

## Liebe Leserin, lieber Leser,

Wissenschaftler sind wie alle Menschen: Etwas zu sehen, mit eigenen Augen zu sehen, ist etwas ganz anderes, als etwas bloß auf dem Papier nachgewiesen zu haben. 1995 wurde der erste Exo-Planet, 51 Peg B, entdeckt, indirekt. Seit dem kennt man gut 300 Planetenkandidaten jenseits des Sonnensystems. Einige machen sich durch den Schatten bemerkbar, den sie lichtjahreweit in den Weltenraum werfen. Die meisten verrietten sich dadurch, dass sie ihre Sonne ein wenig wackeln machen. Gesehen hat man erst kürzlich einen. Nun jagt eine Sichtung die andere. Wir leben in einer großen Zeit. Generationen vor uns hatten kaum zu träumen gewagt, andere Welten zu schauen.

Was bringt uns das Jahr 2009 astronomisch? Zumindest folgendes lässt sich vorhersagen: Schon im Januar, am 26., ereignet sich eine ringförmige Sonnenfinsternis. Der Mond ist leider zu diesem Zeitpunkt zu weit weg von der Erde und mithin zu klein, als dass er die (im Januar besonders große) Sonne in Gänze abzudecken vermöchte. Zu sehen ist die Ringsonne über dem Indischen Ozean. Eine richtig totale Sonnenfinsternis gibt es auch, ein halbes Jahr später, am 22. Juli. Sie ist am längsten im Pazifischen Ozean sichtbar, aber auch bereits in Indien und Hinterindien.

Bei uns ereignen sich zwei Mondfinsternisse, eine nicht bemerkenswerte Halbschattenfinsternis am 6. August und eine am 31. Dezember. Das bemerkenswerteste an letzterer ist das Datum. Bei der Silvesterveranstaltung streift der Mond gerade mal den äußersten Rand des Erdschattens.

In einer Zeit, wo viel vom Klimawandel die Rede ist, sollte des Mathematikers und Astronomen Milutin Milanković gedacht werden. Er hat auf die großen Zyklen verwiesen, mit denen sich die Bahnparameter der Erde ändern, Präzession, Neigung der Erdachse und Exzentrizität der Bahn. Durch sie variiert mit Notwendigkeit die breitenkreisabhängige klimawirksame Sonneneinstrahlung. Wie allerdings die geringfügigen Insolationsschwankungen mit Perioden von Dutzenden von Kilojahren das Umklappen von Kalt- zu Warmzeiten und umgekehrt zu triggern vermögen, ist unklar.

Kein geringerer als der Polarforscher und Entdecker der Kontinentaldrift, Alfred Wegener, hatte in den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Milan-

ković-Zyklen bekannt gemacht. Milanković' Astronomiekollegen haben sich damals noch nicht für Fragen des Erdklimas erwärmen können.

Milanković hatte in Wien Ingenieurwissenschaften studiert und in einer Betonbaufirma gearbeitet, bevor er sich der Astronomie und der Paläoklimatologie zuwandte. Er starb am 12. Dezember 1958, vor fünfzig Jahren, in Belgrad.

Kommen Sie gut ins „Jahr der Astronomie“! Das wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im Dezember

Monatsauftakt ist eine Planetenbedeckung durch den Mond! Am 1. Dezember, kurz nach 17 Uhr, schiebt sich der Mond, d. h. zunächst sein unbeleuchteter Teil, vor die Venus. Nach 1 1/4 Stunde ist alles vorüber, und der Mond gibt den Abendstern wieder frei. Wenn man so will, gibt's sogar einen himmlischen Zuschauer – den ranghöchsten Planeten Jupiter. Der steht an jenem Dezemberabend nur zwei Grad von der Venus entfernt, über ihr.

