

Die Regierungen und Parlamente werden finden, daß die Astronomie eine der Wissenschaften sei, die am meisten kostet: das kleinste Instrument kostet Hunderttausende, das geringste Observatorium Millionen; jede Verfinsterung zieht außerordentliche Bewilligungen nach sich. Und alles das für Gestirne, die so weit entfernt sind, die mit unseren Wahlkämpfen nicht das geringste zu tun haben und wahrscheinlich nie irgendwelchen Teil daran nehmen werden. Unsere Staatsmänner müssen sich noch einen Rest von Idealismus bewahrt haben, ein unklares Gefühl für das, was groß ist; ich glaube wirklich, man hat sie verleumdet; wir müssen sehen, sie zu ermutigen, ihnen zu zeigen, daß dies Gefühl nicht täuscht, und daß dieser Idealismus sie nicht zum besten hat.

Henri Poincaré, 1905

Liebe Leserin, lieber Leser,

im Juni-Newsletter war von der „Sparte“ Röntgenastronomie die Rede. Damit kein falscher Eindruck zurückbleibt: Die heutige Astronomie ist eine All-Wellen-Astronomie. Das Neutronensternechen im Krebsnebel, ein sog. Pulsar, es sendet auf allen Wellenlängen des uns zugänglichen Spektrums elektromagnetischer Wellen, vom langwelligen Radiobereich bis hin zu den kurzwelligen γ -Strahlen. Nur hinsichtlich der Beobachtungstechnik unterscheiden sich die „Sparten“! Sie haben vielleicht in der Presse von „NuSTAR“ gelesen, dem neuen Röntgen-Teleskop der NASA im All. Es hat wirklich wenig Ähnlichkeit mit einem herkömmlichen Fernrohr. Dazu weiter unten mehr.

Hatten Sie das Glück, zumindest den Schluss des Venustransits vor der Sonnenscheibe mitzuerleben? Die schwarze Venus maß ein Zweiunddreißigstel des Sonnendurchmessers. Das spiegelt nicht das wahre Größenverhältnis wider. Man macht uns da etwas vor!

Eines einhundersten Todestages gilt es zu gedenken: Am 17. Juli 1912 starb in Paris der geniale Gelehrte Jules Henri Poincaré (geb. 1854). Er war Ingenieur, Mathematiker, Physiker, Himmelsmechaniker und Erkenntnistheoretiker in einer Person. Der begnadete Intuitionist gilt als Vordenker von zwei Zäsuren in unserer Sicht auf Physik und Mathematik: Albert Einsteins spezieller

Relativitätstheorie von 1905 und Kurt Gödels (1906–1978) „Unvollständigkeitssatz“¹ von 1931. Für uns Astronomen ist Henri Poincaré der erste, der im „homoklinen Gewirre“ (was immer auch das sein mag) des Drei-Körper-Problems der Himmelsmechanik das Chaos „geschaut“ hat – lange vor dem Meteorologen E. N. Lorenz (1917–2008). Davon mehr in der Augustausgabe des Kosmos-Boten.

Mit Poincarés Namen ist übrigens eine topologische Vermutung verbunden. Eine geschlossene Schleife auf der Oberfläche einer Kugel lässt sich, wie man leicht sieht, zu einem Punkt zusammenziehen. Trifft dies auch auf eine Hyperkugel im Vier-Dimensionalen zu? Ein russischer Mathematiker hat’s herausgefunden².

Was sonst noch in einem Juli geschah? 1862, vor 150 Jahren, haben Lewis A. Swift (1820–1913) und Horace Parnell Tuttle (1837–1923) unabhängig voneinander im Juli den nach ihnen benannten periodischen Kometen entdeckt. Swift-Tuttle hat wiederholt für Schlagzeilen gesorgt, und wird es weiterhin tun. Er könnte eines Tages der Erde auf die Pelle rücken³. 2126 verfehlt er sie um zwei Wochen! Aber er hat auch sein Gutes: Winzige Trümmerstücke, die sich von ihm gelöst haben, dringen jedes Jahr Mitte August in die Lufthülle ein und verglühen. Er ist der Vater der Perseiden, der August-Sternschnuppen.

