

Press release**Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn****Johannes Seiler**

05/10/2019

<http://idw-online.de/en/news715446>Research results, Scientific Publications
Physics / astronomy
transregional, national**Simulation zeigt: Es gibt Galaxien ohne Dunkle Materie**

Nach dem Standardmodell der Kosmologie enthalten Galaxien große Mengen Dunkler Materie. Wissenschaftler der Universität Bonn haben kürzlich postuliert, dass es auch Galaxien geben müsste, bei denen das nicht der Fall ist. Sie konnten dieses „Zwei-Zwerg-Theorem“ nun in einer der führenden Galaxieentstehungs-Simulationen bestätigen. Die Ergebnisse werfen Fragen zur Existenz Dunkler Materie auf, da sie sich mit Beobachtungsdaten nicht vereinbaren lassen. Sie erscheinen in der Zeitschrift *Astronomy & Astrophysics*, sind aber bereits online abrufbar.

Nach dem Standardmodell der Kosmologie (abgekürzt: Λ CDM) besteht das Universum bis zu 80 Prozent aus Dunkler Materie. Diese wirkt als eine Art „Klebstoff“: Mit ihren Gravitationskräften verhindert sie, dass Galaxien durch die in ihnen wirkenden Fliehkräfte zerreißen. Allerdings gilt das möglicherweise nicht immer: „Wir haben im Jahr 2012 postuliert, dass manche Arten von Zwerggalaxien keine Dunkle Materie enthalten“, erklärt Prof. Dr. Pavel Kroupa vom Helmholtz-Institut der Universität Bonn und dem Astronomischen Institut der Karls-Universität Prag. „Tatsächlich konnten wir diese theoretische Überlegung nun mit Hilfe der so genannten Illustris-Computersimulation bestätigen.“

Zwerggalaxien unterscheiden sich von „normalen“ Galaxien vor allem durch ihre geringere Größe. Die in ihnen enthaltenen Sterne wiegen zusammen einige hundert Millionen mal soviel wie die Sonne. Zum Vergleich: Die Sterne der Milchstraße bringen zusammen rund 60 Milliarden Sonnenmassen auf die Waage. Die meisten der Mini-Galaxien werden als primordiale Galaxien bezeichnet. Sie entstanden in der Zeit nach dem Urknall durch Kondensation von Materiegas. Die Dunkle Materie wirkte dabei gewissermaßen als Kondensationskeim: Sie zog mit ihren Gravitationskräften Gaswolken an, die sich mit der Zeit zu Millionen von Sternen verdichteten.

Zwerg ohne Dunkle Materie sind kompakter

Daneben gibt es aber noch eine andere Sorte von Zwerggalaxien. Sie entstehen, wenn zwei normale Galaxien kollidieren. Bei diesem Crash wirken aufgrund der gegenseitigen Anziehung beider Galaxien so genannte Gezeitenkräfte. Diese schleudern große Mengen Materie aus der Peripherie der Kollision heraus. „Die Zwerggalaxien, die sich dabei bilden, werden auch als Gezeiten-Galaxien bezeichnet“, erklärt Kroupas Mitarbeiter Moritz Haslbauer. „Sie enthalten aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte keine bis kaum Dunkle Materie.“

In der Illustris-1-Simulation lässt sich die Entwicklung des Universums seit der Zeit kurz nach dem Urknall nachvollziehen. Sie bestätigt dieses „Zwei-Zwerg-Theorem“: Neben primordialen Zwerggalaxien mit einem großen Anteil Dunkler Materie müsste es demnach also auch Gezeiten-Galaxien ohne Dunkle Materie geben. Verglichen mit primordialen Zwerggalaxien gleicher Masse sollten diese zudem einen deutlich kleineren Radius aufweisen. Denn aufgrund der fehlenden Gravitationskräfte der Dunklen Materie müssen sie deutlich kompakter sein, da sie sonst die Sterne in ihrer Peripherie nicht festhalten könnten.

