1.

ASTRONOMISCHE RECHNUNGEN

a) MIT HILFE EINER

5 STELLIGEN LOGARITHMENTAFEL

b) MIT

TRINKS-TRIPLEX

RECHENMASCHINE

A) DURCHFÜHRUNG EINER EPHEMERIDEN-RECHNUNG

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Durchführung einer

Aufgabe. Der Ort des Planeten 1920 HZ ist für den 16. November 1920 $7^h\,15^m$ m. Gr. Zt. zu bestimmen.

Gegebene Elemente: $M = 351^0\,45'\,27,''7$ 12. Nov. 1920 12^h m. Gr. Zt.
$\omega = 55^0\,48'\,40,''6$
$\Omega = 21^0\,18'\,16,''3$
$i = 43^0\,26'\,37,''9$
$\varphi = 40^0\,46'\,37,''2$
$\mu = 256,''446$
$a = 5,76334$
$\varepsilon = 23^0\,26'\,58,''9$
$e_0 = 37^0\,42057.$

a) Lösung mit Logarithmentafel.

1. Verbesserung von M vom 12. November 1920 12^h m. Gr. Zt. für 16. November 1920 $7^h\,15^m$ m. Gr. Zt.

$$M' = 351^0\,45'\,27,''7 + 256,''446 \cdot 3,8025.$$

$$\begin{array}{r} 256,446 \cdot 3,8025 \\ 1282230 \\ 512892 \\ 205\,15680 \\ 769\,338 \\ \hline 975,1359150 : 60 = 16'\,15,''14 \\ M = 351^0\,45'\,27,''7 \\ \hline M' = 325^0\,1'\,42,''8. \end{array}$$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Ephemeriden-Rechnung.

b) Lösung mit Trinks-Triplex Rechenmaschine.

$$M' = 351,7577 + \frac{256,446 \cdot 3,8025}{3600} = \underline{352,02856.}$$

Anlage 1.

Anmerkung: Addition, Multiplikation und Division werden gleichzeitig ausgeführt, die Maschine zeigt sofort den Wert für M'.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

2. Errechnung von E nach der Keplerschen Gleichung

$$M' = E - e_0 \cdot \sin E.$$

Die Lösung ist logarithmisch nicht möglich, sie läßt sich nur mit Hilfstafeln auf sehr umständliche und zeitraubende Weise durchführen. Es ergibt sich dann:

$$\underline{E = 338^0\ 1'\ 35,''5.}$$

3. Ermittlung der wahren Anomalie v und der Entfernung r von der Sonne.

$$r \cdot \cos v = a\ (\cos E - e)$$
$$r \cdot \sin v = a \cdot \cos \varphi \cdot \sin E.$$

$$E = 338^0\ 1'\ 35,''5 \quad \cos = 0{,}92736$$
$$e = \qquad\qquad 0{,}65312$$
$$\cos E - e = 0{,}27424$$
$$a = 5{,}76334.$$

$$\log a = 0{,}76067$$
$$\log \cos \varphi = 9{,}87924$$
$$\log \sin E = 9{,}57308$$
$$\log r \cdot \sin v = 0{,}21299$$
$$\log r \cdot \cos v = 0{,}19880$$
$$\log \operatorname{tang} v = 0{,}01419$$

$$= 0{,}76067$$
$$\log (\cos E - e) = 9{,}43813$$
$$\log r \cdot \cos v = 0{,}19880$$
$$\log \cos v = 9{,}84227$$
$$\log r = 0{,}35653$$

$$\underline{v = 314^0\ 3'\ 50,''4} \qquad \underline{r = 2{,}27263}$$

Anmerkung: Es sind 7 Logarithmen und 1 Funktion aufzuschlagen, 2 Additionen und 3 Subtraktionen durchzuführen.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Die Gleichung wird umgestellt in $E = M' + e_0 \cdot \sin E$ und die Summe $M' + e_0 \cdot \sin E$ mit dem $\sin E = \sin \varphi$ als Annäherungswert eingekurbelt. Der Wert für sin E wird dann entsprechend der Summe E geändert, bis beide einander entsprechen. Anlage 2.

Resultat:

$$\underline{E = 338^0\ 1'\ 35,''5 \qquad \sin E = 0{,}37418.}$$

Anlage 3.

$$\operatorname{tang} v = \frac{\cos \varphi \cdot \sin E}{\cos E - e}$$

$$r = \frac{a\ (\cos E - e)}{\cos v}$$

$$E = 338^0\ 1'\ 35,''5 \qquad \sin = 0{,}37418 \qquad \cos = 0{,}92736$$
$$e = 0{,}65312$$
$$\cos E - e = 0{,}27424$$
$$\cos \varphi = 0{,}75726$$

$$\underline{v = 314^0\ 3'\ 50''} \qquad \cos = 0{,}69545$$
$$\underline{r = 2{,}27268}$$

Anmerkung: Es sind 5 Funktionen aufzuschlagen, 1 Subtraktion ist durchzuführen.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

4. Umwandlung der ekliptischen Elemente Ω, ω, i in Ω', ω', i' für den Aequator.

$$\sin \frac{i'}{2} \cdot \sin \tfrac{1}{2}(\Omega' - \sigma) = \sin \tfrac{1}{2}\Omega \cdot \sin \tfrac{1}{2}(i - \varepsilon)$$
$$\sin \frac{i'}{2} \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\Omega' - \sigma) = \cos \tfrac{1}{2}\Omega \cdot \sin \tfrac{1}{2}(i + \varepsilon)$$
$$\cos \frac{i'}{2} \cdot \sin \tfrac{1}{2}(\Omega' + \sigma) = \sin \tfrac{1}{2}\Omega \cdot \cos \tfrac{1}{2}(i - \varepsilon)$$
$$\cos \frac{i'}{2} \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\Omega' + \sigma) = \cos \tfrac{1}{2}\Omega \cdot \cos \tfrac{1}{2}(i + \varepsilon)$$
$$\omega' = \omega + \sigma.$$

$$\begin{aligned} \tfrac{1}{2}\Omega &= 10^0\ 39'\ 8,''2 \\ \tfrac{1}{2}(i+\varepsilon) &= 33^0\ 26'\ 48,''4 \\ \tfrac{1}{2}(i-\varepsilon) &= 9^0\ 59'\ 49,''5 \\ \omega &= 55^0\ 48'\ 40,''6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log \sin \tfrac{1}{2}\Omega &= 9{,}26681 \\ \log \sin \tfrac{1}{2}(i-\varepsilon) &= 9{,}23954 \\ \log \sin \frac{i'}{2} \cdot \sin \tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma) &= 8{,}50635 \\ \log \sin \frac{i'}{2} \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma) &= 9{,}73373 \\ \log \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma) &= 8{,}77262 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log \cos \tfrac{1}{2}\Omega &= 9{,}99245 \\ \log \sin \tfrac{1}{2}(i+\varepsilon) &= 9{,}74128 \\ \log \sin \frac{i'}{2} \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma) &= 9{,}73373 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log \sin \tfrac{1}{2}\Omega &= 9{,}26681 \\ \log \cos \tfrac{1}{2}(i-\varepsilon) &= 9{,}99335 \\ \log \cos \frac{i'}{2} \cdot \sin \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) &= 9{,}26016 \\ \log \cos \frac{i'}{2} \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) &= 9{,}91383 \\ \log \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) &= 9{,}34633 \\ \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) &= 12^0\ 30'\ 58,''0 \\ \tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma) &= 3^0\ 23'\ 24,''9 \\ \Omega' &= 15^0\ 54'\ 22,''9 \\ \sigma &= 9^0\ 7'\ 33,''1 \\ \omega &= 55^0\ 48'\ 40,''6 \\ \omega' &= 64^0\ 56'\ 13,''7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log \cos \tfrac{1}{2}\Omega &= 9{,}99245 \\ \log \cos \tfrac{1}{2}(i+\varepsilon) &= 9{,}92138 \\ \log \cos \frac{i'}{2} \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) &= 9{,}91383 \\ \log \cos \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) &= 9{,}98955 \\ \log \cos \frac{i'}{2} &= 9{,}92428 \\ \frac{i'}{2} &= 32^0\ 51'\ 38'' \\ i' &= 65^0\ 43'\ 16'' \end{aligned}$$

Anmerkung: Es sind 10 Logarithmen aufzuschlagen; 4 Additionen und 2 Subtraktionen mehr durchzuführen als bei der maschinenrechnerischen Lösung.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Anlage 4.

$$\operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) = \frac{\cos \tfrac{1}{2}(i-\varepsilon)}{\cos \tfrac{1}{2}(i+\varepsilon)} \cdot \operatorname{tang} \frac{\Omega}{2}$$
$$\operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma) = \frac{\sin \tfrac{1}{2}(i-\varepsilon)}{\sin \tfrac{1}{2}(i+\varepsilon)} \cdot \operatorname{tang} \frac{\Omega}{2}$$
$$\cos \frac{i'}{2} = \sin \frac{\Omega}{2} \cdot \frac{\cos \tfrac{1}{2}(i-\varepsilon)}{\sin \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma)}$$
$$\omega' = \omega + \sigma.$$

$\frac{1}{2}\Omega = 10^0\ 39'\ 8,''2$	sin = 0,18485	tang = 0,18809
$\frac{1}{2}(i+\varepsilon) = 33^0\ 26'\ 48,''4$	sin = 0,55116	cos = 0,83440
$\frac{1}{2}(i-\varepsilon) = 9^0\ 59'\ 49,''5$	sin = 0,17360	cos = 0,98482
$\omega = 55^0\ 48'\ 40,''6$		

$$\begin{aligned} \tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma) &= 12^0\ 31' \qquad \sin = 0{,}21672 \\ \tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma) &= 3^0\ 23'\ 25'' \\ \Omega' &= 15^0\ 54'\ 25'' \\ \sigma &= 9^0\ 7'\ 35'' \\ \omega &= 55^0\ 48'\ 40,''6 \\ \omega' &= 64^0\ 56'\ 15,''6 \\ \frac{i'}{2} &= 32^0\ 51'\ 40'' \\ i' &= 65^0\ 43'\ 20'' \end{aligned}$$

Anmerkung: Es sind 10 Funktionswerte der Tafel zu entnehmen, keinerlei Zwischenwerte zu notieren, die Maschine zeigt sofort das Resultat.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

5. Berechnung der Aequator-Konstanten.

$$\sin c_1 \cdot \sin C_1 = + \cos \Omega'$$
$$\sin c_1 \cdot \cos C_1 = - \sin \Omega' \cdot \cos i'$$
$$\sin c_2 \cdot \sin C_2 = + \sin \Omega'$$
$$\sin c_2 \cdot \cos C_2 = + \cos \Omega' \cdot \cos i'$$

$$\Omega' = 15^0\, 45'\, 22,''9$$
$$i' = 65^0\, 43'\, 16''$$

$$\log \sin \Omega' = - 9,43786$$
$$\log \cos i' = 9,61403$$
$$\log \sin c_1 \cdot \cos C_1 = - 9,05189$$
$$\log \cos \Omega' = 9,98304$$
$$\log \operatorname{tang} C_1 = - 0,93115$$
$$C_1 = 96^0\, 41'$$

$$\log \cos \Omega' = 9,98304$$
$$\log \sin C_1 = 9,99704$$
$$\log \sin c_1 = 9,98600$$

$$\log \cos \Omega' = 9,98304$$
$$\log \cos i' = 9,61403$$
$$\log \sin c_2 \cdot \cos C_2 = 9,59707$$
$$\log \sin \Omega' = 9,43786$$
$$\log \operatorname{tang} C_2 = 0,15921$$
$$C_2 = 34^0\, 43'\, 31,''1$$

$$\log \sin \Omega' = 9,43786$$
$$\log \sin C_2 = 9,75560$$
$$\log \sin c_2 = 9,68226$$

Anmerkung: Es sind 7 verschiedene Logarithmen, 2 Additionen und 4 Subtraktionen erforderlich.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Anlage 5.

$$\operatorname{tang} C_1 = \frac{\cos \Omega'}{-\sin \Omega' \cdot \cos i'} \qquad \sin c_1 = \frac{\cos \Omega'}{\sin C_1}$$

$$\operatorname{tang} C_2 = \frac{\sin \Omega'}{\cos \Omega' \cdot \cos i'} \qquad \sin c_2 = \frac{\sin \Omega'}{\sin C_2}$$

$\Omega' = 15^0\, 54'\, 25''$	$\sin = 0,27408$	$\cos = 0,96171$
$i' = 65^0\, 43'\, 20''$		$\cos = 0,41116$
$C_1 = 96^0\, 40'\, 59,''8$	$\sin = 0,99320$	
$C_2 = 34^0\, 43'\, 39''$	$\sin = 0,56968$	
$\sin c_1 = 0,96829$		
$\sin c_2 = 0,48111$		

Anmerkung: 7 Funktionen sind aufzuschlagen.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

6. Berechnung des Sternortes.

$$\rho \cdot \cos\delta \cdot \cos\alpha = r \cdot \sin c_1 \cdot \sin(C_1 + \omega' + r) - X$$
$$\rho \cdot \cos\delta \cdot \sin\alpha = r \cdot \sin c_2 \cdot \sin(C_2 + \omega' + v) - Y$$
$$\rho \cdot \sin\delta = r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z$$

$\log r = 0{,}35653$
$\log \sin c_1 = 9{,}98600$
$\log \sin c_2 = 9{,}68226$
$C_1 + \omega' + v = 115^0\ 41'\ 6{,}''0$
$C_2 + \omega' + v = 53^0\ 43'\ 37{,}''1$
$\omega' + v = 19^0\ 0'\ 4{,}''1$
$i' = 65^0\ 43'\ 16''$

$X = 0{,}579046$
$Y = 0{,}735013$
$Z = 0{,}318820$

$\log r = 0{,}35653$
$\log \sin c_1 = 9{,}98600$
$\log \sin(C_1 + \omega' + v) = 9{,}95481$
$\log = 0{,}29734$
$\text{Num} = 1{,}9831$
$X = 0{,}5790$
$\rho \cdot \cos\delta \cdot \cos\alpha = 1{,}4041$

$\log r = 0{,}35653$
$\log \sin c_2 = 0{,}68226$
$\log \sin(C_2 + \omega' + v) = 9{,}90645$
$\log = 9{,}94524$
$\text{Num} = 0{,}88154$
$Y = 0{,}73501$
$\rho \cdot \cos\delta \cdot \sin\alpha = 0{,}14653$
$\log \rho \cdot \cos\delta \cdot \sin\alpha = 9{,}16592$
$\log \rho \cdot \cos\delta \cdot \cos\alpha = 0{,}14740$
$\log \tan\alpha = 9{,}01852$
$\alpha = 0^h\ 23^m\ 49{,}^s8$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Anlage 6.

$$\tan\alpha = \frac{r \cdot \sin c_2 \cdot \sin(C_2 + \omega' + v) - Y}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin(C_1 + \omega' + v) - X}$$

$$\tan\delta = \frac{r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin(C_1 + \omega' + v) - X} \cdot \cos\alpha$$

$$\rho = \frac{r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z}{\sin\delta}$$

