

Zeitreduction für die Horizontalachsen-Neigung i'
des Passage-Instruments.

Hannover $q = 52^{\circ} 23'$. 1 Libellenstrich = $9,4'' = 0,627^s$.

Jahreszeit	δ	Libelle ($a - b$)									
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
22. Juni	+ 23° 27'	0,1 ^s	0,3 ^s	0,4 ^s	0,6 ^s	0,7 ^s	0,9 ^s	1,0 ^s	1,2 ^s	1,3 ^s	1,5 ^s
20. Mai 24. Juli	+ 20° 0'	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4
16. April 27. Aug.	+ 10° 0'	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2
20. März 23. Sept.	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
23. Feb. 19. Oct.	- 10° 0'	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7
20. Jan. 21. Nov.	- 20° 0'	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
21. December	- 23° 27'	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4

(20)

Die beiden anderen Fehler, welche in (15) eingehen, nämlich der constante Theil i_0 der Horizontalachsen-Neigung (17) und der Collimationsfehler c , können durch die Messung selbst eliminirt werden, durch Anwendung des Instrumentes in zwei Fernrohrlagen. Allerdings geschieht dieses nicht so bequem, wie bei geodätischen Messungen, bei welchen die Zielpunkte ruhig bleiben, indessen kann man — bei unseren einfachen Verhältnissen — bei Sonnenbeobachtungen die 5 Fadenantritte in Lage I nehmen, und die 5 Fadenausritte in Lage II; denn zwischen den Antritten und Austritten hat man etwa eine Minute Zeit, welche gerade hinreicht, um das Fernrohr durchzuschlagen, um 180° zu drehen, neu auf die Meridianmarke einzustellen und wieder auf die Sonne zu richten. Die Libelle muss in Lage I und in Lage II besonders (je zweifach a und b) aufgesetzt werden, zur Berücksichtigung ihres Ausschlages nach der Formel (19) oder der Tabelle (20).

Bei dieser Messungsanordnung wird auch die constante Reduction (7) vom Mittel der Fadenablesungen auf den Mittelfaden selbst (welcher zum Einstellen auf die Meridianmarke dient) eliminirt, und braucht deswegen nicht besonders in Rechnung gebracht zu werden.

Eine andere und in vielen Beziehungen vorzuziehende Methode, die Differenz zwischen der Fernrohr-Lage I und Lage II zu eliminiren, und zugleich zu bestimmen, besteht darin, dass man, von Tag zu Tag abwechselnd, in beiden Fernrohrlagen beobachtet, und die zusammengehörigen Messungen in Mittel vereinigt. Wir haben so vom 31. März bis 4. April 1884 eine zusammenhängende Reihe von fünf Beobachtungen erhalten, deren erste in Lage I im Einzelnen Folgendes gab:

Hannover, 31. März 1884.

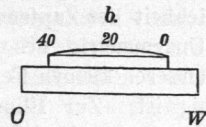
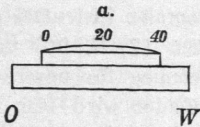
Antritte A		Austritte B		$\frac{A + B}{2}$
Faden I.	12 ^h 4 ^m 54 ^s	Faden V.	12 ^h 8 ^m 18 ^s	12 ^h 6 ^m 36,0 ^s
" II.	5 15	" IV.	7 59	6 37,0
" III.	5 32	" III.	7 40,5	6 36,25
" IV.	5 49	" II.	7 22	6 35,5
" V.	6 10	" I.	7 4	6 37,0
Mittel	12 ^h 5 ^m 32,0 ^s		12 ^h 7 ^m 40,7 ^s	12 ^h 6 ^m 36,35 ^s
$\underbrace{\hspace{10em}}_{12^h 6^m 36,35^s}$				

(21)

Fig. 5. Libelle auf der Horizontalachse des Passage-Instruments.

a. Libellentheilung von links nach rechts.

b. Libellentheilung von rechts nach links.



die Aufsetzung der Libelle gab:

vor dem Durchgang der Sonne

nach dem Durchgang der Sonne

$$\begin{array}{r} a = 11,2 \quad 27,6 \\ b = 10,1 \quad 26,8 \\ \hline a - b = + 1,1 \quad + 0,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} a = 11,1 \quad 27,8 \\ b = 9,5 \quad 26,2 \\ \hline a - b = + 1,6 \quad + 1,6 \end{array}$$

Gesamtmittel $(a - b) = + 1,28$ Striche,

damit gibt die Tabelle (20) für 31. März rund 0,3^s oder genauer erhält man nach der Formel (19) mit $\delta = + 4^\circ 26'$, $\varphi = 52^\circ 23'$, $\Delta t_i = + 0,27^s$, was zu (21) hinzugefügt gibt 12^h 6^m 36,62^s. Die Zeitgleichung ist am 31. März für Greenwich wahrer Mittag $g = + 4^m 3,80^s$, und für Hannover wahrer Mittag $g = + 4^m 4,29^s$, man hat also jetzt:

Meridiandurchgang des Sonnenmittelpunktes = 12^h 6^m 36,62^s Uhrzeit
soll 12^h + $g = 12^h 4^m 4,29^s$

$$\text{Correction der Uhr} = - 2^m 32,33^s \quad (22)$$

Die Beobachtungen in Fernrohrlage II wurden in gleicher Weise gemacht, der einzige Unterschied ist hier, dass die Fäden in umgekehrter Folge durchlaufen werden. Die von der Libelle herrührende Correction (19) behält auch in Lage II dasselbe Zeichen wie in Lage I.

Die erwähnte 5tägige Reihe gab folgende Einzelresultate, welche ebenso wie oben (22) berechnet sind.

Nummer	Tag 1884	Lage I.	Differenz	Lage II.	Differenz
1.	31. März	- 2 ^m 32,33 ^s			
2.	1. April		1,27 ^s	- 2 ^m 38,12 ^s	
3.	2. "	- 2 33,60			1,36 ^s
4.	3. "		1,81	- 2 39,48	
5.	4. "	- 2 35,41			
Mittel I		= - 2 ^m 33,78 ^s		II = - 2 ^m 38,80 ^s	

(23)

Diese Zahlen passen hinreichend in den Gang der Uhr, wie er in § 12. Fig. 1. S. 53 dargestellt ist, denn man findet dort durch Interpolation für 2. April — $2^m 34^s$, entsprechend Lage I, auch der daselbst, S. 53, für jene Zeit angegebene mittlere Gang $0,8^s$ stimmt mit den Angaben vom 31. März bis 4. April, soweit dieses bei Messungen, die selbst nur auf etwa $0,2^s$ sicher sind, gesagt werden kann.

Nun bildet man aus (23)

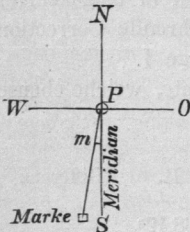
$$\frac{II - I}{2} = \frac{- 5,02^s}{2} = - 2,51^s \quad (24)$$

Dieser ziemlich hohe Betrag rührt her vom Collimationsfehler, von der Ungleichheit der Zapfendurchmesser der horizontalen Instrumentenachse, von der Unsymmetrie des Fadennetzes (vgl. oben (7) S. 90) und wohl noch von anderen kleinen Fehlerquellen, deren Trennung für unsere Zwecke nicht nöthig ist. Zur Elimination aller dieser Fehler wird man die Reduction (24) an den fünf Einzelmessungen anbringen; und die so reducirten Messungen vergleichen wir dann mit den an denselben Tagen gemachten Zeitbestimmungen aus correspondirenden Sonnenhöhen, die wir schon früher in (13) § 16 (S. 78.) mitgetheilt haben. Folgendes ist die Vergleichung:

Tag 1884	Passageinstrument	Corresp. Sonnenhöhen	Differenz
31. März	— $2^m 34,84^s$	— $2^m 34,49^s$	+ $0,35^s$
1. April	— $2 35,61$	— $2 35,32$	+ $0,29$
2. "	— $2 36,11$	— $2 36,00$	+ $0,11$
3. "	— $2 36,97$	— $2 36,76$	+ $0,21$
4. "	— $2 37,92$	— $2 37,33$	+ $0,59$
		Mittel	+ $0,31^s$ (25)

Diese im Mittel $0,31^s$ betragende Differenz zwischen den Angaben des Passage-Instruments und den Resultaten correspondirender Sonnenhöhen ist zu betrachten als herrührend von einer falschen Stellung der Meridianmarke M Fig. 4., auf welche der Mittelfaden sowohl in Lage I als auch II vor Erhebung des Rohrs eingestellt wurde, und zwar steht die Marke hiernach zu weit rechts (westlich), weil die darüber beobachteten Durchgangszeiten noch einer negativen Correction bedürfen.

