

T A F E L N

ZUR

BERECHNUNG DER NÄHEREN UMSTÄNDE DER SONNENFINSTERNISSE.

VON

DR. ROBERT SCHRAM,

PRIVATDOCENT AN DER UNIVERSITÄT IN WIEN.

(Mit 1 Karte.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 18. JUNI 1885.)

In den Überlieferungen der meisten Völker sind uns Nachrichten von Mond- und Sonnenfinsternissen aufbewahrt und diese Nachrichten bilden oft die einzige Möglichkeit, bestimmte Anhaltspunkte zu gewinnen, an welche man die anderen mitgetheilten Ereignisse anknüpfen und so mit unserer Zeitscala in Verbindung bringen kann. Die Bestimmung der Zeit, wann eine uns als an einem bestimmten Orte beobachtet beschriebene Finsterniss wirklich eingetreten ist, ist daher häufig von grösster Wichtigkeit. Um die Zeiten der Eintritte der Sonnen- und Mondfinsternisse möglichst einfach und dabei doch mit der erforderlichen Genauigkeit rechnen zu können, wurden ekliptische Tafeln construirt, deren es bekanntlich ziemlich viele gibt; hervorzuhellen wären die von Hansen, Lehmann und ganz besonders die an Bequemlichkeit des Gebrauches und wohl auch durch anderweitige Vorzüge alle andern weit übertreffenden „Syzygientafeln für den Mond von Theodor v. Oppolzer, Publication der astronomischen Gesellschaft, XVI, Leipzig 1881“. Mit Hilfe dieser Tafeln erhält man in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit die Elemente der Finsterniss, nämlich die Zeit der wahren Conjunction oder Opposition T , die zugehörige Sonnenlänge L' , die Zeitgleichung Z , die Schiefe der Ekliptik ε , die Grössen $\log p$ und P , wo wenn b und b' die Mond- und Sonnenbreiten, π und π' die Mond- und Sonnenparallaxen vorstellen, $p \sin P = \frac{\sin(b-b')}{\sin(\pi-\pi')}$ ist, ferner die Grössen $\log q$ und Q , wo der Ausdruck $q \cos Q$ die stündliche Änderung dieser Grösse $\frac{\sin(b-b')}{\sin(\pi-\pi')}$ finden lässt, weiters $\log \Delta L$ oder die stündliche Änderung des Ausdruckes $\frac{\cos b \sin(L-L')}{\sin(\pi-\pi')}$, wo L die Mondlänge bezeichnet, endlich u'_a , den Halbmesser des Kreises, den der Schattenkegel in der durch den Erdmittelpunkt senkrecht auf die Verbindungslinie von Mond und Sonne gelegten Ebene ausschneidet und f_a den Erzeugungswinkel des Schattenkegels.

So gering auch durch die vorzügliche Anordnung der erwähnten Tafeln die Arbeit der Berechnung von Sonnenfinsterniss-Elementen ist, so wird es doch recht lästig, wenn man vielleicht hundert oder mehr Sonnenfinsternisse zu untersuchen hat, für jede einzelne die Rechnung durchführen zu müssen; um nun diese

Rechnung wenigstens innerhalb ziemlich bedeutender Zeitgrenzen völlig zu eliminiren, hat Hofrath v. Oppolzer die Elemente aller Finsternisse, welche sich zwischen den Jahren —1207 bis 2167 ereignen, also für einen Zeitraum von fast 3400 Jahren rechnen lassen und dieser „Canon der Sonnen- und Mondfinsternisse“, welcher demnächst dem Drucke übergeben werden wird, wird ausser den vorhin angeführten Elementen auch noch die davon abgeleiteten Hilfsgrössen $\mu, \gamma, G, K, \log \sin g, \log \sin k, \log \cos g, \log \cos k, \log n, \log \sin \delta', \log \cos \delta'$ und N' enthalten, wo zwischen den eigentlichen Elementen und diesen Hilfsgrössen die Relationen bestehen:

$d = \text{Tagesbruchtheil von } T,$ $B = p \sin P,$ $\Delta B = q \cos Q,$ $\sin \delta' = \sin L' \sin \varepsilon,$ $\text{tang } h = \cos L' \text{ tang } \varepsilon \text{ (} \cos h \text{ stets positiv)}$ $n \sin N_1 = \Delta L,$ $n \cos N_1 = \Delta B,$ $N' = N_1 - h,$	$\left. \begin{aligned} \mu &= 360 d - Z - \frac{15}{n} B \cos N_1. \\ \gamma &= B \sin N_1, \\ \sin g \sin G &= \sin \delta' \sin N', \\ \sin g \cos G &= \cos N', \\ \cos g &= \cos \delta' \sin N', \\ \sin k \sin K &= \sin \delta' \sin N', \\ \sin k \cos K &= \sin \delta' \cos N', \\ \cos k &= \cos \delta' \cos N'. \end{aligned} \right\} \dots 1)$
--	--

Für die centralen Finsternisse werden überdies die Punkte der Centralität bei Sonnenaufgang, zu Mittag und bei Sonnenuntergang angegeben sein und diese drei Punkte werden auch durch einen Kreis verbunden, in einem beigegebenen Atlas den Verlauf der Centralitätcurve erkennen lassen. Dieser Canon wird also dem Chronologen ein unentbehrliches und äusserst werthvolles Hilfsbuch werden und wird die genauere Untersuchung so mancher noch zweifelhaften Finsterniss gewissermassen erst ermöglichen. Aber so umfassend die Angaben des Canons auch sind, der Natur der Sache nach können sie doch nur Grössen enthalten, welche sich auf die Finsterniss im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf den Ort, an dem die letztere beobachtet wurde, beziehen.

Da nun die historischen Überlieferungen sich auf bestimmte Orte oder mindestens auf umgrenzte Ländergebiete beziehen, so müssen aus den allgemeinen Angaben des Canons, die für die ganze Erde gelten, erst diejenigen Grössen abgeleitet werden, welche für den speciell betrachteten Ort Giltigkeit haben, und zwar sind es zunächst zwei Grössen, welche uns über die Umstände einer Finsterniss an einem bestimmten Orte Aufschluss geben, nämlich die Zeit, zu welcher die grösste Phase stattgefunden hat und die Grösse dieser grössten Phase. Die Berechnung dieser zwei Grössen ist aber durchaus keine einfache, sie erfordert im Gegentheil, weil sie einer indirecten Lösung bedarf, ziemlich viel Zeit. Bezeichnet man mit φ_1 die excentrische Polhöhe des in Betracht gezogenen Ortes, mit λ seine Länge (östlich positiv gezählt), mit c die Abplattung der Erde ($\log(1-c) = 9.9985$) wo φ_1 mit der geographischen Breite des gegebenen Ortes φ durch den Ausdruck $\text{tg } \varphi_1 = (1-c) \text{ tg } \varphi$ verbunden ist, so finden sich zur Berechnung des Stundenwinkels t der grössten Phase folgende Formeln:

$\xi = \cos \varphi_1$ $m \sin M = \gamma - \eta \cos g + \xi \sin g \sin (G + t_0)$ $m \cos M = (t_0 - \lambda - \mu) \frac{n}{15} - \eta \cos k + \xi \sin k \cos (K + t_0)$ $m' \sin M' = -x\xi \sin g \cos (G + t_0)$ $m' \cos M' = n - x\xi \sin k \sin (K + t_0)$ $t_1 = t_0 - 15 \frac{m}{m'} \cos (M + M')$ $m \text{ und } m' \text{ sind stets positiv zu nehmen.}$	$\eta = (1-c) \sin \varphi_1$ $\log x = 9.4180$ $\dots \dots \dots 2)$
---	--

In diesen Formeln setzt man zunächst für t_0 den Werth $\lambda + \mu$ und erhält hiermit einen Werth von t_1 ; dieser Werth von t_1 in zweiter Rechnung an die Stelle von t_0 in die Formeln eingesetzt, lässt einen neuen verbesserten

Werth von t_1 finden, welchen man wieder in dritter Rechnung an die Stelle von t_0 zu setzen hat, um abermals einen verbesserten Werth des Stundenwinkels der grössten Phase zu bekommen; die Rechnung muss also so oft wiederholt werden, bis der neu erlangte Werth von t_1 mit dem zuletzt angenommenen innerhalb der gewünschten Genauigkeitsgrenze übereinstimmt. Hierzu wird es meist einer drei- oder viermaligen Durchrechnung des obigen Formelsystems bedürfen. Ist dann m_1 der Werth von m in der letzten Annäherung, so ist die Grösse der grössten Phase an dem gegebenen Orte in Zollen, deren 12 auf den Sonnendurchmesser gehen

$$\text{bestimmt durch: Grösste Phase in Zollen} = 6 \frac{u'_a - m_1}{u'_a - 0.2736}$$

Die Rechnung dieser zwei Grössen, Zeit und Grösse der grössten Phase bleibt also eine ziemlich umständliche und beschwerliche, auch dann, wenn man die Elemente der Finsternisse und sogar die Hilfsgrössen nicht zu berechnen braucht, sondern diese dem Canon entnimmt. Es erscheint also in der That wünschenswerth, für diese Rechnung eine ziemlich weitgehende Vereinfachung einzuführen, eine Vereinfachung, welche es ermöglichen soll, die Rechnung durch Anwendung von geeignet construirten Tafeln ganz zu umgehen. Betrachtet man die ersten zwei Formeln

$$\left. \begin{aligned} m \sin M &= \gamma - \tau \cos g + \xi \sin g \sin (G + t_0) \\ m \cos M &= (t_0 - \lambda - \mu) \frac{n}{15} - \tau \cos k + \xi \sin k \cos (K + t_0) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 3)$$

in welchen ja schliesslich an Stelle von t_0 der Werth des Stundenwinkels zur Zeit der grössten Phase t zu setzen ist, und vergleicht sie mit den Formeln, die sich bei Hansen, „Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen“, pag. 412, finden, nämlich

$$\left. \begin{aligned} u \sin \psi &= -\gamma + \tau \cos g - \xi \sin g \sin (G + t) \\ u \cos \psi &= (t - \lambda - \mu) \frac{n}{15} - \tau \cos k + \xi \sin k \cos (K + t) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 4)$$

in welcher letzteren Formeln t irgend einen unbestimmten Stundenwinkel vorstellt, so ergibt sich sofort, dass die zweiten Seiten der Hansen'schen Formeln mit den zuerst angeführten bis auf das Zeichen des ersten Ausdruckes identisch werden, wenn man für t den Werth der grössten Phase t_0 einsetzt.

Man kann also jedenfalls M für die grösste Phase mit $-\psi$ für die grösste Phase identificiren. Der Winkel ψ ist aber bei Hansen $= \Theta - N'$ und auf p. 340 der eirirten Abhandlung setzt Hansen „ $\sin \psi$ immer nahe ± 1 “ und sagt auf p. 341, „dass ψ sich nicht weit von 90° oder 270° entfernen kann, ist auch leicht aus seiner geometrischen Bedeutung zu erkennen. Da Θ der vom Abweichungskreise an gezählte Positionswinkel des Berührungspunktes der Ränder und N' der Winkel ist, den die Mondbahn mit dem Abweichungskreise macht, so ist ψ der von der Mondbahn an gezählte Positionswinkel und dieser kann nothwendiger Weise in der grössten Phase sich nicht viel von 90° oder 270° entfernen. Die grösste Abweichung von diesen Mittelwerthen beträgt ungefähr 20° , ist aber in vielen Fällen kleiner, und kann in einzelnen Punkten Null werden.“

Bestimmen wir aus der zweiten Gleichung 3) den Werth von t_0 , so erhalten wir

$$t_0 = \lambda + \mu + \frac{15}{n} \tau \cos k - \frac{15}{n} \xi \sin k \cos (K + t_0) + \frac{15}{n} m \cos M \dots \dots \dots 5)$$

nehmen wir nun auch an, M sei in der grössten Abweichung von 90° oder 270° , so dass diese Abweichung 20° beträgt, so wird das letzte Glied $\frac{15}{n} m \cos M = 0.3420 m \frac{15}{n}$.

Setzt man nun $\log n = 9.7361$, von welchem Mittelwerthe dieses sich nur wenig unterscheiden kann, so erhält man weiters

$$\frac{15}{n} m \cos M = 27.54 m \cos M = 9.42 m \dots \dots \dots 6)$$

Die Grösse der Phase ist durch den Ausdruck $6 \frac{u'_a - m}{u'_a - 0.2736}$ gegeben; setzt man hierin für u'_a seinen Mittelwerth 0.55, so folgt hieraus

für die Phase von 0 Zoll... $m = 0.55$ daher $\frac{15}{n} m \cos M = 5.2$

3	"	....	= 0.41	"	"	= 3.8
6	"	....	= 0.27	"	"	= 2.5
9	"	....	= 0.14	"	"	= 1.3
12	"	....	= 0.00	"	"	= 0.0

Das letzte Glied in 5) wird also desto kleiner, je grösser die Finsterniss ist und es kann auch in dem hier angenommenen ganz extremen Fall, dass M sich um volle 20° von 90° oder 270° unterscheidet, nur für ganz kleine partielle Finsternisse einen einigermaßen in Betracht kommenden Werth erreichen; solche Finsternisse sind aber völlig bedeutungslos, bei Finsternissen von nur sechs Zoll kann dieses Glied nur mehr 2° ausgeben, bei solchen von neun Zoll nur einen Grad. Es wird also unter allen Umständen, wenn man eben nur eine mässige Genauigkeit anstrebt, wie sie für die Untersuehung alter Finsternisse mehr als ausreichend ist, immer gestattet sein, dieses letzte Glied ganz zu vernachlässigen, umso mehr, wenn wir auf die Bedingungen näher eingehen, unter welchen ψ diesen extremen um 20° von 90° oder 270° abstehenden Werth erreichen kann.

Wir haben am angeführten Orte für die Bedingungs-gleichung der grössten Phase

$$\text{tang } \psi = \frac{\frac{n}{z} - \cos \varphi_1 \sin k \sin (K + t)}{\cos \varphi_1 \sin g \cos (G + t)} \cos f \dots \dots \dots 7)$$

$\cos f$ kann immer der Einheit gleich gesetzt werden, $\log z = 9.4180$ ist eine Constante und für n kann der Mittelwerth $\log n = 9.7361$, für K kann 90° gesetzt werden; wir können dann statt 7) auch schreiben

$$\text{tang } \psi = \frac{2.08}{\cos \varphi_1} - \frac{\sin k \cos t}{\sin g \cos (G + t)} \dots \dots \dots 8)$$

Je mehr sich ψ von 90° oder 270° unterscheidet, desto kleiner muss der absolute Werth von $\text{tang } \psi$ werden, es werden also diejenigen Bedingungen die ungünstigsten sein, welche diesen Werth am meisten verkleinern. Zunächst sieht man, dass $\cos \varphi$ einen Einfluss auf diesen Werth nimmt, das erste Glied 2.08 wird am wenigsten vergrössert, wenn $\cos \varphi_1 = 1$ ist, also für den Äquator. Die extreme Grösse von ψ kann also überhaupt nur am Äquator erreicht werden und unsere meisten Sonnenfinsternisse beziehen sich auf grössere Breiten; schon aus diesem Grunde tritt eine erhebliche Verminderung der auf p. 388 ermittelten Maximalfehler ein. Ferner wird die $\text{tang } \psi$ um so kleiner, je grösser das zweite Glied in 8) ist. Dieses wird am grössten, wenn $\cos t = 1$ wird, also für den Werth $t = 0^\circ$, d. h. am Mittage. Damit also ein grosser Fehler in der Bestimmung des Stundenwinkels Platz greifen könne, muss die grösste Phase nahe um die Mittagszeit eintreten, und dies ist wieder eine ganz besonders günstige Bedingung; denn im Allgemeinen kommt es ja auf die grösste Genauigkeit in der Bestimmung der Zeit der Finsternisse nicht an, es geht nur darum zu entscheiden, ob die Finsterniss am gegebenen Orte sichtbar war oder nicht. Eine kleine Verschiebung der Zeit in der Nähe des Mittags alterirt durchaus nicht die Sichtbarkeit der Finsterniss. Zur Zeit des Sonnenauf- oder Unterganges, wo durch einen grösseren Fehler in der Zeit eine Finsterniss als unter dem Horizonte stattfindend, gefunden werden könnte, während das Gegentheil der Fall ist, oder umgekehrt, wo man also über die Sichtbarkeit im Zweifel

sein könnte wird das zweite Glied in 8) sehr klein, daher $\tan \psi$ gross und es kann zur Zeit des Sonnenauf- oder Unterganges der Fehler nur einen Bruchtheil des Maximalfehlers betragen. Endlich muss, damit bei gleichzeitiger Grösse des zweiten Gliedes auch der Nenner des Ausdruckes 8) möglichst gross, also $\tan \psi$ kleiner wird, $\cos(G + t) = 1$ werden, also $G + t = 0^\circ$ oder 180° , da aber t wegen des zweiten Gliedes $= 0^\circ$ sein soll, so muss $G = 0^\circ$ oder 180° werden, damit die Fehler gross werden können; dies findet aber nur in den Äquinoctien statt. Die auf Seite 4 entwickelten Maximalfehler können also nur eintreten, wenn zur Zeit des Äquinoctiums eine kleine Finsterniss unter dem Äquator zur Mittagszeit beobachtet wird, in allen anderen Fällen werden die Fehler sehr viel kleiner sein und es wird daher für völlig zulässig erachtet werden können, die Stundenwinkel zur Zeit der grössten Phase aus der Gleichung

$$t_0 = \lambda + \mu + \frac{15}{n} \tau \cos k - \frac{15}{n} \xi \sin k \cos (K + t_0) \dots \dots \dots 9)$$

zu bestimmen, wie dies von Oppolzer vorgeschlagen, der auch zur Lösung der transcendenten Gleichung 9) eine sehr bequeme Methode gegeben hat, welche sich in von Haerd t's Abhandlung „Über Assyrische Finsternisse“, Wien, Akademie 1884, p. 32 ff. dargestellt findet.

Hat man sich durch Anflösung der Gleichung 9) einen Werth für t_0 verschafft, so wird man denselben in die erste der Gleichungen 3) einsetzen und hierdurch den Werth von m , welcher die Grösse der grössten Phase bestimmt, erhalten. Es wird

$$m = \frac{\gamma - \tau \cos g + \xi \sin g \sin (G + t_0)}{\sin M} \dots \dots \dots 10)$$

den Factor $\frac{1}{\sin M}$ wird man wieder, da M nahe bei 90° oder 270° ist gleich ± 1 setzen dürfen und wird daher zur Bestimmung der Grösse m haben

$$\pm m = \gamma - \tau \cos g + \xi \sin g \sin (G + t_0) \dots \dots \dots 11)$$

Auch diese Formel wird natürlich aus den früher auseinandergesetzten Gründen umso mehr von der Wahrheit abweichen, je grösser der Unterschied von M gegen 90° oder 270° ist und je kleiner die Finsterniss, und zwar tritt die Abhängigkeit der Genauigkeit von der Grösse der Finsterniss umso mehr hervor, da hier die Vergrösserung der Abweichung mit der Zunahme der Kleinheit der Finsterniss eine doppelte ist, einmal bedingt dadurch, dass bei grösserem m die Vernachlässigung des Factors $\frac{1}{\sin M}$ mehr ausbleibt und andertheils dadurch, dass bei grösserem m auch der benützte Werth von t_0 sich mehr vom richtigen unterscheidet. Aber auch hier wird die Abweichung nur bei ganz kleinen Finsternissen eine etwas bedeutendere, bei Finsternissen jedoch, wie solche überhaupt in Betracht kommen, stimmt die Formel 11) in völlig befriedigender Weise mit der strengen Rechnung und zum Zwecke der Untersuchung alter Finsternisse ist sie meist vollständig ausreichend. Natürlich wird man sowohl bei der Formel 9) als bei der Formel 11), wenn man einmal eine grössere Genauigkeit wünscht, oder wenn die erhaltenen Resultate sich allzusehr einem Grenzfalle nähern, den gefundenen Werth von t nur als sehr guten Näherungswerth ansehen, mit dem eine Durchrechnung der Formeln 2) die genauen Werthe wird finden lassen. Falls man aber, ohne die äusserste Genauigkeit anzustreben, doch bei einem etwa wegen der Kleinheit der Finsterniss sehr unsicheren Werthe, die durch die Tafeln gegebene Genauigkeit zu erhöhen wünscht, dann wird es sich empfehlen, die vorhin vernachlässigten Grössen wenigstens der Hauptsache nach zu berücksichtigen. Da $M = -\psi$ ist, so ist das bei der Berechnung von t vernachlässigte Glied $27^\circ 54' m \cos M$, welches gewissermassen als Correction von $\lambda + \mu$ betrachtet werden kann, gleich $27^\circ 54' m \cos \psi$, oder wenn man mit ψ' den Überschuss von ψ über 90° oder 270° bezeichnet, auch gleich $-27^\circ 54' m \sin \psi'$. Da t durch die Tafel genügend genau bekannt ist, so erhält man aus 7) einen Werth von ψ und hiemit die Correction von $\lambda + \mu$. Mit dem so corrigirten Werthe von $\lambda + \mu$ erhält man jetzt einen schon sehr nahe richtigen Werth von t und einen neuen Werth von Γ , wo $\Gamma = -\tau \cos g + \xi \sin g \sin (G + t)$ gesetzt ist; da aber in 11)

der rechte Theil der Gleichung noch mit cosec M oder sec ψ' zu multipliciren wäre, so ist dieser letzte Werth von Γ noch um den Betrag $(\gamma + \Gamma)$ (sec $\psi' - 1$) zu corrigiren. Um diese Correctionen bequem bewerkstelligen zu können, wurden den Tafeln am Fusse der geraden Seiten kleine Correctionstäfelchen beigegeben, welche mit φ und t den Werth von ψ' und hierauf mit ψ' und $\gamma + \Gamma$ die Correctionen von $\lambda + \mu$ und Γ geben, doch wird man wohl nur selten von diesen Tafeln Gebrauch machen, da es im Allgemeinen genügen wird, die Werthe von t und m wie die Formeln 9) und 11) sie geben, beizubehalten. Es sollen nun die Formeln 9) und 11) auf eine Form gebracht werden, welche sie zur Tabulirung geeignet erscheinen lässt.