$r = 2{,}27268$
$\sin c_1 = 0{,}96829$
$\sin c_2 = 0{,}48111$
$C_1 + \omega' + v = 115^0\ 41'\ 5{,}''4 \quad \sin = 0{,}90119$
$C_2 + \omega' + v = 53^0\ 43'\ 44{,}''6 \quad \sin = 0{,}80622$
$i' = 65^0\ 43'\ 20'' \quad \sin = 0{,}91156$
$\omega' + v = 19^0\ 0'\ 4{,}''6 \quad \sin = 0{,}32559$

$r \cdot \sin c_1 \cdot \sin(C_1 + \omega' + v) - X = 1{,}404124715$
$\alpha = 0^h\ 23^m\ 49{,}^s7 \quad \cos = 0{,}99460$
$r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z = 0{,}35569965242$
$\delta = +14^0\ 8'\ 31'' \quad \sin = 0{,}24432$
$\rho = 1{,}45587$

Anmerkung: Es waren 8 Funktionen aufzuschlagen und 2 Zwischenresultate zu notieren.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

$$\log r = 0{,}35653$$
$$\log \sin i' = 9{,}95978$$
$$\log \sin (\omega' + v) = 9{,}51268$$
$$\log = 9{,}82899$$
$$\text{Num} = 0{,}67452$$
$$Z = 0{,}31882$$
$$\rho \cdot \sin \delta = 0{,}35570$$
$$\log \rho \cdot \sin \delta = 9{,}55108$$
$$\log \rho \cdot \cos \delta = 0{,}14977$$
$$\log \operatorname{tang} \delta = 9{,}40131$$
$$\delta = 14^0\ 8'\ 28{,}''8$$

$$\log \rho \cdot \cos \delta \cdot \sin \alpha = 9{,}16592$$
$$\log \sin \alpha = 9{,}01615$$
$$\log \rho \cdot \cos \delta = 0{,}14977$$
$$\log \cos \delta = 0{,}98664$$
$$\log \rho = 0{,}16313$$
$$\rho = 1{,}4559$$

Anmerkung: Es sind 15 Logarithmen aufzuschlagen, 4 Additionen und 6 Subtraktionen durchzuführen.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Erläuterung

für die Durchführung der Rechnung mit der Trinks-Triplex Rechenmaschine.

1. Die Verbesserung von M wird in der Weise durchgeführt, daß die Minuten und Sekunden als Dezimale von Graden eingesetzt werden, und die Verbesserung dementsprechend in Graden errechnet wird. Damit ergibt sich die Gleichung Anlage 1.

$$M' = 351{,}7577 + \frac{256{,}446 \cdot 3{,}8025}{3600}$$

Der Wert von M = 351,7577 ist ganz links in die Maschine zu setzen, im rechten Teil die Verbesserung $\frac{256{,}446 \cdot 3{,}8025}{3600}$ zu errechnen und gleichzeitig zu M zu addieren. Mit Hebel 7—12 wird 256,446 eingestellt und mit Hebel 1—2 der Divisor 36. Um richtig zu addieren, muß die Verbesserung die gleiche Stellenzahl hinter dem Komma aufweisen, wie der mit 17 Stellen eingestellte Wert von M. 256,446 steht mit 9 Stellen im Einstellwerk, der Multiplikator 3,8025 müßte also 17 — 9 = 8 Stellen aufweisen, falls mit 3600 dividiert würde. Da jedoch nur 36 als Divisor eingestellt ist, darf der Multiplikator nur 8 — 2 = 6 Stellen haben.

Schlitten auf 6. Stelle, eine + Drehung, Komma für den in das Resultatwerk einzukurbelnden Multiplikator festlegen. 3,6 wird nunmehr in der im Schema angegebenen Weise in 3,8025 geändert; das linke Resultatwerk zeigt sodann den Wert für

$$M' = 352{,}02856.$$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Anlage 2. 2. $M' = E - e_0 \cdot \sin E.$

Da E unbekannt ist, wird die Gleichung umgestellt in

$$E = M' + e_0 \cdot \sin E.$$

M' wird mit 10 Stellen in die Maschine gebracht, da das Produkt $e_0 \cdot \sin E$ 10 Stellen ergeben wird. $e_0 = 37{,}42057$ ist mit Hebel 1—7 einzustellen und als Annährungswert $\sin E = \sin \varphi = 0{,}65312$ negativ einzukurbeln, da der sin im 4. Quadranten negativ ist. Als Resultat ergibt sich $327^0{,}5884 \ldots$, während der verwandte $\sin E = 0{,}65312$ einem Winkel von nur ca. 311^0 entspricht. Das Annährungsverfahren wird in der Weise fortgesetzt, daß $E = 330^0$ angenommen und dementsprechend der im Umdrehungszählwerk stehende bisherige sin E ohne vorherige Löschung in 0,50000 umgekurbelt wird. Als Resultat ergibt sich unter dieser Annahme $333^0{,}318 \ldots$ Es wird $E = 335^0$ angenommen, $\sin E = 0{,}42262$ umgekurbelt und als Resultat $336^0{,}213 \ldots$ erzielt. Weiter

Annahme	$E = 338^0$,	$\sin E = 0{,}37461$	umkurbeln,	Resultat	$338^0{,}01044 \ldots$
„	$E = 338^0\ 1'$, „	$E = 0{,}37434$	„	„	$338^0{,}02054 \ldots$
„	$E = 338^0\ 2'$, „	$E = 0{,}37407$	„	„	$338^0{,}03065 \ldots$

usw.

Bei $338^0\ 1'\ 35''$ ist die Uebereinstimmung erreicht, der Wert für E damit festgelegt.

Anlage 3. 3. Die Formeln der logarithmischen Rechnung werden nach v und r entwickelt und ergeben dann

$$\operatorname{tang} v = \frac{\cos \varphi \cdot \sin E}{\cos E - e}$$

$$r = \frac{a \cdot (\cos E - e)}{\cos v.}$$

Um die Multiplikation und Division auf schnellstem Wege gleichzeitig durchzuführen, wird in der ersten Formel $\cos \varphi = 0{,}75726$ mit Hebel 15—10 und der Divisor $\cos E - e = 0{,}27424$ mit Hebel 1—5 eingestellt. Nach der ersten + Drehung ist das Komma für beide Werte im Resultatwerk festzulegen. Durch weitere Drehungen wird der rechts im Resultatwerk stehende Divisor $\cos E - e$ in

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

den Wert für $\sin E = 0{,}37418$ geändert. Nach Verschiebung des Schlittens auf die 2. Stelle greifen die Zahlen des zu errechnenden Wertes von tang v im linken Teil des Resultatwerkes an der 11. Stelle in den einzukurbelnden Wert von sin E ein. Da jedoch die ersten 3 Stellen hinter dem Komma (0,374) bereits mit dem einzustellenden Werte von sin E in Uebereinstimmung gebracht sind, kann dieses Ineinandergreifen der Zahlen unberücksichtigt bleiben, es ist nur zu beachten, daß das Endresultat tang v nur bis zur 7. Stelle hinter dem Komma absolute Genauigkeit aufweist. (Im Schema sind die ungenauen Zahlen durch kleineren Druck gekennzeichnet.)

