

## Liebe Leserin, lieber Leser,

dem begnadeten Spektroskopiker Vesto Melvin Slipher (1875–1969) gelang im September 1912 das Kunststück, am 60-cm Alvan-Clark-Refraktor der Lowell-Sternwarte (Flagstaff, Arizona) die Radialgeschwindigkeit eines Spiralnebels aus der Dopplerverschiebung seiner Spektrallinien zu ermitteln. Diese Sternstunde der Astrophysik zog sich fast sieben Stunden hin. So lange dauerte die Belichtung der Fotoplatte. Slipher dürfte nach dem Ausmessen des Spektrums seinen Augen kaum getraut haben: Der Andromedanebel, um diesen handelte es sich nämlich, kommt uns in jeder Sekunde um 300 km näher. Die Linien waren zum Blauen hin verschoben. Das war die höchste bis dahin gemessene Geschwindigkeit eines Himmelskörpers. Slipher fiel bald auf, dass sich die meisten der von ihm in den Folgejahren untersuchten Spiralnebel von uns fortbewegen. Ihre Spektrallinien sind rotverschoben.

Wir werden in diesem Jahr nochmals auf Mr. Slipher zu sprechen kommen. Dann wird es um das Siebengestirn gehen, die Plejaden. Der Mann war, wie gesagt, ein versierter Beobachter.

Einen schönen Herbst wünscht Ihnen,

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im September

Venus bleibt Morgenstern. Sie nähert sich von uns aus gesehen bereits wieder der Sonne, und sie wird immer kleiner, weil sie sich, auf der Überholspur befindend, von uns hinwegbewegt.

Jupiter hingegen wird günstiger. Ende September kulminiert er bereits im Dunkeln.

Vom Uranus ist hier eher selten die Rede. Er ist aber zum Zeitpunkt der Opposition unter guten Bedingungen bereits mit bloßem Auge auffindbar. Wo? In den Fischen. Die diesjährige Opposition fällt auf den 29. September. Astronomischer Herbstbeginn ist am 22. September, 16 Uhr 49 (MESZ).

## Auf Kollisionskurs

Das Universum expandiert, die Abstände zwischen den Galaxien vergrößern sich. Doch im „Kleinen“ trifft das nicht zu. Schon der altkluge Jung-Woody-Allen, „Alvy“, bekam von seiner Filmmum in „Der Stadtneurotiker“ (1977) zu hören: „Du bist hier in Brooklyn, und Brooklyn expandiert nicht!“. Womit sie recht hat.

Doch wie groß darf das „Kleine“ sein, ohne dass sich die kosmologische Expansion bemerkbar macht? Galaxienansammlungen, Gruppen und Haufen, sind fest im Griff der dunklen Materie, ansonsten hätten sie sich im Laufe der Jahrmilliarden längst aufgelöst. Sie sind gravitativ gebunden, und denken nicht daran, dem allgemeinen Trend zu folgen.

Der Andromedanebel (M 31) kommt uns sogar entgegen, wie eingangs vermeldet. Er ist nur zweieinhalb Millionen Lichtjahre von uns weg. Zusammen mit unserem eigenen Sternsystem bildet er das Schwerezentrum der sog. Lokalen Gruppe, einer kleinen Galaxienansammlung von wenigstens 50 Mitgliedern, zumeist Zwerggalaxien. Zu den bekannteren Gruppenmitgliedern zählen der Dreiecksnebel (M 33), ein Spiralnebel aus dem Sternbild Dreieck, also kein dreieckiger Nebel, und die beiden Magellanschen Wolken. Massmäßig spielen die Kleinen keine Rolle. Fast die gesamte Masse der Gruppe entfällt auf die beiden Großen: Andromedanebel und Galaxis.

Bei 300 km/s hat der Andromedanebel seit 1912 bereits ein Zehntel Lichtjahr zurückgelegt. Das bedeutet angesichts seiner Ausdehnung von über 100 000 Lichtjahren nichts. Um die Leere von zweieinhalb Millionen Lichtjahren zu überwinden, die die beiden Riesenspiralen noch trennt, sind zwei Milliarden Jahre vonnöten.

Kommt es gar zum Zusammenstoß? Nun, das hängt von der wirklichen Geschwindigkeit des Andromedanebels im Raum ab. Sofort messbar ist leider nur die Radialgeschwindigkeit, also die Geschwindigkeitskomponente längs der Sichtlinie.

