Bemerkungen über Zonenbeobachtungen und über einige Theile des Aufstellungsapparates am Refractor der Berliner Sternwarte.

Von V. Knorre.

Die vorliegende Mittheilung ist ein Auszug aus einer ausführlicheren Arbeit, die im Manuscript fertig vor mir liegt. Veranlassung zu dieser Arbeit gaben mir Erwägungen, die ich im Jahresbericht für 1896 in der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, Jahrgang 32, Seite 76, erwähnt habe. Im Anschluss an diesen Bericht kann ich mit Sicherheit aussprechen, dass, wenn ich schon mit den Registrirmitteln, die mir gegenwärtig zu Gebote stehen, bei Weitem weniger als die Hälfte der Zeit und Mühe auf Zonenbeobachtungen verwende, als in den ersten Jahren*) seit der Einführung des Registrirmikrometers für Declinationen (des sog. Declinographen), diese Oekonomie sich noch wesentlich weiter steigern lassen würde, wenn gewisse Neuerungen am Registrirmikrometer und an anderen Hilfsapparaten eingeführt würden.

Von allgemeinerer Bedeutung sind Ergebnisse, die auf Beobachtungsfehler hinweisen, welche sich ganz ebenso bei den üblichen Anschlussbeobachtungen von Cometen, Planeten und Vergleichsternen mit Hülfe des Fadenmikrometers bemerkbar machen, welche man aber in diesem Falle als zufällige Fehler anzusehen pflegt, während ihr systematischer Charakter erst aus den Zonenbeobachtungen mit Sicherheit erkannt werden konnte.

Diese Beobachtungsfehler lassen sich auf Constructions-mängel am hiesigen Refractor zurückführen, welche sich wohl auch bei manchem anderen Refractor vorfinden mögen, und deren Beseitigung dringend geboten ist.

In erster Reihe erwähne ich hier die Mängel der Lagerung der Stundenaxe; diese ruht an ihrem oberen Ende mit dem dazu bestimmten cylindrischen Theile in einem cylindrischen Lager. Nimmt man nun an, das Fernrohr sei durch Gegengewichte am entgegengesetzten Ende der Declinationsaxe genau ausbalancirt, so wird, streng mathematisch betrachtet, in Folge des unvermeidlichen kleinen Spielraums zwischen dem Lager und der Axe, in der Mittellage nur eine Berührung in einer graden Linie stattfinden. Um diese grade Linie wackelt das Instrument hin und her, je nachdem man die Mikrometerbewegung im Stundenwinkel in dem einen oder anderen Sinne vollführt. Diese Wackelungen haben kleine Bewegungen des Fernrohrs im Gefolge, welche, das Fernrohr im Meridian gedacht, im Stundenwinkel, also auch in Rectascension vor sich gehen, in den Stundenwinkeln 6^h

und 18^h aber und in den Zwischenlagen sich auf beide Coordinaten vertheilen. Ueber diesen Punkt hatte ich mich schon in meiner Mittheilung in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 114, Seite 307 ausgesprochen und füge noch hinzu, dass man die Wirkung der Wackelung auf die Declinationen sehr deutlich sichtbar machen kann, wenn man einen Stern in den Stundenwinkeln 6^h oder 18^h auf den Parallelfaden bringt und dann mittelst der Mikrometerbewegung kurze Drehungen im Stundenwinkel hin und her vollführt. Der Stern springt dann um den Faden hin und her.

Es ist klar, dass wenn symmetrisch um die Berührungslinie herum das cylindrische Lager ausgespart wird, die Berührung, wenn nicht in der ganzen Ausdehnung der übrig gebliebenen Flächentheile, so doch in zwei Linien, oder zum Mindesten in zwei Punkten stattfinden muss. Wählt man für das zweite Lager in analoger Weise eine Kugelzone, in welcher ein kugelliger Ansatz der Axe ruht, so kann von einer Wackelung keine Rede mehr sein. Es steht übrigens dem nichts im Wege, Cylinder- und Kugellager in umgekehrter Reihenfolge anzuordnen. Eine solche Lagerung ist im Wesentlichen diejenige, welche Herr Mechaniker C. Reichel in Berlin ersonnen hat. Die beigelegte Zeichnung, welche den ersten Theil der Lagerung darstellt, ist so gedacht, dass die Axe senkrecht auf der Ebene des Papiers steht.

