

Liebe Leserin, lieber Leser,

ein Komet stürzt auf die Sonne zu, vermutlich ein jungfräulicher aus der Oortschen Kometenwolke, der dies zum erstenmal tut. Sonnennähe ist am 10. März. Näher dran zur Sonne als der Merkur wird Pan-STARRS noch einmal so richtig äußerlich aufgeheizt. Er war erst im Juni vorigen Jahres von einer Himmelüberwachungskamera, einem 1,8-m-Teleskop auf Maui (Hawaii), als ein Flugobjekt 19. Größe im Anflug erfasst worden. Wir verfolgen den Abflug, ggf. mit bloßem Auge. Am 12./13. März gibt's ein Stelldichein mit dem jungen Mond am Abendhimmel. Danach entschwindet der Besucher dem Blick, steil gen Norden aufsteigend – durch Fische und Andromeda. Anfang April zieht er wenige Grad nur am Andromedanebel (M 31) vorbei. Das aber ist nur ein Auftakt. Gegen Jahresende ist mit einer wirklich spektakulären Kometenerscheinung zu rechnen. ISON „streift“ die Sonne!

Vor einem halben Jahrhundert gab's in *Nature* eine Kurzmitteilung. Der Caltech-Astronom Maarten Schmidt (geb. 1929) behauptete, ein „Sternchen“ 13. Größe – also in einem besseren Amateurfernrohr sichtbar! – scheine aus Milliarden Lichtjahren zu uns herüber! Mit einem Sechstel der Lichtgeschwindigkeit davon eilend, sei es der Kern einer fernen Galaxie, der dieselbe um das Hundertfache überstrahle. Von der Muttergalaxie war mit damaligen Mitteln nichts zu sehen, lediglich ein Lichtjet ließ erahnen, dass hier Ungewöhnliches am Werke ist. Der Bann war gebrochen. In der gleichen *Nature*-Nummer wurde die Rotverschiebung von 3C 48 mitgeteilt, ein doppelt so weit entfernter „Radiostern“, oder, wie man bald sagen würde, *Quasar*. Nun begann das Rätselraten. Wie ist es möglich, auf so engem Raum so viel Energie freizusetzen? Ist da gar ein schwarzes Superloch? Eine Superzivilisation vom Typ III erschien da manchen plausibler. Das Rennen gemacht haben die Superlöcher. Sogar im Zentrum unserer eigenen Galaxis gibt's so ein Ding, allerdings ein kleines und harmloses.

Viel Vergnügen bei der Lektüre wünscht

Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im März

Jupiter ist bloß noch die erste Nachthälfte über sichtbar. Ende des Monats entschwindet er um Mitternacht.

Saturn hingegen erobert sich mehr und mehr die erste Nachthälfte. Gegen Monatsende ist er bereits ab 21 Uhr über dem Horizont. Er bewegt sich rückläufig durch die Waage.

Frühling steht auf dem Plan, zumindest astronomisch. Am 20. März um die Mittagsstunde, 12 Uhr 2, ist Äquatortaufe. Die Sonne überquert den Himmelsäquator in Richtung Norden.

Frühlingsvollmond ist am 27. März. Am darauffolgenden Sonntag, dem 31. März, ist Ostern. Gottesdienstbesucher sollten beachten, dass just Ostersonntag in der Frühe die Zeit umgestellt wird.

