Veränderliche Sterne.

Von Dr. H. Plate, Kamen i. W.

Jedem Naturfreund, auch demjenigen, deſſen Studien der Beſchäftigung mit dem geſtirnten Himmel und ſeinen Wundern ferner liegen, dürfte der ſchon in den Anfängen jeglicher aſtronomiſcher Kenntnis als Beobachtungsergebnis feſtſtehende Unterſchied zwiſchen den Wandelſternen und den ſogenannten Fixſternen bekannt ſein. Während dieſe in ihrer ſtarren Ruhe zueinander, ihrer ſtändig gleichen Leuchtkraft im Laufe eines Tages ſich um die Weltaxe ſchwingen als wären es nur feurige Nägel, die an der Innenſeite des gewaltigen Himmelsdoms angeheftet ſind, ſporadiſche Lichtpunkte im dunklen Mantel der Nacht, ein Bild ewiger Ruhe und Unnahbarkeit, ziehen die Wandelſterne, zu denen man ja alles rechnen kann, was eine innerhalb weniger Tage oder Jahre dem freien Auge leicht wahrnehmbare Bewegung am Himmel ausführt, ſeit Menſchengedenken ihre ſo verzwickten und rätſelhaften Bahnen durch das Heer der Fixſterne. Man kann es wohl begreifen, daß es Jahrtauſende gedauert hat, bis der Menſch endlich durch dieſes Gewirr der wechſelnden Erſcheinungen ſich hindurch gefunden und gewunden hat, wie ſich die hervorragendſten Theoretiker und Praktiker abgemüht haben, um immer mehr der wieder auftauchenden Differenzen zwiſchen den Vorausberechnungen und den nicht weg zu disputierenden Beobachtungsergebniſſen Herr zu werden angeſichts des Zieles, für jeden beliebigen Zeitmoment, ob vergangen oder zukünftig, die gegenſeitige Lage aller bekannten Glieder unſeres Sonnenſyſtems berechnen zu können. Hipparch, Ptolemäus, Kopernikus, Kepler, Newton bezeichnen den mühſamen Weg. Der beobachteten Himmelsobjekte waren wenige. Abgeſehen von gelegentlich erſcheinenden Kometen nur ſieben: Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Eingehend mit dem Studium der Fixſterne ſich zu beſchäftigen, dazu fehlte der zwingende Grund. Ihre gegenſeitige Lage zwar wurde in verhältnismäßig unvollſtändigen Katalogen feſtgelegt, auch ihre Helligkeit geſchätzt; zum eingehenden Studium ihrer Natur und ihrer Änderungen in Stellung, Helligkeit und Farbe konnte man erſt gelangen, nachdem der Blick und das Intereſſe über die Grenzen des Sonnenſyſtems hinausging und man in den Fixſternen Himmelskörper erkannte, die unſerer Sonne in vielen Teilen ähnlich, manche ſogar völlig gleich ſind. Wie ſo manche

Bezeichnung, die noch aus einer Zeit weniger entwickelter Naturerkenntnis ſtammt, mußte auch der Name Fixſtern als feſtſtehender Stern ſeine eigentliche Bedeutung verlieren und wenn auch kein Grund vorliegt, ſolche feſt eingewurzelte Bezeichnungen aufzugeben, ſo wiſſen wir doch, daß kein Fixſtern in Wirklichkeit dieſen Namen verdient und daß das ewige Geſetz von der Beſtändigkeit des Wechſels auch in den fernſten Räumen des Weltalls herrſcht, bis zu denen unſere Beobachtungsmittel uns führen und darüber hinaus. Auch jeder Fixſtern iſt im wahren Sinne des Wortes ein Planet, ein Irrſtern, der ohne Raſt und Ruhe mit kosmiſcher Geſchwindigkeit ſeine Bahn zieht. Welche? Darüber Auskunft zu geben, erfordert ein Beobachtungsmaterial, ſo ausgedehnt, daß die vorliegenden Daten kaum ausreichen, über einen verſchwindenden Bruchteil der Fixſternwelt einigermaßen Sicheres auszuſagen. In Fixſternentfernungen, die auszudenken ſelbſt der kühnſten Phantaſie mißlingt, ſchrumpft auch die fabelhafte Geſchwindigkeit von Kilometerzehnern in der Sekunde auf winzige, nach Bruchteilen von Bogenſekunden zu bemeſſende Verſchiebungen am Himmel zuſammen. Sind aber die Fixſterne aufzufaſſen als Planeten höherer Ordnung, ſo werden ſie den ſo benannten Körpern unſeres Sonnenſyſtems auch ſonſt noch ähnlich ſein.

Auch für jeden Planeten gab es eine Jugend, in der er als Fixſtern kleinſten Kalibers in hellſter Weißglut Licht und Wärme in den kalten Weltenraum hinausſtrahlte, wo ſie alle mit unſerer Sonne zuſammen, verkettet mit dieſer durch mächtige Anziehungskräfte als Fixſterngruppe durch den Weltenraum jagten, bis dann an einem nach dem andern ſich das Schickſal vollzog, bis ihr Eigenlicht und ihre Eigenwärme abnahmen und abnehmen und ſie als erkaltete und dunkle Wandelſterne auf die Gnade ihrer Zentralſonne angewieſen ſind. Genau ſo, wie ſich etwa der Anblick des Jupiter in ungemeſſenen Zeiträumen geändert hat, muß auch der Anblick jedes Fixſternes allerdings in weſentlich langſamerem Tempo eine Änderung zeigen, indem ſeine Leuchtkraft allmählich abnimmt und gleichzeitig ſeine Farbe in der Reihenfolge der Glutzuſtände von Weiß durch Gelb nach Rot ſich ändert.

