

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Nr. 4101.

Band 171.

Stereoskopische Bestimmung der relativen Eigenbewegung von Fixsternen.

Von *Max Wolf*.

Das Prinzip des stereoskopischen Entfernungsmessers ist von Pulfrich klar gelegt worden. Pulfrich hat auch bereits die stereoskopische Tiefenmessung zur Messung der seitlichen Verschiebung des Saturn auf meinen Platten erfolgreich angewandt.

Man habe ein Plattenpaar; auf jeder Platte in einer Horizontalen in einigem Abstand voneinander zwei Punkte. Man betrachte das Bilderpaar im Stereoskop. Sind auf beiden Platten die Abstände der zwei Punkte voneinander gleich, dann sieht man im Stereoskop zwei Punkte in einer Ebene schweben, die senkrecht zur Visierlinie ruht. Ist aber die Distanz der beiden Punkte auf einer Platte nur eine Spur verschieden von jener auf der anderen Platte, dann hat man im Stereoskopbild den Eindruck, als ob der eine Punkt dem Beobachter näher, der andere entfernter liegt. Man glaubt in den Raum hinauszusehen, in dem der eine Punkt näher, der andere ferner zu schweben scheint.

Hat man ein Paar von Zeigern, z. B. in Form von scharfen Spitzen, die man unmittelbar auf die Platten legen und deren einen man vor einer der Platten rechts und links verschieben kann, dann wandert bei diesem Hin- und Herschieben das Bild des Zeigers im Stereoskop im Raum. Man kann daher das Bild des Zeigers durch Rechts- und Linksbewegung eines der Zeiger auf die nämliche Raumtiefe einstellen, in der der eine oder der andere Punkt zu schweben scheint. Man braucht den beweglichen Zeiger nur eine Spur zu verschieben, soviel, als die Distanzen der beiden Punkte auf den Platten verschieden sind. Ist diese seitliche Verschiebung des Zeigers genau meßbar, so erhält man durch ihre Messung den Unterschied der Distanzen der beiden Punkte auf den zwei Bildern.¹⁾

Man ersetzt also eine Reihe von Messungen durch eine einzige. Bei der Anwendung des Verfahrens auf Himmelsaufnahmen kommt noch als wesentlicher Vorteil dazu, daß man ungemein viel genauer auf die Raumtiefe eines Bildes als auf die Mitte eines Sternscheibchens einzustellen vermag.

Man mißt also nicht mehr die vier Orte zweier Objekte auf den beiden zu vergleichenden Himmelsaufnahmen durch Anschluß derselben an jeweils zwei oder mehr Anschlußsterne, um so endlich die Differenz der zwei Distanzen zu finden, sondern man mißt die Differenz direkt, wie man sie als räumliche Größe sieht. Einen Schritt zu dieser Ver-

einfachung bildete bereits die Kapteynsche Methode der Aufnahme von Bildern aus verschiedenen Zeiten auf die nämliche Platte. Man mißt also die Differenz unmittelbar und zwar durch ihre Tiefenwirkung. Das ist die eigentliche Bedeutung dieses Verfahrens, und die astronomische Meßgenauigkeit wird dadurch in naher Zukunft zweifellos beträchtlich vergrößert werden.

Bei den Platten von dem kleinen, kurzbrennweitigen Objektiv, die ich bei den unten beschriebenen Versuchen benutzt habe, wird die Meßgenauigkeit dadurch mehr als vervierfacht.

