Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.
Mathematisk-fysiske Meddelelser. **X**, 2.

FORMELN ZUR GENÄHERTEN STÖRUNGSRECHNUNG IN BAHNELEMENTEN

VON

BENGT STRÖMGREN

ANGEWANDT AUF DIE PLANETEN 633 ZELIMA, 956 [1921 IW],
979 ILSEWA, 1035 AMATA UND 1049 [1925 RB]

VON

O. MÖLLER NIELSEN UND E. LAURSEN

KØBENHAVN
HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI
1929

In einer Abhandlung »Genäherte Störungsrechnung und Bahnverbesserung« hat G. STRACKE Formeln zur genäherten Störungsrechnung veröffentlicht. Die Abkürzungen gegenüber einer strengen Störungsrechnung sind durch vier Faktoren bedingt. Erstens wird die Störungsrechnung nur dreistellig geführt, und zweitens werden Störungen zweiter Ordnung vernachlässigt, indem die Berechnung der störenden Kräfte ephemeridenartig für längere Perioden (etwa 5 Jahre) mit Hilfe der ungestörten Elemente erfolgt. Drittens werden alle Integrationen durch Summationen ersetzt. Endlich wird von den störenden Planeten nur Jupiter berücksichtigt. Die Genauigkeit einer genäherten Störungsrechnung nach diesen Richtlinien reicht aus, um die Beobachtungen bis auf etwa ein Hundertstel Grad darzustellen.

Die Abhandlung von STRACKE wendet sich hauptsächlich an »Liebhaber der edlen Rechenkunst«; die Formeln sind deshalb natürlich logarithmisch angelegt.

Nun bieten gerade Formelsysteme, die für Maschinenrechnen geeignet sind, dadurch dass einer Behandlung der Aufgabe in rechtwinkligen Koordinaten der Vorzug gegeben wird, gewisse Vorteile.

Im folgenden soll ein solches Formelsystem abgeleitet und die Formeln zusammengestellt werden, in einer Form, wie sie als Grundlage zur genäherten Störungsrechnung auf der Kopenhagener Sternwarte gedient haben.

Es sei die auf einen Kleinen Planeten wirkende störende Kraft (abgesehen vom Massenfaktor des Kleinen Planeten) durch den Vektor $\bar{\gamma}$ dargestellt. In jedem Augenblick sind die oskulierenden Elemente durch die Vektoren $\bar{r}$ (x, y, z) (Radius Vektor) und $\bar{v}$ $(\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$ (Geschwindigkeitsvektor) bestimmt. $\bar{r}$ und $\bar{v}$ ändern sich fortwährend; wäre aber $\bar{\gamma} = 0$, so würden die Elemente konstant bleiben. Nun bewirkt ein $\bar{\gamma} \neq 0$ Modifikationen in den Änderungen von $\bar{r}$ und $\bar{v}$ gegenüber dem ungestörten Problem. Nach einer Zeit dt sind diese Modifikationen $d\bar{v} = \bar{\gamma}_0 dt$, $d\bar{r} = \frac{1}{2}\bar{\gamma}_0 dt^2$ plus Gliedern höherer Ordnung. Im Grenzfall $dt \to 0$ können wir also $d\bar{v} = \bar{\gamma} dt$, $d\bar{r} = 0$ setzen und erhalten so eine Regel zur Bestimmung der Differentiale der Elemente, nach der Zeit dt: Man berechnet die Änderungen der Elemente, die den Änderungen $d\bar{v} = \bar{\gamma} dt$ und $d\bar{r} = 0$ der instantanen Werte von $\bar{v}$ und $\bar{r}$ entsprechen.

Wir wollen die Rechnung in einem festen rechtwinkligen Koordinatensystem durchführen, das folgendermassen gewählt ist. Die Sonne sei im Origo, die Z-Achse sei die positive Bahnnormale des Kleinen Planeten zur Zeit t_0 der Oskulationsepoche. Die Richtung der X-Achse sei die Richtung zum Perihel zur Zeit t_0.

Die oskulierende Bahn denken wir uns vorläufig durch die folgenden sechs Grössen festgelegt: Die Komponenten I_x und I_y des Drehimpulses des Kleinen Planeten (abgesehen vom Massenfaktor des Kleinen Planeten), den Winkel $\pi = \omega + \Omega$, definiert in Bezug auf das oben gewählte Koordinatensystem, dann die Grössen a, e und M_0 (zur Zeit t_0). Zur Zeit t_0 der Oskulationsepoche gilt: $I_x = 0$, $I_y = 0$, $\pi = 0$, $a = a^0$, $e = e^0$, $M = M_0^0$. Gemäss unserer Absicht, nur Störungen erster Ordnung zu berücksichtigen, wollen wir diese Werte der Elemente in den abzuleitenden Ausdrücken für die Differentialquotienten der Elemente benutzen.

Aus dem Ausdruck für den Impulsmomentvektor (abgesehen vom Massenfaktor des Kleinen Planeten) $\bar{I} = [\bar{r}\bar{v}]$ folgt unmittelbar die den Änderungen $d\bar{r} = 0$, $d\bar{v} = \bar{\gamma}\,dt$ entsprechende Änderung $d\bar{I} = [\bar{r}\bar{\gamma}]\,dt$. Die Länge des Vektors $\bar{I}$ ist gleich $k\sqrt{p}$. Indem wir wieder Störungen zweiter Ordnung vernachlässigen, können wir die den Änderungen $d\bar{r} = 0$, $d\bar{v} = \bar{\gamma}\,dt$ entsprechenden Änderungen der Bahnnormale $\bar{N}$ angeben:

$$dN_x = d\alpha_1 = \frac{1}{k\sqrt{p}}\,y\gamma_z$$

$$dN_y = d\alpha_2 = -\frac{1}{k\sqrt{p}}\,x\gamma_z$$

$$dN_z = 0.$$

Der Winkel zwischen der festen X-Achse und dem Radius Vektor ist in derselben Annäherung gleich $\pi + v$. Aus $d\bar{r} = 0$ folgt also $d\pi = -dv$; dv werden wir zusammen mit de weiter unten berechnen.

