

Welche Photometrie- und Spektraluntersuchungen sind dem Liebhaber- und Amateurastronomen zugänglich? (Teil 2)

Peter B. Lehmann

Dem Schlusssatz im ersten Teil ist noch hinzu zufügen, dass bei vorhandenem (d) (Miniumumsplateauphase) die Möglichkeit der Durchmesserbestimmung besteht.

Als der Astronom Vogt, ein Schüler Argelanders, seine Arbeit über Algol (Beta Per), dem hellsten bekannten variablen Stern dieses Typs erfolgreich veröffentlichte, und somit die Masse sowie den Umfang und die Leuchtkraft des Systems Algol publizierte, war schlagartig geklärt, dass die Sterne nicht von gleicher Größe sein konnten.

Die Astronomen hatten bis zu Vogts Arbeit nur die Sonne als Größenvergleich zu anderen Sternen zur Verfügung. Wie zu den Zeiten Herschels, der ebenfalls wie damals üblich, die Frage nach den realen Größenverhältnissen noch nicht gestellt hatte, wurde im Allgemeinen angenommen, die unterschiedlichen Helligkeiten der Sterne seien die direkte Folge der unterschiedlichen Entfernungen zu unserem Sonnensystem.

Das waren auch die ersten Überlegungen etwa 1810 von Herschel und seinem Sohn John, die feststellten, dass fast allen älteren Sternverzeichnissen leider große individuelle Fehler nicht nur bei den Sternpositionen und Helligkeiten anhafteten. Aus diesem Anlass - um zukünftig bessere Vergleichsmöglichkeiten für Veränderungen zu haben - begannen Vater und Sohn mit genauen Aufzeichnungen in ausgewählten Sternfeldern.

In Folge der Arbeiten von Vogt, Argelander, Pikinging usw. war ein erfreulicher Zulauf der nächsten Astronomen-Generation zu verzeichnen, deren Interessen sich aber leider immer noch aus Karriere-Ambitionen vielfach auf die Positions- und Bewegungsastonomie bezogen und nicht auf die physikalischen Ursachen der Sternentwicklung und ihrer Abläufe.

Durch verbesserte Beobachtungsmethoden und die Einführung der Photographie, wurde die Liste der als veränderlich erkannten Sterne sehr schnell erweitert. Geeignete Bedeckungsveränderliche wurden gesucht und gefunden. Schnell stellte sich heraus, dass es im Wesentlichen drei verschiedene Typen von Bedeckungssternen gab. Diese waren die nach ihren Hauptvertretern benannten Algol- (AE), Beta-Lyrae- (EB) und W-UMa-Typen. Bei dem W-UMa-Typ findet sogar eine Berührung und Massenaustausch der Komponenten statt. Eine Besonderheit sind auch Beta-Lyrae-Veränderliche, diese sind halb getrennte Doppelsternsysteme. Die Komponenten stehen so eng beieinander, dass sie sich gegenseitig zu einem Ellipsoid verformen, wodurch der Lichtwechsel sinusförmig verläuft. Oftmals findet man bei diesem Typ auch eine Gasringbildung um die massereichere Komponente, die zusätzlich die Lichtkurve beeinflusst.

Kasten I

Lichtkurven

Die Auswertung und Typ-Bestimmung der Veränderlichen erfolgt mittels Lichtkurven: Grafische Darstellungen, in denen die beobachtete Helligkeiten über dem Beobachtungszeitpunkt eingetragen wird. Wobei zu beachten ist, dass die Helligkeit eine direkte Beobachtungsgröße ist. Die Leuchtkraft ist die Helligkeit vor Ort des beobachteten Sterns. Sie kann erst bei bekannter Entfernung des Sterns ermittelt werden (Distanzmodell oder mit einem Sternmodell). Bei den optisch Variablen (Bedeckungsveränderlichen) sind die Astrophysiker oft auf die Mithilfe der Amateure angewiesen, weil die erforderlichen teuren Beobachtungszeiten mit den Groß- und Satellitengestützten Teleskopen oft nicht geleistet werden können (Objekte zu hell, Zeitaufwendung).

Bei den bisher etwa 350-400 in Sonnennähe stehenden Sternen, deren reale Größen bekannt sind, handelt es sich fast ausschließlich um Bedeckungsveränderliche, Doppelsterne oder spektroskopisch erkannte Doppelsterne.

