

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 232.

Nr. 5557.

13.

447 Valentine und Jupitermasse. Von H. Osten.

Der Planet 447 ist der einzige der Asteroiden, für den Störungen bis einschließlich der dritten Potenz der 21-Masse vorliegen; ich habe darüber AN 210.129 berichtet. Nach Herrn *Palisas* Tode hat Herr *Mündler* sich der Beobachtung von 447 regelmäßig weiter unterzogen, ferner haben die Herren *Dick* (2 Opp.) und *Dawson* (1 Opp.) wertvolle Beiträge geliefert. Beobachtungen einiger Vergleichsterne hat Herr *Stobbe*, Veröff. Babelsberg V, 5, angestellt, Herr *Joaquin Gallo* teilte photographische Sternpositionen aus Tacubaya mit und Herr *Reinmuth* solche aus Heidelberger Platten. Allen Genannten sei hiermit bestens gedankt.

Zweck des Nachstehenden ist, zu zeigen, was sich aus dem bisherigen Beobachtungsmaterial hat herausholen lassen, obwohl definitive Normalorte erst nach Abschluß der Neu- beobachtung der AG.-Sterne aufgestellt werden können. Ich wünschte, daß einige Sternwarten sich auf Grund der Resultate zur regelmäßigen visuellen Beobachtung von 447 entschließen möchten, die ich für genauer halten muß, als die bisher vorliegenden photographischen Ortsangaben. Die Theorie ist einmal vorhanden und daher die Mühe keine verlorene. Fortschritt in der Erkenntnis kann heute schwerlich mehr aus den Bogenminuten herausgeholt werden, sondern nur aus den Bogensekunden und deren Bruchteilen. Wenn einstmals vollkommenere Methoden der Störungsberechnung entstehen, so ist es recht und billig, daß sie ihr Können im Vergleich zu der klassischen Methode beweisen. Solange wir auf letztere angewiesen sind, müssen wir die Massenwerte, hier den des Jupiter, daraus so gut es geht erschließen. Es ist also nötig, Beispiele zu geben, die die Folgezeit übertreffen mag. Es wird sich zeigen, daß der Lauf des Planeten noch eine geringe Fluktuation aufweist, und daß das Ideal der Fehlerverteilung nicht erreicht ist, immerhin aber bisher eine Annäherung von gleicher Ordnung wie bei den großen Planeten.

1. Normalorte und Bedingungsgleichungen. Die Normalorte AN 194.127, bzw. Ort 1911 aus AN 210.145 habe ich zu korrigieren versucht, indem ich neuere Sternkataloge zu Rate zog, so den Grw.-Katalog 1910, die Abbadia-Kataloge

und Cord. A. Da genauere Beziehung zum N.F.K. nicht bekannt ist, so kann es sein, daß die hinzugefügte Korrektion eigentlich nur den Grad der Unsicherheit kennzeichnet. Ob es wirkliche Verbesserungen sind, muß nach Neu- beobachtung der AG.-Sterne entschieden werden. Die Orte 1913-1918 aus AN 210.145-46 sind unverändert übernommen.

Es folgen: laufende Nummer, Jahr, auf dessen Anfangs- Äquinoktium die Koordinaten jedesmal bezogen sind, Korrektion $\Delta\alpha$ bzw. $\Delta\delta$, beide in Bogensekunden, benutzter Ort und Gewicht, evtl. mit Bemerkung:

Nr.	Jahr	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	α	δ	p	Bm.
1	1899	+0".56	+0".08	23° 26' 29".65	+ 4° 42' 32".00	1	
2	1901	-0.62	-0.75	123 46 42.05	+25 12 59.33	1	
3	1902	-0.08	+0.86	201 19 59.00	- 3 0 31.89	1	
4	1904	+0.07	-0.15	12 18 29.57	- 1 33 37.54	1	
5	1906	+0.04	+0.05	106 44 38.69	+26 40 50.27	1	
6	1908	+0.07	-0.30	266 46 18.94	-25 14 40.16	$\frac{1}{2}$	1
7	1909	+0.35	-0.01	356 50 17.71	- 8 50 13.34	2	
8	1911	-0.36	-0.55	90 12 6.62	+26 3 50.92	1	
9	1913	—	—	252 38 23.74	-22 42 58.64	$\frac{1}{2}$	2
10	1915	—	—	74 1 21.92	+23 23 29.76	$\frac{1}{4}$	3
11	1917 ^I	—	—	167 50 41.04	+12 53 18.36	$\frac{1}{4}$	3
12	1917 ^{II}	—	—	160 2 18.55	+15 17 58.92	$\frac{1}{4}$	3
13	1918	—	—	240 4 1.65	-19 9 21.84	$\frac{1}{2}$	4

Bemerkungen. 1. Nur 2 Beob., 1 Sternw. — 2. Nur 2 Beob., 1 Sternw. — 3. Nur 1 Beob. — 4. Nur 2 Beob., 2 Sternw.

