

Hülftafeln zur Berechnung oertlicher Ephemeriden für die Zeitbestimmungen nach der Zinger'schen Methode.

Von J. Kortazzi.

Die vom Herrn Professor Zinger in seiner Schrift: „Über die Zeitbestimmung nach correspondirenden Höhen verschiedener Sterne“, vorgeschlagene Zeitbestimmungsmethode darf zur Zeit als die beste anerkannt werden, dank ihrer Genauigkeit, Einfachheit der Beobachtungen und Berechnungen, und Leichtigkeit der Vorbereitungen zur Ausführung der Beobachtungen. Diese Methode erfordert ferner die einfachsten Instrumente und kann in allen Breiten beider Hemisphären angewandt werden, mit Ausnahme natürlich nur derjenigen Orte, welche nahe an beiden Polen liegen, wo, der Natur der Aufgabe der Zeitbestimmung gemäss, sie nicht mit grosser Genauigkeit gelöst werden kann. Die von Zinger in seiner obenerwähnten Schrift nebst einigen Hülftafeln gegebene Liste von Sternpaaren erlaubt eine örtliche Ephemeride für die Beobachtungen in beliebiger mittlerer Breite sehr einfach vorzubereiten. Es wäre nur wünschenswerth, diese Liste etwas zu erweitern, um die Zeitintervalle zwischen den für die Beobachtungen vortheilhaften Sternpaaren zu verkleinern, und, wo möglich, solche Paare auszuschliessen, welche bei geringer Höhe oder sehr weit vom 1^{ten} Vertical zu beobachten sind.

Wie es sich herausstellt, ist es zu diesem Zwecke genügend auch Sterne 4^{ter} Grösse mitzunehmen, da in der Zinger'schen Liste nur Sterne bis zu 3^{ter} Grösse vorkommen. Unter Benutzung der Sterne des Berliner Jahrbuchs und zwar ausschliesslich derjenigen, für welche dort die scheinbaren Oerter gegeben sind ¹⁾, haben wir eine neue Liste von 99 Ster-

¹⁾ Nur für ζ Herculis kommen die scheinbaren Oerter im Berliner Jahrbuch nicht vor. Doch haben wir diesen Stern nicht ausgeschlossen, weil man seine scheinbaren Oerter im Nautical Almanac findet.

nen, mit den Declinationen zwischen $+15^0$ und $+52^0$ zusammengestellt. Die Combination aller Sterne dieser Liste ergab bis 500 solcher Paare, welche den von Zinger in seiner Schrift gestellten Anforderungen genügen. Aus dieser grossen Anzahl von Paaren wählten wir dann 186 am meisten vortheilhafte Paare, wobei es fast immer möglich war nur diejenigen Paare zu benutzen, in welchen ε (= halbe Declinationsdifferenz) nicht grösser ist als 1^0 . Nur in 8 Fällen liegt ε zwischen $60'$ und $80'$ und einmal erreicht ε , um eine Lücke von 19^m zwischen benachbarten Paaren auszufüllen, eine Grösse von 91^m . Ausnahmsweise ist ein Paar, aus α Tauri und α Bootis bestehend, beibehalten, trotz dem hier ε die Grösse von $102'$ erreicht. Sehr enge Doppelsterne wurden, da sie nur ungenau beobachtet werden können, gar nicht mitgenommen, und ausserdem wurde η Tauri ausgeschlossen, da dieser Stern leicht mit anderen Plejaden-Sternen verwechselt werden kann.

Bei der Durchsicht unserer Sternpaaren-Liste wird man bemerken, dass für die mittlere Breite von 50^0 die Zeitintervalle zwischen zwei benachbarten Paaren in nur 9 Fällen grösser sind als 15^m und nirgends grösser als 18^m .

Die mittleren Sternörter entsprechen dem Jahre 1900, so dass man unsere Tafeln noch etwa 20 Jahre bequem benutzen kann.

Wir halten es für nützlich, die von Zinger für die Berechnung der örtlichen Ephemeride gegebenen Formeln hier zusammen zu stellen. Es seien T' und T'' die Beobachtungszeiten nach dem Chronometer, dessen Correction $=u$ ist, und S' und S'' die entsprechenden Sternzeiten in den Momenten, wann beide Sterne dieselbe Höhe erreichen, wobei der eine Stern (α' , δ' , t') auf der Ostseite und der andere (α'' , δ'' , t'') auf der Westseite des Meridians sich befindet. Dann haben wir folgende Gleichung:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta' + \cos \varphi \cos \delta' \cos t' = \sin \varphi \sin \delta'' + \cos \varphi \cos \delta'' \cos t''.$$

Es sei weiter:

δ = halbe Summe der Declinationen beider Sterne

ε = halbe Differenz " "

t = halbe Summe der Stundenwinkel " "

r = halbe Differenz " "

das heisst:

$$\delta' = \delta + \varepsilon \quad t' = \alpha' - S' = \alpha' - T' - u = t + r$$

$$\delta'' = \delta - \varepsilon \quad t'' = S'' - \alpha'' = T'' + u - \alpha'' = t - r.$$

Die vorhergehende Gleichung wird, nach einigen Transformationen in folgende verwandelt:

$$\sin t \sin r + \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \delta \cos t \cos r = \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \varphi \dots \dots \dots (a)$$

wo

$$t = \frac{\alpha' - \alpha''}{2} - \frac{T' - T''}{2}, \text{ und } r = \frac{\alpha' + \alpha''}{2} - \frac{T' + T''}{2} - u.$$

Die Formel (a) dient als Grundformel für die weiteren Entwicklungen.

Zur Berechnung der Ephemeride ist eine annähernde Kenntniss der Sternzeit S , wann beide Sterne gleichzeitig dieselbe Höhe erreichen, nothwendig. Dann hat man $T' = T''$, $t = \frac{\alpha' - \alpha''}{2}$, $S = \frac{\alpha' + \alpha''}{2} - r_0$. Aus Formel (a) bekommt man für r den annähernden Werth:

$$r_0 = \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{\sin 1''} (\operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosec} t - \operatorname{tg} \delta \cotg t),$$

und folglich S , in Zeitminuten ausgedrückt:

$$S^m = \frac{\alpha' + \alpha''}{2} - \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{\sin 15'} \left(\operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosec} \frac{\alpha' - \alpha''}{2} - \operatorname{tg} \delta \cotg \frac{\alpha' - \alpha''}{2} \right).$$

Für die mittlere Breite von 50° hat man:

$$S_0 = \frac{\alpha' + \alpha''}{2} - \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{\sin 15'} \left(\operatorname{tg} 50^\circ \operatorname{cosec} \frac{\alpha' - \alpha''}{2} - \operatorname{tg} \delta \cotg \frac{\alpha' - \alpha''}{2} \right).$$

Folglich $S = S_0 + K(\operatorname{tg} 50^\circ - \operatorname{tg} \varphi)$, wo $K = \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{\sin 15'} \operatorname{cosec} \frac{\alpha' - \alpha''}{2}$, und $(\operatorname{tg} 50^\circ - \operatorname{tg} \varphi)$ bekommt man mit genügender Sicherheit aus der folgenden Tabelle:

φ	$\operatorname{tg} 50^\circ - \operatorname{tg} \varphi$	φ	$\operatorname{tg} 50^\circ - \operatorname{tg} \varphi$	φ	$\operatorname{tg} 50^\circ - \operatorname{tg} \varphi$	φ	$\operatorname{tg} 50^\circ - \operatorname{tg} \varphi$
+ 30°	+ 0.61	+ 40°	+ 0.35	+ 50°	0.00	+ 60°	— 0.54
31	+ 0.59	41	+ 0.32	51	— 0.04	61	— 0.61
32	+ 0.57	42	+ 0.29	52	— 0.09	62	— 0.69
33	+ 0.54	43	+ 0.26	53	— 0.14	63	— 0.77
34	+ 0.52	44	+ 0.23	54	— 0.19	64	— 0.86
35	+ 0.49	45	+ 0.19	55	— 0.24	65	— 0.95
36	+ 0.47	46	+ 0.16	56	— 0.29	66	— 1.05
37	+ 0.44	47	+ 0.12	57	— 0.35	67	— 1.16
38	+ 0.41	48	+ 0.08	58	— 0.41	68	— 1.28
39	+ 0.38	49	+ 0.04	59	— 0.47	69	— 1.41
40	+ 0.35	50	0.00	60	— 0.54	70	— 1.56

Die Höhe des Sterns h_0 und sein Azimuth a_0 (von Süd nach West gerechnet) für die Sternzeit S_0 bekommt man aus den Formeln:

$$\sin h_0 = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos(S_0 - \alpha)$$

$$\cos a_0 \cos h_0 = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos(S_0 - \alpha),$$

$$\sin a_0 \cos h_0 = \cos \delta \sin(S_0 - \alpha),$$

und daraus, wenn man $\cotg \delta \cos(S_0 - \alpha)$ durch $\cotg \Psi$

und $\cos \delta \sin(S_0 - \alpha)$ „ $\cos H$ bezeichnet, haben wir:

$$\left. \begin{aligned} \sin h_0 &= \sin H \cos(\varphi - \Psi) \\ \cotg a_0 &= \tg H \sin(\varphi - \Psi) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (b)$$

Man sieht leicht, dass Ψ diejenige Breite ist, für welche der Stern im Moment S_0 den ersten Vertical erreicht und H seine Höhe für denselben Moment und dieselbe Breite. In dem beigelegten Verzeichnisse der Sternpaare, sind ausser S_0 und K noch die Grössen Ψ , $\lg \sin H$, $\lg \tg H$ angegeben, womit man nach der Formel (b) für jedes φ sehr einfach die dem Momente S_0 entsprechenden h_0 und a_0 bekommt. Um von diesen letzten Werthen von h und a zu denjenigen Werthen der Höhe und des Azimuths zu übergehen, welche einem anderen Moment S gleicher Höhe entsprechen, dienen folgende einfache Ausdrücke: $dh = -15 \cos \varphi \sin a \, dS$ und $da = 15(\sin \varphi + f \cos \varphi) \, dS$, wo $f = \cos a \tg h$, dS in Zeitminuten, dh und da in Bogenminuten ausgedrückt sind; dh , f und da findet man in den beigelegten Tafeln. Wir bemerken, dass die Höhen $h_0 + dh$ beider Sterne im Moment S einander gleich sein sollen, was zur Controlle dieser kleinen Rechnungen dienen kann.

Nach den oben angegebenen Vorschriften berechnet man eine Ephemeride, in welcher für die Momente S gleicher Höhe beider Sterne gegeben sind:

a_0 = Azimuth des östlichen Sterns

a_w = „ „ westlichen „

z = gemeinsame Zenitdistanz beider Sterne

Unter diesen Grössen schreibt man die nach den Tafeln III, IV und V berechneten Werthe von Δa_0 , Δa_w und Δz , wobei wir gewöhnlich $\Delta S = 3^m$ annehmen, da wir uns überzeugt haben, dass ein Zeitintervall

von 6^m zwischen den Beobachtungen beider Sterne zum Uebergang von einem Stern zu dem anderen und nöthigenfalls zur Aenderung der Neigung vollkommen ausreicht.

Hat man die örtliche Ephemeride für die Breite φ berechnet, so bekommt man sehr leicht eine solche für die Breite $\varphi + d\varphi$, wo $d\varphi$ eine kleine Grösse ist (nehmen wir an—unter 1°) wie folgt:

S kann man unverändert lassen, da sich diese Momente sogar für $d\varphi = 1^\circ$ bei keinem von unseren Paaren um mehr als $0^m.3$ verändern. Die Aenderungen von z und a findet man nach den Differenzialformeln:

$$dz = \text{Cosa} \cdot d\varphi$$

$$da = -\text{Sina} \text{Cotgz} \cdot d\varphi.$$

Für das gegebene $d\varphi$ bildet man zwei Hülftabellen, mit dem Argumente: Azimuth; die eine für dz und die andere für den Logarithmus von $\text{Sina} \cdot d\varphi$. Man braucht nur diesen letzten Logarithmus zum $\lg. \text{Cotgz}$ zu addiren, um $\lg da$ zu erhalten. Es sind z. B. für den Uebergang von der Breite $50^\circ 0'$ (Charkow) zu der Breite $50^\circ 27'$ (Kiew) die oben erwähnten Tabellen:

I.

a_w	a_0	dz	a_0	a_w	a_w	a_0	dz	a_0	a_w
60°	300°	+ 14'	— 240°	120°	70°	290°	+ 9'	— 250°	110°
62	298	13	242	118	72	288	8	252	108
64	296	12	244	116	74	286	7	254	106
66	294	11	246	114	76	284	7	256	104
68	292	10	248	112	78	282	6	258	102
70	290	+ 9'	— 250	110	80	280	+ 5	— 260	100

a_w	a_0	dz	a_0	a_w
80°	280°	+ 5'	— 260°	100°
82	278	4	262	98
84	276	3	264	96
86	274	2	266	94
88	272	1	268	92
90	270	+ 0	— 270	90

II.

a_w	$\log (\operatorname{Sina} \cdot d\varphi)$	a_0	a_w	$\log (\operatorname{Sina} \cdot d\varphi)$	a_0
60° 120°	1.369	240° 300°	75° 105°	1.416	255° 285°
61 119	.373	241 299	76 104	.418	256 284
62 118	.377	242 298	77 103	.420	257 283
63 117	.381	243 297	78 102	.422	258 282
64 116	.385	244 296	79 101	.423	259 281
65 115	1.389	245 295	80 100	1.425	260 280
66 114	.392	246 294	81 99	.426	261 379
67 113	.395	247 293	82 98	.427	262 278
68 112	.399	248 292	83 97	.428	263 277
69 111	.392	249 291	84 96	.429	264 276
70 110	1.404	250 290	85 95	1.430	265 275
71 109	.407	251 289	86 94	.430	266 274
72 108	.410	252 288	87 93	.431	267 273
73 107	.412	253 287	88 92	.431	268 272
74 106	.414	254 286	89 91	.431	269 271
75 105	1.416	255 285	90 90	1.431	270 270

Rechnet man die Azimuthen von S über W u. s. w. bis 360° , so wird da für die westlichen Sterne negativ und für die östlichen positiv.

Die Correction der beobachteten Momente wegen der Neigung i (in Bogensekunden ausgedrückt) wird nach der Formel $\tau^s = \frac{i}{15 \cos \varphi \sin a} = Bi$ gemacht. Bei kleinem ε werden beide Sterne bei wenig verschiedenen Azimuthen (vom Meridian nach Ost und West gerechnet) beobachtet und dabei ändert sich, in der Nähe des 1^{ten} Verticals, $\sin a$ sehr wenig. In Folge dessen kann man bei geringer Neigung für die Coefficienten B für beide Sterne einen und denselben Werth, nur mit verschiedenen Zeichen annehmen, ¹⁾ so dass man die Neigungscorrection von $T = \frac{T' + T''}{2}$ und von $D = T' - T''$ nach der Formeln:

$$\tau_m = B \frac{i' - i''}{2} \text{ und } Bb = B(i' + i'') \text{ berechnet.}$$

¹⁾ Zur Berechnung dieses Werths benutzt man das Mittel aus den Süd-Ost und Süd-West Azimuthen beider Sterne.

Es mag daran erinnert werden, dass für den östlichen Stern die Neigungscorrection positiv wird, wenn das Objectivende des Niveau's (unter dem Horizont) geneigt ist und für den westlichen Stern das Gegentheil. Da bei den Beobachtungen nach der Zinger'schen Methode die sichere Bestimmung der Neigung die hervorragendste Bedeutung hat, weil die Neigungsfehler beinahe die einzige Ursache der Ungenauigkeit der Resultate bilden, so muss man für jeden Stern die Niveauablesungen zweimal ausführen: kurz vor dem Durchgang und gleich nach demselben und zwar so, dass die erste Ablesung nur dann gemacht wird, wenn das Niveau, nach der Einstellung des Fernrohrs in den Azimuth, schon zur Ruhe gekommen ist.

Zur Berechnung der Beobachtungen wenden wir uns wieder zu unsrerer Grundformel:

$$\sin t \sin r + \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \delta \cos r = \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \varphi \dots \dots \dots (a)$$

und setzen hier: $\operatorname{tg} m = \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \delta \cot g t$, dann ist:

$$\sin(r + m) = \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosec} t \cos m.$$

In Folge der Kleinheit der Winkel ε , m und r wird es für die Rechnungen sehr bequem sein, die trigonometrischen Functionen mit Hülfe der Tafel VII in der Zinger'schen Abhandlung (in welcher die Grössen $\mathfrak{E}(x) = \lg \frac{x}{\sin x}$ in der Einheit des 5^{ten} Decimals angegeben sind mit dem Argumente x in Zeitsecunden) in Bogen auszudrücken. Wir haben also:

$$\lg \sin x = \lg x + \lg \sin 1^s - \mathfrak{E}(x)$$

$$\lg \operatorname{tg} x = \lg x + \lg \sin 1^s + 2\mathfrak{E}(x)$$

$$\lg \sec x = 3\mathfrak{E}(x), \text{ wodurch:}$$

$$\lg \operatorname{tg} m = \lg m + \lg \sin 1^s + 2\mathfrak{E}(m) = \lg \varepsilon + \lg(\operatorname{tg} \delta \cot g t) + \lg \sin 1^s + 2\mathfrak{E}(\varepsilon)$$

und weiter:

$$\lg m = \lg \varepsilon + \lg(\operatorname{tg} \delta \cot g t) + 2\mathfrak{E}(\varepsilon) - 2\mathfrak{E}(m);$$

Eben so hat man:

$$\lg(r + m) = \lg \varepsilon + \lg(\operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosec} t) + 2\mathfrak{E}(\varepsilon) + \mathfrak{E}(r + m) - 3\mathfrak{E}(m)$$

} (c)

Aus der Differenz der Zahlen, deren Logarithmen durch die Formeln (c) dargestellt sind, bekommt man r .

Die Differenz $(r + m) - m$ kann man auch mit Hülfe der Additions- und Subtractions-Logarithmen finden, was besonders bequem ist, wenn

m bedeutend grösser ist, als r , um nicht diese kleine Grösse als Differenz zweier grosser Zahlen zu bestimmen.

Es sei:

$$\operatorname{etg} \varphi \operatorname{cosect} = r_0 + m_0 \quad 2\mathfrak{E}(\varepsilon) - 3\mathfrak{E}(m) + \mathfrak{E}(r + m) = \alpha,$$

$$\operatorname{etg} \delta \operatorname{cotgt} = m_0 \quad 2\mathfrak{E}(\varepsilon) - 2\mathfrak{E}(m) = \beta.$$

Die Formeln (c) nehmen dann folgende Gestalt an:

$$\lg(r + m) = \lg(r_0 + m_0) + \alpha \quad \lg m = \lg m_0 + \beta.$$

Wenn $r + m > m$, so ist

$$\lg r = \lg(r + m) - \Delta,$$

wo Δ aus den Tafeln der Additions- und Subtractions-Logarithmen mit dem Argument:

$$A = \lg(r + m) - \lg m \text{ entnommen wird.}$$

Bezeichnen wir mit Δ_0 die Function, welche dem Argumente $A_0 = \lg(r_0 + m_0) - \lg m_0$ entspricht. Eine Aenderung des Arguments A um die kleine Grösse dA wird auch eine kleine Aenderung $d\Delta$ von Δ hervorrufen, so dass für $A = A_0 + dA = A_0 + \alpha - \beta$ wird $\Delta = \Delta_0 + d\Delta$.

Wenn wir $\Delta = \lg x$ und $A = \lg x'$ annehmen, so sind die Grössen Δ und A bekanntlich mit einander durch die Gleichung

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = 1 \text{ verbunden.}$$

Die Differenziation dieser letzten Gleichung ergibt:

$$\frac{dx}{x^2} + \frac{dx'}{x'^2} = \frac{d\lg x}{x} + \frac{d\lg x'}{x'} = \frac{d\Delta}{x} + \frac{dA}{x'} = 0$$

so dass $d\Delta = -\frac{x}{x'} dA = \frac{dA}{1-x'}$; aber $\lg x' = \lg \frac{r+m}{m}$, weswegen:

$$\frac{1}{1-x'} = -\frac{m}{r}, \quad d\Delta = -\frac{m}{r} dA = \frac{m}{r} (\beta - \alpha) = \frac{m}{r} (\mathfrak{E}(m) - \mathfrak{E}(r + m)).$$

Erinnern wir daran, dass in Folge der Eigenschaft der Function \mathfrak{E} :

$$\begin{aligned}
 \mathfrak{S}(a) + \mathfrak{S}(b) - \mathfrak{S}(c) &= \mathfrak{S}(\sqrt{a^2 + b^2 - c^2}) \text{ und } f\mathfrak{S}(a) = \mathfrak{S}(a\sqrt{f}), \text{ so dass} \\
 \lg r &= \lg(r + m) - \Delta_0 - d\Delta = \lg(\epsilon \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosect}) - \Delta_0 + 2\mathfrak{S}(\epsilon) - 3\mathfrak{S}(m) + \\
 &\quad + \mathfrak{S}(r + m) - \frac{m}{r}(\mathfrak{S}(m) - \mathfrak{S}(r + m)) = \\
 &= \lg(\epsilon \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosect}) - \Delta_0 + 2\mathfrak{S}(\epsilon) + \mathfrak{S}\left[\sqrt{-3m^2 + (r + m)^2 \left(1 + \frac{m}{r}\right) - \frac{m^3}{r}}\right] \\
 &= \lg(\epsilon \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosect}) - \Delta_0 + 2\mathfrak{S}(\epsilon) + \mathfrak{S}(\sqrt{r^2 + 3mr}), \text{ oder} \\
 \lg r &= \lg(\epsilon \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosect}) - \Delta_0 + \mathfrak{S}(r) + 2\mathfrak{S}(\epsilon) + 3\mathfrak{S}(\sqrt{mr}) \\
 &= \lg r_0 + \mathfrak{S}(r) + 2\mathfrak{S}(\epsilon) + 3\mathfrak{S}(\sqrt{mr}), \dots\dots\dots (d)
 \end{aligned}$$

wo Δ_0 mit dem Argumente $A_0 = \lg(\operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosect}) - \lg(\operatorname{tg} \delta \cot \operatorname{tg} t)$ gefunden wird.