Viel Spaß bei der Lektüre wünscht wie immer

Ihr Hans-Erich Fröhlich

¹Wie Gödel herausfand, gibt es in der Zahlentheorie wahre Aussagen, die sich formallogisch im axiomatischen Rahmen der Arithmetik nicht beweisen lassen, insbesondere ist die Widerspruchsfreiheit der Zahlenlehre selbst nicht aus sich heraus beweisbar. Offenbar enthält jedes halbwegs komplexe Gedankenkonstrukt Wahrheiten, die erst von „höherer Warte“ aus beweisbar sind. Ohne Intuition, mit Logik allein, ist man immer aufgeschmissen – sogar in der Mathematik.

²Für höhere Dimensionen hatte man schon lange den Beweis. Der vierdimensionale Raum, der, für den sich die Physik interessiert – die Raum-Zeit, in der wir leben, ist quasi vierdimensional! –, erweist sich immer wieder als besonders vertrackt.

³Dass die Kollision mit einem Kometen nicht unwahrscheinlich ist, war Pierre-Simon Laplace gegen Ende des 18. Jh. bewusst geworden.

Der Himmel im Juli

Am 4. Juli geht die Erde wieder einmal auf maximale Distanz zur Sonne. Für Bewohner der Nordhalbkugel hat das Vorteile: nicht zu heiße, aber dafür lange Sommer. Nahe dem Aphel ihrer Bahn um die Sonne verliert die Erde ja an Tempo. Der Nordsommer verstreicht langsamer als der Nordwinter. Die Landwirtschaft freut's.

Für Frühaufsteher warten die Morgenstunden des 15. Juli mit etwas Besonderem am Osthorizont auf: Der Mond bedeckt gegen 4 Uhr MESZ den Jupiter und seine Monde. Das ganze findet zwischen Plejaden und Hyaden statt. Als malerische Zugabe gibt's den Morgenstern, Venus. Voraussetzung ist natürlich freie Sicht bis zum Horizont.

Ab Mitte Juli wird's auch wieder nachtschwarz um Mitternacht, jedenfalls in Mitteleuropa.

Nachlese: Venus-Transit

Zum Zeitpunkt des Venus-Transits war die Sonne etwas mehr als dreieinhalb Venusdistanzen von uns entfernt. Sie ist demnach nicht nur 32mal größer als die Venus, sie übertrifft an Abmessung die Schwester der Erde um das 115fache! Für uns, die wir die Venus aus der Nähe betrachten durften, hatte sie ein Tausendstel der scheinbaren Sonnenflache abgeschattet gehabt, was einer Minderung der Sonnenhelligkeit von 0,001 Größenklassen gleichkommt. Für einen Astronomen vom Schlangenträger (südlicher Abschnitt), der mittels der Transitmethode nach fernen Planeten Ausschau hält, wäre die Sonne sogar nur um ein Dreizehntausendstel (0,00008 Größenklassen) verfinstert gewesen. (Vermutlich hätte er seinen Helligkeitsmessungen misstraut. Dass gleichzeitig *zwei* Planeten vor einem fernen Sternchen vorbeiziehen, an solch einen Zufall zu glauben, fällt schwer.) Wenn auch winzig, derartige Helligkeitseinbruche sind, da sie sich stundenlang hinziehen, für einen irdischen Astronomen dank Teleskopen im Weltenraum, wie Corot oder Kepler, durchaus bemerkbar. Es ist die einfachste Möglichkeit, erdähnliche Planeten bei anderen Sternen aufzuspüren. Leider verändern nicht nur Planeten das Licht ihres Zentralsterns, Sternflecken tun dies auch, aber mit anderer Periode.