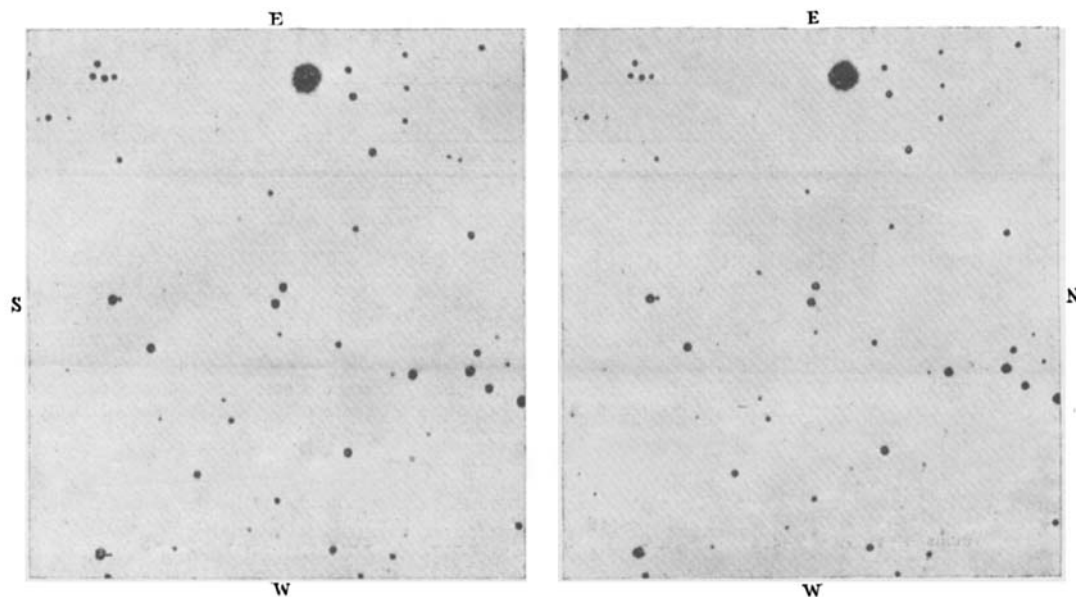
Man sollte versuchsweise ein Mikrometer für die Fernrohrbeobachtung bauen, das die stereoskopische Vereinigung der Bilder zweier beliebiger Sterne im Gesichtsfeld gestattet. Das würde wohl auch einen Fortschritt für die Genauigkeit der Messungen am Okularmikrometer oder am Heliometer bedingen. Besonders für letzteres Instrument muß sich ein solches Okularstereoskop relativ leicht konstruieren lassen.

Durch das stereoskopische Betrachten zweier Himmelsaufnahmen aus verschiedenen Jahren findet man nun tatsächlich leicht alle Sterne heraus, die im Laufe der Zeit ihren Abstand von Nachbarsternen merklich verändert haben. Jeder Stern, der sich verschoben hat, schwebt vor oder hinter der Ebene, die sich aus dem Durchschnittsbild der unbewegten Sterne erzeugt. Platten verschiedener Jahrgänge in den Stereokomparator gebracht lassen mit Bequemlichkeit eine große Anzahl mehr oder weniger bewegter Sterne erkennen.

Einen Eindruck von dieser plastischen Wirkung der Eigenbewegung erhält man, wenn man das diesem Aufsatz beigegebene Bildchen im Stereoskop — womöglich mit starker Vergrößerung — besieht. Der Stern in der Mitte scheint weit vor dem gemeinsamen Grund zu schweben.²⁾ Der Stern besitzt eine starke Eigenbewegung, besonders in Deklination. Die beiden Einzelbildchen sind deshalb in der Deklinationsrichtung aneinandergesetzt. Zwischen beiden um fast 14 Jahre auseinanderliegenden Aufnahmen hat sich der Stern um mehr als 19 Bogensekunden nach Süden geschoben. Auf den Bildchen entsprechen 37 Bogensekunden einem Millimeter. Die Bilder sind siebenmal von den Originalplatten vergrößert. Der Stern (Nr. 5 der folgenden kleinen Liste) steht am Himmel östlich von der Verbindungslinie von ϵ und σ Leonis.

¹⁾ Ein ähnlich einfaches Stereoskop zur Messung von räumlichen Entfernungen auf Landschaftsaufnahmen hat Pulfrich für die Firma Carl Zeiß konstruiert.

²⁾ Um das Betrachten mit dem Stereoskop zu erleichtern, liegt dieser Nummer ein besonderer Abzug des Bildchens bei. Es sei aber bemerkt, daß bei diesem, abweichend vom Textbild, der Stern in der Mitte nicht vor, sondern hinter dem gemeinsamen Grund zu schweben scheint. *Kr.*



Dies war der erste neue Eigenbewegungsstern, den ich im vorigen Jahr mit dem Stereoskop auffand. In der Folge habe ich dann im verflossenen Winter eine große Zahl von Sternen mit merklichen Eigenbewegungen auf meinen Platten auffinden können.

Worauf es aber ankam, das war, zu versuchen, ob sich die Beträge der Eigenbewegungen der aufgefundenen Objekte auch mit einiger Sicherheit aus den mit so kleinen Instrumenten aufgenommenen Platten zahlenmäßig bestimmen ließen.

Den ersten Versuch einiger solcher Messungen möchte ich hier mitteilen.