Neben dem Studium der Eigenbewegungen der Fixſterne verſpricht alſo auch die Verfolgung des Lichtwechſels, d. h. ihrer Helligkeitsänderungen und des Farbenwechſels, ein erfolgreiches Eindringen in das Werden und Geſchehen in der Fixſternwelt. Ebenſo wie man von vornherein behaupten kann, daß jeder Fixſtern eine Eigenbewegung beſitzt, ſo muß auch mit Naturnotwendigkeit jeder Stern ſein Licht wechſeln, alſo ein ſog. veränderlicher Stern ſein; wie jedoch nur ſolche Sterne mit merkbarer Eigenbewegung in die betreffenden Verzeichniſſe aufgenommen werden, ſo bezeichnet man als veränder-

liche Sterne im engeren Sinne auch nur ſolche Objekte, bei denen der Lichtwechſel in relativ kurzer Zeit ſich vollzieht gegenüber der langſamen Lichtabnahme, die wir bei jedem Fixſtern voraus=ſetzen dürfen.

Es iſt klar, daß die Veränderlichkeit des Lichtes zuerſt an ſolchen Sternen auffallen mußte, bei denen die Lichtänderung in dem Zeit=raum kleiner als ein Menſchenleben in wahrnehmbarem Maße ſich vollzog, weil ſo geübte Beobachter Änderungen aus ihrer Erinnerung konſtatieren konnten. Daß ſolche Objekte exiſtieren können, geht ſchon aus der Überlegung hervor, daß auch noch andere Urſachen als die fortſchreitende Abkühlung eine auffällige Abnahme und auch Zunahme oder endlich beides in periodiſchem Wechſel veranlaſſen können. So beobachtete Fabricius im Jahre 1596 im Sternbilde des Walfiſches einen Stern 2. Größe, alſo ein immerhin auffälliges Objekt, das ihm als eifrigen Beobachter nicht hätte ent=gangen ſein können, wenn der Stern früher dort geſtanden hätte. Spätere Beobachtungen wieſen dann nach, daß der Stern periodiſch aufleuchtet und dann für längere Zeit wieder dem freien Auge verſchwindet. Dieſer wunderbare, d. h. unerklärliche Lichtwechſel trug dem Veränderlichen ſeinen Namen ein „Mira Ceti", d. i. wunderbarer (Stern) im Walfiſch. Der zweite als veränderlich er=kannte Stern iſt der zweithellſte im Sternbilde des Perſeus, β Perſei, mit Eigennamen Algol. Entdeckt von Montanari 1667, wurde die Art des Lichtwechſels erſt 1782 durch Goodricke einwandfrei dahin feſtgeſtellt, daß Algol in regelmäßigen Zwiſchenräumen ſeine urſprüngliche Helligkeit für einige Stunden vermindert, um dann wieder im alten Glanze zu ſtrahlen.

Die Beiſpiele von Mira Ceti und Algol laſſen ſchon erkennen, daß verſchiedene Urſachen den Lichtwechſel zuwege bringen und das Studium der Veränderlichen weitere Kenntniſſe über die Fixſtern=welt vermittelt. Trotz dieſer beiden auffallenden Erſcheinungen lag die Beſchäftigung mit den Veränderlichen und überhaupt das Studium der Helligkeitsverhältniſſe der Geſtirne ſehr im argen, bis etwa 1830 der damalige Direktor der Bonner Sternwarte, Arge=lander, auf die Bedeutung dieſes Zweiges der Aſtronomie hinwies und ſelbſt die Beobachtung mächtig förderte. Seinen Bemühungen iſt es zu verdanken, wenn heute die Photometrie der Geſtirne und das Studium der Veränderlichen den ihnen gebührenden Platz ein=nehmen. Mehrere tauſend Fixſterne ſind bis heute als veränderlich erkannt und werden von eifrigen Beobachtern, von Fachaſtronomen wie Freunden der Sternkunde, eifrigſt ſtudiert.

Wo immer eine Zahl von Einzelfällen aus einem Beobachtungs=gebiet ſich ſammeln, liegt es nahe, durch ſorgfältige Klaſſifikation Überſicht und Ordnung in das Verwirrende der Einzelerſcheinungen

zu bringen. Etwa 60 Veränderliche zeigten nach Ausweis der Beobachtung das gleiche Verhalten als der bereits erwähnte Algol; was lag da näher, als von gleichen Erſcheinungen auf gleiche Urſachen, kurz auf weſentliche Verwandtſchaft zu ſchließen; denn daß Dutzende von Objekten, die über den Himmel verſtreut ſind, einen völlig analogen Lichtwechſel zeigen, iſt doch wohl mehr als bloßer Zufall. So entſteht der Begriff der Veränderlichen vom Algoltypus.

