Astronomische Nachrichten.

Herausgeber, in Vertretung: Dr. C. F. W. Peters in Kiel.

Band 99.

Nr. 2371

19.

Zur Theorie des Passageninstruments im ersten Vertical.

Von Dr. M. Löw.

Zu verschiedenen Zeiten hatte ich Gelegenheit zu bemerken, dass in Lehrbüchern und Sammelwerken vielfach Unklarheiten und Verwechslungen in Bezug auf die Wirkung der Instrumentalfehler beim Passageninstrument im ersten Vertical unterlaufen. Bis vor Kurzem hielt ich jedoch die mir bis dahin bekannt gewordenen Irrthümer für zufällige oder individueller Natur und da auch die Gefahr, dass durch dieselben das Resultat der Rechnung verfälscht würde, eine nur sehr geringe schien, hielt ich eine Veröffentlichung dieser Bemerkung nicht für nothwendig.

Als jedoch der Präsident des Königl. geodät. Instituts Herr General Baeyer mich mit der Neuberechnung der von Hansen im Jahre 1824 auf Helgoland bestimmten Polhöhe beauftragt hatte, nahm ich mir die schärfere Untersuchung vor, auch noch angeregt durch folgende auffallende Thatsache. Während die ältern Beobachter, wie dies im Meridian allgemein üblich ist, auf den Mittelfaden reduciren, ziehen nach W. Struve's (jedoch von ihm — so weit mir bekannt — nur zur Bestimmung der Declination eines einzigen, etwa 2 Bogenminuten vom Zenith abstehenden Sternes angewandtem) Vorgehen, fast sämtliche neuern Berechner von Polhöhen, ohne dass irgendwo eine genügende Begründung versucht worden ist, es vor, mit Umgehung der Reduction auf den Mittelfaden, für jeden einzelnen Faden in Ost und West die $(\varphi - \delta)$ herzuleiten

Die Untersuchung ergab:

I. Dass gleich beim Uebergang von der ältern zur neuern Methode*) die Beziehungen nicht scharf genug gesondert wurden, dass dieser Zustand der Theorie, an der betreffenden Stelle zwar völlig einflusslos, sich bis heute erhalten und auch schon zu praktisch eben merklichen — wenn auch, so weit mir bekannt, nicht gerade erheblichen — Fehlern geführt hat.

II. Dass die gegenwärtig fast ganz ver-

lassene ältere Methode gerade bei Stationsbeobachtungen überwiegende Vortheile vor der neuern voraus hat.

I.

Bessel hat (Astr. Nachr. Nr. 49), wie allgemein bekannt, vorläufig von den immer klein zu haltenden Instrumentalfehlern der Neigung und Collimation absehend, aus den beiden für jedes Azimuth geltenden Gleichungen

$$\cotg a = \frac{\cos(T - \alpha) \cos \delta \sin \varphi - \sin \delta \cos \varphi}{\cos \delta \sin(T - \alpha)} = \frac{\cos(T' - \alpha) \cos \delta \sin \varphi - \sin \delta \cos \varphi}{\cos \delta \sin(T' - \alpha)}$$

die für den ersten Vertical geltende Grundformel

$$(1) \quad \tg \varphi = \frac{\tg \delta}{\cos\left(\frac{T' - T}{2}\right)} \cos\left(\frac{T' + T}{2} - \alpha\right) = \frac{\tg \delta}{\cos \vartheta} \cos \lambda$$

zuerst aufgestellt, in welcher Formel T und T' die in Ost resp. West beobachteten (hier durchgehends als schon für Stand und Gang der Uhr corrigirt vorausgesetzten) Durchgangszeiten, also ϑ die halbe Zwischenzeit der Beobachtungen und λ der Stundenwinkel des Pols der Axe bedeutet.