Um meiner Abhandlung ein Beispiel hinzuzufügen, in welchem, soweit es sich mit Benutzung der noch nicht vollständig ausreichenden instrumentellen Mittel machen liess, den bisherigen Ueberlegungen und Erfahrungen Rechnung getragen ist, beobachtete ich an den vier Tagen des Jahres 1897, Sept. 7, 8, 26 und 27 zu wiederholten Malen eine Zone in der nächsten Umgebung von 61 Cygni, welche ich schon im Jahre 1889 beobachtet hatte, und ging, wie damals von dem Stern

1900.0: $\alpha = 20^h 58^m 57^s.43$ $\delta = +38^\circ 10' 34''.5$ (8.5) aus. Ich schicke voran, dass ich zur Discussion der Beobachtungen nur Sterne bis zur 12. Grösse einschliesslich

*) Ich registriere schon seit einiger Zeit, im Gegensatz zu früher, die drei Beobachtungsstücke, Rectascension, Declination und Grösse gleichzeitig und schätze hierbei die letztere bis auf halbe Grössen.

benutze. Die Sterne von der 12. bis zur 13. Grösse stehen für den Berliner Refractor an der Grenze der Sichtbarkeit und können an hellen Fäden nicht mehr mit der nöthigen Sicherheit beobachtet werden. Ferner schliesse ich in Rectascension alle Sterne aus, welche innerhalb einer Zeitsecunde auf einander folgen. Endlich beschränke ich mich, wenn das Material reichhaltig genug ist, nur auf solche Sterne, welche in allen Wiederholungen vorkommen. Mit diesen Einschränkungen erhielt ich aus den beiden ersten Tagen

die folgenden Reihen von Mittelwerthen nebst ihren Differenzen und erinnere daran, dass das Fadensystem nur aus einem festen Faden für die Rectascensionen und einem beweglichen Faden für die Declinationen besteht, dass also dementsprechend in jeder Wiederholung von jedem einzelnen Stern nur ein Fadenantritt und eine Declinationsdifferenz beobachtet werden kann. Die Beobachtungen sind hier als Rectascensions- und Declinationsdifferenzen, bezogen auf den obigen ersten Stern der Zone, ausgedrückt:

Rectascensionsdifferenzen			Declinationsdifferenzen		
Mittelwerthe aus		Zweite Reihe minus erste Reihe	Mittelwerthe aus		Zweite Reihe minus erste Reihe
5 Wiederholungen	4 Wiederholungen		6 Wiederholungen	4 Wiederholungen	
1 ^m 37 ^s 25	1 ^m 37 ^s 61	+0 ^s 36	— 2' 8" 2	— 2' 8" 7	— 0 ^s 5
54.65	55.05	+0.40	— 2 17.7	— 2 19.6	— 1.9
2 9.96	2 10.42	+0.46	— 1 11.6	— 1 11.3	+0.3
4 3.05	4 3.41	+0.36	— 2 21.6	— 2 21.3	+0.3
6 6.43	6 6.81	+0.38	— 3 40.1	— 3 40.8	— 0.7
15.71	16.07	+0.36	— 3 40.9	— 3 40.3	+0.6
7 9.92	7 10.32	+0.40	— 2 29.4	— 2 28.8	+0.6
9 36.16	9 36.46	+0.30	— 1 16.4	— 1 16.4	0.0
	Mittel:	+0.38		Mittel:	— 0.2
		± 0.011			± 0.20

Bei der letzten Wiederholung der ersten Reihe war der Chronograph stehen geblieben, daher den 6 Wiederholungen in Declination nur 5 Wiederholungen in Rectascension gegenüberstehen.

Die Uebereinstimmung der Declinationsdifferenzen lässt hiernach nichts zu wünschen übrig, und ebenso, wenn man von dem constanten Unterschied 0^s 38 absieht, die Uebereinstimmung der Rectascensionsdifferenzen, wie aus dem kleinen wahrscheinlichen Fehler dieses Unterschiedes hervorgeht.

Als ich hierauf die Vergleichenungen anderer Zonen aus den früheren Jahren revidirte, stellte es sich heraus, dass die Rectascensionen häufig um erhebliche, nahezu constante Beträge von einander abwichen, während die Declinationen gut übereinstimmten. Das in der oben citirten Mittheilung, Astr. Nachr. Bd. 114 empfohlene Mittel, das Ocularende des Fernrohrs schwerer als das Objectivende zu machen, unter gleichzeitiger Herstellung eines kleinen Uebergewichtes am Fernrohrsende der Declinationsaxe, genügte demnach nicht, die Rectascensionen auch zu besserer Uebereinstimmung zu bringen, und es musste noch nach einer anderen Erklärung gesucht werden.

Die Klemmung der Stundenaxe vollzieht sich durch eine Schraube ohne Ende, welche mittelst des Druckes einer starken Feder in den gezahnten Umfang des Stundenkreises eingreift. Der Umstand, dass diese Schraube auch zur Feinbewegung im Stundenwinkel dient, sagt zur Genüge, dass die Klemmung keine vollkommene sein kann.

