

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

SITZUNGSBERICHTE

JAHRGANG

1956

MÜNCHEN 1956

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

Über die Veränderlichkeit des Sonnendurchmessers und die Höhendifferenzen von Fackeln und Flecken, gemessen am Sonnenrande

Von Erich Schoenberg in München

Mit 2 Figuren

Vorgelegt am 5. Oktober 1956

Zusammenfassung

Es wird eine Methode der Messung des Sonnenradius vorgeschlagen und erprobt, bei der nur die Sehne zweier sich sehr wenig überdeckender Sonnenbilder gemessen wird und bei der die Genauigkeit um mehr als eine Zehnerpotenz gesteigert wird. Die Messung geschieht durch ein sehr starkes Rotfilter, bei dem keinerlei Randverdunkelung und keinerlei Aufhellung bzw. Verdunkelung an den Stellen von Fackeln bzw. Flecken mehr merkbar war. Die Höhenunterschiede von Fa und Fl konnten auf diese Weise gemessen werden.

Daß die Begrenzung der Photosphäre beträchtliche Höhendifferenzen aufweisen muß und daß der aus dieser Begrenzung abgeleitete Durchmesser der Sonne von der heliographischen Breite der vermessenen Randpunkte der Sonne abhängen kann, ist wahrscheinlich. Ein Unterschied des äquatorialen und des polaren Durchmessers ist schon durch Eddingtons Pulsationstheorie nahegelegt worden. Doch konnte das aus den bisherigen Messungen des Durchmessers der Sonne nicht eindeutig bestätigt werden. Langjährige Beobachtungsreihen zeigen z. T. eine schwache Veränderlichkeit mit der Sonnenfleckensperiode im Sinne der Pulsationstheorie [1], sie sind aber in ganz verschiedenem Maße von den Unebenheiten des Sonnenrandes beeinflußt und wahrscheinlich deshalb in so schlechter Übereinstimmung.

Die Beobachtungen an Meridianinstrumenten erfassen den horizontalen, und, wo auch Höhendifferenzen des Sonnendurchmessers gemessen wurden, den vertikalen Durchmesser, die im Laufe des Jahres zeitweise im Gebiet der Fackeln und Flecken liegen. Die Heliometerbeobachtungen in Göttingen [2], die längs und senkrecht dem Sonnenäquator erfolgten, haben diese

Region immer gemieden und deshalb sind sie von den Unebenheiten der Fleckenzone unabhängig.

Beide Methoden haben die Schwierigkeit, einen großen Bogen von nahezu $2000''$ mit der Genauigkeit von $0''.1$ messen zu müssen, was in jedem Falle sehr schwierig ist. Der mittlere Fehler eines Tageswertes der genauesten Heliometermessungen betrug deshalb immer noch $\pm 0''.25$, wobei mehrere stark abweichende Werte ausgeschlossen waren, die wahrscheinlich durch in den Äquator fallende Fackeln verursacht waren.

Die Beobachtungen an Meridianinstrumenten in Rom [3] und Greenwich [4] dürften sogar bei Benützung von unpersönlichen Mikrometern im Tageswert einen mittleren Fehler von der Größe von mindestens $\pm 0''.5$ haben, da es sich um die Messung einer Differenz handelt. Sie erfassen, da sie nach dem Horizont orientiert sind, zeitweise die Gebiete von Fackeln und Flecken.

Hier wird eine Methode der Durchmessermessung vorgeschlagen, welche durch $1\frac{1}{2}$ -jährige Beobachtungen erprobt ist und die mit einem Fehler von $\pm 0''.03$ bis $\pm 0''.05$ behaftet ist, und bei welcher der Tageswert deshalb kaum jemals $0''.1$ übersteigt. Die Messungen erfolgten bisher immer längs dem irdischen Parallel, so daß die Zonen von Fackeln und Flecken öfters erfaßt wurden. Hierbei trat deren Einfluß eindeutig zutage. Außerdem konnte auch ein Anwachsen des Durchmessers der äquatorialen Zone außerhalb der Fackelgebiete mit der Sonnenrelativzahl festgestellt werden. Auch der Höhenunterschied des Flecken- und Fackelniveaus konnte in einigen Fällen gemessen werden.

