Untersuchungen über das 38-cm-Objektiv des Rothschild-Coudé der Universitätssternwarte Wien. Von *Adolf Hnatek*.

Der Plan, das Wiener Equatorial coudé auch für astrophysikalische und speziell spektrographische Arbeiten heranzuziehen und zu diesem Zweck seine Ausrüstung durch Beschaffung eines großen Spektrographen zu ergänzen, hat die Notwendigkeit mit sich gebracht, das Objektiv des Instrumentes einer eingehenden Prüfung zu unterziehen, einerseits um über seine Eignung für solche Arbeiten überhaupt entscheiden zu können, andererseits aber auch, um aus seinen optischen Qualitäten gleichzeitig das geeignetste Arbeitsprogramm für die astrophysikalischen Arbeiten herauszufinden und den Typus des Spektrographen selbst festzulegen.

Da das Objektiv für den optischen Teil des Spektrums korrigiert ist, war zur Entscheidung über die Möglichkeit eines Korrekionssystems für den Komplex der photographischen Strahlen zunächst eine Bestimmung der Farbenkurve nötig. Für diesen Zweck konnte wieder der schon früher bei meinen Versuchen zur Bestimmung effektiver Sterntemperaturen auf photographischem Wege*) in Verwendung gekommene Cooksche Spektrograph mit einem 60°- und zwei 30°-Prismen benutzt werden. Dieses kleine Instrument ist aber eigentlich ein für die Verwendung im Laboratorium konstruiertes Spektroskop, welches erst vor etwa 1½ Jahren durch Verbindung mit einer Kamera zum Photographieren eingerichtet worden ist, und, ursprünglich nicht für den Gebrauch am Fernrohr zu astronomischen Zwecken bestimmt, auch keine Haltevorrichtung besitzt. Nun habe ich zwar den Gang des Coudé-Uhrwerkes so gut als nur irgendwie möglich reguliert, doch zeigte sich immerhin schon bei den ersten Versuchen, daß der Regulator (Windflügel) ohne Sekundenkontrolle kaum je so wird eingestellt werden können, daß nicht minimale Schwankungen übrig bleiben. Bei solchen Regulatoren ist ja schon eine kleine Änderung des Gewichtszuges von Bedeutung. Allerdings wäre noch möglich und vielleicht sogar vorteilhaft gewesen, den Spektrographenspalt der täglichen Bewegung parallel zu stellen, doch hat sich auch da schon bei den ersten Versuchen meine frühere Erfahrung bestätigt, daß dieser Spektrograph nur dann keine großen Biegungen zeigt, wenn Kollimator und Kamera ungefähr in einer senkrechten Ebene liegen. Es blieb daher nichts anderes übrig, als den Spalt gänzlich zu entfernen und die fokalen Bilder direkt zu benutzen. Gerade in diesem Falle mußte aber die chromatische Korrektur des Kollimators in vollem Betrage in die Untersuchung eingehen, und damit wurde wieder eine Prüfung der chromatischen Abweichungen des Spektrographen erforderlich. Eine Untersuchung des ganzen spaltlosen Spektrographensystems in dieser Hinsicht mit Hilfe eines künstlichen Sterns, dessen Entfernung vom Kollimatorobjektiv bei fixer Einstellung der Kamera auf

Unendlich variiert wurde, hat ergeben, daß die für das Coudé-Objektiv erhaltenen Fokallängen in den einzelnen Wellenlängen schließlich noch um folgende Beträge korrigiert werden müssen:

bei $\lambda = 0.39 \mu$ um -4.3 mm	bei $\lambda = 0.54 \mu$ um -0.2 mm
0.40 -3.6	0.55 -0.1
0.41 -3.1	0.56 -0.1
0.42 -2.7	0.57 0.0
0.43 -2.3	0.58 0.0
0.44 -2.0	0.59 0.0
0.45 -1.7	0.60 $+0.05$
0.46 -1.4	0.61 $+0.05$
0.47 -1.2	0.62 $+0.05$
0.48 -1.0	0.63 0.0
0.49 -0.8	0.64 0.0
0.50 -0.7	0.65 0.0
0.51 -0.5	0.66 0.0
0.52 -0.4	0.67 -0.1
0.53 -0.3	

Aus 10 Aufnahmeserien, die wechselweise mit α Leonis und α Lyrae für den blauen Teil und α Bootis für den gelben und roten Teil des Spektrums auf Pinacyanol- und Panchromatic-B-Platten von Wratten & Wainwright an 7 Beobachtungsabenden erhalten worden sind, wurden nun die drei brauchbarsten ausgewählt und ausgemessen. Für die einzelnen Wellenlängen haben sich dabei folgende von den obigen chromatischen Fehlern des Spektrographensystems bereits befreiten Mittelwerte der Brennweiten des Coudé-Objektivs ergeben:

bei $\lambda = 0.398 \mu$	Brennweite: 933.9 cm
0.410 ($H\delta$)	932.4
0.422	931.0
0.434 ($H\gamma$)	930.1
0.458	929.2
0.486 ($H\beta$)	928.0
0.544	927.0
0.600	926.8
0.656 ($H\alpha$)	927.0

Diese Resultate liefern die in Figur 1 entworfene Kurve. Das Objektiv stellt also ein etwa zwischen den Linien B und E gut korrigiertes System dar, das im blauen Teil beträchtlich überkorrigiert ist.