Es gilt die Gleichung $v^2 = k^2\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)$. Den Änderungen $d\bar{r} = 0$, $d\bar{v} = \bar{\gamma}\,dt$ entspricht demnach eine Änderung da bestimmt durch

$$2\,(\bar{v}\bar{\gamma})\,dt = \frac{k^2}{a^2}\,da,$$

oder

$$da = \frac{2a^2}{k^2}\,(\bar{v}\bar{\gamma})\,dt = \frac{2a^2}{k^2}\,(\dot{x}\gamma_x + \dot{y}\gamma_y),$$

wo $\dot{x}$ und $\dot{y}$ durch die Ausdrücke

$$\dot{x} = -\frac{k}{\sqrt{p}}\,\frac{y}{r}$$

und

$$\dot{y} = \frac{k}{\sqrt{p}}\cos^2\varphi \cdot \frac{x + ea}{r}$$

gegeben sind.

Die Grössen e und v ergeben sich aus $\bar{r}$ und $\bar{v}$ nach den Formeln:

$$p^{-\frac{1}{2}} \cdot e \sin v = \frac{1}{kr} (\bar{r}\bar{v})$$

$$e \cos v = \frac{p}{r} - 1, \quad \text{wo } p = \frac{\bar{I}^2}{k^2}.$$

Den Änderungen $d\bar{r} = 0$, $d\bar{v} = \bar{\gamma} dt$ entspricht $dp = \frac{2\,\bar{I} d\bar{I}}{k^2} = \frac{2\sqrt{p}}{k}(x\gamma_y - y\gamma_x)$ unter Vernachlässigung von Störungen zweiter Ordnung. Es ergeben sich dann die folgenden Formeln für de und dv:

$$\{de \sin v + e \cos v \, dv\} \frac{1}{\sqrt{p}} = \frac{1}{kr} (\bar{r}\bar{\gamma}) \, dt + e \sin v \frac{dp}{2p\sqrt{p}}$$

$$\{de \cos v - e \sin v \, dv\} \frac{1}{\sqrt{p}} = \frac{dp}{r\sqrt{p}}$$

d. h.

$$\begin{aligned} de &= \frac{\sqrt{p}}{kr^2}(yx\gamma_x + y^2\gamma_y)\,dt + \frac{2\sqrt{p}}{kr^2}\left(\frac{ey^2}{2p} + x\right)(x\gamma_y - y\gamma_x)\,dt \\ &= \frac{\sqrt{p}}{kr^2}\left[(x\gamma_y - y\gamma_x)\left(x + \frac{ey^2}{p}\right) + \gamma_y r^2\right] dt \\ &= \frac{\sqrt{p}}{k}\left[(x\gamma_y - y\gamma_x)\frac{x + ea}{ar} + \gamma_y\right] dt \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} dv &= \frac{\sqrt{p}}{ekr^2}(x^2\gamma_x + xy\gamma_y)\,dt + \frac{2\sqrt{p}}{ekr^2}\left(\frac{exy}{2p} - y\right)(x\gamma_y - y\gamma_x)\,dt \\ &= \frac{\sqrt{p}}{ekr^2}\left[\gamma_x\left(r^2 + y^2\left(1 - \frac{ex}{p}\right)\right) - \gamma_y\left(xy\left(1 - \frac{ex}{p}\right)\right)\right] dt \\ &= \frac{\sqrt{p}}{ekr^2}\left[\gamma_x\left(r^2 + y^2\frac{r}{p}\right) - \gamma_y\left(xy\frac{r}{p}\right)\right] dt \\ &= \frac{\sqrt{p}}{ek}\left[\frac{y}{rp}(x\gamma_y - y\gamma_x) - \gamma_x\right] dt. \end{aligned}$$

Aus dem nunmehr bekannten Werte von dv ergibt sich $d\pi$: $d\pi = -dv$. Weiter folgt aus $\operatorname{tg}\frac{E}{2} = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}\operatorname{tg}\frac{v}{2}$

$$\frac{1}{2\cos^2\frac{E}{2}}\,dE = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}\,\frac{1}{2\cos^2\frac{v}{2}}\,dv - \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\,\frac{de}{(1+e)^2}\,\mathrm{tg}\,\frac{v}{2}$$

oder, reduziert:

$$dE = \frac{r}{b}\,dv - \frac{y}{b}\,\frac{de}{1-e^2}.$$

Nach

$$M = E - e\sin E$$

ist

$$dM = \frac{r}{a}\,dE - \sin E\,de$$

d. h.

$$dM = \frac{r^2}{ab}\,dv - \frac{ry}{ab\,(1-e^2)}\,de - \frac{y}{b}\,de,$$

und, wenn wir $dL_1 = dM + d\pi$ definieren,

$$dL_1 = \left(1-\frac{r^2}{ab}\right)d\pi - \frac{y}{b}\left(1+\frac{r}{p}\right)de.$$

Es ergibt sich nun für die totale Änderung von M während der gestörten Bewegung:

$$\frac{dM}{dt} = \mu + \frac{dL_1}{dt} - \frac{d\pi}{dt}$$

d. h.

$$\begin{aligned} M &= M_0^0 + \int_{t_0}^{t}\mu\,dt + \varDelta L_1 - \varDelta\pi \\ &= M_0^0 + \int_{t_0}^{t}\mu^0 dt + \int_{t_0}^{t} dt \int_{t_0}^{t}\frac{d\mu}{dt}\,dt + \varDelta L_1 - \varDelta\pi \\ &= M_0^0 + \mu^0\,(t-t_0) + \int_{t_0}^{t}\int_{t_0}^{t}\frac{d\mu}{dt}\,dt^2 + \varDelta L_1 - \varDelta\pi. \end{aligned}$$

Hiermit sind unsere Ableitungen durchgeführt. Wir wollen aber nicht bei den Elementen α_1, α_2 und π stehen bleiben, sondern statt dessen zu den Richtungskosinussen P_x, P_y, P_z und Q_x, Q_y, Q_z der Ellipsenachsen im heliozentrischen äquatorealen rechtwinkligen Koordinatensystem übergehen.

Der Übergang vollzieht sich leicht durch die folgenden Formeln, die man ableitet, indem die Richtungskosinusse der Bahnnormale bzw. der Ellipsenachsen im Planetenkoordinatensystem der Oskulationsepoche t_0 in unserer Näherung die Werte $(\varDelta\alpha_1, \varDelta\alpha_2, 1)$, $(1, \varDelta\pi, -\varDelta\alpha_1)$, $(-\varDelta\pi, 1, -\varDelta\alpha_2)$ haben:

$$
\begin{aligned}
\varDelta P_x &= Q_x \varDelta\pi - R_x \varDelta\alpha_1 \\
\varDelta P_y &= Q_y \varDelta\pi - R_y \varDelta\alpha_1 \\
\varDelta P_z &= Q_z \varDelta\pi - R_z \varDelta\alpha_1 \\
\varDelta Q_x &= -P_x \varDelta\pi - R_x \varDelta\alpha_2 \\
\varDelta Q_y &= -P_y \varDelta\pi - R_y \varDelta\alpha_2 \\
\varDelta Q_z &= -P_z \varDelta\pi - R_z \varDelta\alpha_2 .
\end{aligned}
$$

Die abgeleiteten Formeln sind im folgenden zusammengestellt. Weitere Bemerkungen knüpfen wir an diese Zusammenstellung.

