

# Astronomische Zeitschrift

mit der Beilage

Wissenschaft und Technik.

---

Illustrierte Monatschrift

herausgegeben

von

Arthur Stenzel.

---

11. Jahrgang, 1917.

Mit 2 Abbildungen auf einer Tafel und 46 Abbildungen im Text.

---

hamburg

Verlag der Astronomischen Zeitschrift.



tierung versagt oder auch nur unvollkommen ist. Wenn Herr Fügeler, Astron. Zeitschr. Nr. 2, 1917 der Ansicht ist, daß ich meine Anforderungen in instrumenteller Hinsicht zu hoch stelle, so gebe ich dies ganz gerne zu; ich will aber ebensovorneugeben, daß sich mit weniger guten Objektiven gewiß noch manche verdienstliche Arbeiten ausführen lassen, insbesondere Sternvergleichen; allein meine eigenen Erfahrungen mit minderwertigen Instrumenten, welche mich ihrer geringen Leistung wegen immer wieder zu neuen, teureren Anschaffungen führten, brachten mich zu der geäußerten Ansicht; bei Beschaffung eines guten Instrumentes gleich zu Anfang hätte ich mir viele nutzlose Kosten ersparen können. Das oben beschriebene Fernrohr dürfte für jeden Astrofreund nach der pelunären Seite hin erreichbar sein; er besitzt dann etwas ganz vorzügliches. Ich hatte das Fernrohr im Felde und montierte es, allerdings recht ungenügend, auf einem Lattengestell; trotz der andauernd höchst ungünstigen Luftverhältnisse im Westen ergab sich, daß bei 100 — 160 × Vergrößerung alle in der Wädler'schen Übersichtskarte eingezeichneten Objekte leicht sichtbar waren; der Erinnerung nach kamen mir die Apochromatbilder mindestens ebenso scharf und deutlich vor als die meines 8 Zentimeter Zeiß'schen Achromaten mit 120 Zentimeter Brennweite. Ein besonders interessantes Objekt boten die großen Sonnenflecke des diesjährigen Sommers. Zu meinem Erstaunen war ich imstande, in der Benutzbare derselben zahlreiche Einzelheiten zu erkennen, was mir sonst nur mit größeren Objektiven möglich war. Einige Sternbeobachtungen bestätigten nur das günstige Urteil über das Objektiv und befähigten bei mir die Überzeugung der absoluten Überlegenheit der Apochromate gegenüber den Achromaten.

Daß sich natürlich terrestrische Okulare und Prismenumkehrsäße ohne weiteres ebenfalls anwenden lassen, ist selbstverständlich. Die vollkommene Korrektur des Objektives tritt auch — wie ich mich im Gebirge überzeugte — bei irdischen Bildern besonders bei der Betrachtung von Schneefeldern und Gletschern auffällig in die Erscheinung.

Bei einer Neuauferfertigung des Fernrohres in der angegebenen Form werden noch einige Ergänzungen, die sich im Gebrauch als wünschenswert herausstellten, angebracht.

Die Beschaffungskosten des Fernrohres stellen sich nach dem neuen Zeiß'schen Katalog, in dem die Preise gegen früher sich veränderten, wie folgt:

Zteiliger Apochromat f = 105 cm	
6 cm Durchmesser . . . . .	110 Mark
Tubus . . . . .	90 "
1 Kellner'sches Okular f = 20 mm . . . . .	18 "
2 orthoskopische Okulare f = 10 . . . . .	22 "
6 mm . . . . .	30 "

270 Mark.

Die Okulare lassen sich nach Wunsch anders wählen.

## Zeitbestimmung mit dem Theodoliten.

Von Mag. Valier.  
(Schluß.)

Zu ihr bringt man vorteilhaft die Resultate der Berechnung in folgender Tabelle mit:

Zeitbestimmung am 13. September 1916.

Ort: Stein Nr. 16.

E = 15° 35' 40.1" östlich von Greenwich; φ = 48° 24' 13.8".  
Das Azimut des Polarsterns um 19<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> Sternzeit = um  
7<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> 19.25<sup>s</sup> MEZ beträgt 1° 43' 24" östlich.