Die weiteren Untersuchungen hatten sich in der Richtung zu bewegen, durch die Untersuchung eventueller Zonenfehler und die Prüfung auf Astigmatismus ein Bild der sphärischen Qualitäten des Objektivs zu gewinnen. Schon eine am 25. Mai 1911 vorgenommene visuelle Prüfung nach

*) A. N. 187.369.

der *Foucault'schen* Messerschneidenmethode — photographisch war diese Prüfung mangels geeigneter Hilfsmittel damals nicht gut durchführbar —, hat gezeigt, daß nennenswerte Zonenfehler kaum vorhanden sein dürften. Das Objektiv zeigte sich, wenn die Messerschneide an der richtigen Stelle an das Brennpunktbild herangebracht wurde, stets fast vollständig gleichmäßig beleuchtet und zwar der Art der chromatischen Korrektur entsprechend hinter der Schneide rot, im freien Teile blau. Es schien auch, als würde diese Beleuchtung beim Übertritt des Sternscheibchens unter die Schneide ganz gleichmäßig verschwinden. Dieses Resultat mußte aber deswegen als relativ unsicher und nicht ausschlaggebend bezeichnet werden, da ja, wie *Hartmann*¹⁾ gezeigt hat, gerade diese Methode ihre vollständige Empfindlichkeit erst bei Anwendung der Photographie annimmt. Außerdem war die Luft an diesem Abend äußerst unruhig und die Szintillation sehr stark, so daß die Beleuchtung des Objektivs infolge der ständig vorbeiziehenden Luftschlieren die für solche Untersuchungen wünschenswerte Ruhe nicht besaß. Da auch kaum zu erwarten war, daß die nächsten Tage eine wesentliche Besserung bringen würden, wurde daher sofort zur Untersuchung des Systems mit der *Hartmann'schen* Löcherblende übergegangen.

Zunächst handelte es sich darum, Größe und Zahl der Blendenöffnungen zu erwägen und dem zu untersuchenden Objektiv anzupassen. Allerdings ist bei derartigen Arbeiten eine möglichst große Zahl von Öffnungen erwünscht, damit möglichst viele Teile des Objektivs gleichzeitig untersucht

werden können, doch tritt eine Begrenzung schon durch die auftretenden Beugungserscheinungen ein, die um so fühlbarer werden, je kleiner die Lochdurchmesser sind, schließlich die Meßgenauigkeit empfindlich beeinträchtigen und die Verwendung von ihrer Größe nach unter ein bestimmtes Maß herabgehenden Öffnungen ausschließen. Auch wird sich die Zahl der Öffnungen in gewissem Sinne darnach richten müssen, wie weit der Okularauszug verschoben werden kann, denn je größer das extrafokale Blendenbild erhalten werden kann, je weiter man also aus dem Fokus herausgehen kann, desto sicherer werden sich im Bilde auch noch näher stehende Öffnungen trennen und vermessen lassen. Beim Wiener Equatorial coude, wo der Auszug nur um 15 cm verändert werden kann, wo also dann, wenn die Kamera so dimensioniert wird, daß die beste Gelbfokussierung etwa in die Mitte des Auszugs zu liegen kommt, nur etwa 7 cm innerhalb und außerhalb des Fokus zur Verfügung stehen, kann das extrafokale Bild bei 38 cm Objektivöffnung und 927 cm Brennweite nur einen Durchmesser von noch nicht ganz 3 mm erreichen, und die Zahl der Blendenöffnungen erleidet dadurch ganz wesentliche Einschränkungen. Ich bin schließlich bei einer Blende geblieben, welche für die Radien von 5.5 cm und 16.5 cm bei den Positionswinkeln 0°, 60°, 120°... und für den Radius von 11.0 cm in den Positionswinkeln 30°, 90°, 150°... je 3 cm im Durchmesser haltende Öffnungen besitzt. Diese Blende wurde stets so aufgelegt, daß der Positionswinkel 0°, bei nach Osten gewendetem Objektiv, die Richtung der optischen Achse zwischen den beiden Spiegeln einnahm.

Diese weiteren Untersuchungen haben sich infolge der schon oben erwähnten Wirkungen der Luftunruhe ebenfalls ziemlich langwierig gestaltet. Schließlich gelang es doch, aus je zwölf Aufnahmen innerhalb und außerhalb des Fokus auf im ganzen 17 Platten, die an zehn Beobachtungsabenden gewonnen worden sind, zwei der besten Serien herauszufinden und auszumessen.

Da das Equatorial coude übrigens schon vor Jahren die Eigenschaft gezeigt hatte, an einer bestimmten Stelle des Gesichtsfeldes gegen den Rand desselben hin farbig umsäumte Bilder zu geben, wurden die Aufnahmen mit der *Hartmann'schen* Blende gleich nach den ersten Versuchen in der Weise ausgedehnt, daß jede Aufnahmeserie nicht nur Bilder auf der optischen Achse, sondern auch Aufnahmen in einer Entfernung von etwa 3 cm von derselben an vier um 90° voneinander abstehenden Punkten (0°, 90°, 180°, 270° von N über W gezählt) enthielt. Die eigentümliche Farbererscheinung bestand darin, daß helle Objekte von nicht zu großer Fläche (Jupiter) an der Grenze des Gesichtsfeldes bei etwa 90° an dem einen nach außen gerichteten Rand unscharf und blau umsäumt erschienen. Diese Erscheinung ist jetzt nur in sehr geringem Grade merkbar, und es kann vielleicht angenommen werden, daß sie entweder durch eine andere Lagerung des Objektivs, welches behufs Reinigung auseinander genommen worden war, oder durch irgendeine Veränderung an den Spiegeln bei der Neuversilberung auf das jetzige Minimum herabgedrückt worden ist.

Die Resultate der Ausmessung einer am 5. Juni er-

¹⁾ Publ. des Astroph. Obs. in Potsdam Bd. 15.

haltenen Serie sind nun in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Zu den Zahlen dieser Tabelle ist zu bemerken, daß die unter Fokussierung gegebenen Werte den Einstellungen an der Skala des Okularstutzens entsprechen. Diese Skala läuft von 1–15 cm in genauer Millimeterteilung, so zwar, daß der Einstellung bei 15 der längste mögliche Auszug entspricht. Die einzelnen Zahlen sind nach der Formel:

$$F = 1 + 14 d_1 : (d_1 + d_{15})$$

gerechnet, wo F die beste Einstellung bedeutet, welche sich für die betreffenden zwei diametral gegenüberliegenden Blendenöffnungen ergibt, d_1 und d_{15} aber die Entfernungen dieser beiden Öffnungsbilder auf der Platte bei den Einstellungen 1 resp. 15 bezeichnen. Die Ausmessung erfolgte am Stereokomparator der Wiener Sternwarte. Die aus unsicheren Messungen erhaltenen Werte sind eingeklammert.

Hartmannsche Blende		Fokussierung					
Entfern. der Öffn. v. Blenden-Zentr.	Positionswinkel	In der optischen Achse	Am Rande des Gesichtsfeldes in 3 cm Abstand von der optischen Achse in den Positionswinkeln				Mittel
			0°	90°	180°	270°	
cm							
5.5	0°	7.0	6.9	7.1	(7.4)	6.9	6.97
16.5		7.5	7.5	7.4	7.4	7.5	7.46
11.0	30	7.5	7.4	7.5	7.5	7.6	7.50
5.5	60	7.0	6.8	6.8	7.0	6.7	6.86
16.5		7.5	7.6	7.5	7.6	7.7	7.60
11.0	90	7.9	8.0	8.0	7.7	7.9	7.90
5.5	120	7.8	7.7	8.1	7.7	7.8	7.80
16.5		7.8	7.9	7.9	7.8	7.8	7.85
11.0	150	7.7	7.7	(7.9)	(7.9)	7.8	7.73

Aus diesen Werten ergibt sich zunächst, daß in der Mitte des Objektivs bei $r = 5.5$ cm ein kleiner Zonenfehler vorhanden zu sein scheint, der sich in den Positionswinkeln 0° und 90° ziemlich deutlich zeigt, wenn man überall den Wert für die optische Achse und die vier Resultate für den Rand des Gesichtsfeldes in ein Mittel vereinigt. Erwägt man aber, daß die Entfernung je zweier zusammengehöriger Bilder dieser innersten Blendenöffnungen auf der Platte nur etwa 0.8 mm betragen konnte, so wird man bei der Schwierigkeit der Ausmessung so nahe beieinander liegender, infolge der Beugung noch obendrein nicht völlig scharfer Scheibchen mit voller Sicherheit einen solchen Zonenfehler nicht annehmen dürfen, umsomehr als sich derselbe beim Positionswinkel 120° nicht mehr zeigt. Ein solcher Zonenfehler hätte übrigens eine Verkürzung der Brennweite von nur etwa 5 mm im Gefolge und würde bei dem geringen Öffnungsverhältnis des Objektivs daher nur eine ganz minimale Vergrößerung des Sternscheibchens verursachen können.

Zieht man die übrigen Zahlen getrennt für die optische Achse und die einzelnen Teile des Gesichtsfeldes in Kurven aus, so zeigt sich innerhalb der Meßgenauigkeit eine gute Gleichmäßigkeit über das ganze Gesichtsfeld. Die vor Jahren oft unangenehm fühlbar gewordene Erscheinung stark blauer Ränder an einer bestimmten Stelle des Gesichtsfeldes kann also durch eine abnormale Bildwölbung nicht hervorgerufen

worden sein, und man wird ihre Ursache anderswo suchen müssen. Ohne entsprechende spektrographische Hilfsmittel wird dieser Erscheinung jedenfalls nur schwer beizukommen sein, und es muß Aufgabe späterer Versuche bleiben, ihre Ursache klarzulegen. Für astrophysikalische Arbeiten in der optischen Achse, also speziell für spektrographische Zwecke, ist sie übrigens von keinerlei Nachteil.

