

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 196.

Nr. 4701.

21.

Nachweis der Veränderlichkeit des kurzperiodischen spektroskopischen Doppelsterns β Cephei mittels photoelektrischer Messungen. Von *P. Guthnick*.

Vorläufige Mitteilung. (Mit Tafel 3.)

Im vergangenen Jahre hatte ich Gelegenheit, den seit einer Reihe von Jahren gehegten Plan, den Photoeffekt der Alkalizellen zu astrophotometrischen Messungen zu benutzen, zur Ausführung zu bringen. Bekanntlich haben die Herren Prof. *Elster* und Prof. *Geitel* bereits seit langer Zeit versucht, die Astronomen auf die unschätzbaren Vorteile aufmerksam zu machen, welche sich hinsichtlich der Benutzung solcher Zellen für die Astrophotometrie darbieten. Das scheinbar geringe Interesse, welches von astronomischer Seite der neuen Methode bis in die jüngste Zeit entgegengebracht wurde, kann man wohl nur dadurch sich erklären, daß die zu überwindenden physikalisch-technischen Schwierigkeiten den Nicht-Physiker zurückschreckten oder ihm gar den Erfolg von vornherein fraglich erscheinen ließen. Was die erwähnten Schwierigkeiten anbetrifft, so muß ich bemerken, daß ich sie dank der unermüdlichen Unterstützung der Herren *Elster* und *Geitel* und dank dem regen Interesse und dem bereitwilligen Entgegenkommen der hiesigen Physiker und der ihnen nahestehenden Institute, namentlich der Herren Dr. *Kreusler*, Dr. *Pohl*, Geheimrat *Warburg* und Prof. *von Wartenberg* ohne allzugroße Mühe überwinden konnte. Allen den genannten Herren bin ich sehr zu Dank verpflichtet.

Über die Vorversuche im vergangenen Jahre ist eine kurze Mitteilung im Jahresbericht der Berliner Sternwarte für 1912 erschienen; da dieselben in einer späteren ausführlicheren Mitteilung über den hiesigen Apparat eingehender besprochen werden sollen, so können sie in diesem vorläufigen Bericht übergangen werden.

Der jetzt auf der Sternwarte im Gebrauch befindliche photoelektrische Apparat ist im wesentlichen eine Anpassung des Apparates der Herren *Elster* und *Geitel*, der von ihnen in der Physikal. Zeitschr. 13.739 ausführlich beschrieben wird, an das Fernrohr. Auch das benutzte Elektrometer ist *Elster*- und *Geitel*'scher Konstruktion mit gespanntem Faden. Beide Apparate sind von der Firma Günther & Tegetmeyer in Braunschweig ausgeführt worden. Dazu kommt eine von der Firma Heele in Berlin angefertigte Vorrichtung zum sichern Einstellen der Sterne auf die Zelle. Die Zellen selbst, eine Natrium- und eine Kaliumzelle mit kolloidalem Metall, haben die Herren *Elster* und *Geitel* in selbstlosester Weise zur Verfügung gestellt. Besonders die Natriumzelle ist von anscheinend bisher noch nicht erreichter Qualität. Sie ist zu den im folgenden mitgeteilten Messungen benutzt worden. Abgesehen von ihrer hohen Empfindlichkeit ist an ihr das — wenigstens praktisch — vollkommene Fehlen des Dunkel-effektes¹⁾ und der Nachwirkung, bei einer Hilfsspannung von etwa 25 Volt unter dem Entladungspotential, hervorzuheben.

Ihr spektraler Empfindlichkeitsbereich am Refraktor ist im Effekt sehr ähnlich dem der photographischen Platte, wenn gleich er in geringem Grade über das Rote hinausgeht.

Die Empfindlichkeit des Elektrometers wurde für die nachstehenden Messungen auf nur etwa 50–65 Skalenteile für 1 Volt bemessen. Mit dieser Empfindlichkeit verursacht ein von dem 30 cm-Objektiv des Zeiß-Repssold-Refraktors entworfener Stern 3. Größe (photographisch) bei normaler Luft eine Ausschlagsgeschwindigkeit des Elektrometerfadens von etwa 10 Skalenteilen in 8 Sekunden. Noch größere Geschwindigkeit, die ohne weiteres zu erzielen wäre, beeinträchtigt die Genauigkeit der Beobachtung des Fadens. Ausführlichere Mitteilungen behalte ich mir für später vor.