Für die physikalisch Variablen war die Geburtsstunde der Spektralanalyse 1859 und ihre Einführung in die Astrophysik von entscheidender Bedeutung. Die Untersuchungen des Chemikers Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899), der gemeinsam mit dem Physiker Gustaf Robert Kirchhoff (1824-1887) die von Joseph von Fraunhofer (1787-1826) entdeckten dunklen Linien im Sonnenspektrum, durch den Vergleich mit den von Ihnen erstellten Spektraltafeln der Laborspektren aller zu dieser Zeit bekannten Elemente wie Stickstoff, Sauerstoff, später auch Wasserstoff usw. im Sonnenspektrum nachwies. All diese Elemente, welche in den oberen Schichten der Sonnenatmosphäre und an der Oberfläche der Sonne vorkamen, waren der erste Hinweis auf mögliche nukleare Kräfte im Kern unserer Sonne. Diese Entdeckungen eröffneten endlich den Weg zur Klärung der gewaltigen Energieströme und ihrer Entstehung in der Sonne und damit aller Sterne.

„Der Weg zur Kenntnis des Sterneaufbaus führte über das Atom, und wichtige Ergebnisse der Atomphysik wurden über die Sterne erzielt“ schrieb der englische Pionier und Sternphysiker A. S. Eddington. Von besonderem Interesse waren für die Astrophysik die neuen Erkenntnisse und Forschungsergebnisse zu den elektromagnetischen Wellen, ihre Entstehung und die Gesetzmäßigkeiten auf unserem Planeten sowie im Universum.

Die Astronomie bzw. Astrophysik ist fast ausschließlich mit strahlenden Objekten befasst. Das theoretische Verständnis der Emission von Strahlung ist die Basis aller wissenschaftlicher Deutung kosmischer Strahler. Die Gesetze der Strahlung haben in der Physik seit 1860, als Kirchhoff und Bunsen gemeinsam entdeckten, dass das Verhältnis von Absorptions- zu Emissionsvermögen für alle Körper, ob fest oder flüssig, dasselbe ist. Allerdings von der Temperatur der so genannten Schwarzkörper (SK) und deren Wellenlänge abhängt und dem Betrag nach, dem Emissionsvermögen eines SK bei dieser Temperatur entspricht. In der Folge fand J. Stefan 1878, dass die Gesamtenergie eines solchen der 4. Potenz der Temperatur des SK proportional ist. 1884 gelang es L. E. Boltzmann diesen Zusammenhang theoretisch zu begründen (Stefan-Boltzman Gesetz).

Energieverteilungs-Messungen durch W. Wien 1893 führten zur Aufstellung des Wienschen-Verschiebungs-Gesetzes: "Die Energie-Verteilung verschiebt sich nämlich gesetzmäßig mit wachsender Temperatur hin zur kürzeren Wellenlänge". 1896 fand Wien eine mathematische Beziehung, die gut mit seinen kurzwelligen Messungen übereinstimmte. Die Formel versagte aber bei neuen Messungen von F. Kurlbaum und H. Rubens bei höheren Temperaturen und langen Wellen.

Max Planck, der sich zu gleicher Zeit mit der Energieverteilung im Spektrum eines SK beschäftigte, fand aber zunächst bei seinen Kontrollrechnungen lediglich eine Begründung für das Wiensche Gesetz. Diese Zufallsentdeckung befriedigte Planck aber nicht. Unter Einbeziehung der Messungen von Kurlbaum und Rubens wiederholte er seine Rechnung. Heraus kam dabei nicht nur das Plancksche Strahlungsgesetz und das Plancksche Wirkungsquantum (h), sondern auch noch der Nobelpreis. Mit seiner Arbeit "Zur Theorie des Gesetzes der Energie-Verteilung im Normalspektrum" war außerdem damit der modernen Quantenmechanik- und -theorie der Boden bereitet!

Niels Bohr und sein Diskussionskreis in Kopenhagen: Am Anfang des vergangenen Jahrhunderts hatte sich eine kleine Gruppe von jungen Naturwissenschaftlern, die sich Fakultätsübergreifend den kleinsten Materieteilchen widmete und aus Physikern, Astronomen, Mathematikern und Chemikern bestand, um Niels Bohr zusammen gefunden, um der noch neuen Astrophysik auf die Sprünge zu helfen (sowie die herzliche Gastfreundschaft in Niels Bohrs stets offenem Haus zu genießen). Hier wurden in gemeinsamen Überlegungen und Diskussionen, die neuen mathematischen Werkzeuge der theoretischen Physik (Teilchenforschern) den Astrophysikern nutzbar gemacht. Allen voran Max Plancks Strahlungsgesetz und sein Plancksches Wirkungsquantum (h), dieses wurde ja von Einstein noch vehement abgelehnt.

Albert Einstein führte damit die Gegner der neuen Physik an. Er verweigerte sich der Erkenntnis der Doppelbedeutung von Wellen und Teilchen in vielen teils heftigen Diskussionen. Erst die Entdeckung der Unschärferelation durch Werner Heisenberg und ihre Anwendung in der neuen Quantenphysik überzeugte auch Einstein.