I. Elemente zur Zeit der Oskulationsepoche t_0.

$$
\begin{array}{llll}
P_x\ Q_x\ R_x & P_x^1 = P_x'' - 0.022\,P_z'' & P_y^1 = P_y'' - 0.004\,P_z'' & a, e, M_0, \mu, \varphi, w\mu \\
P_y\ Q_y\ R_y & Q_x^1 = Q_x'' - 0.022\,Q_z'' & Q_y^1 = Q_y'' - 0.004\,Q_z'' & \\
P_z\ Q_z\ R_z & R_x^1 = R_x'' - 0.022\,R_z'' & R_y^1 = R_y'' - 0.004\,R_z'' &
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{lll}
k_1 = a^{-\frac{1}{2}} \cdot wkm \sec\varphi & k_5 = a \cdot \cos^2\varphi \sin\varphi & k_9 = a \cdot \cos^2\varphi \operatorname{cosec}\varphi \\
k_2 = a^{-\frac{1}{2}} \cdot 3\,kw & k_6 = \cos^2\varphi & k_{10} = a^{-2} \cdot \sec\varphi \\
k_3 = a^{+\frac{1}{2}} \cdot 3\,kw \cos^2\varphi \sin\varphi & k_7 = a \cdot \cos^2\varphi & k_{11} = a^{-1} \cdot \sec\varphi \\
k_4 = a^{-\frac{1}{2}} \cdot 3\,kw \sin^2\varphi & k_8 = \operatorname{cosec}\varphi & k_{12} = a^{-2} \cdot \sec^3\varphi
\end{array}
$$

k_1 bis k_{12} hängen nur von a und φ zur Zeit der Oskulationsepoche t_0 ab.

II. Die Jupiterkoordinaten.

Im Anhang findet man die Jupiterkoordinaten x_1, y_1 sowie $\frac{100}{r_1^3}$ für jeden achtzigsten Tag.

$$\begin{aligned}\xi &= P_x^1 x_1 + P_y^1 y_1\\ \eta &= Q_x^1 x_1 + Q_y^1 y_1\\ \zeta &= R_x^1 x_1 + R_y^1 y_1.\end{aligned}$$

III. Berechnung der störenden Kräfte.

Die Koordinaten des Kleinen Planeten berechnet man mit Hilfe der Tafeln von Stracke (V. R. I. 46):

$$\begin{aligned}x &= a\cdot C\\ y &= a\cdot S, \quad r^2 = x^2 + y^2\\ \varrho^2 &= (\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + \zeta^2\end{aligned}$$

und daraus $\frac{1}{\varrho^3}$ mit Hilfe der Numerov'schen Tafel.

$$\begin{aligned}K &= k_1\left(\frac{1}{\varrho^3} - \frac{1}{r_1^3}\right)\\ \gamma'_x &= K\xi - k_1\frac{x}{\varrho^3}\\ \gamma'_y &= K\eta - k_1\frac{y}{\varrho^3}\\ \gamma'_z &= K\zeta\\ T &= \frac{1}{r}(x\gamma'_y - y\gamma'_x).\end{aligned}$$

IV. Berechnung der Elementenstörungen.

$$\begin{aligned}w\frac{d\alpha_1}{dt} &= y\gamma'_z\\ w\frac{d\alpha_2}{dt} &= -x\gamma'_z\\ w^2\frac{d\mu}{dt} &= -k_2 T - \frac{k_3 - k_4 x}{r}\gamma'_y = -k_2\left(T + \frac{\gamma'_y}{k_8}\right)\\ w\frac{de}{dt} &= (k_5 + k_6 x)\,T + k_7\gamma'_y\\ w\frac{d\pi}{dt} &= k_8 yT - k_9\gamma'_x\\ w\frac{dL_1}{dt} &= (1 - k_{10}r^2)\frac{wd\pi}{dt} - (k_{11} + k_{12}r)\,y\,\frac{wde}{dt}.\end{aligned}$$

V. Summation.

$$\Delta\,(\text{Element}) = \Sigma w \frac{d\,(\text{Element})}{dt}, \quad \Delta L_\mu = \Sigma w \Delta\mu, \quad w\Delta\mu = \Sigma w^2 \frac{d\mu}{dt}.$$

VI. Berechnung von neuen oskulierenden Elementen.

Dieselben Formeln dienen zur Berechnung instantaner Elemente für den Vergleich mit Beobachtungen.

$$\begin{array}{llll}
\Delta P_x = Q_x\Delta\pi - R_x\Delta\alpha_1 & \Delta R_x = P_x\Delta\alpha_1 + Q_x\Delta\alpha_2 & & \\
\Delta P_y = Q_y\Delta\pi - R_y\Delta\alpha_1 & \Delta R_y = P_y\Delta\alpha_1 + Q_y\Delta\alpha_2 & & \\
\Delta P_z = Q_z\Delta\pi - R_z\Delta\alpha_1 & \Delta R_z = P_z\Delta\alpha_1 + Q_z\Delta\alpha_2 & & \\
\Delta Q_x = -P_x\Delta\pi - R_x\Delta\alpha_2 & & & \\
\Delta Q_y = -P_y\Delta\pi - R_y\Delta\alpha_2 & \Delta P^1_x = \Delta P_x & \Delta Q^1_x = \Delta Q_x & \Delta R^1_x = \Delta R_x \\
\Delta Q_z = -P_z\Delta\pi - R_z\Delta\alpha_2 & \Delta P^1_y = \Delta P_y\cos\varepsilon + \Delta P_z\sin\varepsilon & \Delta Q^1_y = \Delta Q_y\cos\varepsilon + \Delta Q_z\sin\varepsilon & \Delta R^1_y = \Delta R_y\cos\varepsilon + \Delta R_z\sin\varepsilon
\end{array}$$

$$\Delta a = -\frac{2}{3}\frac{a}{w\mu}\cdot w\Delta\mu$$

$$\Delta M_0 = \Delta L_1 + \Delta L_\mu - \Delta\pi$$

$$M = M^0_0 + \Delta M_0 + \mu^0(t - t_0).$$

Nur die Formeln in der ersten Kolumne werden bei dem Vergleich mit Beobachtungen benutzt.