Zu den Vergleichen wurden nur gut gelungene Aufnahmen von meinem Voigtländerschen Sechszöller verwandt. Die Platten wurden, auf den Parallel oder den Stundenkreis justiert, in den Stereokomparator gelegt und die Raumbtiefe des Eigenbewegungssterns gegen die Umgebung gemessen. Das geschieht beim Stereokomparator durch Verschiebung eines kleinen Kreuzchens, das sich im Okular des Mikroskops durch eine Mikrometerschraube meßbar rechts und links bewegen läßt. Im rechten Okular befindet sich diese bewegliche Marke, im linken sitzt eine gleiche aber feste. Durch die stereoskopische Vereinigung beider Bilder scheint die Marke im Raum vor dem Beobachter zu schweben und durch die Verschiebung der rechten Marke wandert das gemeinsame Bild auf den Beschauer her oder von ihm weg. Stehen die Marken auf beiden Platten auf genau gleicher Stelle, dann erscheint ihr Bild in der Ebene der Himmelsaufnahme. Man kann das Bild der Marke nun einmal in die Ebene der ruhenden Sterne, darnach in die Ebene des bewegten Sterns bringen. Die an der Schraube abgelesene seitliche Verschiebung der wandernden Marke gibt dann unmittelbar die seitliche Verschiebung des Eigenbewegungssterns auf der Platte. Selbstverständlich sind für solche Untersuchungen, wie für so viele andere, alle Platten, die ein »Réseau« tragen, fast so gut als unbenutzbar. Vor dieser verhängnis-

vollen Erfindung habe ich früher gewarnt, und kann auch jetzt nur die Warnung wiederholen.

In der Praxis wird man die Raumbtiefe einmal auf der rechten, das andere mal auf der linken Seite der Sterne messen, um Ungleichheiten in den Bildern der Sterne möglichst zu eliminieren. Dann wird man den Tiefenunterschied in verschiedenen gegenseitigen Lagen der Platten bestimmen: einmal wenn der bewegte Stern vor den ruhenden Sternen, das andere mal, wenn er hinter der Ebene der ruhenden Sterne zu schweben scheint. Ebenso wird man die Messungen in verschiedenen Positionswinkeln ausführen.

Als Beispiel einer solchen Messung gebe ich in nachfolgender Tabelle die Zahlen für einen Stern α im Orion, Weiße₁ 5^h592.

Es wurde der Tiefenunterschied zwischen diesem Stern und einem nahestehenden fast gleich hellen Stern ζ , der merklich unbewegt gegen den gemeinsamen Sterngrund erschien, in verschiedenen Lagen bestimmt. Die Einstellungen auf die Tiefen der beiden Sterne sind in Partes der Mikrometerschraube der »wandernden Marke« des Stereokomparators angegeben. Ein Pars entspricht etwa 1.9 Bogensekunden auf den kleinen Platten.

Die Lage I sollte den gleichen Wert für die Tiefe ergeben wie die Lage II; ebenso Lage III wie IV. Für die Tiefe in der Richtung EW ergibt sich aber, wie man sieht, für die zusammengehörigen Lagen I und II ein ziemlich beträchtlicher Unterschied. Derselbe wird verursacht durch die starke Bewegung des Sterns α in Richtung NS. Diese bewirkt, daß man die Bilder in den Lagen I und II nur schwer mit den Augen zur Deckung bringen kann, und daß man dies bei der Lage I anders ausführt als bei der Lage II. Das fühlt man auch in den Augen beim Einstellen der Marke. Solche Abweichungen habe ich mehr oder weniger bei jedem Stern bekommen.

Es ist bekannt, daß wenn man einen horizontalen Faden eines Fadenkreuzes mit dem linken Auge und dann

mit dem rechten Auge betrachtet, daß man dann beidemale den Faden gegen die Horizontale geneigt sieht, und mit jedem Auge in anderer Neigung. Solches mag hier mitspielen beim Vereinigen der schräg verschobenen Bilder. Jedenfalls ist soviel sicher, daß man die Bilder des verschobenen Sterns verschieden vereinigt, je nach der Lage. Es fragt sich nun,

ob jeweils das Mittel aus beiden Bestimmungen den richtigsten Wert gibt. Das scheint nun nicht genau der Fall zu sein. Vielmehr müßte man die Werte aus zwei Lagen mit Rücksicht auf die Bewegung des Sterns in der anderen Koordinate vereinigen. Aber das Mittel kommt der Wahrheit jedenfalls viel näher als der Wert einer Lage allein.

