Aufflammende Sterne

Autor(en): **Joy, Alfred H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **13 (1968)**

Heft 104

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899950

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Aufflammende Sterne

von Prof. Dr. Alfred H. Joy,
Mount Wilson- und Palomar-Sternwarte

Etoiles à sursauts lumineux

C'est en 1924 que l'on observa pour la première fois sur une étoile un changement de luminosité subit, rapide et de courte période. D'autres observations du même genre, qui sont ici décrites d'une manière détaillée, amenèrent à envisager en 1958 un nouveau groupe d'étoiles variables, les «étoiles éruptives», dont le représentant le plus marquant est UV Ceti. Ce sont des étoiles naines, de classe spectrale M3e à M6e, dont les sursauts lumineux sont absolument irréguliers et dans la plupart des cas, relativement rares.

L'augmentation d'éclat, de 1 à 6 grandeurs, se produit en un temps variant de quelques secondes à 1 minute, mais, de 10 minutes à une heure après le maximum suivant les cas, tout est rentré dans l'ordre. Les observations des spectres permettent de constater une forte croissance de la température; des sursauts dans les émissions radio s'observent en même temps.

La plupart des membres de ce groupe sont relativement proches de nous, et sont des étoiles doubles.

L'explication de ce phénomène est loin d'être complète. Il ne peut s'agir simplement d'effets thermiques, des effets relativistes doivent entrer en jeu, et la rotation de l'étoile et le champ magnétique doivent vraisemblablement jouer aussi un grand rôle.

Unter den vielen Vorgängen, die in den letzten Jahren an Sternen beobachtet wurden, waren die plötzlichen Strahlungsausbrüche bei einer Anzahl von Sternen schwacher Leuchtkraft das verblüffendste und völlig unerwartete. Solche Ausbrüche, heute als «*flares*» (etwa «*Aufflammen*») bezeichnet, ereigneten sich auf Sternen verschiedener Sternkategorien. Sie wurden in gewissen Sterngruppen oder Sternhaufen beobachtet, an veränderlichen Sternen, wie zum Beispiel W Ursae Majoris (Grosser Bär), U Geminorum (Zwillinge), und an Novae im späteren Stadium sowie in den schwächsten Zwergsternen, die in der Nähe unserer Sonne gefunden wurden.

Das englische Vorwort des grossen russischen Katalogs 1958 «Veränderliche Sterne» führt eine neue Klasse «*Eruptive Stars*» (Sterne mit Eruptionen) folgendermassen ein: «UV Ceti (Walfisch) – Veränderliche, Sterne der Zwergklassen dM3e – dM6e, charakterisiert durch seltenes und sehr kurzes Aufflammen mit Helligkeitsanstieg von 1 bis 6 Grössenklassen (2.5–250fach). Das Helligkeitsmaximum, meist scharf ausgeprägt, wird in wenigen Sekunden bis zu einer Minute nach Beginn des Ausbruches erreicht. Die totale Dauer der Erscheinung beträgt etwa 10 Minuten oder das Mehrfache davon. Ein typisches Beispiel ist der Stern UV Ceti.»

15 Mitglieder dieser Sternklasse wurden aufgeführt. Seither ist die Zahl der aufflammenden Sterne angewachsen, ebenso der Umfang der Gruppe. Beobachtungen im polarisierten Licht erfolgten und Radio-Teleskope wurden mit grossem Erfolg eingesetzt. Ein Überblick über die Fortschritte in der Erforschung dieser Sterne, welche neuerdings in der Entwicklung der Astrophysik eine wichtige Rolle spielen, erscheint heute angebracht.

Auch wenn die Strahlungsausbrüche dieser Sterne nicht so umfassend oder langlebig sind wie bei den Novae, so erscheint ihr rasches und kurzes Aufflammen um so geheimnisvoller. In einem extremen Fall wuchs die Intensität des Sterns auf mehr als das Hundertfache an. Das Maximum wurde in 20 Sekunden erreicht, doch die erhöhte Helligkeit dauerte nur 2 Stunden. Derart rasche Wechsel können offensichtlich nicht die Folge eines Aufblähens des Sterns oder von Aufheizen und Erkalten seiner Oberfläche sein. Die Ausbrüche erfolgen völlig unregelmässig, sowohl in Zeit wie in Intensität. Sie sind bei manchen Sternen häufiger als bei anderen der gleichen Spektralklasse. Bei einem bestimmten Stern scheinen Jahre der erhöhten Tätigkeit ruhigeren Epochen zu folgen.