Da sich also systematische Differenzen in den Einstellungen für die optische Achse und den Gesichtsfeldrand nicht nachweisen ließen, wird man die einzelnen auf einer Horizontalreihe stehenden Zahlen der Tabelle in Mittelwerte vereinigen dürfen. Trägt man diese in der obigen Tafel bereits mit aufgenommenen Mittel nach Ausschluß der für $r = 5.5$ cm gegebenen unsicheren Zahlen graphisch nach der Einstellung und nach φ auf, so erhält man die in Figur 2 dargestellte Kurve. Dieselbe besagt, daß das Instrument einen nach den Ebenen $\varphi = 15^\circ$ und $\varphi = 105^\circ$ gerichteten Astigmatismus besitzt, der in der Einstellung eine Differenz von etwa 5 mm ergibt und zwar so, daß der geringste Auszug bei $\varphi = 15^\circ$ erforderlich wird, dort also die kürzeste Brennweite vorhanden ist.

Es fragt sich nun, wo die Ursache dieses Astigmatismus gesucht werden muß und ob derselbe irgendwie beseitigt werden kann; das Equatorial coudé ist ja schließlich kein einfaches nur aus Objektiv und Okular bestehendes optisches System, und der Fehler kann ebensowohl im Objektiv selbst als auch in den beiden Spiegeln liegen. Es war mir schon von früher her bekannt, daß es sich zur Besserung der Bilder stets empfohlen hat, die das Fernrohr umschließende Kabane schon längere Zeit vor der Beobachtung durchzulüften. Wie ich mich selbst oft zu überzeugen Gelegenheit hatte, herrscht an heiteren Tagen infolge der intensiven Sonnenstrahlung im Kabanenraum meist eine geradezu drückende Hitze und Temperaturen von $+40^\circ$ bis $+45^\circ$ C in demselben sind dann fast die Regel. Daß unter solchen Umständen schädliche Einflüsse durch die Erwärmung der beiden Planspiegel Platz greifen müssen, ist klar, umsomehr als dieselben bei ihrer Dicke von 8 resp. 9 cm kaum bald gleichmäßig durchwärmt oder bei kurzer Lüftung kaum rasch und gleichmäßig genug durchgekühlt sein können. Daß speziell Spiegel von größeren Dimensionen infolge ihrer größeren Dicke bei Erwärmung über die normale Temperatur fast immer schlechtere Bilder zu geben pflegen, ist übrigens auch schon mehrfach beklagt worden. Wenn aber auch die beiden oben ausgemessenen Platten aus einer Nacht stammen, der ein trüber Tag vorausging, so daß eine besonders hohe Temperatur im Kabanenraum damals tagsüber nicht erreicht worden ist, so kann doch immerhin die stärkere Ausstrahlung in den klaren Abendstunden eine ungleichmäßige Weiterkühlung hervorgerufen haben. Zudem hat *Hartmann*¹⁾ vor nicht allzulanger Zeit gezeigt, daß die Durchkühlung selbst bei einem kleineren Objektiv von 30 cm Öffnung noch kaum so rasch vor sich geht, als man bisher anzunehmen geneigt war, und daß selbst noch nach 24^h mit Hilfe der Messerschneidenmethode durch Temperaturdifferenzen hervorgerufene, ziemlich starke Luftschlierenbildungen beobachtet werden konnten. Wenn man in unserem Falle dazu bedenkt, daß die beiden Coudéspiegel

¹⁾ Publ. des Astroph. Obs. zu Potsdam Bd. 15.

einen Durchmesser von 54 cm resp. 42 cm bei einer Dicke von 9 cm resp. 8 cm besitzen, drängt sich die Meinung auf, daß selbst ein mehrstündiges Durchlüften kaum noch genügenden Erfolg bieten kann, und daß sogar das Dazwischentreten eines kühlen, regnerischen Tages ohne Sonnenstrahlung vielleicht noch nicht ausreichend sein wird, die Temperatur der Spiegel so gleichmäßig zu gestalten, daß ihre Oberfläche von schädlichen Krümmungen frei wird.

