

Diese 8 Messungen werden einzeln behandelt, oder vielleicht auch zu je zweien in Mittel zusammengezogen, und geben in ihrem Gesamtmittel ein vom Indexfehler befreites Resultat, denn der kleine Indexfehler- Rest wird auf die erste Hälfte der Beobachtungen denselben Einfluss ausüben wie auf die zweite Hälfte.

Für den Sonnenhalbmesser ist am Fusse der Refractionstafel S. [7] des Anhangs ein kleines Täfelchen mitgetheilt, nebst Angabe der Höhenparallaxe.

Durch wiederholte Bestimmung der Stand-Correction einer Uhr, etwa von Woche zu Woche, gelangt man zur Kenntniss des Ganges, den man am besten graphisch darstellt, wie bereits in § 12. S. 53 behandelt worden ist.

### Anmerkungen.

Für wiederholten Gebrauch an demselben Orte kann man sich ein Schema zu der vorstehenden Berechnung (8)—(9) S. 59 oder (15) S. 60 autographiren, welches sofort  $\log \sin \varphi$  und  $\log \cos \varphi$  und die Vorbereitung der Interpolationsrechnung für  $\delta$  und  $g$  enthält.

Bremiker hat in seinen „logarithmisch-trigonometrischen Tafeln mit 5 Decimalstellen Berlin 1872“ im Anhang eine besondere Hülftafel zur Zeitberechnung nach der Formel (2) mitgetheilt, welche die Functionswerthe

$$\log \frac{1}{\cos \varphi \cos \delta} = \log m \text{ und } \log - \tan \varphi \tan \delta = \log n$$

für die Breite von Berlin  $\varphi = 52,505^{\circ}$  geben. Hiebei ist jedoch eine eigenthümliche Winkeltheilung, nämlich Sexagesimalgrade mit centesimaler Unterabtheilung (z. B.  $52^{\circ} 30' 17'' = 52,505^{\circ}$ ) benützt. Die Abhängigkeit der Werthe  $\log m$  und  $\log n$  von der Zeit ist für alle Jahre von 1872 bis 1922 durch Hülftafeln dargestellt, so dass eine besondere Ephemeride erspart wird.

Man hat auch anderwärts für Seegebrauch immerwährende Ephemeriden für Sonnendecination und Zeitgleichung entworfen, z. B. nautische, astronomische und logarithmische Tafeln von Domke, Berlin 1874 S. 88—89.

Bei dem geringen Preis der genaueren, jedes Jahr neu herausgegebenen Ephemeriden, welche man für andere Zwecke ohnehin braucht (s. o. § 6. S. 18) ist das Bedürfniss einer abgekürzten immerwährenden Sonnen-Ephemeride nicht dringlich, weshalb wir auch die Beigabe einer solchen in unserem Anhang unterlassen haben.

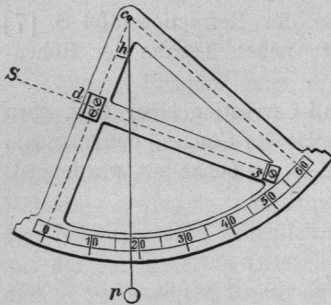
Was die Genauigkeit der in Rede stehenden Zeitbestimmungsmethode betrifft, so soll eingehende Erörterung hierüber später in § 15. angestellt werden, im Allgemeinen sei jetzt schon bemerkt, dass bei Vermeidung der Annäherung an den Mittag man mit einem gewöhnlichen Theodolit, der die Höhenwinkel auf  $10''$ — $20''$  genau gibt, bei einigen Wiederholungen wohl Genauigkeit von  $1^s$  erreichen kann.

Für bürgerliche Zwecke, Regulirung von Thurmuhren auf dem Lande, und für ersten Unterricht, sind auch ganz rohe Messungen mit messingenen oder hölzernen Sextanten ohne Fernrohr, zu empfehlen, z. B. wird ein hölzerner Sextant von Reallehrer M. Eble im Verlag von Brandegger in Ellwangen (Württemberg) geliefert, der nicht durch Visiren, sondern durch Auffangen eines Sonnenbildes in bequemer Weise gehandhabt wird und an einem Lothfaden die Höhe mit Ablesung von  $5'$  gibt.