Nur über die Beobachtungsmethode selbst müssen noch einige Angaben gemacht werden. Abweichend von Herrn Dr. *Rosenberg*, durch dessen Freundlichkeit ich jüngst Kenntnis über den von ihm im Verein mit Herrn Prof. *E. Meyer* gebauten ähnlichen Apparat erhielt (zufälliger Weise war es jedem von uns bis vor kurzem von dem andern unbekannt, daß er mit Parallelversuchen beschäftigt war), habe ich den Photoeffekt, ohne Einfügen eines Widerstandes usw., durch Bestimmung der Ausschlagsgeschwindigkeit des Elektrometerfadens gemessen. Das Verfahren ist vollkommen analog dem des Registrierens eines Sterndurchganges im Passageninstrument: es wird der Moment des Durchganges des Elektrometerfadens durch zwei genügend weit auseinanderliegende Skalenstriche auf dem Chronographen registriert. Als Intervall wurden 10^p gewählt. Seit Mitte Juli sind so bereits über 2000 Programm-Messungen an Sternen erhalten worden, ohne daß sich das geringste Bedenken gegen dieses Verfahren erhoben hätte. Der einzige Nachteil desselben, der aber nicht unvermeidlich mit ihm verbunden zu sein scheint, ist die Notwendigkeit der Bestimmung und Berücksichtigung der kleinen Nullpunktsänderungen des Elektrometerfadens während der Dauer seiner Bewegung, die hauptsächlich durch eine geringe Inkonstanz der an den Influenzschneiden des Elektrometers liegenden Hilfsspannung verursacht werden und später durch in Vorbereitung befindliche geeignete Vorkehrungen beseitigt werden sollen.

Ich gehe nun zu den Messungen von β Cephei über. Dieser Stern hat unter allen bisher bekannten spektroskopischen Doppelsternen die kürzeste Periode (4^h6). Seine Duplizität wurde von *E. B. Frost* entdeckt, der auch die Periode bestimmt hat (Ap. J. 24.259). Der Stern steht auf der Liste von helleren Sternen, vorzugsweise von solchen des Spektraltypus B, die seit 1911 von mir mit dem Zöllner'schen Photometer durchmustert wurden, um schwache Ver-

¹⁾ Kalium und Rubidium sind radioaktiv, Natrium und Caesium, soweit bekannt, nicht. Zellen aus den beiden ersten Metallen, und nur diese, müssen daher wegen der beständigen Elektronenemission einen echten Dunkel-effekt zeigen. Jedoch hat Natrium gegenüber Kalium und Rubidium den Nachteil, daß sein selektives Empfindlichkeitsmaximum beträchtlich weiter nach dem Ultraviolett hin liegt. Caesiumzellen, denen wahrscheinlich die Zukunft gehören wird, sind bisher in astrophotometrisch brauchbarer Form nicht verfügbar.

änderlichkeiten aufzufinden und das Beobachtungsprogramm für die geplanten photoelektrischen Messungen vorzubereiten (A. N. 4516, 4519, 4570 und Jahresberichte der Berliner Sternwarte für 1911 und 1912).

Die Messungen des Sternes im August 1911 schienen eine mit der Bahnbewegung synchrone Veränderlichkeit anzudeuten; die Amplitude war aber derart klein, nämlich nur $0^m.1$, daß ich die Realität der Veränderlichkeit bezweifeln mußte. Um es vorweg zu nehmen: die damals beobachteten Lichtschwankungen waren anscheinend in der Tat reell, wie nachher gezeigt werden soll.

Folgendes kleine Schema zweier die Messungen des Veränderlichen zeitlich umschließenden Messungssätze von α Cephei möge statt weitläufiger Erklärung die Art der Beobachtung illustrieren. Die Messungen wurden in der Weise angestellt, daß unmittelbar vor Beginn einer Messung die

Ruhelage des Elektrometerfadens abgelesen und die Zeit der Ablesung registriert, dann die Erdung des Systems Elektrometer + Zelle aufgehoben und der Durchgang des momentan sich in Bewegung setzenden Fadens durch den, von der Nullage an gezählt, 5. und 15. Skalenteil registriert, dann wieder geerdet und die nunmehrige Ruhelage des Fadens abgelesen und die Zeit der Ablesung registriert wurde. Bezüglich der zeitlichen Veränderung der Ruhelage oder des Nullpunktes ist für die Reduktion der Messungen angenommen, daß sie im Verhältnis der Zwischenzeiten zwischen den beiden Ablesungen des Nullpunktes bzw. zwischen den beiden Fadendurchgängen stehe. Es ist daher nötig, diese Nullpunktänderungen möglichst klein zu halten. Die Reduktion wegen der Nullpunktänderung geschah mittels einer kleinen Tafel.

Schema der Beobachtungen und ihrer Reduktion.

α Cephei 1913 Aug. 26. 4 Messungen $9^h 22^m 6$ und 4 Messungen $9^h 38^m 1$ M. E. Z.

$N_2 - N_1$	$-0^p.9$	$-0^p.7$	$-0^p.6$	$-0^p.4$	$-0^p.5$	$-0^p.4$	$-0^p.5$	$-0^p.5$
$T_2 - T_1$	$16^s.0$	$16^s.0$	$15^s.2$	$14^s.8$	$15^s.0$	$14^s.3$	$14^s.7$	$15^s.0$
Δt	8.27	8.19	8.16	8.05	8.04	7.84	7.91	8.06
$(N_2 - N_1) : (T_2 - T_1)$	-0.056	-0.044	-0.040	-0.027	-0.033	-0.028	-0.034	-0.033
ΔN	-0.46	-0.36	-0.33	-0.22	-0.27	-0.22	-0.27	-0.27
$\log(s - \Delta N)$	1.0195	1.0154	1.0141	1.0094	1.0116	1.0094	1.0116	1.0116
$\log \Delta t$	0.9175	0.9133	0.9117	0.9058	0.9053	0.8943	0.8982	0.9063
$\log H$	0.1020	0.1021	0.1024	0.1036	0.1063	0.1151	0.1134	0.1053

