

Neben der photographischen Platte und dem Spektroskop wird die Photozelle unter den mächtigsten Hilfsmitteln naturwissenschaftlicher Forschung unserer Zeit genannt werden müssen.

Paul Guthnick, 1920

## Liebe Leserin, lieber Leser,

jeder Astronomiebegeisterte hat von den Delta-Cephei-Sternen gehört, benannt nach dem Stern  $\delta$  im Sternbild Cepheus. Das sind „atmende“ Riesensterne, also Pulsationsveränderliche, die, gleich Leuchttürmen im All, dem Astronomen die Entfernungen ihrer Heimatgalaxien kundtun. Kaum bekannt, obgleich zahlreicher, sind die so genannten Beta-Cephei-Sterne. Die pulsieren ebenfalls. Es handelt sich aber nicht um Riesen, vielmehr um massereiche Zwerge. Alle Zwergsterne, wozu auch die Sonne zählt, „leben“ vom Verschmelzen von Wasserstoffatomkernen (Protonen) zu Heliumatomkernen ( $\alpha$ -Teilchen). Obwohl bei einem Beta-Cephei-Stern viele Sonnenmassen zusammenkommen, lebt er nicht lange. Er geht zu verschwenderisch mit seinem Brennstoffvorrat um. Der Prototyp  $\beta$  Cephei selbst strahlt 23 000mal heller als die Sonne! Er kann dies nur ein Dutzend Millionen Jahre durchhalten. Sein baldiges Ende als Supernova ist vorhersehbar. Das eher unscheinbare Sternbild Cepheus – bei uns das ganze Jahr über sichtbar – wird dann in aller Munde sein.

Es gibt einen Anlass, auf  $\beta$  Cephei zu sprechen zu kommen. Es ist der erste Veränderliche, dessen Helligkeitsschwankung mit Hilfe einer Photozelle entdeckt wurde. Die lichtelektrische Helligkeitsmessung war vor 100 Jahren von Paul Guthnick (1879–1947) in die astronomische Praxis eingeführt worden. Ort des Geschehens: die Königliche Sternwarte zu Berlin-Babelsberg. Die war damals gerade im Umziehen begriffen: aus dem Süden Berlins in den Norden Neubabelsbergs.

Spaß bei der Lektüre wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im Juli

Am 5. Juli ist die Erde wieder einmal maximal von der Sonne entfernt. Sie durchläuft das Aphel ihrer Ellipsenbahn. Bewohner der Nordhalbkugel profitieren davon: Die Erde kommt nahe dem Aphel nur langsam voran auf ihrer Bahn, was uns relativ lange und nicht zu heiße Sommer beschert (und kurze nicht zu kalte Winter)!

Am 9. Juli steht Saturn scheinbar still. Seine diesjährige Oppositionszeit ist damit beendet – er erreicht das westliche Ende der Oppositionsschleife. Danach geht alles wieder seinen regulären Gang: Saturn bewegt sich rechtläufig (also so wie die Sonne unter den Sternen). In zwei Monaten betritt er die Waage.

Gegen Ende des Monats geht der schnellfüßige Merkur von uns aus gesehen bereits wieder auf maximale Distanz zu Sonne. (Am 9. Juli, zum Zeitpunkt seiner unteren Konjunktion, stand er noch nahe der Sonne. Er überholt uns auf der Innenbahn.) Am 30. Juli befindet er sich  $19,6^\circ$  westlich der Sonne, d. h. er ist morgens vor Sonnenaufgang im Osten zu sehen.

Ebenfalls in der Morgendämmerung zu sehen: Mars und Jupiter. Sie begegnen einander am 22. Juli mit einem minimalen Abstand von einem dreiviertel Grad.

Venus ist Abendstern.

## Veränderlichkeit

Dem Menschen des Mittelalters war Veränderlichkeit am Himmel ein Greuel. Der Wandel, das Auf und Ab alles Irdischen, es war der niederen Sphäre vorbehalten, der sublunaren. Vom Firmament erwartete man halt „Festigkeit“. (Wir heutigen sehen Veränderung als Geschenk des Himmels. Man erfährt mehr über die Dinge, ändern sie sich.) Nicht von ungefähr nannten die alten Araber den Stern  $\beta$  Persei „Teufelsstern“. Er galt als Unglücksbringer. Dabei ist Algol gar kein „richtiger“ Veränderlicher. Hier kreisen zwei Sterne konstanter Helligkeit umeinander. Nur weil abwechselnd der Schatten des einen und dann der des anderen Sterns den Betrachter streift, kommt es zu periodischen Helligkeitseinbrüchen. Die meiste Zeit stehen beide Sterne allerdings von uns aus gesehen nebeneinander am Himmel und das Sternpärchen, ein Bedeckungsveränderlicher, ist so hell wie beide Komponenten zusammen.