Ende Dezember beginnt der Merkur in der Abenddämmerung sichtbar zu werden. Am 4. Januar erreicht er mit  $19^\circ$  seinen größten östlichen Winkelabstand zur Sonne. Zum Jahresende ist er beim Jupiter zu finden,  $1^\circ$  südlich von diesem.

Mars steht am 5. Dezember hinter der Sonne, und auch der Jupiter eilt seiner Konjunktion mit der Sonne Ende Januar entgegen. Bloß der Saturn wird günstiger und gewinnt an Sichtbarkeit. Das ist kein Wunder, tritt er doch mit dem ersten Januar in seine Oppositionsphase ein, d. h. er bewegt sich dann für eine Weile astronomisch „rückläufig“ am Himmel (woran natürlich der bewegte Beobachter, sprich die Erde, Schuld trägt). Gegen Jahresende ist er bereits ab 22:30 über dem Horizont.

Normalerweise verliere ich hier selten ein Wort über Uranus, Neptun oder gar Pluto. Die ersten beiden sind noch in der Abenddämmerung sichtbar. Am Abend des 27. Dezembers aber steht Neptun unweit der Venus, rechts oberhalb, nur  $1,4^\circ$  von ihr entfernt. Eine gute Gelegenheit, diesen Planeten mit einem Fernglas aufzusuchen. Für's unbewaffnete Auge ist er unerreichbar, ein Sternchen 8. Größe.

Im Oktober-Newsletter erinnerten wir an den Pallas- und Vesta-Entdecker Wilhelm Olbers. Nachdem die Vesta am 1. November in Opposition zur Sonne

stand, schafft es die Pallas – der Planetoid Nr. 2 ist nach der Pallas Athene benannt und nur unwesentlich kleiner als die Vesta – Anfang Dezember. Wo? Im Sternbild „Taube“ (Columba), also tief im Süden.

Am 21. Dezember ist astronomischer Wintersanfang. Wer es ganz genau wissen möchte: 13:04 MEZ. Die Mittagssonne erreicht an diesem Mittag ihren niedrigsten Stand. Tiefer geht's nimmer. Danach gewinnt sie, zunächst kaum merklich, wieder an Höhe.

## Von der Schwierigkeit, Planeten bei anderen Sternen zu sehen

Extrasolare Planeten verraten sich indirekt, indem sie an ihrer Sonne zerren. Es ist ja nicht so, dass nur die Sonne den Planeten anzieht. Anziehung beruht auf Gegenseitigkeit. Die gleiche Kraft, die der Stern auf den Begleiter ausübt, nötigt auch ihn selbst, den gemeinsamen Schwerpunkt auf einer ähnlichen Bahn, nur einer sehr viel kleineren (wegen der ungleich größeren Masse), zu umrunden. Dies Hin und Her des Sterns misst man, und zwar spektroskopisch anhand des Dopplereffekts, später sicherlich auch einmal astrometrisch. Allerdings hatte man zunächst nicht damit gerechnet, es messen zu können, dachte man sich doch in Ermangelung anderer Erfahrung, ferne Planetensystem vergleichbar dem unsrigen. So war die Überraschung groß, als man 51 Peg B aufgrund der winzigen Radialgeschwindigkeitsvariation seines Muttersterns fand, einen „heißen“ Jupiter, weil ganz dicht – 0,052 AE! – an 51 Peg A. Der Planet von halber Jupitermasse benötigt gerade mal 4,2 Tage für eine Umrundung. (Zum Vergleich: Der sonnennahe Merkur nimmt sich mit 88 Tagen da mehr Zeit.) Dass ein Planet seiner Sonne so nahe sein kann, war ungewohnt und neu. Im Nachhinein verwundert das nicht, die Schwerkraft zeichnet keine besondere Entfernung vom Stern aus. Hauptsache, außerhalb des Sterns (wobei Gezeitenkräfte zu berücksichtigen sind) und nicht gerade bis zu den Nachbarsternen. Das ist ein riesiger Bereich, der dadurch eingeschränkt werden kann, dass man ein wenig zu verstehen glaubt, wie Planeten entstehen, in einer Scheibe nämlich um den Protostern, aus Material, was bei der Sternbildung aus Drehimpulsgründen übriggeblieben war. Diese Gas- und Staub-Scheiben kann man beispielsweise im Orionnebel als Silhouette vor hellem Hintergrund sehen, und sie messen Hunderte von AE (Astronomischen Einheiten)!