Störungen ähnlicher Natur in der Nachbarschaft von *Sonnenflecken* sind seit längerer Zeit bekannt. Sie wurden eingehend untersucht, und das Phänomen ist teilweise erklärt worden; aber es scheint, dass sie sich wesentlich von den Stern-«flares» unterscheiden. Ihre Totalhelligkeit ist viel kleiner und würde sich sehr selten in der Strahlung der gesamten Sternoberfläche bemerkbar machen. «Flares» auf der Sonne denkt man sich heute als Folge von magnetischen Auswirkungen und von Strömungen in den äussern Sonnenschichten. Sie treten seltener in den Minima, häufiger in den Maxima der Sonnenflecken-Perioden auf und fanden in den letzten Jahren bei den Sonnen-Beobachtern stark erhöhte Beachtung.

Die ersten Entdeckungen bei Sternen waren rein zufällig und, wie gesagt, völlig unerwartet. Derart rasche Ausbrüche waren so ungewöhnlich, dass man sie als unglaubwürdig abtat und Berichte darüber eine Zeitlang fast vergass.

Die *erste Meldung* eines solchen Aufflammens erfolgte durch E. Hertzsprung im Jahre 1924. Bei einer Untersuchung der Umgebung der merkwürdigen Nova η Carina (Schiffs-Kiel) am Südhimmel machte er eine Reihe von Aufnahmen mit dem Franklin-Adams-Fernrohr in Johannesburg. Auf der dritten Platte, 30 Minuten belichtet, zeigte sich beim schwächeren Begleiter eines Doppelsternes 14. Grösse ein Helligkeitsanstieg von 1.8 Grössenklassen (gut 5 × heller). Der Ausbruch erlosch in den folgenden 1½ Stunden. Miss Hoffleit (eine bekannte amerikanische Astronomin) untersuchte 3000 Platten dieser Sterngegend im Archiv der Harvard-Sternwarte, ohne ein einziges Anzeichen eines Aufflammens dieses Sterns zu finden. Spektralaufnahmen und die Bestimmung seiner Eigenbewegung sind vonnöten.

Die nächsten Anzeichen eines möglichen Aufflammens fand W. J. Luyten auf Objektivprismen-Spektralplatten in Harvard. Die Wasserstoff-Emissionslinien zweier schwacher, roter Zwergsterne grosser

Eigenbewegung, Furuhjelm 54 und HD 196982, schwankten in ihrer Intensität auf verschiedenen Platten ausserordentlich. Spätere Spektrogramme, auf Mount Wilson gewonnen, bestätigten diese Ausbruchserscheinungen. Die Spektraltypen sind dM3e und dM4e (Bem. des Übersetzers: Buchstabe d – «dwarf» = Zwerg, Buchstabe e – «emission» = helle Linien im Spektrum).

Im Dezember 1938 machte A. WACHMANN auf der Hamburger Sternwarte eine einstündige Spektralaufnahme (Objektiv-Prisma) im Zentralgebiet des Orion-Sternbildes. Um das Spektrum auf der Platte zu verbreitern, wurde das Fernrohr stetig senkrecht zur Dispersion des Spektrums verschoben. Wachmann bemerkte, dass am Anfang des verbreiterten Spektrums eines Sterns, Grösse 12.5, die hellen Wasserstofflinien und das Kontinuum kräftig belichtet waren, dass aber nach 20 Minuten die Intensität rasch abnahm und in den restlichen 40 Minuten der Belichtung sehr schwach blieb. Er schätzte den Helligkeitsabfall des Sterns auf mindestens 1.5 Grössenklassen. Miss HOFFLEITS Nachforschungen auf 2000 Platten der Harvard-Sammlung enthüllten ein früheres Aufflammen von ähnlicher Grösse und mehrere kleine Ausbrüche. Dieser Stern erhielt die Veränderlichen-Bezeichnung V371 Ori; sein Spektraltyp ist dM3e.

Die nächsten 2 «flares», um bei dem eingebürgerten Fremdwort zu bleiben, fand A. VAN MAANEN auf Platten zur Parallaxen-Bestimmung am 2.5 m-Spiegel-Teleskop auf Mount Wilson. Ein Anstieg auf das vierfache der ursprünglichen Intensität zeigte sich auf zwei aufeinanderfolgenden Aufnahmen des Begleiters des Sterns BD +44°2051 (WX Ursae Majoris) am 11. Mai 1939. Das zweite Phänomen wurde 4 Jahre später auf einer Platte beim Stern Ross 882 (YZ Canis Minoris, Kleiner Hund) entdeckt. Seither sind mehrere Ausbrüche des gleichen Sterns beobachtet worden. Die Spektralklassen sind dM5.5e und dM4.5e.