Hier bedeuten N_1 und N_2 die beiden Nullpunktablesungen, T_1 und T_2 die zugehörigen Zeiten, Δt die Zeit, welche der Faden zum Durchlaufen des Skalenteilintervalles $s = 10^p$ gebraucht, ΔN die für Δt geltende Nullpunktänderung, $\log H$ das Maß für die zu bestimmende Helligkeit des Sternes, die proportional der Geschwindigkeit des Elektrometerfadens angenommen ist. Bezüglich der Zulässigkeit dieser Annahme, die im wesentlichen darauf hinausläuft, daß die Proportionalität zwischen Photoeffekt und erregender Lichtintensität vorausgesetzt wird, muß hier auf den Aufsatz von *Elster* und *Geitel* in der Phys. Zeitschr. 14. 741 verwiesen werden. Der hiesige Apparat hat übrigens eine bereits benutzte Vorrichtung, um mit Hilfe des Gesetzes vom Quadrat der Entfernung diese Proportionalität prüfen zu können. Bisher sind merkliche Abweichungen von der Proportionalität nicht festgestellt worden.

Ich lasse nun von den Messungen des Veränderlichen β Cephei und des Vergleichsternes α Cephei die Resultate der bisher reduzierten 5 ersten Abende folgen. Von den weiteren Messungen habe ich mich vorerst begnügt einige Stichproben zu nehmen, welche das erhaltene Resultat bestätigen. Wie aus den Bemerkungen zu der Zusammenstellung zu ersehen ist, waren die betreffenden Abende wenig günstig, sind aber deshalb vielleicht um so mehr geeignet, ein Bild von der Brauchbarkeit der photoelektrischen Methode zu geben, da man in unserem Klima ja leider meist mit solchen Witterungsverhältnissen zu rechnen hat. Bezüglich der einzelnen Kolumnen ist folgendes zu bemerken: Die Phase des Lichtwechsels ist von 1913 August 5.345 M. Z. Gr. als Nullphase gerechnet. Als Periode wurde die verbesserte spektroskopische Periode $0^d 190479$ benutzt, die ich einer brieflichen Mitteilung von Herrn Prof. *E. B. Frost* verdanke. In der Kolumne $\beta - \alpha$ ist die gemessene Differenz

von α und β Cephei in Größenklassen gegeben; α ist visuell nach der PD $2^m 78$, β $3^m 48$; photoelektrisch sind die beiden Sterne dagegen nur wenig verschieden, da das Spektrum von β zur Klasse B1, das von α aber zur Klasse A5 gehört, und photoelektrisch, wie bereits bemerkt, vorwiegend der violette Teil des Spektrums zur Geltung kommt. Der schwache physische Begleiter von β ist mitgemessen worden, wird aber kaum merklich gewesen sein.

Zusammenstellung der Messungsergebnisse.

1913	M. Z. Gr. (geozentr.)	Phase	$\beta - \alpha$	B - K	Bem.
Aug. 5	$10^h 46^m$	$0^d 10.4$	$+0^m 186$	$+0^m 002$	1
5	12 4	0.158	+ 0.169	+ 0.019	
5	12 29	0.175	+ 0.114	- 0.004	
6	10 43	0.150	+ 0.161	- 0.003	2
6	11 1	0.162	+ 0.141	- 0.001	
6	11 14	0.171	+ 0.133	+ 0.007	
6	11 40	0.189	+ 0.098	- 0.006	
6	12 10	0.019	+ 0.140	0.000	
6	12 39	0.039	+ 0.181	+ 0.024	
8	10 49	0.058	+ 0.156	- 0.012	3
8	11 3	0.067	+ 0.178	+ 0.006	
8	11 42	0.095	+ 0.175	- 0.007	
8	12 8	0.113	+ 0.175	- 0.010	
8	12 34	0.131	+ 0.177	- 0.007	
8	12 59	0.148	+ 0.181	+ 0.014	
12	10 24	0.040	+ 0.133	- 0.025	4
12	10 40	0.051	+ 0.159	- 0.005	
12	10 55	0.062	+ 0.166	- 0.004	
12	11 21	0.080	+ 0.184	+ 0.007	
12	11 56	0.104	+ 0.176	- 0.008	
12	12 22	0.122	+ 0.192	+ 0.006	

1913	M. Z. Gr. (geozentr.)	Phase	$\beta - \alpha$	B-K	Bem.
Aug. 12	12 ^h 51 ^m	0 ^d 142	+0 ^m 146	-0 ^m 029	5
12	13 17	0.160	+0.144	-0.002	
26	7 13	0.003	+0.109	-0.002	
26	7 33	0.017	+0.146	+0.008	
26	8 4	0.038	+0.152	-0.005	
26	8 29	0.055	+0.170	+0.003	
26	8 51	0.071	+0.175	+0.002	
26	9 15	0.087	+0.169	-0.010	
26	9 39	0.104	+0.206	+0.022	
26	10 9	0.125	+0.194	+0.008	
26	11 4	0.163	+0.139	-0.002	