Die Methode besteht in der Messung nicht des ganzen Sonnendurchmessers, sondern einer kleinen Sehne, wobei dazu noch der aus dieser Sehne errechnete Wert des Durchmessers mit einem etwa zehnfach verkleinerten Fehler eingeht.

Mit einem Biprisma von einem brechenden Winkel von ca. 1° und einem Ablenkungswinkel von ca. $1900''$, das vor dem Objektiv (im Schatten eines sehr starken Neutralfilters) angebracht ist, werden von dem Objektiv im Brennpunkt des Fernrohrs (Fokaldistanz 2 Meter) zwei Sonnenbilder erzeugt, die sich nur ganz wenig überdecken, und die gemeinsame Sehne wird gemessen. Ein starkes Rotfilter vor dem Okular läßt das kleine Spektrum verschwinden und die roten Bilder erscheinen scharf begrenzt.

C und C' sind die Zentren der vom Prisma gebildeten beiden Sonnenbilder. CC' ist der Ablenkungswinkel des Prismas. Die Gleichung des Kreises C ist

$$r^2 = x^2 + y^2,$$

dem die Schnittpunkte mit dem Kreise C' genügen müssen. Wenn beide Kreise wachsen um dr , ist $dx = 0$ und

$$dr = \sin \alpha dy.$$

Der Fehler in y ist im Verhältnis $\sin \alpha : 1$ verkleinert. Wenn es möglich ist, y mit dem Maximalfehler von $1''$ zu messen, ergibt sich r mit dem Maximalfehler von $0''.1$, (wenn der Winkel α etwa 5° beträgt.) Die Messung ist genauer als bei der Tangen-

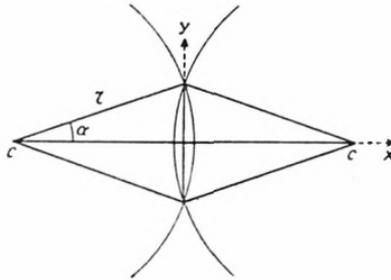


Fig. 1

tialstellung der Fäden an dem Sonnenrand, weil auf dem Endpunkt des Segments, welches die doppelte Sonnenhelligkeit besitzt und das an den (im roten Filter) völlig schwarzen Himmelsgrund grenzt, eingestellt wird. Außerdem wird ja eine zehnfach kleinere Strecke gemessen. Der wirkliche Fehler meiner Messungen entspricht diesen Erwartungen.

Nur wenn beide Sonnenbilder sich um den gleichen Betrag ändern, bleibt $CC' = 2r \cos \alpha = \text{const.}$ Wenn aber an einem der Meßpunkte eine Erhöhung oder Vertiefung des einen Sonnenrandes erscheint, so zeigt sich eine Abweichung des errechneten Wertes von $2r \cos \alpha$, und die Prüfung zeigt, daß auf den Sonnenbildern des Freiburger Instituts in der entsprechenden heliographischen Breite, immer ein größeres oder kleineres Fackelgebiet am Sonnenrande war, in einzelnen Fällen bei negativen dr ein größerer Fleck.

In den beiden Beobachtungszeiten der Jahre 1955/56, die 132 Tage umfassten, mußten die Prismen, deren Herstellung mit der erforderlichen Genauigkeit bei Steinheil auf erhebliche Schwierigkeiten gestoßen ist, mehrmals gewechselt werden. Daher gab es drei Unterbrechungen der Beobachtungen von 2–3 Monaten. Im allgemeinen genügen zwei Prismen: für den Sommer mit $1850''$ und für den Winter mit $1890''$ Ablenkungswinkel. Die Konstanz dieser Winkel, oder ein Temperaturkoeffizient kann mit Hilfe eines Kollimators, der im Gesichtsfelde des Fernrohrs durch die Prismen zwei Bilder eines künstlichen Sternes erzeugt, durch Messung ihres Abstandes, kontrolliert werden. Das kann bei ruhigen Bildern trotz des großen Winkels mit genügender Genauigkeit geschehen, wenn die Messungen das Jahr hindurch bei verschiedenen Temperaturen erfolgen. Wegen des öfteren Wechsels der Prismen bei den ersten Versuchen habe ich nicht genügend Beobachtungen sammeln können, um einen Temperaturkoeffizienten für alle benutzten Prismen abzuleiten, doch sind die am Kollimator gemessenen Werte des Ablenkungswinkels mit den Mittelwerten von $2r \cos \alpha$ bei den Sonnenbeobachtungen in genügender Übereinstimmung.