Da sin E negativ, cos φ und cos E—e aber positiv sind, ergibt sich im linken Teil des Resultatwerkes

$$\operatorname{tang} v = -1{,}03322\ ,\ v = 314^0\ 3'\ 50''$$

Zur Errechnung von r wird in genau derselben Weise $a = 5{,}76334$ mit Hebel 9—14, der Divisor $\cos v = 0{,}69545$ mit Hebel 1—5 eingestellt und der Multiplikator $\cos E - e = 0{,}27424$ nach Festlegung des Kommas im rechten Teil des Resultatwerkes mit 0,69545 eingekurbelt. Ergebnis im linken Teil des Resultatwerkes

$$r = 2{,}27268$$

4. Wie unter 3 sind die Formeln der logarithmischen Rechnungsart nach den verlangten Größen hin zu entwickeln und ergeben dann Anlage 4.

a) $$\operatorname{tang} \tfrac{1}{2} (\Omega' + \sigma) = \frac{\cos \frac{1}{2} (i - \varepsilon)}{\cos \frac{1}{2} (i + \varepsilon)} \cdot \operatorname{tang} \frac{\Omega}{2}$$

$$\operatorname{tang} \tfrac{1}{2} (\Omega' - \sigma) = \frac{\sin \frac{1}{2} (i - \varepsilon)}{\sin \frac{1}{2} (i + \varepsilon)} \cdot \operatorname{tang} \frac{\Omega}{2}$$

b) $$\cos \frac{i'}{2} = \sin \frac{\Omega}{2} \cdot \frac{\cos \frac{1}{2} (i - \varepsilon)}{\sin \frac{1}{2} (\Omega' + \sigma)}$$

zu a) Die Lösung erfolgt am schnellsten in der unter 3 angegebenen Weise bei gleichzeitiger Multiplikation und Division. Zur Errechnung von $\operatorname{tang} \frac{1}{2} (\Omega' + \sigma)$ ist $\cos \frac{1}{2} (i - \varepsilon) = 0{,}98482$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

mit Hebel 10—15, $\cos \frac{1}{2}(i+\varepsilon) = 0{,}83440$ mit Hebel 1—5 einzustellen und nach Feststellung des Kommas im Resultatwerk $\tan \frac{\Omega}{2} = 0{,}18809$ im rechten Teil mit 0,83440 einzukurbeln.

Resultat: $\underline{\tan \frac{1}{2}(\Omega' + \sigma) = 0{,}221998}$

Dementsprechend ist bei der Formel für $\tan \frac{1}{2}(\Omega' - \sigma)$ mit Hebel 10—15 $\sin \frac{1}{2}(i-\varepsilon) = 0{,}17360$, mit Hebel 1—5 $\sin \frac{1}{2}(i+\varepsilon)$ einzustellen und mit diesem Werte nach Festlegung des Kommas der Wert für $\tan \frac{\Omega}{2} = 0{,}18809$ im rechten Teil des Resultatwerkes einzukurbeln.

Resultat: $\underline{\tan \frac{1}{2}(\Omega - \sigma) = 0{,}059242}$

zu b) Genau wie vorher ist $\sin \frac{\Omega}{2} = 0{,}18485$ mit Hebel 10—15, $\sin \frac{1}{2}(\Omega' + \sigma) = 0{,}21672$ mit Hebel 1—5 einzustellen und mit letzterem $\cos \frac{1}{2}(i-\varepsilon) = 0{,}98482$ im rechten Teil des Resultatwerkes einzukurbeln. Der linke Teil zeigt als Wert für

$$\cos \frac{i'}{2} = 0{,}839995$$

Anlage 5. 5. Nach Entwicklung der Formeln für die logarithmische Lösung nach den verlangten Größen hin ergibt sich

a) $$\tan C_1 = \frac{\cos \Omega'}{-\sin \Omega' \cdot \cos i'}$$

Der Divisor $-\sin \Omega' \cdot \cos i'$ ist im rechten Teil der Maschine in der Weise zu errechnen, daß $\cos i'$ mit Hebel 1—5 eingestellt und $\sin \Omega'$ an 5.—1. Stelle im Umdrehungszählwerk eingekurbelt wird. Sodann wird der Dividend $\cos \Omega' = 0{,}96171$ ganz links in die Maschine eingesetzt und der im rechten Teil des Resultatwerkes stehende Divisor $-\sin \Omega' \cdot \cos i' = 0{,}1126907328$ mit Hebel 1—10 eingestellt. Die Löschung des Divisors im Resultatwerk erfolgt zweckmäßig durch eine Minusdrehung, um gleichzeitig die richtige Hebeleinstellung zu kontrollieren. Die nun durchzuführende Division bringt das Resultat in das Umdrehungszählwerk, das unter Berücksichtigung der Vorzeichen negativ ist.

$$\underline{\tan C_1 = -8{,}534064\ ,\ C_1 = 96^0\ 40'\ 59'',8}$$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

b) $$\tan C_2 = \frac{\sin \Omega'}{\cos \Omega' \cdot \cos i'}$$

Die Lösung erfolgt genau wie unter a. Zuerst den Divisor $\cos \Omega' \cdot \cos i' = 0{,}3954166836$ errechnen, den Dividend $\sin \Omega' = 0{,}27408$ links einsetzen und die Division nach Umstellung des Divisors durchführen. Resultat:

$$\underline{\tan C_2 = 0{,}693142\ ,\ C_2 = 34^0\ 43'\ 39''}$$

c) $$\sin c_1 = \frac{\cos \Omega'}{\sin C_1} = \underline{0{,}96829}$$

Einfache Division, die auf üblichem Wege durchzuführen ist.

d) $$\sin c_2 = \frac{\sin \Omega'}{\sin C_2} = \underline{0{,}48111}$$

Wie unter c.

6. Die den verlangten Größen entsprechend entwickelten Formeln ergeben Anlage 6.

a) $$\tan \alpha = \frac{r \cdot \sin c_2 \cdot \sin (C_2 + \omega' + v) - Y}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C_1 + \omega' + v) - X}$$

Es ist zuerst der Wert unter dem Bruchstrich zu errechnen. $r = 2{,}27268$ mit Hebel 1—6 eingestellt und $\sin c_1 = 0{,}96829$ im Umdrehungszählwerk an 1.—5. Stelle eingekurbelt ergibt $r \cdot \sin c_1 = 2{,}2006133172$. Diesen Wert mit Hebel 1—11 einstellen, durch eine Minusdrehung richtige Einstellung kontrollieren und dadurch gleichzeitig Resultatwerk löschen. Multiplikation mit $\sin (C_1 + \omega' + v) = 0{,}90119$ dadurch ausführen, daß dieser Wert in das Umdrehungszählwerk in Stelle 1—5 eingekurbelt wird. Von dem Resultat 1,983170715327468 ist X zu subtrahieren. Dazu Komma unter Komma, X mit Hebel 6—11 einstellen und an 4. Stelle eine Minusdrehung. Das Zwischenresultat 1,404124715327468 ist niederzuschreiben.

In gleicher Weise wird der Wert über dem Bruchstrich $r \cdot \sin c_2 \cdot \sin (C_2 + \omega' + v) - Y = 0{,}146515264285256$ errechnet, nunmehr der vorher errechnete und notierte Divisor 1,404124715 mit Hebel 1—10 eingestellt und die Division durchgeführt. Im Umdrehungszählwerk erscheint dann der Wert für

$$\underline{\underline{\tan \alpha = 0{,}104347\,;\ \alpha = 0^h\ 23^m\ 49{,}7^s}}$$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

b) $\tan \delta = \dfrac{r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin(C_1 + \omega' + v) - X} \cdot \cos \alpha.$

Der Wert unter dem Bruchstrich ist bereits unter a errechnet, der über dem Bruchstrich wird gleichartig festgelegt. $r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z = 0{,}355699652426672$ für die spätere Errechnung von ρ niederschreiben, den Divisor $r \cdot \sin c_1 \cdot \sin(C_1 + \omega' + v) - X$ einstellen, die Division durchführen. Der Quotient 0,253325 erscheint im Umdrehungszählwerk. $\cos \alpha = 0{,}99460$ mit Hebel 1—5 einstellen, das Umdrehungszählwerk ohne vorherige Löschung auf 0 kurbeln. Resultat:

$$\underline{\underline{\tan \delta = 0{,}251957;\ \delta = +\,14^0\,8'\,31''.}}$$

c) $$\rho = \frac{r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z}{\sin \delta}$$

Der unter b bereits festgelegte Wert für $r \cdot \sin i' \cdot \sin(\omega' + v) - Z = 0{,}35569965242$ wird in das Resultatwerk eingesetzt, $\sin \delta = 0{,}24432$ mit Hebel 1—5 eingestellt und die Division durchgeführt. Resultat:

$$\underline{\underline{\rho = 1{,}455876}}$$

Es sind zur Durchführung der gesamten Rechnung mit Ausnahme der Lösung der Keplerschen Gleichung erforderlich:

	Logarithmische Lösung	Mit Trinks-Triplex
Logarithmen . . .	39	—
Winkelfunktionen . .	1	31
Additionen	15	3
Subtraktionen . . .	19	3
Multiplikationen . .	2	1
Divisionen	3	2
Summe . .	79	40

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

ASTRONOMISCHE RECHNUNGEN

a) MIT HILFE EINER

5 STELLIGEN LOGARITHMENTAFEL

b) MIT

TRINKS-TRIPLEX

RECHENMASCHINE

B) PLATTEN-REDUKTION

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Platten-

Aufgabe.