Nr	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Stern	AR	D	MEZ bei Merid.- Passage	Abbe der Merid.- Passage	Stern Erträge
1	α Vulpeculae	19 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 15.77 <sup>s</sup>	+24° 29' 55"	7 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 10.6 <sup>s</sup>	86° 05' 41"	4.6 M
2	μ Aquilae . .	19 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 02.81 <sup>s</sup>	+ 7° 12' 13"	7 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 58.91 <sup>s</sup>	48° 47' 5"	4.7 M
3	δ Abani . . .	19 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 23.77 <sup>s</sup>	+44° 55' 12"	8 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 15.84 <sup>s</sup>	88° 31' 3"	3.0 M
4	α Aquilae . .	19 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 44.76 <sup>s</sup>	+ 9° 3' 03"	8 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 39.12 <sup>s</sup>	50° 14' 4"	1.0 M
5	β . . . . .	19 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 14.96 <sup>s</sup>	+ 6° 12' 01"	8 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 05.57 <sup>s</sup>	47° 47' 47"	3.9 M
6	γ . . . . .	20 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> 02.24 <sup>s</sup>	+ 1° 04' 03"	8 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 50.7 <sup>s</sup>	40° 31' 43"	3.4 M
7	γ Crani . . .	20 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 15.96 <sup>s</sup>	+ 39° 5' 36"	8 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 01.99 <sup>s</sup>	81° 35' 22"	2.3 M

Weiter bereitet man sich eine Tabelle für jene Daten vor, die erst durch die Beobachtung ermittelt werden, und die der Auswertung und Reduktion entsprechend Raum gewährt. Welche Rubriken diese zweite Tafel zu enthalten hat, richtet sich nach der Einrichtung des verwendeten Theodoliten. Besitzt dieser nur ein einfaches Fadenkreuz, so ist natürlich für jeden Stern nur die Passage durch den einen Vertikalfaden zu beobachten. In dem Falle würde die Tabelle auf zwei Kolonnen zusammenschrumpfen, nämlich auf eine Spalte, in die man die abgelesenen Uhrzeiten der Durchgänge der Sterne durch den Faden anschreibt, und eine zweite, in der man die Differenz der Kolonne IV „MEZ der errechneten Merid. Passage“ gegen die abgelesene Uhrzeit anschreibt.

Das Einzige, was man dann noch zum Ausgleich dieser wohl kaum innerhalb ± 0.5 Sekunde übereinstimmenden Werte tun kann, ist, daß man aus allen das Mittel nimmt, indem man die Summe bildet und durch die Anzahl der Beobachtungen dividiert. Grenz schlechte Werte, die, infolge eines Verschens des Beobachters entstanden, sichtlich aus der Reihe herauspringen, schaltet man natürlich noch vor der Mittelbildung aus. Hat man aber zwei Vertikalfäden, einen Mittelfaden und einen „rechten“ oder „linken“ Faden, so läßt sich schon eine bessere Fehlerausgleichung erreichen.

Wir geben hier nur die Art unseres Verfahrens in der Durchführung des gewählten konkreten Beispiels weiter an; für andere liegende Umstände mag dann ein analoger Weg beschritten werden.

Unser Theodolit hatte zwei Vertikalfäden, von denen der eine als der „mittlere“, der andere als der „rechte“ bezeichnet wurde, weil er für Kulminationen südlich des Zenits, im Theodoliten gesehen, rechts vom Mittelfaden lag. Die Sterne, im Umkreisung der Himmelskugel von Ost nach West kreisend, mußten demnach, im umkehrenden Fernrohr gesehen, von rechts in das Gesichtsfeld eintreten, dann zuerst den rechten, nachher den Mittelfaden passieren, Umgekehrt trafe die Sache natürlich zu für Birkumpolsterne, die in der unteren Kulmination beobachtet würden.

