Ein einfaches Verfahren zur Reduktion geozentrischer Radialgeschwindigkeiten auf heliozentrische.

Von *J. Hartmann.*

Um den geozentrischen Wert der Radialgeschwindigkeit eines Sterns von dem Einflusse der Bahnbewegung der Erde zu befreien, hat man an demselben eine Korrektur, die sogenannte Reduktion auf die Sonne, anzubringen, deren Betrag x gegeben ist durch den Ausdruck

$$x = v \cos \beta \sin (\odot - \lambda) + \epsilon \quad (1)$$

worin

$$\epsilon = v \epsilon \cos \beta \sin (I' - \lambda)$$

ein für jeden Stern konstantes Glied ist, dessen Betrag 0.5 km nicht überschreiten kann. In diesen Gleichungen ist v die mittlere Geschwindigkeit der Erde in Kilometern ($\log v = 1.4737$), ϵ die Exzentrizität der Erdbahn, I' die Länge des Perigäums der Sonne, $\odot$ die Länge der Sonne zur Zeit der Beobachtung, λ, β Länge und Breite des beobachteten Sterns. λ und $\odot$ müssen auf dasselbe Äquinoktium bezogen sein.

Die Berechnung der Reduktion x nach Formel (1) ist, sobald die für jeden Stern konstanten Größen $v \cos \beta$, λ und ϵ einmal berechnet vorliegen, zwar äußerst einfach; trotzdem wird man aber zuweilen auch gern von einem Näherungsverfahren Gebrauch machen, sei es, um eine völlig unabhängige Kontrolle des nach Formel (1) berechneten strengen Wertes von x zu haben, sei es, um in manchen Fällen, wenn es nicht auf die äußerste Genauigkeit ankommt, rasch eine genäherte Reduktion der Beobachtungen ausführen zu können. Das von Mr. Palmer kürzlich (*Astrophys. Journal* 24, S. 51, 1906) mitgeteilte Näherungsverfahren bleibt meines Erachtens von der Erfüllung dieser beiden Aufgaben noch zu weit entfernt. Mr. Palmer beschränkt sich darauf, die Exzentrizität der Erdbahn zu vernachlässigen, wodurch $\epsilon = 0$ und $\odot$ eine lineare Funktion der Zeit wird, so daß er statt $\sin (\odot - \lambda)$

den Ausdruck $\sin \left(\frac{360}{365} (t - T) \right)$ einsetzen kann, worin t die Beobachtungszeit und T die Zeit der Konjunktion in Länge ist; durch vier Hilfstafeln wird die Rechnung dann noch tunlichst vereinfacht. Da dieses Verfahren λ und β als bekannt voraussetzt, ist es einerseits nicht wesentlich kürzer als die strenge Rechnung, andererseits bildet es auch keine Kontrolle für die richtige Berechnung von λ und β . Das Verfahren, welches ich hier mitteilen will, ist wohl das denkbar kürzeste, da es den Betrag von x aus der Rektaszension und Deklination des Sterns und der Beobachtungszeit direkt ohne jede Rechnung ergibt. Außerdem berücksichtigt dasselbe auch die Exzentrizität der Erdbahn, so daß die ge-

fundenen Werte von x der Wahrheit näher kommen werden als bei Anwendung der Palmerschen Formeln.

Zunächst sei voraus bemerkt, daß man das kleine, von der Zeit unabhängige Glied ϵ leicht mit den Argumenten α und δ tabulieren kann. Ich beschränke mich daher auf die Behandlung des Hauptgliedes $v \cos \beta \sin (\odot - \lambda)$. Führt man in diesem statt der Sonnenlänge $\odot$ die durch die Gleichung

$$P = \odot - 90^\circ$$

definierte Länge P des Apex der Erdbewegung ein, so erhält man unter Beiseitlassung von ϵ

$$x = v \cos \beta \cos (P - \lambda).$$

Nun ist andererseits der Abstand des Sterns vom Apex im Bogen größten Kreises D gegeben durch

$$\cos D = \cos \beta \cos (P - \lambda)$$

woraus direkt folgt $x = v \cos D$.

Dieser einfache Ausdruck ¹⁾ enthält bereits die Lösung der Aufgabe; die praktische Ausführung gestaltet sich folgendermaßen.