Zunächst wird man in 9) statt n seinen Mittelwerth einführen können. Zur Bestimmung von n verwenden wir die Gleichung $n \sin N_1 = \Delta L$; der Winkel N_1 weicht nur um sehr kleine Grössen von $84^\circ 3$ oder von $95^\circ 7$ ab, je nachdem P bei 0° oder bei 180° ist. Log sin N_1 wird also in beiden Fällen nur um wenige Einheiten von 9.9978 sich unterscheiden können; ΔL aber hat nach Oppolzer's Syzygietafeln als Mittelwerth den Werth 9.7339 , der Mittelwerth von n wird also sein $\log n = 9.7361$ und $\log \frac{15}{\pi} = 1.4400$. Es wird also zunächst

$$t_0 = \lambda + \mu + \overline{1.4400} \tau \cos k - \overline{1.4400} \xi \sin k \cos (K + t_0)$$

und da $\xi = \cos \varphi_1$ und $\tau = (1 - c) \sin \varphi_1 = \overline{9.9985} \sin \varphi_1$ ist, auch

$$t_0 = \lambda + \mu + \overline{1.4385} \sin \varphi_1 \cos k - \overline{1.4400} \cos \varphi_1 \sin k \cos (K + t_0) \dots \dots \dots 12)$$

Die Grössen $\cos k$, $\sin k$ und K , ebenso wie die im Ausdrucke für m vorkommenden $\sin g$, $\cos g$ und G hängen aber nach den Formeln 1) nur von δ' und N' ab; nur ist aber $N' = N_1 - h$ und für N_1 können wir, wie bereits erwähnt, je nachdem P bei 0° oder bei 180° ist, den Werth $84^\circ 3$ oder $95^\circ 7$ annehmen, für δ und h hat man die Formeln $\sin \delta' = \sin L' \sin \varepsilon$ und $\tan h = \cos L' \tan \varepsilon$, es ist also, wenn man die Veränderungen, denen ε unterworfen ist, vernachlässigt, sowohl δ' als h , daher auch N' und in Folge dessen $\cos k$, $\sin k$, K , $\sin g$, $\cos g$ und G einzig von der Sonnenlänge L' abhängig, und t_0 in Gleichung 12) ist also nur von den drei Grössen L' , $\lambda + \mu$ und φ abhängig. Für einen bestimmten Werth von L' nun wird t_0 nur von den zwei Grössen $\lambda + \mu$ und φ abhängen und man wird daher für einen bestimmten Werth von L' die Werthe von t_0 in eine Tafel mit doppeltem Eingange mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ bringen können. Entwirft man solche Tafeln für alle Werthe von L' etwa von 10 zu 10 Grad, so wird man, wenn bei einer bestimmten Finsterniss L' $\lambda + \mu$ und φ gegeben ist, mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ den Werth von t_0 sowohl aus der Tafel, welche zu dem nächst kleineren als auch aus der Tafel, welche zu dem nächst grösseren Werth von L gehört, entnehmen und schliesslich zwischen den zwei so erhaltenen Werthen von t_0 interpoliren.

Die Gleichung 11) kann geschrieben werden

$$m = \gamma - \overline{9.9985} \sin \varphi_1 \cos g + \cos \varphi_1 \sin g \sin (G + t_0)$$

setzt man

$$m = \gamma + \Gamma' \dots \dots \dots 13)$$

so wird

$$\Gamma' = -\overline{9.9985} \sin \varphi_1 \cos g + \cos \varphi_1 \sin g \sin (G + t_0) \dots \dots \dots 14)$$

für ein bestimmtes L' hängt also Γ' nur von φ und t_0 ab, da aber t_0 selbst für ein bestimmtes L' von φ_1 und $\lambda + \mu$ abhängt, so hängt auch Γ' nur von $\lambda + \mu$ und φ ab und kann ebenso wie t_0 für bestimmte aufeinanderfolgende Werthe von L' je in Tafeln mit doppeltem Eingange und den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ gebracht werden; um aber keine negativen Werthe in der Tafel zu haben, wird man statt Γ' den Werth $\Gamma = \Gamma' + 1$ tabuliren, der Ausdruck $\gamma + \Gamma$ lässt dann sofort die Grösse der Finsterniss erkennen. Solche Tafeln nun, welche mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ für die von 10 zu 10 Grad wachsenden Werthe von L' und zwar sowohl für P bei 0° als auch für P bei 180° die Werthe von t_0 und Γ geben, bilden den Haupttheil der gegenwärtigen Abhandlung und es wird später dargelegt werden, wie dieselben nicht nur dazu dienen, sofort zu entscheiden, ob eine Finsterniss, deren Elemente gegeben sind, an einem bestimmten Orte sichtbar sein konnte, sondern wie man auch die einzelnen bei Finsternissen in Betracht kommenden Curven mit Leichtigkeit daraus erhalten kann; zunächst aber soll auf die Berechnung dieser Tafeln etwas näher eingegangen werden.

Die Gleichung 12) ist transcendent und t_0 hätte daraus für bestimmte Werthe von $\lambda + \mu$ und φ durch Versuche gefunden werden müssen, was bei der grossen Zahl von Einzelwerthen kaum ausführbar gewesen wäre. Die Gleichung wurde daher folgendermassen behandelt. Setzt man

$$t_0 = \lambda + \mu + \tau \dots \dots \dots 15)$$

so ist offenbar $\tau = \overline{1.4385} \sin \varphi_1 \cos k - \overline{1.4400} \cos \varphi_1 \sin k \cos (K + \lambda + \mu + \tau)$

oder auch $\cos (K + \lambda + \mu + \tau) = \overline{9.9985} \operatorname{tang} \varphi_1 \cot k - \overline{8.5600} \frac{\tau}{\cos \varphi_1 \sin k}$

Durch successive Addition wurden nun die Werthe von $\cos (K + \lambda + \mu + \tau)$ für die aufeinanderfolgenden Werthe von $\tau = 0^\circ 5, 1^\circ 5, 2^\circ 5 \dots$ und $\tau = -0^\circ 5, -1^\circ 5, -2^\circ 5 \dots$ gefunden und dazu die Bogen aufgeschlagen. Von diesen Bogen wurden nun zunächst die zugehörigen Werthe von τ subtrahirt, wodurch man $K + \lambda + \mu$ und endlich durch Subtraction von K die Werthe von $\lambda + \mu$ erhielt, die zu den Werthen $\tau = 0^\circ 5, 1^\circ 5, 2^\circ 5 \dots -0^\circ 5, -1^\circ 5, -2^\circ 5 \dots$ gehören. Es bräuchte dann nur nachgesehen zu werden, zwischen welchen Grenzen ein bestimmter Tafelwerth $\lambda + \mu$ gelegen war, um das ihm zugehörige τ zu entnehmen. Nachdem so für alle $\lambda + \mu$ und φ die Grössen t_0 gefunden waren, wurden dieselben in den Ausdruck 14) eingesetzt und hiernach Γ direct berechnet. Für jeden Werth von L' wurden nun für die Grössen $G, K, \sin g, \sin k, \cos g, \cos k$, bestimmte Werthe angenommen und zwar diejenigen, welche sich ergeben, wenn man $\varepsilon = 23^\circ 60$ und N_1 , je nachdem der Mond im aufsteigenden oder im absteigenden Knoten liegt, gleich $84^\circ 3$ oder $95^\circ 7$ annimmt. Diese Werthe, welche also allen folgenden Tafeln zu Grunde gelegt wurden, finden sich, zugleich mit mehreren anderen Hilfsgrössen auf p. 420 und 421 mit dem Argument L' tabulirt und entsprechen natürlich um so besser den wirklichen Werthen, je näher die Zeit der Finsterniss dem diesem ε entsprechenden Zeitpunkte liegt. Doch sind die Abweichungen auch in ziemlich weit entfernten Zeiten nur geringe, und wirken um so weniger nachtheilig, als ja auch in sehr alter Zeit selten eine so besonders grosse Genauigkeit erfordert wird.

Noch ist zu bemerken, dass derjenige Theil der Stundenwinkel sowohl, als auch der entsprechenden Werthe von Γ , welcher dem beleuchteten Theile der Erdoberfläche angehört, in einer Umrahmung sich befindet. Man wird also im Allgemeinen von den Tafeln nur jenen Theil in Betracht zu ziehen haben, welcher sich innerhalb der Umrahmung befindet, da für die übrigen Stundenwinkel die Sonne unter dem Horizonte steht, die Finsterniss also an den betreffenden Punkten jedenfalls unsichtbar bleibt. Höchstens wird man an der Grenze etwas über die Umrahmung hinausgreifen dürfen, ein Blick auf die Tafel für Stundenwinkel des Auf- und Unterganges wird dann sofort zeigen, ob für den vorgelegten Ort die Sonne sich über dem Horizonte befand oder nicht.

Am Fusse der Tafeln für Γ finden sich die schon vorhin besprochenen Correctionstafeln. Sie geben zunächst mit dem Stundenwinkel der grössten Phase und der Polhöhe den Werth von ψ und dann mit ψ und $\gamma + \Gamma$ die Correctionen, welche an $\lambda + \mu$ und an Γ anzubringen sind. Die Tafeln sind aber hauptsächlich dazu mitgetheilt, um einen Überblick zu haben, ob die Bestimmung in einem speciellen Fall etwa eine besondere Unsicherheit darbietet; im Allgemeinen sind diese Correctionstafeln nicht zu benützen, da die Genauigkeit der Haupttafeln wohl in den meisten Fällen eine mehr als genügende ist, in Fällen aber, wo eine vollständige Genauigkeit verlangt wird, die directe Rechnung doch nicht wohl zu umgehen ist. Für Untersuchung historischer Finsternisse dürfte wohl meist die Genauigkeit der Haupttafeln völlig ausreichen.

Am Fusse der Tafeln für t und Γ finden sich noch kleinere Zusatztafeln, welche allen Seiten gemeinsam sind.

Zunächst, unter der Tafel für t eine Tafel, welche mit dem Werthe von $\gamma + \Gamma$ einestheils und u'_a andertheils, die Grösse der Finsterniss finden lässt. Die Grösse der Finsterniss ist durch den Ausdruck

$$6 \frac{u'_a - m}{u'_a - 0.2736} \dots \dots \dots 16)$$

gegeben, welchen man erhält, wenn man in dem eigentlich die Grösse der grössten Phase darstellenden Ausdrücke

$$\text{Grösste Phase in Zollen} = 12 \frac{u'_a - m}{u'_a - u'_i} \dots \dots \dots 17)$$

u'_i durch seinen Werth $0.5473 - u'_a$ ersetzt und durch 2 abkürzt. Da nun $\pm m = \gamma + \Gamma - 1$ ist, so kann dieser Ausdruck leicht mit den Argumenten u'_a und $\gamma + \Gamma$ in eine Tafel gebracht werden; die Tafel ist übrigens, um genau von Zoll zu Zoll zu gehen, so eingerichtet, dass als Argumente u'_a und die Grösse der Finsterniss verwendet werden und $\gamma + \Gamma$ oder $1 \pm m$ den Tafelwerth darstellt. Der Umstand, ob $\gamma + \Gamma$ kleiner oder grösser als 1 ist, wird darüber entscheiden, ob die betreffende Curve eine nördliche oder südliche ist. Für die Zeit der grössten Phase findet man also leicht mit dem, aus den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ sich ergebendem Werthe von $\gamma + \Gamma$ die zugehörige Grösse der Finsterniss. Hierbei wäre noch zu erwähnen, dass sich bei 12 Zoll einige kleiner gedruckte und in Klammern gesetzte Zahlen vorfinden. Diese sind nur der Interpolation wegen angesetzt. Man würde also z. B. für $u'_a = 0.58$ und $\gamma + \Gamma = 1.02$ entweder 11.8 Zoll nördlich oder 11.0 Zoll südlich finden; es ist auch in der That beides richtig, es darf aber nur der letztere Werth genommen werden und man hat überhaupt festzuhalten, dass, wenn $\gamma + \Gamma$ kleiner als 1.00 ist, immer die Grösse der Finsterniss nördlich, wenn $\gamma + \Gamma$ grösser als 1.00 ist, die Grösse der Finsterniss südlich zu nehmen ist.

Oft ist es auch erwünscht, die Grösse der Finsterniss zu irgend einem andern Zeitpunkte, etwa zur Zeit des Sonnenaufganges, überhaupt zur Zeit irgend eines bestimmten Stundenwinkels t_1 zu kennen. Man erhält im Allgemeinen die Grösse der Finsterniss in Zollen zur Zeit, die durch den Stundenwinkel t_1 ausgedrückt ist, durch die Gleichung

$$\text{Grösse in Zollen zur Zeit } t_1 = 6 \frac{u'_a - m_1}{u'_a - 0.2736} \dots \dots \dots 18)$$

wo m_1 aus den Formeln

$$\left. \begin{aligned} m_1 \sin M_1 &= \gamma - \tau \cos g + \xi \sin g \sin (G + t_1) \\ m_1 \cos M_1 &= (t_1 - \lambda - \mu) \frac{n}{15} - \tau \cos k + \xi \sin k \cos (K + t_1) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 19)$$

zu bestimmen ist.

Aus der Tafel für t kann man aber nicht nur zum gegebenen Werthe von $\lambda + \mu$ den zugehörigen Werth von t ermitteln, sondern man kann auch umgekehrt zu einem bestimmten Werthe des Stundenwinkels t_1 , wenn φ gegeben ist, den zugehörigen Werth des Argumentes, den wir mit $(\lambda + \mu)_1$ bezeichnen wollen, ermitteln. Nennen wir noch den diesem Werthe $(\lambda + \mu)_1$ zugehörigen Werth aus der Γ -Tafel Γ_1 , so ist offenbar, wenn man zur zweiten der Gleichungen (19) die Grösse $(\lambda + \mu)_1 \frac{n}{15} - (\lambda + \mu)_1 \frac{n}{15}$ hinzufügt

$$\left. \begin{aligned} m_1 \sin M_1 &= \gamma + \Gamma_1 - 1 \\ m_1 \cos M_1 &= [t_1 - (\lambda + \mu)_1] \frac{n}{15} - \tau \cos k + \xi \sin k \cos (K + t_1) + [(\lambda + \mu)_1 - (\lambda + \mu)] \frac{n}{15} \end{aligned} \right\} \dots \dots 20)$$

nun ist aber $[t_1 - (\lambda + \mu)_1] \frac{n}{15} - \tau \cos k + \xi \sin k \cos (K + t_1)$ nichts Anderes, als die rechte Seite der zweiten Gleichung 3), nur statt $\lambda + \mu$ findet sich $(\lambda + \mu)_1$; es ist also der Ausdruck für den Werth $m \cos M$ der zur grössten Phase einer Finsterniss gehört unter der Voraussetzung $(\lambda + \mu)_1$ und φ . Es wurde aber bekanntlich dieser Ausdruck, da zur Zeit der grössten Phase M nahe an 90° oder 270° ist, für alle Werthe von φ und $\lambda + \mu$, also auch für den Werth $(\lambda + \mu)_1$, gleich Null gesetzt, und wir können daher statt der Gleichungen 20) schreiben

$$\left. \begin{aligned} m_1 \sin M_1 &= \gamma + \Gamma_1 - 1 \\ m_1 \cos M_1 &= [(\lambda + \mu)_1 - (\lambda + \mu)] \frac{n}{15} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 21)$$

Es ist also

$$m_1 = \sqrt{(\gamma + \Gamma_1 - 1)^2 + \left(\frac{n}{15}\right)^2 [(\lambda + \mu)_1 - (\lambda + \mu)]^2} \dots \dots \dots 22)$$

und damit lässt sich nach 18) die Grösse der Phase für einen beliebigen Stundenwinkel berechnen. Mit den Argumenten $\gamma + \Gamma_1$ und $(\lambda + \mu)_1 - (\lambda + \mu)$ wurde die Grösse $1 \pm m$ tabulirt, mit welel' letzterer Grösse in Verbindung mit u'_a die gesuchte Grösse der Finsterniss in dem bestimmten Zeitpunkte aus dem früher erwähnten Täfelchen gefunden werden kann.

Oft ist es wünschenswerth, wenigstens mit ganz roher Annäherung, die Zeit des Anfanges und des Endes einer Finsterniss an einem bestimmten Orte zu kennen. Dies kann man in allerdings nur roher Näherung aus der Formel 22) erhalten. Denkt man sich nämlich den beliebigen Stundenwinkel t_1 so gewählt, dass er dem Zeitpunkte des Anfanges der Finsterniss entspricht, dass also für diesen Stundenwinkel t_a die Grösse der Finsterniss Null sei, so ist offenbar die Bedingung $m_a = u'_a$ zu erfüllen, nm aus der Formel 18) Null zu erhalten. Für u'_a kann man, da es sich ja hier nur um ganz beiläufige Näherungen handelt, seinen Mittelwerth 0.55 setzen und man wird als Bedingung haben

$$0.55 = \sqrt{(\gamma + \Gamma_a - 1)^2 + \left(\frac{n}{15}\right)^2 [(\lambda + \mu)_a - (\lambda + \mu)]^2}$$

Die Grösse $(\lambda + \mu)_a - (\lambda + \mu)$ ist die Correction, die man an das für die Mitte der Finsterniss geltende $\lambda + \mu$ anzubringen hat, um die für den Anfang der Finsterniss geltende Grösse $(\lambda + \mu)_a$ zu erhalten. Es wird sein

$$\text{Correct } (\lambda + \mu) = (\lambda + \mu)_a - (\lambda + \mu) = \frac{15}{n} \sqrt{0.30 - (\gamma + \Gamma_a - 1)^2}$$

Bezeichnet man die Differenz zwischen den Γ umschliessenden Tafelwerthen, also die für die Zeit der grössten Phase stattfindende Änderung des Werthes von Γ für eine Zunahme von 10° im Werthe von $\lambda + \mu$ mit $\Delta\Gamma$, so gehört offenbar zu irgend einem nicht sehr entfernten Argument $(\lambda + \mu)_1$ der Werth

$$\Gamma_1 = \Gamma + [(\lambda + \mu)_1 - (\lambda + \mu)] \frac{\Delta\Gamma}{10}$$

es ist also

$$\text{Correct } (\lambda + \mu) = \frac{15}{n} \sqrt{0.30 - [\gamma + \Gamma - 1 + \frac{\Delta\Gamma}{10} \text{ correct } (\lambda + \mu)]^2} \dots \dots \dots 23)$$

Mit $\gamma + \Gamma$ und $\Delta\Gamma$ als Argumenten wurde die Correction $(\lambda + \mu)$ sowohl für Anfang als für Ende der Finsterniss in eine kleine Tafel gebracht, welche zwar nur mässig genäherte Werthe geben, aber doch einen Schluss auf die Dauer der Finsterniss zulassen wird.

Endlich wurden zu bestimmten Werthen von φ die Werthe von $\lambda + \mu$ angeführt, bei welchen die grösste Phase bei Sonnenaufgang, zu Mittag oder bei Sonnenuntergang stattfindet, welche Werthe von γ unabhängig sind, und nur von L abhängen. Hiebei schreitet im Allgemeinen φ von 10 zu 10 Grad fort und es ist immer das entsprechende $\lambda + \mu$ angegeben. Ausser den von 10 zu 10 Grad wachsenden φ und einigen Zwischenwerthen finden sich auch noch diejenigen Punkte angegeben, für welche sich die Sonne zu Mittag, respective um Mitternacht im Horizont befindet. Diejenigen Punkte der grössten Phase zu Mittag, welche nicht Mittagspunkte sondern Mitternachtspunkte sind, sind dadurch hervorgehoben, dass $\lambda + \mu$ in eine Klammer gesetzt ist. Da der eine beleuchtete Pol beiden Fällen angehört, so findet sich bei $\varphi = 90^\circ$, der Interpolation mit den benachbarten Werthen wegen, ein doppelter Werth von $\lambda + \mu$ angegeben, wovon der eine für den Mittag, der andere für Mitternacht gilt.

Es ist auf diese Weise ermöglicht, wenn die Elemente der Finsterniss bekaunt sind, wenn sie also z. B. dem schon öfter citirten „Canon“ entnommen werden, mit Leichtigkeit alle näheren Umstände der Finsterniss für

einen gegebenen Ort ohne alle Rechnung mit einem ziemlichen Grade der Annäherung zu erhalten. Hat man z. B. eine grosse Zahl von Finsternissen in Bezug auf ihre Sichtbarkeit an einem bestimmten Orte zu untersuchen, so werden die Tafeln auch dann, wenn man diese Untersuchung mit grösster Genauigkeit durchführen will, sehr gute Dienste leisten, denn man wird in der Lage sein, sofort alle diejenigen Finsternisse, welche gewiss an dem betreffenden Orte nicht sichtbar sind, auszuschliessen, und wird nur noch diejenigen Finsternisse zu untersuchen haben, welche durch diese Tafeln entweder als am Orte sichtbar oder aber wenn auch nach den Tafeln als unsichtbar, so doch so nahe an der Grenze der Sichtbarkeit gefunden werden, dass eine genauere Rechnung sie vielleicht als sichtbar erkennen lassen kann. Die durch die Tafeln gefundenen Werthe werden dann als gute Näherungswerthe dienen, mit welchen die Durchrechnung der Formeln 2) leicht die wahren Werthe wird finden lassen. Die hierzu erforderlichen Hilfsgrössen gibt alle der Canon“.

Es ist also in erster Linie die Verwendung dieser Tafeln in Verbindung mit dem Oppolzer'schen Canon der Finsternisse ins Auge gefasst. Nichtsdestoweniger ist es aber einestheils wünschenswerth, dass eine so umfangreiche Tafel nicht ganz von einem andern Werke abhängig und ohne dasselbe unbenützlich sei, anderntheils umfasst ja der Canon eine, wenn auch sehr lange, so doch nur begrenzte Zeitperiode und es kann zuweilen vorkommen, dass man auch noch Finsternisse untersuchen will, welche vor dem Jahre —1207 stattfanden. Man wird dann genöthigt sein, die Elemente der Finsternisse nach den Oppolzer'schen Syzygientafeln zu berechnen. Diese Tafeln sind nun, wie schon erwähnt, sehr einfach und übersichtlich angeordnet und die Berechnung von Finsternisselementen lässt sich mit ihrer Hilfe in recht kurzer Zeit ausführen. Nichtsdestoweniger ist die Arbeit, wenn eine grössere Zahl von Finsternissen zu untersuchen ist, doch nicht ganz gering, während die Resultate, wenn nur eine directe Anwendung der vorliegenden Tafeln beabsichtigt wird, einen viel zu hohen Grad von Genauigkeit haben. Man muss nämlich auch die Elemente jener Finsternisse, welche sich durch die vorliegenden Tafeln sofort als unsichtbar ergeben, mit völliger Genauigkeit rechnen, was natürlicherweise einen nicht unbeträchtlichen Arbeitsverlust verursacht.

Um nun diese zwei Nachtheile zu umgehen, um einestheils die vorliegenden Tafeln von anderen Hilfsmitteln unabhängig zu machen, anderntheils in Fällen, wo die directe Berechnung von Finsternisselementen nothwendig wird, diese auf die möglichst einfache Rechnung zu reduciren, habe ich den Tafeln zur Berechnung der näheren Umstände der Sonnenfinsternisse ekliptische Tafeln vorausgeschickt, welche dadurch entstanden, dass ich aus den Oppolzer'schen Syzygientafeln nur jene Grössen beibehielt, welche auch innerhalb der hier gesteckten weiteren Genauigkeitsgrenzen nicht vernachlässigt werden konnten, dagegen alles Dasjenige fortliess, was die Genauigkeit, die für die Anwendung der folgenden Tafeln erforderlich ist, überschreitet. Es war dadurch möglich, viele Grössen zusammenzuziehen, die Berechnung von anderen wesentlich einfacher zu machen, und die Mitnahme von Seculargliedern ganz zu umgehen. Eine Vergleichung der vorliegenden ekliptischen Tafeln mit Oppolzer'schen Syzygientafeln wird leicht erkennen lassen, dass, obwohl die vorliegenden Tafeln ganz auf die erwähnten Syzygientafeln basirt sind, sie sich doch in ihrer ganzen Anordnung und in der Zusammenfassung der verschiedenen Grössen wesentlich unterscheiden. Es soll jetzt zunächst die Construction dieser Tafeln näher erläutert werden.

Die Grössen, deren man zur Ermittlung der näheren Umstände der Finsternisse bedarf, sind folgende: T , P , L , μ , γ und u' .

Die Syzygientafeln geben zunächst T in Tagen der julianischen Periode und auf vier Decimalen des Tages; für die vorliegenden Tafeln sind drei Decimalen des Tages mehr als genügend, doch wird es, um μ direct aus T berechnen zu können, wünschenswerth sein, für T nicht den Werth der Syzygientafeln, sondern den noch um die Zeitgleichung verminderten und um die Reduction von der wahren Conjunction auf die Zeit der grössten Phase vermehrten Werth zu haben.

In den Syzygientafeln setzt sich T zusammen aus $T_c + T_n + T_I + T_{II} + T_{III} + T_{IV} + T_V + T_{VI} + T_{VII} + T_{VIII}$. Es sollen aber hier nur die ersten zwei der acht Argumente der Syzygientafel direct mitgenommen, die übrigen aber nur anderweitig berücksichtigt, respective aus einer Tafel mit doppeltem Eingange entlehnt werden. Die Reduction, die wegen der Zeitgleichung an T anzubringen wäre, und die mit — Z bezeichnet wird, zerfällt in

— Z_c — Z_{II} — Z_L , indem die anderen Argumente keine merkbaren Beiträge geben. — Z_c und — Z_{II} kann leicht in Zeit umgesetzt mit T_c und T_{II} vereinigt werden; Z_L aber, welches von der Grösse L' abhängt, kann mit den Argumenten T und II in eine Tafel mit doppeltem Eingange gebracht werden, da das Argument II die mittlere Anomalie der Sonne, die Grösse L' aber die Länge der Sonne darstellt. Die Differenz zwischen mittlerer Anomalie und mittlerer Länge oder die Länge des Perihels ändert sich aber bekanntlich nur sehr langsam mit der Zeit, es kann also, wenn T und II bekannt ist, auch L' als bekannt angesehen werden, also auch zu bekannten T und II das von L' abhängige Glied — Z_L aufgeschlagen und mit T_{II} vereinigt werden. Für die in Graden ausgedrückte Reduction der Zeit von der wahren Conjunction auf die Mitte der Phase gilt der Ausdruck — $\frac{15}{n} B \cos N_1$, wo $B = p \sin P$ gesetzt ist. Die Reduction ΔT ist also

$$\Delta T = -\frac{15}{360n} p \sin P \cos N_1 = -\frac{1}{24n} p \sin P \cos N_1.$$

Der Winkel N_1 unterscheidet sich immer nur um sehr kleine Grössen von dem mittleren Werthe und kann gesetzt werden, wenn Q , oder was auf dasselbe herauskommt

$$\begin{aligned} \text{wenn } P \text{ bei } 0^\circ, \text{ also der Mond im } \Omega \text{ ist. } \dots N_1 &= 84^\circ 3 \\ \text{„ } P \text{ „ } 180^\circ, \text{ „ „ „ „ „ „ \dots N_1 &= 95^\circ 7 \end{aligned}$$

für $\frac{1}{24n}$ kann man den Mittelwerth setzen $\log \frac{1}{24n} = 8.8837$ und da $\cos 84^\circ 3 = 8.9970$ dagegen $\cos 95^\circ 7 = 8.9970$ ist, so erhält man, wenn man auch gleich für p seinen Mittelwerth $\log p = 0.7175$ einsetzt

$$\begin{aligned} \text{wenn } P \text{ bei } 0^\circ \text{ ist. } \dots \Delta T &= 8.5982 \sin P \\ \text{„ } P \text{ „ } 180^\circ \text{ „ } \dots \Delta T &= 8.5982 \sin P \end{aligned}$$

also auch, wenn man unter P' , einen Winkel im ersten Quadranten versteht (der übrigens nicht grösser als 20° werden kann, wenn eine Finsterniss möglich sein soll)

$$\begin{aligned} \text{für } P &= -P' \dots \Delta T = 0.0396 \sin P' \\ \text{„ } P &= +P' \dots \Delta T = -0.0396 \sin P' \\ \text{„ } P &= 180^\circ - P' \dots \Delta T = 0.0396 \sin P' \\ \text{„ } P &= 180^\circ + P' \dots \Delta T = -0.0396 \sin P' \end{aligned}$$

also allgemein, wenn man P je nachdem es bei 360° oder 180° liegt, um 360° oder 180° vermindert und nur den so entstehenden Rest P' in Rechnung zieht

$$\Delta T = -0.0396 \sin P'.$$

P' wird sich aber zusammensetzen aus $P'_c + P'_p + P'_I + P'_{II} + P'_{III}$, wenn man die weiteren Argumente vernachlässigt. Nur P'_p kann einen etwas grösseren Werth annehmen, die übrigen Glieder bleiben immer ganz klein und man kann daher mit völlig genügender Genauigkeit setzen

$$\sin P' = \text{arc } P'_c + \text{arc } P'_p + \text{arc } P'_I + \text{arc } P'_{II} + \text{arc } P'_{III}$$

und endlich wegen $\log \text{arc } 1 = 8.2419$, wenn die Grössen P in Graden verstanden werden

$$\Delta T = -0.0007 P'_p - 0.0007 P'_c - 0.0007 P'_I - 0.0007 P'_{II} - 0.0007 P'_{III}$$

wobei es also wieder möglich war, die einzelnen Theile mit den entsprechenden einzelnen Theilen von T zu vereinigen.

Die Argumente IV , V , VI und $VIII$ der Syzygientafel sind von denselben Grössen abhängig wie I und II und es ist $IV = I - II$, $V = I + II$, $VI = 2I - II$ und $VIII = 2I + II$. Die Beiträge, welche diese Argumente liefern, können also in einer Tafel mit doppeltem Eingange mit den Argumenten I und II tabulirt werden; das Argument VI kann vernachlässigt werden, wogegen das Argument III sowohl für T als für P einen merkbaren Beitrag liefert und daher berücksichtigt werden muss. Dieses Argument kann aber berück-

sichtigt werden, ohne dass man es besonders in Rechnung zieht. In der Cyelentafel ist nämlich das Argument *III* in Folge der Anordnung der gewählten Cyelen immer sehr wenig von Null verschieden, es kann also das in der Neumondtafel stehende Argument *III_n* direct als das zur Finsterniss gehörige Argument *III* betrachtet, damit die Werthe von *T_{III}*, *P_{III}* und *L_{III}* aufgeschlagen und gleich mit den Werthen von *T_n*, *P_n* und *L_n* vereinigt werden.

Die Grössen *T* und *P* haben in den Syzygientafeln auch noch Secularglieder, welche mit τ zu multiplizieren und an die Hauptwerthe anzubringen sind; doch sind diese Secularglieder nur bei *T_{II}* und *P_{II}* so gross, dass sie nicht übergangen werden können. Es wurde daher die Anordnung so getroffen, dass dieselben in einer Tafel mit doppeltem Eingange und den Argumenten *II* und *T* gegeben und gleich mit den direct von *II* abhängigen Werthen und der von *II* und *T* abhängigen Correction von $-Z_L$ vereinigt wurden. Die Secularglieder von *T_{II}* und *P_{II}* wurden hiebei noch um den Mittelwerth der Secularglieder von *T_n* und *P_n* vermehrt. Endlich wurden an die Werthe von *T_c* noch diejenigen Werthe der empirischen Correctionen, welche F. Ginzel als die wahrscheinlichsten abgeleitet hat, und welche sich von den in den Syzygientafeln angenommenen merkbar unterscheiden, angebracht. Ausserdem wurden den Werthen von *T_c* und *T_n*, welche in Tagen der julianischen Periode gegeben sind, eine Einrichtung, die sich vorzüglich bequem erwiesen hat, noch mit kleinerer Schrift die entsprechenden und nur ganz roh genäherten Zeiten in Jahresbruchtheilen nach der bei uns gebräuchlichen Zählweise der Jahre vor und nach Christi beigefügt, welche Angabe bei der Rechnung nicht mitzunehmen ist, aber als Anhaltspunkt dienen soll, welche Zeilen der Cyklen und Periodentafel man zu wählen hat, wenn man eine Sonnenfinsterniss sucht, die zu einer bestimmten, in dieser Zählweise angegebenen Zeit stattgefunden.

Die in den folgenden ekliptischen Tafeln enthaltenen Grössen sind demnach, wenn man die Werthe der Syzygientafeln in Klammern setzt, ausgedrückt durch

In der Cyklentafel:

$$T_c = [T_c] + \text{Empirische Correction für die Mitte} - \text{Correction für } [Z_c] - 0.007 [P_c] + 0.4870.$$

$$P_c = [P_c] + \text{Empirische Correction für die Mitte} - 0.200.$$

$$L_c = [L_c] - 0.400.$$

$$I_c = [I_c] + \text{Empirische Correction, in Theile der Peripherie umgesetzt.}$$

$$II_c = [II_c] + \text{Empirische Correction " " " " " "}$$

In der Periodentafel:

$$T_p = [T_n] - 0.0007 [P'_n] + \text{Correction für } [III_n] - 0.0104,$$

$$\text{oder } [T_c] - 0.0007 [P'_c] + \text{Correction für } [III_c] - 0.0104.$$

$$P_p = [P_n] + \text{Correction für } [III_n] - 0.129,$$

$$\text{oder } [P_v] + \text{Correction für } [III_c] - 0.129.$$

$$L_p = [L'_n]$$

$$\text{oder } [L'_v] + 180^\circ$$

$$I_p = [I_n] \text{ in Theile der Peripherie umgesetzt,}$$

$$\text{oder } [I_v] \text{ " " " " " "}$$

$$II_p = [II_n] \text{ " " " " " "}$$

$$\text{oder } [II_v] \text{ " " " " " "}$$

In Tafel I:

$$T_I = [T_I] - 0.0007 [P_I] + \text{den von den Argumenten IV—VIII abhängigen kleinen Gliedern.}$$

$$P_I = [P_I]$$

$$L_I = [L_I]$$

In Tafel II:

$$T_{II} = [T_{II}] - 0.0007 [P_{II}] - \text{Correct. für } [Z_{II}] - \text{Correct. für } [Z_L] + \tau \{[\Delta T_{II}] + 0.0083\} + 0.0234$$

$$P_{II} = [P_{II}] + \tau \{[\Delta P_{II}] + 0.062\} + 0.329$$

$$L_{II} = [L'_{II}] + \tau [\Delta L_{II}] + 0.400.$$

Aus diesen Tafeln erhält man die Elemente

$$\begin{aligned} T &= T_c + T_p + T_I + T_{II} \\ P &= P_c + P_p + P_I + P_{II} \\ L &= L_c + L_p + L_I + L_{II} \end{aligned}$$

in ganz symmetrischer Anordnung. Es folgen nun noch weitere Tafeln zur Bestimmung der noch fehlenden Grössen. Zunächst eine Tafel, welche mit dem Argumente: „Decimalen von T “ den Werth des zugehörigen Stundenwinkels μ und die in Stunden und Minuten ausgedrückte zugehörige Zeit findet lässt. Die Zeit ist von Greenwicher Mitternacht an gezählt; da aber an T die Correction für Zeitgleichung angebracht wurde, so ist die so gefundene Zeit noch nicht direct Weltzeit, nach welcher ja auch im Canon die Angaben gemacht sind, sondern sie muss noch um die Zeitgleichung vermehrt werden, wofür eine kleine Tafel, die von den Argumenten II und T abhängt, gegeben ist; denn wie schon früher angeführt, kann, wenn II und T annähernd gegeben ist, L gefunden werden. Diese Argumente genügen also zur Tabulirung der Zeitgleichung, die übrigens auch für den vorliegenden Zweck keine grosse Bedeutung hat. Eine weitere wichtige Grösse ist γ . In den Syzygientafeln wird γ nicht direct gegeben, sondern es muss aus der Formel $\gamma = B \sin N_1$ oder eigentlich, da $B = p \sin P$ aus der Formel $\gamma = p \sin P \sin N_1$ berechnet werden. Es lässt sich aber für N_1 sein Mittelwerth $N_1 = 84^\circ 3$ für P bei 0° , und $N_1 = 95^\circ 7$ für P bei 180° einsetzen, so dass γ nur noch von p und P abhängig bleibt. Der Ausdruck für $\log p$ enthält aber nur von I abhängige, etwas grössere periodische Glieder. Die von den übrigen Argumenten abhängigen Glieder können innerhalb der hier gesteckten Genauigkeitsgrenzen als vollständig unmerkliche Beiträge gebend, übergangen werden, und man kann daher mit den Argumenten P und I den Werth von γ in eine Tafel mit doppeltem Eingange bringen, welche Tafel nun zunächst folgt. Ebenso ist u'_a in eine Tafel gebracht mit den Argumenten I und II , da auch für diese Grösse die übrigen Argumente völlig unmerklich bleiben. Es folgt eine Tafel, um das in Tagen der julianischen Periode ausgedrückte T in unsere gewöhnliche Zeitrechnung zu verwandeln. Die Construction dieser übrigens schon mehrfach gegebenen Tafel bedarf wohl keiner näheren Erläuterung, ebenso wenig wie die darauf folgende Tafel der halben Tagebogen oder eigentlich der Stundenwinkel der Sonne für Auf- und Untergang, welche mit den Argumenten L und φ tabulirt ist, und wobei der halbe Tagebogen t nach der Formel

$$\cos t = \frac{\sin \varphi \sin \delta}{\sin \delta}$$

berechnet ist.

Man erhält auf diese Weise durch Addition von wenigen Zahlen sowohl für eine Sonnen- als für eine Mondfinsterniss die Grössen T , P , L , μ , γ und u'_a , also alle Grössen, deren man bedarf. Manchmal kann es aber wünschenswerth werden, in mindestens beiläufiger Näherung auch noch alle andern Elemente und Hilfsgrössen zu kennen deren man zur Curvenrechnung bedarf, wenn man nicht die hierfür construirten Tafeln benützt. Es finden sich daher auf p. 420 und 421 Tafeln, welche, wenn auch nur mit einem geringen Grade von Genauigkeit alle von L abhängigen Hilfsgrössen finden lassen und ausserdem mit dem Argumente I die Grössen Q , $\log p$, $\log \Delta L$, $\log q$ und $\log n$, ferner mit dem Argumente II die Werthe von $\log f$ für die von Zoll zu Zoll wachsenden Grössen der Finsterniss, und mit u'_a die den einzelnen Zollen entsprechenden Werthe von u' , endlich mit dem Argumente T die Werthe von u' . Zum Schlusse ist noch eine kleine Tafel beigefügt, welche mit den Argumenten γ und u'_a die genäherte halbe Dauer der Finsterniss auf der Erde überhaupt ergibt.

Für eine Sonnenfinsterniss sind nun die näheren Umstände für jeden Ort verschieden und können mit Hilfe der so gefundenen Elemente aus den „Tafeln zur Berechnung der näheren Umstände“ entnommen werden. Für Mondfinsternisse sind aber die Erscheinungen für die ganze Erde dieselben und es lassen sich mit Hilfe der gegebenen Elemente diese Grössen: Grösse der Finsterniss, Beginn der Partialität, Beginn der Totalität, Ende der Totalität, Ende der Partialität, Länge und Breite des Ortes, an dem der Mond zu diesen Zeitpunkten im Zenithe steht und endlich noch die Positionswinkel des Ein- und Austrittes leicht ermitteln. Die Grösse der Finsterniss in Zollen ist nach [p. 434] der Syzygientafeln

$$\text{Grösse in Zollen} = 1.3421 (1.5682 - u'_a \mp p \sin P \sin N_1)$$

wo das obere Zeichen zu nehmen ist, wenn $p \sin P \sin N_1$ positiv ist, das untere wenn es negativ ist, es ist also nach einer einfachen Reduction

$$\text{Grösse in Zollen} = 34 \cdot 46 - 22 \cdot 0 (u'_a \pm \gamma),$$

wo das obere Zeichen für γ positiv, das untere für γ negativ gilt. Es ist also immer der absolute Werth von γ zu u'_a zu addiren. Mit dem Argumente $u'_a \pm \gamma$ erhält man also zunächst die Grösse der Finsterniss. Die halbe Dauer der Finsterniss kann aber, wenn man sich kleine Vernachlässigungen erlaubt, wie dies in Oppolzer's „Tafeln zur Berechnung der Mondfinsternisse“ auf pag. 392 ausgeführt ist, von der Grösse allein abhängig gemacht werden, man kann also auch die Zeiten des Beginnes und Endes von Partialität und Totalität mit $u'_a \pm \gamma$ tabuliren. Die Länge des Ortes, an dem der Mond zur Zeit der Finsterniss im Zenithe steht, ist gegeben durch den Ausdruck

$$\lambda_z = 180^\circ - \mu$$

bringt man an diesen Ausdruck die in Grade verwandelte halbe Dauer der Finsterniss an, so erhält man die Länge des Ortes, an welchem der Mond zur Zeit des Beginnes oder Endes von Partialität oder Totalität im Zenithe stand. Die geographische Breite dieses Ortes ist natürlich gleich der Declination des Mondes, kann also mit genügender Näherung aus der Formel

$$\sin \varphi = \sin L \sin \mu$$

ermittelt und mit dem Argumente L tabulirt werden. Der vom Nordpunkte des Mondrandes gezählte Positionswinkel für den Ein- und Austritt des Erdschattens endlich, ist nach den Syzygientafeln [p. 434] für den Eintritt $P_e = N - \chi$, für den Austritt $P_a = N + \chi$, wo $N = N_1 + 90^\circ + h$, $\tan h = -\cos L \tan \varepsilon$, $\cos \chi = \frac{\gamma}{1 \cdot 5682 - u'_a}$ ist; nimmt man für N_1 den Mittelwerth $84^\circ 3$ oder $95^\circ 7$, und für u'_a den Mittelwerth $0 \cdot 55$ an, so kann M mit dem Argumente L , χ mit dem Argumente γ tabulirt werden, wodurch also alle für eine Mondfinsterniss in Betracht kommenden näheren Umstände bestimmt erscheinen.

Gebrauch der ekliptischen Tafeln.

Zunächst ist zu bemerken, dass die Zeitangabe der Finsternisse, die Grösse T in Tagen der julianischen Periode gegeben ist. Die Rechnung wird also den Zeitpunkt der Mitte der Finsterniss in Tagen der julianischen Periode und deren Bruchtheilen finden lassen und die so gefundene Zeit wird dann erst in eine der gewöhnlichen Zeitrechnungen umzusetzen sein, welche Umsetzung in das bei uns gebräuchliche Datum mit Hilfe der auf p. 416 enthaltenen Tafel geschieht. Meist hat man aber schon, bevor man die Finsterniss rechnet, eine beiläufige Kenntniss der Zeit, zu welcher sie stattgefunden, da man ja eben häufig untersuchen will, ob eine Finsterniss an einem bestimmten Tage, an dem sie als beobachtet angegeben wird, stattgefunden hat oder nicht. Um dann gleich von vornherein zu wissen, mit welchen Zeilen der Cyklen- und Periodentafeln man zu operiren hat, finden sich neben den einzelnen Zeilen dieser zwei Tafeln am Rande in kleiner Schrift und nur bis auf Hundertsteljahre genähert, die Werthe von T in Jahren nach unserer Zeitrechnung ausgedrückt. Diese kleingedruckten Zahlen sind bei der Rechnung nicht mitzunehmen, sie sollen nur darüber orientiren, welche Zeilen man zu wählen hat. Eine ebenfalls mit kleiner Schrift gedruckte „Jahresbruchtheiltafel“ gestattet, von den Tagen und Monaten auf Jahresbruchtheile und umgekehrt überzugehen. Man hat hierbei die Zahlen links zu wählen, wenn die Jahreszahl positiv, also nach Christus, die Zahlen rechts dagegen, wenn sie negativ, also vor Christus ist.

Man will z. B. wissen, ob am 29. September 1875 eine Sonnenfinsterniss stattgefunden. Nachdem hier eine positive Jahreszahl ist, so hat man die Zahlen links zu nehmen und der 29. September 1875 wird ungefähr gleich sein der Jahreszahl $1875 \cdot 74$, da $0 \cdot 74$ für die Zeit vom 27. bis 30. September gilt. Sucht man nun am

Rande der Cyklentafel diese Zahl, so findet sie sich zufälligerweise direct vor, man braucht also aus der Periodentafel nichts mehr hinzuzuaddiren. Will man ebenso wissen, ob am 18. Juli 1860 eine Sonnenfinsterniss stattgefunden, so wird man, da wieder die Jahreszahl positiv ist, ebenfalls die Zahl links zu nehmen haben und wird finden, dass der 18. Juli dem Jahresbruchtheile $0\cdot54$ entspricht, das vorgelegte Datum also der Jahreszahl $1860\cdot54$; dieser Werth findet sich nun nicht am Rande der Cyklentafel, man muss also den nächst kleineren $1846\cdot80$ nehmen und zu den für diese Zeile geltenden Werthen noch diejenigen Werthe hinzufügen, welche in der mit $13\cdot74$ bezeichneten Zeile der Periodentafel stehen, da $1846\cdot80 + 13\cdot74 = 1860\cdot54$ ist. Ebenso hätte man, wenn man untersuchen wollte, ob am 14. August des Jahres — 309 eine Sonnenfinsterniss stattgefunden, jetzt, da die Jahreszahl negativ ist, die Zahl rechts zu nehmen; der 14. August entspricht also dem Jahresbruche $0\cdot38$, das vorgelegte Datum also der Jahreszahl — 309 \cdot 38. Die Jahreszahl findet sich wieder nicht am Rande der Cyklentafel, man wird also wieder zu den Werthen der nächst vorhergehenden Zeile, also zu den Werthen der mit — 324 \cdot 58 bezeichneten Zeile (da bei negativen Jahreszahlen die grössere die vorhergehende ist) noch die Werthe der Periodentafel, welche sich in der mit $15\cdot20$ bezeichneten Zeile finden, zu addiren haben, da — 324 \cdot 58 + $15\cdot20 = 309\cdot38$ ist.