Während die Zusammensetzung obiger Orte in den A.N. mit allen Einzelheiten gegeben ist, führe ich die neuen Normalorte nur kurz auf. Sie sind aus den in den A.N. veröffentlichten Positionen nach Reduktion auf den vorläufig besten Wert der Vergleichstern-Örter erhalten. Die Koordinaten beziehen sich auf das Anfangs-Äquinoktium des jedesmaligen Jahres, Anzahl¹⁾ der Beobachtungen, der Vergleichsterne und der beteiligten Sternwarten nebst Gewicht p sind beige-gefügt, ebenso die Störungen nach meinen unver- öffentlichen Tafeln:

Nr.	Jahr	M. Z. Grw. oder Weltzeit	α δ		Anzahl		Störungen 21, $\bar{n}$ + Säk. St. anderer Pl.			Per. St. and. Pl.			
					Beob.	Vergl.*	Stw.	p	$n\delta z$	$\log(1+v)$ 7. D.	$u \sec z$	Δv	$\Delta \log 7^{\circ} D.$
14	1919	Aug. 25.5 Grw.	331° 5' 9".69	-19° 26' 34".42	11	9	2	1	+ 3312".25	- 7694	+ 1".04	-0".02	+ 5
15	1921	Jan. 0.5 »	53 33 48.17	+18 53 42.08	6,7	3	2	1	+ 828.14	+ 33991	+ 86.37	-0.08	+ 7
16	1922	März 3.5 »	151 0 45.41	+19 14 10.65	6	6	2	1	-2505.32	+ 8631	- 4.48	-0.04	+ 1
17	1923	Mai 13.5 »	226 19 39.27	-14 30 48.32	14	12	3	2	- 488.57	-26164	-108.44	+0.26	+ 3
18	1924	Juli 28.5 »	318 5 51.37	-22 41 1.91	3	3	1	1,0	+2304.62	- 1395	- 51.48	+0.04	+ 8
19	1925	Nov. 12.0 W.Z.	43 39 27.10	+13 22 7.14	3	3	1	1	- 145.64	+28189	+ 97.59	-0.14	+ 7
20	1927	Febr. 13.0 »	138 30 11.63	+22 46 55.39	7	6	1	1	-2599.16	+ 2088	+ 38.82	-0.35	+ 2

1) Bei zwei Zahlen in derselben Spalte betrifft die erste α , die zweite δ .

Die Normalorte können nach den von mir in den A.N. veröffentlichten Ephemeriden kontrolliert werden. Während 1923–27 unmittelbar den Tafelort geben, weichen 1919–22 eine Kleinigkeit davon ab. Der Tafelort ergibt sich aus den Störungen, die an das Elementensystem anzubringen sind:

Epoche 1899 Nov. 5.0 m. Z. Berl.

$$M_0 = 358^\circ 57' 19''.46$$

$$\omega = 319 \ 13 \ 42.00$$

$$\Omega = 72 \ 24 \ 16.20 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{Ekl. 1900.0}$$

$$i = 4 \ 49 \ 3.66$$

$$\varphi = 2 \ 34 \ 32.42$$

$$n = 687''.388439$$

$$\log a = 0.4751131$$

Diese Elemente sind aus einer ganz unabhängigen, speziellen Störungsrechnung hervorgegangen. Es ist das System I AN 194.130, dem die theoretische Konstante $AM_0 = +5'2''.27$ mit einer Verschiebung $-0''.56$ (AN 210.148, konst. Gl. von $n\delta z$), sowie der theoretische Unterschied zwischen oskulierender und wahrer mittlerer täglicher Bewegung: $An = -0''.213210$ hinzugefügt wurde. Bis auf die Verschiebung $-0''.56$, die aus dem Vergleich von Beobachtung und der mit Allgemeinen Störungen geführten Rechnung erschlossen ist, und deren Anbringung sich rechtfertigt, weil die Konstante AM_0 von dem Quadrat der Integrationsdivisoren abhängt und dementsprechend unsicher ist, enthalten die Elemente keinen Ausgleich etwaiger Fehler der Allgemeinen Störungen,

sondern sind unabhängig von diesen. Der Vergleich mit den Beobachtungen ist daher doppelt interessant. Für die 20 Normalorte wird im Sinne (B–R):