Ein Ausbruch von ähnlicher Intensität fand sich auf einer Parallaxen-Platte des bekannten Doppelsternes Krüger 60 am 26. Juli 1939 auf der Sproul-Sternwarte. Der schwächere Begleiter im Abstand von 3" zeigte einen Helligkeitsanstieg auf einer Platte einer Serie *(Abb. 1 und 2)* von 16 Aufnahmen von jeweils nur 2¼ Minuten Belichtungsdauer. Trotz Hunderten von Beobachtungen dieses berühmten Doppelsterns in den vergangenen 75 Jahren sind diese Aufnahme, sowie ein Spektrogramm auf Mount Wilson im Jahre 1943, die einzigen Zeugen solcher Ausbrüche.

Die Spektralklassen der Doppelsternkomponenten sind dM3.5 und dM4.5e. Ihre Massen gehören zu den kleinsten aller bekannten Sterne (Anmerkung des Übersetzers: etwa 0.14 unserer Sonne). Miss LIPPINCOTT fand Anzeichen für einen unsichtbaren Begleiter des helleren Sterns. Das könnte irgendwie das Fehlen heller Emissionslinien in seinem Spektrum erklären, die man sonst bei einem späten M-Stern erwarten sollte.

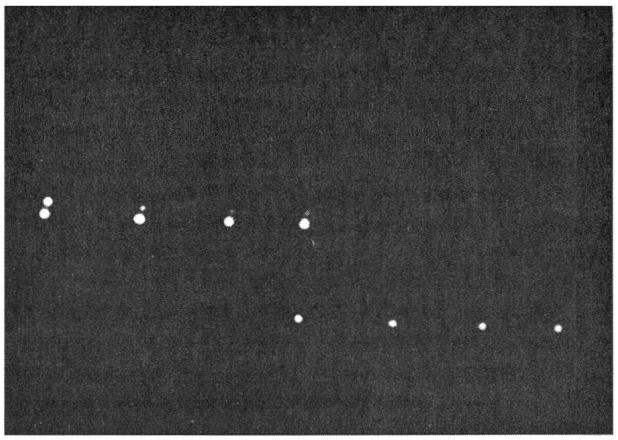

Abb. 1: Der Ausbruch des Sterns Krüger 60 B vom 26. Juli 1939. Oben Krüger 60 A mit dem schwächeren Begleiter Krüger 60 B, rechts unten die optische Komponente Krüger 60 C. Die letzte Aufnahme (links) von Krüger 60 B zeigt einen Anstieg auf die vierfache Intensität.

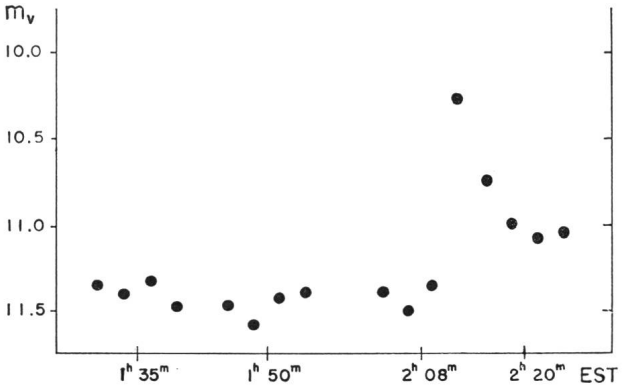

Abb. 2: Lichtkurve des Ausbruches von Krüger 60 B am 26. Juli 1939.

Nach diesen «flares» wurden während mehrerer Jahre keine derartigen Sternaktivitäten gemeldet.

1948 hatte LUYTEN auf Harvard-Platten einen schwachen Stern 12. Grösse mit der grossen Eigenbewegung von 3.5 Bogensekunden pro Jahr gefunden. Er bat die Mount-Wilson-Beobachter um Spektralaufnahmen, die ermöglichen sollten, den Stern mit anderen nahen Sternen geringer Leuchtkraft hinsichtlich ihrer Entfernung von der Sonne, ihrer absoluten Helligkeit, ihres Spektraltyps und ihrer Geschwindigkeit zu vergleichen. Der Stern entpuppte sich als Doppelstern, die eine Komponente ½ Grössenklasse schwächer als die andere. Messungen auf einer Platte, mit dem 2.5 m-Spiegel-Teleskop gewonnen, ergaben einen Abstand von 1.5 Bogensekunden. Beide Zwerge erwiesen sich auf mehreren Spektrogrammen als vom Typ dM5.5e.