Einige Planeten verraten sich, ebenfalls indirekt, durch den Schatten, den sie werfen. Von uns aus gesehen, marschieren sie regelmäßig vor ihrem Stern vorbei und verdunkeln diesen jedesmal ein klein wenig. Auf diese Weise ließen sich mit heutiger Messtechnik sogar kleine Planeten wie die Erde nachweisen. Die Erde misst ja ein Hundertstel des Sonnendurchmessers. Sie nähme, vor der Sonnenscheibe, dieser also ein 10000stel ihrer strahlenden Fläche weg, was – einmal pro Erdenjahr – zu einer Helligkeitseinbuße von 0,0001 mag führt. (Alle Anwohner des Tierkreises können den jährlichen Schattenwurf der Erde sehen!) Fotometriesatelliten, wie der französische CoRoT-Satellit oder NASAs Kepler-Mission, messen viel genauer!

Einen extrasolaren Planeten indirekt nachzuweisen ist schon ein schwieriges Unterfangen, ihn abzubilden, ihn zu sehen, ein noch weit schwierigeres. Doch auch hier kommt uns anscheinend die Natur entgegen, wie die unlängst geglückten Sichtungen beweisen.

Dem Sehen stehen die immensen astronomischen Entfernungen entgegen. Es ist nicht einmal die geringe Helligkeit eines Exo-Planetens, vielmehr seine unmittelbare Nähe zum unvergleichlich helleren Stern, die zu schaffen macht. (Es sei denn, es handelt sich um einen „Freiflieger“, einen Planeten, der seinen Stern verlassen hat.) Von uns aus gesehen sind extrasolare Planeten immer nahe an ihrem Stern und ihr Leuchten geht gewöhnlich unter in des Muttersterns Lichtfülle. Nehmen wir den Jupiter. Er zieht fünf AE von der Sonne entfernt seine Bahn um diese. Aus fünf Parsek (16 Lichtjahren) Abstand betrachtet, wäre Jupiter bestenfalls eine Bogensekunde von der Sonne entfernt! Das Auflösungsvermögen heutiger Teleskope ist zwar inzwischen deutlich besser, u. a. durch die adaptive Optik, allein der Helligkeitsunterschied wird, werden keine Vorkehrungen getroffen, eine Sichtung vereiteln. Es ist eine Milchmädchenrechnung: Von der Sonne aus gesehen, nimmt Jupiter ein Hundertmillionstel des Himmels ein. Entsprechend wenig des Sonnenlichts bekommt er und gibt er auch wieder ab. Was wir sehen, ist am Jupiter reflektiertes Sonnenlicht. Er ist mithin hundertmillionmal lichtschwächer als die Sonne! Im Infraroten ist das Verhältnis nicht ganz so ungünstig, zumal Jupiter über eine eigene Wärmequelle verfügt und deshalb deutlich mehr abstrahlt, als er von der Sonne empfängt. Insbesondere so ein jugendlicher Jupiter, dessen Gasball sich noch im gravitativen Setzungsprozess befindet, bringt eine merkliche Eigenleistung auf und sollte sich deshalb leichter auffinden lassen als ein alter gesetzter. (Es stimmt also nicht, wenn behauptet wird, Planeten reflektierten nur das Sonnenlicht. Sie tragen, wie im

Fälle der Gasriesen Jupiter und Saturn, durch interne Entmischungsvorgänge – schwere Stoffe sinken nach unten, leichte streben zur Oberfläche –, wobei Energie freigesetzt wird, durchaus zur Ausstrahlung bei.)