Nr.	Jahr	$\Delta \alpha \cos \delta$	$\Delta \delta$	ρ	Nr.	Jahr	$\Delta \alpha \cos \delta$	$\Delta \delta$	ρ
1	1899	+1''.14	-0''.10	1	11	1917 ^I	+1''.69	+0''.83	$\frac{1}{4}$
2	1901	+0.31	-0.14	1	12	1917 ^{II}	-1.07	-0.54	$\frac{1}{4}$
3	1902	-0.71	0.00	1	13	1918	-0.24	+1.17	$\frac{1}{2}$
4	1904	+0.29	-0.85	1	14	1919	+0.63	+0.80	1
5	1906	-0.20	-0.67	1	15	1921	+2.09	-0.12	1
6	1908	-0.42	-0.40	$\frac{1}{2}$	16	1922	+1.70	+0.19	1
7	1909	-0.04	+0.06	2	17	1923	+0.87	-0.59	2
8	1911	-1.37	-0.22	1	18	1924	+2.14	+2.36	1, 0
9	1913	-1.34	+1.07	$\frac{1}{2}$	19	1925	+2.34	+0.78	1
10	1915	+0.16	+0.28	$\frac{1}{4}$	20	1927	+1.66	-0.53	1

$\Sigma p v^2 = 33.03$, mittlere Abw. für $p = 1 : \pm 0''.92$.

Die mittlere Abweichung der Gewichtseinheit ist überraschend klein; wenn die Zeichenfolgen nicht wären, würde kein Anlaß zum Fehlerausgleich vorliegen.

Die zu den neuen Normalorten gehörigen Differentialquotienten folgen hierunter; sie schließen an AN 194.129 und 210.145 an. Den Koeffizienten von AM_0 überschreibe ich $A(M_0 + \kappa)$, und ich habe dieselbe Ziffer unter $A\kappa$ abgezogen. Auf diese Weise wird die Auflösung der Bedingungsgleichungen numerisch bequemer.

Koeffizienten logarithmisch.

		a $\Delta(M_0 + \kappa)$	b $\Delta\kappa$	c $\Delta\varphi$	d Δn	e $\sin i \Delta \Omega$	f Δi	g $1000 \Delta m_{21} / m_{21}$
14 ^{II}	1919	0.1770	8.8070 _n	0.4185 _n	4.0361	9.0958 _n	9.6855	0.7350
15	1921	0.1364	9.0202 _n	0.1177	4.0218	9.6332	8.3783	0.1896
16	1922	0.1187	8.7711	0.3828	4.0292	8.9636 _n	9.6716	0.4618 _n
17	1923	0.1114	8.9901	9.9006 _n	4.0452	9.6750	9.3113	9.3816 _n
18	1924	0.1730	8.4634 _n	0.4599 _n	4.1293	9.3134 _n	9.5227	0.5891
19	1925	0.1908	9.1181 _n	9.8495	4.1683	9.6913	9.3780	9.3856
20	1927	0.1475	8.3102	0.4416	4.1454	9.2216 _n	9.5411	0.5086 _n
14 ^I	1919	9.7144	8.2861 _n	9.9733 _n	3.5718	9.5540	0.1437 _n	0.2724
15	1921	9.6612	8.5358 _n	9.6796	3.5473	0.1142 _n	8.8592 _n	9.7145
16	1922	9.6692 _n	7.6988 _n	9.9341 _n	3.5682 _n	9.4225 _n	0.1305	0.0122
17	1923	9.6799 _n	8.5621 _n	9.4392	3.6132 _n	0.1059	9.7422	8.9501
18	1924	9.6013	7.7303 _n	9.8958 _n	3.5563	9.8855	0.0947 _n	0.0174
19	1925	9.7752	8.7050 _n	9.3889	3.7523	0.1064 _n	9.7931 _n	8.9701
20	1927	9.5792 _n	7.4697 _n	9.8793 _n	3.5758 _n	9.7894 _n	0.1088	9.9404

Der Koeffizient g ist mit genügender Annäherung nur aus der Längenstörung berechnet. Die Störungen 2. und 3. Ordnung wurden nicht abgetrennt, ebensowenig die durch Saturn, was erlaubt ist, weil schließlich nur zwei gültige Stellen als Massenkorrektur herauskommen. Demgemäß ist gesetzt:

$$g = a / 1000 \cdot [n\delta z + 302''.27]$$

$$\begin{aligned} A(M_0 + \kappa) &= -0''.530 & + [9.9288_n] \cdot 1000 \Delta m_{21} / m_{21} \pm 0''.212 \text{ (m. F.)} \\ A\kappa &= -3.615 & + [1.1039] & \pm 2.005 \\ A\varphi &= +0.056 & + [9.7797] & \pm 0.092 \\ An &= +0.0001615 & + [5.7156] & \pm 0.0000310 \\ \sin i \Delta \Omega &= +0.162 & + [8.9739] & \pm 0.143 \\ \Delta i &= +0.050 & + [8.7372_n] & \pm 0.147 \end{aligned}$$

$\Sigma p v^2 = 12.68$, Mittlerer Fehler der Gewichtseinheit: $\epsilon_1 = \pm 0''.63$.

wo a der obige Koeffizient ist, der auch für AM_0 allein gilt, und der Addend zu $n\delta z$ die theoretische Konstante, welche ebenfalls m_{21} als Faktor enthält. Die früher in den A.N. veröffentlichten Zahlen erlauben g für die N.O. 1–13 leicht zu ergänzen¹⁾.