Zum Verſtändnis der folgenden Ausführungen ſoll kurz daran erinnert werden, in welchem Maße die Helligkeiten der Sterne gemeſſen werden. Erreicht ein Stern eine Helligkeit, ſo daß die Netzhaut des bloßen Auges von ſeinen Strahlen eben noch gereizt wird oder liegt er, wie man sagt, an der Reizſchwelle für das normale Auge, ſo bezeichnet man ihn als Stern 6. Größe. Sterne 6. Größe ſind alſo alle die feinen Lichtpünktchen, die ein normal gebautes und normal empfindliches Auge am klaren und völlig dunklen Himmel eben noch ohne Anſtrengung beſtimmt erkennen kann. Von dieſer kleinſten Helligkeit anfangend nimmt das Licht der Sterne ſtändig zu und erreicht in einzelnen wenigen Vertretern einen Glanz, der dieſe zu den auffälligſten Objekten am Fixſternhimmel macht.

Die kleine Gruppe der hellſten Fixſterne bezeichnet man als Sterne 1. Größe und ſchaltet dann zwiſchen den Sternen 1. und 6. Größe die fehlenden Größenklaſſen ſo ein, daß das Helligkeitsverhältnis zweier aufeinanderfolgender Größenklaſſen überall das gleiche iſt. Um jedem Irrtum zu begegnen, muß noch bemerkt werden, daß die Bezeichnung „Größe" ohne weiteres nichts über die wahre Größe ausſagen kann und ſoll; ein weit entfernter „großer" Stern erſcheint dem Auge von einer niedrigeren „Größenklaſſe" als ein näher gelegener „kleiner" Stern. Die Einteilung der Sterne in 6 Größenklaſſen reicht ebenſo wenig aus zur genauen Beſtimmung der Helligkeit wie etwa die Angabe der 7 Grundfarben im Sonnenſpektrum zur Lagenbezeichnung der Fraunhofer'ſchen Linien. Man hat deswegen ſchon früh die Größenklaſſen geteilt und Zwiſchenſtufen eingeführt und in den modernen Helligkeitskatalogen, welche die Helligkeit einer großen Anzahl von Sternen auf Grund genauer Meſſungen feſtlegen, rechnet man mit Zehntel und Hundertſtel einer Größenklaſſe wie bei Längenmeſſungen mit den entſprechenden Teilen der Maßeinheit.

Algol oder β Perſei, wie er nach ſeiner Stellung im Sternbilde des Perſeus auch genannt wird, iſt ein veränderlicher Stern, der einer ganzen Klaſſe von Veränderlichen die Klaſſenbezeichnung als Algolſterne eingetragen hat und deſſen Lichtwechſel mit großer Regelmäßigkeit ſich vollzieht. Wer den Algol nur gelegentlich beobachtet, wird ihn durchweg als einen Stern von der Helligkeit 2,1 m

finden, d. h. ein Zehntel Größenklaſſe ſchwächer als einen Normalſtern 2. Größe. Die weitere Beobachtung ergibt dann folgendes: In regelmäßigen Zwiſchenräumen von 2 Tagen 20 Stunden 48 Minuten 55,6 Sekunden beginnt ſein Licht abzunehmen und fällt in etwa 5 Stunden um 1·1 Größenklaſſen auf 3,2 m. Da von jetzt ab das Licht wieder anſteigt und nach weiteren 5 Stunden wieder den urſprünglichen Wert 2·1 erreicht, ſo iſt der Wert 3,2 m für Algol das Minimum und die Zeit, wo dieſer Wert eintritt, die Zeit minimaler Leuchtkraft. Wollte man die Helligkeit graphiſch als Funktion der Zeit darſtellen, ſo würde die Lichtkurve des Algol regelmäßige Einbuchtungen nach unten aufweiſen, die jedesmal einem Minimum des Lichts entſprechen; im übrigen würde die Kurve horizontal verlaufen, ſo daß das maximale Licht während des größten Teiles einer Periode, d. h. der Zeit von einem Minimum zum nächſten, anhält und von einer Epoche des Maximums, d. h. von einem einzigen Zeitpunkt, in welchem der Maximalwert herrſcht, nicht geſprochen werden kann.

Bei den übrigen, dem Algoltypus angehörenden Veränderlichen vollzieht ſich der Lichtwechſel in analoger Weiſe und mit gleicher Regelmäßigkeit. Auch hier bleibt die Helligkeit während des größten Teiles der Periode konſtant und nur in verhältnismäßig kurzer Zeit vollzieht ſich ein Abſtieg zu einem Minimum und ſymmetriſch dazu der Aufſtieg zu dem vollen Licht. Der Lichtwechſel aller Algolſterne hat etwas ſo Regelmäßiges an ſich, daß es gelungen iſt, die Eintrittszeiten der Minima mit einer Schärfe voraus zu berechnen, die man auch bei der Vorausbeſtimmung von Bewegungserſcheinungen im Weltenraum gewöhnt iſt, und es liegt darum der Gedanke nahe, daß derartige ſich ſtreng regelmäßig wiederholende Erſcheinungen nicht anders erklärt werden können denn als Folge eines im fernen Sternenraum ſich abſpielenden Bewegungsvorganges; wenn auch phyſikaliſche Vorgänge auf dem Sterne ſelbſt einen Lichtwechſel erklären könnten, ſo würden dieſe Urſachen doch viel zu unregelmäßig wirken, um das bis auf Minute und Sekunde genaue Eintreffen des Minimums erklären zu laſſen.