Ein zweites zur Ausmessung geeignetes Plattenpaar konnte insofern Klarheit bringen, als dasselbe an einem Abend, 6. Juni 1911, gewonnen worden ist, wo am Nachmittag die Temperatur des Kabanenraumes auf über 40° gestiegen war und die Durchlüftung erst etwa eine Stunde vor der Beobachtung begonnen hatte. Gleichzeitig ist das Objektiv bei dieser Aufnahme um 120° gedreht, die *Hartmannsche* Blende aber ohne Rücksicht auf diese Drehung in ihrer früheren, oben beschriebenen Stellung aufgelegt worden. Die Messungen sind in derselben Weise wie oben in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Hartmannsche Blende		Fokussierung					
Entfern. der Öffn. v. Blenden-Zentr.	Positionswinkel	In der optischen Achse	Am Rande des Gesichtsfeldes in 3 cm Abstand von der optischen Achse in den Positionswinkeln				Mittel
			0°	90°	180°	270°	
cm							
5.5	0°	7.3	7.1	7.5	7.3	7.3	7.30
16.5		7.5	7.3	7.5	7.4	7.5	7.44
11.0	30	7.8	7.6	7.8	7.8	7.8	7.76
5.5	60	7.2	7.0	7.2	7.3	7.4	7.22
16.5		8.0	(7.7)	8.1	(8.5)	8.3	8.13
11.0	90	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3	8.36
5.5	120	8.1	8.1	(8.5)	8.3	8.2	8.20
16.5		8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	8.28
11.0	150	8.0	7.9	8.0	8.0	8.0	8.00

Ebenso wie früher zeigen auch diese Platten wieder die völlige Übereinstimmung zwischen optischer Achse und Gesichtsfeldrand. Auch der schon oben besprochene scheinbare Zonenfehler im Objektivzentrum gibt sich merkwürdiger Weise wieder bei den Positionswinkeln 0° und 90° zu erkennen und verschwindet so wie bei den früheren Aufnahmen ebenfalls bei 120°. Da das Objektiv aber bei dieser Aufnahme um 120° gedreht worden war, könnte man diesen Fehler also auch dann, wenn man ihn als aus der Messung sicher folgend bezeichnen wollte, kaum im Objektiv suchen dürfen.

Wie aus der mit den Mitteln aus den übrigen Zahlen

in derselben Weise wie früher konstruierten astigmatischen Kurve geschlossen werden kann (Fig. 3), ist der Astigmatismus, der sich infolge der Drehung des Objektivs ebenfalls um 120° hätte mitdrehen sollen, an derselben Stelle geblieben. Dieser Fehler kann daher ebensowenig im Objektiv gelegen sein, wie der erwähnte Zonenfehler, und man wird nach den bisherigen Ergebnissen bereits behaupten dürfen, daß das Objektiv selbst praktisch fehlerlos sei. Aus der Kurve des Astigmatismus (Fig. 3) läßt sich aber gleichzeitig erkennen, daß sich die Differenz zwischen den besten Fokussierungen in den beiden astigmatischen Hauptebenen für diese zweite Aufnahmeserie auf ca. 10 mm, also etwa auf den doppelten Betrag des früheren Wertes vergrößert hat. Da die Kabane nun vor dieser zweiten Aufnahme nur kurze Zeit gelüftet worden ist, gewinnt die Befürchtung, daß zwischen der Temperatur des Kabanenraumes, damit also auch der der Spiegel selbst und der Bildqualität ein Zusammenhang besteht, bedeutend an Wahrscheinlichkeit. Tatsächlich hat sich auch später aus der Ansicht der Bilder konstatieren lassen, daß dieselben zweifellos in der erwähnten Weise beeinflusst werden. Ventilationseinrichtungen werden daher sicher geeignet sein, den Astigmatismus zu beseitigen oder wenigstens zu vermindern.

Wenn so eine Temperaturerhöhung von einer Steigerung des Astigmatismus begleitet zu sein scheint, kann immerhin ein Teil des Fehlers noch in einem anderen Umstande, in der Art der Versilberung selbst, vermutet werden. Bei der im heurigen Frühjahr vorgenommenen Neuversilberung ist das Gautiersche Rezept¹⁾ befolgt worden. Der Silber Niederschlag bildet sich dabei im Verlaufe von wenigen Minuten. Infolge der Schnelligkeit des Prozesses dürfte aber das Silberkorn ungleich gröber sein, als bei einem langsamer wirkenden Verfahren. Von der Größe dieses Kornes nun hängt aber, wenn schon nicht der beobachtete Astigmatismus, so doch die Güte der Bilder resp. die Größe des fokalen Beugungsscheibchens ab. Außerdem konnte aber bei der Versilberung bemerkt werden, daß sich der Niederschlag nicht an allen Stellen der Spiegel gleichzeitig und gleichmäßig anlegte, und einzelne an den Spiegelrändern so ziemlich diametral gegenüberliegende Stellen schienen einen Vorsprung zu gewinnen. Da überdies bei jedem Spiegel eine doppelte Versilberung nötig war, ist nicht unmöglich, daß auch der zweite Niederschlag ungleichmäßig und vielleicht in demselben Sinne erfolgt ist. Die dadurch hervorgerufenen allerdings nur minimalen Unterschiede in der Dicke der Silberschicht haben also vielleicht in den Spiegeln schwache Krümmungen erzeugt, die trotz ihrer Geringfügigkeit bei der Größe der Brennweite sehr störend

¹⁾ Dieses Rezept lautet:

Lösung A: 300 g Zucker und 15 g Weinstein werden in 1500 g Wasser gekocht und dann 300 g Alkohol und 1200 g destilliertes Wasser hinzugefügt

Lösung B: 3000 g Wasser + 120 g Silbernitrat

Lösung C: 300 g kaustisches Kali + 3000 g Wasser

Lösung D: 180 g salpetersaures Ammoniak + 3000 g Wasser.

Der mit Salpetersäure von noch anhaftendem Silber befreite Spiegel wird gewaschen, mit Alkohol und Ätzkali gereinigt und mit destilliertem Wasser gut gespült. Eine Mischung von 600 A und 600 C wird in eine kupferne Wanne gegossen, hierauf eine Mischung von 600 D und 600 B hinzugefügt, der Spiegel mit der Oberfläche nach unten sofort eingetaucht, auf Keile gestellt und geschaukelt. Tropfenweiser Zusatz von Formaldehyd beschleunigt eventuell den Versilberungsprozeß. Der Spiegel wird hierauf gut gespült und zum Trocknen gestellt. Sollte der Niederschlag noch zu dünn sein, so kann der Prozeß in derselben Weise nochmals ohne Entfernung der ersten Silberschicht vorgenommen werden.

einwirken können. Es ist leider nicht gut möglich, mit den schweren, noch obendrein in massiven gußeisernen Fassungen verschraubten Spiegeln Drehungen zur Klarlegung dieser Umstände vorzunehmen. Überdies würde sich dabei lediglich bestimmen lassen, welcher Spiegel Schuld trägt, und auch nur die eventuelle Summe aus den durch die vielleicht vorhandenen Glaskrümmungen und die wechselnde Dicke der Silberschicht hervorgerufenen Fehlern finden lassen. Zur Festlegung der Fehlerbeträge wird es sich daher empfehlen, zunächst die *Foucault'sche* Methode zur Bestimmung der Art der Fehler heranzuziehen und dann erst die beiden Möglichkeiten, ungleiche Dicke der Silberschicht und Krümmungen der Glasoberfläche selbst zu erörtern. Letzteres wird aber leicht bei der in wenigen Monaten vorzunehmenden Neuversilberung vorgenommen werden können, wo es möglich sein wird, die silberfreien Flächen genauer zu untersuchen. Jedenfalls wird bei dieser Gelegenheit auch die Wirkung langsamerer Versilberungsprozesse studiert werden müssen. Eine an den Spiegeln vorzunehmende Veränderung, die sicher recht zeitraubend wäre, würde sich jetzt schon deswegen nicht empfehlen, weil das Instrument momentan Untersuchungen an veränderlichen Sternen dient, die eine Unterbrechung nicht gut zulassen. Versuche mit fokalen Aufnahmen von α Lyrae unter Vorschaltung eines Gelbfilters und unter Verwendung orthochromatischer und panchromatischer Platten haben übrigens ergeben, daß sich eine Einstellung finden läßt, welche nicht übermäßig große und ziemlich runde Sternscheibchen ergibt.

Zur Bestimmung des photographischen Nutzeffektes für das Instrument, sowohl bei gewöhnlichen photographischen Aufnahmen als auch bei spektographischen Arbeiten habe ich auf demselben Wege, den schon *Hartmann*¹⁾ gelegentlich der mehrfach erwähnten Untersuchungen über den großen Potsdamer Refraktor eingeschlagen hat, versucht, das Verhältnis zwischen den Leistungsfähigkeiten des Wiener photographischen Refraktors und des Equatorial coudé zu ermitteln, allerdings unter der Annahme, daß sich, wie ja erwartet werden darf, alle beobachteten Fehler des letzteren auf ein Minimum werden herabbringen lassen.

Ist O der Objektivdurchmesser und F die Brennweite, so ist bekanntlich der Durchmesser des fokalen Beugungsscheibchens bei einem ideal korrigierten Objektiv

$$d = 2.44 \lambda \cdot F : O.$$

Aus der etwa dreimal größeren Brennweite des Coudéobjektivs und seinem nur um ein geringfügiges größerem Durchmesser folgt also unmittelbar, daß die Beugungsscheibchen am Coudé etwa dreimal größer sein müssen als für den photographischen Refraktor, und die dadurch bewirkte geringere Leistungsfähigkeit wird verschiedene Arbeiten ungünstig beeinflussen müssen.

