ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o 2835.

Ueber Lamellenmikrometer.

Von Dr. P. Kempf.

In den Monthly Notices of the R.A.S. Vol. 48 pag. 96 schlägt Lieut.-Col. Tupman ein Lamellenmikrometer vor, welches mit dem Vortheil der einfachen Herstellung den der Genauigkeit der Messungen verbindet. Im Anschlusse daran möchte ich mir erlauben, hier noch eine andere Art der Verwendung einer Lamelle zu beschreiben, welche von Herrn Prof. H. C. Vogel herrührt, und mir entschieden noch vortheilhafter zu sein scheint. Der Wunsch, mikrometrische Messungen ausführen zu können, auch ohne im Besitze complicirter Hilfsmittel zu sein, wie sie durch das Fadennikrometer oder Heliometer dargestellt werden, ist alt und hat zur Construction der verschiedenartigsten Apparate geführt. Bei weitem die grösste Verbreitung und allgemeinste Anwendung hat von denselben sicherlich das Kreismikrometer gefunden, und doch haften gerade diesem Apparate eine Anzahl wesentlicher Mängel an. Hierher gehört vor Allem der Umstand, dass die Radien der Kreise mit grosser Genauigkeit bestimmt werden müssen, Werthe, welche ausserdem noch mit der Temperatur merkbare Veränderungen erleiden können, sowohl durch die eigene Ausdehnung, als auch in Folge der Focusänderung des Fernrohrs. Ferner wird aber beim Ringmikrometer die Genauigkeit der Beobachtung dadurch beeinträchtigt, dass die Antritte der Sterne nicht an geraden Linien, sondern an Curven erfolgen, dass die Beobachtung derselben vornehmlich ausserhalb der Mitte des Gesichtsfeldes vor sich geht, und dass die den Ring tragende Glasplatte — bei einem Doppelring sogar gewöhnlich deren zwei — sowohl die Menge des durchgehenden Lichtes, als auch die Güte der Bilder merklich verringert. Endlich mag noch erwähnt werden, dass es in den meisten Fällen nur mit Mühe gelingt, beiden Coordinaten des zu bestimmenden Objects gleiche Genauigkeit zu geben.

Alle diese Uebelstände werden vermieden, wenn man den Ring durch eine gradlinige Lamelle ersetzt, welche das Gesichtsfeld quer durchschneidet, und um die Mitte desselben drehbar ist. Es ist dies das Boguslawski'sche Mikrometer, welches jedenfalls von der denkbar einfachsten Construction ist, und sich ohne nennenswerthe Kosten an jedes Fernrohr anbringen lässt, ohne dasselbe als parallaktisch aufgestellt voraussetzen. Seine Anwendung besteht darin, dass man der Lamelle nacheinander zwei verschiedene Stellungen *)

*) Boguslawski schlägt vor, noch eine dritte Beobachtung hinzuzunehmen, bei welcher die Lamelle möglichst nahe mit dem Declinationskreise zusammenfällt, vornehmlich zur Bestimmung der AR., und die beiden anderen Lagen mit möglichst grosser Neigung der Lamelle gegen die Declinationsrichtung hauptsächlich zur Ermittlung der Declination zu benutzen. Memoirs of the R.A.S. Vol. 15 pag. 195.

gegen die Richtung der täglichen Bewegung giebt, und in jeder Lage ausser dem Durchgang des unbekannten Objects noch die zweier Vergleichsterne beobachtet. In dem Umstande, dass zwei Vergleichsterne erforderlich sind, besteht der einzige Nachtheil gegenüber dem Ringmikrometer, bei welchem theoretisch nur ein Vergleichstern erforderlich ist; in der Praxis wird man indessen auch hier in sehr vielen Fällen gezwungen sein, um verschiedene Fehlerquellen unschädlich zu machen, zwei bekannte Sterne heranzuziehen.