Umstehende Fig. 3. (aus der Zeitschrift für Instrumentenkunde 1885 S. 58 (über künstliche Horizonte, von Gelcich), entlehnt), zeigt die Anordnung dieses einfachen Werkzeuges, das wir aus eigener Erfahrung dem Liebhaber der Astronomie gut empfehlen. Der Sektor wird über einem Wassergefäss festgeklemmt, in

welchem das Rosshaarloth  $p$  zur Ruhe kommt. Das Ganze wird auf 3 Stellschrauben so<sup>r</sup> gestellt, dass der Lothfaden an der Ebene des Sektors gerade anliegt, und dass die Sonne  $S$ , durch zwei kleine Löcher bei  $d$  scheinend, gegenüber auf dem Plättchen bei  $D$  zwei helle Bilder erzeugt, deren Mitte auf eine Strichmarke einspielt. Man kann, mit der Uhr auf dem Tisch und mit einer Stellschraube in der Hand, rasch Reihen von 5 oder 10 Messungen machen, welche bei der Berechnung nach der Methode von S. 59 innerhalb weniger Zeitsecunden übereinstimmen. (Constante Fehler sind besonders zu untersuchen.)

Fig. 3. Hölzerner Sextant von Eble.



Eble ersetzt die Berechnung nach der Formel (2) durch eine mechanische Schiebervorrichtung mit einem Strahlendiagramm, welche Solchen zu empfehlen ist, welche die trigonometrische Rechnung scheuen.

Hier ist auch zu erwähnen: „Der Zeitmessknecht, Tabellen und Regeln zur Zeitbestimmung und Uhrenberichtigung nach gemessenen Sonnenhöhen etc. von M. R. Pressler, Professor in Tharandt, Commissionsbuchhandlung Liebeskind, Leipzig“, gibt in zwei Theilen, I. 46<sup>o</sup> bis 50<sup>o</sup> Breite, und II. 50<sup>o</sup> bis 54<sup>o</sup> Breite, die mittlere Sonnenzeit als Function der geographischen Breite, der Jahreszeit und der gemessenen Sonnenhöhe. Die Breiten gehen von 1<sup>o</sup> zu 1<sup>o</sup>, die Sonnenhöhen ebenfalls von 1<sup>o</sup> zu 1<sup>o</sup>, und die Datumzahlen von 1 Tag zu 1 Tag. Wenn man die gemessenen Sonnenhöhen durch Abwarten wirklich je auf 1<sup>o</sup> rund ermittelt, im Uebrigen in die Tafel mit dem nächstliegenden Breitenwerth eingeht, so gibt die Tafel durch directes Aufschlagen eine Zeitgenauigkeit von etwa 2 Minuten. Z. B. würde für unser oben berechnetes Beispiel mit  $\varphi = 52^{\circ} 23'$ ,  $h = 34^{\circ} 12'$ , auf S. 76 Band II. des Pressler'schen Zeitmessknechts, für den 4. Juli Vormittags einzugehen sein mit Breite zwischen 52<sup>o</sup> und 53<sup>o</sup>, Sonnenhöhe 34<sup>o</sup>, wo man findet: 7<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, was mit unserer genauen Berechnung 7<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> 20<sup>s</sup> hinreichend übereinstimmt. (Man kann die Pressler'sche Zeitmessknechts-Tafel auch dazu benützen, bei genaueren Messungen und Berechnungen etwaige grobe Rechenfehler aufzufinden.)

## § 14. Aufgang und Untergang der Sonne.

Die Grundgleichung für Zeitbestimmung, nämlich (2) § 13. S. 56

$$\cos t = \frac{\sin h - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} \quad (1)$$

gibt mit  $h = 0$  den Stundenwinkel  $t_0$  des Aufgangs oder Untergangs der Sonne, d. h. den halben Tagebogen, unter der Voraussetzung, dass die Refraction unwirksam wäre, und dass der Sonnenhalbmesser nicht in Betracht gezogen wird. Obgleich diese Umstände in Wirklichkeit anders sind, haben wir doch nach der Formel:

$$\cos t_0 = - \tan \varphi \tan \delta \quad (2)$$

die Werthe  $t_0$ , welche man zu manchen Zwecken brauchen kann, berechnet und in folgender Tabelle zusammengestellt: