben). Zu diesem Schluss kommen Xiaodian Chen vom Nationalen Astronomischen Observatorium in China sowie seine Kollegen aus China und Australien. Ihre Anfang des Jahres in der Zeitschrift »Nature Astronomy« veröffentlichte Arbeit fügt sich damit in eine Reihe von Studien ein, die in den vergangenen Jahren zu dem Schluss kamen, dass die Form unserer Heimatgalaxie komplizierter ist, als man dies zuvor angenommen hatte – und demzufolge heute in vielen populärwissenschaftlichen Abbildungen nicht ganz richtig dargestellt wird.

So bestätigten Ende der 1950er Jahre Radiobeobachtungen des zwischen den Milchstraßensternen verteilten Wasserstoffgases, dass die Galaxis von der Seite gesehen zwar eine flache Scheibe ist – so wie man es bei anderen Spiralgalaxien im Kosmos beobachtet. Die Dicke der Milchstraßenscheibe beträgt etwa 3000 Lichtjahre, viel weniger als ihr Durchmesser, der bei 150 000 bis 200 000 Lichtjahren liegt. Doch die Ebene der Scheibe, so zeigten es die Radiodaten, ist nicht gerade, sondern gekrümmt – ein Befund, der später durch andere Beobachtungen bestätigt wurde. Im Jahr 2015 fanden Wissenschaftler in den Daten des Sloan Digital Sky Survey eine weitere Feinstruktur in Form von vier wellenförmigen Verdichtungen von Sternen, zwei nördlich und zwei südlich der galaktischen Ebene (siehe SuW 10/2015, S. 22).

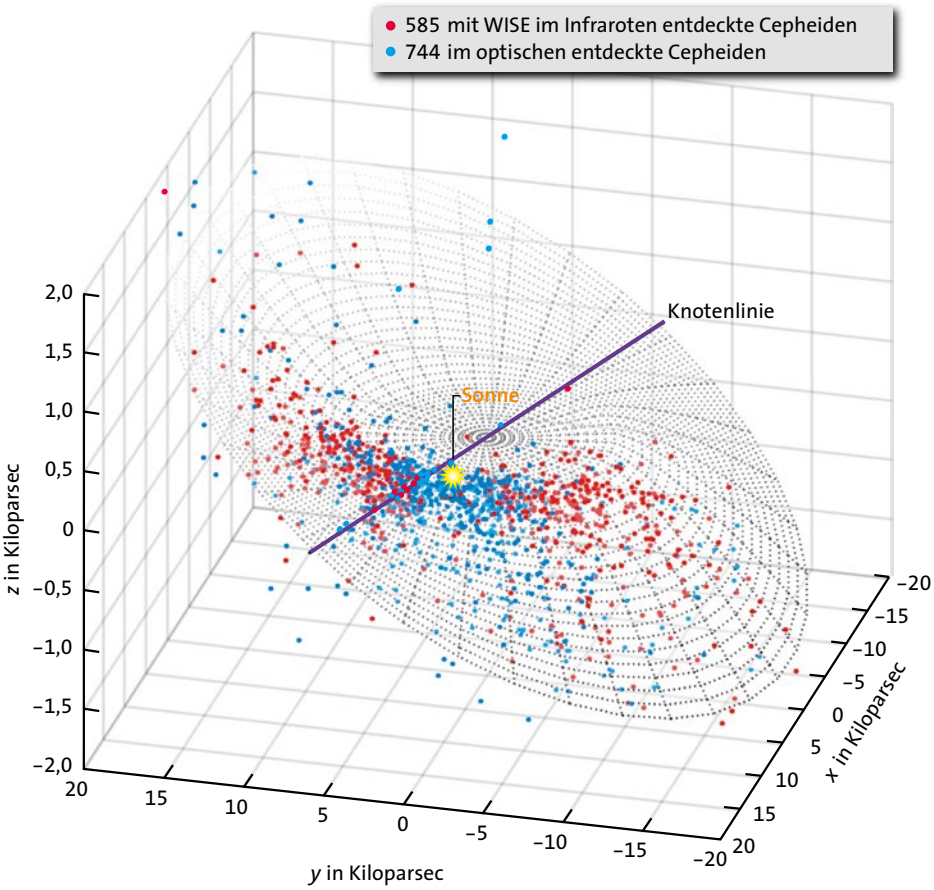
Für diese Abweichungen von der perfekten – flachen – Form haben Astronomen eine Reihe von Erklärungen parat. So könnten die Magellanschen Wolken, zwei Begleitgalaxien der Milchstraße, mit ihrer Schwerkraft für die Anomalien verantwortlich sein. Auch ehemals autarke Zwerggalaxien, welche sich die Milchstraße vor Jahrmilliarden einverleibt hat, könnten ihre Spuren hinterlassen haben. Wechselwirkungen zwischen Galaxien sind geläufig, wie man von anderen Systemen weiß. Alternative Ideen legen interne Prozesse nahe, etwa starke Sternwinde als Folge von Episoden besonders intensiver Sternentstehung, galaktische Magnetfelder oder auch die Dunkle Materie, die unsere Galaxie in einem ausgedehnten Halo umgeben soll.