Führt man in Gleichung (1) unter Voraussetzung $\lambda = 1$ die Beziehung

$$\cos \vartheta = 1 - 2 \sin^2 \frac{1}{2} \vartheta$$

ein, so erhält man die Gleichung

$$(2) \quad \sin(\varphi - \delta) = \sin \varphi \cos \delta \cdot 2 \sin^2 \frac{1}{2} \vartheta,$$

welche gegenwärtig fast ausschliesslich im Gebrauch ist. Diese Gleichung findet sich zuerst in Astr. Nachr. Nr. 469, wo sie Struve auf anderem Wege ableitet.

In der Gradmessung in Ostpreussen Seite 355 geben, Bessel und Baeyer, um eine numerisch schärfere Formel als die Formel (1) zu haben, dieser Formel die sehr schöne, gegenwärtig aber fast ganz vergessene Form

$$(3) \quad \sin(\varphi - \delta) = \sin(\varphi + \delta) \tg^2 \frac{1}{2} \vartheta,$$

welche aus (1) durch die Substitution $\cos \lambda = 1$ und

$$\cos \vartheta = \frac{1 - \tg^2 \frac{1}{2} \vartheta}{1 + \tg^2 \frac{1}{2} \vartheta} \text{ hervorgeht.}$$

Bessel und Baeyer haben, wie oben erwähnt, $\cos \lambda$

*) Astron. Nachr. Nr. 471 Band XX.

I gesetzt, nachdem der Nachweis geführt war, dass dies daselbst gestattet ist. Setzt man jedoch in (1) für $\cos \lambda$ die Relation $1 - 2 \sin^2 \frac{1}{2} \lambda$, so erhält man, wenn q' die wegen λ noch nicht corrigirte Polhöhe bedeutet, nach einigen Reductionen die von Struve Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands Seite 223 gegebene Correctionsformel

$$q - q' = - \frac{1}{4} \lambda^2 \sin 2q \sin 1''$$

$$2^* = - \sin \delta \cos q \frac{\lambda^2}{2} \sin 1'' = - \frac{k^2}{2} \cot q \left(\frac{\sin \delta}{\sin q} \right) \sin 1'' = \frac{1}{2} (1^*) \cos z$$

$$3^* = - \sin \delta \cos q \frac{\lambda^2}{2} (1 + \operatorname{tg}^2 \vartheta) = \frac{1}{2} (1^*) \cos z (1 + \operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} \vartheta)$$

Die Formeln 1^* , 2^* , 3^* corrigiren also das Ergebniss der Gleichungen 1, 2, 3 wegen des Einflusses 2ter Ordnung des Azimuths, da in ϑ die Einflüsse erster Ordnung schon eliminirt sind.

Die Gleichungen 1^* , 2^* , 3^* werden im Zenith alle gleich 1^* und da 1^* nur noch q enthält, ist sie bei constantem Azimuth für einen Erdort eine Constante. Die andern verschwinden im Horizont.

Die Struve'sche Formel $\frac{1}{2} 1^*$ wird gewöhnlich auch für (2) und noch andere Formeln gegeben. *) Dies wird in den meisten praktischen Fällen ohne Fehler geschehen können. Man darf aber nicht mit Chauvenet **) dieses Verfahren als allgemein gültig hinstellen wie 3^* a priori zeigt. Diese Correctionsformeln sind auch an sich nicht ohne Interesse, und tragen dazu bei, den von mir unter I ausgesprochenen Satz auch schon einigermaassen zu rechtfertigen. Ich bedarf aber derselben mehr Behufs der folgenden Untersuchung, welche die erwähnte Behauptung vollständig begründen wird.