Bewegung des Sterns a in der Richtung:								
EW					NS			
Lage I Nord oben		Lage II Nord unten			Lage III Nord links		Lage IV Nord rechts	
$*a$ zurückliegend		$*a$ vorliegend			$*a$ vorliegend		$*a$ zurückliegend	
$*G$	$*a$	$*a$	$*G$		$*G$	$*a$	$*a$	$*G$
Kreuz rechts	9.3	4.3	14.5	9.3	10.2	19.6	13.5	25.3
	10.0	4.9	14.3	9.3	10.6	19.3	13.3	25.6
	10.7	4.7	14.9	9.3	9.8	20.3	14.8	24.7
	11.0	5.3	14.5	9.6	10.9	20.2	14.6	25.8
	10.6	5.0	14.1	9.4	10.3	19.3	13.9	24.9
	10.9	4.9	14.3	9.3	9.9	20.1	14.6	25.3
Kreuz links	10.9	6.8	11.8	9.8	9.5	21.6	15.1	25.5
	11.4	6.7	12.1	8.7	9.4	21.3	15.7	25.4
	11.0	6.5	13.2	9.5	9.1	21.5	15.6	25.1
	11.4	7.1	12.8	9.6	9.9	21.1	15.5	25.6
	11.2	7.0	13.0	10.0	9.4	21.3	15.7	25.5
	10.7	6.9	12.7	9.6	9.9	21.3	14.9	25.5
Mittel	10.76	5.84	13.52	9.45	9.91	20.57	14.77	25.35
Tiefe	$\Delta\xi_1 = 4.92$		$\Delta\xi_2 = 4.07$		$\Delta\eta_1 = 10.66$		$\Delta\eta_2 = 10.58$	

Nimmt man an, in obigem Beispiel repräsentiere der Stern G die unendlich ferne Ebene, dann hat man die Eigenbewegung des Sterns a unmittelbar aus den gemessenen Tiefen, andernfalls die relative Eigenbewegung des Sterns a gegen den Stern G . In unserem Fall hätte sich also der Stern a bewegt um

$$\Delta\xi = 4^{\text{h}}49 \quad \Delta\eta = 10^{\text{h}}62.$$

Hieraus ergibt sich die Richtung der Verschiebung zu

$$\varphi = 157^{\circ}1.$$

Stellt man nun die Platten auf diesen Positionswinkel ein, dann hat man das Maximum der Tiefenwirkung. Man sieht sofort, daß die eben erwähnte Störung beseitigt ist, die Bilder der beiden Sterne schweben klar und scharf vor den Augen. Jetzt kann man die Messung in beiden Lagen wiederholen.

Für das besprochene Paar ergeben sich jetzt die weiter unten stehenden Zahlen und wir sehen, daß der Unterschied zwischen den beiden Lagen nunmehr fast verschwunden ist.

Damit ist gezeigt, daß man die Eigenbewegungen so zu bestimmen hat, daß man zuerst den Positionswinkel sucht, die Platten dann auf diesen justiert und nun erst die Messung der Eigenbewegung durch die Tiefenmessung ausführt.

Zu diesem Zweck müßte der Stereokomparator so gebaut sein, daß man jede Stelle der Platte in die Mitte bringen

und dann auf beiden Seiten die Platten um diese Mitte rotieren könnte. Das ist leider bei meinem Modell nicht der Fall und ich habe deshalb vorläufig nur die Verschiebungen in Rektaszension und Deklination gemessen. Dieselben sind dadurch mit dem oben skizzierten Fehler behaftet, der beim Mittelnehmen bleibt.

Lage A Nord rechts oben			Lage B Nord links unten	
$*a$		$*G$	$*G$	$*a$
Kreuz links am Stern	12.4	24.8	3.7	15.7
	12.5	24.6	3.8	15.5
	12.8	24.8	3.8	15.8
	12.8	24.3	3.6	16.0
	12.9	24.5	3.5	15.7
Kreuz rechts am Stern	12.8	24.1	4.6	16.4
	12.6	24.5	4.0	16.1
	12.5	24.6	4.4	16.2
	12.6	24.3	4.3	15.9
	12.3	24.8	4.3	16.3
Mittel	12.62	24.53	4.00	15.96
$\Delta\sigma$		11^{\text{h}}91	11^{\text{h}}96	

Was die Sicherheit der Resultate anlangt, so bietet gerade der hier als Beispiel angeführte Stern eine gute Probe.

Es ist der Stern 75 der Kobold'schen Liste¹⁾, W_1 5^h59^m2, $\alpha = 81^\circ 60'$ $\delta = -3^\circ 70'$ Orionis. Die jährliche Eigenbewegung des Sterns ist mit 2"23, der Positionswinkel mit 162°0 angegeben.