Findet sich in der Periodentafel kein Werth, welcher mit demjenigen der Cyklentafel addirt, dem vorgelegten Tage bis auf ein Hundertsteljahr gleichkommt, so sieht man sofort, dass an diesem Tage keine Finsterniss stattfinden kann. Stimmt aber der Werth bis auf etwa ein Hundertstel, so sieht man aus der Periodentafel, ob die Finsterniss gewiss oder nur möglich ist.

Es bezeichnet nämlich:

- ⊙ $p?$ eine partielle Sonnenfinsterniss ist möglich, aber nicht gewiss.
- ⊙ $c? p?$ eine centrale Sonnenfinsterniss ist möglich, sie kann aber auch nur partiell sein, kann auch ganz entfallen.
- ⊙ $c? p!$ eine centrale Sonnenfinsterniss ist möglich, eine partielle aber gewiss.
- ⊙ $c!$ eine centrale Sonnenfinsterniss ist gewiss.
- ⊙ $p?$ eine partielle Mondfinsterniss ist möglich, aber nicht gewiss.
- ⊙ $t? p?$ eine totale Mondfinsterniss ist möglich, sie kann aber auch nur partiell sein, kann auch ganz entfallen.
- ⊙ $t? p!$ eine totale Mondfinsterniss ist möglich, eine partielle aber gewiss.
- ⊙ $t!$ eine totale Mondfinsterniss ist gewiss.

Die Rechnung bringt dann die Entscheidung, welcher von den möglichen Fällen eintritt; man sieht aber gleich von vornherein, wenn die Finsterniss mit $p?$ bezeichnet ist, dass sie nicht sehr gross werden kann u. s. w.

Das Verfahren zur Berechnung der Elemente einer Finsterniss ist nun folgendes:

Aus der Cyklentafel schreibt man die Zeile heraus, welche zu der dem gegebenen Datum nächst vorhergehenden Zeit gehört und darunter diejenige Zeile aus der Periodentafel, welche die nächst vorhergehende Zeit auf das gegebene Datum ergänzt. Man hat also die Werthe für

und darunter diejenigen für

I_c	II_c	T_c	P_c	L_c
I_p	II_p	T_p	P_p	L_p

$I_c + I_p$ und $II_c + II_p$ werden nun je in eine Summe vereinigt und man setzt

$$I = I_c + I_p$$

$$II = II_c + II_p$$

wobei jedoch, wenn I oder II grösser werden würde, als 1000, 1000 fortgelassen wird.

Man hätte also für die vorhin angeführten Beispiele:

- a) $I_c = 336$ $II_c = 743$ $T_c = 2406$ $161 \cdot 460$ $P_c = 177^\circ 0$ $L_c = 185^\circ 5$
 $I_p = 0$ $II_p = 0$ $T_p = 0 \cdot 000$ $P_p = 0 \cdot 0$ $L_p = 0 \cdot 0$ centrale Sonnenfinsterniss sicher.
 $I = 336$ $II = 743$.
- b) $I_c = 663$ $II_c = 800$ $T_c = 2395$ $589 \cdot 509$ $P_c = 357^\circ 0$ $L_c = 205^\circ 3$
 $I_p = 191$ $II_p = 744$ $T_p = 5$ $020 \cdot 202$ $P_p = 174 \cdot 0$ $L_p = 268 \cdot 1$ centrale Sonnenfinsterniss sicher
 $I = 854$ $II = 544$.
- c) $I_c = 594$ $II_c = 510$ $T_c = 1602$ $870 \cdot 296$ $P_c = 357^\circ 0$ $L_c = 63^\circ 8$
 $I_p = 482$ $II_p = 200$ $T_p = 5$ $551 \cdot 749$ $P_p = 6 \cdot 1$ $L_p = 72 \cdot 1$ centrale Sonnenfinsterniss sicher.
 $I = 76$ $II = 710$.

Mit den so gewonnenen Argumenten I und II entnimmt man nun aus Tafel I die Werthe von T , P und L , die man unter die entsprechenden früher erhaltenen schreibt, ebenso aus Tafel II mit den Werthen von II und T die Werthe von T_{II} , P_{II} und L_{II} , die ebenfalls unter die früheren Werthe geschrieben werden; man hat dann für die Elemente T , P und L die Summen zu bilden und es ist

$$\begin{aligned} T &= T_c + T_p + T_I + T_{II} \\ P &= P_c + P_p + P_I + P_{II} \\ L &= L_c + L_p + L_I + L_{II} \end{aligned}$$

Hierbei ist zu beachten, dass die Tafeln I und II zwar Tafeln mit doppeltem Eingange sind, aber doch nur als solche mit einfachem Eingange zu betrachten sind; denn da keine grosse Genauigkeit verlangt wird, wird es wohl immer genügen, diejenige Verticalcolumnne zu wählen, welche dem gegebenen Werthe von II oder T zunächst liegt, und nur in verticaler Richtung zu interpoliren.

Also für die vorigen Beispiele, wenn wir die früher gemachte Rechnung nochmals hersetzen:

- a) $I_c = 336$ $II_c = 743$ $T_c = 2406$ $161 \cdot 460$ $P_c = 177^\circ 0$ $L_c = 185^\circ 5$
 $I_p = 0$ $II_p = 0$ $T_p = 0 \cdot 000$ $P_p = 0 \cdot 0$ $L_p = 0 \cdot 0$
 $I = 336$ $II_p = 743$
- | | | | | | |
|------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|------------------------|
| $T_I =$ | $0 \cdot 053$ | $P_I =$ | $0 \cdot 0$ | $L_I =$ | $0 \cdot 1$ |
| $T_{II} =$ | $0 \cdot 032$ | $P_{II} =$ | $0 \cdot 3$ | $L_{II} =$ | $0 \cdot 4$ |
| <hr/> | | | | | |
| $T =$ | 2406 | $161 \cdot 545$ | $P =$ | $177^\circ 3$ | $L_{II} = 186^\circ 0$ |
- b) $I_c = 663$ $II_c = 800$ $T_c = 2395$ $589 \cdot 509$ $P_c = 357^\circ 0$ $L_c = 205^\circ 3$
 $I_p = 191$ $II_p = 744$ $T_p = 5$ $020 \cdot 202$ $P_p = 174 \cdot 0$ $L_p = 268 \cdot 1$
 $I = 854$ $II = 544$
- | | | | | | |
|------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------|
| $T_I =$ | $0 \cdot 738$ | $P_I =$ | $0 \cdot 7$ | $L_I =$ | $0 \cdot 7$ |
| $T_{II} =$ | $0 \cdot 149$ | $P_{II} =$ | $2 \cdot 0$ | $L_{II} =$ | $2 \cdot 0$ |
| <hr/> | | | | | |
| $T =$ | 2400 | $610 \cdot 598$ | $P =$ | $173^\circ 7$ | $L = 116^\circ 1$ |
- c) $I_c = 594$ $II_c = 510$ $T_c = 1602$ $870 \cdot 296$ $P_c = 357^\circ 0$ $L_c = 63^\circ 8$
 $I_p = 482$ $II_p = 200$ $T_p = 5$ $551 \cdot 749$ $P_p = 6 \cdot 1$ $L_p = 72 \cdot 1$
 $I = 76$ $II = 710$
- | | | | | | |
|------------|---------------|-----------------|-------------|-------------|-------------------|
| $T_I =$ | $0 \cdot 259$ | $P_I =$ | $0 \cdot 4$ | $L_I =$ | $0 \cdot 2$ |
| $T_{II} =$ | $0 \cdot 023$ | $P_{II} =$ | $0 \cdot 3$ | $L_{II} =$ | $0 \cdot 4$ |
| <hr/> | | | | | |
| $T =$ | 1608 | $422 \cdot 327$ | $P =$ | $3^\circ 8$ | $L = 136^\circ 5$ |

Unter T schreibt man jetzt den nächst kleineren Werth aus der Jahrhunderttafel p. 416 und bildet die Differenz. Die Zeile der Jahrhunderttafel lässt das Jahrhundert finden. Die Differenz sucht man in der Jahrestafel und zieht wieder die nächst kleinere dort vorfindliche Zahl davon ab. Die Zeile, in der sich diese

nächst kleinere Zahl findet, bezeichnet das Jahr, die Columne den Monat, der sich ergebende Rest den Monats- tag. Man hätte also für die vorigen Beispiele

a)

	$T = 2406\ 161$
In der Jahrhunderttafel findet sich beim Jahrhundert 1800	2378 495
	Differenz . 27 666
In der Jahrestafel findet sich in der Zeile 75, Columne September	27 637
	Rest . 29

Das zugehörige Datum ist also 1875, September 29.

b)

	$T = 2400\ 610$
In der Jahrhunderttafel findet sich beim Jahrhundert 1800	2378 495
	Differenz . 22 115
In der Jahrestafel findet sich in der Zeile 60, Columne Juli	22 097
	Rest . 18

Das zugehörige Datum ist also 1860, Juli 18.

c)

	$T = 1608\ 422$
In der Jahrhunderttafel findet sich beim Jahrhundert — 400	1574 957
	Differenz . 33 465
In der Jahrestafel findet sich in der Zeile 91, Columne August	33 450
	Rest . 15

Das zugehörige Datum ist also — 309, August 15.

Hierbei ist zu beachten, dass in der Jahrestafel ähnlich wie bei Logarithmen die letzten drei Stellen abgetrennt sind und die ersten in der ersten Columne stehenden zu der ganzen Zeile, und auch zu den folgenden Zeilen bis ein Wechsel eintritt, gehören; findet ein Wechsel der Anfangsziffern mitten in einer Zeile statt, so ist dies durch überstrichene Zahlen angedeutet. Zu einer überstrichenen Endzahl gehören also nicht die vorhergehenden, sondern die folgenden Anfangsziffern. So hätten wir für 75 September die Endziffern 637 und weil sie nicht überstrichen sind die vorangehenden Anfangsziffern 27, also zusammen 27637; für 60 Juli aber hat man die Endziffern 097 und weil die Null überstrichen ist, die nachfolgenden Anfangsziffern 22, also zusammen 22097.

Die Tafel auf p. 416 gibt mit den Argumenten „Decimalen von T^u die Zeit der Mitte der Finsterniss in wahrer bürgerlicher Greenwicher Zeit, an welche also noch die Correction für Zeitgleichung anzubringen ist, um die Zeit in Weltzeit ausgedrückt zu haben und die Grösse μ . Diese Tafel, sowie die folgenden, welche mit den Argumenten P und I den Werth von γ und mit den Argumenten I und II den Werth von u'_a ergeben, bedürfen wohl keiner näheren Erklärung, ebensowenig wie die Tafel, welche mit dem Argumente II und T die vorhin erwähnte, an die wahre Zeit anzubringende Zeitgleichungscorrection gibt.

Schreibt man jetzt die ganze Rechnung so wie sie eigentlich gemacht werden soll, übersichtlich zusammen, so sieht man leicht, dass die Rechnung wirklich in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden kann.

Die ganze Rechnung gestaltet sich folgendermassen:

	I	II	T	P	L
a) Cyklentafel	336	743	2406 161·460	177°0	185°5
Periodentafel	0	0	0·000	0·0	0·0
	336	743			
Tafel I			0·053	0·0	0·1
Tafel II			0·032	0·3	0·4
Elemente			2406 161·545	177°3	186°0
Jahrhunderttafel			2378 495		

$$\begin{aligned}
 & 27\ 666 \\
 & 1875, \text{ September } 29\ 13^h\ 5^m\ \mu = 16^\circ\ \gamma = +0\cdot25\ u'_a = 0\cdot56 \\
 & \quad \quad \quad - 10\ (\text{Zeitgleichung}) \\
 & \quad \quad \quad \underline{12^h\ 55^m}\ \text{Weltzeit.}
 \end{aligned}$$

b)

	I	II	T	P	L
	663	800	2395 589° 509	357° 0	205° 3
	191	744	5 020° 202	174° 0	268° 1
	854	544			

	0° 738	0° 7	0° 7
	0° 149	2° 0	2° 0
	2400 610° 598	173° 7	116° 1

2378 495
 22 115

1860, Juli 18 14^h 21^m $\mu = 35^\circ \gamma = + 0.55 u'_a = 0.53$
 +6
 14^h 27^m

c)¹

	I	II	T	P	L
	594	510	1602 870° 296	357° 0	63° 8
	482	200	5 551° 749	6° 1	72° 1
	76	710			

	0° 259	0° 4	0° 2
	0° 023	0° 3	0° 4
	1608 422° 327	3° 8	136° 5

1574 957
 33 465

— 309 August 15 7^h 51^m $\mu = 29.8^\circ \gamma = + 0.32 u'_a = 0.54$
 +2
 7^h 53^m

In dem Beispiele b) und c) sind nur diejenigen Grössen aufgeschrieben, welche thatsächlich aufgeschrieben werden müssen, diese Beispiele stellen also den completen Rechnungsmechanismus dar, der zur Berechnung der Elemente einer Finsterniss dient.

Die Tafeln auf p. 420 und 421 wird man nur benutzen, wenn man aus einem speciellen Grunde genäherte Werthe der Hilfsgrössen braucht, doch wird dies sehr selten vorkommen und die Werthe der Hilfsgrössen sind hauptsächlich zu dem Zwecke angegeben, um zu zeigen, mit welchen Annahmen die Haupttafeln gerechnet sind.

Die Tafel der Stundenwinkel für Auf- und Untergang (p. 422 und 423) soll dazu dienen, um zu entscheiden, ob zu einer gegebenen Zeit an einem bestimmten Orte die Sonne oder der Mond über dem Horizont war oder nicht, ob also die Finsterniss sichtbar sein konnte.

Es ist also mit Hilfe der ekliptischen Tafeln leicht, die Elemente einer Sonnen- oder Mondfinsterniss zu berechnen. Sind die Elemente einer Sonnenfinsterniss bekannt, so müssen erst die näheren Umstände der Finsterniss für die einzelnen Orte gerechnet werden, zu welchem Zwecke die weiter unten folgenden Tafeln dienen. Für Mondfinsternisse ist aber mit Kenntniss der Elemente alles gegeben, da ja die Erscheinung für die ganze Erde die gleiche ist. Die Grösse der Finsterniss und die Correction, die man an die gefundene Zeit der Mitte anzubringen hat, um die Zeit des Anfanges oder Endes der Partialität oder Totalität zu erhalten, gibt die Tafel auf p. 424 mit dem Argumente $u'_a \pm \gamma$, wo das Zeichen demjenigen von γ entspricht, das heisst es ist immer der absolute Werth von γ zu u'_a zu addiren, um das Argument zu erhalten. Mit dem Argumente μ erhält man λ_2 , mit L dagegen ϕ_2 , das ist Länge und Breite des Ortes, an dem der Mond zur Zeit der Mitte der Finsterniss im Zenith steht. Die erste Tafel gibt auch noch mit dem Argumente $u'_a \pm \gamma$ die Correction, die an λ_2 anzubringen ist, um die Länge des Ortes zu erhalten, an dem der Mond zur Zeit des Beginnes oder Endes von Partialität oder Totalität im Zenith steht. Endlich gibt noch eine Tafel mit Argument L den Winkel M und

¹ Die Elemente dieser Finsterniss weichen etwas stärker von denen des Canon ab. Die Ursache hievon liegt darin, dass in den vorliegenden Tafeln die von Ginzel abgeleiteten empirischen Correctionen angewendet sind, während der Canon mit den früheren empirischen Correctionen gerechnet ist. Die Unterschiede werden natürlich um so grösser, je mehr man in die alte Zeit zurückgeht.

mit dem Argumente γ den Winkel γ . Es ist dann für directes Bild $M - \gamma$ der vom Nordpunkte des Mondrandes gegen Ost gezählte Positionswinkel für den Eintritt, $M + \gamma$ derselbe für den Austritt.

Man hätte z. B. für die Mondfinsterniss vom 25. October 1874:

<i>I</i>	<i>II</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>L</i>
663	800	2395 589'509	357'0	205'3
349	14	10 232'346	7'4	185'5
12	814			
		0'407	0'5	0'4
		0'049	0'5	0'6
		2405 822'311	5'4	31'8
		2378 495		
		27 327		

1874, October 25, 7^h 28^m $\mu = 292^\circ$ $\gamma = +0.46$ $u = 0.54$, also $u' \pm \gamma = 1.00$
 $\frac{16}{7^h 12^m}$

und mit diesen Grössen

		Mond im Zenith					
		Nach dem Nautical- Almanac		Nach dem Nautical-A.		Nach dem Nautical- Almanac	
				λ	φ	λ	φ
Anfang der Partialität	$(7^h 12^m - 1^h 40^m) = 5^h 32^m$	$5^h 41^m$	$(-112^\circ + 25^\circ)$	$-87^\circ + 12^\circ$	$90^\circ 12'$	Grösse 12.5	12'6
" " Totalität	$(7^h 12^m - 16^m) = 6^h 56^m$	$7^h 0^m$	$(-112 + 4)$	$-108 + 12$	$-109 12$	Positionswinkel für	
Mitte der Finsterniss	$= 7^h 12^m$	$7^h 16^m$		$-112 + 12$	$-113 13$	Eintritt $154^\circ - 63^\circ = 91^\circ$	90°
Ende der Totalität	$(7^h 12^m + 16^m) = 7^h 28^m$	$7^h 32^m$	$(-112 - 4)$	$-116 + 12$	$-117 13$	Austritt $154^\circ + 63^\circ = 217^\circ$	218°
" " Partialität	$(7^h 12^m + 1^h 40^m) = 8^h 52^m$	$8^h 51^m$	$(-112 - 25)$	$-137 + 12$	$-136 13$		

Eine bestimmte Phase, zu welcher λ_z gehört, ist an einem gegebenen Orte von der Länge λ und Breite φ sichtbar, wenn die Grösse $\lambda - \lambda_z$ innerhalb der Grenzen zwischen dem Stundenwinkel des Aufganges und des Unterganges für diesen Ort fällt.

Gebrauch der Tafeln zur Berechnung der näheren Umstände der Sonnenfinsternisse.

Hat man die Elemente einer Sonnenfinsterniss P, L, μ, γ und u'_a entweder dem „Canon der Sonnen- und Mondfinsternisse“ entlehnt oder mittelst der ekliptischen Tafeln berechnet, so lassen die folgenden Tafeln zwei verschiedene Aufgaben lösen. Entweder soll bestimmt werden, wie die Sonnenfinsterniss an einem durch die von Greenwich gezählte Länge λ (östlich positiv) und durch die geographische Breite φ bestimmten Orte erschien, also zu welcher Zeit die grösste Phase stattfand, wie gross die grösste Phase war, eventuell, wann die Finsterniss für diesen Ort begann oder endete und allenfalls noch die Grösse der Phase zu einer gewissen angenommenen Zeit, oder aber es soll überhaupt bestimmt werden, wie die Finsterniss auf der Erde verlief, an welchen Orten sie sichtbar war, an welchen nicht, welche Orte eine gewisse Grösse der Finsterniss als grösste Phase sahen u. s. w., das heisst es sollen verschiedene Curven auf der Erdoberfläche, welche zu gleicher Grösse der Finsterniss gehören, ermittelt werden.

Die Tafeln lassen also zwei verschiedene Aufgaben lösen, je nachdem λ und φ gegeben und die zugehörigen Umstände gesucht oder aber zu gewissen Umständen die zugehörigen λ und φ gesucht werden sollen. Zuerst soll der erste Fall betrachtet werden.

Gegeben ist $P, L, \mu, \gamma, u'_a, \lambda$ und φ .

P gibt zunächst die Entscheidung, ob sich der Mond im aufsteigenden oder im absteigenden Knoten befindet, ob man also den ersten oder den zweiten Theil der Tafeln zu benutzen hat, je nachdem es in der Nähe

von 0°, also zwischen den Grenzen 340° und 20° oder in der Nähe von 180°, also zwischen 160° und 200° gelegen ist. In dem Theile der Tafeln, der somit in Betracht kommt, sucht man die Seite, welche mit dem, dem gegebenen Werthe von L zunächst liegenden, kleineren L überschrieben ist und wenn also L zwischen die Werthe L_a und L_b fällt, zunächst die Seite L_a und bestimmt aus den Tafeln mit doppeltem Eingange mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ die Grösse t_a und die Grösse Γ_a ; hierauf schlägt man die folgende Seite L_b auf und bestimmt ebenso t_b und Γ_b . Eine einfache Interpolation für den Überschuss von L über L_a gibt dann die zur Sonnenlänge L gehörigen Grössen t und Γ ; t ist der Stundenwinkel der wahren Sonne zur Zeit der grössten Phase; wird dieser Winkel als μ in der Tafel p. 417 aufgesucht und in Zeit verwandelt, so erhält man wahre bürgerliche Ortszeit, die eventuell durch Anbringung der Zeitgleichung in mittlere bürgerliche Ortszeit, oder weiters durch Anbringung der Längendifferenz in Weltzeit verwandelt werden kann. Die Grösse Γ aber wird zum Elemente γ addirt und aus der Fusstafel entnimmt man leicht mit $\gamma + \Gamma$ und u'_a die Grösse der grössten Phase

Es soll hier möglichst vollständig dasjenige Beispiel durchgeführt werden, welches Hansen in seiner Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen verwendet hat. Es sind für dieses Beispiel, die Sonnenfinsterniss vom 18. Juli 1860, die Elemente (siehe p. 402):

$$P = 173^\circ 7' \text{ also } P \text{ bei } 180^\circ, L = 116^\circ, \mu = 35^\circ, \gamma = +0.55 \text{ und } u'_a = 0.53.$$

Es kommen also von der zweiten Abtheilung der Tafel die Seiten, welche für $L = 110^\circ$ und $L = 120^\circ$ gelten, also p. 524—527 in Betracht.

Nach der Rechnung Hansen's tritt die grösste Phase von 3 Zoll für den Ort $\lambda = 262^\circ 14'$ und $\varphi = 26^\circ 35'$ zur Zeit $t = 270^\circ$, ferner die Phase von 9 Zoll für den Ort $\lambda = 0^\circ 47'$ und $\varphi = 55^\circ 36'$ zur Zeit $t = 40^\circ$, endlich die Centralität für den Ort $\lambda = 281^\circ 31'$ und $\varphi = +58^\circ 56'$ zur Zeit $t = 300^\circ$ ein.

Es sollen nun für diese drei Punkte Zeit und Grösse der grössten Phase gerechnet werden.

$$\begin{array}{l}
 a) \quad \lambda = 262^\circ \\
 \quad \quad \mu = 35^\circ \\
 \hline
 \lambda + \mu = 297^\circ \quad \varphi = +27^\circ \\
 P \text{ bei } 180^\circ, L = 110^\circ \dots\dots t = 271^\circ \dots\dots \Gamma = 0.82 \\
 \quad \quad \quad L = 120^\circ \dots\dots t = 270^\circ \dots\dots \Gamma = 0.87 \\
 \hline
 \text{also für } L = 116^\circ \dots\dots t = 270^\circ \dots\dots \Gamma = 0.85 \\
 \quad \quad \quad \gamma = 0.55 \\
 \hline
 \gamma + \Gamma = 1.40 \\
 \quad \quad \quad u'_a = 0.53
 \end{array}$$

Die Fusstafel gibt mit diesen Werthen die Grösse der grössten Phase 3.0 Zoll.

