

## Liebe Leserin, lieber Leser,

der Februar wartet mit zwei Jubiläen auf: Vor 80 Jahren, am 18. Februar 1930, wurde Pluto entdeckt, vor 40 Jahren die dunkle Materie im Andromedanebel.

Pluto wurde 2006 nach kontroverser Diskussion der Planetenstatus offiziell aberkannt. Der Anlass war eigentlich ein erfreulicher und durchaus nachvollziehbar: Die plötzliche Flut von „Planeten“ jenseits des Neptun. Pluto war nur noch einer unter vielen und noch nicht einmal mehr der Größte. Also wurde er enthronet. Diese Entscheidung mag formal gerechtfertigt sein, war sie aber auch weise? Die Öffentlichkeit hat wenig Sinn für Spitzfindigkeiten, zumal wenn Emotionen im Spiel sind. Wo kämen wir hin, druckten wir nach jeder kleinen Einsicht voreilig die Lehrbücher neu? Wir sind doch keine Buchhalter! Auch die Wissenschaft muss mit Ungereimtheiten leben. Wen stört schon so ein Missgriff wie „Planetarischer Nebel“? Man weiß ja Bescheid.

Im alten Rom ging mit dem Februar, dem Reinigungsmonat, das Jahr zu Ende. (Der *Dezember* war ursprünglich der 10. im jährlichen Monatsreigen, wie man unschwer am Namen erkennt.) Dass der Aschermittwoch, der Beginn der vorösterlichen Fastenzeit, häufig in den Februar fällt, ist sicherlich kein Zufall. Es hat mit der Vorbereitung auf Neubeginn und Auferstehung, dem Frühling, zu tun.

Alles hat seine Zeit, auch Jux und Narretei. Wem danach ist, der genieße die tollen Tage, nur zu bald heißt es wieder „carne vale!“.

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im Februar

Von den großen Planeten sind im Februar nur Mars und Saturn gut sichtbar. Mars hat seine Opposition gerade hinter sich und Saturn die seine noch vor sich: am 22. März. Beide Planeten sind fast die ganze Nacht über zu sehen.

Wie wär's mit einem hellen Planetoiden? Die Vesta, vor 203 Jahren von Heinrich Wilhelm Olbers als vierter Kleinplanet entdeckt, geht am 18. Februar in

die Opposition. Mit 6,1 Größenklassen kann sie unter Umständen sogar mit bloßem Auge gesehen werden! Sie ist die hellste unter den Asteroiden, wobei „hell“ durchaus wörtlich zu nehmen ist: Ihre Oberfläche hat mit über 40% ein außergewöhnlich hohes Rückstrahlungsvermögen, ist 5-mal heller als die der Ceres. Und sie kommt uns außerdem mit 1,4 Astronomischen Einheiten recht nahe. Eine Aufsuchhilfe gibt es auch: Die Opposition findet nahe dem Doppelstern  $\gamma$  Leonis statt.

2011 werden wir mehr über die Vesta erfahren. Sie wird von der NASA-Sonde „Dawn“ angefliegen. Der Kosmos-Bote wird berichten.

Hätte sich die Vesta nicht bei einer Kollision eine Beule eingehandelt, sie wäre wie ihre größere Schwester Ceres gut und gerne als Zwergplanet durchgegangen.

Und noch etwas: Die Tage werden spürbar länger! Seit Wintersanfang hat sich die Sonne schon 1 1/2 zusätzliche Stunden erobert, jedenfalls in meinen Breiten.

## Wie schwer ist der Andromedanebel?

Die (schwere) Masse eines Himmelskörpers, seine Gravitationsladung, wird aus der Schwerewirkung, sprich seiner Anziehungskraft, erschlossen. Im einfachsten Fall umkreist eine Probeladung vernachlässigbarer Masse den Himmelskörper. Beispiel Sonne. Als Probeteilchen bieten sich die Planeten an. Anziehungs- und Fliehkraft halten einander die Waage. Letztere errechnet sich aus Abstand und Umlaufzeit, erstere ergibt sich aus dem Newtonschen Gravitationsgesetz. Egal, welchen Planeten man wählt, ob schnellfüßiger Merkur oder gemessen dahinschreitender Pluto, die errechnete Sonnenmasse ist davon unabhängig. Im Sonnensystem herrschen Keplersche Verhältnisse. Die gesamte Masse entfällt auf die Sonne. Die anderen Planeten, Jupiter eingeschlossen, fallen nicht ins Gewicht.

Vor vierzig Jahren haben zwei Astronomen, Vera Rubin und Kent Ford, Jr., mit diesem Verfahren den Andromedanebel gewogen, die größte Spiralgalaxie in unserer Nachbarschaft. Als „Probeteilchen“ dienten 67 Emissionsnebel, sog. HII-Regionen. (Die bekannteste HII-Region in unserer Galaxis ist der Orionnebel). Die Radialgeschwindigkeiten dieser Nebelchen sind spektroskopisch, mittels des Doppler-Effektes, auf wenige Kilometer pro Sekunde genau zu messen, gesetzt, man ist dazu in der Lage. Die beiden waren es. Kent Ford brachte einen zweistufigen Bildverstärker mit, Marke Eigenbau,

der es erlaubte, in einem Zehntel der üblichen Belichtungszeit ein brauchbares Emissionslinien-Spektrum zu bekommen. Aus den gemessenen Radialgeschwindigkeiten ergeben sich, kreisförmige Bewegung vorausgesetzt, unmittelbar die Umlaufgeschwindigkeiten. Bei dominierender Zentralmasse, wie im Falle unseres Sonnensystems, fällt die Rotationsgeschwindigkeit mit  $1/\sqrt{r}$ , wenn  $r$  den Abstand zum Rotationszentrum bezeichnet. Und beim Andromedanebel? Dort macht die Rotationsgeschwindigkeit keinerlei Anstalten, keplersch abzufallen! Sie pendelt sich vielmehr auf einen nahezu konstanten Wert von 200 km/s ein – unabhängig von der Entfernung! Messungen im Radiofrequenzbereich bei 21 cm Wellenlänge, die sich noch weiter vom Zentrum entfernen als die optischen, haben dies Jahre später bestätigt.

Ausgezeichnete Geschwindigkeiten kennen wir auch aus dem Sonnensystem. Die Entweichgeschwindigkeit eines Himmelskörpers ist ein Maß für seine Kompaktheit, das Verhältnis aus Masse und Radius:  $M/r$ . (Der ultimative Fall ist das schwarze Loch, wo die Entweichgeschwindigkeit zur Lichtgeschwindigkeit wird. Die Masse eines schwarzen Lochs ist in der Tat seinem Schwarzschildradius proportional.) Das lehrt uns einiges über die Masseverteilung innerhalb dieses Sternsystems, das dem unsrigen ähnlich sein dürfte. Zunächst einmal gibt es keine dominierende Zentralmasse! Das hatte auch niemand erwartet, schließlich besteht der Nebel aus einem diffus erscheinenden „Bauch“, der von einer dünnen, vorwiegend aus Sternen bestehenden Scheibe umgeben ist. Das eigentlich Überraschende war: Die Verteilung des Sternenlichts spiegelt überhaupt nicht die wahre Masseverteilung wider! Kurz, die Andromedagalaxie besteht, schaut man auf's Schwerefeld, also massenmäßig, aus einem ausgedehnten dunklen Halo, worin Galaxienbauch und -scheibe als Zutaten eingebettet sind. Das Sichtbare, Sterne, Emissionsnebel, Staub, es fällt kaum ins Gewicht. Es kommt noch schlimmer, wir haben ja eine ausgezeichnete Rotationsgeschwindigkeit: Die Dichte der dunklen Materie fällt zwar mit  $1/r^2$  ab, was aber nicht verhindert, dass die Gesamtmasse divergiert! Wie schwer der Andromedanebel ist, hängt davon ab, wo man ihn enden lässt! Wie weit erstreckt er sich aber? Frau Rubin und Herr Ford haben die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe – die Emissionsnebel gehören der Scheibe an – bis zu einem Zentrumsabstand von 80 000 Lichtjahren gemessen. Innerhalb dieses Radius befinden sich demnach 200 Milliarden Sonnenmassen. Doch noch in 500 000 Lichtjahren Abstand trifft man vereinzelt auf (Riesen)Sterne. Da die Gesamtmasse (bei konstanter Kreisbahngeschwindigkeit) proportional mit dem Radius anwächst, sollte man die gefundenen 200 Milliarden getrost noch mit einem Faktor 6 multiplizieren, falls der Halo des

Andromedanebels dort bereits zu Ende sein sollte.

Wie man sieht, ist die Masse eines Sternsystems anders als seine Helligkeit schlecht definiert.

Vera Rubin und Kent Ford haben die „dunkle Materie“ nicht entdeckt, ihre Schwerewirkung war den Astronomen schon in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts aufgefallen – in den Galaxienhaufen –, die beiden haben sie aber dingfest gemacht: in den Außenbezirken der Galaxien.

Soweit die unumstößlichen Fakten (es sei denn, man zieht die Gültigkeit von Newtons Gravitationsgesetz in Zweifel).

Auf die Frage, woraus der Andromedanebel *eigentlich* besteht, da Sterne und interstellare Materie kaum ins Gewicht fallen, wird in einer anderen Ausgabe des Kosmos-Boten eingegangen werden. Erwarten Sie bitte keine definitive Antwort! Die gibt es bisher nicht. Aber dafür jede Menge Kandidaten für die dunkle Materie.