NuSTAR

Mit NuSTAR, dem *Nuclear Spectroscopic Telescope Array*, hat die NASA ein Röntgenteleskop in eine Erdumlaufbahn geschossen, das erstmals hochauflösende Bilder des Himmels im Bereich harter Röntgenstrahlung bis zu einer Energie von 79 keV (Kiloelektronenvolt) schießen soll. Röntgenstrahlung ist, wie wir wissen, kurzwelliges Licht. Sichtbare Photonen haben Energien von zwei, drei Elektronenvolt. Bei 79 keV ist die Wellenlänge 30 000mal kürzer als die von sichtbarem Licht.

Aufgrund der Wellennatur ist das Auflösungsvermögen jedes Teleskops, seine Fähigkeit nahe beieinander liegende Quellen zu trennen, prinzipiell (beugungs)begrenzt. Dank der Kürze der Röntgenwellen, sollte theoretisch die Trennschärfe einer Röntgenoptik bei 79 keV die einer Licht-Optik gleicher Öffnung um das 30 000fache übertreffen! Für NuSTAR, ein Doppelteleskop mit jeweils 40 cm Öffnung hieße das, dass es auf eine Mondentfernung zwei Objekte sollte trennen können, die nur Zentimeter voneinander entfernt sind! Klingt phantastisch!

Mein Respekt vor den Leistungen der Gerätebauer ist grenzenlos – schon weil ich so etwas niemals zuwege brächte –, dennoch muss man sich eingestehen, dass heutige Röntgenteleskope (und -mikroskope!) noch meilenweit davon entfernt sind, auch nur annähernd beugungsbegrenzt zu arbeiten. Der Grund: Es gibt für Röntgenstrahlen keine geeignete Optik, weder Linsen noch Spiegel. Der Brechungsindex der meisten Materialien unterscheidet sich im Röntgenbereich kaum von dem im Vakuum⁴. Um Röntgenstrahlen überhaupt abbilden, sprich bündigen zu können, greift man häufig auf einen Trick zurück, die Totalreflexion bei streifendem Einfall auf eine metallische Oberfläche. Die Idee, die Totalreflexion (und das gleich mehrfach) auszunutzen, war 1952 dem deutschen Physiker Hans Wolter (1911-1978) gekommen. Die astronomische Anwendung des Wolter-Teleskops hat der Erfinder nicht mehr erlebt. Er starb wenige Monate vor dem Start des Einstein-Observatoriums (HEAO 2) der NASA im November 1978.

Alles hängt davon ab, mit welcher Präzision die ineinandergeschachtelten Spiegelsegmente gefertigt und positioniert werden können. Wie ich las, liegt die Mikrorauigkeit der polierten Flächen bei einem Millionstel Millimeter!

⁴Er ist sogar etwas kleiner als Eins, d. h. die sog. Phasengeschwindigkeit übertrifft die Vakuumlichtgeschwindigkeit. Um Röntgenlicht zu sammeln, benutzt man in der Röntgenmikroskopie deshalb Linsen, die an Zertreuungslinsen erinnern.

Doch machen wir uns nichts vor. Das sind immer noch etliche Röntgenwellenlängen. Optische Teleskope sind auf Bruchteile der Wellenlänge genau gearbeitet.

Das Forschungspensum von NuSTAR reicht vom Studium solarer Nano-Flares, über die Röntgenspektroskopie von Supernovaüberresten bis zur Vermessung der gigantischen schwarzen Löcher in den Kernen aktiver Galaxien. Warum die Sonne? Nun, bis heute ist unklar, was die Sonnenkorona auf Millionen Grad aufheizt. Die Sonnenoberfläche ist es nicht. Sie ist mit „nur“ 6000° viel zu kühl. NuSTAR wird erstmals in der Lage sein, Nano-Flares zu sichten. Ein Flare ist eine Sonneneruption, ein plötzlicher Lichtausbruch. Entgegengerichtete magnetische Felder könnten, so die Überlegung der Plasmaphysiker, entgegen der Lehrbuchmeinung einander auf kleinstem Raum „kurzschließen“, wobei magnetische Feldenergie zu Wärme wird. Jedes dieser Nano-Ereignisse wäre ein Megatonnen-Event. Man rechnet mit sekundlich 50 Röntgenblitzen über einer Fläche von der Größe der Erde.