

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

### **Instabile Drehung bei der Sternentstehung**

Zwei Kräfte stehen sich im Weltraum unerbittlich gegenüber: die Zentrifugalkraft und die Schwerkraft. Dabei ist die Zentrifugalkraft selbst keine physikalische Kraft im eigentlichen Sinne; sie ist vielmehr das träge Überbleibsel, das auf Körpern wahrgenommen wird, die sich auf einer Kreisbahn bewegen. Die Zentrifugalkraft ist es, die uns auf dem Kettenkarussell scheinbar erbarmungslos in die Sitze drückt. Ebenso radial flieht die Materie das gedachte Zentrum, an dem vor 14 Milliarden Jahren in einem gewaltigen Urknall das Universum entstanden sein soll. Seit diesem Moment dehnt sich das Universum munter aus. Noch. Denn der Fliehkraft entgegen wirkt die Schwerkraft. Sie wird sehr wahrscheinlich als Siegerin aus dem kosmischen Tauziehen hervorgehen, das das Universum wieder schrumpfen lassen und schließlich dessen Kollaps herbeiführen. Schon von Anfang an sorgte die übermächtige Schwerkraft dafür, dass sich die flüchtige Materie zusammenballte zu Planeten, Sternen oder schwarzen Löchern.

Die Sonne der Milchstraße entstand, als vor 4,6 Milliarden Jahren eine interstellare Gaswolke mit einem Durchmesser von mehreren Lichtjahren in sich zusammenstürzte. Dazu musste die Schwerkraft erneut die Zentrifugalkraft überwinden. Denn nicht nur die Sterne und Planeten drehen sich, sondern auch das Material, aus dem die Himmelskörper beschaffen sind und aus dem sie hervorgegangen sind. Allesamt besitzen sie einen Drehimpuls. Zuviel Drehimpuls jedenfalls, um ohne weiteres zu einem Masseklumpen zu kollabieren. Partikel des Gasstaubes, die nahe am Gravitationszentrum des Kollapses liegen, werden zwar von der Schwerkraft abgebremst, so dass sie an Drehimpuls verlieren. Die entfernteren Teilchen, und das sind im Falle der der Sonne vorausgegangenen Gaswolke immerhin bis zu etwa  $10^{13}$  Kilometer, sind deutlich langsamer; sie gewinnen noch an Drehimpuls, würden also schneller und entfernten sich in der Folge vom Zentrum – sie flöhen es. Die zentrifugale Tendenz der abseitigen Gasteilchen kommt erst dann zum Erliegen, wenn die Rotation der gesamten Gaswolke abgebremst wird.

Damit Himmelskörper entstehen können, müssen deren Baustoffe ihren Drehimpuls verlieren. Diese Aufgabe eines galaktischen Bremsbackens übernehmen Akkretionsscheiben, scheibenförmige

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Ansammlungen von Materie um ein Gravitationszentrum. Eine Akkretionsscheibe rotiert innen schneller als außen. Die Materie heizt sich auf und strahlt leuchtende Reibungswärme ins Weltall ab. Durch die turbulente Reibung der Materie in der Akkretionsscheibe wandert der Drehimpuls nach außen, so dass die Materie letztlich vom Gravitationszentrum geschluckt werden kann. Umstritten ist unter Astronomen, was die Turbulenz der Materieströme von Akkretionsscheiben auslöst. In einem Modellversuch haben Wissenschaftler um Günther Rüdiger vom Astrophysikalischen Institut in Potsdam nun Magnetfelder als eine mögliche Ursache ausgemacht. Sie belegten im Labor die Magnetorotationsinstabilität, die Steven Balbus und John Hawley 1991 entdeckt hatten.

Die Magnetorotationsinstabilität beruht darauf, dass zwei Teilchen bestrebt sind, auf ihrer gemeinsamen Magnetfeldlinie zu verharren. Kreisen die Teilchen mit verschiedenen Abständen um einen gemeinsamen Mittelpunkt, läuft das innere Teilchen dem äußeren schon bald voraus, zieht dieses aber mit sich auf der Magnetfeldlinie, die beide miteinander verbindet. Dadurch verlangsamt sich die Geschwindigkeit des inneren Teilchens und es rückt näher an den Mittelpunkt heran. Das äußere Teilchen aber wird beschleunigt und von der resultierenden Zentrifugalkraft weiter nach außen getragen. Auf diese Weise wird der Drehimpuls vom Gravitationszentrum wegtransportiert und die Schwerkraft kann sich des Teilchens bemächtigen und es mit anderen zu einem Stern verbacken.

Die Instabilität sich drehender Objekte in einem Magnetfeld hat das Team um Rüdiger reproduziert an einer flüssigen Legierung, die zwischen zwei unterschiedlich schnell rotierenden Zylindern strömt. Der Strom der Legierung bleibt laminar, bis um die Zylinder ein Magnetfeld aus spiralförmigen Feldlinien angelegt wird. Dann geraten die Metallschichten der Legierung wild durcheinander und ihre Strömungsgeschwindigkeit ändert sich ununterbrochen. Die von der Magnetorotationsinstabilität ausgelöste Turbulenz ist in Ultraschallaufnahmen aus den Zylindern zu erkennen als wandernde Welle von Strömungswirbeln, deren Eigenschaften gut mit den theoretisch vorhergesagten übereinstimmen.