Der Skalenwert meiner Meßschraube war $1^p = 1''9069$. Damit ergibt sich aus der Messung im Positionswinkel die totale Verschiebung zu

$$11^p 935 \times 1''9069 = 22''76.$$

Die Zwischenzeit der Aufnahmen betrug 9.96 Jahre. Das gibt die Eigenbewegung

$$\Delta s = 2''28.$$

Nimmt man die Bestimmungen in den beiden Koordinaten,

$$\Delta \xi = 4.49 \text{ und } \Delta \eta = 10.62$$

so folgt daraus $\Delta s = 2''21$

und $\varphi = 157^\circ 1$

also fast genau die durch Meridiankreisbestimmungen gefundenen Werte.

Als zweites Beispiel führe ich den Stern 74 der Kobold'schen Liste $\alpha = 80^\circ 87'$ $\delta = -3^\circ 56'$ Orionis an, für den man aus Meridianbeobachtungen die Werte:

$$\Delta s = 0''88 \text{ und } \varphi = 199^\circ 3$$

abgeleitet hat. Der Stereokomparator ergibt (vgl. w. u.):

$$\Delta s = 0''91 \text{ und } \varphi = 183^\circ 2.$$

Eine schönere Übereinstimmung kann man wohl kaum erwarten. Sie ist eigentlich sogar überraschend, wenn man bedenkt, daß die Aufnahmen mit einem kleinen Objektiv von 80.8 cm Brennweite gemacht sind, wo 1 Bogensekunde durch eine Länge von 0.004 mm auf den Platten repräsentiert wird.

Im folgenden gebe ich die Resultate der ersten Messungsversuche, die ich an einigen der von mir gefundenen Sterne mit beträchtlicher Eigenbewegung angestellt habe.

Die Örter der Sterne wurden durch rechtwinkligen Anschluß an je zwei AG-Sterne bestimmt. Die folgende Liste gibt die so abgeleiteten Koordinaten der Sterne:

*	Epoche	α 1900	δ 1900	Gr.	Anschlußsterne
1	1905.9	5 ^h 54 ^m 55 ^s .5	+21° 1' 30"	9.5	AG. Berlin B 2088, 2141
2	1870.7	5 57 14.5	+19 23 1	9.0	AG. Berlin A 1866
3	1879.7	5 59 42.7	+26 34 26	8.9	AG. Cambr. 2935
4	1892.3	11 5 53.6	+ 6 58 35	9.5	AG. Leipzig II 5697, 5739
5	1906.3	11 23 19.6	+ 8 6 1	9.2	AG. Leipzig II 5808, 5821
6	1892.2	12 1 7.3	+28 3 7	9.1	AG. Cambr. 5975, 6009
7	1892.2	12 14 28.0	+28 56 9	9.5	AG. Cambr. 6052, 6067
8	1892.2	12 17 25.3	+25 43 48	10.7	AG. Cambr. 6079, 6104
9	1892.3	13 18 31.0	-13 30 40	11	Dubl ₈ 523, Mü ₁ 9144
10	1892.3	13 25 6.8	- 8 2 38	9.5	AG. Ottak. 4812, 4822

Für jeden Stern wurden ein oder mehrere Sterne der Umgebung ausgewählt, die möglichst in der Tiefe des gemeinsamen Grundes erschienen. Gegen diese Grundsterne wurde die Tiefenmessung des bewegten Sterns ausgeführt. Dabei wurden alle jene Sterne als Grundsterne verworfen, welche starke Farbenwirkung zeigten. Dies letztere ist bei allen Untersuchungen auf Himmelsaufnahmen von besonderer Wichtigkeit, und ich werde weiter unten noch einige Erfahrungen über diese Störung mitteilen. Ein besonders auffallendes Beispiel bildet das südlich von dem Stern (4) in etwa $1\frac{3}{4}'$ Distanz stehende Sternchen 12. Größe, das je nach der Aufnahme stark durch die Farbenwirkung verschoben erscheint.

In der folgenden Zusammenstellung finden sich die

Resultate der Messungen. Die Nummern der Sterne sind dieselben, wie in der vorhergehenden Liste. Der Stern (a) ist Kobold Nr. 75; der Stern (b) ist Kobold Nr. 74. Unter L und R findet man die Nummern der zu diesen Messungen benutzten Platten; $\Delta \xi_1$ bedeutet den Tiefenunterschied zwischen Eigenbewegungsstern und Grundsternen in Lage I, also die Verschiebung in Rektaszension, analog die übrigen Werte aus den drei anderen Lagen; $\Delta \xi$ und $\Delta \eta$ sind die Mittel der Verschiebungen in Rektaszension und Deklination, $\Delta \sigma$ die Resultierende, alles ausgedrückt in Partes der Tiefenschraube. Die Zwischenzeit zwischen den zwei Epochen der Aufnahmen wird in der Rubrik a gegeben. Dann folgt mit Δs der Betrag der jährlichen Eigenbewegung in Bogensekunden im größten Kreis und mit φ der Positionswinkel derselben.