Dass man die Einzelsterne selbst durchs Teleskop, wegen der riesigen Entfernung, nie getrennt wird sehen können, tut nichts zur Sache.

Der erste physisch veränderliche Stern, dessen Lichtwechsel bemerkt wurde, war Mira, die „Wunderbare“, im Sternbild Walfisch (Cetus). Im August 1596 glaubte der ostfriesische Pfarrer David Fabricius (1564–1617) wie ein Viertel Jahrhundert zuvor Tycho Brahe (1546–1601) einen „neuen“ Stern gefunden zu haben. Aber die Mira wechselt lediglich im 11-monatigen Rhythmus zwischen 3ter und 10ter Größe, mal ist sie mit bloßem Auge sichtbar, mal nicht. Der Riesenstern atmet, er dehnt sich periodisch aus und fällt wieder in sich zusammen. Die Radienänderung wird von einer Änderung der Oberflächentemperatur des Sterns begleitet. Die Mira ist derart groß – die Erdbahn hätte bequem Platz in ihr –, dass sie zu den wenigen Sternen gehört, deren Oberfläche man sehen kann. Fast alle Sterne sind bloß „Punkte“ am Firmament. (Dass sie im Fernrohr als „verwaschene Punkte“ erscheinen, ist dem mangelhaften Auflösungsvermögen der Fernrohre und der Luftunruhe geschuldet.)

Der Veränderliche  $\beta$  Cephei pulsiert ebenfalls. Dass sich seine Oberfläche im Rhythmus von 4,57 Stunden dem Betrachter nähert und entfernt, war 1902 dem Spektroskopiker Edwin Frost (1866–1935) aufgefallen. Bedingt durch den Dopplereffekt kommt es nämlich zu einer periodischen Linienverschiebung. Mr. Frost vom Yerkes Observatory (Wisconsin) hatte allerdings, wie später auch Guthnick, den Stern fälschlicherweise für einen spektroskopischen Doppelstern gehalten. Er hatte den Dopplereffekt mit der Bahnbewegung einer dominierenden Doppelsternkomponente in Verbindung gebracht und nicht mit dem Pulsieren einer Sternoberfläche. Die kurze Umlaufzeit hatte ihm nicht zu denken gegeben.

Erst dem russischen Astrophysiker Aristarch Belopolsky (1854–1934) waren die kurzen Umlaufzeiten der vermeintlichen „spektroskopischen Doppelsterne“ verdächtig vorgekommen. Bei den kurzen Umlaufzeiten wäre die Umlaufbahn kaum größer als der Sterndurchmesser. Er tippte statt dessen auf einen pulsierenden Einzelstern, womit er recht behielt.

Die Helligkeiten der Sterne werden von altersher in Größenklassen angegeben. Der Sinneseindruck ist proportional dem Logarithmus des physikalischen Reizes (Wellenamplitude bzw. deren Quadrat). Das macht Sinn, weil dem Sehsinn, wie dem Hörsinn, ein logarithmischer Empfänger zugrunde liegt. (Akustiker benutzen das Dezibel (DB) zur Angabe des Schalldrucks. Vier DB Änderung entsprechen einer Größenklasse.) Irgendwann einigte man sich darauf, dass einer Helligkeitsänderung um den Faktor 100 eine Größenklas-

sendifferenz von fünf Größenklassen entspricht. Dadurch konnte man die Helligkeitsangaben antiker Astronomen übernehmen. Bis ins 19. Jh. waren Helligkeitsangaben Schätzungen mit dem Auge. Der Leipziger Astronom Friedrich Zöllner (1834–1882) hatte versucht, die Helligkeitsbestimmung dadurch zu objektivieren, indem er das Sternenlicht mit einer irdischen Lichtquelle, einem künstlichen Stern, verglich, dessen Helligkeit (durch Polarisationsprismen) stufenlos regelbar ist. Das Auge muss dann nur noch Gleichheit der Helligkeiten konstatieren. Vorausgesetzt die Helligkeit der Petroleum- bzw. Glühlampe ist konstant, lassen sich damit Größenklassendifferenzen zwischen Sternen messen.

