

Liebe Leserin, lieber Leser,

Röntgenastronomen feiern mit Fug und Recht den fünfzigsten Geburtstag ihrer Sparte. Zwar wurde die Sonne als Röntgenstern bereits 1949 beim Höhenflug einer A4-Rakete entdeckt, dass es „richtige“ Röntgenobjekte im Kosmos gibt, solche, die nahezu ausschließlich im Röntgenlicht strahlen, stellte sich aber erst 1962 heraus, durch Zufall. Man hatte versucht, eine Röntgenaufnahme vom Mond zu machen, und war statt dessen auf Scorpius X-1 gestoßen, die hellste Röntgenquelle nach der Sonne am Röntgenhimmel. Ein Röntgenporträt des Mondes gab's später dann doch noch. Es wurde im Juni 1990 von ROSAT geschossen, einem deutschen Röntgensatelliten. (Die Röntgenstrahlung, die von dem beleuchteten Teil des Mondes ausgeht, stammt, wie das Mondlicht, ursprünglich von der Sonne. Bemerkenswert die dunkle Seite des Mondes. Sie hebt sich als Schatten vor dem Röntgenhintergrund ab. Die meisten Röntgenphotonen des Hintergrunds kommen von jenseits des Mondes!)

Röntgenteleskope beobachten oberhalb des Luftozeans, da dieser – zu unserem Glück – die energiereiche Strahlung aus dem Kosmos abblockt. Der Röntgenhimmel hat zudem wenig Ähnlichkeit mit dem Himmel, den wir kennen. Nix mit „erhabener Größe“ oder gar „ewiger Gelassenheit“! Dort agieren zumeist unastronomisch-winzige Objekte auf unastronomisch-kurzen Zeitskalen bis hinunter zu Sekundenbruchteilen.

Der Juni wartet mit einem seltenen Himmelschauspiel auf, das in vergangenen Jahrhunderten noch die ganze gelehrte Welt in Erregung versetzt hätte: In den Morgenstunden des 6. Juni zieht die Venus vor der Sonnenscheibe vorbei. Aus dem Abend- wird gegen 3 Uhr 30 MESZ der Morgenstern. Leider ist bei uns nur das Ende des Transits sichtbar. Um 6 Uhr 50 MESZ ist alles vorbei. Sonnenaufgang ist um 5 Uhr. Sie benötigen also unbedingt freie Sicht bis zum Horizont, wollen Sie das Ereignis in Deutschland miterleben. Sonnenschutzgläser nicht vergessen oder die Sonne samt „Neu“-venus auf einen weißen Schirm projizieren!

Einen strahlenden Sonnenaufgang am Mittwoch, dem 6. Juni, wünscht

Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im Juni

Der Venusvorübergang am Morgen des 6. Juni ist zweifellos *das* astronomische Ereignis des Monats, wenn nicht des Jahres. Sie entsinnen sich des vorausgegangenen Venustransits vor acht Jahren? Damals, am 8. Juni 2004, war uns das Wetter hold. Hoffen wir, dass es auch diesmal mitspielt, denn der nächste Venustransit ereignet sich erst im Dezember 2117. (Der ist hier allerdings nicht sichtbar.)

In der Nacht vom 20. zum 21. Juni, kurz nach Mitternacht, erreicht wieder einmal der Winkel zwischen der Rotationsachse der Erde und der Richtung zur Sonne mit $66,6^\circ$ seinen kleinsten Jahreswert. Der Nordpol bekommt dann so viel Sonne ab, wie sonst nie – Sommersonnenwende. Auf der Südhalbkugel beginnt der Winter.

Mars und Saturn beleben den Abendhimmel. Am Morgenhimmel tauchen Venus und Jupiter auf, gegen Monatsende.