Natürlich lassen sich die Beobachtungen in den beiden Lagen auch in eine einzige zusammenziehen, wenn man statt der einzelnen Lamelle zwei anwendet, welche sich in der Mitte des Gesichtsfeldes schneiden. Ist das Fernrohr parallaktisch aufgestellt und mit einem Positionskreise versehen, mit dessen Hülfe man den Winkel zwischen beiden Lamellen und die Neigung derselben gegen die Richtung der täglichen Bewegung bestimmen kann, so genügt in diesem Falle ein einziger Vergleichstern. Eine einfache Betrachtung lehrt, dass die günstigste Form dieses Mikrometers diejenige ist, bei welcher der Winkel zwischen den Lamellen $= 90^\circ$ ist, und die Neigung derselben $= 45^\circ$. Es wird alsdann die Beobachtung und Reduction überaus einfach und durchsichtig, und beide Sterncoordinaten werden mit derselben Genauigkeit bestimmt. In dieser Gestalt (dem sogenannten 45° -Netz) hat es Tupman a. a. O. wieder vorgeschlagen. Es tritt hier aber wieder der bedenkliche Uebelstand ein, dass die sehr genaue Bestimmung eines Winkels erforderlich ist, welcher als unveränderlich vorausgesetzt wird. Diesem Mangel begegnet eine Methode, welche Herr Dr. Scheiner bei Gelegenheit der Ausmessung eines Sternhaufens auf der Sternwarte in Bonn in Anwendung gebracht hat. Er drehte nämlich sein Mikrometer*) nach der ersten Beobachtung um 90° und benutzte auf diese Weise zwei Nebenwinkel, deren Summe streng $= 180^\circ$ war. Mithin konnte er, ohne die Winkel einzeln mit grosser Genauigkeit bestimmen zu müssen, dieselben doch genau zu 90° annehmen, da die kleinen Abweichungen davon auf das Mittel aus den beiden Beobachtungen keinen Einfluss ausüben konnten.

Am einfachsten aber vermeidet man, wenn das Fernrohr mit einem Positionskreis versehen ist, die Schwierigkeit der Winkelbestimmung, indem man zu der ursprünglichen Form des Boguslawski'schen Mikrometers zurückkehrt, also

*) Dasselbe bestand übrigens nicht aus Lamellen, sondern aus Fäden. Es hat überhaupt Alles, was hier über Lamellen gesagt ist, ohne Weiteres auch für Fäden Gültigkeit, nur muss alsdann das Fernrohr mit einer Einrichtung für Feldbeleuchtung versehen sein.

nur eine einfache Lamelle verwendet, und den Positionskreis benutzt, um derselben eine Neigung von 45° gegen die Richtung der täglichen Bewegung zu ertheilen, einmal in dem einen, das andere Mal im entgegengesetzten Sinne. Das ist das Verfahren, welches Herr H. C. Vogel bereits vor einigen Jahren vorgeschlagen hat, und nach welchem ich mit dem günstigsten Erfolge beobachtet habe. Bei dieser Methode treten sämtliche Vortheile des Lamellenmikrometers deutlich hervor: es ist kein constanter Winkel oder Radius zu bestimmen, die Antritte erfolgen an graden Linien, beide Coordinaten werden mit derselben Genauigkeit ermittelt, und endlich ist die Reduction der Beobachtungen von grosser Einfachheit.

Es seien α und δ die Coordinaten des bekannten, α' , δ' die des unbekannten Sterns; die Durchgangszeiten durch die Lamelle mögen in der ersten Lage mit θ_1 und θ_1' , in der zweiten mit θ_2 und θ_2' bezeichnet werden. Dann ist, wenn ε_1 und ε_2 die Winkel sind, welche die Lamelle mit der Richtung der täglichen Bewegung macht

$$\begin{aligned}\theta_1' - \theta_1 &= \alpha' - \alpha + (\delta' - \delta) \sec \delta_0 \operatorname{ctg} \varepsilon_1 \\ \theta_2' - \theta_2 &= \alpha' - \alpha - (\delta' - \delta) \sec \delta_0 \operatorname{ctg} \varepsilon_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta(d\alpha) &= -\frac{1}{2}[(\theta_1' - \theta_1) + (\theta_2' - \theta_2)] - \frac{1}{2}[(q_1' - q_1) - (q_2' - q_2)] \sec \delta_0 \\ \Delta(d\delta) &= -\frac{1}{2}[(q_1' - q_1) + (q_2' - q_2)] - \frac{1}{2}[(\theta_1' - \theta_1) - (\theta_2' - \theta_2)] \cos \delta_0\end{aligned}$$