Die Grössen P_x, P_y, P_z und Q_x, Q_y, Q_z in I sind die Richtungskosinusse in Bezug auf das Äquatorsystem der grossen, bzw. der kleinen Achse der oskulierenden Ellipse zur Zeit der Oskulationsepoche t_0. In A. N. 5597 hat STRACKE in Aussicht gestellt, dass das Astronomische Recheninstitut bald Werte dieser Konstanten für die Kleinen Planeten veröffentlichen wird. Bis dahin muss man die gegebenen Werte von ω, Ω, i nach den bekannten Formeln umrechnen:

$$\begin{aligned}
P_x'' &= \cos\Omega\cos\omega - \cos i\sin\Omega\sin\omega \\
P_y'' &= \sin\Omega\cos\omega + \cos i\cos\Omega\sin\omega \\
P_z'' &= \sin i\ \sin\omega \\
Q_x'' &= -\cos i\sin\Omega\cos\omega - \cos\Omega\sin\omega \\
Q_y'' &= \cos i\cos\Omega\cos\omega - \sin\Omega\sin\omega \\
Q_z'' &= \sin i\cos\omega
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_x &= P_x'' & Q_x &= Q_x'' \\
P_y &= P_y''\cos\varepsilon - P_z''\sin\varepsilon & Q_y &= Q_y''\cos\varepsilon - Q_z''\sin\varepsilon \\
P_z &= P_y''\sin\varepsilon + P_z''\cos\varepsilon & Q_z &= Q_y''\sin\varepsilon + Q_z''\cos\varepsilon.
\end{aligned}$$

Die Grössen R_x, R_y, R_z sind die Richtungskosinusse der Bahnnormale in Bezug auf das Äquatorsystem. Man hat:

$$\begin{aligned}
R_x'' &= \sin i\sin\Omega & R_x &= R_x'' \\
R_y'' &= -\sin i\cos\Omega & R_y &= R_y''\cos\varepsilon - R_z''\sin\varepsilon \\
R_z'' &= \cos i & R_z &= R_y''\sin\varepsilon + R_z''\cos\varepsilon.
\end{aligned}$$

Die Grössen P_x^1, Q_x^1, R_x^1 und P_y^1, Q_y^1, R_y^1 sind Kosinusse der Winkel zwischen $\bar{P}$, $\bar{Q}$, $\bar{R}$ und zwei Achsen X_1, Y_1 in der Jupiterbahn, die wir sogleich definieren wollen: X_1 ist die Knotenlinie der Jupiterbahn 1925.0 um den Winkel Ω in der Bahn zurückgedreht; Y_1 liegt in der Bahn senkrecht zu X_1, sodass der Winkel $X_1Y_1 = +90°$. In den gegebenen Formeln zur Berechnung dieser Grössen ist erlaubterweise $\cos i_{♃} = 1$ gesetzt ($\cos i_{♃} = 0.9997$).

In den Formeln in VI sind Grössen zweiter Ordnung in $\Delta\pi$, $\Delta\alpha_1$, $\Delta\alpha_2$ vernachlässigt. Für die Grössen $\Delta\alpha_1$ und $\Delta\alpha_2$ ist dies unbedenklich, $\Delta\pi$ kann dagegen bekanntlich bei kleinen Exzentrizitäten gross werden, so dass man $\Delta\pi^2$ berücksichtigen muss. Dies geschieht am einfachsten, indem man die P_x, P_y, P_z, Q_x, Q_y, Q_z mit $\left(1-\frac{1}{2}\Delta\pi^2\right)$ multipliziert.

Bei kleinen Werten der Exzentrizität kann $\Delta\pi$, wie gesagt, beträchtliche Werte erreichen. Ungenauigkeiten in $\Delta\pi$ fallen dann entsprechend weniger ins Gewicht, wenn nur genau derselbe Wert von $\Delta\pi$ zur Berechnung der Grössen ΔP_x, ΔP_y, ... wie zur Berechnung von M benutzt wird.

Was endlich die Frage von der Wahl des Äquinoktiums des Äquatorsystems betrifft, in dem man rechnet, möchte ich der Methode den Vorzug geben, die alle Grössen auf das Äquinoktium 1925.0 bezieht. Die hier gegebenen Formeln lassen sich aber leicht jeder Methode anpassen.

An dieser Stelle möchte ich noch den Herren O. Möller Nielsen, E. Laursen, K. Steenberg Sörensen und Henry Jensen für verschiedene Kontrollrechnungen herzlich danken.

Im folgenden sind die Resultate der genäherten Störungsrechnung und der nachherigen Bahnverbesserung für 5 Kleine Planeten, die auf Anregung von Professor Stracke übernommen wurden, zusammengestellt. Die Störungsrechnung ist im wesentlichen nach den oben zusammengestellten Formeln erfolgt; einige Modifikationen der Formeln ergaben sich im Laufe der Rechnung, bis ich bei den oben mitgeteilten Formeln stehen blieb; manche Modifikation verdanke ich den Herren Möller Nielsen und Laursen. Die

Zusammenstellung gibt für jeden Planeten: Die Ausgangselemente, die benutzten Beobachtungen, die Abweichungen B — R ohne und mit Berücksichtigung der Störungen, die daraus erhaltenen Verbesserungen der Elemente, die Darstellung der benutzten Beobachtungen, sowie etwa noch vorhandener Beobachtungen durch das verbesserte Elementensystem unter Berücksichtigung der Störungen.

633 Zelima (Berechner: O. Möller Nielsen).

Epoche und Oskulation 1925 Jan. 1.0 Weltzeit.

$$M_0 = 48^\circ.758$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 184.917 \\ \Omega &= 147.910 \\ i &= 10.876 \end{aligned}\right\} \text{Ekliptik 1925.0}$$

$$\begin{aligned} \varphi &= 4.758 \\ \mu &= 677''.500 \\ a &= 3.0158 \end{aligned}$$

Die Elemente sind der V. R. I. 45 entnommen. Der dort gegebene Wert von log a (oder der von μ) scheint durch einen Druckfehler entstellt zu sein. Es wurde ein mit dem gegebenen Wert von μ übereinstimmendes a benutzt.