Die Lösung der Bedingungsgleichungen führt zu: (geklammerte Zahlen = log)

¹⁾ AN 5026, 210.147 1., 7. Zeile v. o. und 26. Zeile v. u. anstatt $\delta m_{21} / m_{21} \cdot 1/1000$ lies $1000 \delta m_{21} / m_{21}$. Gerechnet ist richtig.

Die Inkremente sind bis auf Δn (dies nur 1.6 mal m. F.) kleiner als die m. F. der Elemente I AN 194.129, die sich damit also innerhalb ihres rechnerischen m. F. als korrekt erweisen, ein Fall, der nicht häufig sein dürfte, zumal bei gänzlich verschiedener Störungsrechnung. Die Massenkorrektur wird:

$$1000 \Delta m_{21} / m_{21} = -0.207$$

oder umgerechnet:

$$\Delta(1/m_{21}) = +0.217 \pm 0.095 \text{ m. F.}$$

Ich komme unten hierauf zurück.

Da die Summe der Fehlerquadrate durch Elimination von $\Delta \delta$ und Δi nur um 5 %, durch die von Δm_{21} um etwa $1/6$ des Minimalwertes vermindert wird, so habe ich zwei Darstellungen durchgerechnet, einmal unter Veränderung aller 7 Unbekannten, zum andern nach Elimination nur der folgenden vier:

$$\begin{aligned} \Delta(M_0 + z) &= -0''.529 \pm 0''.208 \text{ (m. F.)} \\ \Delta z &= -3.642 \pm 1.729 \\ \Delta \varphi &= +0.053 \pm 0.078 \\ \Delta n &= +0.0001613 \pm 0.0000323 \end{aligned} \quad \Sigma p v^2 = 15.56 \quad \epsilon_1 = \pm 0''.66$$

Man ersetzt diese Zuwüchse praktisch durch:

Arg.	$\Delta n \delta z$	$\Delta \log(1+v)$	7. Dez.
ε	$\sin$	$\cos$	$\sin$
0	-0''.536		-0.73
0	+0.0001613 $\cdot t$		
+1	+0''.107	+0''.328	+3.45 -1.13

Die Inkremente entsprechen den aus 1899–1918 ermittelten und nicht angebrachten völlig. Die Tafeln ändere ich vorläufig nicht, damit die künftigen Ephemeriden dem alten System angehören.

Es ergibt sich jetzt die Darstellung im Sinne (B–R):

1: Elimin. von 7 Unbek.

2: » » » 4 »

Nr.	$\Delta \alpha \cos \delta$			$\Delta \delta$		
	1 diff.	2 diff.	2 direkt	1 diff.	2 diff.	2 direkt
1	+0''.76	+1''.46	+1''.48	-0''.03	+0''.05	+0''.06
2	+0.92	+0.80	+0.85	-0.15	-0.22	-0.18
3	+0.21	+0.15	+0.16	-0.65	-0.40	-0.40
4	-0.09	+0.22	+0.24	-0.82	-0.88	-0.85
5	+0.13	-0.22	-0.24	-0.55	-0.66	-0.67
6	-0.60	-0.03	0.00	-0.56	-0.44	-0.47
7	-0.39	-0.48	-0.42	+0.08	-0.12	-0.10
8	-1.29	-1.92	-1.98	-0.04	-0.26	-0.27
9	-1.58	-1.30	-1.27	+0.91	+1.07	+1.07
10	-0.75	-0.92	-0.95	+0.32	+0.07	+0.05
11	+0.96	+1.24	+1.23	+1.06	+1.03	+1.03
12	-1.75	-1.47	-1.49	-0.38	-0.38	-0.38
13	-0.70	-0.56	-0.50	+1.06	+1.26	+1.26
14	+0.06	-0.42	-0.39	+0.66	+0.45	+0.48
15	+0.68	+0.67	+0.66	-0.37	-0.60	-0.62
16	+0.47	+0.76	+0.76	+0.66	+0.57	+0.52
17	+0.08	+0.16	+0.24	-0.55	-0.33	-0.35
18	+1.07	+0.80	+0.78	+2.05	+2.01	+2.01
19	-0.13	+0.27	+0.26	+0.08	-0.02	+0.01
20	-0.30	+0.07	+0.13	+0.02	-0.10	-0.05