Für den Stern BD + 27°,3623 ist α und δ zu bestimmen.

Oxford phot. + 28,58945 Mitte $\alpha_0 = 20^h\ 6^m$ $\delta_0 = +28^0$

$\xi = 7{,}422$ $A = +0{,}00788$ $C = -0{,}42060.$ $E = +0{,}00787$

$\eta = 7{,}289$ $B = +0{,}00368$ $D = -0{,}00350.$ $F = -0{,}05310$

$$\operatorname{tang}(\alpha - \alpha_0) = \frac{\operatorname{tang} X}{\cos g};$$

$$X = x + v_1 + v_2 \qquad Y = y + v_3$$

$$x = [(\xi - 13) - A\xi - B\eta - C] \cdot 5$$

a) Logarithmische Lösung.

$\xi = 7{,}422$ $\eta = 7{,}289$

$-13{,}000$ $-13{,}000$

$A\xi = -0{,}0585$ $D\xi = +0{,}0260$

$B\eta = -0{,}0268$ $E\eta = -0{,}0574.$

$C = +0{,}4206$ $F = +0{,}0531.$

$x = -5{,}2427 \cdot 5.$ $y = -5{,}6893 \cdot 5.$

$= -26{,}2135.$ $y = -28{,}4465.$

$v_1 = +0{,}0005$ $v_3 = +0{,}0006$

$v_2 = +0{,}0009$ $Y = -28',4459.$

$X = -26',2121$ $= -0^0\ 28'\ 26'',754$

$= -0^0\ 26'\ 12'',726$ $g = +27^0\ 31'\ 33'',25$

$7{,}422 \cdot 788.$
59376
59376
51954
0,0584853 6.

$7{,}289 \cdot 368.$
58312
43734
21867
0,02682352.

$7{,}422 \cdot 350.$
371100
22266
0,02597700.

$7{,}289 \cdot 787.$
51013
58312
51013
0,05735433.

$\log \operatorname{tang} X = 7{,}88218$ $\log \sin g = 9{,}66478$

$\log \cos g = 9{,}94783$ $\log \cos x = 9{,}99999$

$\log \operatorname{tang}(\alpha - \alpha_0) = 7{,}93435$ $\log \sin \delta = 9{,}66477$

$\alpha - \alpha_0 = -1^m\ 58^s{,}23$

$\alpha = 20^h\ 4^m\ 1^s{,}77$ $\delta = +27^0\ 31'\ 30''$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Reduktion.

$v_1 = +0{,}0005$ $v_3 = +0{,}0006$

$v_2 = +0{,}0009$ (v_1, v_2, v_3 sind Tabellenwerte für die Verbesserung)

$$\sin \delta = \sin g \cdot \cos X$$

$$g = \delta_0 + y$$

$$y = [(\eta - 13) - D\xi - E\eta - F] \cdot 5.$$

b) Maschinenrechnerische Lösung.

Anlage 7.

$X = -26',2121$ $Y = -28',4458$

$= -0^0\ 26'\ 12'',726$ $= -0^0\ 28'\ 26'',748$

$\operatorname{tang} = 0{,}00763$ $g = +27^0\ 31'\ 33'',25$

$\cos = 0{,}99997$ $\sin = 0{,}46215$

$\cos = 0{,}88680$

$\alpha - \alpha_0 = -1^m\ 58^s{,}2$

$\alpha = 20^h\ 4^m\ 1^s{,}8$ $\delta = +27^0\ 31'\ 30'',2$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Erläuterung der maschinenrechnerischen Lösung.

Anlage 7.

1. $x = [(\xi - 13) - A\,\xi - B\,\eta - C] \cdot 5$
$X = x + v_1 + v_2$

Da die Produkte $A\,\xi$ und $B\,\eta$ hinter dem Komma 8 Stellen ergeben, wird ξ mit gleicher Stellenzahl in die Maschine gesetzt. 7,422 mit Hebel 6—9 einstellen, eine + Drehung und Komma festlegen. 13 unter Berücksichtigung des Kommas mit Hebel 9—10 einstellen; eine Minusdrehung ergibt . . . . . 9994,422, das ist die dekadische Ergänzung von — 5,578.

$\xi = 7{,}422$ mit Hebel 1—4 einstellen und mit $A = 0{,}00788$ negativ (durch Minusdrehungen) einkurbeln, ebenso $\eta = 7{,}289$ einstellen und mit $B = 0{,}00368$ negativ einkurbeln. C ist unter Berücksichtigung der Stellenzahl im Resultatwerk mit Hebel 4—8 einzustellen und in Anbetracht seines negativen Vorzeichens zu dem negativen Werte zu addieren. Im Resultatwerk steht nunmehr . . . . . 9994,75729112 oder aber — 5,24270888.

Dieser letztere Wert ist mit Hebel 1—9 einzustellen, die richtige Einstellung durch eine + Drehung zu kontrollieren und damit das Resultatwerk gleichzeitig zu löschen. Die Multiplikation mit 5 ergibt dann $x = -\,26{,}21354440$.

Unter Berücksichtigung des Kommas ist $v_1 + v_2 = 0{,}0014$ einzustellen und in Anbetracht des Minuswertes von x zu subtrahieren. Es zeigt das Resultatwerk

$$\mathbf{X = -\,26{,}21214440} \text{ oder}$$
$$\mathbf{-\,26'\,12{,}''726}$$

2. $y = [(\eta - 13) - D\,\xi - E\,\eta - F] \cdot 5$
$Y = y + v_3.$

Die Lösung erfolgt wie unter 1, es ist

$$Y = -\,\mathbf{28{,}44583715} \text{ oder}$$
$$\mathbf{-\,28'\,26{,}''748.}$$

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

3. $g = \delta_0 + Y = +\,28^\circ + (-\,28'\,26{,}''748)$

Die Ausführung der Rechnung erfolgt bei ihrer Einfachheit im Kopfe.

$$\mathbf{g = +\,27^\circ\,31'\,33{,}''25}$$

4. $$\operatorname{tang}(\alpha - \alpha_0) = \frac{\operatorname{tang} X}{\cos g}$$
$$\sin \delta = \sin g \cdot \cos X$$

Einfache Division, bezw. Multiplikation, die auf bekannte Weise zur Ausführung kommt.

$$\operatorname{tang}(\alpha - \alpha_0) = 0{,}008603$$
$$-\,1^m\,58{,}^s2$$
$$\underline{\underline{\alpha = \mathbf{20^h\,4^m\,1{,}^s8}}}$$
$$\operatorname{tang} \delta = 0{,}46213$$
$$\underline{\underline{\delta = +\,\mathbf{27^\circ\,31'\,30{,}''2}}}$$

Während für die logarithmische Lösung 6 Logarithmen und 14 schriftliche Nebenrechnungen erforderlich sind, werden für die Ausführung mit der Trinks-Triplex Rechenmaschine nur 6 Winkelfunktionen benötigt.

Nachdruck wird gerichtlich verfolgt.

Einstellhebel																			Erläuterungen
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
$\bar{3}$	$\bar{5}$	$\bar{1}$,	$\bar{7}$	$\bar{5}$	$\bar{7}$	$\bar{6}$	$\bar{9}$													M einsetzen
								2	5	6,	4	4	6					3	6	$351{,}75769 + \frac{256{,}446 \cdot 3{,}8025}{3600} =$
								2	5	6,	4	4	6					3	6	352,02856
								2	5	6,	4	4	6					3	6	Gleichzeitige Multiplikation, Division
								2	5	6,	4	4	6					3	6	und Addition
								2	5	6,	4	4	6					3	6	
								2	5	6,	4	4	6					3	6	

Umdrehungszählwerk												Schlitten																		Resultatwerk					
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
											$\bar{1}$	3	5	1,	7	5	7	6	9												
						1						3	5	2,	0	1	4	1	3	6					3,	6					
						1	1					3	5	2,	0	3	9	7	8	0	6				3,	9	6				
						1	0	5				3	5	2,	0	2	6	9	5	8	3	0			3,	7	8	0			
						1	0	5	6			3	5	2,	0	2	8	4	9	6	9	7	6		3,	8	0	1	6		
						1	0	5	6	2		3	5	2,	0	2	8	5	4	8	2	6	5	2	3,	8	0	2	3	2	0
						1	0	5	6	2	5	3	5	2,	0	2	8	5	6	1	0	8	7	5	3,	8	0	2	5	0	0

D. R. G. M.

Aufgabe: Verbesserung an M

$$M' = 351{,}^{0}75769 + \frac{256{,}446 \cdot 3{,}8025}{3600} = 352{,}02856$$

$$M = 351{,}75769$$

$$\mu = 256{,}446$$

$$\text{Zwischenzeit} = 3^{d}19^{h}15^{m} = 3{,}^{d}8025$$

Einstellhebel 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Erläuterungen		Umdrehungszählwerk 12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Schlitten 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Resultatwerk 1
												$\bar{3}$	$\bar{5}$	$\bar{2}$,	$\bar{0}$	$\bar{2}$	$\bar{8}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	M′ einsetzen.	+							$\bar{1}$												3	5	2,	0	2	8	5	6					8
													3	7,	4	2	0	5	7	$M' + e_0 \cdot \sin E$.	—						0,	6	5	3	1	2							3	2	7,	5	8	8	4	3	7	3	2	1	6	
																				$e_0 \cdot \sin E$ ist zu subtrahieren,																																				0
																				da E im 4. Quadranten liegt,																																				
																				sin E negativ ist.																																				
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 330° sin = 0,50000	—						0,	5	0	0	0	0							3	3	3,	3	1	8	2	7	5	0	0	0	0	0
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 335° sin = 0,42262	—						0,	4	2	2	6	2							3	3	6,	2	1	3	7	8	8	7	0	6	6	0
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 338° sin = 0,37461	—						0,	3	7	4	6	1							3	3	8,	0	1	0	4	4	0	2	7	2	3	0
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 338° 1′ sin = 0,37434	—						0,	3	7	4	3	4							3	3	8,	0	2	0	5	4	3	8	2	6	2	0
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 338° 2′ sin = 0,37407	—						0,	3	7	4	0	7							3	3	8,	0	3	0	6	4	7	3	8	0	1	8
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 338° 1′ 40″ sin = 0,37416	—						0,	3	7	4	1	6							3	3	8,	0	2	7	2	7	9	5	2	8	8	
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 338° 1′ 30″ sin = 0,37421	—						0,	3	7	4	2	1							3	3	8,	0	2	5	4	0	8	5	0	0	3	5
													3	7,	4	2	0	5	7	E = 338° 1′ 35″ sin = 0,37418	—						0,	3	7	4	1	8							3	3	8,	0	2	6	5	3	1	1	1	7	4	
																				Die mit – bezeichneten Zahlen sind nach ausgeführter Rechnung zu löschen.																																					

D. R. G. M.

k

G. M.

0,37418
0,75726
0,27424
5,76334

Aufgabe: Keplersche Gleichung.

$M' = E - e_0 \cdot \sin E.$

$E = M' + e_0 \cdot \sin E.$

$M' = 352^0, 02856.$ $\sin \varphi = 0,65312.$

$e_0 = 37^0, 42057.$

	Einstellhebel 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Erläuterungen
a)															$\bar{0}$,	$\bar{7}$	$\bar{5}$	$\bar{7}$	$\bar{2}$	$\bar{6}$	$\cos\varphi \cdot \sin E$
															0,	2	7	4	2	4	$\frac{\cos\varphi \cdot \sin E}{\cos E - e}$
						0,	7	5	7	2	6				0,	2	7	4	2	4	Oder durch gleichzeitige Multiplikation und Division $\frac{\cos\varphi \cdot \sin E}{\cos E - e}$
b)							5,	7	6	3	3	4			0,	6	9	5	4	5	$\frac{a \cdot (\cos E - e)}{\cos v}$. Die mit – bezeichneten Zahlen sind nach Durchführung der Rechnung zu löschen.

	Umdrehungszählwerk 12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Schlitten 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	Resultatwerk 6	5	4	3	2	1
+							$\bar{0}$,	$\bar{3}$	$\bar{7}$	$\bar{4}$	$\bar{1}$	$\bar{8}$										0,	2	8	3	3	5	1	5	4	6	8
–							1,	0	3	3	2	2										0,	0	0	0	0	0	1	2	9	4	0
+							1						0,	7	5	7	2	6				0,	2	7	4	2	4					
							1	3					0,	9	8	4	4	3	8			0,	3	5	6	5	1	2	0	0	0	0
							1	3	6				1,	0	2	9	8	7	3	6		0,	3	7	2	9	6	6	4	0	0	0
							1	3	6	4			1,	0	3	2	9	0	2	6	4	0,	3	7	4	0	6	3	3	6	0	0
							1	3	6	4	4		1,	0	3	3	2	0	5	5	4	4	3	7	4	1	7	3	0	5	6	0
							1	3	6	4	4	2	1,	0	3	3	2	2	0	6	8	9	5	7	4	1	7	8	5	4	0	8
+							3	9	4	3	3	5	2,	2	7	2	6	8	6	6	8	1	0	4	2	4	0	2	7	5	7	5

D. R. G. M.

Aufgabe: Errechnung von v und r.