Beobachtungen:

Weltzeit	α	δ	Äquin.	Beob.-Ort	Publ.
1907 Mai 13.03	243°.70	— 4°.79	1907.0	Königstuhl	A. N. **206**, 61
1909 Dez. 15.96	75.65	+ 7.73	1909.0	Königstuhl	A. N. **183**, 191
1918 Juli 16.96	290.82	—11.88	1918.0	Königstuhl	A. N. **207**, 159
1923 Juni 10.90	269.05	— 8.73	1925.0	Simeïs	B. Z. 18
1928 Mai 15.94	247.42	— 5.50	1925.0	Simeïs	B. Z. 23

Weltzeit	Beob. — Rechnung (Störungen nicht berücksichtigt)		Beob. — Rechnung (Störungen berücksichtigt)	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1907 Mai 13.03	$-0^\circ.82$	$+0^\circ.20$	$+0^\circ.96$	$-0^\circ.19$
1909 Dez. 15.96	$+1.41$	$+0.21$	$+0.74$	$+0.11$
1918 Juli 16.96	-0.18	$+0.02$	-0.44	-0.05
1923 Juni 10.90	-1.03	$+0.10$	-1.03	$+0.11$
1928 Mai 15.94	-1.90	$+0.33$	-1.60	$+0.28$

Verbesserungen: $dM_0 = -0^\circ.600$ $\quad di = +0^\circ.008$

$d\omega = -0^\circ.0013$ $\quad de = +\ 0.00033$

$d\Omega = -0^\circ.171$ $\quad da = +\ 0.0024$

und dem entsprechend:

$$d\varphi = +\ 0^\circ.019$$
$$d\mu = -0''.81$$

Epoche und Oskulation 1925 Jan. 1.0 Weltzeit.

$$M_0 = 48^\circ.158$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 184.916 \\ \Omega &= 147.739 \\ i &= 10.884 \end{aligned}\right\} \text{Ekliptik 1925.0}$$
$$\varphi = 4.777$$
$$\mu = 676''.69$$
$$a = 3.0182$$

Vergleich mit den benutzten Beobachtungen:

Weltzeit	B — R Bedingungsgl.		B — R Dir. Rechnung	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1907 Mai 13.03	$+0^\circ.02$	$-0^\circ.01$	$+0^\circ.02$	$-0^\circ.01$
1909 Dez. 15.96	$+0.04$	-0.02	$+0.04$	0.00
1918 Juli 16.96	-0.02	-0.01	0.00	-0.01
1923 Juni 10.90	$+0.05$	$+0.02$	$+0.04$	$+0.01$
1928 Mai 15.94	0.00	-0.02	0.00	-0.02

Vergleich mit sonst vorhandenen Beobachtungen:

Datum	B — R $\Delta\alpha \cos\delta$	B — R $\Delta\delta$	Beob.-Ort	Publ.
1907 Juni 5.	$+0^\circ.01$	$-0^\circ.01$	Wien	A. N. **178,** 129
1907 Juli 5.	$+0.04$	-0.01	Wien	A. N. **178,** 129
1923 Juni 8.	$+0.04$	$+0.01$	Simeïs	B. Z. 18
1923 Juli 7.	$+0.05$	$+0.01$	Königstuhl	B. Z. 18
1928 Mai 11.	0.00	-0.02	Königstuhl	B. Z. 20

956 [1921 IW] (Berechner: E. Laursen).

Epoche und Oskulation 1925 Jan. 1.0 Weltzeit.

$$M_0 = 358^\circ.654$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 123.757 \\ \Omega &= 192.769 \\ i &= 5.937 \end{aligned}\right\} \text{Ekliptik 1925.0}$$

$$\varphi = 11.776$$

$$\mu = 1018''.988$$

$$\log a = 0.36122$$

Die Elemente sind der V. R. I. 45 entnommen.

Beobachtungen:

Weltzeit	$\alpha_{1925.0}$	$\delta_{1925.0}$	Beob.-Ort	Publ.
1921 Sept. 5.93 . . .	$335^\circ.92$	$-\ 2^\circ.52$	Königstuhl	A. N. **216,** 167
1923 Jan. 21.37 . . .	121.96	$+11.22$	Yerkes	A. J. **35,** 135
1924 Mai 10.99 . . .	220.21	$-\ 9.55$	Königstuhl	B. Z. 14
1928 Sept. 9.94 . . .	345.24	$-\ 0.15$	Königstuhl	B. Z. 34

Weltzeit	Beob. — Rechnung (Störungen nicht berücksichtigt)		Beob. — Rechnung (Störungen berücksichtigt)	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1921 Sept. 5.93 . . .	$-0^\circ.01$	$-0^\circ.02$	$+0^\circ.21$	$+0^\circ.04$
1923 Jan. 21.37 . . .	-0.19	$+0.04$	-0.27	$+0.05$
1924 Mai 10.99 . . .	-0.37	$+0.08$	-0.39	$+0.08$
1928 Sept. 9.94 . . .	-1.43	-0.43	-0.90	-0.26

Verbesserungen:

$$dM_0 = +\ 0^\circ.100$$
$$d\omega = -\ 0^\circ.324$$
$$de = +\ 0.00029$$
$$da = +\ 0.0008$$

und dementsprechend:

$$d\varphi = +\ 0^\circ.017$$
$$d\mu = -\ 0''.501$$

Epoche und Oskulation 1925 Jan. 1.0 Weltzeit.

$$M_0 = 358^\circ.754$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 123.433 \\ \Omega &= 192.769 \\ i &= 5.937 \end{aligned}\right\} \text{Ekliptik 1925.0}$$
$$\varphi = 11.793$$
$$\mu = 1018''.487$$
$$a = 2.2981$$

Vergleich mit den benutzten Beobachtungen:

Weltzeit	B — R Bedingungsgl.		B — R Dir. Rechnung	
	$\Delta\alpha \cdot \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cdot \cos\delta$	$\Delta\delta$
1921 Sept. 5.93...	$+0^\circ.01$	$-0^\circ.02$	$+0^\circ.02$	$-0^\circ.01$
1923 Jan. 21.37...	0.00	0.00	-0.01	0.00
1924 Mai 10.99...	0.00	-0.01	-0.02	0.00
1928 Sept. 9.94...	-0.01	$+0.02$	-0.02	$+0.02$

Vergleich mit sonst vorhandenen Beobachtungen:

Datum	B — R $\Delta\alpha \cos\delta$	B — R $\Delta\delta$	Beob.-Ort	Publ.
1921 Aug. 9......	$+0^\circ.02$	$0^\circ.00$	Königstuhl	A. N. **223,** 173
1921 Okt. 31......	0.00	-0.01	Wien	A. N. **217,** 25
1923 Jan. 22......	-0.04	$+0.01$	Yerkes	A. J. **35,** 135
1928 Sept. 15......	$+0.02$	-0.01	Simeïs	B. Z. 38.