Alle bis jetzt abgeleiteten Formeln gelten unter Voraussetzung, dass der Rechnung die halbe Zwischenzeit der Beobachtungen in Ost und West, d. i. ϑ oder auch, wenn t den einseitig in Ost und West beobachteten Stundenwinkel bezeichnet, $t - \lambda$ oder $\lambda - t$ der Rechnung zu Grunde gelegt wird, also nur für einen schon wegen des Gliedes erster Ordnung corrigirten Stundenwinkel. Mit dem Verlassen der Methode, auf den Mittelfaden zu reduciren, verschwand aber auch der in obigen Formeln gemeinte Stundenwinkel ϑ und es traten an seine Stelle die individuellen auf jeder einzelnen Seite des Vertical's an den einzelnen Fäden beobachteten z . Gelten aber auch noch für die veränderten Verhältnisse die oben gegebenen Corrections-Formeln?

Um diese Frage zu beantworten, nehmen wir die

oder nach Einführung des Azimuths $a = \lambda \sin q$ und der Bezeichnung $a^2 \cot q \sin 1'' = 1^*$

$$q - q' = - \frac{1}{2} a^2 \cot q \sin 1'' = - \frac{1}{2} 1^*$$

Will man wissen, wie sich diese Correction für die Formeln 2 und 3 gestaltet, braucht man nur unter Belassung der zu (2) und (3) führenden Substitutionen $\cos \lambda = 1 - 2 \sin^2 \frac{1}{2} \lambda$ zu setzen und erhält

von Brünnow ***) für diesen Fall gegebenen Formeln

$$\sin(q - \delta) = \cos \delta \sin q \cdot 2 \sin^2 \frac{1}{2} t + \frac{\sin c}{\cos \delta \cos a} + \frac{\operatorname{tg} b \cos z'}{\cos a} - \operatorname{tg} a \sin z'.$$

Weil Brünnow für die Zenithdistanzen in Ost und West dasselbe Symbol z' verwendet, scheint aus seinen Formeln jeder Einfluss höherer Ordnung auch bei noch so grossen Azimuthen zu verschwinden. Nennt man (z_1) z_0 (z_2) die Zenithdistanzen des Sternes zur Zeit des Antrittes an Seiten und Mittelfaden eines berichtigten Instruments und nennt dz die Aenderung, die diese z erfahren, wenn das Instrument unberichtigt ist, so wird im Osten $z' = +z_0 + dz$ und im Westen gleich $+z_0 + dz$ (das obere Zeichen gilt für positive a) und ebenso für die andern Fäden. Die Gleichungen werden dann für positive Azimuthe

$$KN_* O \sin(q - \delta) = c \cdot f(t_0) + f + c + b \cos z + a \sin(z - dz)$$

$$K S_* W \sin(q - \delta) = c \cdot f(t_w) - f - c + b \cos z - a \sin(z + dz).$$

$$\text{Es ist aber } a \sin(z - dz) = a \sin z - a \cos z dz \text{ und} \\ - a \sin(z + dz) = - a \sin z - a \cos z dz.$$

Also das Mittel

$$\frac{\sin(q - \delta)_0 + \sin(q - \delta)_w}{2} = \frac{f(t_0) + c \cdot f(t_w)}{2} + b \cos z - a \cos z dz.$$

$- a \cos z dz$ ist folglich die gesuchte Correction dieses Mittels wegen des azimuthalen Einflusses zweiter Ordnung, da wie nothwendig der Einfluss erster Ordnung $a \sin z$ sich aufhebt. Bei negativem a und andern Combinationen bleibt, wie man sich leicht überzeugen kann, die Schlussfolge dieselbe. Hier ist

$$dz = dt \cos q$$

und dt bedeutet die Aenderung des Stundenwinkels durch das vorhandene Azimuth, also ist

$$dt = \frac{a}{\sin q} = \lambda.$$

Nach Einführung dieser Grössen erhält man

$$- a \cos z dz = - a^2 \cot q \cos z = 11^*.$$

*) Observations de Fouleova. Seite 190. 54. a' Azimuth.