*	L	R	$\Delta \xi_1$	$\Delta \eta_1$	$\Delta \xi_2$	$\Delta \eta_2$	$\Delta \xi$	$\Delta \eta$	$\Delta \sigma$	a	Δs	φ
a	A 4102	A 1114	4.07	10.58	4.92	10.66	4.49	10.62	11.53	9.96	2''21	157°1
b	»	»	0.40	4.44	0.15	5.09	0.27	4.76	4.77	9.96	0.91	183.2
1	A 4006	A 595	0.00	1.92	0.30	2.16	0.15	2.04	2.05	12.93	0.30	175.8
2	»	»	3.80	3.70	4.22	2.72	4.01	3.21	5.14	12.93	0.76	128.7
3	»	»	2.80	2.58	2.52	2.36	2.66	2.47	3.63	12.93	0.54	227.1
4	A 4166	A 436	5.29	4.94	5.01	4.86	5.15	4.90	7.11	13.94	0.97	226.4

¹⁾ Kobold, Bau des Fixsternsystems, Braunschweig 1906, p. 235.

*	<i>L</i>	<i>R</i>	$\Delta\xi_1$	$\Delta\eta_1$	$\Delta\xi_2$	$\Delta\eta_2$	$\Delta\xi$	$\Delta\eta$	$\Delta\sigma$	<i>a</i>	Δs	φ
5	A 4166	A 436	1.91	10.19	2.18	10.57	2.04	10.38	10.58	13.94	1'45	191°1
6	A 4188	A 439	2.88	0.32	3.08	0.06	2.98	0.19	2.99	13.98	0.41	273.6
7	»	»	4.50	2.10	4.50	1.48	4.50	1.79	4.84	13.98	0.66	291.7
8	»	»	5.60	2.42	5.06	2.10	5.33	2.26	5.79	13.98	0.79	293.0
9	A 3285	A 457	2.92	1.78*	3.17	2.84	3.04	2.31	3.82	12.00	0.61	232.8
10	»	»	7.23	1.96*	7.04	3.04	7.13	2.50	7.56	12.00	1.20	250.7

* Sehr schwierig zu messen

Die Aufnahmezeiten der zur Messung benutzten Platten, die alle mit dem Voigtländerschen Objektiv von 159 mm Öffnung und 808 mm Brennweite aufgenommen sind, waren:

A 436	1892	März 25	=	1892.23
A 439	1892	März 26	=	1892.23
A 457	1892	April 17	=	1892.29
A 595	1892	Dez. 18	=	1892.96
A 1114	1896	Febr. 5	=	1896.10
A 3285	1904	April 16	=	1904.29
A 4006	1905	Nov. 21	=	1905.89
A 4102	1906	Jan. 22	=	1906.06
A 4166	1906	März 4	=	1906.17
A 4188	1906	März 20	=	1906.21

Zu der Eigenbewegungsliste sind noch folgende Bemerkungen nötig:

Stern (1) ist BD. +21°1079 von 9.5 Größe. Er steht mit vier nahezu gleich hellen Sternen in einem Trapez, dessen nordwestliche Ecke er einnimmt. Bezogen wurde er auf den von ihm etwa 3' abstehenden Stern 9.5 Größe, der die nordöstliche Ecke des Trapezes bildet und dabei etwas südlicher als der Stern (1) steht.

Stern (2) ist der Stern AG. Berlin A 1866 = BD. +19°1185 von der 9.0 Größe. Er wurde auf ein etwa 2½' abstehendes, nördlich folgendes Sternchen 12. Größe als Grundstern bezogen.

Stern (3) steht 2½' südlich von einem schönen kleinen Sterndreieck. Es ist der Stern AG. Cambr. 2935 = BD. +26°1067 von der 8.9 Größe. Er ist bezogen auf einen etwa 1¾' abstehenden südlich folgenden Stern 12. Größe. Die Sterne des erwähnten Dreieckchens im Norden sind alle wahrnehmbar und in verschiedenen Richtungen bewegt.

Stern (4) ist 9.5 Größe; als Grundsterne dienten vier ihn umgebende Sterne, aus deren Tiefenwerten das Mittel genommen wurde.