$$\text{tang } v = \frac{\cos\varphi \cdot \sin E.}{\cos E - e} = 1{,}03322. \qquad \underline{v = 314^0\ 3'\ 50''} \qquad \cos = 0{,}69545.$$

$$r = \frac{a \cdot (\cos E - e)}{\cos v} = 2{,}27268$$

$E = 338^0\ 1'\ 35'',5$ $\quad \sin = -\ 0{,}37418$

$\cos\varphi = 0{,}75726$

$\cos E - e = 0{,}27424$

$a = 5{,}76334$

| Einstellhebel | | |

	Einstellhebel 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Erläuterungen
a)															$\bar{0}$,	$\bar{4}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{6}$	— sin Ω' · cos i'
	$\bar{0}$,	$\bar{9}$	$\bar{6}$	$\bar{1}$	$\bar{7}$	$\bar{1}$															cos Ω' einsetzen
										0,	1	1	2	6	9	0	7	3	2	8	Divisor sin Ω' · cos i' einsetzen
										0,	1	1	2	6	9	0	7	3	2	8	$\frac{\cos \Omega'}{-\sin \Omega' \cdot \cos i'} = -8{,}53406$
																					$C_1 = 96^0 40' 59,''8$
b)															$\bar{0}$,	$\bar{9}$	$\bar{6}$	$\bar{1}$	$\bar{7}$	$\bar{1}$	cos Ω' · cos i'
	$\bar{0}$,	$\bar{2}$	$\bar{7}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{8}$															sin Ω' einsetzen
										0,	3	9	5	4	1	6	6	8	3	6	Divisor cos Ω' · cos i' einsetzen
										0,	3	9	5	4	1	6	6	8	3	6	$\frac{\sin \Omega'}{\cos \Omega' \cdot \cos i'} = 0{,}69314$
																					$C_2 = 34^0 43' 39''$
c)								$\bar{0}$,	$\bar{9}$	$\bar{6}$	$\bar{1}$	$\bar{7}$	$\bar{1}$								cos Ω' einsetzen
															0,	9	9	3	2	0	$\frac{\cos \Omega'}{\sin C_1} = 0{,}96829$
d)								$\bar{0}$,	$\bar{2}$	$\bar{7}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{8}$								sin Ω' einsetzen
															0,	5	6	9	6	8	$\frac{\sin \Omega'}{\sin C_2} = 0{,}48111$

	Umdrehungszählwerk 12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Schlitten 20	19	18	17	16	15	14	13	12	Resultatwerk 11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
+							$\bar{0}$,	$\bar{2}$	$\bar{7}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{8}$										0,	1	1	2	6	9	0	7	3	2	8
+												$\bar{1}$	0,	9	6	1	7	1				0,	1	1	2	6	9	0	7	3	2	8
—												$\bar{1}$	0,	9	6	1	7	1														
—			8,	5	3	4	0	6	4	6	5	7	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	8	9	3	5	0	4
+							$\bar{0}$,	$\bar{4}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{6}$										0,	3	9	5	4	1	6	6	8	3	6
+												$\bar{1}$	0,	2	7	4	0	8				0,	3	9	5	4	1	6	6	8	3	6
—												$\bar{1}$	0,	2	7	4	0	8														
—			0,	6	9	3	1	4	2	2	2	5	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	3	7	4	9	9	0	0
+												$\bar{1}$							0,	9	6	1	7	1								
—					0,	9	6	8	2	9	4	4							0,	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	2	0	
+												$\bar{1}$							0,	2	7	4	0	8								
—					0,	4	8	1	1	1	2	2							0,	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	4	

D. R. G. M.

$\Omega' = 15^0 54' 25''$ sin $= 0{,}27408$ cos $= 0{,}96171$

$i' = 65^0 43' 20''$ cos $= 4{,}41116$

$C_1 = 96^0 40' 59,''8$ sin $= 0{,}99320$ tang $= -8{,}53406$

$C_2 = 34^0 43' 39''$ sin $= 0{,}56968$ tang $= 0{,}69314$

$\sin c_1 = 0{,}96829$

$\sin c_2 = 0{,}48111$

Aufgabe: Berechnung der Aequator-Konstanten C_1, C_2, c_1 c_2

a) $\text{tang } C_1 = \frac{\cos \Omega'}{-\sin \Omega' \cdot \cos i'}$ c) $\sin c_1 = \frac{\cos \Omega'}{\sin C_1}$

b) $\text{tang } C_2 = \frac{\sin \Omega'}{\cos \Omega' \cdot \cos i'}$ d) $\sin c_2 = \frac{\sin \Omega'}{\sin C_2}$

	Einstellhebel 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Erläuterungen		Umdrehungszählwerk 12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Schlitten 20	19	18	17	16	15	14	13	12	Resultatwerk 11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
a)															$\bar{2}$,	$\bar{2}$	$\bar{7}$	$\bar{2}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$	$r \cdot \sin c_1$	+							$\bar{0}$,	$\bar{9}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$	$\bar{2}$	$\bar{9}$									$\bar{2}$,	$\bar{2}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{6}$	$\bar{1}$	$\bar{3}$	$\bar{3}$	$\bar{1}$	$\bar{7}$	$\bar{2}$
										$\bar{2}$,	$\bar{2}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{6}$	$\bar{1}$	$\bar{3}$	$\bar{3}$	$\bar{1}$	$\bar{7}$	$\bar{2}$	$r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C_1 + \omega' + v)$	+							$\bar{0}$,	$\bar{9}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{9}$					1,	9	8	3	1	7	0	7	1	5	3	2	7	4	6	8
									$\bar{0}$,	$\bar{5}$	$\bar{7}$	$\bar{9}$	$\bar{0}$	$\bar{4}$	$\bar{6}$						$r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C_1 + \omega' + v) - X$	—									$\bar{1}$								$\bar{1}$,	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{4}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{4}$	$\bar{7}$	$\bar{1}$	$\bar{5}$	$\bar{3}$	$\bar{2}$	$\bar{7}$	$\bar{4}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$
															$\bar{2}$,	$\bar{2}$	$\bar{7}$	$\bar{2}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$	$r \cdot \sin c_2$	+							$\bar{0}$,	$\bar{4}$	$\bar{8}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$									1,	0	9	3	4	0	9	0	7	4	8
															$\bar{0}$,	$\bar{8}$	$\bar{0}$	$\bar{6}$	$\bar{2}$	$\bar{1}$	$r \cdot \sin c_2 \cdot \sin (C_2 + \omega' + v)$	+		$\bar{1}$,	$\bar{0}$	$\bar{9}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{9}$	$\bar{0}$	$\bar{7}$	$\bar{4}$	$\bar{8}$					0,	8	8	1	5	2	8	2	6	4	2	8	5	2	5	6
									$\bar{0}$,	$\bar{7}$	$\bar{3}$	$\bar{5}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{3}$						$r \cdot \sin c_2 \cdot \sin (C_2 + \omega' + v) - Y$	—									$\bar{1}$								0,	1	4	6	5	1	5	2	6	4	2	8	5	2	5	6
											1,	4	0	4	1	2	4	7	1	5	$\frac{r \cdot \sin c_2 \cdot \sin (C_2 + \omega' + v) - Y}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C_1 + \omega' + v) - X}$	—						0,	1	0	4	3	4	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	6	2	6	4	9	1	5	1
b)															$\bar{2}$,	$\bar{2}$	$\bar{7}$	$\bar{2}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$	$r \cdot \sin i'$	+							$\bar{0}$,	$\bar{9}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$									2,	0	7	1	6	8	4	1	8	0	8
															$\bar{0}$,	$\bar{3}$	$\bar{2}$	$\bar{5}$	$\bar{5}$	$\bar{8}$	$r \cdot \sin i' \cdot \sin (\omega' + v)$	+		$\bar{2}$,	$\bar{0}$	$\bar{7}$	$\bar{1}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$	$\bar{4}$	$\bar{1}$	$\bar{8}$	$\bar{0}$	$\bar{8}$					0,	6	7	4	5	1	9	6	5	2	4	2	6	6	7	2
									$\bar{0}$,	$\bar{3}$	$\bar{1}$	$\bar{8}$	$\bar{8}$	$\bar{2}$	$\bar{0}$						$r \cdot \sin i' \cdot \sin (\omega' + v) - Z$	—									$\bar{1}$								0,	3	5	5	6	9	9	6	5	2	4	2	6	6	7	2
											$\bar{1}$,	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{4}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{4}$	$\bar{7}$	$\bar{1}$	$\bar{5}$	$\frac{r \cdot \sin i' \cdot \sin (\omega' + v) - Z}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C_1 + \omega' + v) - X}$	—						0,	2	5	3	3	2	5	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{7}$	$\bar{5}$	$\bar{8}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{2}$	$\bar{9}$	$\bar{7}$
															0,	9	9	4	6	0	$\frac{r \cdot \sin c' \cdot \sin (\omega + v) - Z}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C_1 + \omega' + v) - X} \cdot \cos \alpha$	+						0,	0	0	0	0	0	0									0,	2	5	1	9	5	7	0	4	5	0	0
c)									$\bar{0}$,	$\bar{3}$	$\bar{5}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{6}$	$\bar{5}$	$\bar{2}$	$\bar{4}$	$\bar{2}$	$r \cdot \sin i' \cdot \sin (\omega' + v) - Z$ einsetzen	+												1,								0,	3	5	5	6	9	9	6	5	2	4	2
															0,	2	4	4	3	2	$\frac{v \cdot \sin i' \cdot \sin (\omega' + v) - Z}{\sin \delta}$	—						1,	4	5	5	8	7	6								0,	0	0	0	0	0	0	0	2	8	1	0