Falls Sie die Extrasolaren noch nicht im Fernsehen oder der Zeitung gesehen haben, hier sind sie. Alle sind weit weg von ihrem Mutterstern. Das gab den Ausschlag.

Mitte September tauchte das erste Nah-Infrarot-Bild eines Exoplaneten auf, der sich in Gesellschaft eines normalen Sterns befindet. Der Kandidat (Quelle: Gemini-Observatorium und Universität Toronto) dürfte etwa acht Jupitermassen schwer sein. Es ist mindestens 330 AE von seinem Mutterstern entfernt.

Wie am 13. November bekanntgegeben wurde, ist auf hochaufgelösten Aufnahmen des Fomalhaut, gewonnen mit dem Hubble-Raumteleskop, nahe der Innenkante eines gigantischen Staubrings, ein Planet (Quelle: NASA/ESA) im sichtbaren Licht zu sehen! Und er hat sich sogar zwischen 2004 und 2006 etwas bewegt! Er ist etwa dreimal so schwer wie Jupiter und umkreist Fomalhaut im 23fachen Jupiterabstand zur Sonne. Die Umlaufzeit dürfte fast 900 Jahre betragen. Man hatte dort gesucht, weil der Verdacht aufkam, die scharfe Innenkante des Staubrings könnte durch einen Planeten konturiert sein. Fomalhaut ist der hellste Stern im „südlichen Fisch“, ein massereicher und relativ heißer A-Stern wie Wega. Die Wega hat übrigens auch einen Staubring!

Eine Woche später die nächste Sichtungsmeldung (Quelle: ESO), die allerdings wieder über ein Infrarotobjekt: Bei einem anderen jungen Stern mit einem Staubring,  $\beta$  Pictoris, sind französische Astronomen mit dem VLT der ESO gleichfalls fündig geworden. Der vermutete Planet von etwa achtfacher Jupitermasse hat eine projizierte Entfernung zu  $\beta$  Pic, die der Saturnentfernung entspricht, und wäre danach der seinem Mutterstern nächste Planet, der bisher gesehen wurde. So eine Staubscheibe kündigt vom „Bauschutt“, der bei der Stern- und Planetenentstehung übriggeblieben ist. Planetesimale von Asteroidengröße zerbrechen bei gelegentlichen Zusammenstößen und setzen Unmengen an Staub frei. In verkleinertem Maßstab gibt's so etwas auch bei uns. Kollisionen im Asteroidengürtel sind die Quelle des interplanetaren Staubes und damit des Zodiakallichts.

Gleich drei Planeten (Quelle: National Research Council Canada) sind auf Infrarotbildern von HR 8799 erkennbar, gewonnen mit dem 8-m-Spiegel des

Gemini(North)-Teleskops und dem 10-m-Spiegel des Keckteleskops auf Hawaii. Den Stern selbst hat man versucht, nach Möglichkeit auszublenden, da er ansonsten mit seiner Lichtfülle alles überstrahlte und zunichte machte. Selbst der dem Stern am nächsten stehende der drei, befindet sich etwa in Neptunentfernung. Die Planeten bringen etwa zehn Jupitermassen auf die Waage. Das ist nahe dem Maximalgewicht, welches einem Planeten definitionsgemäß zugebilligt wird. Oberhalb von 13 Jupitermassen setzen Kernreaktionen (Deuteriumbrennen) ein und machen einen solchen Körper eine Weile leuchten. Das wäre dann ein Zwischending zwischen Planet und Stern, ein „brauner Zwerg“ bzw. ein „verhinderter“ Stern.

HR 8799 ist z.Z. am Abendhimmel als Sternchen 6. Größe im Sternbild Pegasus zu finden (Quelle: Gemini-Obs.), unweit übrigens von 51 Pegasi, mit dem alles anfing.