Auf einen Himmelsglobus klebt man längs der Ekliptik einen schmalen Papierstreifen, auf welchem man die Lage des Apex für die einzelnen Tage unter Beifügung des Datums angibt. Man könnte dann mit der dem Globus beigegebenen biegsamen Gradteilung den Abstand D des Sterns vom Apex messen und x nach obiger Gleichung berechnen. Erheblich einfacher und anschaulicher ist es jedoch, statt der Gradteilung einen anderen biegsamen Maßstab anzuwenden, auf welchem direkt die Werte von x abzulesen sind. Um die Teilung dieses Maßstabes herzustellen, hat man nur für die 29 ganzzahligen Werte $x = 1, 2, 3 \dots 29$ die entsprechenden D aus der Gleichung

$$\cos D = \frac{x}{v}$$

zu berechnen. Man drückt D in Teilen des Quadranten aus und hat dann, wenn Q die mit einem Papierstreifen leicht zu messende Länge eines Quadranten auf dem benutzten Globus ist, auf dem Maßstab die Beträge DQ abzutragen. In der folgenden Tabelle gebe ich die Werte von D (in Teilen des Quadranten) und diejenigen von QD für einen im Besitz des Astrophysikalischen Observatoriums befindlichen Himmelsglobus, für den $Q = 262.0$ mm ist.

¹⁾ Dieser ist nichts anderes als die ursprüngliche Definition von x als Projektion der in der Richtung des Apex erfolgenden Bewegung v auf die Richtung, in welcher der Stern steht.

x	D	DQ	x	D	DQ
km		mm	km		mm
0	1.0000	262.0	17	0.6131	160.6
1	0.9786	256.4	18	0.5865	153.7
2	0.9572	250.8	19	0.5593	146.5
3	0.9357	245.1	20	0.5310	139.1
4	0.9142	239.5	21	0.5014	131.4
5	0.8925	233.8	22	0.4705	123.3
6	0.8708	228.1	23	0.4378	114.7
7	0.8489	222.4	24	0.4029	105.6
8	0.8268	216.6	25	0.3653	95.7
9	0.8045	210.8	26	0.3236	84.8
10	0.7819	204.9	27	0.2764	72.4
11	0.7590	198.9	28	0.2201	57.7
12	0.7358	192.8	28.5	0.1864	48.8
13	0.7123	186.6	29	0.1446	37.9
14	0.6883	180.3	29.5	0.0852	22.3
15	0.6638	173.9	29.8	0.0000	0.0
16	0.6387	167.3			

Die in der Tabelle aufgeführten x sind positiv; mit anderen Worten: wenn der Abstand des Sterns vom Apex weniger als 90° beträgt, so ist die Reduktion auf die Sonne stets positiv.

Man kann die Teilung des Maßstabes noch ein Stück in den zweiten Quadranten hinein fortsetzen, wo dann x das

für jedes einem Schaltjahre vorausgehende Jahr	$\tau = -0.25$
im Schaltjahr bis zum 29. Februar einschließlich	-0.50
im Schaltjahr vom 1. März an	$+0.50$
für jedes einem Schaltjahr folgende Jahr	$+0.25$

Für das mitten zwischen den Schaltjahren liegende Jahr gelten direkt die eingetragenen Werte.

Ferner ist gleich bei der Eintragung dieser Apexteilung auch auf das Äquinoktium, für welches der Globus gezeichnet ist, Rücksicht zu nehmen, indem man von allen Sonnenlängen die Präzession in Länge zwischen der Zeit der Benutzung des Globus für den vorliegenden Zweck und seinem Äquinoktium abzieht. Will man beispielsweise den Globus in der Nähe des Jahres 1906 benutzen und ist derselbe, wie es bei dem in Potsdam befindlichen der Fall ist, für 1870 gezeichnet, so hat man von allen Sonnenlängen $30'$ abzuziehen. Ist die Apexteilung ein für allemal in dieser Weise eingetragen, so erhält man sofort die richtige Distanz des Sterns vom Apex, also den richtigen Wert von x .

Es empfiehlt sich, die biegsame Teilung, ebenso wie es bei der dem Globus beigegebenen Gradteilung meistens der Fall ist, um einen Zapfen drehbar zu machen, der an beliebigen Stellen des Meridianringes festgeklemt werden kann; der Drehpunkt des Zapfens liegt bei $x = 29.8$ der Teilung. Hat man für irgend einen Stern die Werte von x für verschiedene Tage zu ermitteln, so stellt man den Zapfen genau auf den Stern und findet dann durch Drehung des Maßstabes nach der Lage des jeweiligen Apex sofort den Betrag von x . In dieser Weise dauert jede Ablesung nur wenige Sekunden.

Die Genauigkeit des hier beschriebenen Verfahrens zur Ermittlung von x ist im wesentlichen abhängig von der

negative Zeichen erhält; sie ist zu dem Punkte $x = 0$ symmetrisch, würde also folgende Werte aufweisen

x	D	DQ
km		mm
-1	1.0214	267.6
-2	1.0428	273.2
-3	1.0643	278.9 etc.

Die Teilung über $x = -10$ km hinaus auszudehnen ist jedoch nicht ratsam, da sich Bögen von wesentlich mehr als 90° Länge auf dem Globus nur unbequem messen lassen. Um diese Messungen zu vermeiden, trägt man längs der Ekliptik nicht nur dasjenige Datum ein, an welchem der Apex an den betreffenden Punkten liegt, sondern tut das selbe, jedoch mit anderer Farbe, auch für den Antiapex. Für Sterne, die vom Antiapex weniger als 90° entfernt sind, ist x negativ und wird vom Antiapex aus gemessen.

Bei der Eintragung der Längen des Apex und Antiapex beachte man noch folgendes. Da in einem vierjährigen Zyklus immer wieder sehr nahe dieselben Sonnenlängen auf dieselben Monattage fallen — auf einige Bogenminuten kommt es hier nicht an — so entnehme man die Sonnenörter der Ephemeride für ein mitten zwischen zwei Schaltjahren liegendes Jahr, z. B. für das Jahr 1906. Will man dann bei der Ablesung eines Wertes von x möglichst streng verfahren, so nehme man den Apex resp. Antiapex nicht genau für die Beobachtungszeit t , sondern für den Zeitpunkt $t + \tau$, wo τ folgende Werte hat:

Sorgfalt, mit welcher der Globus hergestellt ist. Wie man aus obiger Tabelle sieht, entspricht für den Potsdamer Globus selbst an der ungünstigsten Stelle (bei $x = 0$) einer Änderung von x um 1 km noch eine Strecke von 5.6 mm auf dem Globus. Da man wohl voraussetzen darf, daß die Positionen der Sterne auf einem guten Globus auf etwa 2 mm richtig eingetragen sind, so würde man hiernach auch im ungünstigsten Falle x noch auf 0.36 km genau erhalten. Bei geringerem Abstände vom Apex gestaltet sich jedoch die Ablesungsgenauigkeit noch viel günstiger; in 20° Abstand vom Apex tritt erst bei einer Verschiebung des Sternortes um 16 mm eine Änderung von x um 1 km ein, und um den Apex und Antiapex herum liegt je eine Kreisfläche von 26° (auf dem Globus 76 mm) Durchmesser, innerhalb welcher sich x überhaupt nur um 0.8 km ändert. Einige Probeablesungen haben diese Genauigkeit völlig bestätigt; so ergab die Ablesung für δ Orionis 1901 Nov. 23.4 $x = +9.5$ km, während die strenge Rechnung für das erste Glied $+9.35$ km gab; für δ Orionis 1903 März 15.3 abgelesen $x = -27.2$ km (statt -27.25); für α Coronae 1903 Mai 7.3 abgelesen vom Apex aus $x = -2.2$ km, vom Antiapex aus $x = -1.9$ km (statt -1.92 km); im letzten Falle hatte der Stern ziemlich die ungünstigste Stellung.

Auch über den allgemeinen Verlauf des Einflusses der Erdbewegung auf die beobachteten Radialgeschwindigkeiten der Sterne gibt das hier besprochene Verfahren einen recht klaren Überblick; so erkennt man z. B. ohne weiteres, daß

bis zu 33° Abstand vom Apex bzw. Antiapex die Erdbewegung noch mit mehr als 25 km in der beobachteten Stern-
geschwindigkeit enthalten ist, so daß man also innerhalb

dieser beiden Kreisflächen von je 33° Radius die zur spektroskopischen Bestimmung der Sonnenparallaxe geeigneten
Sterne jederzeit auswählen kann.

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, 1906 Oktober 16.

J. Hartmann.

Zwei Sterne mit veränderlicher Radialbewegung.

1. Der Algolstern RZ Cassiopejae.¹⁾

Obwohl dieser von G. Müller in Potsdam kürzlich entdeckte Veränderliche im Maximum nur 6^m5, im Minimum 7^m8 ist, habe ich doch mit Hilfe des am 80 cm Refraktor angebrachten Spektrographen I (ein Prisma) die Radialgeschwindigkeit an mehreren Punkten der Bahn, selbst im Minimum, genau bestimmen können. Auch bei diesem Stern bestätigen die Spektralbeobachtungen wieder die Tatsache, daß der Lichtwechsel durch die Verdeckung eines Sterns durch einen zweiten, mit dem er sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegt, hervorgerufen wird. Aus einer größeren Reihe von Beobachtungen, deren definitive Reduktion erst später möglich ist, wenn die Umlaufzeit erst schärfer bestimmt sein wird, will ich hier nur zwei mitteilen, welche voraussichtlich den Quadraturen ziemlich nahe liegen werden. Ich fand

Platte I 793 1906 Okt. 1 $V = + 33.1$ km
» I 797 » » 4 $V = -111.9$ ».