Aufgabe: a) $\tan \alpha = \frac{r \cdot \sin c_2 \cdot \sin (C_2 + \omega' + v) - Y}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C_1 + \omega' + v) - X}$; $\underline{\underline{\alpha = 0^h 23^m 49{,}^s 7}} \cdot \cos = 0{,}99460$

b) $\tan \delta = \frac{r \cdot \sin i' \cdot \sin (\omega' + v) - Z}{r \cdot \sin c_1 \cdot \sin (C' + \omega' + v) - X} \cdot \cos \alpha$; $\underline{\underline{\delta = +\ 14^0 8' 31''}}$ $\sin = 0{,}24432$

c) $\rho = \frac{r \cdot \sin i' \cdot \sin (\omega' + v) - Z}{\sin \delta} = \underline{\underline{1{,}45587}}$

Die mit — versehenen Zahlengruppen sind nach erfolgter Durchführung der jeweiligen Rechnungsart zu löschen.

$r = 2{,}27268$

$\sin c_1 = 0{,}96829$

$\sin c_2 = 0{,}48111$

$C_1 + \omega' + v = 115^0 41'\ 5{,}''4$ $\sin = 0{,}90119$

$C_2 + \omega' + v = 53^0 43' 44{,}''6$ $\sin = 0{,}80622$

D. R. G. M.

$i' = 65^0 43' 20''$ $\sin = 0{,}91156$

$\omega' + v = 19^0 0' 4{,}''6$ $\sin = 0{,}32559$

$X = 0{,}579046$

$Y = 0{,}735013$

$Z = 0{,}318820$

Einstellhebel 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Erläuterungen		Umdrehungszählwerk 12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Schlitten 20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	Resultatwerk 9	8	7	6	5	4	3	2	1
											$\bar{7}$,	$\bar{4}$	$\bar{2}$	$\bar{2}$						ξ einsetzen	+												$\bar{1}$											7,	4	2	2				
										$\bar{1}$	$\bar{3}$									$\xi - 13$	−												$\bar{1}$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4,	4	2	2				
																$\bar{7}$,	$\bar{4}$	$\bar{2}$	$\bar{2}$	$(\xi - 13) - A\xi$	−				$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	$\bar{8}$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4,	3	6	3	5	1	4	6	4
																$\bar{7}$,	$\bar{2}$	$\bar{8}$	$\bar{9}$	$(\xi - 13) - A\xi - B\eta$	−				$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{3}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4,	3	3	6	6	9	1	1	2
											$\bar{0}$,	$\bar{4}$	$\bar{2}$	$\bar{0}$	$\bar{6}$	$\bar{0}$				$(\xi - 13) - A\xi - B\eta - C$	+					$\bar{1}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{4}$,	$\bar{7}$	$\bar{5}$	$\bar{7}$	$\bar{2}$	$\bar{9}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$
										−	5,	2	4	2	7	0	8	8	8	$[(\xi - 13) - A\xi - B\eta - C] \cdot 5$	+						$\bar{5}$														−	2	6,	2	1	3	5	4	4	4	0
											0,	0	0	1	4					$x + v_1 + v_2 = X$	−						$\bar{1}$														−	2	6,	2	1	2	1	4	4	4	0
Gleichzeitige Addition, Subtraktion und Multiplikation																																																							
											$\bar{7}$,	$\bar{2}$	$\bar{8}$	$\bar{9}$						η einsetzen	+						$\bar{1}$																	7,	2	8	9				
										$\bar{1}$	$\bar{3}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$						$\eta - 13$	−						$\bar{1}$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4,	2	8	9								
																$\bar{7}$,	$\bar{4}$	$\bar{2}$	$\bar{2}$	$(\eta - 13) - D\xi$	+				$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{3}$	$\bar{5}$	$\bar{0}$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4,	3	1	4	9	7	7	0	0
																$\bar{7}$,	$\bar{2}$	$\bar{8}$	$\bar{9}$	$(\eta - 13) - D\xi - E\eta$	−				$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	$\bar{7}$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4,	2	5	7	6	1	2	5	7
											$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{5}$	$\bar{3}$	$\bar{1}$	$\bar{0}$				$(\eta - 13) - D\xi - E\eta - F$	+					$\bar{1}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{9}$	$\bar{4}$,	$\bar{3}$	$\bar{1}$	$\bar{0}$	$\bar{7}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{5}$	$\bar{7}$
										−	5,	6	8	9	2	8	7	4	3	$[(\eta - 13) - D\xi - E\eta - F] \cdot 5$	+						$\bar{5}$														−	2	8,	4	4	6	4	3	7	1	5
											0,	0	0	0	6					$y + v_3 = Y$	−						$\bar{1}$														−	2	8,	4	4	5	8	3	7	1	5
								$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{7}$	$\bar{6}$	$\bar{2}$	$\bar{5}$						tang X einsetzen	+						$\bar{1}$											0,	0	0	7	6	2	5								
														$\bar{0}$,	$\bar{8}$	$\bar{8}$	$\bar{6}$	$\bar{8}$	$\bar{0}$	$\frac{\text{tang X}}{\cos g} = \text{tang}(\alpha - \alpha_0)$	−					$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{8}$	$\bar{6}$	$\bar{0}$	$\bar{3}$								$\bar{0}$,	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{8}$	$\bar{5}$	$\bar{9}$	$\bar{6}$	$\bar{0}$
														0,	9	9	9	9	7	$\sin g \cos X = \sin \delta$	+				0,	4	6	2	1	5									0,	4	6	2	1	3	6	1	3	5	5

D. R. G. M.

Aufgabe: $X = \{[(\xi - 13) - A\xi - B\eta - C] \cdot 5\} + v_1 + v_2$

$Y = \{[(\eta - 13) - D\xi - E\eta - F] \quad 5\} + v_3$

$g = \delta_0 + Y$

$\text{tang}(\alpha - \alpha_0) = \frac{\text{tang X}}{\cos g}$

$\sin \delta = \text{sing} \cos X$

$\xi = 7{,}422$ $\quad A = +0{,}00788$

$\eta = 7{,}289$ $\quad B = +0{,}00368$

$v_1 = +0{,}0005$ $\quad C = -0{,}42060$

$v_2 = +0{,}0009$ $\quad D = -0{,}00350$

$v_3 = +0{,}0006$ $\quad E = +0{,}00787$

$F = -0{,}05310$

$\text{tang}(\alpha - \alpha_0) = 0{,}008603$

$\alpha - \alpha_0 = -1^m\ 58{,}^s2$

$\alpha_0 = 20^h\ 6^m$

$\alpha = 20^h\ 4^m\ 7{,}^s8$

$\delta = +27^0\ 31'\ 30'',2$

$\cos X = 0{,}99997$

$Y = -28'\ 26'',748$

$\delta = +28^0$

$g = +27^0\ 31'\ 33'',25$

$\text{sing} = 0{,}46215$

$\cos g = 0{,}88680$

$\text{tang X} = 0{,}00763$