Die mittlere Abweichung der Gewichtseinheit stellt sich:

aus 6 (B–R)	mit $p = \frac{1}{4}$	auf $\pm 0''.50$	$\pm 0''.49$
» 6 »	» $p = \frac{1}{2}$ »	0.68	0.64
» 23 »	» $p = 1$ »	0.57	0.69
» 4 »	» $p = 2$ »	0.49	0.43
39 »	im Mittel	± 0.57	± 0.63

Die erste und letzte Gruppe sind danach eigentlich zu niedrig bewertet; aber es darf nicht wunder nehmen, daß die mittleren Abweichungen verschieden herauskommen, weil eine deutliche langperiodische Schwankung in den (B–R) übrig bleibt, allerdings so klein, daß man den Beobachtungen eine hohe Genauigkeit beimessen muß, wenn man die Kurve für reell halten will. Diese Fluktuationen scheinen allen Störungsrechnungen nach den klassischen Methoden gemeinsam zu sein, man vergleiche *Hills* Saturn-Theorie.

Da eine Anzahl mit kleinen Koeffizienten behafteter periodischer Ungleichheiten vernachlässigt wird, so ist es ganz begreiflich, daß ihre Summe ein Glied wechselnder Periode ausmacht. Einen Spielraum von der Größenordnung einer Bogensekunde heliozentrisch, wie hier, wird man einer selbst sehr sorgfältigen Rechnung unbedenklich zubilligen dürfen; steigt er auf das Vielfache davon, so wird man, wenn Rechenfehler nicht vorliegen, schon eher eine unbekannte störende Ursache vermuten. Je größer die zu überbrückende Zeitspanne, je merklicher werden die Fluktuationen. Ich glaube, es wird genügend interessant sein, zu konstatieren, wie 447 sich weiter verhält, um Beobachtung zu lohnen. Da eine so weitgehende Störungsrechnung, wie die vorliegende, eine ganz erhebliche Arbeit darstellt, so wird sie nicht so bald für einen zweiten Planetoiden ausgeführt werden; ich darf daher nahe legen, gerade diesen Planeten systematisch zu verfolgen. Die bereits geleistete Vorarbeit wird eher dazu führen, daß die Beobachtungen auch ausgenutzt werden, zumal wenn eine lückenlose Reihe vorliegt, womit ein späterer Theoretiker wirklich etwas anfangen kann.

2. Jupitermasse. Die Grundlage der Tafeln bildet *Newcombs* Wert:

$$1/m_{21} = 1047.355$$

$$\text{hinzu } \Delta(1/m_{21}) = +0.217$$

gibt aus 447 Valentine = 1047.57 ± 0.095 (m. F.), also ± 0.06 wahrscheinlicher Fehler.

Das ist eine so kleine rechnerische Unsicherheit, wie sie sonst nur bei den besten Bestimmungen (nur *v. Haerdtl* gibt für den *Winneckeschen* Kometen einen kleineren Fehler an) erreicht ist. Ich bemerke, daß in der Literatur bei der Jupitermasse meist nur der wahrscheinliche Fehler aufgeführt ist, daher dessen Erwähnung. Aber ich glaube, diese sozusagen »inneren Fehler« haben keine »äußere« Bedeutung, d. h. für die Mittelbildung der Werte aus verschiedenen Quellen. Denn das Übrigbleiben von Fluktuationen beweist, daß systematische Fehlerreste die Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Theorie eigentlich unstatthaft machen. Ebenso scheint bei Satelliten-Beobachtungen der Maßstab eine unkontrollierbare Fehlerquelle zu enthalten, die die Anwendung des aus der inneren Übereinstimmung erschlossenen mittleren Fehlers verbietet.

In bezug auf Fluktuationen sind andere Reihen der Valentine nicht überlegen, man vergleiche *Hills* Saturntafeln.

auch die mit speziellen Störungen bearbeiteten 24 Themis (*Krueger*, AN 81.331) und 33 Polyhymnia (*Astr. Papers V*). Letzterer Rechnung erteilt *Newcomb* ein so überragendes Gewicht, daß sein Schlußwert beinahe allein hierauf beruht. Und dabei bedarf die Rechnung vielleicht der Revision, denn in der Publikation steckt ein prinzipieller Fehler. *Newcomb* hat für gewisse Zeiträume die Störungen konstant lassen wollen, wogegen man nichts einwenden kann. Dann hätte aber von Tag zu Tag die oskulierende mittlere tägliche Bewegung zur Länge addiert werden müssen, und nicht, wie man leicht nachrechnen kann, der Ausgangswert dieser Größe. Dadurch kann ein unzulässiger Gang in den Vergleichs-Ephemeriden entstanden sein, wenn es sich nämlich nicht nur um einen Fehler in der Veröffentlichung handelt. Da die Darstellung der Beobachtungen nicht gegeben ist, so habe ich dieselbe, wie folgt, ausgerechnet:

(B-R) 33 Polyhymnia nach Astr. Pap. V.