Die erste Beobachtung liegt etwa ein Viertel der Periodendauer vor dem Minimum, die zweite ebensoviel nach dem Minimum. Nach einer vorläufigen Bearbeitung meiner Beobachtungen hat der Schwerpunkt des Systems die Geschwindigkeit $V_0 = -41$ km, und der Abstand des leuchtenden Körpers vom Schwerpunkt beträgt 1170000 km, woraus bei Annahme gleicher Masse für die beiden Körper die jedes einzelnen zu 0.18☉ folgt. Bei der definitiven Bahnbestimmung, die ich mir für später vorbehalte, werden diese Angaben nur unbedeutende Änderungen erleiden.

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, 1906 Oktober 16.

¹⁾ Die provisorische Bezeichnung dieses Veränderlichen war 77.1906 Cassiopejae.

2. γ Cassiopejae.

Das Spektrum von γ Cassiopejae gehört zur Vogelschen Klasse Ic, da es die Linien des Wasserstoffs hell zeigt. Jede Wasserstofflinie besteht aus einem in dem kontinuierlichen Spektrum liegenden sehr breiten und verwaschenen Absorptionsbande; mitten in diesem liegt eine Emissionslinie, die in ihrer Mitte abermals eine Absorptionslinie zeigt. Die Linien sind wegen ihrer Verwaschenheit schwer zu messen, auch kommen Verschiebungen der Linien gegeneinander vor. Ich habe mit den Spektrographen I und III folgende Bestimmungen der Geschwindigkeit ausgeführt, die eine langsame Veränderung derselben erkennen lassen. Die Geschwindigkeiten gelten für die Mitte der im allgemeinen symmetrisch gebauten Linien und sind auf etwa 4 km sicher.

Platte I 18	1900 Juli 2	$V = + 0.5$ km
» I 38	» Sept. 21	+ 3.1 »
» I 135	1901 Sept. 27	- 19.3 »
» III 899	1906 Juli 12	- 10.1 »
» I 767	» » 17	- 5.8 »
» I 785	» Sept. 22	- 9.3 »
» I 786	» » 24	- 14.4 »
» I 791	» » 30	- 10.0 »
» I 798	» Okt. 5	- 11.1 »

Genaueres über die Natur der Veränderung wird erst durch lange Zeit fortgesetzte Beobachtungen zu ermitteln sein; eine eingehendere Untersuchung des Spektrums gebe ich an anderer Stelle.

J. Hartmann.

Jupiters Oberfläche 1905-06.

Von Ph. Fauth.

Unter sehr wechselnden Bedingungen wurde in Landstuhl der Planet Jupiter an 23 Tagen 47 mal gezeichnet, 33 mal allein im Januar 1906. Die erste Aufnahme geschah am 29. Juli 1905, die letzte am 20. März 1906; fast ausschließlich wurde bei 163 mm Öffnung Vergrößerung 160 benutzt.

Wenn schon Ende der vorhergehenden Opposition das feine Streifchen in der Breite der nördlichen Hälfte des NEB verschwunden und der NTB und NNTB bereits matt in ein einziges Band verschmolzen waren, so blieb während der ganzen abgelaufenen Periode entweder dieser Rest oder vielleicht nur das NTB allein in äußerst zartem Tone sichtbar. Zu letzterer Auffassung berechtigt die Wahrnehmung von Spuren des NNTB in Gestalt einer feinen, stellenweise unterbrochenen Linie in der bekannten Breite desselben am 20.,

22., 23. und 24. Januar 1906 und ein vager Schatten selbst am 30. Januar. Bis zum 8. Januar schätzte ich das NTB eine Nuance schwächer als die Südkomponente des NEB, die ebenfalls überraschend blaß und schmal und ohne jede Verdichtung erschien; aber vom 20. Januar ab war das Verhältnis beständig umgekehrt.

Auf der Südhälfte des Planeten blieben der SEB, seine Bucht am GRF, dessen »Brücke« zur rechten Schulter und die Aufeinanderfolge heller Wolkenknoten inmitten des Gürtels und dem Fleck vorausgehend in der Form, wie seit Jahren. Auch die »Pyramidenflecken«, wiewohl ihrem Namen nicht mehr entsprechend gestaltet, traten auf; hauptsächlich zwischen rund 75° und 145° Länge lag eine Folge kräftig entwickelter dunkler Flecken, die nur bis nahe an das STB reichten. Die südliche Begrenzung des SEB aber war nach unzweifel-