Bewegungen können inſofern die ſcheinbare Helligkeit eines Sternes beeinfluſſen, als durch Bedeckung ſeitens eines dunklen oder wenigſtens weniger hellen zweiten Körpers in der Richtung der Verbindungslinie beider Körper ein Abfangen eines Teiles der urſprünglichen Strahlung notwendig eintritt. Die gelegentliche partielle oder totale Bedeckung der Sonne durch den Mond dürfte die Sache beſſer veranſchaulichen. Für uns iſt auch die Sonne ein veränderlicher Stern vom Algoltypus, inſofern das ſonſt konſtante Licht der Sonne zuweilen ſtark durch Verfinſterung vermindert wird.

Daß eine ſo erhebliche Abblendung des Sonnenlichtes durch den Mond möglich iſt, muß lediglich auf die große Nähe und die damit zuſammenhängende ſcheinbare Größe des Mondes zurückgeführt werden. Selbſt der viel größere Merkur und die noch größere Venus vermögen bei den gelegentlichen Vorübergängen eine merkbare Schwächung des Sonnenlichtes nicht hervorzubringen. Wenn daher im fernen Sternenraum ein dunkler Körper einen helleren zeitweiſe verdeckt und eine für uns recht merkliche Sternverfinſterung hervorruft, ſo müſſen die Durchmeſſer der beiden beteiligten Körper nicht allzu ſehr von einander verſchieden ſein.

Wir haben es alſo im Syſtem des Algol zu tun mit einem Doppelſtern, deſſen Komponenten nahezu gleich groß ſind und die beide ihre Bahn um den gemeinſamen Schwerpunkt ziehen. Bei dieſer Umlaufsbewegung tritt die eine dunklere Komponente einmal vor die hellere, fängt von der Erde aus geſehen einen Teil des Lichtes des helleren Sternes ab und verurſacht ſo deſſen periodiſches Schwächerwerden. Die Regelmäßigkeit der Umlaufsbewegung verurſacht dann die Regelmäßigkeit des Lichtwechſels.

Bewegungsvorgänge leuchtender Weltkörper laſſen ſich auch mit dem Spektroſkop meſſend verfolgen. Nach dem bekannten von Doppler ausgeſprochenen Prinzip tritt im Lichte der uns ſich nähernden Körper eine ſcheinbare Verkürzung der Wellenlänge des Lichts ein, bei ſich entfernenden eine entſprechende Verlängerung. Es iſt dies auf optiſchem Gebiet dieſelbe Erſcheinung wie in der Akuſtik die Beobachtung, daß eine ſich nähernde Schallquelle eine zu hohe, eine ſich entfernende eine zu niedrige ſcheinbare Tonhöhe bezw. Schwingungszahl hat. Zeigt alſo das Spektrum eines Sterns etwa die Fraunhoferſchen Abſorptionslinien des Waſſerſtoffs und eilt er mit genügender Geſchwindigkeit auf uns zu oder wir auf ihn, ſo zeigen die Linien gegen die Lage der zum Vergleich herangezogenen Waſſerſtofflinien, herrührend von der ſpektralen Zerlegung des Waſſerſtofflichtes in Geißlerröhren eine Verſchiebung nach dem violetten Teile des Spektrums. Die Größe der Verſchiebung iſt dabei ein Maß für die Geſchwindigkeit der Bewegung.

Dieſes Prinzip auf das Algolſyſtem angewandt zeigt mit großer Deutlichkeit, daß der Algol periodiſch ſich auf unſer Sonnenſyſtem zu und von ihm fort bewegt und daß die Dauer dieſer Bewegung übereinſtimmt mit der Periode des Lichtwechſels. Die genaueren Ergebniſſe bietet folgende Überſicht nach Potsdamer Beobachtungen, zum Vergleich ſind Maße aus unſerem Sonnenſyſtem beigefügt.

Durchmeſſer des Hauptſterns (Algol) . .	1 700 000	km
Durchmeſſer des Begleiters	1 330 000	„
Diſtanz des Mittelpunktes	5 180 000	„

Bahngeſchwindigkeit des Algol	42 km
Bahngeſchwindigkeit des Begleiters . . .	89 „
Durchmeſſer der Sonne	1 380 000 „
Entfernung Erde—Mond	384 400 „
Bahngeſchwindigkeit der Erde	30 „

Während wir bei den Algolſternen es zu tun haben mit einer Veränderlichkeit des Lichtes von der größten Regelmäßigkeit, deren Urſache wir mit Sicherheit auf Bewegungs- und Verfinſterungsvorgänge zurückführen, liegen die Verhältniſſe bei der zweiten Klaſſe der Veränderlichen weſentlich anders. Die Helligkeitskurve des Algol verläuft während des größten Teiles ſeiner Periode horizontal, um nur für wenige Stunden eine Einbuchtung nach unten zu erfahren. Das Licht eines Sternes wie δ Cephei oder β Lyrae, die wir zu der nun zu beſprechenden Klaſſe zählen, zeigt niemals eine Konſtanz, ſondern iſt im dauernden Wechſel zwiſchen Minimal- und Maximalwerten. Auch hier vollzieht ſich jedoch der geſamte Lichtwechſel ebenfalls wie beim Algol innerhalb einiger Tage und iſt durchweg konſtant, bei δ Cephei z. B. dauert der Lichtwechſel 5 Tage 8 Stunden 47 Minuten und 40 Sekunden und hat folgenden Verlauf. In ſeinem tiefſten Minimum hat δ Cephei die Größe 4,9, übertrifft alſo nur um ein Zehntel Größenklaſſe die Normalſterne 5. Größe. Dann ſteigt ſein Licht raſch in einem Tag und 15 Stunden an von 4,9 auf 3,7 Größe, alſo um mehr als eine Größenklaſſe, zu einem Maximum. Der dann unmittelbar einſetzende Abfall zum Minimum iſt bedeutend verlangſamt und zeigt bei δ Cephei und den übrigen zu dieſer Klaſſe zu rechnenden Veränderlichen eine Ausbuchtung nach oben, die als Anſatz zu einem zweiten, einem Nebenmaximum aufgefaßt werden kann. Der Lichtabfall zum Minimum vollzieht ſich in 3 Tagen und 18 Stunden, worauf der Lichtwechſel von neuem anhebt. Das Bezeichnende an dem Lichtwechſel des Veränderlichen δ Cephei iſt neben dem dauernden Steigen und Fallen des Lichtes zunächſt das ſehr raſche Aufflammen vom Minimum zum Maximum und die langſame Abnahme zu dem folgenden Minimum, dann auch das wenigſtens angedeutete Vorhandenſein eines nochmaligen Aufflammens im abſteigenden Aſte der Lichtkurve. Dieſes Nebenmaximum und ein notwendig damit eintretendes Nebenminimum findet ſich bei einigen Vertretern der Klaſſe mit der größten Deutlichkeit. Am ausgeprägteſten ſind beide Minima und Maxima bei dem Veränderlichen β Lyrae. Dieſer Stern iſt in ſeinem Minimum 4,5 Größe, ſteigt dann in 3 Tagen 2 Stunden zu einem Maximum von 3,4 Größe an, ſinkt dann nach 3 Tagen 8 Stunden auf etwa 3,9 Größe, gewinnt dann in 3 Tagen 3 Stunden wieder den Glanz des erſten Maximums und erblaßt dann von neuem zu ſeinem tiefen Minimum mit 4,5 Größe. Der ganze Lichtwechſel zeigt alſo zwei

gleich hohe Maxima und zwei ungleiche Minima von 4,5 und 3,9 Größe und vollzieht ſich innerhalb 12 Tagen 22 Stunden.
Die Erklärung des Lichtwechſels der zu dieſer Klaſſe zu rechnenden Veränderlichen macht ſchon größere Schwierigkeiten, zumal die genauere Unterſuchung noch eine Reihe weiterer Eigentümlichkeiten im Verlauf der Lichtkurve aufgedeckt hat. Zweifellos handelt es ſich auch hier wie bei den Algolſternen um Bewegungsvorgänge als Urſache des Lichtwechſels. Darauf weiſt bereits hin die relativ große Regelmäßigkeit und die Konſtanz der Periodenlänge. Tatſächlich ſind auch durch ſpektroſkopiſche Unterſuchungen Bewegungen periodiſcher Natur an dieſen Sternen nachgewieſen, deren Dauer mit der Periode des Lichtwechſels übereinſtimmen. Lediglich Verfinſterungen durch Bedeckung können jedoch den Lichtwechſel auch nicht erklären, da ſonſt wenigſtens in einzelnen Teilen die Lichtkurve ein Gleichbleiben des Lichtes anzeigen müßte.

Man hat zur Erklärung der Erſcheinungen hingewieſen auf die gewaltigen Anziehungskräfte, die beide Teile eines Sternpaares aufeinander ausüben müſſen und die ſich in gewaltigen Ebbe- und Fluterſcheinungen in den Sternatmoſphären äußern. Dieſe Flutkräfte können ſo gewaltig werden, daß ſie große Flächenteile der Sterne von der ſtark lichtabſorbierenden Atmoſphäre bloßlegen, ſo daß das Licht des Sternes mit unverminderter Kraft zu uns ſtrahlt. Dieſe Flutwellen umkreiſen dann die Sterne und verurſachen für uns die Erſcheinung des periodiſchen Lichtwechſels und können im Verein mit teilweiſen Bedeckungen zur Erklärung einer komplizierten Lichtkurve herangezogen werden.

Auch an eine tatſächlich und dauernd verſchiedene Leuchtkraft einzelner Oberflächenteile des Veränderlichen hat man gedacht, etwa in der Weiſe, daß weite Teile mit einer nicht oder nur ſchwach leuchtenden Schlackenkruſte bedeckt ſein ſollen. Eine Rotation verurſacht dann eine Lichtſchwankung inſofern, als bald ſtärker, bald ſchwächer leuchtende Teile der Oberfläche ihr Licht zur Erde ſenden. Zu bedenken iſt nur dabei, daß faſt alle Sterne der beſprochenen Klaſſe weißes oder doch gelbes Licht ausſtrahlen, während doch ein Abkühlungsprozeß, der als Urſache der Schlackenfelder vorausgeſetzt werden muß, die weiße oder gelbe Farbe mehr in das Rötliche hinüberſpielen laſſen muß.
Eher ſchon würde eine ſolche Erklärung auf den Lichtwechſel der nun folgenden Klaſſe der ſog. unregelmäßig veränderlichen Sterne zutreffen. Unter dieſem Namen faßt man alle die Objekte zuſammen, deren Lichtwechſel ſo unregelmäßig ſich vollzieht, daß weder von einer Form der Lichtkurve noch von einer feſten Periode geſprochen werden kann. Daß übrigens auch bei einzelnen Vertretern dieſer Klaſſe bei eingehender Unterſuchung merkwürdige Regelmäßigkeiten zu

Tage treten, beweiſen die von J. Plaßmann ausgeführten „Unterſuchungen über den Veränderlichen μ Cephei", einen tiefroten, den von Herſchel ſogenannten Granatſtern im Sternbilde des Cepheus und die vom Verfaſſer berechneten und im „Jahresbericht des Naturw. Vereins für Bielefeld und Umgegend" 1909—10 veröffentlichten „Unterſuchungen über den Lichtwechſel des Veränderlichen α Cassiopeiae". Dieſer zuletzt genannte Stern im Sternbilde der Cassiopeiae wird meiſtens als Muſterbeiſpiel eines unregelmäßig veränderlichen Sternes angeführt. Und in der Tat zeigt die Lichtkurve dieſes, dem Verfaſſer aus eigenen Rechnungen wohlbekannten Sternes Unregelmäßigkeit genug. Bald iſt das Licht wochen- und monatelang gleichmäßig, oder kleine Zuckungen machen ſich bemerkbar, bald ſchwankt das Licht heftig auf und ab im Verlaufe von Tagen, bald zeigt es wieder eine Art Periodizität von etwa 26 Tagen. Zu Zeiten iſt der Stern von der 2,2 Größenklaſſe, dann wieder iſt er lange Zeit dunkler und erreicht wohl mit 2,8 Größenklaſſe ſeine minimale Helligkeit. Ähnlich ſo verhalten ſich alle Glieder dieſer Klaſſe; ſo ändert ſich α Orionis, der helle, rote Stern im Orion, mit Eigennamen Beteigeuze, unregelmäßig zwiſchen der 1,0 und 1,4 Größe.

Die gelbrote, rote oder tiefrote Farbe der unregelmäßig veränderlichen Sterne deutet ohne weiteres auf eine bereits vorgeſchrittene Abkühlung hin, die naturgemäß zur Bildung von Abkühlungsprodukten, von Schlackenfeldern, einer ſehr dichten Atmoſphäre uſw. führen muß. Das unregelmäßige Auftreten von Schlackenfeldern, ihr allmähliches Vergehen und Neuentſtehen, ihre unregelmäßige Verteilung auf einem rotierenden Körper ſind wohl geeignet, die Unregelmäßigkeit wie auch die öfters angedeutete Periodizität im Lichtwechſel zu erklären und zu veranſchaulichen.

Periodiſch wiederum ſind die veränderlichen Sterne, die Pickering zu ſeiner vierten Klaſſe zählt und als deren Vertreter der Veränderliche o Ceti (Mira Ceti) genannt wird. Das Bezeichnende dieſer Art von Veränderlichen iſt das ziemlich regelmäßige Auf- und Abſchwanken des Lichtes in ebenfalls nur annähernd regelmäßigen Perioden von mehreren Monaten bis zu mehreren Jahren. Im Jahre 1596, alſo noch vor der Erfindung des Fernrohres, entdeckte Fabricius im Sternbilde des Walfiſches einen roten Stern, deſſen Lichtwechſel ſo merkwürdig war, daß der Danziger Ratsherr und Aſtronom Hevelius dem Stern den Namen Mira, der Wunderbare, beilegte. Mira Ceti erreicht oft eine ſolche Helligkeit, daß er zu den hellſten Objekten des Himmels gezählt werden muß; ſeine Helligkeit vermindert ſich dann aber zuſehends, ſo daß er nach etwa 70 bis 80 Tagen nach ſeinem Maximum ſchwächer iſt als 6. Größe, alſo mit dem bloßen Auge nicht mehr wahrgenommen werden kann. Sein Minimum,

das man folglich nur mit bewaffnetem Auge beobachten kann, liegt etwa bei 9,5 Größe, ſo daß ſein geſamter Lichtwechſel 8—9 Größenklaſſen umfaßt. Vom Minimum ſteigt dann ſein Licht bedeutend raſcher, als es abfiel wieder zum nächſten Maximum an. Der ganze Vorgang erfordert im Mittel 333,3 Tage; jedoch wird dieſe Periode nicht ſtreng innegehalten. Der Eintritt des Maximums kann ſich um kleinere oder größere Zeiträume verfrühen oder verſpäten. Auch ſind die maximalen Lichtſtärken nicht in allen Erſcheinungen gleich. Beſonders hohe Maxima wechſeln unregelmäßig mit weniger hohen, ſo daß bisweilen die Sichtbarkeitsgrenze im Maximum überhaupt nicht erreicht wird und die doppelte Länge der Periode verfließt, bis der Stern dem bloßen Auge wieder ſichtbar wird. Der Lichtwechſel der übrigen Glieder dieſer Klaſſe vollzieht ſich in ähnlicher Weiſe.