Am 25. September 1948 war das Verhalten des Sterns ganz aussergewöhnlich. Während der Belichtung bemerkte man auf dem Spalt des Spektrographen eine Helligkeitszunahme von mehr als einer Grössenklasse; bei schlechtem Luftzustand erschie-

nen die Komponenten nicht mehr getrennt. Als die Platte entwickelt wurde, erwies sich, dass eine bemerkenswerte und noch nie beobachtete Veränderung des Spektrums stattgefunden hatte. Im Verlauf von wenigen Minuten hatte der Astronom gesehen, wie eine der kühlsten und schwächsten Zwergsonnen auf eine Temperatur von über 10 000° und ihre Intensität auf das fast Hundertfache anstieg. Nichts derartiges hatte man je zuvor beobachtet. Die hellen Wasserstoff-Linien waren verbreitert und viel stärker; schwache Helium-Linien tauchten auf, und das Kontinuum im Spektrum reichte bis weit in den violetten Bereich. Ein Spektrogramm, in der folgenden Nacht erhalten, zeigte wieder den früheren Zustand mit den niederen Temperaturen.

Neue Ausbrüche wurden im gleichen Jahr auf Platten vom 7. Dezember in Tucson und vom 31. Dezember auf der Yerkes-Sternwarte festgestellt. Seither sind mehr als 40 Ausbrüche dieses Sterns beobachtet worden. Er ist der aktivste aller aufflammenden Sterne. Am 25. September 1952 beobachtete V. Oskanjan auf der Belgrader Sternwarte mit einem visuellen Photometer einen Intensitätsausbruch auf mehr als das Hundertfache, wobei das Helligkeitsmaximum in 20 Sekunden erreicht wurde *(Abb. 3)*. Zeitweilig wuchs die Helligkeit um ¼ Grössenklasse pro Sekunde. Die schwächere Komponente des Doppelsterns ist dabei der Veränderliche, und er erhielt als Repräsentant dieser Gruppe den Namen UV Ceti (Walfisch).

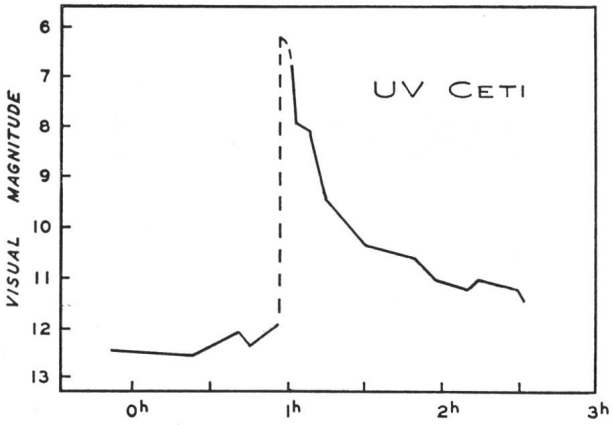

Abb. 3: Am 25. September 1952 beobachtete V. Oskanjan an der Sternwarte Belgrad die oben wiedergegebene Lichtkurve von UV Ceti. Der Anstieg auf die 250fache Intensität ist der grösste je beobachtete «Flare».

Eine zweite Beobachtungsreihe von UV Ceti zur Erfassung der Veränderung des Spektrums während des Aufflammens wurde am 4., 5., 6. und 7. Oktober 1957 auf Mount Wilson unternommen. Da die Voraussage eines Ausbruchs völlig unmöglich ist, wurden während vier Nächten am 1.5 m-Spiegel-Teleskop fortlaufend Aufnahmen gemacht. Bei der dritten Aufnahme in der vierten Nacht wurde ein mässiger Ausbruch von 10 Minuten Dauer festgestellt und die Änderung des Spektrums vom 25. September 1948 bestätigt. Diese zwei Beobachtungen verschaffen uns den einzigen, heute verfügbaren Einblick in die Natur der aufflammenden Sterne.

Mit Ausnahme des «Flare»-Sterns DH Car, der einem anderen Typ anzugehören scheint, haben alle sieben hier aufgeführten und zwölf ähnliche, später gefundene, aufflammende Sterne *grosse Eigenbewegungen*, sie befinden sich also in geringen Entfernungen von der Sonne. Sie sind vom Spektral-Typ M3 bis M6 mit starken Emissionslinien von Wasserstoff und von Kalzium H und K. 15 sind Komponenten von Doppelsternen und in jedem Fall, bei dem die beiden Sterne getrennt werden konnten, erwies sich die schwächere Komponente als der aufflammende Stern. Bei elf Sternen dieser Gruppe wurden zwei oder mehr Ausbrüche beobachtet.