Ist $m > r + m$, so nimmt man als Argument $\lg(\operatorname{tg} \delta \cot \operatorname{tg} t) - \lg(\operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosect})$ und dann ist:

$$\lg(-r) = \lg(\epsilon \operatorname{tg} \delta \cot \operatorname{tg} t) - \Delta_0 + \mathfrak{S}(r) + 2\mathfrak{S}(\epsilon) + 3\mathfrak{S}(\sqrt{mr}) \dots\dots (d')$$

Jede Beobachtung beider Sterne auf einem und demselben Faden giebt ein unabhängiges Resultat, wenn wir dazu den entsprechenden Werth der Reduction r anwenden, da r eine Function von t und folglich des Zeitintervalls $T' - T''$ ist. Es ist nun freilich gar nicht nöthig r für jeden Faden besonders zu berechnen; man braucht nur die dem mittleren Werth t_m von t entsprechende Grösse r_m zu finden und die Aenderung von r als Function der Aenderung von t darzustellen.

Bezeichnen wir die Zeitintervalle $T' - T''$ durch D ; dann haben wir für jeden Faden $t = \frac{\alpha' - \alpha''}{2} - \frac{D}{2}$ und für das Mittel aus allen Fäden $t_m = \frac{\alpha' - \alpha''}{2} - \frac{D_m}{2}$.

Wenn r der Werth ist, welchen die Reduction für t_m hat, so haben wir für jeden wenig von t_m verschiedenen Werth von t :

$$r_1 = r + \frac{dr}{dt} dt + \frac{1}{2} \frac{d^2 r}{dt^2} dt^2 + \dots \text{ oder}$$

$$r_1 = r - \frac{1}{2} \frac{dr}{dt} dD + \frac{1}{8} \frac{d^2 r}{dt^2} dD^2 + \dots$$

Um die hier vorkommenden Differenzialcoefficienten zu bestimmen, wird es genügen den annähernden Werth von r aus (a)

$$r = \frac{\varepsilon(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \delta \cos t)}{\sin t} \quad \text{zu nehmen.}$$

Daraus ergibt sich durch zweimalige Differenziation:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{\varepsilon(\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi \cos t)}{\sin^2 t}$$

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \frac{\varepsilon(\operatorname{tg} \varphi(1 + \cos^2 t) - 2 \operatorname{tg} \delta \cos t)}{\sin^3 t}.$$

Der Werth des zweiten Differenzialcoefficienten hängt hauptsächlich von t ab und bei abnehmendem t nähert sich das eingeklammerte Glied des Zählers $2(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \delta)$ und wird für die mittleren Breiten immer < 1.2 (bei kleinem t kann die Declination nicht klein sein) Da aber in unserem Verzeichniss t nie $< 26^\circ$ und ε nie $> 400'$ wird, so ist der Werth von $\frac{d^2 r}{dt^2}$ nicht grösser, als 4500. Nach der Multiplication dieses Coefficienten mit $\frac{1}{8} \sin^2 15''$ finden wir für den Logarithmus des Coefficienten bei dD^2 den Werth $4.4735 - 10$.

Für die Zeitbestimmungen nach der Zinger'schen Methode benutzen wir gewöhnlich den transportablen Repsold'schen Verticalkreis, welcher mit einem Netz von 8 Horizontalfäden versehen ist. Von diesen Fäden befinden sich zwei mittlere im Abstand von $26''$ ¹⁾, die anderen aber liegen symmetrisch nach beiden Seiten des mittleren Fadenpaares in nahezu gleichen Entfernungen von denselben und zwar so, dass die grösste Fadendistanz ungefähr $320''$ ausmacht. Bei solchen Fadendistanzen wird der Unterschied zwischen den für den äussersten Faden gültigen Werth von D und seinem mittleren Werth D_m , sogar für die Breite von 60° , nicht grösser als $90''$, so dass das quadratische Glied in der Reihenentwicklung von r für die äussersten Fäden höchstens einen Werth von 0.02 erreichen kann und für das Mittel aus allen Fäden die Correction wegen dieses Gliedes die Grösse 0.01 nie erreichen wird. In Folge dessen halten wir es für möglich das zweite Glied der Reduction gar nicht zu berücksichti-

¹⁾ Bei den Beobachtungen wurde der Moment des Sterndurchganges durch die Mitte dieses Doppelfadens notirt.

gen und begnügen uns nur mit dem ersten Glied, welches unter folgender, für die Rechnungen mehr geeigneten Form dargestellt werden kann:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{\varepsilon(\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi \cos t)}{\sin^2 t} = \frac{-\varepsilon \cotga}{\cos \varphi \sin t},$$

wo a das Mittel aus den Süd-Ost und Süd-West Azimuthen beider Sterne ist. Schliesslich haben wir also:

$$r_1 = r + \frac{\sin 15''}{2 \cos \varphi} \cdot \frac{\varepsilon \cotga}{\sin t} (D - D_m)^s \dots \dots \dots (e)$$

Wir bemerken noch, dass es sogar nur selten nöthig sein wird, die Berechnung des ersten Gliedes der Reduction auszuführen, da dieses Glied für $\varepsilon = 0$ und für $a = 90^\circ$ gleich 0 und folglich in den meisten Fällen sehr klein wird.

Stellen wir jetzt alle für die Berechnung der Uhr correction nach der Zinger'schen Methode nöthigen Formeln zusammen:

Oestl. Stern.	West. Stern.		
α'	α''	Rectascensionen	} Ohne Correction wegen der täglichen Aberration.
δ'	δ''	Declinationen	
T'	T''	Beobachtungszeiten nach dem Chronometer.	
i'	i''	Neigung in Bogensecunden.	

Es sei:

$$\frac{\alpha' + \alpha''}{2} = \alpha; \quad \frac{\delta' + \delta''}{2} = \delta; \quad \frac{T' + T''}{2} = T; \quad T' - T'' = D; \quad \frac{i' - i''}{2} = i;$$

$$\frac{\alpha' - \alpha''}{2} - \frac{D_m}{2} = t; \quad \frac{\delta' - \delta''}{2} \cdot \frac{1}{15} = \varepsilon.$$

Nachdem für jeden Faden T und D und Mittelwerth D_m gebildet werden, berechnet man r nach der Formeln (c):

$$\lg m = \lg \varepsilon + \lg(\operatorname{tg} \delta \cotgt) + 2\mathfrak{S}(\varepsilon) - 2\mathfrak{S}(m)$$

$$\lg(r + m) = \lg \varepsilon + \lg(\operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosect}) + 2\mathfrak{S}(\varepsilon) + \mathfrak{S}(r + m) - 3\mathfrak{S}(m)$$

oder nach einer der Formeln (d) und (d').

Weiter wird T , wenn nöthig, wegen $D - D_m$, nach der Formel

$$dT = dr = \frac{\sin 15''}{2 \cos \varphi} \cdot \frac{\varepsilon \cot g \alpha}{\sin t} \cdot (D - D_m) = g(D - D_m)$$

corrigirt und das Mittel T_m gebildet. Es bleibt noch die Neigungscorrection mit Hülfe des Coefficienten $B = \frac{1}{15 \cos \varphi \sin \alpha}$ und die Correction wegen der täglichen Aberration dem § 7 der oben citirten Zinger'schen Abhandlung gemäss anzubringen. Dann hat man:

$$u = \alpha + 0^s 021 \sin h - (T + Bi + r).$$

Als Beispiel mag hier die Berechnung von zwei Zeitbestimmungen, welche am 18 Juni 1891 in Nicolajew gemacht wurden, angeführt werden. Die Durchgänge wurden mit einem Chronometer, dessen täglicher Gang gegen die Sternzeit $= + 0^s 6$ war, beobachtet.

Der Werth eines halben Niveautheils $= \frac{\tau}{2} = 0'' 71$. Die Beobachtungen wurden in solcher Lage des Instruments ausgeführt, dass das Ocular mit dem Niveau von der Richtungslinie gegen den Stern sich rechterseits befand. Die Ablesungen am linken Ende der Niveaublase wurden mit Pluszeichen genommen, so dass die Durchgänge des östlichen Sterns die Correctionen mit demselben Zeichen, wie die Niveauablesungen, und des westlichen—with dem entgegengesetzten Zeichen erforderten.

Die Beobachtungen sind, wie folgt:

	α Canum W	θ Herc. 0	β Draconis 0	η Ursae maj. W
z	28°21'		19°14'	
α	87°12'	83°19'	116°56'	109°25'
$i \frac{\tau}{2}$	+ 0.2	+ 1.7	+ 0.5	+ 0.5
Fäden				
I	15 ^h 20 ^m 35 ^s 6	26 ^m 16 ^s 9	15 ^h 32 ^m 7.0	37 ^m 59.4
II	46.4	6.0	19.1	48.05
III	57.3	25 55.15	30.5	37.4
IV	21 ^m 6.6	46.0	41.9	26.7
V	16.85	35.65	52.4	16.6
VI	27.0	25.4	33 4.5	5.4
VII	37.9	14.5	16.55	36 53.8
$i \frac{\tau}{2}$	+ 0.3	+ 0.7	+ 2.2	+ 0.1
$i' + i'' = b$	+ 1.45		+ 1.65	
$\frac{i' - i''}{2} = i$	+ 0 ² 48		+ 0 ² 52	

Die Breite des Beobachtungsortes ist $= 46^{\circ} 58' 22'' 1$.

Für jedes Sternpaar werden zuerst die Grössen T , D und D_m gebildet. Darnach wird r berechnet und weiter, mit den schon früher gefundenen $\lg \varepsilon$ und $\lg \sin i$ bekommt man den für die Berechnung von dT nöthigen Coefficient g . Für das erste Paar könnte man die Berechnung von dT ganz unterlassen, da hier die einzelnen Werthe von T sich sehr wenig von einander unterscheiden. Und wirklich ist g für dieses Paar sehr klein.

T	dT	T^s	D	$\lg(D - D_m)$
$15^h 23^m 26^s 25$	$-0^s 09$	26.16	$+5^m 41^s 3$	1.7959
26.2	$-.06$	.14	$+5 \ 19.6$	1.6107
26.22	$-.03$	.19	$+4 \ 57.85$	1.2788
26.3	0	.30	$+4 \ 39.4$	—
26.25	$+.03$	.28	$+4 \ 18.8$	1.3010 _n
26.2	$+.06$	.26	$+3 \ 58.4$	1.6070 _n
26.2	$+.09$	.29	$+3 \ 38.85$	1.7942 _n

$15^h 23^m 26^s 231$

$Bi = +0.034$

$+4 \ 38.85$

$Bb = B(i' + i'') = +0.10 \lg g = 7.1611_n$

$\lg \varepsilon = 2.2955_n$

$\lg \cot g a = 8.9196$

$\lg \operatorname{cosec} i = 0.2193$

Const = 5.7267

T	dT	T^s	D	$\log(D - D_m)$
$15^h 35^m 3^s 20$	$+0^s 97$	4.17	$-5^m 52^s 4$	1.8283 _n
3.58	$+.63$	.21	$-5 \ 28.95$	1.6424 _n
3.95	$+.31$	.26	$-5 \ 6.9$	1.3393 _n
4.30	0	.30	$-4 \ 44.8$	9.4150
4.50	$-.30$	.20	$-4 \ 24.2$	1.3193
4.95	$-.63$	.32	$-4 \ 0.9$	1.6450
5.17	$-.98$	.19	$-3 \ 37.25$	1.8313

$15^h 35^m 4^s 236$

$Bi = +0.039$

$-4 \ 45.06$

$Bb = +0.12 \lg g = 8.1577_n$

$\lg \varepsilon = 2.4808$

$\lg \cot g a = 9.6314_n$

$\lg \operatorname{cosec} i = 0.3188$

Const = 5.7267

Es wird sehr bequem sein, alle diese Rechnungen in dem Beobachtungsjournal neben den notirten Werthen von T' und T'' auszuführen, da sie dort leicht controllirt werden können.