Die rote Farbe aller Mira-Sterne deutet ſchon darauf hin, daß die Erklärung des Lichtwechſels durch tatſächliche Änderung der Leuchtkraft des Sternes oder großer Oberflächenteile jedenfalls nichts gezwungenes an ſich hat. Auf ſolchen Sternen, die bereits im vorgeſchrittenen Stadium der Abkühlung ſich befinden, bilden ſich Abkühlungsprodukte, die uns das Licht des Sternes teilweiſe entziehen. Das Auftreten dieſer Abkühlungsprodukte iſt aller Wahrſcheinlichkeit nach periodiſcher Natur, wie wir z. B. auch beobachten, daß die Anzahl der Sonnenflecken in einer elfjährigen Periode ſteigt und fällt. Wird der Stern älter und röter, ſo wird die ausgleichende Tätigkeit der Schlackenbildung an eine immer kürzere Periode gebunden ſein, ſo daß ſchließlich in Zeiträumen von Jahren und Monaten eine verdunkelnde Wirkung durch Schlackenfelder eintritt, die wiederum einer Aufhellung Platz machen muß. Nimmt man jedoch an, daß ſo kurze Perioden in der Fleckentätigkeit, wie die Schlackenbildung kurz heißen möge, nicht gut möglich ſei, ſo bleibt immer noch ein Element periodiſcher Natur, das zur Erklärung des Lichtwechſels herangezogen werden könnte, die Rotation. Unſere Sonne dreht ſich in 25 Tagen einmal um ihre Achſe. Altert unſere Sonne, ſo muß die Rotation ſich immer mehr und mehr verlangſamen und kann ſchließlich eine Dauer wie die Periode des Lichtwechſels der Miraſterne erreichen. Dieſelbe Betrachtung, die uns dann zur Erklärung des Lichtwechſels der Sterne wie β Lyrae geführt hat, läßt ſich auch auf die Miraſterne anwenden: Bildung von Schlackenfeldern im Verein mit Rotation rufen ein periodiſches Auf- und Abſchwanken des Lichtes hervor.

Nicht unerwähnt bleibe noch eine Anſicht, die Lockyer vertritt. In ſeiner Weltbildungslehre weiſt er den Schwärmen kleinſter Weltkörper, den ſog. Meteoritenſchwärmen, eine hervorragend wichtige Stelle an. Nach ſeiner Anſicht bilden dieſe den Urſtoff, aus dem ſich

alle Himmelskörper aufgebaut haben. Zwei ſolcher Meteoriten-ſchwärme, die ſich umkreiſen und gegenſeitig beim Umlauf teilweiſe durchdringen, ſollen nach Lockyer die Erſcheinungen der Mira-ſterne erklären. Iſt nämlich die Bahn des einen Schwarms eine lang-geſtreckte Ellipſe, ſo durchdringen ſich bei jedem Umlauf die beiden Schwärme und das Aufeinanderprallen der einzelnen Teile und Teilchen bringt ein raſches Aufleuchten zuſtande, dem dann infolge des Nachglühens der betroffenen Teile eine weniger raſche Licht-abnahme folgt. Die Änderung der Bahnlage der beteiligten Meteo-ritenſchwärme erklärt dann die Unregelmäßigkeiten in der Höhe der Maxima und der Länge der Periode.

Eine weit ſtärkere Änderung ihrer Leuchtkraft als die Glieder der bereits beſprochenen Typen erleiden die Himmelskörper, die von der völligen Unſichtbarkeit auch für das bewaffnete Auge plötzlich aufflammen zu großer, zum Teil ſogar ſehr großer Leuchtkraft, um dann allmählich in ihr früheres Nichts zurückzuſinken. Man bezeichnet dieſe Erſcheinungen als neue Sterne. Die glänzendſte Erſcheinung dieſer Art ereignete ſich im Jahre 1572 im Sternbilde der Cassiopeia. Dieſe Nova Cassiopeiae oder der Tychoniſche Stern, wie er nach dem däniſchen Aſtronomen Tycho de Brahe benannt wird, war im höchſten Glanze ſo hell wie der Abendſtern und war ſelbſt am hellen Tageshimmel mit freiem Auge zu ſehen. Sein Aufflammen zu dieſer großen Helligkeit erfolgte innerhalb eines Tages, die Lichtabnahme war bedeutend langſamer, eine Erſcheinung, die ſich bei allen andern neuen Sternen wiederholt hat. Die Tychoniſche Nova war 4 Monate nach ihrem Aufflammen noch von der erſten Größe, dann wurde ſie ſchwächer und zeigte deutlich eine rötliche Färbung. Ein Jahr nach ihrer Entdeckung war der Stern nur noch mit Mühe mit freiem Auge zu erkennen und verſchwand dann vollſtändig für das bloße Auge.