**) Spherical and pract. Astr.

***) Sphär. Astr. III. Auflage 500. Die IV. Auflage ist in allen hier berührten Punkten der ersten gleich.

Das ist sehr nahe das Doppelte der bisher angenommenen Correction.*)

Da der Einfluss 2ter Ordnung des Azimuths gleich bei Beginn von Bessel constatirt war, hätte man diese Correction einfacher herleiten können. Man braucht blos aus (2) das 2te Differential nach t zu nehmen und erhält ohne Weiteres obige Correction.

Dieser Irrthum ist schon von practischer Bedeutung. Bei Azimuthen von $50'$ werden Polhöhen und Declinationen, die nach Formel (2) und einseitigen Stundenwinkeln berechnet sind, um 0.01 geändert werden müssen.

K.N. * O		K.N. * W.	
16 ^h 4 ^m 22 ^s		18 ^h 45 ^m 56 ^s 3	
$Au +$	1 39.49		1 39.99
T	16 ^h 6 ^m 1 ^s 49	T'	18 ^h 47 ^m 36 ^s 29
a	17 26 30.56		17 26 30.56
t	1 20 29.07	t'	1 21 5.73

aus $\delta = 52^\circ 26' 16'' 96$ und $\sin \eta \cos \delta = 9.694004$ und Formel 2 erhält man:

$$\text{aus } t' \text{ u. } t (\eta - \delta) = 6270.75$$

$$\text{Azimuthal-Correct. } 2^* = 0.17$$

$$6270.58$$

Der Vollständigkeit wegen setze ich auch Neigung und Collimation her, obwohl die Vergleichbarkeit ohnedies vorhanden ist.

$$b_0 = -0''25 \quad b_w = +0''50 \quad c = +2''16.$$

Würde man also, wie bisher, an das Mittel einseitiger Beobachtungen $\frac{1}{2}1^*$ angebracht haben — hätte man $\eta - \delta$ und somit die Polhöhe um 7—8 Hundertel zu gross gefunden. 2^* unterscheidet sich hier um 0.004 von 1^* . Bei südlichen Sternen wird der Unterschied aber merklicher.

In den bisher behandelten Fällen sehen wir, dass für die verschiedenen Functionen die Differenziale bisher überhaupt nicht abgeleitet oder die für t gültigen auf

$$\text{Aus Formel (1) } \operatorname{tg} \eta = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos t} \text{ und}$$

$$d\eta = dt \cdot \operatorname{tg} \delta \sin t \sec^2 t \cos^2 \eta$$

und nach einigen Umwandlungen

$$d\eta = dt \sin \eta \operatorname{tg} z$$

setzt man nun für das Differenzial nach t seine Aenderung

$$\text{durch Neigung} = \frac{b}{\sin \eta \operatorname{tg} z}$$

$$\text{durch Collimation} = \frac{c}{\sin \eta \sin z}$$

$$\text{und } \text{Azimuth} = \frac{a}{\sin \eta}, \text{ so erhält man:}$$

Das hier folgende Täfelchen giebt die Correction 1^* für $\eta = 50^\circ$ bis zu Azimuthen von $250'$.

	1^*	$\frac{1}{2}1^*$
Azimuth $50'$	0.010	0.005
„ $150'$	0.092	0.046
„ $250''$	0.254	0.127.

Beispiel.

Hansen hat Juli 29 1824 auf Helgoland β Draconis am Mittelfaden folgendermaassen beobachtet:

$$\frac{T+T'}{2} = 17^h 26^m 48^s 89$$

$$2 \text{ genähert } 18^s 33 = 275''$$

$$\lg a = 2.3483$$

$$\vartheta = 1^h 20^m 47^s 40$$

$$\text{aus } \vartheta \quad 6270.67$$

$$1.2^* = 0.09$$

$$6270.58$$

2 angewandt wurden. Eine andere Gattung von Irrthümern, denen man allenthalben begegnet, findet ihre Erklärung darin, dass man die Differenzialformeln wohl vorgefunden, aber da man des dieselben scheidenden Principis sich nicht klar bewusst war, sie mit einander verwechselt hat. Aber verschiedenen Functionen einer und derselben Grösse kommen natürlich auch verschiedene Differenziale zu. Dies ist selbstverständlich. Da aber meines Wissens diese eben erwähnten Fehler keine practischen Folgen hatten, gebe ich hier nur eine consequente Zusammenstellung dieser Differenzialquotienten, und nur die Polhöhe im Auge habend,*) unter der Voraussetzung, dass δ constant und dass für η keine wesentlich falsche Annahme gemacht ist.