Stern (5) ist der auffallendste Stern der Liste. Von ihm rührt das diesem Aufsatz beigegebene Stereoskopbild her. Er ist 9.2 Größe und bildet mit einem wenig helleren Stern, der in etwa 1' Distanz südlich vorhergeht, ein Paar. Ein schwacher Stern 13. Größe folgt südlich in etwa 1' Distanz. Beide Sterne wurden als Grundsterne benutzt und ihr Mittel genommen. Der erste der beiden Sterne, 9.1 Größe, dessen Koordinaten ich mit bestimmt habe:

$$\alpha 1900 = 11^h 23^m 14^s.3 \quad \delta 1900 = +8^\circ 5' 33''$$

zeigt etwas Bewegung in ähnlichem Sinne wie der Eigenbewegungsstern (5).

Stern (6) ist BD. +28°2078 von der 9.1 Größe und steht südöstlich von dem BD.-Stern +28°2077 von der

9.1 Größe. Der dem EB.-Stern etwa 1' südlich vorangehende Stern 10. Größe wurde als Grundstern benutzt.

Stern (7) ist der BD.-Stern 9^m5 +29°2279 südwestlich von dem hellen Stern 7^m +29°2280. Zwischen dem Eigenbewegungsstern und dem Stern 7. Größe stehen ein Stern 12. und ein Stern 9.5 Größe; auf beide wurde der Stern (7) bezogen.

Stern (8) steht 2½' nördlich von dem BD.-Stern +25°2499 der 9.5 Größe und ist selbst nahezu 11. Größe. Der Stern +25°2499 wurde als Grundstern benutzt.

Stern (9) bildet mit einem gleich hellen Sternchen 11. Größe unter einem PW. von etwa 45° ein Paar von etwa 1' Distanz. Der südwestliche Stern mußte in Ermangelung eines geeigneteren als Grundstern benutzt werden, obwohl er selbst deutlich erkennbare Bewegung im selben Sinne wie Stern (9) besitzt. Die absolute Eigenbewegung von (9) ist also sicher zu klein ermittelt worden.

Stern (10) ist BD. -7°3632 von 9.5 Größe. Er bildet die NW-Ecke eines Parallelogramms, dessen SW-Ecke der Stern 9.1 Größe BD. -7°3631 ist. Dieser Stern zeigt selbst schwache Bewegung, deshalb wurde der Stern 9.7 Größe in der NE-Ecke des Parallelogramms als Grundstern benutzt.

Nun noch wenige, kurze Notizen über den oben angeführten Farbenfehler der Sterne bei Himmelsaufnahmen.

Bringt man zwei Platten zur stereoskopischen Vergleichung, die in sehr verschiedenen Stundenwinkeln, oder bei sehr verschiedenen Höhen der Gestirne aufgenommen sind, so verliert das Bild seine Flachheit und die Sterne liegen bunt durcheinander in verschiedenen Tiefen. Das haben wir schon bei unseren ersten Versuchen mit dem Stereoskop erfahren und Pulfrich hat darüber berichtet.

Die Ursache liegt in der Verschiedenheit des Spektrums der Sterne zusammen mit der Refraktion. Beispielsweise fand ich die Erscheinung stark ausgeprägt auf zwei unter verschiedenen Verhältnissen aufgenommenen Platten der Oriongegend. Bei einer bestimmten stereoskopischen Zusammenstellung der Platten traten die roten Sterne, die ich auf den Platten nach den Verzeichnissen aufsuchte, beträchtlich aus dem Grund hervor; die ausgesprochen blauen traten hinter die Umgebung zurück.

Ein ähnlicher Effekt wird aber auch dadurch erzielt, daß man die Platten von zwei annähernd gleichbrennweitigen Objektiven, die etwas verschieden optisch korrigiert sind, stereoskopisch vereinigt.

Ein dritter Weg bietet sich durch Vergleichung zweier Platten, von denen die eine dieselbe Gegend nahe dem Rande trägt, welche die andere in ihrer Mitte abgebildet enthält.

Besonders der zweite Fall bietet eine bequeme Methode,

um die verschiedenen Farben der Sterne einer Himmelsgegend zu erkennen. Man hat nur nötig, die zwei gleichzeitigen Aufnahmen eines Doppelrefraktors, wie ich sie seit Jahren empfohlen habe, stereoskopisch zu vergleichen, um sofort alle stark verschieden gefärbten Sterne in verschiedenen Tiefen plastisch im Raume vor sich zu sehen.

Aus diesen Untersuchungen folgt auch, daß man oft aus länger exponierten photographischen Himmelsaufnahmen kaum Koordinaten von Sternen wird ableiten können, die Anspruch auf größere Genauigkeit machen.