Vorausgesetzt ist hierbei, dass die Lamelle nach dem wahren Parallel orientirt ist. Nun ist nach bekannten Formeln:

$$\begin{aligned}p &= \frac{k \operatorname{tg} t \sin N}{\cos \delta \sin(N + \delta)} \\ q &= k \operatorname{ctg}(N + \delta)\end{aligned}$$

wo k die Bessel'sche Refractionsconstante bedeutet und N und n durch die Gleichungen definirt sind:

$$\begin{aligned}\sin n \sin N &= \cos \varphi \cos t \\ \sin n \cos N &= \cos \varphi \sin t \\ \cos n &= \sin \varphi\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}p' - p &= -\frac{k d\delta \operatorname{ctg} n \cos(N + \delta_0)}{\sin^2(N + \delta_0) \cos^2 \delta_0} \mp \frac{k d\delta [\operatorname{ctg}^2 n \cos \delta_0 + \sin N \sin(N + \delta_0)]}{\sin^2(N + \delta_0) \cos^2 \delta_0} \\ q' - q &= -\frac{k d\delta}{\sin^2(N + \delta_0)} \mp \frac{k d\delta \cos N \operatorname{ctg} n \sec \delta_0}{\sin^2(N + \delta_0)}.\end{aligned}$$

Bezeichnet man diese vier Glieder der Kürze halber mit $R^\delta(\alpha)$, $R^\alpha(\alpha)$, $R^\delta(\delta)$ und $R^\alpha(\delta)$, so lauten nunmehr die vollständigen Ausdrücke für die Refractionsverbesserung:

$$\begin{aligned}\Delta(d\alpha) &= \frac{1}{2}[R_1^\delta(\alpha) + R_1^\alpha(\alpha) + R_2^\delta(\alpha) - R_2^\alpha(\alpha)] + \frac{1}{2}[R_1^\delta(\delta) + R_1^\alpha(\delta) - R_2^\delta(\delta) + R_2^\alpha(\delta)] \sec \delta_0 \\ \Delta(d\delta) &= \frac{1}{2}[R_1^\delta(\delta) + R_1^\alpha(\delta) + R_2^\delta(\delta) - R_2^\alpha(\delta)] + \frac{1}{2}[R_1^\delta(\alpha) + R_1^\alpha(\alpha) - R_2^\delta(\alpha) + R_2^\alpha(\alpha)] \cos \delta_0.\end{aligned}$$

In den meisten Fällen werden in diesen Formeln die Differenzen $R_1^\alpha(\alpha) - R_2^\alpha(\alpha)$ und die entsprechenden, welche nur von der Zeit abhängen, die zwischen den Beobachtungen in den beiden Lagen verstreicht, verschwinden. Nur wenn

$$\begin{aligned}\Delta(d\alpha) &= \frac{1}{2}[R_1^\delta(\alpha) + R_2^\delta(\alpha)] + \frac{1}{2}[R_1^\alpha(\delta) + R_2^\alpha(\delta)] \sec \delta_0 \\ \Delta(d\delta) &= \frac{1}{2}[R_1^\delta(\delta) + R_2^\delta(\delta)] + \frac{1}{2}[R_1^\alpha(\alpha) + R_2^\alpha(\alpha)] \cos \delta_0.\end{aligned}$$

wo $\delta_0 = \frac{1}{2}(\delta + \delta')$. Führt man hier die Abkürzungen ein $d\theta_1 = \theta_1' - \theta_1$, und ebenso die entsprechenden Bezeichnungen $d\theta_2$, $d\alpha$ und $d\delta$, so folgt:

$$\begin{aligned}d\alpha &= \frac{1}{2}(d\theta_1 + d\theta_2) - \frac{1}{2}d\delta \sec \delta_0 (\operatorname{ctg} \varepsilon_1 - \operatorname{ctg} \varepsilon_2) \\ d\delta &= \frac{(d\theta_1 - d\theta_2) \cos \delta_0}{\operatorname{ctg} \varepsilon_1 + \operatorname{ctg} \varepsilon_2}\end{aligned}$$

Mithin unter der Annahme, dass $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 45^\circ$

$$\begin{aligned}d\alpha &= \frac{1}{2}(d\theta_1 + d\theta_2) \\ d\delta &= \frac{1}{2}(d\theta_1 - d\theta_2) \cos \delta_0.\end{aligned}$$