Bemerkungen: 1. Himmel unrein im Cepheus; die zwei folgenden Messungen mußten ganz verworfen werden. Nach 12^h7 wieder ganz trübe. — 2. Himmel nicht ganz rein zu Anfang, später klar. — 3. Himmel anfangs sehr ungünstig; leichte Wolkenschleier und allgemeine Verminderung der Durchsichtigkeit. Die dritte Messung mußte verworfen werden. Später klar bis auf die allgemeine Verminderung der Durchsichtigkeit. — 4. Klar, jedoch allgemeine Durchsichtigkeit unter normal. Dunst. — 5. Zuerst klar, später etwas dunstig. Nach 11^h3 M. Z. Gr. trat plötzlich eine scheinbare Verminderung der Intensität der beiden Sterne ein, wahrscheinlich durch Anlaufen des Objektivs, welche die weiteren Messungen vorläufig unverwendbar machte, weil die Absorption für den Stern vom früheren Spektraltypus mehr als doppelt so stark war als für den vom späteren Typus. Sie betrug langsam wachsend für α Cephei 0^m03 bis 0^m04, für β 0^m07-0^m10. Trotzdem bleibt die Helligkeitsbewegung von β in den Messungen ganz deutlich und, abgesehen von der Parallelverschiebung, fast ungestört ausgesprochen. Gleichzeitig wurde es draußen etwas dunstig. Um 9^h15^m standen Wolkenstreifen am Himmel; um 9^h39^m wurden die Messungen durch Erschütterungen des Fernrohres durch Windstöße beeinträchtigt.

Als Extinktion ist die dreifache visuelle angebracht worden. Die zukünftigen Erfahrungen werden wahrscheinlich zeigen, daß man nicht länger mit einer mittleren Extinktion wird auskommen können, sondern als weitere unabhängige Variablen die meteorologischen Daten und den Spektraltypus wird einführen oder die jeweilige Extinktion direkt wird bestimmen müssen. Die Messungen wurden nach der Phase geordnet, von 0^d01 zu 0^d01 bzw. von 0^d02 zu 0^d02 geteilt und innerhalb dieser Intervalle gemittelt, wobei die unsicheren Messungen halbes Gewicht erhielten. Auf diese Weise sind folgende Normalhelligkeiten erhalten:

Phase	$\beta - \alpha$	B-K	Phase	$\beta - \alpha$	B-K
0 ^d 001	+0 ^m 104	-0 ^m 003	0 ^d 107	+0 ^m 184	0 ^m 000
0.018	+0.143	+0.003	0.126	+0.188	+0.002
0.039	+0.155	-0.002	0.145	+0.164	-0.007
0.054	+0.163	-0.003	0.154	+0.165	+0.008
0.064	+0.172	+0.001	0.162	+0.141	-0.001
0.076	+0.180	+0.005	0.173	+0.124	+0.002
0.092	+0.173	-0.008			

¹) Diese Lichtkurve ist in einem Nachtrag durch die nur unwesentlich abweichende, auf einer vermehrten Zahl von Messungen beruhende ersetzt worden. ²) Diese Werte sind entsprechend durch die genaueren Werte in dem Nachtrag zu ersetzen.

Diese Werte wurden zur Zeichnung der beigegebenen Lichtkurve¹⁾ benutzt. In den beiden Zusammenstellungen sind unter B-K die Abweichungen der Beobachtungen von dieser Kurve gegeben; sie betragen im Mittel für die Einzelwerte $\pm 0^m0084$, für die durchschnittlich aus 2.5 Einzelwerten gebildeten Normalhelligkeiten dagegen $\pm 0^m0035$. Aus der Lichtkurve liest man folgende Daten für den Lichtwechsel ab:

Maximum: Phase -0^d004 = 1913 August 5.342 M. Z. Gr. (heliozentrisch).

Max. - Min. = 0^d061 = 1^h28^m.

Im Maximum ist β 0^m100, im Min. 0^m186 schwächer als α ; die Amplitude ist also 0^m086²⁾. Der Charakter des Lichtwechsels ist offenbar von der Art, wie er bei den Sternhaufen-Veränderlichen und nahverwandten Sternen häufig ist; auch XX Cygni und die Antalgolsterne gehören bekanntlich zu dieser Klasse von Veränderlichen. Die Zugehörigkeit von β Cephei zu derselben war mir in Anbetracht des Spektraltypus dieses Sternes so unerwartet, daß ich sie längere Zeit nicht erkannte, zumal zwei der später ausgeschlossenen, verfehlten Messungen meine ursprüngliche Vermutung, daß β Lyrae-Typus (im weiteren Sinne) vorliege, zu bestätigen schienen. Die Ähnlichkeit mit den Antalgol- bzw. nahverwandten Sternen ist jedoch so groß, selbst in den Einzelheiten, wie z. B. in der Verlangsamung der Helligkeitsabnahme einige Zeit nach dem Maximum, ferner in den kleinen Wellen vor dem Minimum, die im Kurvenzug nicht berücksichtigt wurden — man vergleiche etwa die Lichtkurven von XX Cygni in der Arbeit von Herrn Dr. E. Kron (Potsd. Publ. Nr. 65) — daß kaum ein Zweifel an der Zugehörigkeit zu dieser Klasse von Veränderlichen noch bestehen kann. Es wäre nunmehr interessant zu wissen, ob der Stern ein ϵ -Stern ist; $f(m_1, m_2)$ ist bei ihm sehr klein. Ein ähnliches Objekt wie β Cephei dürfte übrigens wahrscheinlich β Canis majoris (Umlaufszeit 0^d25, Spektrum B1 usw.) sein.

Zum Schluß muß ich noch einige Bemerkungen über die visuellen photometrischen Messungen von 1911 machen. Ich leitete aus denselben die Epoche des deutlich ausgeprägten Minimums und Maximums mit der im Ap. J. 24 gegebenen genäherten Periode (0^d1904) ab und teilte ersteres Herrn Frost nebst der photoelektrischen Epoche von 1913 mit. Die Festsetzung der Epoche geschah völlig unbeeinflusst, denn ich hatte nicht den geringsten Anhaltspunkt dafür, wo für die Beobachtungen von 1911 die Epoche liegen müsse, da der von mir gebrauchte Periodenwert offenbar zu ungenau war, um die frühere Epoche mit der neueren verbinden zu können. Es wurde nun von Herrn Frost konstatiert, daß die beiden photometrischen Epochen fast genau dieselbe Periode ergeben wie die spektrographischen Ergebnisse. Nämlich es hat das aus den 13 visuellen Messungen von 1911 Aug. 3-10 vermutete Maximum die Epoche 1911 Aug. 3.375 M. Z. Gr. Nimmt man an, daß von da bis zur Epoche des neuen Maximums 1913 Aug. 5.342 3848 Perioden vollendet wurden, so ergibt sich die Periode zu 0^d190480, während aus den spektrographischen Daten 0^d190479 folgt. Es scheint danach, daß auch durch genügend zahlreiche

visuelle Messungen unter günstigen Umständen noch eine Veränderlichkeit bis herab zu $0^m 1$ festgestellt werden kann. Bei den damaligen Messungen von β Cephei waren, wie bei allen meinen Messungen an helleren Sternen, die Sternbildchen durch Vorsetzen sehr enger Blenden vor das Objektiv künstlich zu kleinen scharf begrenzten Scheiben vergrößert und für den Photometerstern ein Diaphragma gewählt worden, das diesem möglichst dieselbe scheinbare Größe gab. Durch diese Maßregel wird nach meinen Erfahrungen die Genauigkeit der Messungen, falls das benutzte Fernrohr nicht eine zu große Brennweite oder ein ungeeignetes Objektiv besitzt, beträchtlich erhöht. Man kann so die Genauigkeit einer Messung (8 Einstellungen) in günstigen Fällen auf $\pm 0^m 03$ bis $\pm 0^m 02$ treiben.

In der Reduktion der Messungen bin ich wiederum von Herrn *E. Rosch* unterstützt worden.

Berlin-Babelsberg, 1913 Sept. 9.

P. Guthnick.

Nachtrag.

Spätere Messungen von β Cephei gegen Ende September scheinen die Notwendigkeit einer Verkürzung der angenommenen (spektroskopischen) Periode um einen Betrag von rund 8^s anzuzeigen; vielleicht ist die Zahl der von einer Beobachtungssaison bis zur folgenden verfloßenen Umläufe um 1 zu klein angenommen worden. Die Vergleichung zweier photoelektrischer Epochen: 2419995.242 und 2420040.367 mit der visuellen Epoche von 1911 (2419252.375) und einer weiteren visuellen von 1902 (2416016.285), die sich recht deutlich aus den 8 Messungen der PD ergibt, wenn dieselben mittels der 9, allen 8 Zonen gemeinsamen, mit β Cephei nahe gleich hellen Zonensternen scharf reduziert werden, und die ebenfalls reell zu sein scheint, wenngleich die Amplitude sich hier größer ergibt als aus den Berliner Messungen, nämlich zu $0^m 25$, lieferte die neue, durch weitere Messungen zu prüfende Periode $0^d 190381$, welche die vier genannten Epochen wie folgt darstellt:

Ep.	o	B-R	+4 ^m		Ep. 20900	B-R	-4 ^m
»	16998	»	-4		» 21137	»	+3

Aus den photoelektrischen Messungen ergab sich nunmehr das neue Elementensystem:

Max. 1913 Aug. 5.347 m. Z. Gr. (2419985.347) + $0^d 190381 \cdot E$
 Max. + $0^m 106$, Min. + $0^m 180$, Amplitude $0^m 073$,
 $M-m$ $0^d 075 = 1^h 8$.

Vergleicht man mit demselben die mir von Prof. *Frost* zur Verfügung gestellte Geschwindigkeitskurve von 1912 April 29, so findet man:

V_{\min} $0^d 003$ nach dem Max. der Helligkeit
 V_{\max} $0^d 013$ vor dem Min. der Helligkeit.