Die obigen Beobachtungen habe ich sämtlich an den beiden Tagen Sept. 7 und 8 bei »Kreis folgend« *) vollführt; die Schraubentrommel hielt ich, den Vorschriften in meinen

»Untersuchungen über Schraubenmikrometer« (Astr. Nachr. Bd. 125) zufolge, stets über der Horizontalen. Soweit ich es übersehen kann, lässt sich der grosse Unterschied 0^s 38 durch dreierlei Nachwirkungen unmittelbar nach Benutzung der Feinbewegung erklären.

Erstens, die in Drehung versetzte Schraube wird durch den Widerstand, den die Masse des Fernrohrs ihr entgegensetzt, aus dem gezahnten Umfang des Stundenkreises etwas herausgehoben, wogegen die Feder nach beendeter Drehung das Bestreben haben wird, die Schraube wieder hineinzudrücken. Dieser letztere Vorgang wird sich, wenn die Schraube geölt war, in Folge des Widerstandes, den das Fernrohr und das im todten Raume angesammelte Oel bietet, weder vollkommen, noch momentan vollziehen. Durch das Wiedereintrücken des conischen Schraubengewindes erleidet das Fernrohr eine kleine Drehung im Sinne der täglichen Bewegung, und es kann sich leicht ereignen, dass nach der Registrirung des Fadenantrittes des ersten Sterns das Fernrohr sich noch nicht beruhigt hat, wodurch die Fadenantritte der folgenden Sterne zu spät beobachtet werden, und die Rectascensionsdifferenzen gegen den ersten Stern zu gross herauskommen.

Zweitens, da ich die Trommel stets über der Horizontalen halte, so kommen in der Lage des Instrumentes »Kreis vorangehend« durch den von oben nach unten gerichteten Druck der Hand beim Gebrauch der Mikrometerschraube des Mikrometers dieselben Flächen der Schraube ohne Ende und der Zähne des Stundenkreises zur Berührung, wie durch die Schraube ohne Ende, wenn sie, in Drehung versetzt, das Fernrohr im Sinne der täglichen Bewegung vorwärts treibt. In der anderen Lage »Kreis folgend«

*) Der alte Fraunhofer'sche Declinationskreis, auf welchen sich diese Bezeichnung bezieht, ist an dem Ende der Declinationsaxe, dem Fernrohr gegenüber angebracht.

hingegen wirkt der Druck der Hand gegen den todten Raum am Stundenkreise, und es entsteht dadurch wieder eine Drehung des Fernrohrs im Sinne der täglichen Bewegung, die sich zu der aus der Federkraft resultirenden addirt. Hiernach müsste man bei »Kreis vorangehend« einen kleinen Fehlbetrag in den Beobachtungen erwarten, als bei »Kreis folgend«, und ferner dürften sich diese Beträge im Mittel nicht aufheben, da sie gleiches Zeichen haben. Hier müssen also ausgleichende Gegenwirkungen geschaffen werden; am wirksamsten kann dies durch eine separate Klemmvorrichtung erreicht werden.

Drittens kommen noch kleine pendelartige Schwankungen des Fernrohrs in Betracht, welche leicht unmittelbar auf die Benutzung der Feinbewegung folgen, wenn diese hastig vollführt und kurz abgebrochen wird. Diese Schwankungen können, für sich allein betrachtet, eine unsymmetrische Stellung der Schraube zwischen den geölten Zähnen des Stundenkreises hervorbringen, in der Gesamtwirkung aber auch die beiden zuerst besprochenen Fehler ganz oder theilweise aufheben.

Als vierte Ursache muss noch das Vorhandensein einer Eigenbewegung des ersten Sterns angenommen werden. Eine solche ist im vorliegenden Falle nicht vorhanden.

Die grosse Constanz des Unterschiedes zwischen den Rectascensionsdifferenzen giebt zu erkennen, dass die aus-