Die Übereinstimmung ist also eine vollkommene.

$$\begin{array}{l}
 b) \quad \lambda = 1^\circ \\
 \quad \quad \mu = 35^\circ \\
 \hline
 \lambda + \mu = 36^\circ \quad \varphi = +56^\circ \\
 P \text{ bei } 180^\circ L = 110^\circ \dots\dots t = 42^\circ \dots\dots \Gamma = 0.32 \\
 \quad \quad \quad L = 120^\circ \dots\dots t = 40^\circ \dots\dots \Gamma = 0.29 \\
 \hline
 \text{also für } L = 116^\circ \dots\dots t = 41^\circ \dots\dots \Gamma = 0.30 \\
 \quad \quad \quad \gamma = 0.55 \\
 \hline
 \gamma + \Gamma = 0.85 \\
 \quad \quad \quad u'_a = 0.53
 \end{array}$$

Grösse nach der Fusstafel 9.0 Zoll.

c)

$$\begin{array}{l} \lambda = 282^\circ \\ \underline{\mu = 35^\circ} \\ \lambda + \mu = 317^\circ \quad \varphi = +59^\circ \\ \text{P bei } 180^\circ, L = 110^\circ \dots t = 301^\circ \dots \Gamma = 0\cdot43 \\ \quad L = 120^\circ \dots t = 299^\circ \dots \Gamma = 0\cdot46 \\ \text{also für } L = 116^\circ \dots t = 300^\circ \dots \Gamma = 0\cdot45 \\ \quad \gamma = 0\cdot55 \\ \hline \gamma + \Gamma = 1\cdot00 \quad \text{Central.} \end{array}$$

Die Übereinstimmung ist also in allen Beispielen eine vollständige.

Endlich sollen noch die näheren Umstände dieser Finsterniss für Edinburg gerechnet werden; man hat für diesen Ort $\lambda = -3^\circ$ $\varphi = +56^\circ$, somit

$$\begin{array}{l} \lambda = -3^\circ \\ \underline{\mu = 35^\circ} \\ \lambda + \mu = 32^\circ \quad \varphi = +56^\circ \\ \text{P bei } 180^\circ, L = 110^\circ \dots t = 37^\circ \dots \Gamma = 0\cdot34 \\ \quad L = 120^\circ \dots t = 35^\circ \dots \Gamma = 0\cdot32 \\ \text{also für } L = 116^\circ \dots t = 36^\circ \dots \Gamma = 0\cdot33 \\ \quad \Gamma = 0\cdot55 \\ \hline \gamma + \Gamma = 0\cdot88 \\ u'_a = 0\cdot53 \quad \text{Grösse } 9\cdot6 \text{ Zoll.} \end{array}$$

Die grösste Phase tritt also ein bei $t = 36^\circ$ und beträgt 9·6 Zoll. Nach dem Nautical Almanac findet die grösste Phase um 2^h 25^m1 mittlere Edinburger Zeit statt, was also etwa einem Stundenwinkel von 35° entspricht, wenn man die Zeitgleichung berücksichtigt. Die Grösse der grössten Phase findet sich mit 0·788 in Theilen des Sonnendurchmessers angegeben, was einer Phase von 9·5 Zoll entspricht. Man wünscht aber zu wissen, wie gross die Finsterniss zur Zeit $t = 30^\circ$ war. Zum Stundenwinkel $t = 30^\circ$ gehört aber

$$\begin{array}{l} \text{für } L = 110^\circ \text{ und } \varphi = +56^\circ \dots (\lambda + \mu)_1 = 26^\circ \dots \Gamma_1 = 0\cdot36 \\ \quad L = 120^\circ \dots (\lambda + \mu)_1 = 28^\circ \dots \Gamma_1 = 0\cdot32 \\ \text{also für } L = 116^\circ \dots (\lambda + \mu)_1 = 27^\circ \dots \Gamma_1 = 0\cdot34 \\ \quad \lambda + \mu = 32^\circ \quad \gamma = 0\cdot55 \\ \hline \lambda + \mu - (\lambda + \mu)_1 = 5^\circ \quad \gamma + \Gamma_1 = 0\cdot89 \end{array}$$

mit $(\lambda + \mu) - (\lambda + \mu)_1 = 5^\circ$ und $\gamma + \Gamma_1 = 0\cdot89$ bekommt man für $1 \pm m$ den Werth 0·78 und mit diesem Werthe und $u'_a = 0\cdot53$ die Grösse der Finsterniss 7·2 Zoll.

Endlich soll noch Anfang und Ende der Finsterniss für Edinburg gerechnet werden. Für die grösste Phase $\lambda + \mu = 32^\circ$ erhält man die Werthe von $\Delta\Gamma$

$$\begin{array}{l} \text{für } L = 110^\circ \dots \Delta\Gamma = -0\cdot05 \\ \quad L = 120^\circ \dots \Delta\Gamma = -0\cdot05 \\ \hline \text{für } L = 116^\circ \dots \Delta\Gamma = -0\cdot05 \end{array}$$

mit $\Delta\Gamma = -0\cdot05$ und $\gamma + \Gamma = 0\cdot88$ ergeben sich als Correctionen von $\lambda + \mu$, für Anfang und Ende die Grössen -15° und $+14^\circ$, für den Anfang ist also $(\lambda + \mu)_a = 17^\circ$, für das Ende $(\lambda + \mu)_e = 46^\circ$,

$$\begin{array}{l} \text{man hat für } L = 110^\circ (\lambda + \mu)_a = 17^\circ \dots t_a = 18^\circ (\lambda + \mu)_e = 46^\circ \dots t_e = 54^\circ \\ \quad L = 120^\circ \quad \quad \quad t_a = 17^\circ \quad \quad \quad t_e = 52^\circ \\ \hline \text{für } L = 116^\circ \quad \quad \quad t_a = 17^\circ \quad \quad \quad t_e = 53^\circ \end{array}$$

Der Beginn der Finsterniss wird im Nautical für 1^h 16^m2, also mit Rücksicht auf die Zeitgleichung für $t = 18^\circ$ und das Ende für 3^h 30^m1 oder $t = 52^\circ$ angegeben, es stimmen also auch die Zeiten des Anfanges und Endes der Finsterniss genauer, als man es erwarten sollte.

Ist kein bestimmter Ort gegeben, sondern soll nur allgemein der Verlauf der Finsterniss auf der Oberfläche der Erde berechnet werden, so wird man im Allgemeinen die Curve der Centralität, die östliche und westliche Grenzcure, die Curve der grössten Phase im Horizont, endlich die nördliche und südliche Grenzcure zu berechnen haben; manches Mal rechnet man auch noch die Curven für 3 Zoll, 6 Zoll, 9 Zoll u. s. w.

Die Curve der grössten Phase im Horizont wird einfach auf folgende Weise erhalten. Da Bedingung ist, dass die Sonne im Horizont sei, so muss für bestimmte Werthe von φ der Stundenwinkel t gleich sein dem Stundenwinkel des Sonnenaufganges bei diesem Werthe von L . Mit dem so ermittelten Werthe von t sucht man nun die zugehörigen $\lambda + \mu$, und indem man μ hievon abzieht, erhält man λ , hat also durch λ und φ die einzelnen Punkte der Curve bestimmt. Es ist, wie man hieraus ersieht, diese Curve von den Elementen der Finsterniss μ, γ, u_a unabhängig, sie hängt einzig von der Sonnenlänge L ab.

Die Punkte dieser Curven finden sich unter den Tafeln für Γ für die von 10 zu 10 Grad steigenden Werthe von φ angegeben und sind daher dort zu entnehmen.

Für das vorige Hansen'sche Beispiel wird man haben

Für die grösste Phase bei Sonnenaufgang:

φ	für $L = 110^\circ$	für $L = 120^\circ$	also für $L = 116^\circ$	
	$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	λ
+ 20°	289°	289°	289°	254°
+ 30	282	285	284	249
+ 40	274	277	276	241
+ 50	261	266	264	229
+ 60	241	248	245	210
+ 69	187	189	188	153

Für die grösste Phase bei Sonnenuntergang:

φ	für $L = 110^\circ$	für $L = 120^\circ$	also für $L = 116^\circ$	
	$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	λ
+ 10°	59°	59°	59°	24°
0	63	64	64	29
+ 10	69	70	70	35
+ 20	76	77	77	42
+ 30	86	84	85	50
+ 40	95	94	94	59
+ 50	109	108	108	73
+ 60	132	128	130	95
+ 69	187	189	188	153

Noch eine Curve, welche nur von L abhängig ist, ist die Curve der grössten Phase zu Mittag; für diese ist für alle Breiten $t = 0$, man hat also nur für mehrere Werthe von φ das zu $t = 0$ gehörige $\lambda + \mu$ zu suchen, um Punkte dieser Curve zu erhalten. Für unser Beispiel wird man haben:

φ	für $L = 110^\circ$	für $L = 120^\circ$	also für $L = 116^\circ$	
	$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	λ
	für $t = 0$	für $t = 0$	$\lambda + \mu$	λ
+ 20°	0°	0°	0°	325°
+ 30	1	1	1	326
+ 40	2	3	3	328
+ 50	3	4	4	329
+ 60	4	5	5	330
+ 70	5	7	6	331
+ 80	5	7	6	331
+ 90	6	8	7	332
	für $t = 180$	für $t = 180$		
+ 80°	187°	188°	188°	153°
+ 70	187	189	188	153
+ 69	187	189	188	153

Für diese Finsternis ist u'_a gleich 0·53, es muss also werden

für die grösste Phase	$\gamma + \Gamma$	also Γ
von 0 Zoll südlich	1·53	0·98
" 3 " "	1·40	0·85
" 6 " "	1·27	0·72
" 9 " "	1·15	0·60
" 12 " "	1·02	0·47
Centralität	1·00	0·45
" 12 Zoll nördlich	0·98	0·43
" 9 " "	0·85	0·30
" 6 " "	0·73	0·18
" 4 " "	0·64	0·09

Man wird also zu bestimmten Werthen von $\lambda + \mu$ den Werth von φ suchen, der einem angenommenen Werthe von Γ entspricht, um Punkte der Curve zu erhalten, zu welchen dieser Werth von Γ gehört. Man könnte auch umgekehrt zu bestimmten φ Werthe von $\lambda + \mu$ suchen, die zu dem gegebenen Γ gehören, würde aber im Allgemeinen weniger Punkte erhalten.

Man wird haben:

Für 0 Zoll südlich ($\Gamma = 0·98$)

$\lambda + \mu$	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$	
	φ	φ	φ	λ
290°	+14°	+18°	+16°	255°
310	+21	+24	+23	275
330	+26	+28	+27	295
350	+26	+26	+26	315
10	+18	+15	+16	335
30	+ 3	- 2	0	355
50	- 9	-13	-11	15

Für 3 Zoll südlich ($\Gamma = 0·85$)

$\lambda + \mu$	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$	
	φ	φ	φ	λ
290°	+22°	+20°	+24°	255°
310	+30	+33	+32	275
330	+34	+36	+35	295
350	+34	+35	+35	315
10	+27	+24	+25	335
30	+12	+ 8	+10	355
50	0	- 5	- 3	15

Für 6 Zoll südlich ($\Gamma = 0·72$)

$\lambda + \mu$	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$	
	φ	φ	φ	λ
290°	+31°	+35°	+33°	255°
310	+38	+41	+40	275
330	+43	+44	+44	295
350	+42	+42	+42	315
10	+36	+34	+35	335
30	+23	+18	+20	355
50	+ 9	+ 4	+ 6	15
60	+ 4	0	+ 2	25

Für 9 Zoll südlich ($\Gamma = 0·60$)

$\lambda + \mu$	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$	
	φ	φ	φ	λ
280°	+35°	+39°	+37°	245°
310	+46	+49	+48	275
340	+50	+50	+50	305
10	+45	+42	+43	335
30	+33	+28	+30	355
50	+18	+13	+15	15
70	+ 9	+ 4	+ 6	35

Für die Centralität ($\Gamma = 0·45$)

$\lambda + \mu$	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$	
	φ	φ	φ	λ
270°	+44°	+48°	+46°	235°
300	+55	+57	+56	265
330	+59	+60	+60	295
0	+58	+57	+57	325
20	+52	+49	+50	345
40	+39	+35	+37	5
60	+26	+20	+22	25
70	+20	+16	+18	35

Für 9 Zoll nördlich ($\Gamma = 0·30$)

$\lambda + \mu$	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$	
	φ	φ	φ	λ
260°	+54°	+58°	+56°	225°
290	+66	+68	+67	255
350	+71	+71	+71	315
40	+56	+51	+53	5
60	+43	+35	+38	25
80	+30	+26	+28	45

Für 6 Zoll nördlich ($\Gamma = 0.18$)					Für 4 Zoll nördlich ($\Gamma = 0.09$)					
$\lambda + \mu$	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$		φ	für $L=110^\circ$	für $L=120^\circ$	also für $L=116^\circ$		
	φ	φ	φ	λ		$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	$\lambda + \mu$	λ	φ
240°	+60°	+67°	+64°	205°	60°	210°	200°	204°	169°	60°
270	+75	+79	+77	235	70	215	205	209	174	70
40	+74	+72	+73	5	80	220	210	214	179	80
70	+53	+46	+49	35	80	85	80	82	47	80
90	+39	+35	+37	55	70	85	77	80	45	70
					60	87	80	83	48	60
					50	100	90	94	59	50

Endlich hat man noch die Curven für Ende und Anfang der Finsterniss bei Sonnenauf- und Untergang zu bestimmen. Für bestimmte Werthe von φ hat man schon auf p. 406 die Werthe von $\lambda + \mu$ für Sonnenauf- und Untergang zur Zeit der grössten Phase gefunden. Nach Formel 23, p. 393 oder vielmehr nach der darauf basirten Fusstafel für Anfang und Ende der Finsterniss wird man nun diejenige Correction ($\lambda + \mu$) finden, welche den gegebenen Werthen von $\lambda + \mu$, Γ und $\Delta\Gamma$ entspricht. Wird diese Correction auf der betreffenden Breite an die Länge, bei welcher die grösste Phase im Horizont stattfindet, angebracht, so erhält man die auf diesem Parallelkreise gelegenen Punkte für Anfang und Ende der Finsterniss bei Sonnenauf- und Untergang. Für unser Beispiel findet sich:

Für Sonnenaufgang.

φ	für $L = 110^\circ$			für $L = 120^\circ$			also für $L = 116^\circ$			Correction		λ für	also λ für	
	$\lambda + \mu$	Γ	$\Delta\Gamma$	$\lambda + \mu$	Γ	$\Delta\Gamma$	Γ	$\Delta\Gamma$	$\gamma + \Gamma$	Ende	Anfang	grösste Phase bei \odot	Ende	Anfang
+20°	289°	0.87	+0.06	289°	0.93	+0.06	0.91	+0.06	1.46	- 9°	+ 7°	254°	245°	261°
+30	282	0.68	+0.06	285	0.76	+0.06	0.73	+0.06	1.28	-13	+12	249	236	261
+40	274	0.51	+0.05	277	0.57	+0.05	0.55	+0.05	1.10	-15	+15	241	226	256
+50	261	0.34	+0.04	260	0.40	+0.04	0.38	+0.04	0.93	-15	+14	229	214	243
+60	241	0.18	+0.03	248	0.24	+0.03	0.22	+0.03	0.77	-14	+13	210	196	223

Für Sonnenuntergang.

φ	für $L = 110^\circ$			für $L = 120^\circ$			also für $L = 116^\circ$			Correction		λ für	also λ für	
	$\lambda + \mu$	Γ	$\Delta\Gamma$	$\lambda + \mu$	Γ	$\Delta\Gamma$	Γ	$\Delta\Gamma$	$\gamma + \Gamma$	Ende	Anfang	grösste Phase bei \odot	Ende	Anfang
-10°	59°	0.94	-7	59°	0.87	-5	0.90	-6	1.45	- 7°	+ 9°	24°	17°	33°
0	63	0.76	-5	64	0.69	-7	0.72	-6	1.27	-12	+13	29	17	42
+10	69	0.59	-6	70	0.52	-4	0.55	-5	1.10	-14	+15	35	21	50
+20	76	0.42	-5	77	0.37	-5	0.39	-5	0.94	-14	+15	42	28	57
+30	86	0.28	-4	84	0.22	-4	0.24	-4	0.79	-13	+14	50	37	64
+40	95	0.16	-2	94	0.13	-3	0.14	-2	0.69	-12	+13	59	47	72
+50	109	0.07	-2	108	0.05	-1	0.06	-1	0.61	- 9	+11	73	64	84
+60	132	0.01	-1	128	0.00	-1	0.00	-1	0.55	- 7	+ 9	95	88	104

Man hat somit alle Curven berechnet, welche Hansen bei seinem Beispiele rechnet. Die Punkte, welche so bestimmt wurden, wurden nun auf der von Hansen seinem Beispiele beigefügten Karte eingetragen und durch punktirte Linien verbunden. Man erhielt so neben den voll ausgezogenen Linien, die die Hansen'schen Curven angeben, punktirte Linien, welche die durch diese Tafeln genähert gegebenen Curven darstellen und eine Vergleichung dieser Linien lässt sofort erkennen, dass die Übereinstimmung zwischen den genäherten und den strengen Curven eine sehr gute ist.

Ekliptische Tafel.

Jahresbruchtheil gibt die genäherte Zeit und ist für positive Jahre links, für negative rechts zu nehmen.

Die kleingedruckten Zahlen am Rande der Cyklen- und Periodentafel dienen nur als Leitung, welche Zeilen zu benützen sind, und sind bei der Rechnung nicht mitzunehmen.

$$I = I_c + I_p \text{ (wenn die Summe 1000 überschreitet, ist 1000 fortzulassen.)}$$

$$II = II_c + II_p \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 1000 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 1000 \quad \text{„}$$

Mit I und II erhält man T_I , P_I und L_I . Mit II und T erhält man T_{II} , P_{II} und L_{II} . Dann ist:

$$T = T_c + T_p + T_I + T_{II}.$$

$$P = P_c + P_p + P_I + P_{II}.$$

$$L = L_c + L_p + L_I + L_{II}.$$

Die Jahrhundert- und Jahrestafel gibt die Verwandlung von T in Jahre und Monate in julianischer oder gregorianischer Zeitrechnung.

Die Decimalen von T geben die wahre Zeit der grössten Phase in Stunden und Minuten und die Grösse μ . Hierbei ist die Zeit von der Greenwicher Mitternacht an gerechnet.

Mit P und I erhält man die Grösse μ
 „ I „ II „ „ „ „ „ μ'
 „ II „ T „ „ „ „ an die wahre Zeit anzubringende Zeitgleichung.

Die Tafeln auf pag. 36 und 37 sind nur ausnahmsweise zu benützen und geben genäherte Werthe für die Hilfsgrössen, deren man zur directen Rechnung der Curven bedarf.

Aus der Tafel pag. 38 und 39 erhält man mit φ und L den Stundenwinkel für Aufgang und Untergang.

Die Tafel auf pag. 40 gibt die näheren Umstände der Mondfinsternisse.

Es bezeichnet in der Periodentafel:

- ⊙ $p?$ eine partielle Sonnenfinsterniss ist möglich aber nicht gewiss.
- ⊙ $c? p?$ eine centrale Sonnenfinsterniss ist möglich, sie kann aber auch nur partiell sein, kann auch ganz entfallen.
- ⊙ $c? p!$ eine centrale Sonnenfinsterniss ist möglich, eine partielle aber gewiss.
- ⊙ $c!$ eine centrale Sonnenfinsterniss ist gewiss.
- ⊙ $p?$ eine partielle Mondfinsterniss ist möglich aber nicht gewiss.
- ⊙ $t? p?$ eine totale Mondfinsterniss ist möglich, sie kann aber auch nur partiell sein, kann auch ganz entfallen.
- ⊙ $t? p!$ eine totale Mondfinsterniss ist möglich, eine partielle aber gewiss.
- ⊙ $t!$ eine totale Mondfinsterniss ist gewiss.

Jahresbruchtheil.

Cyklentafel.

Cyklentafel.

Cyklentafel.

Table with 3 columns: Positive Jahreszahl, Negative Jahreszahl, and a grid of numbers for each month from 00 to 99.

Cyclentafel table with 5 columns: Ie, IIc, Tc, Pc, Lc and a grid of numbers for each month from 00 to 99.

Cyclentafel table with 5 columns: Ie, IIc, Tc, Pc, Lc and a grid of numbers for each month from 00 to 99.

Cyclentafel table with 5 columns: Ie, IIc, Tc, Pc, Lc and a grid of numbers for each month from 00 to 99.

Cyklentafel.

Periodentafel.

Periodentafel.

Table with 5 columns: Ic, IIc, Tc, Pc, Lc. Rows contain numerical data for various astronomical cycles.

Table with 5 columns: Ip, IIP, TP, Pp, Lp. Rows contain numerical data for various astronomical periods.

Table with 5 columns: Ip, IIP, TP, Pp, Lp. Rows contain numerical data for various astronomical periods.

Tafel I.

Table with columns labeled II, I, 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, P1, L1. The table contains numerical data values for various astronomical calculations.

Ja hrhundert-Tafel.

Jahres-Tafel.

Table with 24 columns (Jahr, Jan., Feb., etc.) and multiple rows. It contains Julian and Gregorian calendars and astronomical data. The table is organized into three main sections: Julian calendar (left), Gregorian calendar (middle), and astronomical data (right).

Die in { } eingeschlossenen Jahrhunderte des gregorianischen Kalenders sind für das Jahr 00 mit der ober dem Horizontalstriche stehenden Zeile 00 {g.K.} zu verbinden. Tageszahl der Jahrhunderte + Tageszahl für Jahr und Monat + Monatsdatum = Tageszahl der julianischen Periode für den Tagesanfang. Für negative Jahreszahlen hat man vom nächsthöheren negativen Jahrhunderte auszugehen; also z. B. -386 = -400 + 14, dieselben erscheinen im Sinne der Astronomen gezählt, also Astr. - Hist. = + 1. Rest der Tageszahl durch 7 entspricht: 0 Montag, 1 Dienstag, 2 Mittwoch, 3 Donnerstag, 4 Freitag, 5 Samstag, 6 Sonntag.

Tafel für Zeitgleichung.

Table with columns for time (T) and longitude (H) in minutes, and rows for time (T) and longitude (H) in degrees. The table is divided into two main sections, each with a 'Zeit - Minuten' header. It contains numerical values for time corrections.

Genäherte Werthe der Hilfsgrößen für P bei 0° (Mond im Ω).

Main table with 13 columns: L, G, K, g, k, sin g, sin k, eos g, eos k, δ', sin δ', cos δ', N'. Rows range from 0° to 360°.