Nach der Erfindung der Fernrohre hat man an dem von Tycho de Brahe beſtimmten Orte am Himmel nachgeſucht. In der Nähe des bezeichneten Ortes ſteht ein Sternchen 11. Größe, das möglicher-weiſe der Tychoniſche Stern iſt. Man könnte vielleicht auf den Gedanken kommen, jeder neu aufflammende Stern, eine übrigens ſeltene Erſcheinung am Himmel, ſei nicht inſofern neu, als es ſich um einen bis dahin dunklen Körper handelt, ſondern es handle ſich vielmehr um einen veränderlichen Stern wie etwa Mira Ceti, nur ſei die Periode einige Jahrhunderte lang oder ſelbſt noch länger. Die Frage läßt ſich nur entſcheiden, wenn in alten Chroniken von Erſcheinungen neuer Sterne die Rede iſt, die mit einem ander-weitig beobachteten an derſelben Stelle des Himmels ſtehen. Chineſi-ſche Annalen berichten von ſolchen Erſcheinungen, jedoch ſtanden die neuen Sterne an anderen Stellen des Himmels als die Tychoniſche

Nova. Aufzeichnungen abendländiſcher Geſchichtsquellen des Mittelalters ſind in dieſer Beziehung unzuverläſſig, ſo daß es nicht gelungen iſt, die Erſcheinung der Tychoniſchen Nova als Aufleuchten eines veränderlichen Sterns mit ſehr langer Periode zu erklären.

Von 1572 bis 1905 ſind dann nicht weniger als 19 neue Sterne entdeckt. Sie alle zeigen die charakteriſtiſche Erſcheinung des ungemein raſchen Anſteigens zum Maximum und des viel langſameren Nachlaſſens des Lichtes. Die letzte glänzende Erſcheinung erfolgte im Jahre 1901. Am 21. Februar des genannten Jahres entdeckte Anderſon im Sternbilde des Perſeus einen neuen Stern 2,7 Größe. Das Aufflammen zu dieſer Größenklaſſe muß ſich in weniger als 24 Stunden vollzogen haben, wie photographiſche Aufnahmen der betreffenden Himmelsgegend erwieſen haben, die ſonſt Sterne 12. Größe noch enthalten, an der Stelle der Nova aber keinen Stern zeigten. Bis zum 23. Februar ſtieg die Helligkeit der Nova noch weiter und übertraf ſelbſt die Sterne 1. Größe Capella und Vega. Der nun einſetzende Lichtabfall zeigte merkwürdige Schwankungen, ſo daß die Lichtkurve kurzperiodiſche Wellen zeigt. Dann blieb die Helligkeit längere Zeit etwa 6. Größe und hat dann beſtändig abgenommen, ſo daß der Stern nur mehr in den kräftigſten Fernrohren ſichtbar war. Die ſo glänzende und gut beobachtete Erſcheinung der Nova Perſei von 1901 hat noch weitere Beobachtungsergebniſſe geliefert, die vielleicht dazu angetan ſind, Licht in die Frage nach der Natur und der Entſtehung der neuen Sterne zu bringen. Photographiſche Aufnahmen des Sternes und ſeiner Umgebung zeigten, daß die Nova umgeben war von Ringen und ſpiraligen Armen aus leuchtender Nebelmaterie, die ſich mit einer beſtimmten Geſchwindigkeit vom Stern weg ausbreiteten. Seeliger erklärte im Anſchluß an dieſe Erſcheinungen und an die ſpekroſkopiſchen Beobachtungen folgendermaßen die Erſcheinung eines neuen Sternes. Ein dunkler oder doch nur ſehr ſchwach leuchtender Körper durcheilt mit kosmiſcher Geſchwindigkeit den Weltenraum und tritt dabei in eine Anhäufung von grob und fein verteilter Materie, einer Wolke kosmiſchen Staubes. Durch den Anprall wird der Eindringling glühend und vergaſt ſchließlich durch den Aufſturz zahlreicher Teile der kosmiſchen Staubwolke. Dadurch wird das Licht bis zu höchſter Weißglut geſteigert und beleuchtet die umliegenden Teile der dunklen kosmiſchen Wolke, ſo daß ſcheinbar Ringe leuchtender Materie ſich um den Stern legen und mit Lichtgeſchwindigkeit ſich ausbreiten. Dieſe Erklärung hat noch weitere Stützen und hat viele Anhänger gefunden. Wer ſich eingehender für die Beobachtung der veränderlichen Sterne intereſſiert, findet genauere Angaben in jeder größeren populären Aſtronomie; überall iſt den Erſcheinungen der veränderlichen Sterne ein beſonderes Kapitel gewidmet. Die Beſchäftigung mit den

veränderlichen Sternen iſt um ſo dringender anzuraten als die Beobachtung der Lichtſchwankungen der veränderlichen Sterne ein Gebiet iſt, auf dem ſich auch der Nichtfachmann mit Erfolg betätigen kann, auf dem ſogar die meiſten Erfolge auf Grund von Beobachtungen von eifrigen Freunden der Aſtronomie erreicht worden ſind. Am angeführten Orte findet man auch nähere Angabe über die Art und Weiſe der Beobachtungen, über geeignete Auswahl der Vergleichſterne und über die Berechnung der Lichtſchwankungen. Auch die Aufſätze des Verfaſſers „Himmelsbeobachtungen mit freiem Auge und den einfachſten Inſtrumenten" und „Unterſuchungen über den Lichtwechſel des Veränderlichen α Cassiopeiae" im Jahresberichte 1909—10 enthalten einige Angaben. Desgleichen bieten die Hefte der Vereinigung von Freunden der Aſtronomie und kosmiſche Phyſik zahlreiche Belehrungen und Anregungen für den Beobachter veränderlicher Sterne.

(Eingegangen 10. September 1913.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Plate Heinrich

Artikel/Article: Veränderliche Sterne 241-256