$$\text{Formel (2) } \sin(\eta - \delta) = 2 \sin \eta \cos \delta \sin^2 \frac{1}{2} t \text{ folgt}$$

$$d(\eta - \delta) = d\eta = \sin \eta \cos \delta \sin t \cdot dt$$

$$(\sec(\eta - \delta) \text{ kann hier überall } = 1 \text{ gesetzt werden})$$

$$d\eta = dt \sin \eta \sin z$$

*) Albrecht, Formeln und Hilfstafeln. Seite II. Auflage 52.

**) Es ist selbstverständlich, dass alles hier Gesagte mutatis mutandis auch für Declinationen gilt.

	für (1)	für (2)
für Neigung	$d\varphi = b$	$d\varphi = b \cos z$
• Collimation	$d\varphi = c \sec z = c \frac{\sin \delta}{\sin \varphi}$	$d\varphi = c$
• Azimuth	$d\varphi = a \operatorname{tg} z$	$d\varphi = a \sin z$

Es lauten dann die Formeln

$$\begin{aligned} (1) \quad \operatorname{tg} \varphi &= \operatorname{tg} \delta \cos t + b + c \sec z' + a \operatorname{tg} z' \\ (2) \quad \sin(\varphi - \delta) &= \sin \varphi \cos \delta \, 2 \sin^2 \frac{1}{2} t + b \cos z' + c + a \sin z'. \end{aligned}$$

Will man den Einfluss einer Aenderung dieser Instrumentalfehler auf das Mittel aus O. und W. kennen, so hat man nur noch obige Differenziale zu halbiren.

Man erkennt sofort, dass die Differenziale der beiden Formeln mit Annäherung an das Zenith immer mehr gleich werden, ein Umstand, der ebenfalls zu Verwechslungen Anlass gegeben haben wird.

Zum Schluss will ich noch einige Worte über Formel 3 hinzufügen.

Die aus dieser, wie oben erwähnt, von Bessel und Baeyer Gradmessung in Ostpreussen gegebenen Formel

$$(3) \quad \sin(\varphi - \delta) = \sin(\varphi + \delta) \operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} t$$

folgende Differenzialformel

$$d(\varphi - \delta) = \operatorname{tg}(\varphi - \delta) \frac{2 dt}{\sin t} + (d\delta + d\varphi) \frac{\operatorname{tg}(\varphi - \delta)}{\operatorname{tg}(\varphi + \delta)}$$

ergiebt, dass der Einfluss der genäherten Annahmen von δ oder φ auf $(\varphi - \delta)$ fast verschwindet, da $\operatorname{tg}(\varphi - \delta)$ nur klein und $\operatorname{tg}(\varphi + \delta)$ sehr gross ist. Auch erkennt man aus (3), dass, wenn Tafeln für $\operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} t$ vorhanden wären, auch die numerische Arbeit viel geringer wird, als bei Formel (2). Ich habe Formel (3) auch auf Instrumentalfehler untersucht und die Formeln allerdings ein wenig complicirter gefunden, als bei (2), ein Umstand, der im ersten Vertical aber nur wenig in Betracht kommt, weil die Fehler a und c eliminirt werden und der Coefficient von b natürlich auch hier nahe gleich 1 wird. Auch kann ich fast mit Sicherheit annehmen, dass Struve seiner Zeit diese Untersuchung nicht geführt hat, so dass Struve zum Verlassen von Formel (3) und zur Annahme von Formel (2), nur durch das zufällige Vorhandensein von Tafeln für $2 \sin^2 \frac{1}{2} t$, die auch zu andern Zwecken gebraucht werden, bewogen worden zu sein scheint. Durch den vorherrschenden Einfluss der grossen Struve'schen Arbeiten und seiner Beobachtungsmethode, dieser schönsten Consequenz des Bessel'schen Grundgedankens, ist dann diese Formel fast ganz in Vergessenheit gerathen.