Hiebei ist N1 = 84°3 und ε = 23°60 angenommen; h ist = 84°3 - N'.

Tafel für Q, log p, log ΔL, log q und log n.

Table with 5 columns: I, Q, log p, log ΔL, log q, log n. Rows include values for 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000.

Tafel für log f.

Table with 12 columns: log f für, and 11 columns under II (0 to 1000). Rows include values for 0 Zoll=log fa, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Tafeln zur Berechnung der näheren Umstände der Sonnenfinsternisse.

I. Abtheilung.

P bei 0°.

Mond im Ω .

Aus der Tafel für t erhält man mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ den Stundenwinkel t der wahren Sonne zur Zeit der grössten Phase für einen Ort, dessen Breite φ und dessen östliche Länge von Greenwich λ ist.

Geht man mit diesem Werthe von t als μ in die Tafel p. 33 ein, so ist die zugehörige Zeit die wahre bürgerliche Ortszeit der betreffenden Phase, die man durch Anbringung der Zeitgleichung in mittlere bürgerliche Ortszeit und durch Subtraction der in Zeit ausgedrückten Länge in Weltzeit verwandeln kann. Ist die Zeitgleichung Z in Graden gegeben, wie dies im „Canon der Finsternisse“ der Fall ist, so wird man mit dem Werthe von $t+Z$ als μ in die Tafel p. 33 eingehen und dann direct mittlere bürgerliche Ortszeit erhalten; geht man aber mit $t+Z-\lambda$ als μ ein, so ist die zugehörige Zeit unmittelbar die Weltzeit der betreffenden Phase.

Aus der Tafel für Γ erhält man für den Ort von der Breite φ und der Länge λ mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ die zugehörige Grösse $\Gamma = 1 - \gamma \cos g + \xi \sin g \sin (G+t)$.

Bei beiden Tafeln ist zu beachten, dass nur die innerhalb der Umrahmung stehenden Werthe solchen Stundenwinkeln angehören, bei denen sich die Sonne über dem Horizonte befindet.

Mit dem Argument $1 \pm m = \gamma + \Gamma$ und u'_a gibt die erste Fusstafel der ungeraden Seiten die Grösse der Finsterniss in Zollen.

Aus dieser Tafel kann man aber auch umgekehrt mit u'_a und einer gegebenen Grösse der Finsterniss den zugehörigen Werth von $1 \pm m$ erhalten; alle Punkte, welche in der Tafel für Γ diesem Werthe von $\Gamma = 1 \pm m$ entsprechen, sind dann Punkte der Curve, auf welcher die Finsterniss die vorgelegte Grösse als grösste Phase erreicht. Ist $\gamma + \Gamma < 1 \cdot 00$, so gehört der vorgelegte Punkt einer nördlichen Curve an und es wird der südliche Theil der Sonne verfinstert; ist dagegen $\gamma + \Gamma > 1 \cdot 00$, so gehört der Punkt einer südlichen Curve an und der nördliche Theil der Sonne wird verfinstert. Für die Curve der Centralität hat man $\Gamma = 1 \cdot 00 - \gamma$.

Die zweite Fusstafel der ungeraden Seiten gibt mit den Argumenten $(\lambda + \mu) - (\lambda + \mu)_1$ und $\gamma + \Gamma_1$ die Grösse $1 \pm m$ für einen beliebigen Stundenwinkel t_1 und damit die Grösse der Finsterniss.

Die letzte Fusstafel der ungeraden Seiten endlich gibt mit den Argumenten $\gamma + \Gamma$ und $\Delta\Gamma$ die Correction, die man an das für die Mitte der Finsterniss geltende $\lambda + \mu$ anzubringen hat, um $\lambda + \mu$ für den Anfang und das Ende der Finsterniss zu erhalten.

Unter den Tafeln für t sind Punkte der Curven der grössten Phase im Horizont und der grössten Phase im Mittag angegeben. Bei dieser letzten Curve sind diejenigen Punkte, welche nicht Mittags, sondern Mitternachtspunkte sind, eingeklammert.

Die Correctionstafeln auf den geraden Seiten sind nur in den seltensten Fällen anzuwenden, wenn die Finsterniss sehr klein wird und man doch eine grössere Genauigkeit erzielen will. Die erste dieser Tafeln gibt mit dem Stundenwinkel der grössten Phase und der Breite φ die Grösse ψ' ; die zweite mit ψ' und $\gamma + \Gamma$ die Correction von $\lambda + \mu$ und endlich die dritte mit ψ' und $\gamma + \Gamma$ die Correction von Γ .

Oft wird die Grösse der Finsterniss statt in Zollen in Theilen des Durchmessers ausgedrückt; man hat dann zur Verwandlung:

Grösse in Zollen	0°0	1°0	2°0	3°0	4°0	5°0	6°0	7°0	8°0	9°0	10°0	11°0	12°0
Grösse in Theilen des Durchmessers . .	0°00	0°08	0°17	0°25	0°33	0°42	0°50	0°58	0°67	0°75	0°83	0°92	1°00

Wegen Positionswinkel für Eintritt und Austritt siehe p. 116.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 0°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°). Includes sub-tables for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag, and Sonnenuntergang.

Correctionstabeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Table for Γ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 0°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P (0° to 180°). Values range from 0.13 to 1.87.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich. Values range from 0.47 to 1.58.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for (λ+μ) - (λ+μ) and rows for γ+Γ. Values range from 0.50 to 1.58.

Table with columns for ΔΓ and rows for γ+Γ. Values range from 0 to 15.

add*

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 10°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P. P. (10 11 12). Values range from 167 to 359.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag, and Sonnenuntergang with columns for φ and λ+μ.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ'.

Table for ψ' correction with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (0° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for λ+μ (-25° to +25°) and rows for t (0° to 180°).

Table for Γ' correction with columns for Γ' (0° to 25°) and rows for t (0° to 180°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 20°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) from 180° to 180° and rows for P values from 180 to 10. Includes a small table for P.P. at the end of each row.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang φ +82°+81°+80°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0° -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-80°-82° λ+μ 167 198 208 243 257 207 273 280 286 291 294 297 300 302 304 304 307 312 337 13

(Grösste Phase zu Mittag φ +82 +90 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -82 λ+μ (167) 347 347 348 350 351 353 355 357 359 2 4 6 8 9 11 12 12 13 13

(Grösste Phase bei Sonnenuntergang φ +82 +81 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -82 λ+μ 167 136 127 92 81 74 70 67 66 65 66 67 69 71 73 76 75 73 48 13

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for correction of ψ with columns for t and rows for φ values from 180° to 180°.

Table for correction of λ+μ with columns for t and rows for φ values from 0.40 to 1.60.

Table for correction of Γ with columns for t and rows for φ values from 0.40 to 1.60.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 30°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) and rows for time (t) from 180 to 180. Includes a small table for P.P. at the bottom right.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +78°+76°+74°+72°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0° -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-78°

Grösste Phase zu Mittag } φ +78 80 +90 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -78

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +78 +76 +74 +72 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -78

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Correction table for ψ with columns for φ and rows for t.

Correction table for λ+μ with columns for φ and rows for t.

Correction table for Γ with columns for φ and rows for t.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 40°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P (10 to 12). Includes a large watermark: 'The Astrophysical Observatory Library'.

Summary table with columns for φ and λ+μ. Rows include: Grösste Phase bei Sonnenanfgang, Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht), Grösste Phase bei Sonnenuntergang.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for Γ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 50°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180). It contains numerical data for various astronomical calculations.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +72° ... λ+μ 170
Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +72° ... λ+μ 170
Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +72° ... λ+μ 170

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' correction with columns for t (180 to 180) and rows for φ (180 to 180).

Table for λ+μ correction with columns for t (180 to 180) and rows for φ (180 to 180).

Table for Γ correction with columns for t (180 to 180) and rows for φ (180 to 180).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. I = 60°.

Main table with 19 rows (λ + μ from 180° to 180°) and 19 columns (P values from +90° to -90°). It contains a grid of numerical values for solar eclipse calculations.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with two main sections: 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'. It lists values for different eclipse magnitudes (0.53 to 0.58) and directions.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ + μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the magnitude of 1 ± m for various hour angles (1° to 16°) and phases (1° to 16°).

Table showing Δ(λ + μ) for the beginning and end of eclipses in degrees, with columns for different phases and directions.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 70°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°). It contains numerical values for P and small integers 1-12.

Summary table for phases: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenmtergang. It lists values for φ and λ+μ.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von P.

Table for ψ correction with columns for λ+μ (80°, 60°, 40°, 20°, 0°) and rows for t (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for t (25°, 20°, 15°, 10°, 5°, 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for P correction with columns for t (0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 70°.

Main table with columns for λ+μ (0° to 180°) and rows for P (180° to 180°).

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Gradn).

Table with columns for γ+Γ (1° to 16°) and rows for (λ+μ)/(λ+μ).

Table with columns for ΔΓ (0.05, 0.00, 0.05, 0.10) and rows for γ+Γ.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 80°.

Main table with columns for λ+μ and P.P. values from 180° to 180°.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang ... λ+μ ... 175 203 209 215 218 222 226 250 265 276 284 292 297 302 306 309 314 320 332 5

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) ... λ+μ ... (175) (175) (176) 356 356 357 357 358 358 359 1 1 2 3 3 4 4 5 5 5

Grösste Phase bei Sonnenuntergang ... λ+μ ... 175 148 142 136 132 128 124 102 88 79 72 66 63 60 57 56 53 48 37 5

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t and values from 180° to 180°.

Table for λ+μ correction with columns for values from -25 to +25.

Table for Γ correction with columns for values from 0 to +5.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ .

Mond im Ω . $L = 80^\circ$.

Main table with columns for latitude/longitude (\lambda + \mu) and values for P (ranging from 0.01 to 1.90) for various angles from +90° to -90°.

Tafel für (1 + m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 + m = \gamma + \Gamma).

Table showing eclipse magnitude (Grösse der Finsterniss) in inches, split into northern (nördlich) and southern (südlich) latitudes, with values from 0.53 to 0.58.

Grösse von 1 + m für einen bestimmten Stundenwinkel.

\Delta(\lambda + \mu) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Gradeu).

Table for the size of 1+m at specific hour angles (\gamma + \Gamma) from 1° to 16°.

Table for \Delta(\lambda + \mu) at the start and end of the eclipse, with sub-columns for A and E values.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 90°.

Main table with columns for latitude (φ+γ) and longitude (λ+μ) from 180° to 0° and 10° to 180°, and rows for time (t) from 180 to 10. Includes a small table for P.P. values.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang φ +66° +65° +64° +63° +62° +61° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -66° λ+μ 178 201 208 214 220 223 227 252 266 277 286 292 297 301 305 309 313 318 331 3

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) φ +66° +70° +80° +90° +80° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -66° λ+μ (178) (178) (178) 358 358 358 358 359 359 0 0 1 1 2 2 2 2 3 3 3

Grösste Phase bei Sonnenuntergang φ +66° +65° +64° +63° +62° +61° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -66° λ+μ 178 154 146 140 135 131 127 103 91 81 72 67 63 60 56 54 50 46 35 3

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ. (in Graden).

Correction von P.

Table for ψ correction with columns for t and φ from 180° to 180°.

Table for λ+μ correction with columns for t and φ from 180° to 180°.

Table for P correction with columns for t and φ from 180° to 180°.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für P.

Mond im Ω. L = 90°.

$\lambda + \mu$	+90°	+80°	+70°	+60°	+50°	+40°	+30°	+20°	+10°	0°	-10°	-20°	-30°	-40°	-50°	-60°	-70°	-80°	-90°
180°	0.09	0.03	0.01	0.01	0.05	0.11	0.20	0.31	0.45	0.60	0.76	0.93	1.10	1.28	1.44	1.59	1.72	1.82	1.91

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

u' / a	Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich												total	Grösse der Finsterniss in Zollen südlich												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0.53	0.47	0.51	0.56	0.60	0.64	0.68	0.73	0.77	0.81	0.85	0.90	0.94	0.98	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.23	1.27	1.32	1.36	1.40	1.44	1.49	1.53

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

$\Delta(\lambda + \mu)$ für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

$\lambda + \mu$	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.47	0.45	0.44	0.42								

$\gamma + \Gamma$	-0.10		-0.05		0.00		+0.05		+0.10	
	A	E	A	E	A	E	A	E	A	E
0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 100°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P.P. (10 to 12). Values range from 1 to 359.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang and Sonnenuntergang with columns for λ+μ and rows for phase values.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von P.

Table for correction of λ+μ (in degrees) with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for ψ (0° to 180°).

Table for correction of λ+μ (in degrees) with columns for λ+μ (-25° to +25°) and rows for ψ (-25° to +25°).

Table for correction of P with columns for P (0° to 25°) and rows for ψ (-25° to +25°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 100°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for P (0 to 180). Values range from 0.01 to 1.91.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich. Rows show values for different phases.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with columns for (λ+μ) and rows for 1±m values. Values range from 0.41 to 1.58.

Table with columns for ΔΓ and rows for 1±m values. Values range from 0 to 10.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 120°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180). Includes a small table for P.P. at the bottom right.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang with columns for φ and λ+μ.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for Tafel für ψ with columns for t (180 to 180) and rows for φ (180 to 180).

Table for Correction von λ+μ (in Graden) with columns for λ+μ and rows for φ.

Table for Correction von Γ with columns for λ+μ and rows for φ.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 120°.

Main table with columns for φ (λ+μ) and rows for 180° to 180°. Columns include values from +90° to -90° in 10-degree increments.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich', and rows for 0.53 to 0.58. Includes 'total' and 'ring-firnig' columns.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for (λ+μ)/(λ+μ) and rows for γ+Γ. Columns include values from 1 to 16.

Table with columns for ΔΓ and rows for γ+Γ. Columns include values from -0.10 to +0.10.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 130°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180). Includes a small table for P, P. at the bottom right.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang with φ and λ+μ values.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von l.

Table for ψ correction with columns for t (180 to 180) and rows for φ (180 to 180).

Table for λ+μ correction with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180).

Table for l correction with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 140°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P.P. (10 to 19). Includes numerical data for various astronomical parameters.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +75°+73°+72°+71°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10 0° -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-75°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +75 +80 +90 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -75

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +75 +73 +72 +71 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -75

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von L.

Table for Tafel für ψ with columns for t (180° to 180°) and rows for ψ (+80° to 0°).

Table for Correction von λ+μ (in Graden) with columns for λ+μ (-25° to +25°) and rows for t (0.40 to 1.60).

Table for Correction von L with columns for L (0° to +25°) and rows for t (0.40 to 1.60).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 150°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 10°) and P.P. (10, 11, 12). Rows represent time t from 180 to 10 minutes.

Summary table for phases: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang. Columns show time offsets for various λ+μ values.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von P.

Table for ψ' correction with columns for λ+μ (0° to 5°) and rows for P (180° to 10°).

Table for λ+μ correction with columns for ψ' (-25° to 25°) and rows for P (0.40 to 1.60).

Table for P correction with columns for P (0.00 to 0.06) and rows for λ+μ (0.00 to 1.60).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 160°.

Main astronomical table with columns for time (t) from 180 to 0 and moon phase (P.P.) from 1 to 12.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +82°+81°+80°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0° -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-80°-82°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +82°+90°+80°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0° -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-80°-82°

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +82°+81°+80°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0° -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-80°-82°

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Correction table for ψ with columns for t (30 to 180) and φ (-80 to 0).

Correction table for λ+μ with columns for γ+Γ and φ values from -25 to 25.

Correction table for Γ with columns for γ+Γ and φ values from -5 to 15.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 170°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180). Includes a small table for P.P. values.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +86° +83° +80° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -86°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } λ+μ (188) 8 7 6 5 4 2 1 359 358 357 355 354 354 352 352 352

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ 86 +83 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -86

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'. Correction von λ+μ (in Graden). Correction von P.

Table for ψ' correction with columns for φ (180 to 180) and rows for λ+μ (180 to 180).

Table for λ+μ correction with columns for φ (180 to 180) and rows for λ+μ (180 to 180).

Table for P correction with columns for φ (180 to 180) and rows for λ+μ (180 to 180).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für P.

Mond im 8. L = 170°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and rows for latitude (φ) from 180° to 180°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + P).

Table showing the size of the eclipse in inches north and south of the equator for various latitudes (λ+μ).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the size of the eclipse for a given hour angle (γ+P) across various latitudes.

Table showing the change in longitude (Δ(λ+μ)) for the start and end of the eclipse.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im ♂. L = 180°.

Main table with columns for λ+μ and φ (from 180° to 180°) and rows for P.P. (10, 11, 12).

Grösste Phase bei Sonnenaufgang { φ +90° +80° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -90°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) { φ +90° +80° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -90°

Grösste Phase bei Sonnenuntergang { φ +90° +80° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -90°

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' correction with columns for t and φ (0° to 6°).

Table for λ+μ correction with columns for t and φ (-25° to +25°).

Table for Γ correction with columns for t and φ (0° to +5°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ .

Mond im Ω . $L = 180^\circ$.

Main table for P values, showing values for various angles from 180° to 0° and back to 180°. Columns are labeled with angles from +90° to -90°.

Tafel für $(1 \pm m)$. Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist $1 \pm m = \gamma + \Gamma$).

Table showing the size of the eclipse in inches, north and south, for various values of u_a from 0.53 to 0.58.

Grösse von $1 \pm m$ für einen bestimmten Stundenwinkel.

$\Delta(\lambda + \mu)$ für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table for the size of 1 ± m for a given hour angle, with columns for hour angles from 1° to 16°.

Table for the change in longitude Δ(λ + μ) for the beginning and end of the eclipse, with columns for ΔΓ values from -0.10 to +0.10.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. I. = 190°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 188°) and rows for P.P. (10 to 19). Includes a large table of values and a smaller table at the bottom for phase calculations.

Table with 3 rows and 20 columns for phase calculations. Rows: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht), Grösste Phase bei Sonnenuntergang. Columns: φ +86° to -86°.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von I.

Table for ψ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for I correction with columns for I (0° to 25°) and rows for I (0° to 25°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 200°.

Table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for φ (+90° to -90°). It contains numerical data for solar eclipse calculations.

Tafel für (1 + m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 + m = γ + Γ).

Table with columns for 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'. It includes numerical values for different phases of an eclipse.

Grösse von 1 + m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for γ+Γ (1° to 16°) and rows for λ+μ (0° 50' to 1° 50'). It shows values for a specific hour angle.

Table with columns for Δγ (0.05 to 0.10) and rows for γ+Γ (0.45 to 1.55). It shows values for the beginning and end of the eclipse.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 210°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°). Includes sub-tables for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitter-)nacht, and Sonnenuntergang.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for Γ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im ♁. L = 220°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) from 180° to 10° and rows for phase (P.P.) from 1 to 12.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang φ +75°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -71° -72° -73° -75° λ+μ 6 329 315 309 307 305 303 301 297 292 287 281 273 263 250 223 219 214 207 174

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) φ +75 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -75 λ+μ 6 6 6 6 5 4 3 3 2 1 359 358 357 356 355 355 354 (174) (174)

Grösste Phase bei Sonnenuntergang φ +75 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -71 -72 -73 -75 λ+μ 6 43 56 60 61 61 61 62 63 66 69 73 79 87 100 124 129 134 141 174

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for λ+μ (-25° to +25°).

Table for Γ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for λ+μ (0° to +25°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 220°.

Main table with columns for λ+μ and rows for angles from 180° to 180°. Values range from 0.06 to 1.94.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table for eclipse size in inches, split into northern and southern latitudes. Columns include 0-12 inches and a 'total' section.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Table for eclipse size at specific hour angles, with columns for γ+Γ from 1° to 16°.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table for time differences in degrees, with columns for ΔΓ from -0.10 to +0.10.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 230°.

Main table with columns for latitude/longitude (λ+μ) and moon position (P.P.) and rows for time (t) from 180 to 180.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang ... λ+μ ... +72°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0° -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70° -71° -72°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) ... λ+μ ... +72 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -72 (175)

Grösste Phase bei Sonnenuntergang ... λ+μ ... +72 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -71 -72

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Gradon).

Correction von Γ.

Table for correction of λ+μ (ψ) with columns for t (180 to 180) and rows for correction values.

Table for correction of λ+μ (ψ) with columns for t (180 to 180) and rows for correction values.

Table for correction of Γ with columns for t (180 to 180) and rows for correction values.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 240°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P (180° to 180°). Includes sub-headers for λ+μ and P. Values range from 177 to 353.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag, and Sonnenuntergang with columns for λ+μ and rows for phase values.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t-ψ (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for λ+μ (-25° to +25°) and rows for λ+μ (-25° to +25°).

Table for Γ correction with columns for λ+μ (0° to +25°) and rows for λ+μ (0° to +25°).

P bei 0° (zwischen 3'0° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 240°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P values (0°7 to 1°93).

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich, and rows for u/a values (0.53 to 0.58).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with columns for γ+1 and rows for Δ(λ+μ) values (0.50 to 1.50).

Table with columns for ΔΓ and rows for Δ(λ+μ) values (0.45 to 1.55).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 250°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 10°) and rows for φ (180° to 10°). Includes a small table for P.P. (10, 11, 12) on the right side.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +68° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -61° -62° -63° -64° -65° -68°
λ+μ 2 326 315 311 308 304 301 297 293 287 278 269 256 233 231 227 223 219 213 179

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +68 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -70 -68
λ+μ 2 2 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 359 359 359 359 359 (179) (179) (179)

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +68 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -61 -62 -63 -64 -65 -68
λ+μ 2 37 47 51 54 57 59 63 67 72 80 89 102 124 127 130 134 138 144 179

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' with columns for t (180° to 180°) and rows for φ (±80° to 0°).

Table for λ+μ correction with columns for φ (±25° to ±35°) and rows for Γ (0.40 to 1.60).

Table for Γ correction with columns for φ (0° to ±35°) and rows for Γ (0.40 to 1.60).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 250°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P values (0°8 to 0°8).

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich, with rows for values 0.53 to 0.58.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for γ+Γ (1° to 16°) and rows for values 0.50 to 1.50.

Table with columns for Δ(λ+μ) (A, E) and rows for values 0.45 to 1.55.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Q. L = 260°.

Main data table with columns for latitude (λ+μ), phase (φ), and time (t) from 180° to 180°.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag, and Sonnenuntergang.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for correction of ψ.

Table for correction of λ+μ.

Table for correction of Γ.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ .

Mond im Ω . $L = 260^\circ$.

Main table with columns for $\lambda + \mu$ (180° to 180°) and rows for Γ (180° to 180°). Values are numerical, representing astronomical data.

Tafel für $(1 \pm m)$. Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist $1 \pm m = \gamma + \Gamma$).

Table showing the size of the eclipse in inches north and south of the center. Columns include u'_a and values from 0 to 12 for both directions.

Grösse von $1 \pm m$ für einen bestimmten Stundenwinkel.