979 Ilsewa (Berechner: O. MÖLLER NIELSEN).

Epoche und Oskulation 1925 Jan. 1.0 Weltzeit.

$$M_0 = 109^\circ.129$$

$$\left.\begin{array}{r} \omega = 111.287 \\ \Omega = 232.045 \\ i = 10.044 \end{array}\right\} \text{Ekliptik 1925.0}$$

$$\varphi = 7.975$$

$$\mu = 633''.729$$

$$a = 3.1531 \quad \text{(aus den V. R. I. 45)}$$

Beobachtungen:

Weltzeit	α	δ	Äquin.	Beob.-Ort	Publ.
1922 Juli 21.95	272°.44	—12°.10	1922.0	Königstuhl	A. N. **218**, 259
1923 Okt. 9.85	22.45	+17.55	1925.0	Simeïs	B. Z. 27
1926 März 13.30	162.65	— 6.11	1925.0	Yerkes	A. J. **37**, 51
1928 Juli 20.96	318.42	— 0.17	1928.0	Simeïs	B. Z. 29

Weltzeit	Beob. — Rechnung (Störungen nicht berücksichtigt)		Beob. — Rechnung (Störungen berücksichtigt)	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1922 Juli 21.95	—0°.01	—0°.01	—0°.07	—0°.02
1923 Okt. 9.85	—0.02	0.00	—0.04	+0.01
1926 März 13.30	—0.31	+0.12	—0.31	+0.12
1928 Juli 20.96	—1.46	—0.44	—1.48	—0.48

Verbesserungen:

$$dM_0 = -0^\circ.439$$

$$d\omega = +0^\circ.222$$

$$de = +\ 0.0013$$

$$da = +\ 0.0043$$

und dementsprechend:

$$d\varphi = +0^\circ.077$$

$$d\mu = -1''.29$$

Epoche und Oskulation 1925 Jan. 1.0 Weltzeit.

$$M_0 = 108^\circ.690$$
$$\left.\begin{aligned}\omega &= 111.509\\ \Omega &= 232.045\\ i &= 10.044\end{aligned}\right\}\text{ Ekliptik 1925.0}$$
$$\varphi = 8.052$$
$$\mu = 632''.44$$
$$a = 3.1574$$

Vergleich mit den benutzten Beobachtungen:

Weltzeit	B — R Bedingungsgl.		B — R Dir. Rechnung	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1922 Juli 21.95	$0^\circ.00$	$0^\circ.00$	$0^\circ.00$	$+0^\circ.01$
1923 Okt. 9.85	—0.01	+0.02	—0.02	+0.01
1926 März 13.30	0.00	0.00	—0.01	0.00
1928 Juli 20.96	+0.01	0.00	+0.02	0.00

Vergleich mit sonst vorhandenen Beobachtungen:

Datum	B — R		Beob.-Ort	Publ.
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$		
1922 Juli 1.......	$-0^\circ.02$	$+0^\circ.01$	Königstuhl	A. N. **218,** 259
1922 Aug. 20.......	+0.01	+0.01	Königstuhl	A. N. **218,** 259
1923 Okt. 30.......	—0.02	+0.03	Königstuhl	B. Z. 27
1926 März 10.......	—0.05	—0.01	Yerkes	A. J. **37,** 51

1035 Amata (Berechner: E. Laursen).

[1913 TF = 1924 SW].

Epoche und Oskulation 1924 Sept. 30.0 Weltzeit.

$$M_0 = 35^\circ.419$$
$$\left.\begin{aligned}\omega &= 320.281\\ \Omega &= 2.854\\ i &= 17.923\end{aligned}\right\}\text{ Ekliptik 1924.0}$$

$$\varphi = 11^\circ.132$$
$$\mu = 634''.793$$
$$\log a = 0.498250$$

Die Elemente sind den A. N. **226,** 267 entnommen.

Beobachtungen:

Weltzeit	α	δ	Äquin.	Beob.-Ort	Publ.
1913 Nov. 19.78	$20^\circ.67$	$+25^\circ.37$	1913.0	Königstuhl	A. N. **196,** 320
1924 Okt. 18.79	9.72	+ 12.33	1924.0	Königstuhl	A. N. **223,** 399
1928 April 24.22	196.37	— 17.94	1925.0	Yerkes	A. J. **39,** 13

Weltzeit	Beob. — Rechnung (Störungen nicht berücksichtigt)		Beob. — Rechnung (Störungen berücksichtigt)	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1913 Nov. 19.78	$-0^\circ.10$	$-0^\circ.02$	$-0^\circ.05$	$-0^\circ.02$
1924 Okt. 18.79	0.00	— 0.01	0.00	— 0.01
1928 April 24.22	— 0.53	+ 0.45	— 0.36	+ 0.30

Verbesserungen:

$$dM_0 = +0^\circ.067$$
$$d\omega = -0^\circ.248$$
$$de = +\ 0.00153$$
$$da = -\ 0.00012$$

und dementsprechend:

$$d\varphi = +0^\circ.089$$
$$d\mu = +0''.036$$

Epoche und Oskulation 1924 Sept. 30.0 Weltzeit.

$$M_0 = 35^\circ.486$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 320.033 \\ \Omega &= 2.854 \\ i &= 17.923 \end{aligned}\right\} 1924.0$$

$$\varphi = 11^\circ.221$$
$$\mu = 634''.829$$
$$a = 3.14944$$

Vergleich mit den benutzten Beobachtungen:

Weltzeit	B — R Bedingungsgl.		B — R Dir. Rechnung	
	$\varDelta\alpha \cos\delta$	$\varDelta\delta$	$\varDelta\alpha \cos\delta$	$\varDelta\delta$
1913 Nov. 19.78	$-0^\circ.01$	$+0^\circ.01$	$0^\circ.00$	$+0^\circ.01$
1924 Okt. 18.79	$+0.01$	-0.01	$+0.01$	-0.01
1928 April 24.22	0.00	0.00	-0.01	0.00

Vergleich mit sonst vorhandenen Beobachtungen:

Datum	B — R		Beob.-Ort	Publ.
	$\varDelta\alpha \cos\delta$	$\varDelta\delta$		
1913 Okt. 31...	$+0^\circ.10$[1]	$-0^\circ.06$[1]	Königstuhl	A. N. **196**, 267
1924 Sept. 29...	0.00	-0.01	Königstuhl	A. N. **223**, 177
1928 April 20...	-0.02	$+0.02$	Yerkes	A. J. **39**, 13

[1] Diese Beobachtung scheint fehlerhaft zu sein, da eine Auflösung mit dieser Beobachtung (unter Weglassung der Beobachtung vom 19. Nov. 1913) zu ungenügenden Resultaten führte.