In Ansehung dieser Verhältnisse mußten natürlich schon zwei Kolonnen für die beiden Fadendurchgänge vorgesehen werden. Danach erhielt die Eintragungstabelle, die man natürlich leer zur Beobachtung mitbringt, und die erst durch die Beobachtung selbst in den Spalten VII und VIII und durch die nachherige Ausrechnung in den übrigen Kolonnen ausgefüllt wird, folgendes Aussehen:

	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.
Nr	Passage rechter Faden	Passage Mittelfaden	Faden Abstandzeit	Abstandzeit rechter Faden	Abstandzeit für Mittel- faden	rec. Passage des rechte Faden auf Mittelfaden	Passage Mittelfaden	Differenz	Mittel der Pass. - Zeit	Uhrzeit minus MEZ	Mittel
1	55m 57.2s	56m 08.4s	4.2s	4.7s	8.8s	56m 08.8s	57m 06.4s	0.4	56m 08.6s	2m 55.95s	56m 08.6s
2	0m 44.8s	60m 53.7s	4.1s	9.0s	8.8	0m 53.4s	60m 54.7s	0.3	60m 53.5s	2m 56.58s	60m 53.5s
3	1m 00.3s	13m 12.7s	12.4s	9.78s	2.3	13m 2.6s	13m 12.7s	0.1	13m 12.7s	3m 56.66s	13m 12.7s
4	17m 4.8s	17m 31.2s	6.7s	6.82s	X	—	—	—	—	—	—
5	21m 53.1s	2m 01.8s	8.7s	8.65s	8.7	2m 01.8s	22m 01.8s	0.0	22m 01.8s	5m 58.22s	22m 01.8s
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Um die Theorie auch im letzten Abschnitt vollends zu beenden, wollen wir unter der Annahme, daß die Beobachtung bereits geschehen sei, und daß die Werte in den Kolonnen VII und VIII die beobachteten Passagezeiten der fünf Sterne Nr. 1—5 darstellen, diesbezüglich vorausgreifen.

Gesetzt den Fall, wir ignorieren den Durchgang durch den Seitenfaden völlig und stellen uns damit auf den Standpunkt, als hätte der Theodolit nur ein einfaches Fadenkreuz gehabt, so hätten wir absolut keinen Grund, die Richtigkeit der Beobachtung einer Passagezeit anzuzweifeln. Wir würden demnach für alle fünf Sterne die Differenz zwischen Uhrzeit der Passage und MEZ bilden, würden die fünf Differenzen summieren und durch 5 dividieren, um das Mittel zu erhalten, und dieses würde sich zu — 2<sup>m</sup> 56.14<sup>s</sup> ergeben.

Benutzen wir aber auch den Nebenfaden mit, indem wir ihn zur Reduktion auf den Mittelfaden bringen, so zeigt sich etwas anderes.

Durch Subtraktion der Werte VIII — VII erhalten wir zunächst Kolonne IX, die Zwischenzeit zwischen den Sterndurchgängen durch jeden der beiden Fäden.

Es kann durchaus nicht bestritten, daß diese Werte für jeden Stern verschieden ausfallen; hängt doch die Geschwindigkeit eines Sternes in seiner scheinbaren Bahn von seinem Kosinus δ ab.

Gingegen müßte demnach, wofern man die beobachtete Fadenzwischenzeit mit dem zugehörigen Kosinus  $\sigma$  des Sternes multipliziert, für alle ein gleicher Wert herauskommen, wenn die Beobachtung absolut genau wäre. Diese Reduktion ist in Kolonne X ausgeführt. Die Kolonne ist „äquatoriale Zwischenzeit“ überschrieben, weil sie in der Lat ausdrückt, in welcher Zeit ein im Himmelsäquator laufender Stern den Fadenzwischenraum durchlaufen müßte.

Je besser die Beobachtung war, um so besser muß die Übereinstimmung der Werte sein. Umgekehrt lassen sich aus der Nichtübereinstimmung Fehler in der Beobachtung erkennen. In der Lat zeigt in unserem Falle Stern Nr. 4 einen sehr abweichenden Wert. Es muß da irgendein Beobachtungsfehler vorliegen. Dieser Wert also muß für die Mittelbildung ausgespartet werden.

Nun bilden wir aus den vier restlichen Werten das Mittel und finden 8.7 Sekunden. Dann rechnen wir umgekehrt durch Division mit dem Kosinus  $\sigma$  die Fadenzwischenzeit für jeden Stern zurück, gegründet auf das Mittel 8.7<sup>s</sup>. Diese Werte stehen in Kolonne XI. Und jetzt, mit diesen verbesserten Werten, ist es möglich, den Seitenfaden auf den Mittelfaden zu reduzieren. Durch Addition von Kolonne XI und VII erhalten wir Kolonne XII, wo die auf den Mittelfaden reduzierte Passage des rechten Fadens steht.