Berücksichtigt man noch die Szintillationsgröße σ^2), so erhält man nach den *Hartmann'schen* Überlegungen für den Verlust an Größenklassen beim Equatorial coudé im Vergleich zum photographischen Refraktor, wenn gleichzeitig vorausgesetzt wird, daß das Coudé-Objektiv durch ein Kor-

reaktionssystem auf die photographischen Strahlen bei $\lambda 4000$ nachkorrigiert worden ist:

für $\sigma = 0''$	1 ^m 62
1	1.65
2	1.68
4	1.71
6	1.74

Diese Zahlen werden aber jedenfalls einer kleinen Korrektur nach oben hin bedürfen, da das Verhältnis zwischen der Absorption im Objektiv des photographischen Refraktors und den durch die Spiegelreflexion und die Absorption im Coudé-Objektiv verursachten, sicher etwas größeren Lichtverlusten nicht bekannt ist und daher der Einheit gleich angenommen wurde. Die Verschlechterung kann aber kaum besonders hoch ausfallen, da verschiedene Vergleiche zwischen an beiden Instrumenten aufgenommenen Platten auf ungefähr dieselben Werte zu führen scheinen.

Bedeutend geringer aber wird der Verlust an Größenklassen beim Equatorial coudé, wenn man beide Instrumente bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit bei spektographischen Arbeiten vergleicht. Man erhält

für $\sigma = 0''$	Verlust an Größenklassen	0 ^m 69
1		0.70
2		0.72
4		0.73
6		0.75

Auch diese Zahlen werden bei genauer Berücksichtigung der Absorptions- und Reflexionsverluste um ein geringes höher zu stellen sein.

Wenn so der Wiener photographische Refraktor für spektographische Zwecke seiner größeren Leistungsfähigkeit wegen vorzuziehen wäre, so sind doch wieder mehrfache Gründe gegen eine derartige Verwendung vorhanden: Die eiserne, den Achsenteil des Instrumentes tragende Säule ist viel zu schwach geraten, — ein leichter Schlag mit der Hand auf dieselbe, oder schwacher Wind (Stärke 2 der zehnteiligen Skala), der durch den Kuppelspalt die Taukappe trifft, genügen ja bereits, das ganze Instrument in merkbare Schwingungen zu versetzen — und man würde daher das Ansetzen eines schweren Spektrographen und die damit verbundenen durchgreifenden Änderungen der Ausbalanzierung an Fernrohr und Gegengewicht mit Aussicht auf Erfolg nur schwer vornehmen können. Außerdem ist bei diesem Montierungstypus für Sterne nördlich vom Zenit im Meridian stets umzulegen, und wenn schon gewöhnliche Aufnahmen hierdurch unangenehm beeinflusst werden können, trifft dies in noch weit höherem Maße bei spektographischen Aufnahmen zu, wo in einem solchen Falle weitgehende Biegungsänderungen befürchtet werden müssen. Die geringere optische Güte des Equatorial coudé, die sich jedenfalls durch weitere Versuche mit den Spiegeln, wie schon oben besprochen, noch bedeutend verringern, wo nicht ganz beseitigen lassen wird, kompensiert sich aber durch die vollkommen feste und stabile Bauart des Instrumentes und nicht zuletzt durch die Unveränderlichkeit des letzten Teiles der optischen Achse, einen

¹⁾ Publ. des Astroph. Obs. in Potsdam Bd. 15.

²⁾ Siehe deren Bestimmung von *Exner* und *Villiger*, Sitzungsber. d. Wiener Akad. der Wiss. 111.

Umstand, der es ermöglichen wird, einen Spektrographen im Beobachtungszimmer fest und ohne Verbindung mit dem Instrument selbst aufzustellen, welcher damit vollständig biegungsfrei wird. Die größeren Durchmesser der fokalen Beugungsscheibchen aber lassen sich auf jeden Fall noch immer dadurch unschädlich machen, daß man dem Kollimator eine möglichst lange Brennweite gibt und dadurch imstande sein wird, mit relativ großen Spaltbreiten zu arbeiten. Wenn übrigens angenommen werden darf, daß die Güte der Bilder noch bedeutend wird gesteigert werden können, muß gerade die Möglichkeit größerer Spaltbreiten geeignet sein, infolge

Wien, im Juli 1911.

der dabei geringeren Lichtverluste kürzere Expositionszeiten zu erzielen. Die Eignung des Wiener Equatorial coude für spektrographische Arbeiten erscheint somit erwiesen, und es folgt, daß es in mancher Hinsicht sogar wesentliche Vorteile bieten wird. Nach Beiseitstellung des photographischen Refraktors würde übrigens auch kaum eine andere Wahl bleiben, da sowohl der 12-zöllige als auch der 27-zöllige Refraktor der Wiener Sternwarte trotz ihrer jetzt ungleich besseren optischen Qualitäten die Unterbringung eines größeren Spektrographen schon wegen Raummangels in den betreffenden Kuppeln gänzlich ausschließen würden.

Adolf Hnatek.

Mitteilungen über kleine Planeten.

Aufnahmen auf der Königstuhl-Sternwarte.

1911 Aug. 24.

Planet	M. Z. Kgst.	α 1911.0	δ 1911.0	Gr.	Bb.
(609) [1906 VF]	10 ^h 55 ^m 6	22 ^h 29 ^m 5	— 8° 7'	13 ^m 0	K
1911 MJ	»	22 37.2	— 9 25	12.5	»

1911 MJ, entdeckt auf der Aufnahme von Aug. 26, ist auch auf dieser Platte gefunden worden.

1911 Aug. 27.

(559) Nanon	13 43.3	0 56.3	— 7 21	12.7	K
(416) Vaticana	»	1 0.5	— 11 34	12.0	»

Tägl. Bew.: (559) — 0^m 3 — 5', (416) — 0^m 5 — 7'.