Für das 1-e Paar berechnet man T nach der Formel (c), und für das 2-e, wo r sehr klein ist, nach (d').

1-e Paar.

Sterne.		θ Hercul. 0	α Canum W
α'	δ'	17 ^h 52 ^m 32 ^s .87	+ 37°15'50"7
α''	δ''	12 50 56.81	38 54 34.3
α	δ	15 21 44.84	38 5 12.5
$\frac{\alpha' - \alpha''}{2}$	$\frac{\delta' - \delta''}{2}$	2 30 48.03	— 49 21.8
$-\frac{1}{2}(D_m + b)$	ε	— 2 19.48	— 197 ^s 45
$t^h =$	t^0	2 28 28.55 =	37°7'8"
lg ε	lg ε	2.295457 _n	2.295457 _n
lgtg φ	lgtg δ	0.029930	9.894166
lgcosect	lgcotgt	0.219341	0.121007
lg($r_0 + m_0$)	lg m_0	2.544728 _n	2.310630 _n
2 $\Xi(\varepsilon)$	2 $\Xi(\varepsilon)$	30	30
— 3 $\Xi(m)$	— 2 $\Xi(m)$	— 48	— 32
$\Xi(r + m)$	r	47	— 2 ^m 26 ^s .09
$r + m$	$T_m + Bi$	— 350.556	15 23 26.27
— m	Σ	+ 204.469	15 21 0.18
r	$\alpha + \text{Aberr}$	— 146.09	15 21 44.86
S	u	15 ^h 24 ⁿ	+ 0 44.68

2-e Paar.

Sterne.		β Draconis 0.	η Ursae maj W.
α'	δ'	17 ^h 28 ^m 0.68	+ 52°22'53"3
α''	δ''	13 43 16.39	49 51 35.9
α	δ	15 35 38.535	51 7 14.6
$\frac{\alpha' - \alpha''}{2}$	$\frac{\delta' - \delta''}{2}$	1 52 22.145	+ 1 15 38.7
$-\frac{1}{2}(D_m + b)$	ε	+ 2 22.47	+ 302 ^s .58
$t^h =$	t^0	1 54 44.61 =	28°41'9"
lg ε	lg ε	2.48084	2.48084
lgtg φ	lgtg δ	0.02993	0.09350
lgcosect	lgcotgt	0.31875	0.26188
lg($r_0 + m_0$)	lg m_0	2.82952	2.83622
Arg_0	— Δ_0	0.00670	— 1.81500
lg($-r_0$)	r	1.02122	— 10.503
$\Xi(r)$	$T_m + Bi$	0	15 35 4.275
2 $\Xi(\varepsilon)$	Σ	7.0	15 34 53.772
3 $\Xi(\sqrt{mr})$	$\alpha + \text{Aberr.}$	0.8	15 35 38.553
S	u	15 ^h 36 ^m	+ 0 44.78

Da die Charakteristik von $(r + m)$ und m nie grösser ist, als 2, so kann die Berechnung mit fünfstelligen Logarithmen ausgeführt werden.

HÜLFSTAFELN.

I. STERNVERZEICHNISS.

№	Sternnamen.	Grösse	1900.0.	
			δ.	α.
1	β Leonis	2	+ 15° 8'	11 ^h 44 ^m 0
2	α Tauri	1	16 18	4 30.2
3	α Bootis	1	19 42	14 11.1
4	β Arietis	3.2	20 19	1 49.1
5	110 Herculis	4	20 27	18 41.4
6	ζ Tauri	3.4	21 5	5 31.7
7	δ Leonis	2.3	21 5	11 8.8
8	β Herculis	2.3	21 42	16 25.9
9	109 Herculis	4	21 43	18 19.4
10	δ Geminor.	3.4	22 10	7 14.2
11	η Geminor.	4	22 32	6 8.8
12	μ Geminor.	3	22 34	6 16.9
13	α Arietis	2	22 59	2 1.5
14	λ Pegasi	4	23 2	22 41.7
15	ζ Androm.	4	23 43	0 42.0
16	ε Leonis	3	24 14	9 40.2
17	κ Geminor.	4.3	24 38	7 38.4
18	ε Geminor.	3.4	25 14	6 37.8
19	υ Piscium	4	26 44	1 14.0
20	41 Arietis	4	26 51	2 44.1
21	α Coronae	2	27 3	15 30.5
22	ε Coronae	4	27 10	15 53.4
23	♄ Bootis	4.5	27 20	15 0.2
24	β Pegasi	2.3	27 32	22 58.9
25	β Cygni	3	27 45	19 26.7
26	μ Herculis	3.4	27 47	17 42.5
27	ι Geminor.	4	28 0	7 19.5
28	β Geminor.	1.2	28 16	7 39.2
29	43 Comae	4	28 23	13 7.2
30	β Tauri	2	28 31	5 20.0
31	α Androm.	2	28 32	0 3.2
32	ο Herculis	4	28 45	18 3.6
33	α Triang.	4.3	29 5	1 47.4
34	β Coronae	4	29 27	15 23.7
35	η Pegasi	3	29 42	22 38.3
36	ζ Cygni	3	29 49	21 8.7
37	δ Androm.	3.4	30 19	0 34.5
38	ρ Bootis	4.3	30 49	14 27.5
39	ε Herculis	3.4	31 4	16 56.5
40	ζ Perscei	3	31 35	3 47.8
41	ζ Herulis	3.2	31 47	16 37.5
42	ρ Geminor.	5.4	31 59	7 22.7
43	γ Lyrae	3.4	32 33	18 55.2
44	ι Aurigae	3	33 0	4 50.5
45	π Androm.	4	33 10	0 31.5
46	β Lyrae	4	33 15	18 46.4
47	ε Cygni	3.2	33 36	20 42.2
48	γ Urs. maj.	3.4	33 38	11 13.1
49	δ Bootis	3	33 41	15 11.5

I. STERNVERZEICHNISS.

№	Sternnamen.	Grösse	1900.0	
			δ.	α.
50	θ Geminor.	3.4	+ 34° 5'	6 ^h 46 ^m 2
51	β Triang.	3	34 31	2 3.6
52	40 Lyncis	3.4	34 49	9 15.0
53	β Androm.	2.3	35 5	1 4.1
54	ε Persei	4	35 30	3 52.5
55	π Herculis	3	36 55	17 11.5
56	θ Aurigae	3	37 12	5 52.9
57	31 Leon. min.	4.3	37 13	10 22.1
58	θ Herculis	4	37 16	17 52.8
59	μ Bootis	4	37 44	15 20.7
60	μ Androm.	4	37 57	0 51.2
61	ρ Persei	4	38 27	2 58.8
62	α Lyrae	1	38 41	18 33.6
63	γ Bootis	3.2	38 45	14 28.0
64	α Canum	3	38 52	12 51.4
65	η Herculis	3	39 7	16 39.5
66	ε Persei	3.4	39 43	3 51.1
67	γ Cygni	3.2	39 56	20 18.6
68	β Persei	2—4	40 34	3 1.6
69	β Bootis	3	40 47	14 58.2
70	ν Cygni	4	40 47	20 53.4
71	η Aurigae	4.3	41 6	4 59.5
72	ο Androm.	4.3	41 47	22 57.3
73	γ Androm.	2.3	41 51	1 57.8
74	μ Urs. maj.	3	42 0	10 16.4
75	10 Urs. maj.	4	42 11	8 54.2
76	ν Persei	4	42 16	3 38.4
77	σ Herculis	4	42 39	16 30.9
78	ι Androm.	4	42 43	23 33.2
79	δ Cygni	3	44 53	19 41.9
80	α Cygni	2.1	44 55	20 38.0
81	β Aurigae	2	44 56	5 52.2
82	↓ Urs. maj.	3	45 3	11 4.0
83	α Aurigae	1	45 54	5 9.3
84	ι Herculis	3.4	46 4	17 36.6
85	λ Bootis	4	46 33	14 12.6
86	τ Herculis	3.4	46 33	16 16.7
87	ε Persei	4	47 27	4 1.4
88	δ Persei	3	47 28	3 35.8
89	ο Persei	4.3	48 7	1 31.8
90	χ Urs. maj.	4	48 20	11 40.8
91	ι Urs. maj.	3	48 26	8 52.4
92	θ Persei	4	48 48	2 37.4
93	α Persei	2	49 30	3 15.4
94	7 Lacertae	4	49 46	22 27.2
95	η Urs. maj.	2	49 49	13 43.6
96	γ Draconis	2.3	51 30	17 54.3
97	θ Urs. maj.	3	52 8	9 26.2
98	θ Bootis	4	52 19	14 21.8
99	β Draconis	3.2	52 23	17 28.2

II. STERNPAAREN-LISTE.

N ^o der Paare.	S ₀	K	Oestliche Sterne.		Westliche Sterne.	
1	0 ^h 0 ^m 6	— 8 ^m 4	υ Persei	4.3	7 Lacertae	4
2	0 5.2	— 0.5	ε Persei	3.4	γ Cygni	3.2
3	0 13.5	+ 3.8	ν Persei	4	ν Cygni	4
4	0 24.0	— 2.7	ε Persei	3.4	ν Cygni	4
5	0 33.1	— 3.7	θ Persei	4	7 Lacertae	4
6	0 36.9	+ 2.6	η Aurigae	4.3	γ Cygni	3.2
7	0 47.6	— 1.4	ι Aurigae	3	ε Cygni	3.2
8	0 51.5	— 0.9	α Persei	2	7 Lacertae	4
9	0 52.0	+ 2.2	α Aurigae	1	α Cygni	2.1
10	1 1.5	— 4.8	β Persei	2—4	ο Andromedae . .	4.3
11	1 8.6	+ 6.0	ζ Persei	3	η Pegasi	3
12	1 15.1	0.0	β Aurigae	2	α Cygni	2.1
13	1 17.0	+ 1.7	ν Persei	4	ο Andromedae . .	4.3
14	1 27.7	— 6.9	ε Persei	3.4	ο Andromedae . .	4.3
15	1 36.5	— 1.8	ν Persei	4	ι Andromedae . .	4
16	1 43.2	+ 1.0	θ Geminorum . .	3.4	ε Cygni	3.2
17	1 59.5	— 1.9	η Aurigae	4.3	ο Andromedae . .	4.3
18	2 1.8	— 3.1	β Tauri	2	η Pegasi	3
19	2 7.2	+ 2.7	β Tauri	2	β Pegasi	2.3
20	2 18.9	— 4.9	η Aurigae	4.3	ι Andromedae . .	4
21	2 26.4	— 1.2	η Geminorum . .	4	λ Pegasi	4
22	2 30.4	— 1.1	μ Geminorum . .	3	λ Pegasi	4
23	2 34.4	— 4.9	δ Persei	3	υ Persei	4.3
24	2 41.6	+ 0.0	β Tauri	2	α Andromedae . .	2
25	2 47.3	— 4.2	c Persei	4	υ Persei	4.3
26	3 0.0	— 1.9	δ Geminorum . .	3.4	λ Pegasi	4
27	3 1.7	— 6.2	β Tauri	2	δ Andromedae . .	3.4
28	3 11.8	— 3.1	β Geminorum . .	1.2	η Pegasi	3
29	3 17.4	+ 1.6	β Geminorum . .	1.2	β Pegasi	2.3
30	3 23.5	— 2.5	θ Aurigae	3	μ Andromedae . .	4
31	3 32.4	— 3.4	μ Geminorum . .	3	ζ Andromedae . .	4
32	3 42.6	— 1.3	ι Geminorum . .	4	α Andromedae . .	2
33	3 51.8	— 0.6	β Geminorum . .	1.2	α Andromedae . .	2
34	3 57.2	— 2.9	θ Geminorum . .	3.4	β Andromedae . .	2.3
35	4 8.1	+ 2.3	κ Geminorum . .	4.3	ζ Andromedae . .	4
36	4 13.9	+ 3.5	ι Geminorum . .	4	υ Piscium	4
37	4 23.1	+ 4.1	β Geminorum . .	1.2	υ Piscium	4
38	4 25.9	— 1.5	θ Geminorum . .	3.4	β Trianguli . . .	3
39	4 40.1	— 2.6	δ Geminorum . .	3.4	α Arietis	2
40	4 45.2	— 2.4	β Geminorum . .	1.2	α Trianguli . . .	4.3
41	4 49.9	+ 3.6	40 Lyncis	3.4	π Andromedae . .	4
42	5 7.9	+ 4.7	β Geminorum . .	1.2	41 Arietis	4
43	5 10.1	— 0.6	40 Lyncis	3.4	β Andromedae . .	2.3
44	5 25.5	+ 0.8	10 Ursae majoris .	4	γ Andromedae . .	2.3
45	5 38.7	+ 0.7	40 Lyncis	3.4	β Trianguli . . .	3
46	5 45.3	— 1.1	ι Ursae majoris .	3	θ Persei	4
47	5 48.0	+ 3.0	ε Leonis	3	α Arietis	2