II.

Ich komme jetzt zu dem zweiten von mir zu besprechenden Punkt, der Reduction auf den Mittelfaden. Ob man die $(\varphi - \delta)$ für jeden einzelnen Faden

berechnet, was Struve zuerst, aber (es kann dies nicht oft genug wiederholt werden) nur für Sterne in äusserster Nähe am Zenith eingeführt hat, oder ob man mit Bessel und Baeyer auf den Mittelfaden reducirt, ist natürlich keine principielle Frage. Sie muss entschieden werden nach dem Maasse numerischer Arbeit. Auch haben beide Methoden ihr berechtigtes Gebiet. Obwohl der Natur der Sache nach eine scharfe Grenze zu ziehen kaum möglich sein dürfte, so ist doch klar, dass die Grenzzone da verläuft, wo für beide Methoden die Berechtigung zu 5stelliger Rechnung für den ganzen Sterndurchgang beginnt und man doch noch die allgemein übliche Schärfe der Rechnung von 0"01 festhalten will. Schon hiernach wird bei Polhöhenbestimmungen die Reduction auf den Mittelfaden an Chancen gewinnen, weil zu diesem Zweck nur sehr vereinzelt dem Zenith sehr nahe Sterne beobachtet werden. Ausserdem werden in der Regel dieselben Sterne mehrmal beobachtet, und wenn die Zeiträume nicht gar zu ausgedehnt und die Umstände nicht gar zu verschieden sind, wird man dieselben Fadendistanzen für alle Sterne nehmen können. Bessel und Baeyer haben in etwa drei Wochen durchschnittlich 12 Durchgänge eines jeden Sternes auf ihren Stationen beobachtet, und da sie dieselben Fadendistanzen für alle Sterne gebrauchen konnten, schon dadurch, trotzdem sie zur Reduction die strengen Formeln benutzt haben, den Neuern auch numerisch bedeutend überlegen.

Auch tritt noch ein anderer Umstand hinzu.

Specielle Beobachtungsmethoden schaffen sich auch specielle für dieselben am besten passende Rechnungsmethoden. Es zeigt sich aber sofort, im Falle einer Abweichung der Beobachtungen von der Regelmässigkeit durch Complication der Reduction, wenn einer Beobachtungsmethode eine ihr nicht passende Rechnungsmethode aufgezwungen ist. Dieser Fall tritt bei Polhöhen ein, wenn unvollständige Beobachtungen reducirt werden sollen. Während sich in diesem Falle die Rechnung complicirt bei Anwendung der Formel 2 auf jeden einzelnen Faden, bleibt die Rechnung dieselbe, wenn man auf den Mittelfaden reducirt.

Dies sind die leitenden Gesichtspunkte, die mich bewegen, der Reduction auf den Mittelfaden den Vorzug zu geben, vor der jetzt üblichen Ausdehnung der Struve'schen Reductionsmethode*) auf einen Fall, auf den

*) Wie aus dem Ganzen hervorgeht, verstehe ich hier immer unter Struve'scher Reductionsmethode das Verfahren, für jeden einzelnen Faden ein $(q-d)$ herzuleiten und nicht das Verfahren, für welches O. Struve Tafeln publicirt hat.

er sie selber, wie aus den Pulkowaer Beobachtungen hervorgeht, garnicht angewendet wissen wollte. Specielle Belege und Beispiele gebe ich hier nicht, sondern verweise auf eine eventuell, mit Genehmigung des Präsidenten des Königlichen geodät. Instituts zu erfolgende Publikation der Neuberechnung der Polhöhe von Helgoland.