Nr.	Datum	$\Delta\alpha \cos \delta$	p	$\Delta\delta$	p
1	1854 Nov. 9.5	+ 0".88	2.0	+ 0".64	3.0
2	" 24.5	+ 11.07	0.2	+ 4.69	0.6
3	Dez. 14.5	+ 10.82	0.6	+ 0.96	1.0
4	1855 Jan. 12.5	+ 0.94	0.8	+ 3.22	2.0
5	1856 Jan. 6.5	- 1.18	0.5	- 3.98	0.6
6	" 31.5	- 5.14	1.0	+ 1.82	2.0
7	1857 März 17.0	- 0.92	1.0	+ 0.47	1.0
8	April 13.5	+ 5.80	0.5	+ 6.73	0.6
9	1858 Juni 6.5	- 1.96	1.0	+ 0.52	1.5
10	1859 Nov. 19.0	- 0.86	2.0	- 2.93	3.0
11	Dez. 2.6	- 2.93	0.7	- 0.29	1.0
12	1861 Febr. 7.5	- 5.10	0.5	- 1.16	0.5
13	1862 März 27.5	+ 3.09	0.4	+ 1.78	0.5
14	1864 Dez. 4.0	- 3.72	0.4	- 3.68	0.5
15	" 24.0	- 2.86	1.0	- 0.26	1.0
16	1868 Juni 18.5	- 0.41	4.0	+ 0.22	4.0
17	1869 Dez. 9.5	- 5.01	1.0	- 1.29	1.0
18	1873 Juli 17.0	- 0.23	3.0	+ 0.17	3.0
19	" 23.5	+ 0.30	6.0	+ 0.41	6.0
20	Aug. 1.5	- 0.20	1.0	- 0.93	1.0
21	1875 Jan. 2.5	+ 0.65	1.0	+ 8.17	1.0
22	1877 April 15.5	+ 1.88	1.0	- 1.39	1.0
23	1878 Sept. 1.0	+ 0.89	2.0	+ 7.94	0
24	" 12.5	- 4.14	1.5	- 0.94	2.0
25	1880 Jan. 30.5	- 0.81	3.0	- 0.81	3.0
26	1882 Mai 9.5	+ 3.03	1.0	- 3.89	1.0
27	1883 Okt. 2.5	- 2.64	3.0	+ 0.13	2.0
28	Nov. 1.5	+ 0.97	6.0	+ 0.09	4.0
29	1885 Febr. 1.5	- 0.38	4.0	- 2.41	3.0
30	1886 März 4.5	+ 2.76	5.0	+ 1.36	5.0
31	1887 Mai 14.5	+ 0.16	1.0	- 2.28	1.0
32	1888 Okt. 9.5	- 1.12	4.0	- 1.66	4.0
33	" 27.5	- 0.33	8.0	+ 1.63	8.0
34	Nov. 8.5	+ 1.92	6.0	+ 0.44	6.0

$\Sigma p v^2$ wird 617.4 gegen 606.5 aus Bedingungsgleichungen, $\epsilon_1 = +0".15$.

Die Restfehler sind hiernach ziemlich bedeutend, und ihr Verhalten veranlaßte mich, nach der mutmaßlichen Fehlerquelle zu suchen. Der kleine Unterschied in der

$\Sigma p v^2$ will nichts besagen; ob er durch Versehen meinerseits oder einen Druckfehler (ein paar Konjekturen mußte ich machen) entstanden ist, lasse ich dahingestellt. Es kommt hier nur auf den allgemeinen Charakter des Differenz-Verlaufes an. In ihm steckt nach Anbringung der säkularen Störungen durch Merkur, Venus und Neptun mit

$$d\pi/dt = +0".045 \text{ jährlich}$$

noch eine anomale Perihelbewegung von $+0".14 \pm 0".07$ (m. F.) jährlich¹⁾.

Die $\Sigma p v^2$ läßt sich damit noch um 10 % vermindern, ohne daß indessen die Zeichenverteilung sich bessert. Vielleicht wird die Originalrechnung einmal wegen der oskulierenden Elemente nachgesehen. Es ist natürlich möglich, daß der errechnete Massenwert gar nicht beeinflußt wird, aber ich möchte ihm keinen Vorzug vor anderweitigen sorgfältigen Bestimmungen geben. Bei der Größe der Perihelstörung durch Jupiter genügen kleine Ungenauigkeiten in der letzten Stelle zur Hervorbringung einer anomalen Bewegung von obigem Betrage.