II. STERNPAAREN-LISTE.

N ^o der Sterne. 0 w	OESTLICHE STERNE.			WESTLICHE STERNE.		
	lg sin H.	Ψ.	ltg H.	lg sin H.	Ψ.	ltg H.
89 94	9.9850	50°25'	0.5722 _n	9.9853	52°10'	0.5770
66 67	9.8850	56 23	0.0780 _n	9.8853	56 42	0.0788
76 70	9.9121	55 26	0.1510 _n	9.9109	53 19	0.1473
66 70	9.9013	53 19	0.1201 _n	9.9023	54 53	0.1228
92 94	9.9733	53 8	0.4419 _n	9.9738	54 11	0.4458
71 67	9.8617	64 42	0.0251 _n	9.8582	62 51	0.0177
44 47	9.8336	53 1	9.9694 _n	9.8341	54 11	9.9702
93 94	9.9658	55 21	0.3843 _n	9.9661	55 38	0.3859
83 80	9.8915	67 13	0.0940 _n	9.8885	65 54	0.0865
68 72	9.9661	44 41	0.3862 _n	9.9652	46 12	0.3802
40 35	9.9234	38 40	0.1867 _n	9.9285	35 45	0.2045
81 80	9.8747	70 28	0.0538 _n	9.8746	70 28	0.0535
76 72	9.9560	48 6	0.3245 _n	9.9563	47 28	0.3260
66 72	9.9507	45 42	0.2970 _n	9.9496	48 26	0.2917
76 78	9.9670	46 31	0.3926 _n	9.9668	47 4	0.3918
50 47	9.7755	70 1	9.8709 _n	9.7728	69 2	9.8668
71 72	9.9275	50 58	0.2009 _n	9.9277	51 55	0.2015
30 35	9.8713	39 57	0.0461 _n	9.8686	42 7	0.0400
30 24	9.8783	39 11	0.0621 _n	9.8811	37 26	0.0687
71 78	9.9415	48 46	0.2550 _n	9.9415	50 55	0.2547
11 14	9.8112	36 18	9.9292 _n	9.8093	37 22	9.9259
12 14	9.8039	37 4	9.9168 _n	9.8021	38 6	9.9137
88 89	9.9929	48 30	0.7402 _n	9.9928	49 11	0.7373
30 31	9.9183	35 11	0.1700 _n	9.9183	35 13	0.1701
87 89	9.9898	48 58	0.6587 _n	9.9896	49 41	0.6552
10 14	9.7474	42 27	9.8288 _n	9.7451	44 43	9.8254
30 37	9.9379	33 25	0.2401 _n	9.9324	36 8	0.2188
28 35	9.7684	53 50	9.8600 _n	9.7708	57 8	9.8636
28 24	9.7771	52 18	9.8734 _n	9.7770	50 35	9.8733
56 60	9.9423	43 41	0.2581 _n	9.9414	44 44	0.2545
12 15	9.9001	28 53	0.1166 _n	9.8948	30 50	0.1026
27 31	9.8437	42 17	9.9886 _n	9.8424	43 14	9.9861
28 31	9.8296	44 31	9.9619 _n	9.8291	45 4	9.9610
50 53	9.9194	42 26	0.1737 _n	9.9180	43 58	0.1690
17 15	9.8401	37 2	9.9817 _n	9.8434	35 14	9.9880
27 19	9.8859	37 38	0.0801 _n	9.8896	35 27	0.0894
28 19	9.8733	39 21	0.0505 _n	9.8778	36 35	0.0608
50 51	9.9442	39 35	0.2667 _n	9.9433	40 13	0.2626
10 13	9.9121 ₅	27 30	0.1511 _n	9.9081	28 51	0.1391
28 33	9.9005	36 33	0.1179 _n	9.8981	37 55	0.1113
52 45	9.8193	59 57	9.9433 _n	9.8158	56 44	9.9372
28 20	9.9251	34 15	0.1926 _n	9.9304	32 2	0.2112
52 53	9.8416	55 19	9.9845 _n	9.8419	55 49	9.9851
75 73	9.9089	55 55	0.1415 _n	9.9085	55 27	0.1403
52 53	9.8733	49 49	0.0506 _n	9.8734	49 20	0.0508
91 92	9.9422	58 44	0.2578 _n	9.9427	59 9	0.2601
16 13	9.8017	40 23	9.9131 _n	9.8058 ₅	37 38	9.9200

II. STERNPAAREN-LISTE.

N ^o der Paare.	S ₀	K	Oestliche Sterne.		Westliche Sterne.	
48	5 ^h 55 ^m 3	+ 4 ^m 6	10 Ursae majoris .	4	β Persei	2—4
49	6 5.0	— 3.2	ι Ursae majoris .	3	α Persei	2
50	6 13.1	+ 3.0	ι Ursae majoris .	3	δ Persei	3
51	6 16.4	— 0.3	10 Ursae majoris .	4	ν Persei	4
52	6 25.9	+ 3.3	ι Ursae majoris .	3	ε Persei	4
53	6 35.2	— 2.1	40 Lyncis	3.4	ξ Persei	4
54	6 42.6	— 3.0	31 Leon. min. . . .	4.3	ρ Persei	4
55	6 55.0	+ 4.4	10 Ursae majoris .	4	η Aurigae	4.3
56	6 57.8	— 0.7	μ Ursae majoris .	3	ν Persei	4
57	7 4.0	+ 4.6	31 Leon. min. . . .	4.3	ξ Persei	4
58	7 9.9	— 1.0	χ Ursae majoris .	4	θ Persei	4
59	7 23.4	— 5.8	ψ Ursae majoris .	3	δ Persei	3
60	7 26.3	+ 5.0	ν Ursae majoris .	3.4	ζ Persei	3
61	7 29.9	— 2.6	χ Ursae majoris .	4	α Persei	2
62	7 36.6	+ 2.8	μ Ursae majoris .	3	η Aurigae	4.3
63	7 49.9	+ 2.1	χ Ursae majoris .	4	ε Persei	4
64	8 0.5	+ 1.7	ν Ursae majoris .	3.4	ι Aurigae	3
65	8 7.7	— 2.4	ψ Ursae majoris .	3	α Aurigae	1
66	8 10.1	— 2.9	β Leonis	2	α Tauri	1
67	8 20.2	0	δ Leonis	2.3	ζ Tauri	3.4
68	8 27.9	+ 0.4	ψ Ursae majoris .	3	β Aurigae	2
69	8 35.3	+ 4.8	η Ursae majoris .	2	δ Persei	3
70	8 47.1	— 5.0	δ Leonis	2.3	μ Geminorum . .	3
71	9 0.6	— 1.6	ν Ursae majoris .	3.4	θ Geminorum . .	3.4
72	9 12.7	+ 7.2	α Bootis	1	α Tauri	1
73	9 13.9	— 0.3	43 Comae	4	β Tauri	2
74	9 19.2	+ 4.2	α Canum	3	θ Aurigae	3
75	9 24.8	+ 4.2	δ Bootis	3	ζ Persei	3
76	9 39.9	+ 1.4	λ Bootis	4	α Aurigae	1
77	9 48.4	— 5.0	γ Bootis	3.2	η Aurigae	4.3
78	9 54.6	— 3.0	α Bootis	1	ζ Tauri	3.4
79	9 59.8	+ 3.6	λ Bootis	4	β Aurigae	2
80	10 7.5	+ 3.4	γ Bootis	3.2	θ Aurigae	3
81	10 12.5	+ 1.1	43 Comae	4	ι Geminorum . .	4
82	10 16.7	— 0.6	χ Ursae majoris .	4	ι Ursae majoris .	3
83	10 22.9	+ 0.4	43 Comae	4	β Geminorum . .	1.2
84	10 35.7	+ 1.1	μ Bootis	4	θ Aurigae	3
85	10 44.2	+ 4.7	ψ Bootis	4.5	ε Geminorum . .	3.4
86	10 57.5	— 2.9	ρ Bootis	4.3	ρ Geminorum . .	5.4
87	11 0.2	+ 4.0	α Coronae Boreal.	2	ε Geminorum . .	3.4
88	11 11.2	— 1.6	ψ Bootis	4.5	ι Geminorum . .	4
89	11 16.8	+ 4.7	η Ursae majoris .	2	ι Ursae majoris .	3
90	11 21.7	— 2.3	ψ Bootis	4.5	β Geminorum . .	1.2
91	11 28.9	+ 2.8	β Coronae Boreal.	4	β Geminorum . .	1.2
92	11 37.4	— 2.8	α Coronae Boreal.	2	β Geminorum . .	1.2
93	11 48.7	— 2.5	ε Coronae Boreal.	4	β Geminorum . .	1.2
94	11 58.4	— 3.9	β Bootis	3	10 Ursae majoris .	4

