

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Dunkle Materie im Fokus von Gravitationslinsen

Das Weltbild der Astronomie leidet an einer gewichtigen Unzulänglichkeit: Es fehlt an Masse im Universum. Bestünde das Universum nur aus der uns bekannten Materie, verweilten die Galaxien nicht in einer überschaubaren Ordnung. Ihr Zusammenhalt wäre so gering, dass sie mit hoher Geschwindigkeit auseinanderfielen. Um die Bahnen der kosmischen Himmelskörper stabil zu halten, bedarf es zwanzigmal mehr Materie, als im Universum nachgewiesen werden konnte. Die Astronomen halten daher beharrlich Ausschau nach zusätzlichen Quellen für die Anziehungskraft von Massekörpern, der Gravitation also. Andere wiederum sind der Ansicht, dass unser Verständnis der Gravitation fehlerhaft sei und wissenschaftlich neu gefasst werden müsse. Sie wollen vermeiden, dass in die Astronomie so obskure Entitäten wie die dunkle Materie oder die dunkle Energie eingeführt werden.

Zu 70 Prozent soll das Universum aus dunkler Energie bestehen, ein weiteres Viertel steuere die dunkle Materie bei. Es verbleibt dann ein winziger Ausschnitt an Materie, der unsere Lebenswelt bildet und auf den wir unsere gesamte Wissenschaft gründen. Weder unsere Sinnesorgane noch technische Messinstrumente, die allesamt aus Materie bestehen, sind geeignet, die überwältigende Menge der kosmischen Baustoffe wahrzunehmen. Denn die dunkle Seite des Weltalls wechselwirkt nicht mit ihrem materiellen Pendant. Den entsprechenden Theorien zufolge kann sie nur indirekt nachgewiesen werden, über die Auswirkungen der von ihr ausgehenden Schwerkraft. Einen solchen Effekt kann man an Gravitationslinsen beobachten, in denen sich just der wissenschaftliche Streit fokussiert von Befürwortern und Gegnern der dunklen Materie, wie der *New Scientist* in seiner aktuellen Ausgabe berichtet.

Unter Gravitationslinsen versteht man eine riesige Masse von Himmelskörpern, die aus einer Galaxie oder einer Ansammlung von Galaxien resultiert. Vermöge ihrer Schwerkraft wird das Licht von dahinter liegenden Objekten gemäß der Allgemeinen Relativitätstheorie derart abgelenkt, dass sich die Lichtstrahlen in ihnen wie bei einer optischen Linse bündeln. Ein Beobachter, der sich vor der Gravitationslinse befindet, sieht das Objekt dann schärfer - und zwar in zwei Richtungen: Dasselbe Objekt erscheint für ihn zwei Mal am Himmel, links

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

und rechts, obwohl es sich tatsächlich in der Mitte der Blickrichtung befindet. Kennt man umgekehrt die Koordinaten des Objektes, lässt sich aus dem Gravitationseffekt die Schwerkraft der Galaxien rekonstruieren, die vor ihm liegen. Das hat Douglas Clowe von der University of Arizona getan und damit aus seiner Sicht einen Beweis für die Existenz von dunkler Materie geführt.

Der amerikanische Astronom beobachtete mit Teleskopen der NASA eine Himmelsregion, an der sich zwei Galaxien durchdrungen hatten. Aus dem Gravitationseffekt der Durchdringung berechnete Clowe, wie dort die dunkle Materie verteilt sein müsste, um das Licht von dahinter liegenden Galaxien in dem bekannten Grade ablenken zu können. Aus den Daten generierte er ein Bild der Gravitationsfelder der dunklen Materie und legte es über das Bild des zurückgebliebenen superheißen Gases der beiden Galaxien. Beide Bilder ergänzen sich verblüffend. Die puzzlegleiche Passung interpretiert Clowe so, dass bei der Kollision der Galaxien die dunkle Materie von der uns vertrauten Materie abgespalten wurde. Letztere sei von der Gaswolke abgebremst worden, wohingegen die dunkle Materie sie anstandslos passiert habe.

Für eine gewagte Interpretation hält das John Moffat von der University of Waterloo. Nach Ansicht des kanadischen Physikers lasse sich der Gravitationseffekt der von Clowe beobachteten Galaxiengruppe auch ohne dunkle Materie erklären. Dazu müsse allerdings die Gravitation neu definiert werden. Derart nämlich, dass sich die Anziehung zweier Massekörper nur bis zu einer bestimmten Entfernung der beiden Körper voneinander umgekehrt proportional verhalte zu eben dieser Entfernung. In astronomischen Dimensionen nimmt die Gravitation dann mit der Entfernung zu. Mit seiner relativistisch modifizierten Gravitationstheorie greift Moffat zurück auf Mordehai Milgroms modifizierte Newtonsche Dynamik. Darin hatte der israelische Astronom bereits 1983 gefordert, dass die Proportionalität von Kraft und Beschleunigung bei sehr, sehr kleinen Beschleunigungen aufgegeben werden müsse; bei Beschleunigungen also, wie sie weit entfernte Himmelskörper untereinander erfahren.

Auch Hong Sheng Zao von der University of St. Andrews in England glaubt, Clowes Beobachtungen ohne dunkle Materie

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

plausibel machen zu können. Er stützt sich auf die Tensor-Vektor-Skalar-Theorie, die Jacob Bekenstein von der Hebrew University im Jahr 2004 entwickelt hat. Die Theorie ist eine relativistische Verallgemeinerung des Ansatzes von Milgrom und beschreibt Bewegungen als das Ergebnis einer Überlagerung dreier Felder: eines Tensorfeldes, eines Vektorfeldes und eines Skalarfeldes. Das resultierende Feld stärke nach Berechnungen von Zao die Schwerkraft unterhalb eines kritischen Schwellwerts, so dass in extragalaktischen Regionen Auswirkungen der Gravitation sich stärker bemerkbar machten und zu Gravitationslinsen führten. Dazu kommt es aber nur, wenn in die Feldgleichungen eine hinreichend große Anzahl von Neutrinos eingeht. Von dem tatsächlichen Vorkommen der fast masselosen Elementarteilchen haben die Astronomen jedoch bis heute keine feste Vorstellung. Im Unterschied zur dunklen Materie weiß man aber, dass es Neutrinos gibt.