Nun schreiben wir nochmals der Bequemlichkeit halber Kolonne VIII als Kolonne XIII daneben hin und subtrahieren, so daß sich die Differenzen in Kolonne XIV ergeben. Aus ihnen läßt sich wieder die Qualität der Messung beurteilen. Endlich wird das Mittel aus Kolonne XII und XIII in Kolonne XV gebildet und dann jeder Mittelwert der reduzierten Uhrzeit von der berechneten MEZ abgezogen.

Das aus den so resultierenden Werten zusammen endlich nochmals gezogene Gesamtmittel stellt den gesuchten Betrag, um welchen die Uhr falsch geht, dar. In unserem Falle ergibt sich diese Größe zu  $2^m 56.405^s$ .

Nachträglich, da wir wissen, daß Stern Nr. 4 auszufallen ist, würden wir auch aus dem einfachen Mittelwerte mit dem einen Mittelfaden hierfür  $2^m 56.407^s$  erhalten. Diese Differenz gegen  $2^m 56.405^s$  wäre nun sich ganz belanglos. Indessen ist der Unterschied gegen  $2^m 56.14^s$  schon von einer Größenordnung, die beweist, wie vorteilhaft es ist, mehr als einen Faden zu benutzen.

Damit ist über alles, was theoretischer Natur ist, gehandelt. Zum Schluß noch einige praktische Andeutungen.

Nachdem der Theodolit auf dem gewählten Punkte aufgestellt und ausnivelliert ist (was etwa zehn Minuten vor dem Zeitpunkt, für den das Azimut des Polarsterns gerechnet wurde, fertig sein muß), wird der Polstern anvisiert und scharf eingestellt. Wenn dann der Moment herannäht, so folgt man dem Polstern durch Nachdrehen am Azimutkreis, und in dem Momente, den man berechnet hat, stoppt man.

Abdann liest man den Nonius ab.

Von dieser Stellung hat man dann um den Betrag des Azimuts des Polsterns (in unserem Falle  $1^\circ 43' 23''$ ) rechts oder links zu drehen (je nachdem) und klemmt dann endgültig fest. Nun steht die Horizontalachse des Fernrohrs Ost-West, und der Mittelfaden beschreibt den Meridian des Himmels.

Vorteilhaft zieht man alle Messerschrauben im Azimut jetzt fest an, notiert sich noch eigens den Stand der Nonien und nimmt sich vor, keine Schraube mehr zu berühren (außer am Vertikalkreis). Dann wartet man, bis der erste Stern kommt.

Je nach der Voraussetzung, ob die Uhr wahrscheinlich nur um wenige Minuten oder sehr viel falsch zeigt, wird man sich erst kurz vor dem berechneten Moment nach Uhrzeit ans Instrument begeben, oder man muß schon früher auf den Stern lauern.

Hat man keine Ahnung, ob die Uhr gleich um eine Stunde vor- oder nachgeht, so muß man freilich einen Stern nehmen, den man sicher kennt, damit man nicht etwa einen falschen bekommt.

Natürlich ist unter solchen Umständen auch das Azimut des Polarsterns, da dieser doch nach der sehr falschen Uhrzeit anvisiert wurde, falsch. Allein man bedenke, daß der Fehler, der hieraus entsteht, wenige Zeiteinheiten nicht überschreitet. Ist daher auch die auf Sekunden und Zehntel berechnete Zeitbestimmung in dem Falle das erste Mal illusorisch, was die Genauigkeit anlangt, so ergibt sie doch eine Korrektur der Uhr auf  $\pm 2$  Minuten. Und das

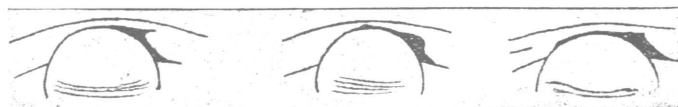
nächste Mal kommen denn schon die Sekunden zuverlässig heraus und beim dritten Mal die Zehntel.