II. STERNPAAREN-LISTE.

№№ der Sterne. 0 w	OESTLICHE STERNE.			WESTLICHE STERNE.		
	lg sin H.	Ψ.	ltg H.	lg sin H.	Ψ.	ltg H.
75 68	9.9311	51°54'	0.2139 _n	9.9309	49°41'	0.2130
91 93	9.9526	56 33	0.3066 _n	9.9538	57 46	0.3124
91 88	9.9568	55 44	0.3284 _n	9.9560	54 38	0.3241
75 76	9.9456	49 34	0.2727 _n	9.9456	49 40	0.2729
91 87	9.9630	54 34	0.3655 _n	9.9624	53 26	0.3618
52 54	9.9293	42 13	0.2073 _n	9.9282	43 15	0.2034
57 61	9.8801	52 51	0.0663 _n	9.8813	54 49	0.0691
75 71	9.9684	46 14	0.4022 _n	9.9691 ₅	44 53	0.4081
74 76	9.9160	54 16	0.1629 _n	9.9163	54 39	0.1638
57 54	9.9007	49 29	0.1184 _n	9.9015	46 46	0.1206
90 92	9.8967	71 22	0.1077 _n	9.8984	71 55	0.1122
82 88	9.9110	60 18	0.1478 _n	9.9160	63 23	0.1630
48 40	9.8562	50 28	0.0136 _n	9.8570	46 43	0.0152
90 93	9.9067	67 49	0.1352 _n	9.9102 ₅	69 13	0.1455
74 71	9.9439	49 35	0.2652 _n	9.9439	48 25	0.2653
90 87	9.9175	64 35	0.1678 _n	9.9154	63 31	0.1612
48 44	9.8946	44 55	0.1020 _n	9.8954	43 52	0.1042
82 83	9.9400	54 21	0.2485 _n	9.9408	55 24	0.2518
1 2	9.8001	24 26	9.9104 _n	9.7911	27 0	9.8957
7 6	9.8920	27 28	0.9955 _n	9.8920	27 28	0.0955
82 81	9.9521	52 12	0.3039 _n	9.9521	52 3	0.3040
95 88	9.8907	79 18	0.0921 _n	9.8795	76 32	0.0648
7 12	9.9249	25 20	0.1918 _n	9.9173	27 40	0.1669
48 50	9.9496	38 28	0.2916 _n	9.9488	39 5	0.2876
3 2	9.6229	53 26	9.6650 _n	9.6278	41 24	0.6710
29 30	9.8214	45 49	9.9471 _n	9.8212	46 6	9.9468
64 56	9.8937	53 16	0.0997 _n	9.8929	50 41	0.0976
49 40	9.7456	85 2	9.8262 _n	9.7248	80 45	9.7966
85 83	9.8863	70 36	0.0812 _n	9.8839	69 46	0.0752
63 71	7.8331	66 49	9.9683 _n	9.8429	70 43	9.9870
3 6	9.7255	39 22	9.7975 _n	9.7209	43 10	9.7912
85 81	9.8973	66 52	0.1093 _n	9.8927	64 44	0.0972
63 56	9.8492	62 20	9.9995 _n	9.8453	59 41	9.9918
29 27	9.9000	36 46	0.1164 _n	9.9010	36 8	0.1193
90 91	9.9873	50 17	0.6098 _n	9.9873	50 24	0.6096
29 28	9.9117	35 38	0.1497 _n	9.9121	35 26	0.1510
59 56	9.8213	67 27	9.9469 _n	9.8192	66 28	9.9431
23 18	9.7800	49 39	9.8779 _n	9.7819	44 47	9.8809
38 42	9.8645	44 25	0.0311 _n	9.8632	46 32	0.0284
21 18	9.7541	53 14	9.8386 _n	9.7535	48 46	9.8377
23 27	9.8226	43 42	9.9492 _n	9.8219	45 2	9.9478
95 91	9.9650	55 54	0.3789 _n	9.9640	54 23	0.3717
23 28	9.8385	41 46	9.9786 _n	9.8368	43 36	9.9753
34 28	9.8249	47 23	9.9532 _n	9.8262	44 58	9.9557
21 28	9.8148	44 10	9.9354 _n	9.8134	46 42	9.9330
22 28	9.7969	46 47	9.9051 _n	9.7961	49 14	9.9038
69 75	9.9268	50 38	0.1985 _n	9.9273	52 33	0.2002

II. STERNPAAREN-LISTE.

N ^o der Paare.	S ₀	K	Oestliche Sterne.		Westliche Sterne.	
95	12 ^h 0 ^m 5	— 0 ^m 4	ζ Herculis . . .	3.2	ρ Geminorum . .	5.4
96	12 11.5	— 1.9	ε Herculis . . .	3.4	ρ Geminorum . .	5.4
97	12 15.5	— 3.2	δ Bootis	3	40 Lyncis	3.4
98	12 21.9	+ 6.0	γ Bootis	3.2	31 Leonis min. . .	3.4
99	12 36.5	+ 7.5	λ Bootis	4	ψ Ursae majoris .	3
100	12 39.3	— 4.2	β Bootis	3	μ Ursae majoris .	3
101	12 41.8	+ 1.1	σ Herculis . . .	4	10 Ursae majoris .	4
102	12 50.4	+ 1.7	μ Bootis	4	31 Leonis min. . .	4.3
103	13 2.3	— 7.4	ζ Herculis	3.2	40 Lyncis	3.4
104	13 9.0	+ 4.9	π Herculis . . .	3	40 Lyncis	3.4
105	13 12.2	+ 0.2	δ Bootis	3	ν Ursae majoris .	3.4
106	13 22.6	+ 1.8	σ Herculis . . .	4	μ Ursae majoris .	3
107	13 27.3	+ 5.2	η Herculis . . .	3	31 Leonis min. . .	4.3
108	13 38.5	+ 4.8	τ Herculis . . .	3.4	ψ Ursae majoris .	3
109	13 47.4	— 0.8	π Herculis . . .	3	31 Leonis min. . .	4.3
110	14 0.6	— 6.3	τ Herculis . . .	3.4	χ Ursae majoris .	4
111	14 7.3	+ 0.1	θ Herculis . . .	4	31 Leonis min. . .	4.3
112	14 18.9	+ 2.7	ι Herculis . . .	3.4	ψ Ursae majoris .	3
113	14 25.1	+ 3.3	α Lyrae	1	31 Leonis min. . .	4.3
114	14 42.6	+ 1.6	109 Herculis . . .	4	δ Leonis	2.3
115	14 44.9	+ 1.0	η Herculis . . .	3	α Canum	3
116	14 56.6	— 1.5	110 Herculis . . .	4	δ Leonis	2.3
117	15 0.6	— 0.9	β Lyrae	4	ν Ursae majoris .	3.4
118	15 6.3	— 2.6	γ Lyrae	3.4	ν Ursae majoris .	3.4
119	15 14.6	0	τ Herculis . . .	3.4	λ Bootis	4
120	15 25.1	— 5.2	θ Herculis . . .	4	α Canum	3
121	15 34.8	+ 10.9	β Draconis . . .	3.2	η Ursae majoris .	2
122	15 42.8	— 0.5	α Lyrae	1	α Canum	3
123	15 48.0	+ 6.5	γ Draconis . . .	2.3	η Ursae majoris .	2
124	15 55.2	— 2.2	ι Herculis . . .	3.4	λ Bootis	4
125	15 57.7	— 0.1	ε Cygni	3.2	ν Ursae majoris .	3.4
126	16 8.1	— 3.7	γ Draconis . . .	2.3	θ Bootis	4
127	16 18.4	— 1.7	β Cygni	3	43 Comae	4
128	16 30.9	— 0.3	α Lyrae	1	γ Bootis	3.2
129	16 33.1	+ 2.6	γ Cygni	3.2	α Canum	3
130	16 49.0	+ 4.4	ν Cygni	4	α Canum	3
131	16 59.3	— 5.1	δ Cygni	3	λ Bootis	4
132	17 5.0	+ 3.3	ζ Cygni	3	43 Comae	4
133	17 21.2	+ 3.4	γ Cygni	3.2	γ Bootis	3.2
134	17 27.5	— 4.4	α Cygni	2.1	λ Bootis	4
135	17 39.8	— 2.6	γ Cygni	3.2	β Bootis	3
136	17 50.2	— 2.6	ζ Cygni	3	ρ Bootis	4.3
137	17 55.8	0	ν Cygni	4	β Bootis	3
138	17 57.0	— 0.3	ε Cygni	3.2	δ Bootis	3
139	18 1.4	— 7.7	δ Cygni	3	τ Herculis . . .	3.4

II. STERNPAAREN-LISTE.

№№ der Sterne. 0 w	OESTLICHE STERNE.			WESTLICHE STERNE.		
	lg sin H.	Ψ.	ltg H.	lg sin H.	Ψ.	ltg H.
41 42	9.7830	60°14'	9.8827 _n	9.7836	60°40'	9.8837
39 42	9.7671	61 55	9.8580 _n	9.7706	63 55	9.8634
49 52	9.9117	42 49	9.1497 _n	9.9103	44 35	0.1455
63 57	9.9605	43 17	0.3501 _n	9.9626	41 24	0.3632
85 82	9.9823	49 8	0.5351 _n	9.9826	47 27	0.5394
69 74	9.9553	46 23	0.3205 _n	9.9547	47 58	0.3173
77 75	9.8952	59 36	0.1037 _n	9.8943	58 56	0.1014
59 57	9.9425	44 19	0.2592 _n	9.9431	43 35	0.2618
41 52	9.8619	46 22	0.0256 _n	9.8612	51 48	0.0242
55 52	9.8557	56 52	0.0127 _n	9.8538	53 5	0.0087
49 48	9.9592	37 32	0.3424 _n	9.9593	37 28	9.3429
77 74	9.9256	53 31	0.1944 _n	9.9253	52 38	0.1933
65 57	9.9121	50 35	0.1509 _n	9.9126	47 43	0.1523
86 82	9.9538	53 51	0.3124 _n	9.9530	52 3	0.3086
55 57	9.8940	50 4	0.1005 _n	9.8939	50 33	0.1003
86 90	9.9652	51 52	0.3800 _n	9.9660	53 54	0.3852
58 57	9.8744	53 57	0.0531 _n	9.8745	53 51	0.0533
84 82	9.9293	57 56	0.2075 _n	9.9281	56 38	0.2030
62 57	9.8596	59 43	0.0207 _n	9.8568	57 15	0.0150
9 7	9.8179	34 15	9.9408 _n	9.8208	32 55	9.9460
65 64	9.9677	42 49	0.3971 _n	9.9680	42 29	0.3998
5 7	9.7976	33 50	9.9063 _n	9.7946	35 15	9.9013
46 48	9.8556	49 52	0.0124 _n	9.8554	50 36	0.0120
43 48	9.8485	49 42	9.9980 _n	9.8487	51 42	9.9984
86 85	9.9925	47 37	0.7275 _n	9.9925	47 37	0.7282
58 64	9.9436	43 35	0.2641 _n	9.9421	45 49	0.2573
99 95	9.9810	55 51	0.5188 _n	9.9794	53 14	0.5009
62 64	9.9286	47 27	0.2048 _n	9.9286	47 42	0.2047
96 95	9.9756	55 52	0.4625 _n	9.9744	54 8	0.4516
84 85	9.9799	48 57	0.5071 _n	9.9798 ₅	49 30	0.5061
47 48	9.7892	64 2	9.8926 _n	9.7894	64 6	9.8929
96 98	9.9825	54 34	0.5380 _n	9.9831	55 22	0.5462
25 29	9.8817	37 41	0.0701 _n	9.8799	38 49	0.0658
62 63	9.9625	42 57	0.3623 _n	9.9625	43 2	0.3621
67 64	9.8863	56 31	0.0811 _n	9.8851	54 51	0.0781
70 64	9.8743	60 45	0.0529 _n	9.8705	57 43	0.0443
79 85	9.9480	52 42	0.2838 _n	9.9491	54 43	0.2889
36 29	9.8142	49 42	9.9344 _n	9.8147	46 45	9.9352
67 63	9.9264	49 30	0.1973 _n	9.9268	47 48	0.1986
80 85	9.9306	55 57	0.2119 _n	9.9325	58 0	0.2191
67 69	9.9404	47 25	0.2504 _n	9.9402	48 34	0.2493
36 38	9.8753	41 30	0.0551 _n	9.8736	43 16	0.0512
70 69	9.9285	50 22	0.2044 _n	9.9285	50 22	0.2044
47 49	9.9219	41 29	0.1817 _n	9.9218	41 37	0.1814
79 86	9.9794	47 44	0.5011 _n	9.9790	49 38	0.4971