Kürzlich teilten nun Astronomen mit, es sei ihnen gelungen, mit dem Hubble-Weltraumteleskop die Seitwärtsbewegung des Nebels an der Sphäre festzustellen. Es geht hierbei um die sog. Eigenbewegung, eine Winkelgeschwindigkeit an der Himmelskugel. Wegen der Entfernung des Nebels macht diese gerade einmal 0,00005 Bogensekunden im Jahr aus. Falls es interessiert, das entspricht etwa dem Tempo, mit dem ein Haar wächst – beobachtet aus Mondentfernung. Tatsächlich scheint die Tangentialgeschwindigkeit (hoch-

gerechnet in km/s) des Andromedanebels, verglichen mit seiner Radialgeschwindigkeit, klein zu sein. Er rast, darf man den Messungen jetzt schon trauen – die ersten Positionsbestimmungen liegen gerade einmal sieben Jahre zurück –, mehr oder weniger wirklich auf uns zu!

Und wenn die beiden Sternsysteme in etwa zwei Milliarden Jahren zusammenstoßen, so ist dies nichts Ungewöhnliches. Das kommt vor. Galaxien sind, bezogen auf ihren Abstand voneinander, also relativ, groß. Die beiden „Milchstraßen“ werden einander durchdringen, wobei die Bewegungsenergie des Stoßes in chaotische Bewegung der Sterne überführt wird. Die Relativgeschwindigkeiten zwischen den Sternen nehmen zu, die Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Galaxien nimmt ab. Man nennt das stellardynamische Reibung. Binnen weniger Jahrmilliarden werden beide Kollisionspartner verschmolzen sein – zu einer prominenten E-Galaxie (ellipsoidische Galaxie). Die Bewegungsenergie des Stoßes wird sich dann auf die Sterne verteilt haben. Auch die beiden schwarzen Riesenlöcher in den Galaxienkernen werden einander finden, eine Weile spiralförmig umeinanderkreisen und schließlich zu einem einzigen<sup>1</sup> werden, wobei im allerletzten Moment jede Menge Gravitationswellen ausgesandt werden, die die Raum-Zeit bis in den letzten Winkel des Universums spürbar erschüttern werden.

Kann man den Mechanismus der „stellardynamischen Reibung“ verstehen? Nun, denken Sie an einen zunächst ruhenden Stern inmitten eines Sternenschwarms. Die Schwarmsterne bewegen sich wie Heringe auf parallelen Bahnen durch den Raum. Die vorbeiziehenden Sterne werden nun durch die Schwerkraft des Fremdlings etwas abgelenkt. Es entsteht eine Geschwindigkeitskomponente auf den Störenfried zu. Lange nach der Begegnung hat sich am Betrag der Geschwindigkeit eines Schwarmsterns, also energetisch, nichts geändert. Aber die Geschwindigkeitsvektoren sind nun nicht mehr streng parallel ausgerichtet! Der Impuls in Schwarmrichtung hat sich verringert. Da der Gesamtimpuls erhalten bleibt, wurde der Fehlbetrag gravitativ auf den Eindringling übertragen. Der wird vom Schwarm quasi „mitgerissen“. Mit „Reibung“ hat das nichts zu tun – Bewegungsenergie wurde nicht in Wärme verwandelt! –, es sei denn, man wagte den Vergleich der Sterne mit den Teilchen eines Gases. Dann hätte sich tatsächlich der Anteil an zufälliger Bewegung im „Sternengas“ erhöht, d. h. seine „Temperatur“ zugenommen.

---

<sup>1</sup>Beim Verschmelzen von zwei schwarzen Löchern zu einem neuen addieren sich nicht allein die Massen, auch deren Schwarzschildradien. Das Resultat ist ein weniger dichtes schwarzes Loch, wenn man das so sagen darf.

Was sonst noch passiert? Anders als die Sterne, die einander begegnen, ohne davon groß Notiz zu nehmen, prallt das Gas, das in beiden Galaxien dann noch vorhanden ist, heftig aufeinander. Dabei werden neue Sterne entstehen, und das zuhauf. Einige, die massereichsten, werden gleich wieder explodieren. Wir sind leider zu früh dran, als dass wir dies Spektakel miterleben können. Der Sternenhimmel dürfte prächtig werden, in zwei, drei Milliarden Jahren ...

Über die Zukunft der Lokalen Gruppe zu spekulieren, ist nicht ohne Reiz. Zwei Milliarden Jahre sind nicht viel angesichts der räumlichen Dimensionen, um die es hier geht, und wir werden mit unseren Vorhersagen so falsch nicht liegen, zumal sich Hinweise auf Galaxienkollisionen überall im „Reich der Nebel“ finden lassen. Dennoch haben derart weit in die Zukunft zielende Aussagen mit Wissenschaft wenig zu tun. Die Stärke der Wissenschaft beruht auf der Nachprüfbarkeit von Hypothesen. Behauptungen, die sich in angemessener Zeit nicht widerlegen lassen, mögen die Phantasie beflügeln, wissenschaftlich sind sie wertlos.