Problem: der Blick von Innen

Das sind viele Ideen für die Erklärung einer auf relativ unsicheren Daten basierenden Beobachtung. Denn die Form der Milchstraßenscheibe von einem Punkt in ihrem Inneren – dem Sonnensystem – aus zu ermitteln, ist nicht einfach. Nicht nur, dass wie niemals ein Bild unserer galaktischen Heimat in der Totale erhalten können: Raumsonden bräuchten Millionen von Jahren, um die galaktische Scheibe zu

Xiaodian Chen et al: An intuitive 3D map of the Galactic warp's precession traced by classical Cepheids. Nature Astronomy, 2019, Fig. 1; SuW-Grafik

Die Galaxie ESO 510-G13 zeigt sich uns von der Seite. Ihre staubige Scheibe ist in ähnlicher Weise verbogen, wie es auch bei unserem Milchstraßensystem der Fall ist. Sie befindet sich im südlichen Sternbild Wasserschlange und ist rund 150 Millionen Lichtjahre entfernt. Die Aufnahme mit der Wide Field Planetary Camera 2 des Weltraumteleskops Hubble vom April 2001 ist ein Farbkomposit aus Belichtungen durch einen Blau-, einen Grün- und einen Rotfilter.



Die von Chen und seinen Kollegen untersuchten Cepheiden verteilen sich über große Teile der Milchstraße. Blaue Punkte markieren Cepheiden aus optischen Katalogen, rote die im infraroten Spektralbereich vom Satelliten WISE beigesteuerten. Das überlagerte Raster entspricht dem am besten von den Forschern an die Daten angepasste mathematische Modell der galaktischen Scheibe – die Verbiegung ist deutlich zu erkennen. Die Position des Sonnensystems ist markiert, die durchgezogene violette Linie ist die Knotenlinie.

verlassen. Auch sind große Teile der Scheibe unseren Blicken durch dichte Gas- und Staubwolken verborgen. Chen und seine Kollegen konnten immerhin den zweiten Nachteil teilweise umgehen, indem sie Daten des Infrarotteleskops WISE nutzten. Infrarotstrahlung passiert die Staubwolken leichter als sichtbares Licht und bietet damit einen Blick in ansonsten unsichtbare Regionen der Galaxis.

Chen und sein Team verwendeten zur Entfernungsbestimmung eine Klasse pulsationsveränderlicher Sterne, die Cepheiden (siehe SuW 3/2019, S. 70). Das sind gealterte Riesensterne, die einerseits sehr hohe Leuchtkräfte vom bis zum 100 000-Fachen der Sonne erreichen. Damit sind sie auch in großen Entfernungen noch gut beobachtbar. Andererseits ist ihre absolute Helligkeit in eindeutiger Weise mit ihrer Pulsationsdauer verknüpft. Mit dieser Perioden-Leuchtkraft-Beziehung lassen sie sich nach einer entsprechenden Eichung für die Entfernungsbestimmung nutzen. Die Astronomen um Chen verwendeten 1329 Cepheiden, davon 585 im infraroten Spektralbereich, 744 im optischen Licht. Speziell die mit WISE im infraroten Bereich vermessenen Cepheiden erweiterten die Durchmusterung der Galaxie in Bereiche, die optischen Teleskopen verborgen bleiben.

Das Resultat ist in der Grafik oben dargestellt: Die Cepheiden erstrecken sich vom Zentrum der Milchstraße ausgehend bis in Abstände von rund 65 000 Lichtjahren. Sie erfassen also nahezu die gesamte galaktische Scheibe – zumindest die Hälfte, in der sich das Sonnensystem befindet. Das genügt, um die Form der Scheibenebene festzulegen. Sie ist tatsächlich verbogen – eine Seite aufwärts, die andere abwärts. Die Knotenlinie, also die Trennlinie zwischen auf- und abwärts, zieht sich relativ nah durch die Sonnenumgebung: Unser Sonnensystem liegt also derzeit recht genau in der Mitte der Ebene (siehe SuW 10/2015, S. 23).

Die Scheibe verbiegt sich auch unter ihrem eigenen Einfluss

Nachdem die Forscher dieses Resultat mit mathematischen Modellen verglichen hatten, konnten sie zwei mögliche Ursachen identifizieren: Im inneren Bereich der galaktischen Scheibe, bis zu Abständen von etwa 25 000 Lichtjahren zum Zentrum, beeinflussen sich der innere und der äußere Teil der Scheibe gegenseitig: Die innere, dichter mit Sternen besetzte Scheibe zieht an der äußeren und verbiegt sie dabei. In den Außenbezirken der Galaxie sind wahrscheinlich tatsächlich einverleibte Zwerggalaxien der Grund für die seltsame Form.

Interessant wäre zu wissen, wie die Sache auf der gegenüberliegenden Hälfte der Galaxie aussieht – dort wo Chen und sein Team nur vereinzelte Cepheiden ausmachen konnte. Setzt sich die gefundene Verbiegung dort fort, oder zeigt sich ein ganz anderes Muster? Bessere, tiefere Infrarotdurchmusterungen der galaktischen Scheibe werden hoffentlich in einigen Jahren die Datenlage auch für diese schwierig zu beobachtenden Ecken unserer Heimatgalaxie verbessern.

JAN HATTENBACH ist Physiker und Amateurastronom. Auf seiner Blogseite www.himmelslichter.net schreibt er über alles, was am Himmel passiert.

Literaturhinweis

Chen, X. et al.: An intuitive 3D map of the Galactic warp's precession traced by classical Cepheids. Nature Astronomy, 2019

W I S Didaktische Materialien: www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1156162