gleichenden Wirkungen des auf die Schraube ohne Ende wirkenden Federdruckes, des Druckes der Hand, der pendelnden Schwingungen des Fernrohrs u. s. w. schon bald nach der Registrirung des ersten Sterns eingetreten ist, und hierdurch ist ein Mittel an die Hand gegeben, wie man in Ermangelung einer separaten Klemmvorrichtung zu verfahren hat, um solche Unterschiede thunlichst zu beseitigen. Man bringe vor Beginn einer jeden Wiederholung einer Zone diese so weit aus dem Gesichtsfelde heraus, dass bis zum Wiedereintritt des ersten Sterns die erforderliche, auf Erfahrung beruhende Zeit für die Ausgleichung verstreicht. Unterstützt kann die ausgleichende Wirkung durch sanfte Stösse werden, die man dem Fernrohr ertheilt. Noch mehr Sicherheit wird man erlangen, wenn man die kleine Bequemlichkeit für die Reduction der Beobachtungen aufgibt, welche die Bildung der Differenzen, bezogen auf den ersten Stern, gewährt und den letzten, oder doch mindestens einen gegen das Ende der Zone liegenden Stern dazu wählt. Eine etwa übrig bleibende Unsicherheit wird sich dann höchstens auf ein paar wenige Sterne am Anfang der Zone beschränken.

Durch die Grösse des Unterschiedes 0^s38 überrascht, vereinigte ich die an allen Tagen, jedoch nicht gleich oft beobachteten Differenzen der helleren Sterne gegen den ersten Stern für »Kreis folgend« und »Kreis vorangehend« gesondert zu Mittelwerthen und erhielt die folgenden Unterschiede zwischen beiden Kreislagen:

Auf 1897.0 reducirte Mittelwerthe der

Rectascensionsdifferenzen			Declinationsdifferenzen		
Sept. 7 und 8 Kreis folgend	Sept. 26 und 27 Kreis vorangehend	Kreis folgend minus Kr. vorangehend	Sept. 7 und 8 Kreis folgend	Sept. 26 und 27 Kreis vorangehend	Kreis folgend minus Kr. vorangehend
1 ^m 37 ^s .40	1 ^m 37 ^s .13	+0 ^s .27	—2' 8".5	—2' 8".5	0".0
54.82	54.60	+0.22	—2 18.5	—2 18.6	+0.1
2 10.15	2 9.98	+0.17	—1 11.6	—1 11.8	+0.2
27.88	27.60	+0.28	—2 29.8	—2 30.1	+0.3
30.43	30.09	+0.34	—2 1.5	—2 1.0	—0.5
3 23.06	3 22.87	+0.19	+0 22.9	+0 23.4	—0.5
58.21	57.93	+0.28	—1 10.6	—1 10.7	+0.1
4 3.19	4 3.18	+0.01	—2 21.6	—2 22.9	+1.3
16.18	15.95	+0.23	—0 38.5	—0 38.7	+0.2
5 51.05	5 51.11	—0.06	—0 14.4	—0 15.0	+0.6
6 15.83	6 15.65	+0.18	—3 40.8	—3 41.1	+0.3
7 10.05	7 9.56	+0.49	—2 29.3	—2 28.9	—0.4
22.92	22.66	+0.26	—1 42.4	—1 42.3	—0.1
51.72	51.68	+0.04	—1 28.2	—1 29.8	+1.6
53.72	53.40	+0.32	—0 50.0	—0 49.6	—0.4
8 41.81	8 41.49	+0.32	—0 50.9	—0 50.8	—0.1
9 10.21	9 9.86	+0.35	—0 0.9	—0 0.8	—0.1
36.23	36.07	+0.16	—1 16.7	—1 17.4	+0.7
	Mittel:	+0.23		Mittel:	+0.2
		±0.021			±0.09

Die wahrscheinlichen Fehler habe ich ohne Rücksicht auf die aus der Zahl der Beobachtungen folgenden Gewichte berechnet.

Auch hier ist bezüglich der Declinationen ein systematischer Unterschied nicht wohl erkennbar; hingegen ist er

zwischen den Rectascensionsdifferenzen beider Kreislagen durch den wahrscheinlichen Fehler verbürgt und widerspricht nicht dem von mir angenommenen wahrscheinlicheren Vorzeichen.

Gestützt auf das hier Mitgetheilte und auf meine

mehrfährigen Erfahrungen wage ich es auszusprechen, dass eine dermaassen stabile Aufstellung sich für Refractoren sehr wohl erreichen lässt, dass Zonenbeobachtungen mit einem Registrirmikrometer gute Sternpositionen liefern. Ganz be-

Berlin, 1898 Febr. 25.

sonders wird für eine sichere Lagerung der Stundenaxe in der beschriebenen Weise und für zuverlässige Klemmvorrichtungen an beiden Axen gesorgt werden müssen.

V. Knorre.

Die rotatorische Bewegung des rothen Jupiterflecks.

Von O. Lohse.

[Mit einer Tafel.]

Der nun seit ungefähr 20 Jahren in 20° südlicher jovigraphischer Breite sichtbare ovale Fleck war der Gegenstand zahlreicher Beobachtungen, die sich in den meisten Fällen auf die Durchgänge des Flecks durch die Mitte der Scheibe bezogen. Das Material zu einer genauen Untersuchung der Umdrehungszeit dieses Gebildes war daher vorhanden und die Durchsicht desselben ergab, dass die Rotationszeit nicht constant war. Die Ephemeriden wurden mehrfach um namhafte Beträge geändert, um sie zukünftigen Untersuchungen anzupassen.

Die Bearbeitung meiner eigenen Beobachtungen zielte darauf ab, von der Variation der Umdrehungszeit, resp. von der indicirten eigenen Bewegung des Flecks in der Atmosphäre des Jupiter ein möglichst klares und deutliches Bild zu erhalten. Ich wich daher von der üblichen Methode der Bestimmung von Umdrehungszeiten für verschiedene Epochen ab, und berechnete aus zahlreichen Beobachtungen für jede Opposition einen Normalort des Mittelpunktes des Flecks auf dem Jupitersphäroid, unter der Annahme eines festen Meridians und einer gleichförmigen Rotationsgeschwindigkeit des Planeten.

Die erwähnten Aenderungen der Ephemeriden von A. Marth, durch constante Beträge sowohl als durch Zugrundelegung verschiedener täglicher Rotationswinkel waren bei der Rechnung sehr störend und mussten erst wieder compensirt werden.

Obgleich diese Untersuchung einen Theil einer Arbeit über Jupiter bildet, die noch nicht abgeschlossen ist, so möchte ich doch schon jetzt über das Resultat, seiner Merkwürdigkeit wegen, kurz berichten.

Die Berechnung der Normalörter von 1878 ab ergab eine andauernde Abnahme der jovigraphischen Längen von bemerkenswerther Gesetzmässigkeit, so dass es möglich war, für jeden Termin innerhalb der Beobachtungszeiten den Ort des rothen Flecks, resp. seinen Durchgang durch die Mitte der Scheibe, mit ziemlicher Sicherheit zu berechnen.

Die Eintragungen dieser Normalörter in ein Coordinatensystem, bei dem die Zeiten als Abscissen, die jovigraphischen Längen als Ordinaten angenommen wurden, liessen sich durch eine stetig gekrümmte Curve verbinden, wie aus der beiliegenden Tafel ersichtlich ist.

Dieses Resultat lag mir bereits 1892 vor, und es war von grossem Interesse, in den folgenden Oppositionen zu beobachten, welchen fernerer Verlauf die Curve nehmen würde.

Da die Oerter immer weniger Verschiedenheit gezeigt hatten, so schien es, als ob allmählig eine gleichförmige Bewegung des Flecks eintreten würde, die vielleicht mit seinem gänzlichen Erlöschen zusammenfiel, denn der Fleck hatte im Laufe der Jahre beträchtlich an Intensität verloren, und würde zeitweilig schwierig zu verfolgen gewesen sein, wenn nicht eine deutliche conforme Einbuchtung des Aequatoralstreifens seinen Ort gekennzeichnet hätte.

Die fernerer Beobachtungen ergaben nun, dass die jovigraphischen Längen nach 1891 wieder zunehmen, und zwar immer schneller, so dass die letzten vorliegenden Beobachtungen von 1896 und 1897 bereits wieder einen Unterschied von +10° zeigen.

Die von mir für die Jahre 1878 bis 1897 unter Zugrundelegung des täglichen Rotationswinkels von 870°27 berechneten jovigraphischen Normallängen des Flecks sind die folgenden:

Epöche	Jovigr. Normallänge	Beobachter*)
1878.65	249°5	L
1878.86	237.1	Tr
1879.73	182.7	L
1880.71	128.5	L
1881.70	89.2	L
1882.14	78.0	L
1883.14	50.4	L
1884.15	32.6	L
1885.27	15.8	L
1886.27	8.3	L
1887.27	2.9	St, D
1888.27	358.9	L
1890.15	353.6	T, P
1891.74	352.0	L
1892.76	356.2	L
1894.03	358.8	L
1895.18	5.2	L
1896.13	10.1	L
1897.27	20.4	L

Die beigegebene Tafel lässt auf den ersten Blick die Regelmässigkeit erkennen, mit der sich die jovigraphischen Längen geändert haben. Die in dem angefangenen, aufsteigenden Theile der Curve bemerkbaren Oerter schliessen sich vielleicht nicht ganz so gut an, als in dem symmetrisch gelegenen absteigenden Theile, trotzdem in der letzten Zeit die jovigraphischen Längen des Flecks durch zahlreiche

*) Tr = Trouvelot, St = Stanley Williams, D = Denning, T = Terby, P = Pritchett, L = Lohse.