Mit der neuen Periode sind die beiden graphischen Darstellungen (vergl. Tafel 3 Figur 2 und 3) der Messungen von 9 Abenden von August 5 bis September 30 erhalten worden. Die Messungen seit Aug. 27 bedurften wegen des seitdem abends regelmäßig eintretenden Anlaufens der Innenseite des Objektivs, in Verbindung mit der ziemlich beträchtlichen spektralen Verschiedenheit der beiden Sterne, konstanter Abendkorrekturen bis zu einigen Hundertstel Größen-

klassen, die näherungsweise angebracht sind. Seit Ende Sept. wird dieser durch die Feuchtigkeit in dem Neubau der Sternwarte verursachte Übelstand durch eine elektrische Heizung des Objektivendes des Fernrohres beseitigt. Die Außenseite des Objektivs ist durch eine große Taukappe geschützt. Natürlich ist durch diese Störung die durchschnittliche Abweichung einer Messung von der mittleren Kurve heraufgedrückt worden. Es ergibt sich für die Einzelmessung $\pm 0^m 0093$, für die aus durchschnittlich 3.3 Einzelwerten gebildeten Normalhelligkeiten $\pm 0^m 0041$; größte Abweichung $0^m 029$ bzw. $0^m 009$. Auf die Bestimmung der Einzelepochen selbst hat die erwähnte Störung wohl keinen wesentlichen Einfluß, da sie, wie angedeutet, im großen und ganzen nur eine Parallelverschiebung der Lichtkurve verursachte, und meistens zu Anfang der Messungen bereits eingetreten war.

Erläuterungen zu der Abbildung des photoelektrischen Meßapparates der Berliner Sternwarte.

Tafel 3, Fig. 1.

a Einstellmikroskop. Das Licht des Sternes wird durch ein rechtwinkliges Prisma, das auf einem Schlitten befestigt ist und mittels der Knopfstanze *c* aus dem Strahlengang herausgezogen werden kann, in das Mikroskop geworfen, wo der Stern bei richtiger Einstellung in der Mitte der Öffnung einer in der Fokalebene befindlichen Irisblende (Stellhebel bei *z*) erscheint. Die Beleuchtung ist die gewöhnliche Gesichtsfeldbeleuchtung vom Objektiv her.

b Rohransatz mit Milchglasfenster und Linse zur künstlichen Belichtung der Zelle. Dazu gehört eine horizontal zu montierende, mit Teilung versehene Schiene, auf der die künstliche Lichtquelle hin- und hergeschoben wird. Das Licht wird durch die außen versilberte Hypotenusenfläche des Einstellprismas auf die Zelle gebracht.

c vergl. *a*.

d Verschuß, der pneumatisch oder durch Hebel betätigt wird.

e Zellenkapsel, welche die eigentliche Zelle enthält. Sie ist nach dem Fernrohr hin mit einem durch Uviolglas- bzw. Quarzplatte¹⁾ verschlossenen Fenster versehen. Bei *w* eine der 4 Zentrierschrauben für die Justierung der Zelle.

f Zuleitung der negativen Spannung von einer Akkumulatorenbatterie zur Kalium(Natrium)kalotte der Zelle (Kathode).

g Zuleitung der Hilfsspannung von einer in dem durch Natrium innen trocken gehaltenen Kasten *l* untergebrachten Kadmiumbatterie zu den Influenzschneiden des Elektrometers *o*. Fortsetzung der Leitung durch *h* bezeichnet. Die Leitung ist durch die Bernsteinplatten *i* und *k* isoliert.

h, i, k, l vergl. *g*.

m Erdleitungen zur Erdung der Elektrometerbatterie, der als elektrostatischer Schutz dienenden Metallhüllen und der verschiedenen Instrumententeile. Alle Teile sind außerdem durch direkte metallische Berührung mit dem geerdeten Fernrohr geerdet.

n elektromagnetische Auslösung der Erdung der Leitung *x* zwischen der Zellenanode und dem Elektrometerfaden. Diese Leitung ist in einem Metallrohr eingeschlossen. Die Spule der Auslösung erhält Strom von einem Trockenelement

¹⁾ Mit Rücksicht auf die geplante Verwendung des Apparates an einem Silber- oder Nickel-Reflektor.

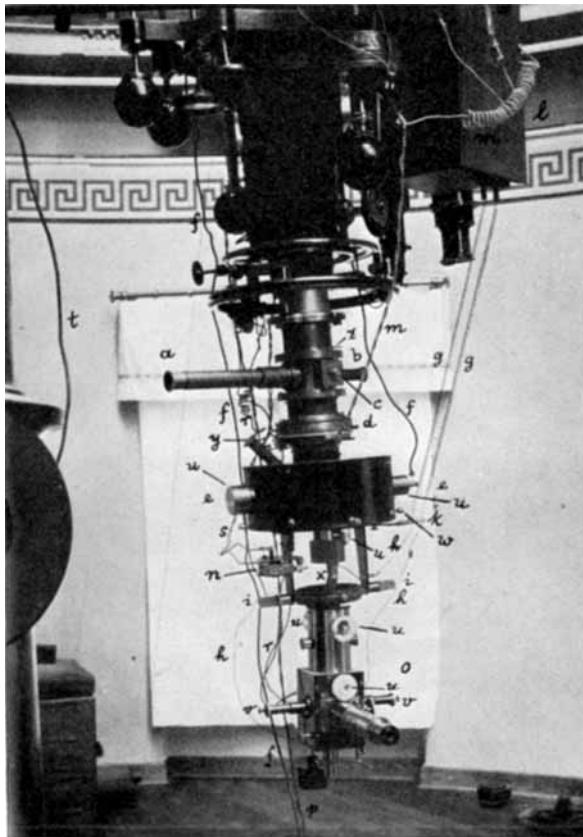


Fig. 1. *P. Guthnick*. Der photoelektrische Meßapparat der Berliner Sternwarte.