1049 (1925 RB) (Berechner: O. Möller Nielsen).

Epoche und Oskulation 1925 Sept. 15.0 Weltzeit.

$$M_0 = 346^\circ.1588$$

$$\left.\begin{array}{rl} \omega = & 32.1459 \\ \Omega = & 343.6432 \\ i = & 15.2078 \end{array}\right\} \text{Ekliptik 1925.0}$$

$$\varphi = 7.1255$$
$$\mu = 0^\circ.180991$$
$$a = 3.09526 \quad \text{(aus den A. N. } \mathbf{229}, 297).$$

Beobachtungen:

Weltzeit	α	δ	Äquin.	Beob.-Ort	Publ.
1925 Okt. 10.87	$352^\circ.71$	$+\ 5^\circ.60$	1925.0	Königstuhl	A. N. **226**, 334
1927 Jan. 9.55	106.56	$+41.90$	1927.0	Tokyo	T. A. B. **1**
1928 März 19.03	171.45	$-\ 0.58$	1928.0	Königstuhl	B. Z. 14

Weltzeit	Beob. — Rechnung (Störungen nicht berücksichtigt)		Beob. — Rechnung (Störungen berücksichtigt)	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1925 Okt. 10.87	$-0^\circ.01$	$0^\circ.00$	$-0^\circ.01$	$0^\circ.00$
1927 Jan. 9.55	$+0.86$	-0.24	$+0.85$	-0.23
1928 März 19.03	$+0.85$	-0.67	$+0.84$	-0.67

Verbesserungen:

$$dM_0 = -0^\circ.300$$
$$d\omega = +0^\circ.416$$
$$de = +\ 0.00126$$
$$da = -\ 0.00828$$

und dementsprechend:

$$d\varphi = +0^\circ.0728$$
$$d\mu = +0^\circ.000729$$

Epoche und Oskulation 1925 Sept. 15.0 Weltzeit.

$$M_0 = 345^\circ.859$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 32.562 \\ \Omega &= 343.643 \\ i &= 15.208 \end{aligned}\right\} \text{Ekliptik 1925.0}$$
$$\varphi = 7.198$$
$$\mu = 654''.192$$
$$a = 3.08698$$

Vergleich mit den benutzten Beobachtungen:

Weltzeit	B — R Bedingungsgl.		B — R Dir. Rechnung	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1925 Okt. 10.87	$+0\overset{\circ}{.}01$	$-0\overset{\circ}{.}01$	$+0\overset{\circ}{.}01$	$-0\overset{\circ}{.}03$
1927 Jan. 9.55	−0.02	−0.04	−0.01	−0.04
1928 März 19.03	0.00	−0.01	0.00	0.00

Vergleich mit sonst vorhandenen Beobachtungen:

Datum	B — R		Beob.-Ort	Publ.
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$		
1925 Sept. 15...	$0\overset{\circ}{.}00$	$+0\overset{\circ}{.}01$	Königstuhl	A. N. **226**, 334
1925 Nov. 19...	+0.02	+0.02	Königstuhl	A. N. **226**, 334
1927 Jan. 2...	−0.02	−0.03	Tokyo	T. A. B. 1
1927 Jan. 4...	−0.02	−0.04	Tokyo	T. A. B. 1

Jupiterkoordinaten x_1 und y_1. Äquinoktium 1925.0.

12^h Weltzeit			x_1	y_1	$\frac{100}{r_1^3}$
1900	März	5.	−2.70	−4.64	0.646
	Mai	24.	−2,17	−4.89	0.655
	August	12.	−1.61	−5.07	0.664
	Oktober	31.	−1.03	−5.19	0.673
1901	Januar	19.	−0.44	−5.25	0.684
	April	9.	+0.16	−5.24	0.695
	Juni	28.	+0.75	−5.16	0.707
	September	16.	+1.34	−5.01	0.719
	Dezember	5.	+1.90	−4.79	0.731
1902	Februar	23.	+2.45	−4.50	0.744
	Mai	14.	+2.95	−4.15	0.756
	August	2.	+3.42	−3.75	0.768
	Oktober	21.	+3.83	−3.28	0.779
1903	Januar	9.	+4.19	−2.77	0.789
	März	30.	+4.48	−2.22	0.799
	Juni	18.	+4.71	−1.64	0.807

Jupiterkoordinaten x_1 und y_1. Äquinoktium 1925.0 (Fortsetz.).

	12^h Weltzeit		x_1	y_1	$\frac{100}{r_1^3}$
1903	September	6.	+ 4.87	− 1.03	0.813
	November	25.	+ 4.95	− 0.40	0.818
1904	Februar	13.	+ 4.95	+ 0.23	0.822
	Mai	3.	+ 4.88	+ 0.86	0.824
	Juli	22.	+ 4.73	+ 1.48	0.823
	Oktober	10.	+ 4.50	+ 2.07	0.821
	Dezember	29.	+ 4.21	+ 2.63	0.817
1905	März	19.	+ 3.85	+ 3.15	0.812
	Juni	7.	+ 3.44	+ 3.62	0.805
	August	26.	+ 2.97	+ 4.03	0.797
	November	14.	+ 2.45	+ 4.39	0.787
1906	Februar	2.	+ 1.90	+ 4.68	0.776
	April	23.	+ 1.32	+ 4.90	0.765
	Juli	12.	+ 0.73	+ 5.05	0.753
	September	30.	+ 0.12	+ 5.13	0.741
	Dezember	19.	− 0.49	+ 5.14	0.728
1907	März	9.	− 1.10	+ 5.07	0.716
	Mai	28.	− 1.68	+ 4.94	0.704
	August	16.	− 2.25	+ 4.74	0.693
	November	4.	− 2.79	+ 4.48	0.682
1908	Januar	23.	− 3.29	+ 4.16	0.671
	April	12.	− 3.75	+ 3.79	0.662
	Juli	1.	− 4.16	+ 3.37	0.653
	September	19.	− 4.52	+ 2.90	0.645
	Dezember	8.	− 4.82	+ 2.41	0.638
1909	Februar	26.	− 5.07	+ 1.88	0.633
	Mai	17.	− 5.26	+ 1.33	0.627
	August	5.	− 5.38	+ 0.77	0.623
	Oktober	24.	− 5.44	+ 0.20	0.620
1910	Januar	12.	− 5.44	− 0.38	0.618
	April	2.	− 5.37	− 0.95	0.617
	Juni	21.	− 5.24	− 1.51	0.617
	September	9.	− 5.05	− 2.05	0.618
	November	28.	− 4.80	− 2.57	0.620