Berlin, im geodät. Institut, Februar 1881.

Moritz Löw.

Observations of the Variable Stars η Aquilae and β Lyrae in 1877—1878.

By Edwin F. Sawyer.

The following observations on the variable stars η Aquilae and β Lyrae, were made during the years 1877 and 1878 at Cambridgeport Mass. U. S. A. An opera glass of low power was used throughout the series. The observations were made by Argelander's method of step estimations, and his comparison stars (B. B. 7) used, although their light values were indepen-

dently determined from my observations and the corresponding brightness of the variables deduced from these. Owing to the shortness of the series and to render the observations most useful, it has been thought best to give the light values for each evening rather than attempt to deduce the times of maxima and minima. An * is used to denote moonlight.

η A q u i l a e.			1877			1877		
1877		Light	Sept. 21	8 ^h 35 ^m	Light	Dec. 22	5 ^h 50 ^m	Light
July 7	11 ^h 0 ^m	5.9	22	9 10	7.8 *	23	5 50	9.8
8	9 45	5.3 :	23	7 55	6.3 *	1878		
9	10 30	6.6	24	8 5	4.3 *	June 25	11 0	5.8
10	10 0	8.6	30	7 0	5.8	26	11 10	10.6
12	11 5	6.9	Oct. 5	8 0	7.0	28	10 0	9.6
14	10 50	5.6	6	8 10	6.5	29	9 30	5.8
15	10 0	4.3 :	7	7 30	6.0	30	9 30	5.3
23	9 15	7.0 *	10	7 5	6.5	July 1	10 30	2.0
24	9 0	8.0 *	13	7 10	7.5	2	9 30	5.3
25	9 30	7.3 : *	14	8 30	6.3 *	3	9 30	9.8
Aug. 3	8 45	5.8	17	7 30	6.3 *	5	9 30	6.6 *
4	9 0	5.8	27	6 30	6.3	10	11 30	10.1 *
6	9 0	6.3 :	28	6 0	6.5	19	10 10	6.1 *
8	9 0	8.5	30	6 10	4.5 :	21	9 0	5.6
10	10 0	6.6 :	Nov. 3	6 30	8.5	22	10 0	5.1 :
11	10 40	6.0	4	6 50	6.5 :	23	9 0	4.3
12	9 15	4.8 :	6	5 50	5.3	28	9 30	5.8 :
16	8 20	7.1 *	7	6 45	5.0	Aug. 2	9 0	9.6
17	8 25	6.3 : *	9	7 30	9.5	3	9 20	7.5
18	10 15	6.8 : *	13	7 20	5.3 *	7	9 30	6.3 *
19	8 30	5.8 *	14	6 15	5.3 : *	11	9 15	7.3 *
22	9 0	10.0 *	18	6 0	8.3 *	12	9 0	5.6 *
28	8 30	6.5	19	6 0	6.3 *	18	8 30	6.3
30	8 45	9.3	20	6 15	5.5 *	20	8 10	5.1
Sept. 1	9 0	6.5	23	6 50	9.5 :	22	8 20	9.1
2	10 25	5.3 :	30	6 20	11.1	23	8 30	10.1
4	9 10	6.8	Dec. 1	5 40	10.1	25	8 15	6.1
6	9 20	8.5	2	5 40	8.8	26	8 15	5.3
9	8 50	5.3 :	3	6 15	9.1	27	8 15	2.0
10	8 10	3.8	7	6 15	10.3	29	8 15	6.3
11	8 40	5.8 ;	9	5 40	9.3 *	30	8 10	10.1 :
12	8 30	10.0 :	14	5 40	9.8 *	Sept. 1	8 15	6.6 :
14	8 20	8.8 *	16	5 50	9.6 *	6	8 15	9.8 *
19	9 5	9.5 *	17	6 0	8.8 *	8	8 15	8.8 *