Erst Paul Guthnick befreite die Helligkeitbestimmung der Gestirne von den Unzulänglichkeiten des menschlichen Auges. Seine Apparatur nutzt den lichtelektrischen Effekt aus – für dessen Erklärung 1921 Albert Einstein (1879–1955) den Physiknobelpreis zugesprochen bekommen sollte. In Alkalimetallen wie Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb) oder Cäsium (Cs) ist das äußerste Elektron nur locker an den entsprechenden Atomkern gebunden. Es kann durch ein Lichtteilchen (Photon) quasi „aus seiner Bahn geworfen werden“ und als freies Elektron von einem elektrischen Feld abgesaugt werden. Der damit einhergehende Stromfluss ist streng proportional der einfallenden Lichtmenge, sofern das Licht Photonen enthält, die energiereich genug sind, Elektronen loszueisen.

Auch wenn Guthnicks Apparatur von Günther & Tegetmeyer (Braunschweig) mit Alkalizellen von Julius Elster und Hans Geitel noch recht umständlich zu bedienen war, er hatte eine vom Auge unabhängige Methode der Helligkeitsmessung in die Astronomie eingeführt. (Zur gleichen Zeit wurde andernorts die fotografische Fotometrie entwickelt. In neuerer Zeit sind Fotozelle und Sekundärelektronenvervielfacher (SEV) durch die CCD abgelöst worden. Die CCD registriert auch die Stelle auf dem Empfänger, wo ein Photon einschlägt, was eine elektronische Bilderzeugung ermöglicht.)

Der erste Stern, der lichtelektrisch als veränderlich entlarvt wurde, war 1913  $\beta$  Cephei. Seine Helligkeit variiert zwischen 3,16ter und 3,27ter Größe exakt mit der Periode, die Edwin Frost spektroskopisch gefunden hatte. (Alfirk, wie die Araber  $\beta$  Cephei taufte, ist ein heißer Stern und strahlt hauptsächlich im UV-Bereich des Spektrums. Dort ist seine Helligkeitsschwankung ausgeprägter als im Optischen und wäre leicht zu entdecken gewesen. UV-Astronomie zu betreiben bedarf es aber Erdsatelliten oder wenigstens Stratosphärenballone.)

Die Herren Elster (1854–1920) und Geitel (1855–1923) waren Wolfenbütteler Gymnasiallehrer, die in ihrer Freizeit mit selbstgefertigten Alkalizellen physikalisch experimentierten. Der Begriff „Atomenergie“ geht übrigens auf Hans Geitel zurück, wie ich las. Geitel hatte das Exponentialgesetz beim radioaktiven Zerfall entdeckt gehabt.

Warum  $\beta$  Cephei pulsiert, war lange schleierhaft. Er befindet sich nämlich nicht in jenem schmalen Streifen im Hertzsprung-Russell-Diagramm, wo sich die bekannteren Pulsationsveränderlichen, seien sie Riesen oder Zwerge, aufzuhalten pflegen. Vermutlich ist das Eisen daran schuld. Eisen ist ein relativ häufiges Element und kommt in Sternatmosphären vor. Zieht sich der Stern aus irgendeinem Grunde zusammen, wird die Hülle (temperaturbedingt) undurchsichtiger. Der Sternstrahlung fällt es immer schwerer, den Stern zu verlassen. Es kommt zum Stau. Der steigende Strahlungsdruck bewirkt, dass sich der Stern schließlich wieder ausdehnt. Die aufgestaute Strahlungsenergie, sie pfeift nun quasi aus dem wieder durchsichtiger werdenden Stern heraus – der prompt wieder in sich zusammensackt. Da die Undurchsichtigkeit (Opazität) des Sternenstoffs mit dem Formelbuchstaben Kappa bezeichnet wird, spricht man in Astronomenkreisen vom so genannten  $\kappa$ -Mechanismus. Prominente Sterne, die auf diese Art und Weise selbsterregt schwingen, sind Spica (Hauptstern der Jungfrau) und – unter südlichen Himmeln – Achernar ( $\alpha$  Eridani). Beide Sterne rotieren recht schnell um ihre Achse, was eine merkliche Abplattung bewirkt. Diese Sterne sind keine Kugeln! Der Kosmosbote kommt darauf zurück.

Wer war Cepheus? Der Mythe nach ein äthiopischer König. Seine schöne aber eitle Gattin, Cassiopeia, hatte sich den Zorn der Meeresgötter zugezogen. Diesen zu besänftigen sollte die Tochter Andromeda geopfert werden. Als sich das Meeresungeheuer (Cetus) gerade über die Gefesselte hermachen wollte, kam just der Held vorbeigeplätschert: Perseus auf dem Pegasus. Der edle Reiter bezwang das Untier, rettete die Königstochter, wurde ihr Gemahl. Gemalt hat den Befreiungsakt in gewohnter Üppigkeit kein geringerer als Peter Paul Rubens (1577–1640), zu sehen in Berlin.