Neben der *Newcombschen* Zusammenstellung der Massenwerte gibt *de Sitter* in »History and Description etc.« des Cape Observatory, 1913, eine Übersicht, auf die Herr Dr. *J. Weber* mich zu meiner Dankverpflichtung aufmerksam machte. Hieraus und aus der Enzyklopädie der Math. Wiss. bekomme ich:

			1 : m ₂₁
<i>Bessel</i>	1842	Satelliten	1047.88
<i>Möller</i>	1872	Fayescher Komet	.79
<i>Krueger</i>	1873	24 Themis	.54
<i>Schur</i>	1881	Satelliten	.23
<i>Kempff</i>	1883	" <i>Airy</i>	.64
"	1883	Satelliten <i>Vogel</i>	.77
<i>v. Haerdtl</i>	1888	Winnekescher Komet	.17
<i>Hill</i>	1892	Saturn	.38
<i>Newcomb</i>	1894	33 Polyhymnia	.34
<i>de Sitter</i>	1891	Satelliten, <i>Gill, Finlay</i>	.50
<i>Cookson</i>	1901	Satelliten	.44
"	1902	Satelliten	.25
<i>Samter</i>	1910	13 Egeria	.56
<i>Osten</i>	1928	447 Valentine	.57

Einfaches Mittel 1047.50

± 0.056 (m. F. aus innerer Übereinstimmung).

Cooksons Wert in MN 64.742, der in der Enzykl. d. Math. Wiss. VI 2, A 895 zitiert ist, war noch nicht definitiv, sondern bedurfte nach Ann. of the Cape Obs. 12 einiger Korrekturen, demgemäß die obigen Zahlen angesetzt sind. Nach den verschiedenen Quellen getrennt und wiederum ohne Gewichtsunterschied innerhalb der Teilmittel wird:

	1 : m ₂₁	rel. Gew.
aus Satelliten 7 Bestimmungen	1047.53 ± 0.094 (m. F.)	11
" Planeten 5	.48 ± 0.049	40
" Kometen 2	.48 ± 0.310	1

Gewicht-Mittel 1047.49 ± 0.044

Das Gewichtsmittel zu nehmen ist hier nur gerechtfertigt unter der Voraussetzung, daß je unendlich viele Bestimmungen jeder Art für sich zu ein und demselben Werte konvergieren, also keine systematischen Unterschiede zwischen

¹⁾ *Einsteins* Perihelbewegung macht nur $+0".003$ jährlich aus, verschwindet also gegen obige Ziffer.

ihnen existieren. Bei dem schönen Einklange, in dem die drei Teilmittel stehen, darf man hoffen, daß solches zutrifft. Auffällig ist, daß drei kleine Planeten so nahe gleiche Massenwerte geben. Dabei ist 24 mit speziellen Störungen gerechnet, sodaß man die Harmonie von 13 und 447, die beide nach *Hansens* Allgemeiner Methode bearbeitet sind, nicht in der letzteren suchen darf, zumal der auf gleiche Weise bearbeitete Saturn ein wesentlich verschiedenes, aber noch im Rahmen der rechnerischen m. F. liegendes Resultat gibt.

Eine heikle Frage bleibt, um wieviel die Fluktuationen den Massenwert beeinflussen. Ich hatte aus 447 bekommen: bis 1918 1047.49, bis 1919 1047.30, und es wird von Interesse sein, nach einem oder einigen Jahrzehnten, sofern das Beob-

Leipzig, 1928 Jan. 10.

Oppositions-Ephemeride für 447 Valentine.

1928 o ^h Weltzeit	α vera	δ vera	log r	log Δ
März 28	14 ^h 41 ^m 27 ^s 83	- 11° 1' 43".4	0.4920	0.3484
30	40 29.54	- 10 57 5.9		
April 1	39 26.66	52 13.2		0.3424
3	38 19.39	47 6.4		
5	37 7.94	41 46.6		0.3370
7	35 52.56	36 14.9		
9	34 33.48	30 32.6		0.3323
11	33 11.00	24 40.9		
13	31 45.40	18 41.2	0.4920	0.3285
15	30 17.00	12 35.1		
17	28 46.15	6 24.1		0.3255
19	27 13.20	- 10 0 10.0		
21	25 38.55	- 9 53 54.7		0.3234
23	24 2.60	47 40.0		
25	22 25.78	41 27.8		0.3223
27	20 48.48	35 20.2		
29	19 11.10	29 18.8	0.4920	0.3221
Mai 1	17 34.04	23 25.6		
3	15 57.68	17 42.2		0.3229
5	14 22.38	12 10.4		
7	14 12 48.52	- 9 6 51.5		0.3246

achtungsmaterial sich gut vermehrt, die Rechnung zu erneuern. Die Unterschiede sind vielleicht zum größeren Teile den Beobachtungen und ihrer Bewertung zur Last zu legen.