Dieses Forschungsgebiet hat sich neuerdings sehr ausgedehnt durch Beobachtungen an den Sternwarten Tonantzintla (Mexiko) und Asiago (Italien). Hunderte neuer «Flare»-Sterne verschiedener Typen wurden entdeckt. Studien an diesen Sternen gestatteten G. Haro und seinen Mitarbeitern, Bedeutendes für ein besseres Verständnis der Ausbrüche und deren Zusammenhang mit Vorgängen der Sternentwicklung beizutragen.

Sie fanden, dass «Flare»-Sterne im allgemeinen in *Sternhaufen* und *Stern-Assoziationen* gehäuft vorkommen, wie im Gebiet des Orion-Nebels, in NGC 2264, in den Plejaden, in der Coma, in der Praesepe (Krippe) und in den Hyaden. Ferner besteht eine Verbindung mit den Veränderlichen der T Tauri- (Stier), RW Aurigae- (Fuhrmann) und der Orion-Klasse. Alle zeigen Lichtausbrüche im Ultravioletten. Von 19 «Flare»-Sternen, die in unmittelbarer Nähe der Sonne entdeckt wurden, scheinen 14 einer solchen speziellen Gruppe anzugehören, während die übrigen 5 vielleicht Feld-Sterne in etwas grösserer Entfernung sind. Diese 5 zeigen frühere Spektral-Typen, M0 bis M3, und ihre absoluten Helligkeiten sind heller. Die verschiedenen Sternhaufen umfassen verschiedene Spektralbereiche von K0 bis M5, je nach ihrem Alter oder ihrem Platz in der Reihe der Sternentwicklung.

Wenn auch Spektralaufnahmen genügender Dispersion von diesen schwachen Sternen noch spärlich sind, wurden Emissionslinien nur selten gefunden. Haro schliesst daraus, dass die Unterschiede zwischen ihnen vielleicht auf verschiedene Stadien der Sternentwicklung zurückzuführen sind, und dass sie alle einer umfassenden Klasse RW-Aurigae-Sterne angehören.

In einem Versuch, die *Natur* der während des Aufflammens beobachteten Strahlung eindeutiger zu verstehen und zwischen thermischen und relativistischen Effekten zu unterscheiden, machte Oskanjan an der Bjurakan-Sternwarte eine Reihe photoelektrischer Messungen in verschiedenen Farben mit dem Polarisations-Photometer. Während des Lichtanstiegs bei einem Ausbruch wurde schwache Polarisation gefunden. Weitere Beobachtungen sind aber notwendig.

Ein anderer, sehr interessanter Fortschritt in den letzten Jahren ergab sich aus den Resultaten eines ausgedehnten, ziemlich komplizierten Programms, das Sir BERNARD LOVELL an der Jodrell-Bank-Radio-Sternwarte, Manchester, aufstellte. Er vermutete, dass «Flare»-Sterne, wie Novae und die stärksten Ausbrüche auf der Sonne, von genügender Intensität sein könnten, um mit den grössten *Radio-Teleskopen* registriert zu werden. Die Versuche begannen im September 1958 an UV Ceti und eine Anzahl von Ausbrüchen wurde beobachtet. Solche Radio-Ausbrüche wurden auch bei andern Sternen gefunden. Um diese Ausbrüche im Radiogebiet mit den sichtbaren und photographierten Ausbrüchen in Verbindung zu bringen, organisierte Dr. F. L. WHIPPLE ein Zusammenarbeiten der Beobachter auf fünf verschiedenen über die Erde verteilten Stationen der Smithsonian-Sternwarte für direkte Aufnahmen und deren Auswertung.

Das «Sydney Cross» (ein riesiges Radio-Antennenkreuz) und das «Parker»-70 m-Radio-Teleskop in Australien wurden eingesetzt, während gleichzeitig Amateure direkte Fernrohr-Beobachtungen lieferten. Fernrohr-Beobachtungen erfolgten auch auf vier Stationen in der UdSSR sowie in Belgrad. Elf grosse Ausbrüche und viele kleinere wurden auf diese Weise gleichzeitig verfolgt.