Auf weitere Einzelheiten möchte ich mich an dieser Stelle nicht einlassen; aber darauf möchte ich hinweisen, daß man vor jeder Parallaxenbestimmung die Anschlußsterne stereoskopisch untersuchen und diejenigen auswählen soll, die eine größtmögliche Bürgschaft bieten, daß die Parallaxe nicht durch den Dispersionsfehler überdeckt wird. Einer stereoskopischen Messung dieses Fehlers steht natürlich auch nichts im Wege.

Noch eine andere Anwendung von ebenso großer Trag-

weite verspricht die Methode. Das Anzeichnen der kleinen Nebelflecke auf meinen Platten zum Zweck der Vermessung für meine Kataloge vollführe ich stets im Stereokomparator. Die stereoskopische Vergleichung zweier Aufnahmen bietet die Bürgschaft, daß man kein falsches Objekt markiert und in den Katalog aufnimmt. Dabei zeigte sich, daß ein großer Teil der Nebelflecken in anderer Tiefe erschien als die benachbarten Sterne. Das ist selbstverständlich gerade wie im obigen Falle eine Wirkung des Spektrums in Verbindung mit der Refraktion oder der Strahlenvereinigung der Linsen. Hat man nun einen sich als Nebelfleck präsentierenden kleinen Sternhaufen, der aus Sternen mit Durchschnittsspektrum zusammengesetzt ist, so muß das Objekt in derselben Tiefe wie die kleinen Nachbarsterne schweben. Ist es aber ein gasförmiger Nebelfleck, von eigenartigem Spektrum, so tritt es aus der Ebene des Grundes wahrnehmbar heraus. Wenn es sich also um schwache Objekte handelt, an die das Spektroskop nicht hinreicht, dann bietet das Stereoskop die Möglichkeit, Gasnebel von Sternhaufen zu unterscheiden.

Astrophys. Institut Königstuhl-Heidelberg, 1906 April 3.

Max Wolf.

A Durchmusterung of variable stars.

(Harvard College Observatory Circular No. 116).

The plan described below for a Durchmusterung of variable stars has been proposed by Prof. *Solon I. Bailey*.

Certain regions of the sky have now been systematically examined for the discovery of variable stars, the number of which has already increased to more than three thousand. Taking into consideration the immense amount of work which is being carried forward in this line at the observatories of Harvard, Heidelberg, Moscow, and elsewhere, the right time appears to have come for concerted action among astronomers, looking toward a systematic examination of the whole sky, in order to determine the number and distribution of all variable stars, to the faintest magnitudes possible. Otherwise there may be needless duplication in the search, and, as a result, unfortunate waste of labor.

The objection may be made that, if the examination is extended to the whole sky, the number of variables will be so great that their careful observation will be impossible. This may be true; but at least we shall be able to study the distribution of the variable stars, and learn what part they play in the construction of the stellar universe. Since all variables will tend to fall into a few well-defined classes, an examination only sufficient for classification will be necessary for the greater part of them, and elaborate researches will need to be extended only to representative types, and to objects of special interest. A Durchmusterung of variable stars, therefore, would be a worthy achievement for the present generation of observers.

While we recognize the eminent service which has been rendered during the last century by visual observers, it is certain that photographic methods now yield vastly greater results for a given expenditure of time. This is especially true for densely crowded and faint stars. For a

study of the whole sky, the plates should be taken with a telescope of the form known as a photographic doublet, since this gives good definition over a large area. This plan would leave, nevertheless, extended fields of investigation, for those who have instruments of other forms, such as the study of clusters, nebulous regions of small extent, and other special objects. This scheme offers to amateur astronomers an opportunity to take part in a research of permanent value. There are a number of suitable instruments in the possession of those in charge of small observatories, or of amateurs, who can give only limited time to astronomical research; but the thorough and systematic examination of even small portions of the sky would have high value, irrespective of the number of variable stars discovered.

It is undesirable at present to divide the sky into definite areas, and to assign them, by means of some variable-star committee, to the different institutions and observers taking part in such a research. The field is so vast that it will probably be sufficient for each observer to indicate the regions which he prefers to examine. If, after all, a certain amount of duplication takes place, it may be useful, as providing a check on the results obtained by different observers.

For a discussion of the distribution of variable stars it seems absolutely essential that all stars, which surely vary, should be included. No variable should be omitted because its range of variation is so small that it seems to be lacking in interest. While the inclusion of doubtful objects is objectionable, the exclusion of any stars which really vary is still more unwise. Also, all stars which appear on the plates, in the regions selected, should be examined, and the published results should include, if possible, not only the