Jetzt etwa sogleich die Jupitermasse abzuändern, würde ich im Interesse der Stetigkeit in den fundamentalen Konstanten nicht für angemessen erachten, vielmehr wünschte ich, daß das Thema infolge dieser Anregung nun auch von anderer Seite aufgegriffen würde. Nur wenn noch eine Anzahl neuer unabhängiger Bestimmungen hinzukommt, kann das Mittel sich zu einem definitiven Werte verdichten. Ich möchte auch, daß die Präzisions-Beobachtung von Kleinen Planeten und die dauernde Verfolgung ausgewählter Objekte vermehrtem Interesse begegnen würde.

H. Osten.

1928 o ^h Weltzeit	α vera	δ vera	log r	log Δ
Mai 9	14 ^h 11 ^m 16 ^s 43	- 9° 1' 47".4		
11	9 46.45	- 8 56 59.3		0.3272
13	8 18.93	52 28.9		
15	6 54.17	48 17.5	0.4918	0.3306
17	5 32.48	44 26.5		
19	4 14.17	40 57.1		0.3349
21	2 59.50	37 50.6		
23	1 48.74	35 8.1		0.3399
25	14 0 42.10	32 50.5		
27	13 59 39.77	30 58.4		0.3456
29	58 41.91	29 32.5		
31	13 57 48.63	- 8 28 33.1	0.4917	0.3518

Opp. in RA. Apr. 28, Gr. 12^m 3.

Der Ephemeride liegen meine unveröffentlichten Tafeln (Störungen durch alle acht großen Planeten) zugrunde. [Nach Bahnverbesserung bis 1927 müßte, wenn die Jupitermasse nicht geändert wird, die Korrektur der Ephemeride April 29 + 0^m 07 - 0".4 betragen. Genaue Feststellung durch Beobachtung erwünscht. Zusatz bei der Korrektur.]

Leipzig, Nov. 20, 1926.

Hans Osten.

YZ Sagittarii. Neue Elemente und Lichtkurve. Von B. Vorontsov-Velyaminov.

Dieser Stern wurde an der Moskauer Sternwarte von Frau *Ceraski* 1906 entdeckt. *Zinner* fand seine Periode zu 20^d. Später haben *Baker* und *Wylie* (Laws Bull. 20) diesen Stern mit Hilfe eines Zöllner-Photometers im Jahre 1912 beobachtet. Aus ihren Beobachtungen (117) folgt, daß YZ Sagittarii ein Stern vom ζ Geminorum-Typus ist. Seine Elemente lauten: Max. = m. Z. Gr. 2419645.9 + 9^d 553. E, 7^m 15 - 7^m 70, $M - m = 4^d 7$. Wobei die zwei letzten Dezimalen aus dem Vergleich des von ihnen beobachteten Maximums mit den Momenten der durch die auf den Moskauer Platten bestimmten Helligkeiten (welche als die genauen Momente der Maxima und Minima angenommen wurden) bestimmt sind. Bemerkenswert ist, daß auf der Kurve, die durch die mittleren Punkte gezogen ist, folgende Eigentümlichkeiten sichtbar sind:

1. Beim Maximum ist die Kurve nicht symmetrisch; der aufsteigende Zweig ist ziemlich flach und liegt niedriger als der absteigende.

2. An der Stelle, wo das Minimum sein sollte, befindet sich eine Welle mit der Amplitude von etwa 0^m 07.

Die Beobachtungen, welche ich benutzte, sind von mir in den Jahren 1925-1927 in Gursuf (Krim) und in Teberda (Kaukasus) mit Hilfe eines Zeiß-Silvamar-Prismenglasses (6 $\times$) erhalten worden. Einige von diesen 76 Beobachtungen wurden mit einem Kometensucher (15 $\times$) gemacht, zeigen jedoch keine systematische Differenz im Vergleich zu den gleichzeitigen Prismenglas-Beobachtungen. 51 Beobachtungen hat mir Herr *W. Zessewitsch* freundlichst mitgeteilt. Diese sind mit Hilfe eines 16 cm-Refraktors (60 $\times$) an der Taschkent-Sternwarte im Sommer 1927 erhalten.

Außerdem konnte ich mit gültiger Erlaubnis von Herrn *S. Beljowsky* 75 Platten der Simeis-Sternwarte studieren. Diese Aufnahmen, die sich von 1914-1926 erstrecken, haben mir 69 photographische Helligkeitsschätzungen geliefert. Zu demselben Zweck wurden auch 13 Aufnahmen, die ich in