Es handelt sich nun noch darum, die Beobachtungen von dem Einflusse der Refraction zu befreien. Wenn α , δ den wahren Ort des Sterns bezeichnet, $\alpha + p$, $\delta + q$ dagegen den durch Refraction entstellten im Moment des Durchganges, und wenn für den anderen Stern die entsprechenden Zeichen gelten, dann ist, wie leicht ersichtlich, an die nach den vorstehenden Formeln berechneten $d\alpha$ und $d\delta$ folgende Correction für Refraction anzubringen:

Ferner ist:

$$\begin{aligned}p' - p &= \frac{\partial p}{\partial \delta} d\delta + \frac{\partial p}{\partial t} dt \\ q' - q &= \frac{\partial q}{\partial \delta} d\delta + \frac{\partial q}{\partial t} dt.\end{aligned}$$

Die beiden Differentialquotienten nach δ geben die bekannten für die Messungen am Fadenmikrometer geltenden Formeln; für die beiden anderen Glieder ist zu berücksichtigen, dass $dt = \pm d\delta \sec \delta$ ist, wo das Vorzeichen mit der Lage der Lamellen wechselt. Danach wird:

diese Zwischenzeit erheblich und die Beobachtung bei grossen Zenithdistanzen ausgeführt worden ist, werden diese Grössen merkbar. Andernfalls reduciren sich die Formeln auf die folgenden:

Am einfachsten gestaltet sich die Rechnung, wenn man für die vier in die Formeln eingehenden Glieder Tafeln entwickelt, was mit nur geringer Mühe verbunden ist. Man kann dann auch mit einem Blicke übersehen, wie weit diese abgekürzten Gleichungen Gültigkeit haben, und wann die vollständigen Formeln in Anwendung zu bringen sind.

Ich habe mit dem hier beschriebenen Mikrometer eine Reihe von Positionsbestimmungen an Nebelflecken ausgeführt, welche ein günstiges Zeugniß für die Genauigkeit ablegen, die sich mit diesem Apparate auch bei schwierigeren

Objecten erreichen läßt. Die ausführlichen Resultate dieser Messungen sollen in einer der nächsten Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums mitgetheilt werden. Nicht minder günstig äussert sich Boguslawski in der Mittheilung über sein Mikrometer (a. a. O.), wo er angiebt, dass dasselbe in Verbindung mit einem zweifüssigen Cometensucher, bei einer Vergrößerung von 24 bis 28, mit seinem $3\frac{1}{2}$ füssigen Heliometer concurriren konnte bei Anwendung einer 40 bis 140fachen Vergrößerung.

Potsdam, Astrophysikal. Observatorium, 1888 März 2.

Die Bahn des Planeten (183) Istria.

In Veranlassung des Aufsatzes des Hrn. Dr. W. Luther in den Astr. Nachr. Nr. 2831 erlaube ich mir, hier einige Bemerkungen über diesen Planeten mitzutheilen, welche zum Theil einer kleinen Schrift entnommen sind, die soeben als Abdruck aus der »Öfversigt af Finska Vetensk.-Societens Förhandlingar« Bd. XXX erschienen ist und in welchen ich eine kurze Zusammenstellung von dem gegeben habe, was bisher in Bezug auf diesen Planeten gerechnet worden ist.

Die relativ grosse Annäherung des Planeten an die Erde bei der Opposition Ende 1886 und die dadurch gesteigerte Hoffnung auf eine Wiederentdeckung desselben veranlasste mich im Herbst 1886 eine definitive Bahnbestimmung vorzunehmen. Die daraus hervorgehenden wahrscheinlichsten Elemente, bei welchen $\mu = 757^{\circ}8367$ sich ergab, nebst einer darauf gegründeten Ephemeride von 1886 Oct. 23 bis Nov. 24 und zweier anderen für $\mu = 755^{\circ}79$ und $759^{\circ}88$, welche die zunächst etwa einzuhaltenden Grenzen der Aufsuchungszone angaben, wurden den Herren Dr. V. Knorre und Dr. J. Palisa zugestellt, welche sich im Voraus bereit erklärt hatten, einige Mühe auf das Aufsuchen verwenden zu wollen. — Wegen der zu südlichen Declinationen war in Berlin wenig Erfolg zu hoffen und ist das Suchen dort auch ganz unterlassen worden. In Wien hat Dr. Palisa dagegen die ganze Zone, leider ohne erwünschtes Resultat, durchsucht; derselbe sprach die Absicht aus, im Dec. 1886, wenn der Planet in nördlichere Decl. gekommen sei, weitere Nachforschungen anzustellen. Inzwischen waren mir, zum grossen Theile durch Herrn Dr. Knorre, einige weitere in den Nachweisungen für die Planeten im Berliner Jahrbuch nicht citirte Neubestimmungen der Vergleichsterne bekannt geworden. Die so erhaltenen Verbesserungen der Oerter veranlassten mich zu einer Wiederholung der Rechnung. Bei denselben wurden die folgenden Vergleichstern-Positionen benutzt:

*	α 1878.0	δ 1878.0	Autorität
<i>a</i>	$9^h 21^m 53^s.13$	$+12^{\circ} 43' 48''.1$	2 Pola Mer.
<i>b</i>	$9 26 2.35$	$+12 16 22.5$	$\frac{1}{2}$ (Cap+Pola)
<i>c</i>	$9 22 37.25$	$+12 49 42.5$	2 Pola Mer.
<i>d</i>	$9 19 34.81$	$+13 21 43.0$	$\frac{1}{3}$ (2 Pola+Kremsm.)
<i>e</i>	$9 11 46.89$	$+15 31 20.7$	2 Pola Mer.
<i>f</i>	$9 11 24.67$	$+16 3 52.9$	$\frac{1}{2}$ (Pola+Berlin)
<i>g</i>	$9 4 25.77$	$+19 3 37.4$	$\frac{1}{5}$ (2 Pola+2 Berlin+Kremsm.)
<i>h</i>	$8 59 45.60$	$+21 0 10.9$	$\frac{1}{4}$ (3 Result. aus Lal., B. Z., Y. u. A. N. 2008+Knopf)
<i>i</i>	$9 0 57.09$	$+21 23 12.3$	$\frac{1}{3}$ (2 Pola+Kremsm.)

Die AR. des Sterns *g* ist unrichtig, weil die Beobachtungen aus Pola und Berlin mit der in den A. N. 2337 für AR. unrichtig angegebenen Präcession auf 1878.0 reducirt sind; dieselbe sollte heissen: $\alpha = 9^h 4^m 25^s.34$.

Die Rechnung gründet sich auf die folgenden Normalörter:

1878	α 1878.0	δ 1878.0	Gw.
Febr. 10.00000	$140^{\circ} 21' 2''.6$	$+12^{\circ} 57' 25''.8$	3
21.50000	$137 55 23.0$	$+15 48 50.1$	2
März 9.54771	$135 33 19.7$	$+19 4 23.4$	1
24.50000	$134 50 33.7$	$+21 10 4.6$	2

Als Resultat erhielt ich die im Berliner Jahrbuch für 1890 publicirten Elemente:

Epoche 1878 März 2.5 M. Z. Berlin.

$$\left. \begin{aligned} M &= 58^{\circ} 39' 57''.5 \\ \omega &= 262 17 9.2 \\ \Omega &= 142 45 57.1 \\ i &= 26 30 36.2 \\ \varphi &= 20 33 20.0 \\ \mu &= 756^{\circ} 99' 17'' \\ \log a &= 0.447277 \end{aligned} \right\} \text{Mittl. Aequ. 1878.0}$$

Die Darstellung der Normalörter war wie folgt:

$\Delta \lambda \cos \beta$	$\Delta \beta$
0".0	—0".9
+0.2	+2.1
—0.8	—1.7
+0.3	+0.2

Die übrigbleibenden Fehler erscheinen hier bereits mit der Quadratwurzel des Gewichts multiplicirt. Die Summe der Fehlerquadrate war 9.3 Bogensecunden.

Den Herren Palisa und Knorre wurden nun Ephemeriden zugestellt, welche sowohl diesen Elementen zugehörten, als auch denjenigen, welche den folgenden Variationen in μ entsprachen: $\delta\mu = -3''.552$, $\delta\mu = -1''.932$, $\delta\mu = +1''.828$, $\delta\mu = +3''.608$. Dr. Palisa hat an einem Abend im December 1886 die Gegend zwischen der ersten und zweiten Hypothese mappirt. Da gleich nachher verschiedene neu entdeckte Planeten seine Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen, wurde er an der weiteren Nachforschung verhindert.