II. STERNPAAREN-LISTE.

N ^o der Paare.	S ₀	K	Oestliche Sterne.		Westliche Sterne.	
140	18 ^h 15 ^m 4	+ 1 ^m 1	ζ Cygni	3	β Coronae	4
141	18 27.4	+ 3.5	γ Cygni	3.2	η Herculis	3
142	18 35.2	— 2.5	η Pegasi	3	ρ Bootis	4.3
143	18 43.4	+ 6.3	ν Cygni	4	η Herculis	3
144	18 56.1	+ 2.3	ο Andromedae	4.3	β Bootis	3
145	19 0.5	+ 0.6	η Pegasi	3	β Coronae	4
146	19 8.8	— 6.0	α Cygni	2.1	ι Herculis	3.4
147	19 13.6	+ 1.2	β Pegasi	2.3	α Coronae	2
148	19 25.4	+ 0.9	β Pegasi	2.3	ε Coronae	4
149	19 30.5	+ 3.6	λ Pegasi	4	β Herculis	2.3
150	19 43.6	+ 3.3	α Andromedae	2	α Coronae	2
151	19 45.5	— 2.3	ο Andromedae	4.3	σ Herculis	4
152	19 50.5	— 4.0	η Pegasi	3	ε Herculis	3.4
153	19 55.4	+ 3.1	α Andromedae	2	ε Coronae	4
154	20 1.9	+ 0.2	ι Andromedae	4	σ Herculis	4
155	20 11.9	— 6.2	7 Lacertae	4	γ Draconis	2.3
156	20 21.3	— 0.8	β Pegasi	2.3	μ Herculis	3.4
157	20 31.7	+ 3.2	π Andromedae	4	ζ Herculis	3.2
158	20 38.9	— 3.4	δ Andromedae	3.4	ζ Herculis	3.2
159	20 47.1	— 1.8	δ Andromedae	3.4	ε Herculis	3.4
160	20 51.1	+ 2.0	α Andromedae	2	μ Herculis	3.4
161	20 59.5	+ 2.5	μ Andromedae	4	π Herculis	3
162	21 3.9	— 0.6	α Andromedae	2	ο Herculis	4
163	21 11.3	— 4.3	β Andromedae	2.3	π Herculis	3
164	21 15.6	+ 4.2	δ Andromedae	3.4	ο Herculis	4
165	21 20.8	+ 1.7	μ Andromedae	4	θ Herculis	4
166	21 30.5	— 2.5	ο Piscium	4	μ Herculis	3.4
167	21 39.2	— 0.2	π Andromedae	4	β Lyrae	4
168	21 43.7	— 2.0	μ Andromedae	4	α Lyrae	1
169	21 54.8	+ 0.8	α Trianguli	4.3	ο Herculis	4
170	22 2.1	+ 3.2	ρ Persei	4	π Herculis	3
171	22 7.5	+ 3.0	α Arietis	2	109 Herculis	4
172	22 15.5	— 0.3	β Arietis	3.2	110 Herculis	4
173	22 22.5	+ 3.1	β Trianguli	3	β Lyrae	4
174	22 34.0	+ 3.6	α Trianguli	4.3	β Cygni	3
175	22 46.6	— 0.5	ρ Persei	4	α Lyrae	1
176	22 49.8	+ 5.5	β Andromedae	2.3	ε Cygni	3.2
177	23 5.1	+ 5.7	γ Andromedae	2.3	γ Cygni	3.2
178	23 7.4	— 2.2	41 Arietis	4	β Cygni	3
179	23 10.4	+ 2.2	ε Persei	3.4	α Lyrae	1
180	23 21.0	+ 2.8	β Trianguli	3	ε Cygni	3.2
181	23 23.9	+ 3.5	γ Andromedae	2.3	ν Cygni	4
182	23 39.0	+ 1.6	β Persei	2—4	γ Cygni	3.2
183	23 44.5	— 6.1	ν Persei	4	δ Cygni	3
184	23 48.9	— 0.5	ι Aurigae	3	β Lyrae	4
185	23 51.8	+ 0.9	ι Aurigae	3	γ Lyrae	3.4
186	23 57.9	— 0.6	β Persei	2—4	ν Cygni	4

II. STERNPAAREN-LISTE.

N ^o .N ^o der Sterne. o w		OESTLICHE STERNE.			WESTLICHE STERNE.		
		lg sin H.	Ψ.	ltg H.	lg sin H.	Ψ.	ltg H.
36	34	9.9050	38°14'	0.1302 _n	9.9059	37°38'	0.1328
67	65	9.9703	43 25	0.4168 _n	9.9713	42 23	0.4248
35	38	9.8144	49 26	9.9347 _n	9.8146	51 44	9.9351
70	65	9.9607	45 39	0.3513 _n	9.9623	43 29	0.3610
72	69	9.8820	60 58	0.0707 _n	9.8797	59 31	0.0653
35	34	9.8497	44 27	0.0005 _n	9.8500	43 59	0 0010
80	84	9.9837	47 9	0.5544 _n	9.9833	48 26	0.5493
24	21	9.8292	43 14	9.9612 _n	9.8303	42 14	9.9642
24	22	9.8467	41 9	9.9944 _n	9.8474	40 27	9.9958
14	8	9.8643	32 20	0.0307 _n	9.8706	29 52	0.0445
31	21	9.7824	52 2	0.8817 _n	0.7825	48 38	9.8818
72	77	9.9205	53 9	0.1772 _n	9.9210	54 21	0.1790
35	39	9.9107	37 29	0.1468 _n	9.9072	39 43	0.1367
31	22	9.8004	49 9	9.9109 _n	9.8012	46 11	9.9123
78	77	9.9089	56 48	0.1414 _n	9.9089	56 41	0.1414
94	96	9.9699	54 54	0.4142 _n	9.9713	56 43	0.4252
24	26	9.9173	34 0	0.1669 _n	9.9165	34 24	0 1643
45	41	9.8383	52 32	9.9783 _n	9.8380	49 54	9.9775
37	41	9.8283	48 33	9.9596 _n	9.8287	51 24	9.9602
37	39	9.8396	46 55	9.9806 _n	9.8390	48 23	9.9795
31	26	9.8792	39 7	0.0642 _n	9.8815	37 46	0.0695
60	55	9.8716	55 45	0.0462 _n	9.8703	54 4	0.0440
31	32	9.8950	37 28	0.1030 _n	9.8943	37 51	0.1014
53	55	9.8565	53 7	0.0142 _n	9.8584	56 19	0.0183
37	32	9.8765	42 8	0.0578 _n	9.8800	39 21	0.0661
60	58	9.8918	52 5	0.0949 _n	9.8915	51 1	0.0942
19	26	9.8282	41 55	9.9594 _n	9.8264	44 3	9.9560
45	46	9.9141	41 49	0.1569 _n	9.9138	41 58	0.1560
60	62	9.9126	48 46	0.1526 _n	9.9126	49 51	0.1523
33	32	9.8260	46 30	9.9554 _n	9.8264	45 50	9.9561
61	55	9.8179	71 3	9.9408 _n	9.8104	68 21	9.9278
13	9	9.7921	39 4	9.8972 _n	9.7970	36 12	9.9052
4	5	9.8183	31 50	9.9416 _n	9.8179	32 6	9.9409
51	46	9.8667	50 22	0.0360 _n	9.8670	48 8	0.0365
33	25	9.8793	39 56	0.0644 _n	9.8830	37 33	0.0732
61	62	9.8549	60 17	0.0110 _n	9.8555	60 39	0.0122 ₅
53	47	9.9502	40 8	0.2946 _n	9.9532	38 3	0.3097
73	67	9.9347	50 51	0.2274 _n	9.9348	48 14	0.2278
20	25	9.8391	40 51	9.9797 _n	9.8371	42 39	9.9758
66	62	9.8390	67 48	9.9795 _n	9.8349	66 5	9.9717
51	47	9.9262	42 11	0.1964 _n	9.9277	40 49	0.2018
73	70	9.9475	48 51	0.2815 _n	9.9478	47 27	0.2829
68	67	9.9081	53 28	0.1391 _n	9.9078	52 32	0.1382
76	79	9.8898	60 5	0.0899 _n	9.8957	63 48	0.1050
44	46	9.7666	68 47	9.8573 _n	9.7681	69 16	9.8596
44	43	9.7694	67 51	9.8615 _n	9.7673	66 50	9.8583
68	70	9.9232	50 54	0.1862 _n	9.9232	51 13	0.1861

III. Höhenänderungen während 10^m (in Bogenminuten)

(für östliche Sterne mit + und westliche mit --).

Argumente: Breite. φ und Azimuth a .

$\varphi \backslash a$	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	$\varphi \backslash a$
90°	130	127	124	121	118	115	111	108	104	100	96	90°
86	130	127	124	121	118	115	111	108	104	100	96	94
82	129	126	123	120	117	114	110	107	103	99	95	98
78	127	124	122	119	116	112	109	106	102	98	94	102
74	125	122	120	117	114	110	107	104	100	96	93	106
70	122	120	117	114	111	108	105	101	98	94	91	110
66	119	116	114	111	108	105	102	99	95	92	88	114
62	115	112	110	107	104	101	98	95	92	89	85	118
58	110	108	105	103	100	97	95	91	88	85	82	122
54	105	103	101	98	96	93	90	87	84	81	78	126
50	100	97	95	93	91	88	85	83	80	77	74	130
46	93	91	89	87	85	83	80	78	75	72	69	134
42	87	85	83	81	79	77	75	72	70	67	65	138
38	80	78	77	75	73	71	69	66	64	62	59	142
34	73	71	70	68	66	64	62	60	58	56	54	146
30	65	64	62	61	59	57	56	54	52	50	48	150

IV. Grössen $f = \cos a \operatorname{tg} h$.

Argumente: Höhe h und Azimuth a .

$h \backslash a$	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°	33°	36°	39°	42°	$h \backslash a$
90°	+0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00—	90°
86	+0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06—	94
82	+0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13—	98
78	+0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.15	0.17	0.19—	102
74	+0.06	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.25—	106
70	+0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31—	110
66	+0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.30	0.33	0.37—	114
62	+0.10	0.13	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	0.30	0.34	0.38	0.42—	118
58	+0.11	0.14	0.17	0.20	0.24	0.27	0.31	0.34	0.38	0.43	0.48—	122
54	+0.12	0.16	0.19	0.23	0.26	0.30	0.34	0.38	0.43	0.48	0.53—	126
50	+0.14	0.17	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37	0.42	0.47	0.52	0.58—	130
46	+0.15	0.19	0.23	0.27	0.31	0.35	0.40	0.45	0.50	0.56	0.63—	134
42	+0.16	0.20	0.24	0.29	0.33	0.38	0.43	0.48	0.54	0.60	0.67—	138
38	+0.17	0.21	0.26	0.30	0.35	0.40	0.45	0.51	0.57	0.64	0.71—	142
34	+0.18	0.22	0.27	0.32	0.37	0.42	0.48	0.54	0.60	0.67	0.75—	146
30	+0.18	0.23	0.28	0.33	0.39	0.44	0.50	0.56	0.63	0.70	0.78—	150

III. Höhenänderungen während 10^m (in Bogenminuten)

(für östliche Sterne mit + und westliche mit --).