Venus vor der Sonne

In früheren Zeiten waren Venusvorübergänge vor der Sonnenscheibe von wissenschaftlichem Wert. Es ging um nichts geringeres als die Vermessung des Sonnensystems. Dank der Keplerschen Gesetze und der Newtonschen Himmelsmechanik konnte man die Bewegungen der Planeten exakt beschreiben. Aus den Umlaufzeiten in Einheiten der Umlaufzeit der Erde, also in Jahren, ergaben sich sofort deren Abstände von der Sonne – in Einheiten des Erdbahnradius, der sog. Astronomischen Einheit (AE). Wollte man die tatsächlichen Abstände im Sonnensystem in Kilometern (oder Meilen, oder Ellen ...) wissen, musste zumindest ein einziger Abstand in einer gebräuchlichen Längeneinheit bekannt sein. Da die Venus von allen Großplaneten der Erde am nächsten kommt, bis auf 41 Millionen km bei der unteren Konjunktion, bot sie sich an¹. Man nutzte die Tatsache, dass für einen Beobachter auf der Erde, die Dauer des Venustransits vom Ort des Betrachters abhängt. Für jemanden, der sich exakt auf der Verlängerung Sonnenmittelpunkt – Venusmittelpunkt zum Zeitpunkt der größten Annäherung befindet, zieht sich der Transit mit etwa sieben Stunden am längsten hin. Für nördlich oder

¹Näher kommen uns gewisse Kleinplaneten, Asteroiden. Noch 1931 verbesserten Astronomen die Kenntnis der AE durch die Messung der Eros-Parallaxe.

südlich von diesem Idealbeobachter gelegene Beobachtungsorte, muss die Venus nicht mehr den vollen Sonnendurchmesser vor der Sonne zurücklegen. Die Transitzeit ist entsprechend kürzer. Also entsandte man Forscher in entlegene Weltgegenden, um die Dauer des Spektakels zu bestimmen. James Cook (1728–1779) beispielsweise, ein englischer Seefahrer und Entdecker, vermaß den 1769er Transit von Tahiti aus, vom „Point Venus“. Die Entfernung der Beobachter auf der Erde kennt man natürlich, so dass man aus den unterschiedlichen Transitdauern auf den Winkel schließen kann, unter dem einem Venusianer die Erdkugel erschiene. Daraus folgt dann mit etwas Geometrie der gesuchte Abstand der Venus von der Erde. Da der relative Abstand, ausgedrückt in AE bekannt ist, hatte man damit die AE, den Maßstab, in absoluten Einheiten, Kilometern! Leider ließen sich Beginn und Ende eines Transits nicht so genau feststellen wie erhofft. Die Venus hat eine Atmosphäre. Sie ist keine simple schwarze Scheibe vor der Sonne, vielmehr wegen der Lichtbrechung in ihrer Atmosphäre von einem zarten Lichtkranz umgeben. Dies und der sog. „Schwarze-Tropfen-Effekt“ vereitelte, dass damals die erwartete Genauigkeit bei der Bestimmung der AE erreicht wurde. Heutzutage benutzt man Radar, um die Abstände zu den Nachbarplaneten metergenau zu messen.

Vom Röntgen- und Gammakosmos

Wissenschaft ist der systematische Versuch, sich des Vorurteils zu entledigen. Dazu muss man das Bekannte beseite legen können – es bestätigt ja nur das Vorurteil – und versuchen, die Welt mit neuen Augen zu sehen. Das ist einfacher gesagt als getan. Doch Beschränktheit lässt sich überwinden. Nehmen Sie das menschliche Auge, ein Wunderding zweifellos, aber ein beschränktes. Wir haben es aus dem Tierreich ererbt, und es ist wunderbar ans Sonnenlicht angepasst. Goethe (1749–1832) hat dies meisterlich sprachlich gefasst: „Wär' nicht das Auge sonnenhaft, die Sonne könnt' es nie erblicken.“ Der „Nachteil“ dieser Anpassung an die Gegebenheiten der irdischen Lebewelt: Bis vor 50 Jahren, also Jahrmillionen lang, haben wir Menschen am Firmament immer nur Sonnen gesehen gehabt und Himmelskörper, die das Licht unserer Sonne spiegeln. Denn so ein Auge nimmt nur einen Temperaturauschnitt des Kosmos war, alles, was einige Tausend Grad heiß ist, also Sterne, also hin und wieder einen glühenden Gasnebel. Der eiskalte wie der höllisch-heiße Kosmos, er bleibt dem Auge verborgen, weil dies für den irdischen Überlebenskampf

belanglos war. Die Evolution züchtet keine Wissenschaftler.