Jupiterkoordinaten x_1 und y_1. Äquinoktium 1925.0 (Fortsetz.).

	12^h^ Weltzeit		x_1	y_1	$\frac{100}{r_1^3}$
1911	Februar	16.	—4.49	—3.06	0.623
	Mai	7.	—4.13	—3.51	0.627
	Juli	26.	—3.72	—3.92	0.632
	Oktober	14.	—3.27	—4.28	0.638
1912	Januar	2.	—2.78	—4.60	0.645
	März	22.	—2.25	—4.85	0.653
	Juni	10.	—1.70	—5.05	0.662
	August	29.	—1.12	—5.18	0.672
	November	17.	—0.53	—5.25	0.682
1913	Februar	5.	+0.07	—5.24	0.693
	April	26.	+0.66	—5.17	0.705
	Juli	15.	+1.25	—5.03	0.717
	Oktober	3.	+1.82	—4.83	0.729
	Dezember	22.	+2.36	—4.55	0.741
1914	März	12.	+2.88	—4.21	0.753
	Mai	31.	+3.35	—3.82	0.765
	August	19.	+3.77	—3.36	0.776
	November	7.	+4.14	—2.86	0.787
1915	Januar	26.	+4.44	—2.31	0.796
	April	16.	+4.68	—1.73	0.805
	Juli	5.	+4.85	—1.13	0.812
	September	23.	+4.94	—0.50	0.817
	Dezember	12.	+4.96	+0.13	0.821
1916	März	1.	+4.89	+0.76	0.823
	Mai	20.	+4.76	+1.38	0.823
	August	8.	+4.55	+1.97	0.821
	Oktober	27.	+4.27	+2.54	0.818
1917	Januar	15.	+3.92	+3.06	0.813
	April	5.	+3.51	+3.54	0.806
	Juni	24.	+3.05	+3.97	0.798
	September	12.	+2.54	+4.33	0.789
	Dezember	1.	+1.99	+4.64	0.778
1918	Februar	19.	+1.42	+4.87	0.767
	Mai	10.	+0.82	+5.03	0.755

Jupiterkoordinaten x_1 und y_1. Äquinoktium 1925.0 (Fortsetz.).

12^h Weltzeit			x_1	y_1	$\frac{100}{r_1^8}$
1918	Juli	29.	+0.22	+5.12	0.743
	Oktober	17.	−0.39	+5.14	0.731
1919	Januar	5.	−1.00	+5.08	0.719
	März	26.	−1.59	+4.96	0.707
	Juni	14.	−2.16	+4.77	0.696
	September	2.	−2.70	+4.52	0.684
	November	21.	−3.21	+4.21	0.674
1920	Februar	9.	−3.68	+3.85	0.664
	April	29.	−4.10	+3.43	0.655
	Juli	18.	−4.46	+2.98	0.647
	Oktober	6.	−4.78	+2.49	0.640
	Dezember	25.	−5.03	+1.96	0.634
1921	März	15.	−5.23	+1.42	0.628
	Juni	3.	−5.36	+0.86	0.624
	August	22.	−5.43	+0.28	0.620
	November	10.	−5.44	−0.29	0.618
1922	Januar	29.	−5.38	−0.86	0.617
	April	19.	−5.26	−1.43	0.616
	Juli	8.	−5.08	−1.97	0.617
	September	26.	−4.84	−2.50	0.619
	Dezember	15.	−4.54	−2.99	0.622
1923	März	5.	−4.19	−3.45	0.625
	Mai	24.	−3.79	−3.86	0.630
	August	12.	−3.35	−4.24	0.636
	Oktober	31.	−2.86	−4.56	0.643
1924	Januar	19.	−2.34	−4.82	0.650
	April	8.	−1.79	−5.03	0.659
	Juni	27.	−1.22	−5.17	0.668
	September	15.	−0.63	−5.25	0.678
	Dezember	4.	−0.03	−5.26	0.689
1925	Februar	22.	+0.56	−5.20	0.700
	Mai	13.	+1.15	−5.07	0.712
	August	1.	+1.72	−4.87	0.724
	Oktober	20.	+2.27	−4.61	0.736

Jupiterkoordinaten x_1 und y_1. Äquinoktium 1925.0 (Fortsetz.).

	12ʰ Weltzeit		x_1	y_1	$\frac{100}{r_1^3}$
1926	Januar	8	+2.79	−4.28	0.749
	März	29	+3.27	−3.90	0.761
	Juni	17	+3.70	−3.45	0.772
	September	5	+4.08	−2.96	0.783
	November	24	+4.39	−2.42	0.793
1927	Februar	12	+4.64	−1.85	0.802
	Mai	3	+4.82	−1.24	0.810
	Juli	22	+4.93	−0.62	0.816
	Oktober	10	+4.96	+0.01	0.820
	Dezember	29	+4.91	+0.64	0.823
1928	März	18	+4.79	+1.26	0.824
	Juni	6	+4.59	+1.86	0.823
	August	25	+4.32	+2.44	0.820
	November	13	+3.98	+2.97	0.815
1929	Februar	1	+3.58	+3.46	0.809
	April	22	+3.13	+3.89	0.801
	Juli	11	+2.63	+4.27	0.792
	September	29	+2.09	+4.58	0.782
	Dezember	18	+1.52	+4.83	0.771

Universitätssternwarte, Kopenhagen. 1929 April.

Bengt Strömgren.

Færdig fra Trykkeriet den 6. November 1929.