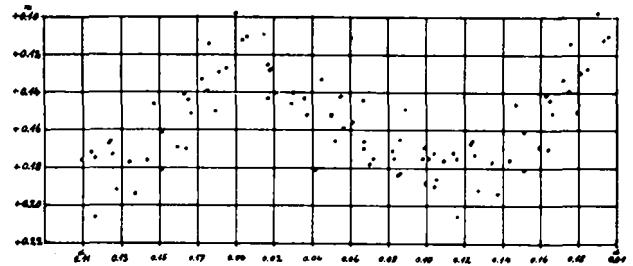


Fig. 2. *P. Guthnick*. β Cephei. Einzelmessungen.

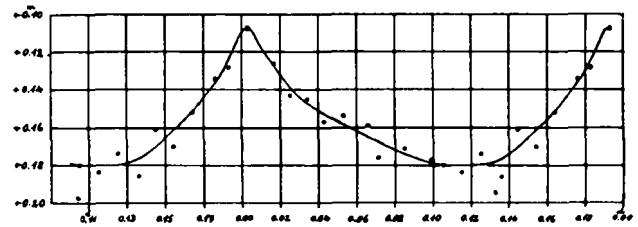


Fig. 3. *P. Guthnick*. β Cephei. Mittlere Lichtkurve.

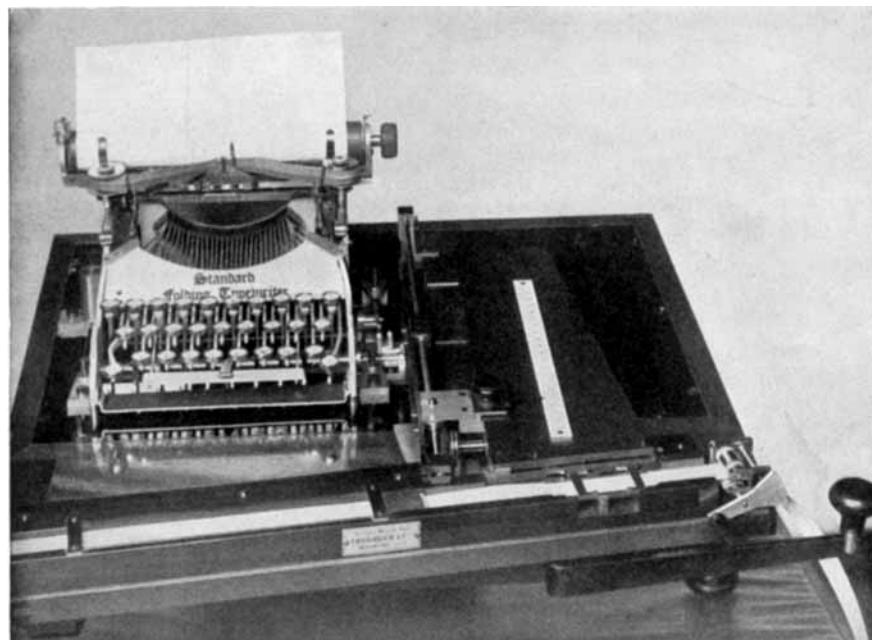


Fig. 4. *E. Grossmann*. Selbstschreibender Ableseapparat.

mittels der Leitung *s*; die Vorrichtung wird durch Taster (Leitung *p*) betätigt.

o Elektrometer; *v* Regulierung des Abstandes der beiden Influenzschneiden.

p vergl. *n*.

r Schwachstromleitung zur Gesichtsfeldbeleuchtung des Elektrometers mittels kleiner Glühlampe und Mattglasfensters.

s vergl. *n*.

t Teil der Erdleitung, die zur Unterstützung der durch das Fernrohr selbst gebildeten Verbindung mit der Erdleitung dient. Das ganze Instrument ist sorgfältig geerdet.

u Gefäße mit Natrium zum Trockenhalten der verschiedenen Bernsteinisolationen bezw. des Innern der Zellenkapsel.

v vergl. *o*.

w vergl. *e*.

x vergl. *n*.

y Verschiebbare Öffnung zur Beobachtung der Zelle.

z vergl. *a*.

Der die Einstellungs- vorrichtung enthaltende Teil des Apparates hat zwei mit Klemmen versehene Einrichtungen zur Drehung um die optische Achse. Das Elektrometer hängt in einem kardanischen Gehänge, dessen Achsenlager in letzter Zeit durch Kugellager ersetzt worden sind. Oberhalb des pneumatischen Verschlusses *d* befinden sich 4 Schlittenführungen zum Einführen von Lichtfiltern. Von einer Vorrichtung zur spektralen Zerlegung des Sternlichtes ist vorläufig abgesehen worden.

P. Guthnick.

Ein selbstschreibender Ableseapparat. Von *E. Grossmann.*

Für den Meridiankreisbeobachter bildet die Ablesung der Chronographenstreifen eine höchst lästige Zugabe; sie erfordert ebensoviel Zeit und Arbeit wie die Beobachtung selbst, und ohne Beihilfe eines Schreibers ist die Arbeit bei regelmäßiger Beobachtungstätigkeit unüberwindlich.