Argumente: Breite. φ und Azimuth a .

$\varphi \backslash a$	50°	52°	54°	56°	58°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	φ
90°	96	92	88	84	79	75	70	66	61	56	51	90°
86	96	92	88	84	79	75	70	66	61	56	51	94
82	95	92	87	83	79	74	70	65	60	56	51	98
78	94	90	86	82	78	73	69	64	60	55	50	102
74	93	89	85	81	76	72	68	63	59	54	49	106
70	91	87	83	79	75	70	66	62	57	53	48	110
66	88	84	81	77	73	68	64	60	56	51	47	114
62	85	81	78	74	70	66	62	58	54	50	45	118
58	82	78	75	71	67	64	60	56	52	48	43	122
54	78	75	71	68	64	61	57	53	49	45	41	126
50	74	71	68	64	61	57	54	50	47	43	39	130
46	69	66	63	60	57	54	51	47	44	40	37	134
42	65	62	59	56	53	50	47	44	41	38	34	138
38	59	57	54	52	49	46	43	40	38	35	32	142
34	54	52	49	47	44	42	39	37	34	31	29	146
30	48	46	44	42	40	38	35	33	31	28	26	150

IV. Grössen $f = \cos a \operatorname{tg} h$.

Argumente: Höhe h und Azimuth a .

$h \backslash a$	42°	45°	48°	51°	54°	57°	60°	63°	66°	69°	72°	h
90°	+0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00—	90°
86	+0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21—	94
82	+0.13	0.14	0.15	0.17	0.19	0.21	0.24	0.27	0.31	0.36	0.43—	98
78	+0.19	0.21	0.23	0.26	0.29	0.32	0.36	0.41	0.47	0.54	0.64—	102
74	+0.25	0.28	0.31	0.34	0.38	0.42	0.48	0.54	0.62	0.72	0.85—	106
70	+0.31	0.34	0.38	0.42	0.47	0.53	0.59	0.67	0.77	0.89	1.05—	110
66	+0.37	0.41	0.45	0.50	0.56	0.63	0.70	0.80	0.91	1.06	1.25—	114
62	+0.42	0.47	0.52	0.58	0.65	0.72	0.81	0.92	1.05	1.22	1.44—	118
58	+0.48	0.53	0.59	0.65	0.73	0.82	0.92	1.04	1.19	1.38	....—	122
54	+0.53	0.59	0.65	0.73	0.81	0.91	1.02	1.15	1.32	....	....—	126
50	+0.58	0.64	0.71	0.79	0.88	0.99	1.11	1.26	1.44	....	....—	130
46	+0.63	0.69	0.77	0.86	0.96	1.07	1.20	1.36	....	....	....—	134
42	+0.67	0.74	0.83	0.92	1.02	1.14	1.29	....	....	....	....—	138
38	+0.71	0.79	0.88	0.97	1.08	1.21	1.37	....	....	....	....—	142
34	+0.75	0.83	0.92	1.02	1.14	1.28	....	....	....	....	....—	146
30	+0.78	0.87	0.96	1.07	1.19	1.33	....	....	....	....	....—	150

V. Azimuthmaenderungen während 10^m (in Bogenminuten).

Argumente: Breite φ und Grösse $f = \cos a \operatorname{tg} h$.

$\varphi \backslash f$	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	$f \backslash \varphi$
+1.3	244	245	246	246	246	246	245	244	243	242	240	+1.3
+1.2	231	232	233	234	234	234	234	234	233	232	231	+1.2
+1.1	218	219	221	222	222	223	223	223	223	222	221	+1.1
+1.0	205	207	208	209	211	211	212	212	212	212	211	+1.0
+0.9	192	194	196	197	199	200	201	201	202	202	202	+0.9
+0.8	179	181	183	185	187	188	190	190	191	192	192	+0.8
+0.7	166	168	171	173	175	177	178	180	181	182	182	+0.7
+0.6	153	156	158	161	163	165	167	169	170	172	173	+0.6
+0.5	140	143	146	149	151	154	156	158	160	162	163	+0.5
+0.4	127	130	134	137	140	142	145	147	150	152	153	+0.4
+0.3	114	118	121	124	128	131	134	136	139	141	144	+0.3
+0.2	101	105	109	112	116	119	123	126	129	131	134	+0.2
+0.1	88	92	96	100	104	108	112	115	118	121	125	+0.1
0.0	75	79	84	88	92	96	100	104	108	111	115	0.0
-0.1	62	67	71	76	81	85	89	93	98	101	105	-0.1
-0.2	49	54	59	64	69	73	78	83	87	91	96	-0.2
-0.3	36	41	47	52	57	62	67	72	77	81	86	-0.3
-0.4	23	29	34	40	45	50	56	61	66	71	76	-0.4
-0.5	10	16	22	28	33	39	45	50	56	61	67	-0.5
-0.6	3	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	-0.6
-0.7	16	10	3	3	10	16	22	29	35	41	47	-0.7
-0.8	29	22	16	9	2	4	11	18	25	31	38	-0.8
-0.9	42	35	28	21	14	7	0	7	14	21	28	-0.9
-1.0	55	48	40	33	26	18	11	4	4	11	18	-1.0
-1.1	68	60	53	45	38	30	22	14	7	1	9	-1.1
-1.2	81	73	65	57	49	41	33	25	17	9	1	-1.2
-1.3	94	86	78	70	61	53	45	36	28	19	10	-1.3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
$f \backslash \varphi$	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	$f \backslash \varphi$

V. Azimuthmaenderugen während 10^m (in Bogenminuten).

Argumente: Breite φ und Grösse $f = \cos a \operatorname{tg} h$.

φ f	50°	52°	54°	56°	58°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	φ f
+1.3	240	238	236	233	231	227	224	220	216	212	208	+1.3
+1.2	231	229	227	225	223	220	217	214	210	206	203	+1.2
+1.1	221	220	218	216	215	212	210	207	204	201	197	+1.1
+1.0	211	210	210	208	207	205	203	200	198	195	192	+1.0
+0.9	202	201	201	200	199	197	196	194	192	190	187	+0.9
+0.8	192	192	192	191	191	190	189	187	186	184	182	+0.8
+0.7	182	183	183	183	183	182	182	181	180	178	177	+0.7
+0.6	173	174	174	175	175	175	175	174	174	173	172	+0.6
+0.5	163	164	165	166	167	167	168	168	168	167	167	+0.5
+0.4	153	155	157	158	159	160	161	161	161	161	161	+0.4
+0.3	144	146	148	149	151	152	154	154	155	156	156	+0.3
+0.2	134	137	139	141	143	145	147	148	149	150	151	+0.2
+0.1	125	127	130	133	135	137	140	141	143	145	146	+0.1
0.0	115	118	121	124	127	130	132	135	137	139	141	0.0
-0.1	105	109	113	116	119	122	125	128	131	133	136	-0.1
-0.2	96	100	104	108	111	115	118	122	125	128	131	-0.2
-0.3	86	90	95	99	103	107	111	115	119	123	126	-0.3
-0.4	76	81	86	91	95	100	104	108	113	117	120	-0.4
-0.5	67	72	77	82	87	92	97	102	106	111	115	-0.5
-0.6	57	62	68	74	80	85	90	95	100	105	110	-0.6
-0.7	47	53	60	66	72	77	83	89	94	100	105	-0.7
-0.8	38	44	51	57	64	70	76	82	88	94	100	-0.8
-0.9	28	35	42	49	56	62	69	76	82	88	95	-0.9
-1.0	18	26	33	40	48	55	62	69	76	83	90	-1.0
-1.1	9	17	24	32	40	47	55	62	70	77	85	-1.1
-1.2	1	7	16	24	32	40	48	56	64	72	79	-1.2
-1.3	10	2	7	15	24	32	41	49	58	66	74	-1.3
	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
f φ	50°	52°	54°	56°	58°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	f φ

VI. Größen $\mathfrak{S}(x) = \text{Lg} \frac{x}{\sin x}$ (in der Einheit der fünften Decimale).

Argument: logarithmus x , in Zeitsecunden ausgedrückt.

Lg x^s	$\mathfrak{S}(x)$	Lg x^s	$\mathfrak{S}(x)$	Lg x^s	$\mathfrak{S}(x)$	Lg x^s	$\mathfrak{S}(x)$
1.500	0.0	2.800	15.2	3.040	46.0	3.120	66.5
.600	0.1	.810	16.0	.042	46.5	.122	67.2
.700	0.1	.820	16.7	.044	46.9	.124	67.8
.800	0.2	.830	17.5	.046	47.3	.126	68.4
1.900	0.2	.840	18.3	.048	47.8	.128	69.0
2.000	0.4	2.850	19.2	3.050	48.2	3.130	69.7
.100	0.6	.860	20.1	.052	48.6	.132	70.3
.200	1.0	.870	21.0	.054	49.1	.134	71.0
.300	1.5	.880	22.0	.056	49.6	.136	71.6
2.400	2.4	.890	23.1	.058	50.0	.138	72.3
2.400	2.4	2.900	24.2	3.060	50.5	3.140	73.0
.420	2.6	.910	25.3	.062	50.9	.142	73.6
.440	2.9	.920	26.5	.064	51.4	.144	74.3
.460	3.2	.930	27.7	.066	51.9	.146	75.0
.480	3.5	.940	29.0	.068	52.4	.148	75.7
2.500	3.8	2.950	30.4	3.070	52.9	3.150	76.4
.520	4.2	.960	31.8	.072	53.3	.152	77.1
.540	4.6	.970	33.3	.074	53.8	.154	77.8
.560	5.0	.980	34.9	.076	54.3	.156	78.5
.580	5.5	.990	36.6	.078	54.8	.158	79.3
2.600	6.1	3.000	38.3	3.080	55.4	3.160	80.0
.610	6.4	.002	38.6	.082	55.9	.162	80.7
.620	6.7	.004	39.0	.084	56.4	.164	81.5
.630	7.0	.006	39.4	.086	56.9	.166	82.2
.640	7.3	.008	39.7	.088	57.4	.168	83.0
2.650	7.6	3.010	40.1	3.090	58.0	3.170	83.8
.660	8.0	.012	40.5	.092	58.5	.172	84.6
.670	8.4	.014	40.8	.094	59.0	.174	85.3
.680	8.8	.016	41.2	.096	59.6	.176	86.1
.690	9.2	.018	41.6	.098	60.1	.178	86.9
2.700	9.6	3.020	42.0	3.100	60.7	3.180	87.7
.710	10.1	.022	42.4	.102	61.3	.182	88.5
.720	10.5	.024	42.8	.104	61.8	.184	89.4
.730	11.0	.026	43.2	.106	62.4	.186	90.2
.740	11.6	.028	43.6	.108	63.0	.188	91.0
2.750	12.1	3.030	44.0	3.110	63.5	3.190	91.9
.760	12.7	.032	44.4	.112	64.1	.192	92.7
.770	13.3	.034	44.8	.114	64.7	.194	93.6
.780	13.9	.036	45.2	.116	65.3	.196	94.4
.790	14.6	.038	45.6	.118	65.9	.198	95.3
2.800	15.2	3.040	46.0	3.120	66.5	3.200	96.2