Fig. 6.
Fehler der Meridianmarke
 $m = 7''$.



Die Reduction erscheint in (25) positiv, weil sie hier als Correction der Differenz (Wahre Culmination — Durchgangszeit) auftritt, an der mit dem Passageinstrument beobachteten Durchgangszeit wird also eine negative Correction vorausgesetzt.

Um in Hinsicht auf die Vorzeichen jeden Zweifel zu beseitigen, schreiben wir nochmals zusammen:

1884. 31. März Lage I (s. o. (21) bis (24)):

Mittel der Uhrzeiten der Durchgänge durch die 5 Fäden (21)	12 ^h 6 ^m 36,35 ^s
Reduction für die Horizontalachsen-Neigung	+ 0,27 ^s
Reduction von Lage I auf das Mittel beider Lagen (24)	+ 2,51 ^s
<hr/>	
Uhrzeit d. Durchgangs durch d. Verticalkreis d. Meridianmarke	12 ^h 6 ^m 39,13 ^s
Reduction für falsche Stellung der Meridianmarke (25)	— 0,31 ^s
<hr/>	
Uhrzeit des Durchgangs durch den wahren Meridian	12 ^h 6 ^m 38,82 ^s
soll = 12 ^h + Zeitgleichung =	12 ^h 4 ^m 4,29 ^s
<hr/>	
Correction der Uhr	— 2 ^m 34,53 ^s

d. h. wenn man an der beobachteten Durchgangszeit eine Reduction = — 0,31^s anbringt, so erhält man dieselbe Uhr correction, wie sie von den correspondirenden Sonnenhöhen, die wir als maassgebend betrachten, verlangt wird. Oder wenn die Marke im Sinne der Sonnenbewegung weiter rückwärts stünde, würde sie richtige Zeiten liefern, d. h. die Marke steht beim Schauen nach Süden zu weit rechts, oder sie hat eine Abweichung von Süden nach Westen, wie in Fig. 6. angedeutet ist, entgegengesetzt zu Fig. 4.

Den absoluten Werth der Meridianmarken-Verdrehung m erhält man aus (13) und (25):

$$\frac{m \sin (\varphi - \delta)}{\cos \delta} = 0,31^s$$

woraus mit $\varphi = 52^\circ 23'$ und $\delta = + 5^\circ 12'$ (2. April) sich berechnet

$$m = 0,42^s = 7''$$

wie in Fig. 6. beigeschrieben ist.

Als praktisches Gesamtergebnat ziehen wir aus dem Vorstehenden Folgendes:

Wenn man ein Passage-Instrument, das nur Aussicht nach Süden hat, zur Zeitbestimmung mit der Sonne, auf 0,5^s genau, einrichten will, so verschaffe man sich eine Meridianmarke zunächst genähert. Auf diese Marke wird der Mittelfaden stets orientirt. Die Horizontalachse halte man mit der Libelle stets auf etwa 1 Strich richtig, oder bringe die kleinen Ausschläge mittelst einer Tafel von der Form (20) in Rechnung. Im Uebrigen aber die Instrumentenfehler zu bestimmen, und in Rechnung zu bringen, lohnt sich bei den vorausgesetzten Verhältnissen kaum der Mühe. Viel einfacher und sicherer ist es, von Zeit zu Zeit die Angaben des Passage-Instruments durch correspondirende Sonnenhöhen zu controliren, und aus dem Verlauf der Controldifferenzen die Gesamtt correction zu berechnen, welche nach der Tafel (16) wochen- und monatelang als hinreichend constant behandelt werden darf.