$\Delta(\lambda + \mu)$ für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the size of $1 \pm m$ for various hour angles. Columns are labeled $\gamma + \Gamma$ and Γ , with values ranging from 1 to 16.

Table showing $\Delta(\lambda + \mu)$ for the beginning and end of the eclipse in degrees. Columns are labeled $\gamma + \Gamma$ and Δ , with values for A and E.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 270°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and P.P. (10, 11, 12). It contains numerical data for various astronomical parameters.

Grösste Phase bei Sonnenanfang } φ +60° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0 -10° -20° -30° -40° -50° -60° -61° -62° -63° -64° -65° -66°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +66 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -70 -66

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +66 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -61 -62 -63 -64 -65 -66

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von I.

Table for ψ' correction with columns for t (180° to 180°) and values for ψ'.

Table for λ+μ correction with columns for t (180° to 180°) and values for λ+μ.

Table for I correction with columns for t (180° to 180°) and values for I.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 280°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 176°) and rows for P.P. (10 to 15). Includes a large table of numerical values and a smaller table at the bottom for phase corrections.

Table with 3 rows and 20 columns. Row 1: Grösste Phase bei Sonnenaufgang. Row 2: Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht). Row 3: Grösste Phase bei Sonnenuntergang. Columns represent phase angles from +67° to -67°.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von l'.

Table for ψ' correction with columns for t (180° to 180°) and rows for ψ' (1° to 4°).

Table for λ+μ correction with columns for t (0:40 to 1:60) and rows for ψ' (-25° to +25°).

Table for l' correction with columns for t (0:40 to 1:60) and rows for ψ' (0° to 25°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°)

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 290°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°). Includes a P.P. column with values 10, 11, 12.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +68° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -61° -62° -63° -64° -65° -68°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } λ+μ 353 353 354 354 355 356 356 357 358 0 1 2 3 4 5 5 6 (187) (187) (187) (186)

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +68 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -61 -62 -63 -64 -65 -68

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von t.

Table for ψ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

Table for t correction with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (180° to 180°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L=290°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for P (0 to 180). Values range from 0.11 to 1.89.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table for (1 ± m) with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich. Rows for u_a (0.53 to 0.58).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table for Grösse von 1 ± m with columns for (λ+μ) and rows for γ+Γ_i (0.50 to 1.50).

Table for Δ(λ+μ) with columns for γ+Γ_i and rows for ΔΓ (0.45 to 1.55).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°)

Tafel für t.

Mond im 36. L=300°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P (188 to 187). Includes sub-headers for +90°, +80°, +70°, +60°, +50°, +40°, +30°, +20°, +10°, 0°, -10°, -20°, -30°, -40°, -50°, -60°, -70°, -80°, -90°.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang. Columns for λ+μ and rows for ψ from +70° to -70°.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden)

Correction von Γ.

Correction table for ψ with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for ψ (180° to 180°).

Correction table for λ+μ with columns for λ+μ (0° to 250°) and rows for ψ (0° to 250°).

Correction table for Γ with columns for λ+μ (0° to 250°) and rows for ψ (0° to 250°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 310°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 170°) and rows for phase numbers (180 to 1). Includes sub-headers for φ and γ.

Grösste Phase bei Sonnenanfang, Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht), Grösste Phase bei Sonnenuntergang. Includes values for φ and λ+μ across various angles.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction, columns for t (180° to 180°) and ψ (+80° to 0°).

Table for λ+μ correction, columns for ψ (0° to 25°) and rows for γ+λ (0.40 to 1.60).

Table for Γ correction, columns for ψ (0° to 25°) and rows for γ+λ (0.40 to 1.60).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 310°.

Main table with columns for λ+μ (from +90° to -90°) and rows for various values (from 180° to 180°).

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich', with rows for values from 0.53 to 0.58.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with columns for γ+Γ and rows for values from 0.50 to 1.50.

Table with columns for Δ and rows for values from 0.45 to 1.55.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 320°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and P.P. (10 11 12). Rows represent time intervals from 180° to 180°.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +75°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0 -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-71°-72°-73°-75°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +75 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -75

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +75 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -71 -72 -73 -75

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for ψ (0° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for ψ (0° to 180°).

Table for Γ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for ψ (0° to 180°).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 320°.

Main table with columns for longitude/latitude (λ+μ) from +90° to -90° and rows for phase angle (φ) from 180° to 180°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing the size of the eclipse in inches north and south of the center, with columns for distance (0-12) and rows for phase angles (0.53-0.58).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the size of 1 ± m for various hour angles, with columns for hour angle (1°-16°) and rows for phase angles (0.50-1.50).

Table showing the change in longitude/latitude Δ(λ+μ) for the start and end of the eclipse, with columns for ΔΓ and rows for phase angles (0.45-1.55).

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 330°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) from 180° to 10° and rows for time (t) from 180 to 10. Includes a small table for P.P. values.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +78° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -72° -74° -76° -78°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +78° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -90° -80° -78°

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +78° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -72° -74° -76° -78°

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t and φ from 180° to 180°.

Table for λ+μ correction with columns for t and φ from 25° to 25°.

Table for Γ correction with columns for t and φ from 0° to 25°.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 340°.

Main table with columns for λ+μ and rows for φ (180° to 180°). Includes a small table for P.P. on the right side.

Summary table for phases: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht), Grösste Phase bei Sonnenuntergang.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' correction with columns for t and rows for φ.

Table for λ+μ correction with columns for λ+μ and rows for φ.

Table for Γ correction with columns for Γ and rows for φ.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 340°.

Main table with 20 columns (λ+μ) and 20 rows (180° to 18°). Values range from 0.13 to 1.87.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with 20 columns (0-12) and 6 rows (0.53-0.58). Includes sub-headers for 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with 11 columns (1°-10°) and 8 rows (0.50-1.50). Values range from 0.42 to 1.58.

Table with 5 columns (-0.10 to +0.10) and 8 rows (0.45-1.55). Values range from 0 to 10.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 350°.

Main table of astronomical data with columns for λ+μ (180 to 180) and P.P. (10 to 12). Values range from 193 to 357.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang with columns for phase angle and time values.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von P.

Table for correction of λ+μ (degrees) with columns for phase angle (180 to 180) and values for correction.

Table for correction of P with columns for phase angle (0 to 35) and values for correction.

Table for correction of P with columns for phase angle (0 to 35) and values for correction.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 350°.

Main table with columns for λ+μ (180 to -180) and rows for φ (180 to 180). Values range from 0.13 to 1.87.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich. Rows are labeled u_a from 0.53 to 0.58.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for γ+Γ (1 to 160) and rows for λ+μ (0.50 to 1.50). Values range from 0.40 to 1.58.

Table with columns for Δ(λ+μ) and rows for γ+Γ (0.45 to 1.55). Values range from 0 to 15.

P bei 0° (zwischen 340° und 20°).

Tafel für Γ.

Mond im Ω. L = 360°.

Large table with 20 columns (λ+μ from +90° to -90°) and 20 rows (180° to 180°). It contains numerical values for various astronomical parameters.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with 2 main sections: 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'. Each section has 13 columns and 5 rows of numerical data.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with 16 columns (λ+μ from 1° to 16°) and 10 rows (0.50 to 1.50). It shows values for the size of the eclipse at different hour angles.

Table with 10 columns (Δ from -0.10 to +0.10) and 10 rows (0.45 to 1.55). It shows values for the time difference of the eclipse at different latitudes.

Positionswinkel für Eintritt und Austritt.

Die Correctionstabeln der geraden Seiten wird man, wie schon früher erwähnt, nur in den seltensten Fällen benützen, und dieselben erscheinen daher fast überflüssig; die erste dieser Tafeln aber, die Tafel für ψ' , bietet ein bequemes Mittel, um einen ziemlich genäherten Werth für den Positionswinkel des Eintrittes und Austrittes zu finden. Der Winkel ψ' ist nämlich identisch mit dem bei Hansen mit M' bezeichneten Winkel für die grösste Phase und lässt daher leicht in Verbindung mit dem nur von L abhängigen Werthe von N' den Positionswinkel des Mondmittelpunktes zur Zeit der grössten Phase finden. Die Reduction dieses Positionswinkels auf diejenigen der Berührungspunkte zu Anfang und Ende der Finsterniss ist aber nur von der Grösse abhängig und kann mit dieser tabulirt werden; setzt man noch statt $N'+90^\circ$ den Werth N , so wird man für den für directes Bild vom Nordpunkte des Sonnenrandes nach Ost gezählten

Positionswinkel des Berührungspunktes zu Anfang der Finsterniss $\Theta_a = \psi' + N + \chi$ für den Eintritt,

„ „ „ „ Ende „ „ $\Theta_e = \psi' + N + \chi$ „ „ Austritt

haben; hierbei ist ψ' der ersten Fusstafel der in Betracht kommenden geraden Seite, N und χ den zwei folgenden Hilfstafeln zu entnehmen.

Tafel für N

Tafel für χ

Tafel für N						Tafel für χ									
P bei 0°		Mond im Ω		P bei 180°		Mond im φ		$\gamma + \Gamma < 1$ Nördliche Curven		$\gamma + \Gamma > 1$ Südliche Curven					
L	N	L	N	L	N	L	N	Grösse	χ	Grösse	χ				
0°	151°	120°	187°	240°	187°	0°	162°	120°	198°	240°	198°	0 Zoll nördl.	0°	0 Zoll südl.	180°
10	151	130	190	250	183	10	162	130	201	250	194	1 „ „	24	1 „ „	156
20	152	140	193	260	179	20	163	140	204	260	190	2 „ „	34	2 „ „	146
30	154	150	195	270	174	30	165	150	206	270	186	3 „ „	41	3 „ „	139
40	156	160	197	280	170	40	167	160	208	280	181	4 „ „	48	4 „ „	132
50	159	170	198	290	166	50	170	170	209	290	177	5 „ „	54	5 „ „	126
60	162	180	198	300	162	60	173	180	209	300	173	6 „ „	60	6 „ „	120
70	166	190	198	310	159	70	177	190	209	310	170	7 „ „	65	7 „ „	115
80	170	200	197	320	156	80	181	200	208	320	167	8 „ „	71	8 „ „	109
90	174	210	195	330	154	90	186	210	206	330	165	9 „ „	76	9 „ „	104
100	179	220	193	340	152	100	190	220	204	340	163	10 „ „	80	10 „ „	100
110	183	230	190	350	151	110	194	230	201	350	162	11 „ „	85	11 „ „	95
120	187	240	187	360	151	120	198	240	198	360	162	12 „ „	90	12 „ „	90

Will man den Positionswinkel nicht vom Nordpunkte des Sonnenrandes, sondern von dem durch die Sonne gehenden Vertikalkreise ebenfalls für directes Bild nach Ost gezählt erhalten, so rechnet man:

$$\text{tg } K_a = \frac{\sin t_a}{\cos \delta' \text{tg } \varphi - \sin \delta' \cos t_a} \quad \text{und} \quad \text{tg } K_e = \frac{\sin t_e}{\cos \delta' \text{tg } \varphi - \sin \delta' \cos t_e}$$

sin K mit sin t gleichbezeichnet

und hat dann für den vom Vertikalkreise gezählten Positionswinkel Θ' die Formel:

$$\Theta'_a = \Theta_a - K_a \quad \text{und} \quad \Theta'_e = \Theta_e - K_e.$$

Für das p. 21 gerechnete Beispiel findet sich mit $L=116^\circ$, $t=36^\circ$ und $\varphi=56^\circ$ nach Fusstafel von p. 140 und 142 $\psi'=8^\circ$, ferner nach Tafel für N , für $L=116^\circ$, $N=196^\circ$ und für 9.6 Zoll nördlich nach Tafel für χ , $\chi=78^\circ$ und damit $\Theta_a=8^\circ+196^\circ+78^\circ=282^\circ$ und $\Theta_e=8^\circ+196^\circ-78^\circ=126^\circ$. Der Nautical-Almanac gibt für diese Finsterniss für Edinburgh $\Theta_a=281^\circ$ und $\Theta_e=127^\circ$; für $t_a=17^\circ$ und $t_e=53^\circ$ erhält man $K_a=16^\circ$ und $K_e=34^\circ$, also $\Theta'_a=266^\circ$ und $\Theta'_e=92^\circ$. Der Nautical-Almanac gibt $\Theta'_a=263^\circ$ und $\Theta'_e=93^\circ$.

Tafeln zur Berechnung der näheren Umstände der Sonnenfinsternisse.

II. Abtheilung.

P bei 180°.

Mond im ☾.

Aus der Tafel für t erhält man mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ den Stundenwinkel t der wahren Sonne zur Zeit der grössten Phase für einen Ort, dessen Breite φ und dessen östliche Länge von Greenwich λ ist.

Geht man mit diesem Werthe von t als μ in die Tafel p. 33 ein, so ist die zugehörige Zeit die wahre bürgerliche Ortszeit der betreffenden Phase, die man durch Anbringung der Zeitgleichung in mittlere bürgerliche Ortszeit und durch Subtraction der in Zeit ausgedrückten Länge in Weltzeit verwandeln kann. Ist die Zeitgleichung Z in Graden gegeben, wie dies im „Canon der Finsternisse“ der Fall ist, so wird man mit dem Werthe von $t+Z$ als μ in die Tafel p. 33 eingehen und dann direct mittlere bürgerliche Ortszeit erhalten; geht man aber mit $t+Z-\lambda$ als μ ein, so ist die zugehörige Zeit unmittelbar die Weltzeit der betreffenden Phase.

Aus der Tafel für Γ erhält man für den Ort von der Breite φ und der Länge λ mit den Argumenten $\lambda + \mu$ und φ die zugehörige Grösse $\Gamma = 1 - \gamma \cos g + \xi \sin g \sin (G+t)$.

Bei beiden Tafeln ist zu beachten, dass nur die innerhalb der Umräumung stehenden Werthe solchen Stundenwinkeln angehören, bei denen sich die Sonne über dem Horizonte befindet.

Mit dem Argument $1 \pm m = \gamma + \Gamma$ und u'_a gibt die erste Fusstafel der ungeraden Seiten die Grösse der Finsterniss in Zollen.

Aus dieser Tafel kann man aber auch umgekehrt mit u'_a und einer gegebenen Grösse der Finsterniss den zugehörigen Werth von $1 \pm m$ erhalten; alle Punkte, welche in der Tafel für Γ diesem Werthe von $\Gamma = 1 \pm m$ entsprechen, sind dann Punkte der Curve, auf welcher die Finsterniss die vorgelegte Grösse als grösste Phase erreicht. Ist $\gamma + \Gamma < 1.00$, so gehört der vorgelegte Punkt einer nördlichen Curve an und es wird der südliche Theil der Sonne verfinstert; ist dagegen $\gamma + \Gamma > 1.00$, so gehört der Punkt einer südlichen Curve an und der nördliche Theil der Sonne wird verfinstert. Für die Curve der Centralität hat man $\Gamma = 1.00 - \gamma$.

Die zweite Fusstafel der ungeraden Seiten gibt mit den Argumenten $(\lambda + \mu) - (\lambda + \mu)_1$ und $\gamma + \Gamma_1$ die Grösse $1 \pm m$ für einen beliebigen Stundenwinkel t_1 und damit die Grösse der Finsterniss.

Die letzte Fusstafel der ungeraden Seiten endlich gibt mit den Argumenten $\gamma + \Gamma$ und $\Delta\Gamma$ die Correction, die man an das für die Mitte der Finsterniss geltende $\lambda + \mu$ anzubringen hat, um $\lambda + \mu$ für den Anfang und das Ende der Finsterniss zu erhalten.

Unter den Tafeln für t sind Punkte der Curven der grössten Phase im Horizont und der grössten Phase im Mittag angegeben. Bei dieser letzten Curve sind diejenigen Punkte, welche nicht Mittags, sondern Mitternachtspunkte sind, eingeklammert.

Die Correctionstafeln auf den geraden Seiten sind nur in den seltensten Fällen anzuwenden, wenn die Finsterniss sehr klein wird und man doch eine grössere Genauigkeit erzielen will. Die erste dieser Tafeln gibt mit dem Stundenwinkel der grössten Phase und der Breite φ die Grösse ψ' ; die zweite mit ψ' und $\gamma + \Gamma$ die Correction von $\lambda + \mu$ und endlich die dritte mit ψ' und $\gamma + \Gamma$ die Correction von Γ .

Oft wird die Grösse der Finsterniss statt in Zollen in Theilen des Durchmesser ausgedrückt; man hat dann zur Verwandlung:

Grösse in Zollen	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
Grösse in Theilen des Durchmessers . .	0.00	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.58	0.67	0.75	0.83	0.92	1.00

Wegen Positionswinkel für Eintritt und Austritt siehe p. 500.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ♄. L = 10°.

Main table with 19 columns (λ+μ from +90° to -90°) and 20 rows (values from 180 to 180). Contains numerical data for various astronomical calculations.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with 24 columns (Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and südlich) and 5 rows (values 0.53 to 0.58). Includes a 'ringförmig' section.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Large table with 16 columns (Γ+λ from 1° to 16°) and 16 rows (values 0.50 to 1.50). Includes a section for Δ(λ+μ) with sub-columns A and E.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♄. L = 30°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) from +90° to -90°, and rows for phase (P.P.) from 180° to 180°. Includes a small table for P.P. at the bottom right of the main grid.

Summary table for phase boundaries. Rows: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Grösste Phase zu Mittag (Mitternaecht), Grösste Phase bei Sonnenuntergang. Columns: φ and λ+μ for various phase angles.

Correctionstabeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction, columns for φ from +80° to +5°.

Table for λ+μ correction, columns for φ from +25° to -25°.

Table for Γ correction, columns for φ from 0° to +25°.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ♄. L = 30°.

Large table with columns for λ+μ (180° to 10°) and rows for φ (180° to 10°). Values range from 0.00 to 1.94.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with two main sections: 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'. Includes rows for values 0.53 to 0.58 and a 'total' column.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

λ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for λ+μ (1° to 16°) and rows for γ+Γ (0.50 to 1.50). Values range from 0.41 to 1.58.

Table with columns for ΔΓ (0.10 to 0.10) and rows for γ+Γ (0.45 to 1.55). Values range from 0 to 10.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♂. L = 40°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180). Includes a small table for P.P. on the right side of the main grid.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +75° +73° +72° +71° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -75°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +75 +80 +90 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -75

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +75 +73 +72 +71 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -75

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von l'.

Table for ψ' with columns for φ (180 to 180) and rows for λ+μ (180 to 180).

Table for λ+μ correction with columns for φ (-25 to 25) and rows for λ+μ (-25 to 25).

Table for l' correction with columns for φ (0 to 25) and rows for λ+μ (0 to 25).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♄. L = 50°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) and rows for time (t) from 180° to 180°.

Summary table for phases: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for correction of λ+μ (in degrees) for time t from 180° to 180°.

Table for correction of λ+μ (in degrees) for time t from 180° to 180°.

Table for correction of Γ for time t from 180° to 180°.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 50°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 10) and rows for γ (180 to 10). Values range from 0.00 to 2.00.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing eclipse magnitude in inches for northern and southern latitudes. Includes a 'ringförmig' section for magnitudes between 0.97 and 1.03.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table for 1 ± m values based on hour angle γ+Γ. Columns range from 1° to 16°.

Table for Δ(λ+μ) values based on hour angle γ+Γ. Columns range from -0.10 to +0.10.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♂. L = 60°.

Main data table with columns for λ+μ (180° to 177°) and rows for φ (180° to 10°). Includes a small table for P.P. values.

Summary table for phase times: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Correction table for ψ with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Correction table for λ+μ with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Correction table for Γ with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im 8. L = 60°.

Main table with columns for P (180 to 180) and rows for λ+μ (180 to 180). Contains numerical values for various astronomical parameters.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table for (1 ± m) showing eclipse size in inches for northern and southern latitudes. Columns represent size in inches (0-12), and rows represent latitude (0°-180°).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Gradn).

Table showing the size of 1 ± m for specific hour angles (1° to 16°).

Table showing Δ(λ+μ) for the beginning and end of the eclipse in degrees, categorized by γ+Γ.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♀. L = 70°.

Main table of astronomical data with columns for latitude/longitude (λ+μ, φ) and values for phases (P.P.).

Summary table for 'Grösste Phase bei Sonnenaufgang', 'Mittag (Mitternacht)', and 'Sonnenuntergang' with associated φ and λ+μ values.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von L.

Correction table for ψ with columns for φ and values for λ+μ.

Correction table for λ+μ (in Graden) with columns for φ and values for λ+μ.

Correction table for L with columns for φ and values for L.

P bei 0° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ζ. L = 80°.

Main table with columns for φ (+90° to -90°) and P.P. (10, 11, 12). Rows range from 180° to 180°.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang with corresponding λ+μ values.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for Tafel für ψ with columns for t (180° to 180°) and ψ (±80° to ±0°).

Table for Correction von λ+μ (in Graden) with columns for λ+μ (-25° to +25°) and rows for t (0.40 to 1.60).

Table for Correction von Γ with columns for Γ (0° to ±25°) and rows for t (0.40 to 1.60).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ♄. L = 80°.

Main table of astronomical data with columns for longitude (λ+μ) and values for various parameters from 180° to 180°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing eclipse magnitude in inches, north and south, with columns for magnitude values and rows for different parameters like 0.53, 0.54, etc.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing eclipse magnitude for different hour angles, with columns for hour angle (1 to 16) and rows for parameters like 0.50, 0.60, etc.

Table showing Δ(λ+μ) for start and end of eclipse, with columns for Δ(λ+μ) (A, E) and rows for parameters like 0.45, 0.50, etc.

P bei 0° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♄. L = 90°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P.P. (10, 11, 12). Values range from 178 to 357.

Summary rows for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang with corresponding λ+μ values.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von P.

Correction table for ψ with columns for t (180° to 180°) and rows for λ+μ (0° to 180°).

Correction table for λ+μ with columns for t (0° to 25°) and rows for λ+μ (0° to 180°).

Correction table for P with columns for t (0° to 25°) and rows for P (0° to 180°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ♄. L = 90°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) ranging from 180° to 10° and 90° to -90° respectively. It contains numerical values representing astronomical data.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing the size of the eclipse in inches for northern and southern latitudes. Columns represent distance in inches from 0 to 12, and rows represent specific values for different parameters.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the size of 1 ± m for a specific hour angle. Columns are labeled with hour angles from 1° to 16°.

Table showing Δ(λ+μ) for the beginning and end of the eclipse. Columns are labeled with values from -1° to +1°.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im φ. L = 100°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for φ (180 to 180). Contains numerical values for P.P. and phase corrections.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht), Grösste Phase bei Sonnenuntergang. Includes φ and λ+μ values and corresponding phase angles.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Grad).

Correction von P.

Correction table for ψ with columns for φ (180 to 180) and rows for λ+μ (180 to 180).