Quasistellare Objekte

Im Zweiten Weltkrieg hatten sich Radio- und Radartechnik rasant entfaltet. Nach dem Kriege profitierten davon nicht-militärische Anwendungen. Die Radioastronomie, ein neuer Zweig unserer alten Wissenschaft blühte auf. Natürlich tat man, was man als erstes tut, man suchte den Himmel ab nach Radioquellen und erstellte Kataloge wie zum Beispiel den Dritten Cambridge Katalog (3C). Das Aufspüren optischer Gegenstücke erwies sich als schwierig. Das liegt u. a. daran, dass Radioastronomen bei extragalaktischen Radioquellen einfach weiter „sehen“ können als ihre Lichtkollegen. Mitschuld daran trägt aber auch die schlechte Richtcharakteristik einer einzelnen Radioantenne. Es fällt schwer, die Herkunft der Wellen auszumachen. Das besserte sich, als man Radioantennen zunächst paarweise, über Dutzende von Kilometern hinweg, im Computer quasi (phasenrichtig) „zusammenschaltete“¹. Derartige Radiointerferometermessungen engen die möglichen Orte einer Radioquelle am Himmel stark ein. Von ein paar Quellen wusste man außerdem, aufgrund des Interferenzmusters, dass sie punktförmig sein müssen. Man sprach von „Radiosternen“, später setzte sich „Quasar“ durch, eine Zusammenziehung aus quasi-stellare Radioquelle. Bei 3C 273 in der Jungfrau, einer Radiodoppelquelle, kam schließlich der Mond zu Hilfe. Das Sternbild zählt zum

¹Für die Entwicklung der sog. Apertur-Synthese-Technik am Jodrell-Bank-Radioobservatorium in Cambridge wurde Sir Martin Ryle (1918–1984) 1974 zusammen mit dem Pulsarforscher Antony Hewish (geb. 1924) der Physiknobelpreis zugesprochen.

Tierkreis, Aufenthaltsort von Sonne und Mond. Tatsächlich bedeckte² der Mond mehrere Male den „Radiodoppelstern“. Am Mondrand zu Beginn und am Ende eines solchen Radio-Black-Outs fand man im Sichtbaren nur das eingangs erwähnte bläuliche „Sternchen“ mit ungewöhnlichem Spektrum. Es zeigt Emissionen, ausgesprochen breite, bei Wellenlängen, wo normalerweise keine sind. Unter der Annahme einer Rotverschiebung von 15,8% entpuppten sich die mysteriösen Linien als ordinäre Balmerlinien des Wasserstoffs, eine Magnesiumlinie und eine sog. verbotenen Linie des Sauerstoffs, wie man sie von Planetarischen Nebeln her kennt. Das Geniale an Schmidts Eingebung: Bei Galaxien war man an hohe Rotverschiebungen seit Edwin Hubble (1889–1953) gewöhnt, nicht aber bei „Sternen“!

Die favorisierte Deutung: 3C 273 rast mit 43 800 km/s von dannen, 14,6% der Lichtgeschwindigkeit! Gesetzt, dies ist der Ausdehnung des Weltalls geschuldet, der Hubbleschen Galaxienflucht, muss die Entfernung zwei Milliarden Lichtjahre übersteigen und die Leuchtkraft enorm sein! An die Stelle des Arktur versetzt, 37 Lichtjahre von hier, stünde der Quasar hell wie die Sonne am Himmel! Und dennoch mäße der Schwarzschildradius³ des Milliarden-Sonnenmassen-Lochs bloß Bogensekunden, deshalb also – quasi-stellar.

Allein das schnelle Schwanken der Helligkeit verlangt nach Winzigkeit. Eine Quelle, die binnen Monaten, ja mitunter Tagen ihre Leuchtkraft ändert, kann nicht größer als Lichtmonate bzw. Lichttage sein. Wer hätte das gedacht? Menschliches Zeitmaß, und dies bei einem kosmischen Gegenstand der Extraklasse! Doch Vorsicht, die Sterne, die am Himmelszelt so schön funkeln, tun dies nicht wirklich. Es ist die Luftunruhe, die sie szintillieren macht. Schnelle Schwankungen der Radiohelligkeit eines Quasars im Stundentakt dürften tatsächlich interstellärer Szintillation geschuldet sein.

Was läge bei so viel Kleinheit näher als ein akkretierendes schwarzes Superloch vom Ausmaß des Sonnensystems? Heutzutage sind schwarze Löcher das Natürlichste von der Welt – dank der beharrlichen Überzeugungsarbeit eines Königlichen Hofastronomen. Sir Martin Rees (geb. 1942) hat uns die Scheu vor dem schwarzen Superloch genommen und es hoffähig gemacht! Damals,

²Die Bedeckung geschieht wegen der Beugung der Radiowellen am Mondrand nicht abrupt. Ihr gehen schnelle starke Helligkeitsschwankungen voraus. Eine Punktquelle ist unmittelbar vor der geometrischen Bedeckung sogar kurzzeitig heller als ohne Mond! Aus der Schärfe des Beugungsmusters folgt die Winkelausdehnung der Quelle.