Die Passagenzeiten der Sterne nach der Uhr bestimmt man am genauesten mit der Stoppuhr folgendermaßen: Sieht man den Stern schon im Gesichtsfelde des Fernrohrs (das natürlich genau auf die Höhe eingestellt wurde) und hat man ihn nach seiner Größe und an dem Umfange, daß er bei richtiger Höfeneinstellung nahe und parallel dem Horizontalfaden laufen muß, erkannt, so nimmt man beide Stoppuhren und stoppt sie auf einer ganzen Minute der zu kontrollierenden Uhr ab. Dann nimmt man beide Stoppuhren, nachdem man die Stunde und Minute, welche die Uhr zeigt, auf einem Blatte notiert hat, mit an den Theodoliten und stoppt ihren Lauf im Momente der jeweiligen Fadenspassage. Durch Addition der beiden Stoppuhrzeiten zur vorher notierten Uhrzeit erhält man dann die Werte der Kolonnen VII und VIII.

## Neue Ergebnisse der Saturnbeobachtung.

(Mit drei Abbildungen.)

Der besonders durch seine Marsforschungen bekannt gewordene dänische Astronom S. E. Lau führte in den Jahren 1913/17 mit seinem 95 mm = Refraktor in Hørsholm zahlreiche Saturn-Beobachtungen aus, deren Ergebnisse er jetzt in N. N. 4906 veröffentlicht. Die Saturnskugel schreibt Lau, hat während dieser Zeit den gewöhnlichen Anblick dar. Die cremegelbe oder weißgelbe Äquatorzone war in etwa  $-18^\circ$  Breite von einem kräftigen, knotigen Streifen begrenzt, dem in  $-40^\circ$  Breite ein schwächerer Streifen folgte. Die eigentliche Äquatorzone war immer weißgelb; dagegen wechselte das Aussehen der südlichen Zone mit der Fleckentätigkeit in der südlichen Knotenreihe. Am 8. April 1915 z. B. war die ganze südliche Halbkugel gleichförmig cremegelb und die Streifen sehr schwach; am 22. März 1915 war die Saturnskugel nur wenig gelblicher als der B-Ring, und der südliche Streifen fehlte anscheinend. Am 6. Oktober 1913 war der Äquatorstreifen dagegen sehr kräftig und die Saturnskugel bis zum Südpole bräunlichgelb. Am 27. Oktober 1913 waren die beiden Hauptstreifen so breit und verschwommen, daß sie zu einem Doppelstreifen zusammenfloßen. Am 30. Dezember 1914 war der Äquatorstreifen nur auf der Nordseite scharf begrenzt; gegen Süden floß er dagegen ohne bestimmte Grenzen mit dem gelbbraunen Schleier zusammen, der die ganze südliche Halbkugel damals überzog. Am 14. Januar 1916 war der Äquatorstreifen deutlich rötlichbraun und die südliche Halbkugel bräunlichgelb. Am 12. März 1913 war Saturn sogar leicht rötlichbraun, so daß der Planet auffallend dunkel im Vergleich mit dem Ringsystem war. Die Umgebungen des Südpols waren immer dunkel; am 14. Januar 1916 war die Polarregion schwarzgrau, am 27. Januar 1916 bläulich-dunkelgrau.



1915 Jan. 28.

1915 März 18.

1915 März 22.

In der Nähe der Quadratur erscheint der Ringenrand häufig auffallend dunkel im Vergleich mit dem erhellen Rande. Am 6. Oktober 1913, also 62 Tage vor der Opposition, war der linke Rand der Saturnskugel dunkel; am 8. April 1915 oder 108 Tage nach der Opposition war umgekehrt der rechte Rand dunkel, der linke dagegen hell und scharf.

Die relativen Dimensionen des Ringsystems waren in den Jahren 1913/17 fast dieselben wie bei meinen Mikrometermessungen in der Zeit 1909/10. Wird der Äquatorradius des Planeten zu  $8.72$ , der größte Durchmesser des A-Ringes zu  $40.08$  gesetzt, so geben meine Schätzungen im Mittel: Mitte der Cassinischen Teilung  $94.6$ , Innenrand des B-Ringes  $26.6$ , Innenrand des C-Ringes  $21.3$ , in fast vollständiger Übereinstimmung mit den früheren Messungen. Am 8. April 1915 lag der Innenrand der Cassinischen Teilung genau in der Mitte des hellen Ringes und seine Breite wurde zu  $0.67$  geschätzt.