1911 Aug. 28.

1911 MN (neu)	10 18.0	21 14.1	— 19 0	13.0	K
1911 MO (neu)	»	21 15.8	— 17 21	12.0	»
(676) [1909 FN]	»	21 18.3	— 13 5	13.2	»
1911 MP (neu)	»	21 25.9	— 18 32	13.3	»
(24) Themis	13 29.0	23 26.4	— 4 32	11.4	M
(44) Nysa	»	23 42.7	— 5 37	10.0	»

Tägl. Bew.: MN — 0^m 6 — 3', MO — 0^m 7 — 13', MP — 0^m 7 — 2', (24) — 0^m 7 — 4'.

1911 Aug. 31.

(676) [1909 FN]	11 29.1	21 16.4	— 13 32	12.6	K
(506) Marion	14 28.3	22 59.6	+ 8 7	12.8	K
1911 MQ (neu)	»	23 4.2	+ 11 56	13.1	»
(205) Martha	»	23 6.1	+ 7 36	12.6	»

Tägl. Bew.: MQ — 0^m 8 + 2', (205) — 0^m 9 — 6'.

1911 Sept. 1.

(442) Eichsfeldia	13 21.1	22 41.3	— 12 42	12.0	M
(656) [1908 BU]	14 48.5	23 35.4	— 2 30	13.2	K
(44) Nysa	»	23 39.6	— 6 3	10.1	»
(328) Gudrun	»	23 50.6	— 1 54	12.2	»

Tägl. Beweg.: (442) — 0^m 7 — 5', (656) — 0^m 6 — 3', (328) — 0^m 9 — 1'.

1911 Sept. 2.

(89) Julia	12 55.4	22 39.8	+ 8 48	8.9	M
(506) Marion	»	22 57.8	+ 7 58	12.3	»
1911 MR (neu)	13 19.2	23 2.2	— 13 5	13.1	K
(600) [1906 UM]	»	23 7.1	— 12 23	12.8	»
(649) [1907 AF]	»	23 13.1	— 13 25	13.0	»

Tägl. Bew.: MR — 0^m 8 — 3', (600) — 0^m 8 — 9', (649) — 1^m 1 + 6'.

Königstuhl-Sternwarte, Heidelberg, 1911 Sept. 5.

A. Massinger, F. Kaiser.

Observations of minor planets photographed with the Franklin Adams Star Camera.

Planet	1911 Berl. m. t.	α 1911.0	δ 1911.0	Mag.
(40) Harmonia	June 4.475	16 ^h 18 ^m 30 ^s 7	— 18° 10' 7	9 ^m 0
(111) Ate	»	16 28 3.6	— 28 11.4	10.5
(116) Sirona	»	15 50 20.1	— 20 9.7	10.0
(301) Bavaria	»	16 21 58.3	— 13 41.6	13.0
(674) Rachele	»	16 12 36.8	— 24 18.8	10.0
(347) Pariana	June 21.342	14 42 41.9	— 7 27.9	10.5
(61) Danaë	July 28.365	17 37 45.8	— 45 4.6	10.5

Transvaal Observatory, Johannesburg, 1911 Aug. 7.

H. E. Wood.

Ephemeride von (328) Gudrun.

	12 ^h m. Z. Berlin.	Gr.	12 ^m 3.		
1911	α vera	δ vera	log r	log Δ	
Sept. 8	23 ^h 45 ^m 5 ^s	— 2° 1' 6	0.4973	0.3320	
12	41 36	2 5.6			
16	38 3	2 9.9	0.4960	0.3281	
20	34 27	2 14.3			
24	30 54	2 18.6	0.4947	0.3281	
28	27 26	2 22.4			
Okt. 2	24 6	2 25.7	0.4934	0.3319	
6	20 57	2 28.1			
10	18 2	2 29.6	0.4921	0.3393	
14	15 22	2 29.9			
18	23 13 1	— 2 29.0	0.4907	0.3495	

Die Ephemeride ist gerechnet mit den Elementen im B. J. 1913 unter der Annahme $dM = -46'3$; Korr. Sept. 1 (Königstuhl) 0^m 0 + 2'. Die vorige beobachtete Erscheinung (1906 Okt.) würde eine Korr. $dM = -31'$ erfordern.

Berlin, 1911 Sept. 4.

A. Berberich.

Korrekturen von Ephemeriden.

Planet	1911	Korrektion	A. N.	Beobachter
(64) Angelina	Aug. 23	+ 4 ^m 42 ^s + 29' 5	4505	C. F. Pechüle
(89) Julia	Aug. 27	— 3 50 — 36.4	4518	W. Luther
(386) Siegena	Sept. 2	— 3 40 — 2.0	4518	W. Luther