Der »Chronographe imprimant« gewährt insofern eine Erleichterung, als der Chronographenstreifen bereits die Beobachtungen in Sekunden und Bruchteilen derselben in Ziffern angibt. Über die Brauchbarkeit dieses Apparats, insbesondere bei dem Unpersönl. Mikrometer, bei dem die Signale sehr rasch aufeinander folgen, muß ich mich eines Urteils enthalten, da ich mir lediglich nach seiner Beschreibung ein solches nicht bilden kann. Große Verbreitung hat jedoch das Instrument nicht gefunden; man steht ihm wahrscheinlich mißtrauisch gegenüber, man hält es nicht für ratsam, den an sich schon sehr empfindlichen Chronographen noch weiter zu belasten. Ich habe aus diesem Grunde zur Entlastung des Beobachters den Ableseapparat benutzt, und zwar den von *Th. v. Oppolzer* konstruierten.

Verbindet man den Ableser mit einem Schreibmechanismus in der Weise, daß nach Einstellung des beweglichen Fadens auf das Beobachtungssignal eine einfache Manipulation, z. B. der Druck auf einen Knopf, genügt, um die Skalenangabe niederzuschreiben, so gewinnt man damit eine Reihe von Vorteilen:

1. Der Schreibehilfe wird überflüssig. Da dieser nicht überall und zu jeder Zeit zur Verfügung steht, so fällt dieser Vorteil bereits sehr ins Gewicht.

2. Das Auge braucht stets nur auf die Fäden des Ableasers gerichtet zu sein, es hat seine Akkommodation somit nicht fortwährend zu ändern. Die Arbeit ist folglich sehr viel weniger ermüdend für das Auge.

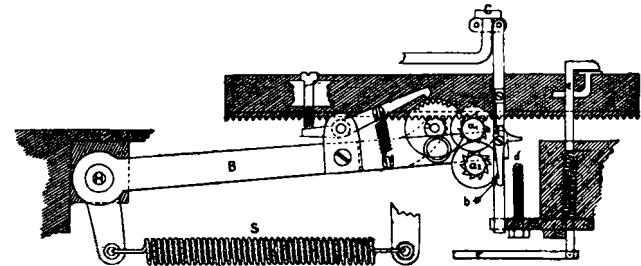
3. Die Ablesung der Skalenangabe sowie das Diktieren und Aufschreiben derselben fällt fort; man gewinnt also Zeit.

4. Ablesefehler sowie Gehör- und Schreibfehler des Gehilfen werden vermieden, ebenso auch Fehler parallaxtischer Natur, wenn die Spitze des Indexschiebers nicht scharf auf der Skala liegt.

Zur Anfertigung eines solchen Apparats habe ich mich an die bekannte Firma Favarger & Co. in Neuchâtel (vormals M. Hipp) gewandt, die sich hierzu sofort bereit erklärte. Nach mehrfachem Meinungsaustausch hat die Firma das

Problem in sehr geschickter und sinnreicher Weise gelöst. Fig. 4 auf Tafel 3 gibt eine Abbildung des Gesamtapparats.

Als Schreibmechanismus wurde eine gewöhnliche Schreibmaschine benutzt, da diese wegen ihrer massenhaften Herstellung billiger zu beschaffen war, als ein nur die Ziffern druckender Apparat, der ad hoc besonders hätte angefertigt werden müssen. Die Schreibmaschine bleibt auch als solche noch gebrauchsfähig. Bei häufigem Gebrauch des Ableasers empfiehlt es sich, eine gute und stabile Maschine zu wählen. Diese wurde in folgender Weise durch Favarger mit dem Ableser verbunden:



Der Indexschieber (vergl. obige Figur) trägt die Zahnstange *A*, die in ein Zahngetriebe eingreift, durch das bei Bewegung des Schiebers die beiden unter und längs der Klaviatur der Schreibmaschine liegenden Achsen *a*₁ und *a*₂ in Rotation versetzt werden. Die obere Achse *a*₁ dreht sich einmal, wenn der Schieber über 10 Partes (= 0,1) der Skala gleitet, und die untere Achse *a*₂ dreht sich einmal, wenn der Schieber über 100 Partes (= 1) gleitet; sie dreht sich jedoch nur sprungweise, da die Drehung durch ein Einzahnrad an der Achse *a*₁ besorgt wird.

Die Achsen tragen je 10 Nasen, die in der Längsrichtung so angeordnet sind, daß jeder Zifferntaste der Schreibmaschine eine Nase entspricht, und peripherisch sind sie um je 36° voneinander entfernt. Die Zifferntasten, *C*, liegen sämtlich in der obersten Reihe der Schreibmaschine; sie sind mit nach unten gerichteten Armen versehen, an denen sich die Winkelhebel mit den Nasen *b* befinden.

Das Getriebe mit den Achsen *a* liegt in dem Rahmen *B*, der um die Achse *H* drehbar ist und der für gewöhnlich durch die Spiralfeder *S* gegen die Zahnstange *A* gedrückt wird.