Es war diese Beschränktheit des Auges, die unser Bild vom gestirnten Himmel als dem Hort des Geordneten, Ewigen prägen sollte. Niemand, der mit „Röntgenaugen“ den Himmel betrachtete, käme auf die Idee, dort den Sitz der Götter zu vermuten. Unzumutbar. Die Hölle wäre gemütlicher.

Spätestens mit dem Start jener Aerobee-Rakete im Juni 1962 ging eine jahrtausendealte Weltsicht, zumindest für den Wissenschaftler, in Rauch auf. Ein einziger Blick in den Röntgenhimmel, Minuten nur, genügte, ein Vorurteil, das immer geherrscht hatte, zu Fall zu bringen. Es gibt mehr als bloß Sterne, von denen Eduard Mörike (1804–1875) in seinem berühmten Kepler-Gedicht noch sagen durfte, sie gingen „ueber dem Haupte des Weisen oder des Toren“ ihren „seligen Weg ewig gelassen dahin!“. Dass im Hochenergiehimmel Unrast und Hektik herrschen, ist schon gewöhnungsbedürftig.

Sco X-1 war die erste genuine Röntgenquelle. Sie strahlt fast ausschließlich im Röntgenbereich! Das dazugehörige Sternchen, V 818 Scorpii, entpuppte sich als 10 000-fach lichtschwächer. Bei der Sonne sind die Verhältnisse umgekehrt: Sie strahlt millionenfach heller im sichtbaren Bereich als im Röntgenlicht. Für diese Entdeckung und die Entwicklung der Messtechnik für die Erforschung des Röntgenkosmos wurde 2002 dem gebürtigen Italiener Riccardo Giacconi der Nobelpreis für Physik zugesprochen.

Der Röntgenstern im Skorpion entpuppte sich später als ein Röntgendoppelstern. Ein massearmes Sternchen von halber Sonnenmasse vollführt einen Tanz um einen Neutronenstern von dreifachem Gewicht. Dieser winzige Himmelskörper von der Ausdehnung Berlins entreißt dem Begleiter ständig gravitativ Materie, die – aus Drehimpulsgründen – in einem heißen Strudel um den Neutronenstern zwischengespeichert wird, bis sie durch Reibung sich des lästigen Drehimpulses entledigt hat und sich über den Neutronenstern ergießt. Dabei geht es heiß her, so heiß, dass Röntgenstrahlung entsteht.

Dass es sich bei der Röntgenquelle um ein kompaktes Objekt, einen Neutronenstern handeln müsse, war dem sowjetischen Astrophysiker Iosif Samuilovich Shklovsky (1916–1985) 1967 aufgegangen – Monate vor der Entdeckung des ersten Radiopulsars.

Die Röntgenemission gewöhnlicher sonnenähnlicher Sterne ist, wie zu erwarten war, vergleichsweise schwach. Sie stammt aus den heißen Koronen, die diese Sterne einhüllen, und sie kündigt von der Sternaktivität.

Unter Röntgenstrahlen versteht der Physiker extrem kurzwelliges Licht. Entdeckt wurde diese X-Strahlung 1895 durch den Würzburger Physiker Wil-

helm Conrad Röntgen (1845–1923), der dafür 1901 mit dem ersten Nobelpreis für Physik geehrt wurde. Röntgenstrahlung geht beispielsweise von heißen Plasmen aus, ionisierten Gasen mit einer Temperatur von Millionen bis hundert Millionen Grad. Solche Hitze herrscht im Innern der Sterne, aber auch im Gas von Galaxienhaufen (Quelle: NASA/Chandra). Die Atome sind hochgradig ionisiert. So finden sich in der Millionen Grad heißen Sonnenkorona Eisenatome, denen nahezu alle Elektronen entrissen sind. Übrigens befinden sich fast alle Atome im Kosmos im sog. Plasmazustand. „Kalte“ Orte sind zwar nicht selten im Kosmos, doch halten sich dort nur vergleichsweise wenige Atome auf.

Entsteht hochenergetische Strahlung in den Atomkernen selbst, bei Kernumwandlungen, spricht man von γ -Strahlung. Abgesehen von der Herkunft, unterscheidet sich γ -Strahlung in nichts von gewöhnlicher Röntgenstrahlung.