³ Der Schwarzschildradius, benannt nach Karl Schwarzschild (1873–1916), bemisst die Größe des sog. Ereignishorizonts. Im Falle der Sonne wären das drei Kilometer. Er wächst linear mit der Masse des schwarzen Lochs.

vor 50 Jahren, war so etwas, sagen wir, noch sehr gewöhnungsbedürftig.

Doch wie das Leuchten von 10 Billionen Sonnen aus einem Gebiet von der Größe des Sonnensystems erklären? Es ist gravitative Energie. Lassen Sie einen beliebigen der Eigenschwere unterworfenen Körper gen Null schrumpfen, könnten Sie, ginge es nach Sir Isaac Newton (1643–1727), unendlich (!) viel gravitative Energie ernten! Es ist Einsteins schwarzes Loch, das dem Unfug einen Riegel vorschiebt! Die Natur hat einen Horror vor dem Unendlichen.

Nicht das Loch leuchtet. Es ist die Umgebung. Reibungswärme (Entropieproduktion!) in einer das Loch umwirbelnden Gasscheibe macht diese hell erstrahlen. Deren innere Teile rotieren schneller als die äußeren. Die turbulente Reibung ist mit Drehimpulsabtransport⁴ verbunden. Materie spiralt im Gegenzug in einer solchen magnetisch-„zähen“ Akkretionsscheibe unaufhaltsam einwärts, hin zum alles verschluckenden⁵ schwarzen Loch. Dabei wird sie, trotz Abstrahlung, immer heißer. Das ganze spielt sich bei wenigen Schwarzschildradien ab, also unmittelbar am Monster. Dabei wird weit effizienter Energie freigesetzt als bei der Wasserstoff-Kernfusion im Sterninnern. Ein Quasar-Kraftwerk ist sparsam im Verbrauch: wenige Sonnen pro Jahr.

Später stieß man auf seltsame „Sternchen“ hoher Rotverschiebung, die radiostumm sind. Man bezeichnet sowohl diese als auch deren radiolauten Vettern gemeinsam als QSO – quasistellare Objekte. Die Stummen sind in der Mehrheit. Übrigens sind die QSO längst ausgestorben, wie Maarten Schmidt herausfand. Sie sind ein Relikt aus der Entstehungszeit der Galaxien, weil damals die Galaxienkerne noch freigiebig gefüttert worden waren. Ihre Zeit ist seit über zehn Milliarden Jahren abgelaufen. Heutige „aktive“ Galaxienkerne, sog. AGN, so imposant wie sie sich auch geben mögen, ihren Vorgängern können sie das Wasser nicht reichen.

Und was brachte den „sozialistischen“ Forscher Nikolai Semjonowitsch Kardaschow auf die Idee mit den Superzivilisationen? War es der kapitalistische Wachstumswahn? Bei drei Prozent jährlich im Energiesektor machte das in 2000 Jahren einen Umsatz von 10^{40} Watt aus. Da man diese Leistung als

⁴Nur drehimпульsbereinigter Stoff vermag das winzige Maul des Monsters zu treffen! Versuchen Sie bloß einmal, etwas in die Sonne zu werfen! Das ist wegen der Sonne Kleinheit ein (Drehimpuls)Problem.

⁵Die Energie, kinetische wie thermische, wird mit dem Träger verschluckt. Bei „harten“ kompakten Objekten, wie Neutronensternen, erzeugt der Aufprall Hitze (Übergangsentropie), beim schwarzen Loch gibt es keinen Aufprall. Man fällt ins Bodenlose.

Abwärme loswerden muss, hauptsächlich im Infraroten, leuchtet die künftige Typ-III-Superzivilisation hell wie ein Quasar. Prosperität bleibt nicht unbemerkt.