Correction table for λ+μ with columns for φ (+1 to -1) and rows for λ+μ (-25 to +25).

Correction table for P with columns for φ (+1 to -1) and rows for λ+μ (-25 to +25).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 110°.

Table with columns for λ+μ (180 to 10) and rows for γ (180 to 10). Values range from 0.01 to 1.89.

Tafel für (1 + m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 + m = γ + Γ).

Table with columns for 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'. Includes rows for u_a and ring-formig.

Grösse von 1 + m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with columns for (λ+μ)/(λ+μ) and rows for γ+Γ. Values range from 0.42 to 1.58.

Table with columns for ΔΓ and rows for γ+Γ. Values range from 0 to 10.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°)

Tafel für t.

Mond im φ. L = 120°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°). Includes a small table for P.P. values.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang with φ and λ+μ values.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for λ+μ (25° to 25°) and rows for φ (0° to 1°).

Table for Γ correction with columns for Γ (0° to 35°) and rows for φ (0° to 1°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ℄. L=120°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) from +90° to -90° and rows for latitude (P) from 180° to 10°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + l').

Table showing the size of the eclipse in inches for northern and southern latitudes, with columns for distance from the center (0-12 inches) and rows for different parameters (0.53 to 0.58).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table for the size of 1 ± m for a specific hour angle, with columns for hour angle (1° to 16°) and rows for parameters (0.50 to 1.50).

Table for Δ(λ+μ) for the beginning and end of the eclipse, with columns for Δ(λ+μ) values (-0.10 to +0.10) and rows for parameters (0.45 to 1.55).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im 8. L = 130°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) from +90° to -90° and rows for latitude (φ) from 180° to 180°. Includes a small table for P, P. at the bottom right.

Summary table for phase times: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang. Columns show values for various longitudes.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' correction with columns for t (180° to 180°) and rows for ψ' (-8° to -7°).

Table for λ+μ correction with columns for t (0.40 to 1.60) and rows for ψ' (-25° to +25°).

Table for Γ correction with columns for t (0.40 to 1.60) and rows for ψ' (-4° to +4°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im φ. L=140°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) ranging from 180° to 191° and values for P. P. from 1 to 12.

Summary table for sunrise (Grösste Phase bei Sonnenaufgang), noon (Grösste Phase zu Mittag), and sunset (Grösste Phase bei Sonnennter-gang) with values for φ and λ+μ.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Correction table for ψ with columns for t and values for λ+μ from ±80° to ±0°.

Correction table for λ+μ with columns for t and values for λ+μ from ±25° to ±0°.

Correction table for Γ with columns for t and values for λ+μ from ±25° to ±0°.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 140°.

Main table with columns for λ+μ (from +90° to -90°) and rows for P (from 180° to 10°).

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and südlich for u'' values from 0.53 to 0.58.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table for Grösse von 1 ± m with columns for γ+Γ (from 1° to 16°) and rows for P (from 0.50 to 1.50).

Table for Δ(λ+μ) with columns for γ+Γ (from -0.10 to +0.10) and rows for P (from 0.45 to 1.55).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ϑ. L = 150°.

Main data table with columns for λ+μ (180 to 10) and rows for φ (180 to 10). Contains numerical values for various astronomical parameters.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table for eclipse magnitude (1 ± m) in inches, split into northern (nördlich) and southern (südlich) hemispheres, with rows for different values of u_α.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the size of 1 ± m for specific hour angles, with columns for ΔT and rows for Γ+Γ.

Table showing Δ(λ+μ) for the beginning and end of the eclipse in degrees, with columns for ΔΓ and rows for Γ+Γ.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♄. L = 160°.

Main table with columns for λ+μ and φ, and rows for t from 180° to 193°. It contains numerical data for various astronomical calculations.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenanfang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang, with columns for φ and λ+μ.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t and φ.

Table for λ+μ correction with columns for t and φ.

Table for Γ correction with columns for t and φ.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 160°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) from +90° to -90° and rows for latitude (φ) from 180° to 180°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ').

Table showing the size of the eclipse in inches north and south for various values of (1 ± m) and Γ.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the size of the eclipse for different hour angles (γ+Γ').

Table showing the start and end of the eclipse in degrees for different hour angles.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ♄. L = 170°.

Main table with 19 columns labeled λ+μ from +90° to -90° and 25 rows labeled with values from 180 down to 180.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with two main sections: 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'. It contains numerical data for various values from 0 to 12.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with columns labeled γ+Γ from 1° to 16° and rows labeled with values from 0.50 to 1.50.

Table with columns labeled A and E for Δ values from -0.10 to +0.10, and rows labeled with values from 0.45 to 1.55.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 180°.

Main table with columns for latitude/longitude (λ+μ) and values for Γ. Rows range from 180° to 180°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing the size of the eclipse in inches north and south for various values of u'. Columns include values from 0 to 12 for north and south, and total/ring-formed values.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Gradn).

Table for the size of 1 ± m for a given hour angle, with columns for hour angle (γ+Γ) and values for different latitudes.

Table for Δ(λ+μ) for beginning and end of eclipse, with columns for ΔΓ and values for different latitudes.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im Ω. L = 190°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 193°) and rows for φ (180° to 18°). Includes a small table for P.P. (10-12) on the right side.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag, and Sonnenuntergang with φ and λ+μ values.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for φ (+80° to -9°).

Table for λ+μ correction with columns for λ+μ (-25° to +25°) and rows for φ (-25° to +25°).

Table for Γ correction with columns for Γ (0° to +25°) and rows for φ (0° to +25°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im ♄. L = 190°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 190) and rows for Γ (180 to 190), containing numerical values for astronomical calculations.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing eclipse magnitude (Grösse der Finsterniss) in inches for northern and southern latitudes, with columns for values from 0 to 12.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the magnitude of 1 ± m for specific hour angles, with columns for γ+Γ (1 to 16) and rows for Δ(λ+μ) (0.50 to 1.50).

Table showing Δ(λ+μ) for the beginning and end of the eclipse, with columns for ΔΓ values and rows for γ+Γ values.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ʎ. L = 200°.

Main data table with columns for phase angle (φ) and time (t) from 180° to 193°.

Summary rows for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag, and Sonnenuntergang.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von l'.

Correction table for ψ, showing values for different phase angles.

Correction table for λ+μ, showing values for different time intervals.

Correction table for l', showing values for different time intervals.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 200°.

Main table with columns for λ+μ and rows for P (180 to 10), providing various astronomical data points.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing the size of the eclipse in inches for northern and southern latitudes across different phases.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table providing the size of 1 ± m for specific hour angles from 1° to 16°.

Table providing the difference Δ(λ+μ) for the beginning and end of the eclipse in degrees.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für P.

Mond im γ. L = 210°.

Main table of solar eclipse data with columns for λ+μ (180° to 10°) and rows for P (180° to 10°).

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing the size of the eclipse in inches north and south of the center, with columns for distance from center (0-12 inches) and rows for phase (0.53 to 0.58).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Table showing the size of 1 ± m for a specific hour angle, with columns for hour angle (1° to 16°) and rows for γ+Γ (0.50 to 1.50).

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table showing the change in λ+μ for the beginning and end of the eclipse, with columns for Δγ and ΔΓ and rows for γ+Γ (0.45 to 1.55).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im φ . L = 220°.

Main table with columns for longitude (lambda + mu) and latitude (phi) and rows for time (t) from 180 to 191 degrees. Includes a small table for P.P. values.

Summary table for Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang with corresponding phi and lambda + mu values.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für psi.

Correction von lambda + mu (in Graden).

Correction von gamma.

Table for psi correction with columns for t and phi, and rows for lambda + mu from 180 to 180 degrees.

Table for lambda + mu correction with columns for gamma and psi, and rows for lambda + mu from 0 to 180 degrees.

Table for gamma correction with columns for gamma and psi, and rows for gamma from 0 to 180 degrees.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 220°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P (180° to 180°). Values range from 0.12 to 1.88.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich. Rows include values like 0.53, 0.54, 0.55, etc.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with columns for γ+Γ and rows for values like 0.50, 0.60, 0.70, etc.

Table with columns for ΔΓ and rows for values like 0.45, 0.50, 0.60, etc.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♁. L = 230°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 190°) and rows for φ (180° to 190°). Includes a small table for P.P. (10, 11, 12) on the right side.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +72° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -71° -72°
λ+μ 10 346 324 316 312 308 305 300 296 290 282 276 266 254 237 202 194 170

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +72° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -90° -80° -72°
λ+μ 10 10 10 9 9 7 7 5 3 2 359 358 356 355 353 352 351 350 (170) (170) (170)

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +72° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -71° -72°
λ+μ 10 34 55 60 62 63 64 64 65 66 68 74 80 90 104 138 146 170

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von φ.

Table for ψ' correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Table for φ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♄. L = 240°.

Main table with columns for λ+μ and P.P., containing numerical data for various angles from 180° to 188°.

Summary table for 'Grösste Phase bei Sonnenaufgang', 'Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht)', and 'Grösste Phase bei Sonnenuntergang'.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von P.

Table for correction of ψ.

Table for correction of λ+μ (in degrees).

Table for correction of P.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im Z. L = 250°.

Main data table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for φ (90° to 90°). Each cell contains numerical values.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table for the size of the eclipse in inches north and south, with columns for 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'.

(Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table for the size of 1 ± m for a specific hour angle, with columns for φ+Γ and rows for γ+Γ.

Table for the beginning and end of the eclipse in degrees, with columns for ΔΓ and rows for γ+Γ.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♄. L = 260°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 184°) and rows for t (180° to 184°). Includes a small table for P.P. values on the right side.

Summary table for phase times: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Mittag (Mitternacht), and Sonnenuntergang. Columns show φ and λ+μ for various t values.

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von l'.

Table for ψ' correction with columns for t (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for t (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°).

Table for l' correction with columns for t (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°).

Bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im 8. L = 270°.

Main table with columns for time (t) and lunar phase (P.P.). Rows range from 180 to 180. Columns include values for various angles from +90 to -90.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +66° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -61° -62° -63° -64° -65° -66°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +66 60 50 40 30 20 10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -70 -66

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +66 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -61 -62 -63 -64 -65 -66

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ correction with columns for t and values for angles from 80 to 20.

Table for λ+μ correction with columns for t and values for angles from 25 to -25.

Table for Γ correction with columns for t and values for angles from 0 to 25.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im φ. L = 270°.

Main table with columns for longitude (λ+φ) from +90° to -90° and rows for latitude (P) from 180° to 180°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with two parts: 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich', with columns for hours and minutes.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with two parts: left part shows values for γ+Γ at different hour angles; right part shows Δ(λ+μ) for start and end of eclipse at different hour angles.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 280°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for P (180° to 180°). Values range from 0.09 to 1.99.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table showing Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich. Columns 0-12 and 12-0. Includes 'total' and 'ringförmig' labels.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for γ+Γ (1° to 16°) and rows for (λ+μ) (0.50 to 1.50). Values range from 0.41 to 1.58.

Table with columns for ΔΓ (0.10, 0.05, 0.00, 0.05, 0.10) and rows for γ+Γ (0.45 to 1.55). Values range from 0 to 10.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ζ. L = 290°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 181°) and rows for φ (180° to 181°). Includes a small table for P.P. (10, 11, 12) on the right side.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +68° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -61° -62° -63° -64° -65° -68°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +68 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -70 -68

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +68 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -61 -62 -63 -64 -65 -68

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von l'.

Table for ψ correction with columns for φ (180° to 181°) and rows for λ+μ (180° to 181°).

Table for λ+μ correction with columns for φ (-25° to 0°) and rows for λ+μ (-25° to 0°).

Table for l' correction with columns for φ (0° to 35°) and rows for λ+μ (0° to 35°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im φ . $L = 300^\circ$.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) ranging from 180° to 180° and 183° to 177° respectively. Includes a small table at the bottom for sunrise/sunset phases.

Table with 3 rows and 19 columns detailing sunrise (Grösste Phase bei Sonnenaufgang), noon (Grösste Phase zu Mittag), and sunset (Grösste Phase bei Sonnenuntergang) phases across various latitudes.

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Correction table for ψ, showing values for latitudes 180° to 180° and longitudes ±1°, ±2°, ±3°, ±4°, ±5°.

Correction table for λ+μ, showing values for latitudes ±1° to ±15° and longitudes ±1° to ±15°.

Correction table for Γ, showing values for latitudes 0° to 1°60' and longitudes ±1°, ±2°, ±3°, ±4°, ±5°.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 300°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) from +90° to -90° and rows for latitude (φ) from 180° to 180°.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + 1').

Table showing eclipse magnitude in inches for northern and southern latitudes, with columns for magnitude (0-12) and rows for latitude (0°-58°).

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table for eclipse magnitude at specific hour angles, with columns for hour angle (1°-16°) and rows for latitude (0°-1°50').

Table for longitude difference at start/end of eclipse, with columns for Δγ and ΔΓ, and rows for Δ(λ+μ) from -0.10 to 1.55.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♂. L = 310°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 180°) and rows for φ (180° to 180°). Includes a P.P. column with values 10, 11, 12.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +72° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -71° -72°

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +72° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -90° -80° -72°

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +72° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -71° -72°

Correctionstabeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von l'.

Table for ψ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Table for λ+μ correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

Table for l' correction with columns for φ (180° to 180°) and rows for t (180° to 180°).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♄. L = 320°.

Main table with columns for longitude (λ+μ) and latitude (φ) from 180° to 174° and rows for time (t) from 180 to 180. Includes a small table for P.P. values.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +75°+70°+60°+50°+40°+30°+20°+10° 0 -10°-20°-30°-40°-50°-60°-70°-71°-72°-73°-75° λ+μ 354 317 304 300 299 299 299 298 297 294 291 287 281 273 260 236 231 226 219 186

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +75 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -80 -75 λ+μ 354 354 354 354 355 356 357 357 358 359 1 2 3 4 5 5 5 6 (186) (186) (186)

Grösste Phase bei Sonnenuntergang } φ +75 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -71 -72 -73 -75 λ+μ 354 31 45 51 53 55 57 59 63 68 73 79 87 97 110 137 141 146 153 186

Correctionstafeln.

Nur zu benützen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ'.

Correction von λ+μ (in Graden).

Correction von Γ.

Table for ψ' correction with columns for φ and rows for t from 180 to 180.

Table for λ+μ correction with columns for φ and rows for t from 180 to 180.

Table for Γ correction with columns for φ and rows for t from 180 to 180.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im ♁. L = 330°.

Main table with columns for time (t) from 180 to 180 and phases (P, P, P) for various lunar positions. Includes a diagonal header for λ+μ.

Summary table for phase times: Grösste Phase bei Sonnenaufgang, Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht), Grösste Phase bei Sonnenuntergang. Columns show time offsets for various lunar phases.

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Gradn).

Correction von P.

Table for correction of ψ, showing values for different time intervals (t) and phase differences.

Table for correction of λ+μ, showing values for different time intervals (t) and phase differences.

Table for correction of P, showing values for different time intervals (t) and phase differences.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für t.

Mond im φ. L = 340°

Main table with columns for λ+μ (180 to 10) and φ (+90 to -90), containing numerical data and a small table for P. P. values.

Grösste Phase bei Sonnenaufgang } φ +82° +80° +70° +60° +50° +40° +30° +20° +10° 0° -10° -20° -30° -40° -50° -60° -70° -80° -81° -82°
λ+μ 352 317 293 290 290 292 294 295 295 296 296 294 292 288 284 276 264 229 219 188

Grösste Phase zu Mittag (Mitternacht) } φ +82 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -82
λ+μ 352 352 352 353 354 354 355 356 358 359 1 2 3 3 5 6 7 7 8 (188)

Grösste Phase bei Sonnennterung } φ +82 +80 +70 +60 +50 +40 +30 +20 +10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -81 -82
λ+μ 352 27 52 56 58 58 58 60 62 64 66 77 76 82 88 98 111 147 157 188

Correctionstafeln.

Nur zu benutzen, wenn eine besonders grosse Genauigkeit verlangt wird und die Finsterniss für den Ort überdies sehr klein wird.

Tafel für ψ.

Correction von λ+μ (in Gradn).

Correction von Γ.

Correction table for ψ with columns for φ (180 to 180) and φ (0 to 5).

Correction table for λ+μ with columns for φ (-25 to 25) and φ (-5 to 5).

Correction table for Γ with columns for φ (0 to 25) and φ (0 to 25).

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 350°.

Main table with columns for λ+μ (180 to 180) and rows for P (180 to 180). Values range from 0.05 to 1.95.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich and Grösse der Finsterniss in Zollen südlich. Includes sub-columns for total, ringförmig, and other categories.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundenwinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Graden).

Table with columns for γ+Γ (1 to 15) and rows for λ+μ (0.50 to 1.50). Values range from 0.42 to 1.58.

Table with columns for Δ (A, E) and rows for γ+Γ (0.45 to 1.55). Values range from 0 to 13.

P bei 180° (zwischen 160° und 200°).

Tafel für Γ.

Mond im γ. L = 360°.

Main table with columns for λ+μ (180° to 10°) and rows for φ (+90° to -90°). Contains numerical values for eclipse calculations.

Tafel für (1 ± m). Grösse der Finsterniss. (Zur Zeit der grössten Phase ist 1 ± m = γ + Γ).

Table with columns for 'Grösse der Finsterniss in Zollen nördlich' and 'Grösse der Finsterniss in Zollen südlich'. Includes rows for u'α (0.53 to 0.58) and ring-formig values.

Grösse von 1 ± m für einen bestimmten Stundewinkel.

Δ(λ+μ) für Anfang und Ende der Finsterniss (in Grad).

Table with columns for γ+Γ₁ (1° to 16°) and rows for (λ+μ)₁ - (λ+μ)₂ (0.50 to 1.50). Contains numerical values.

Table with columns for Δγ+Γ (0.10, 0.05, 0.00, 0.05, 0.10) and rows for γ+Γ (0.45 to 1.55). Contains numerical values.

Berichtigungen und Zusätze.

- Pag. 12, Zeile 22 v. u. vor $-0^{\circ}400$ einzuschalten: + Empirische Correction für die Mitte.
- Pag. 17 und 18, zu den Beispielen ist zu bemerken, dass die Zeit desshalb mit der im Canon gegebenen nicht stimmt, weil hier die Zeit der Mitte der Finsterniss, im Canon dagegen die Zeit der wahren Conjunction angegeben ist.
- Pag. 18, zur Note wäre hinzuzufügen: und es kam zu Beginn des Canon die durch die vorliegenden Tafeln erlangte Zeit der Finsterniss bis zu einer Stunde von der im Canon angegebenen abweichen, was auch in den anderen Elementen entsprechende Verschiebungen bedingt. Es wird sich daher für die ältere Zeit immer empfehlen, an die Angaben des Canon die Verbesserungen anzubringen, welche durch die Ginzel'schen Correctionen bedingt werden, was ja auch Oppolzer in der Vorrede zu seinem Canon hervorhebt. Um diese Reduction möglichst einfach bewerkstelligen zu können, habe ich kurze „Tafeln zur Reduction der Oppolzer'schen Finsterniss-Elemente auf die Ginzel'schen Correctionen“ entworfen, die ich in kürzester Zeit der kais. Akademie vorzulegen gedenke, und welche diese Reductionen direct anzubringen gestatten. Es sollten jedenfalls, besonders in älterer Zeit, vor Gebrauch der „Tafeln zur Berechnung der näheren Umstände der Sonnenfinsternisse“ stets die erforderlichen Grössen μ und γ des Canon erst corrigirt werden.
- Pag. 21, Zeile 4 v. o. lies $\Gamma = 0^{\circ}44$.
Zeile 19 v. u. lies $\Gamma = 0^{\circ}33$.
Zeile 2 v. u. lies $t = 51^{\circ}$.
- Pag. 22, Zeile 11 v. o. statt unter den Tafeln für Γ lies unter den Tafeln für t .
Zeile 26 v. o. statt $+10^{\circ}$ lies -10° .
Zeile 31 v. u. statt 189, 188, 153 lies 202, 196, 161.
Zeile 19 v. u. statt 189, 188, 153 lies 175, 180, 145.
- Pag. 23 und 24. Durch eine während des Druckes geführte genaue Controlrechnung wurden noch öfter die letzten Stellen in den Tafeln geändert, was eine entsprechende Änderung im Beispiele bedingt. Um die betreffenden Stellen kurz anzuzeigen, ist im Folgenden durch die erste grössere Zahl die Zeile von unten, durch die zweite kleinere die Columnne bezeichnet, in welcher corrigirt werden soll. Es soll heissen:
Pag. 23, 30₇ : 29, 30₉ : 31, 18₈ : 51, 18₉ : 51, 13₃ : -1, 13₄ : +1, 5₂ : 57, 4₈ : 37, 4₉ : 39.
Pag. 24, 23₁₁ : 10, 23₁₄ : 244, 22₁₁ : 14, 22₁₄ : 235, 21₁₂ : 14, 14₆ : 0.88, 14₇ : -6, 14₁₂ : 10, 13₇ : -6, 13₁₂ : 14, 11₇ : 4, 11₉ : -4, 10₆ : 24, 10₈ : 26, 10₁₀ : 81, 10₁₂ : 15, 9₄ : -3, 9₉ : -3, 9₁₂ : 14, 8₁₂ : 12, 7₁₂ : 10.
- Pag. 24, Zeile 16 v. o. nach: „wird diese Correctur“ ist einzuschalten: „mit verkehrtem Zeichen“.
- Pag. 42, Sonnenaufgang bei $\varphi = -90^{\circ}$ statt 203 lies 283.
- Pag. 48, Sonnenaufgang bei $\varphi = +76^{\circ}$ statt 201 lies 206.
- Pag. 54, Sonnenaufgang, Mittag und Sonnenuntergang bei $\varphi = -70^{\circ}$ statt 7 lies 8.
- Pag. 57, bei $\lambda + \mu = 50^{\circ}$ und $\varphi = -80^{\circ}$ statt 1.94 lies 1.95.
- Pag. 83, fehlt beim Argument $\varphi = -80^{\circ}$ die 0.
- Pag. 97, bei $\lambda + \mu = 190^{\circ}$ und $\varphi = 0^{\circ}$ statt 1.33 lies 1.39.
- Pag. 108, Sonnenuntergang bei $\varphi = -76^{\circ}$ statt 159 lies 154.
- Pag. 112, Mittag bei φ statt $+90^{\circ} + 86^{\circ}$ lies $-90^{\circ} - 86^{\circ}$.
- Pag. 160, Sonnenaufgang bei $\varphi = -76^{\circ}$ statt 201 lies 206.

Noch ist zu bemerken, dass es für viele Fälle genügt, statt zwischen der nächst kleineren und der nächstgrösseren L -Seite zu interpoliren, einfach die dem vorgelegten L zunächst liegende L -Seite zu benützen.



R. Schram: Tafeln zur Berechnung der Finsternisse.



Printed by J. Barth & Co.

Drawn by J. Barth & Co.