„An dieser Stelle stoßen wir auf einen unerklärlichen Unterschied zu heutigen Beobachtungsdaten“, betont Moritz Haslbauer. „Alle bislang gefundenen Zwerggalaxien weisen nämlich ähnliche Masse-zu-Radius-Verhältnisse auf. Das

heißt, den von der Simulation postulierten Größenunterschied scheint es nicht zu geben.“

Kroupa wertet das als Hinweis darauf, dass es vielleicht gar keine Dunkle Materie gibt. Tatsächlich gibt es auf deren Existenz bislang nur theoretische Hinweise; direkt nachgewiesen wurde sie trotz intensiver Suche noch nicht. „Wir vermuten stattdessen, dass die Newton'schen Gravitations-Gesetze unter Bedingungen, wie sie in Galaxien herrschen, modifiziert werden müssen“, erklärt der Astrophysiker. In der Fachwelt wird diese so genannte MOND-Theorie – das Akronym steht für „modifizierte Newton'sche Dynamik“ – strittig diskutiert. „Sie würde aber neben anderen Phänomenen auch das Größen-Problem sehr schön lösen“, betont Kroupa.

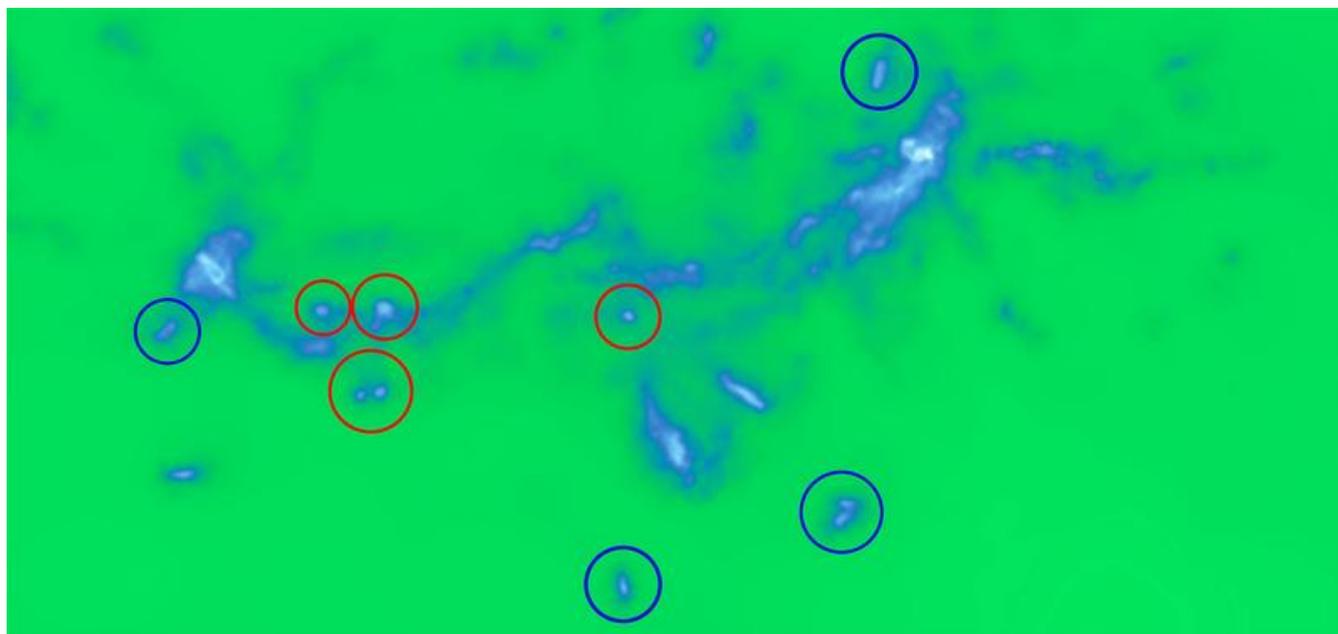
contact for scientific information:

Prof. Dr. Pavel Kroupa
Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik
Universität Bonn
Tel. +49 228 736140 und +49 157/89091309
E-Mail: pkroupa@uni-bonn.de

Moritz Haslbauer
Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik
Universität Bonn
Tel. +49 228/73-9399 und +43 650 / 9808250
E-Mail: mhaslbauer@astro.uni-bonn.de

Original publication:

M. Haslbauer, J. Dabringhausen, P. Kroupa, B. Javanmardi und I. Banik: Galaxies lacking dark matter in the Illustris simulation; *Astronomy & Astrophysics*; Link: <https://arxiv.org/abs/1905.03258>



Die Abbildung zeigt einen kleinen Ausschnitt der Illustris-Simulation: Gezeiten-Zwerggalaxien (rot) enthalten im Gegensatz zu primordialen Zwerggalaxien (blau) keine Dunkle Materie.

(c) Illustris-1-Simulation (<http://www.illustris-project.org/explorer/>), AG Kroupa / Universität Bonn