Zeitweilig beobachtete man auch Lichtausbrüche in einem guten Dutzend von Sternen mit Spektralklassen früher als K0, und zwar waren es Sterne verschiedenster Art. Solche Ausbrüche müssen ausserordentlich stark sein, um überhaupt in der Gesamtstrahlung dieser Sterne hoher Leuchtkraft aufzufallen. Sie erfordern wahrscheinlich eine ganz andere Erklärung als die, welche für Zwergsterne mit kleinen Massen, hoher Dichte und niederen Temperaturen in Frage kommt. Als Resultat genauer und ständiger Beobachtungen wurden auch einige Ausbrüche bei Bedeckungs-Veränderlichen gefunden.

Ausgedehnte Untersuchungen wurden zur Aufklärung der zugrunde liegenden Energiequellen und Prozesse bei Zwergsternen durchgeführt. Viele Möglichkeiten wurden in Betracht gezogen, aber das Problem ist noch weit entfernt von einer vollständigen Lösung. Angesichts der beobachteten raschen Änderungen ist es klar, dass einfache thermische Effekte der gesamten Sternmasse viel zu langsam wären, und dass relativistische Wirkungen im Spiel sein müssen. Die Rotation des Sterns und sein Magnetfeld, die für die Ausbrüche auf der Sonne als verantwortlich betrachtet werden, könnten eine starke Rolle bei den kühlen Zwergen spielen, deren Dimensionen im Verlauf ihres Lebens stark reduziert werden. Das Aufflammen selbst hat seinen Ursprung in einem lokal begrenzten Gebiet in den äussern Schichten des Sterns, aber Ort und Natur der Energiequelle, die das Gebiet zum Aufflammen bringt, sind unbekannt.

Autorisierte Übersetzung von HANS ROHR aus: *Leaflet No. 456* der *Astronomical Society of the Pacific*, Juni 1967.

Die Illustrationen verdanken wir dem *Sproul Observatory*, Swarthmore, Pennsylvania (USA).

Parabolspiegel mit Temperaturkompensation

von EDWIN HILPERT

Das meistgebaute Amateurinstrument ist wohl das Newton-Spiegel-Teleskop. Es vereinigt hohe Lichtstärke mit bequemer Handhabung, schont die Nakken- und Halsmuskulatur des Beobachters und ist auch unzweifelhaft am leichtesten herzustellen. Es erreicht allerdings leider selten das hohe Auflösungsvermögen anderer, insbesondere langbrennweitiger Optiken, doch hin und wieder überrascht es uns mit hervorragenden Leistungen. Dann kommen aber wieder viele Nächte, wo man vergeblich hofft, dass es wieder ebenso gute Bilder zeige. Ein solcher Ausnahmefall war meine erste Bekanntschaft mit Spiegelteleskopen. Stellen Sie sich einmal vor: Sie können durch 20 Teleskope sehen, die von fast ebenso vielen Amateuren hergestellt wurden, und alle Instrumente zeigen hervorragende Bilder vom nächtlichen Himmel. Genau so war es an einem Sternabend der Schaffhauser Spiegelschleifer auf dem Emmersberg. Jupiter habe ich nie wieder so schön gesehen wie damals vor 15 Jahren durch das einzige Teleskop mit 20 cm-Spiegel; fast ebenso gut waren aber auch die 15 cm-Parabolspiegel, und alle Instrumente hatten Fangspiegel mit ihren Halterungen. Ich erwähne dies, weil diese Organe immer wieder für das geringere Auflösungsvermögen der Newton-Spiegel verantwortlich gemacht werden. Fünf Jahre später stand mein erster 15 cm-Spiegel auf einem Azimutalstativ; was konnte ich schon mit einer parallaktischen Montierung anfangen, da ich in der Regel auf einer schmalen Strasse vor dem Haus beobachten musste. Der Spiegel war nicht hervorragend; aber auf keinen Fall schlecht.

Am meisten ärgerte mich, dass er Beugungsringe – wenn auch selten zu sehen – immer dreifach unterbrochen zeigte, und ich begann Abneigung gegen die Halteplättchen des Parabolspiegels zu bekommen. Dafür stieg die azimutale Montierung hoch im Kurs. Sie machte meinen Spiegel zu einem ausgezeichneten Satellitenverfolger: kaum dass ich einen solchen Himmelswanderer erkannte und im Sucherfernrohr anvisierte, konnte ich ihn leicht auf seiner ganzen Bahn verfolgen. Besonders schön ist es, wenn ein solcher durch einen Sternhaufen eilt oder an hellen Fixster-