In dem Diagramm (Seite 259) sind die Wolf'schen Fleckenrelativzahlen (ausgezogene Kurve) mit Abweichungen $\Delta r''_{\odot}$ des Sonnenhalbmessers (gestrichelt) aufgetragen. Da die im Moment der Beobachtung sichtbaren Flecke ein schlechtes und sehr veränderliches Maß für die Tätigkeit der Sonne sind, habe ich sie durch Hinzuziehung der 13 Tage vor und nach den Beobachtungstagen gültigen, zu Mitteln zusammengezogen und diese noch durch die 2 Tage vor und 2 Tage nach den Beobachtungstagen gültigen Fleckenrelativzahlen verstärkt. Auch dann noch sind die Schwankungen der Wolf'schen Zahlen sehr stark, so daß noch Mittelwerte für 2 bis 9 angrenzende Beobachtungen gebildet wurden. Die Sonnendurchmesser sind dagegen (bei Mittelbildungen aus 3 bis 9) genauer als auf $0''.1$ bekannt.

Die Betrachtung des Diagramms für 1955 zeigt einen fast parallelen Verlauf beider Größen. Hier sind die nach oben und nach unten abweichenden Zahlen bei festgestellten Fackeln (Fa) und Flecken (Fl), nicht in die Mittelwerte in fleckenfreien Gebieten mit aufgenommen worden, daher auch der fast parallele Verlauf

der ausgezogenen und gestrichelten Kurven. Das große Fackelgebiet des letzten Punktes mit der Abweichung von nahezu $3''$, das sich über mehrere Beobachtungstage erstreckte, konnte von diesem mittleren Verlauf nicht abgetrennt werden.

Ebenso war das bei den Beobachtungen von 1956 der Fall. Hier ist der Verlauf der Kurven deshalb auch viel unregelmäßiger. Wo eine Fackel oder ein Fleck in die Mittelbildung eingeht, ist dieses an dem betreffenden Punkte vermerkt. Der Verlauf der Kurven ist aber auch hier sehr ähnlich.

Es ist hiermit die Möglichkeit der Messung von Höhenunterschieden in der Photosphäre erwiesen. Fackeln erreichen Höhen von 2500 km, große Flecken, Tiefen von mehreren 100 km unter dem Normalniveau der Photosphäre. Ein Anwachsen dieses Niveaus mit der Sonnentätigkeit in der äquatorialen Zone ist deutlich. Ob ihm ein Absinken der Photosphäre in der Polgegend entspricht, kann nur durch gleichzeitige Beobachtungen im Äquator und am Pole festgestellt werden. Dies war bisher wegen der Unvollkommenheit des Uhrwerks nicht möglich gewesen.

Die Reduktion der Beobachtungen

1. Das Mikrometer

Das Mikrometer, das in der Werkstatt der Münchner Sternwarte gebaut wurde, hat eine Schraube von 0.5 mm Ganghöhe. Es sind drei feste und drei bewegliche Quarzfäden, die zwei äußeren im Abstände von etwa $950''$ vom mittleren, aufgezogen, was bei den Beobachtungen des Ablenkungswinkels des Prismas am Kollimator sehr bequem war. Die Schraube ist von vorzüglicher Qualität ohne jeden toten Gang. Der Schraubenwert wurde durch Beobachtung der Fadenantritte des Sonnenrandes in 8 bis 10 verschiedenen Lagen der beweglichen Fäden an 37 Tagen nach der Aug- und Ohrmethode mit dem Chronometer gemessen. Die Bedingungen waren genau die gleichen, wie bei der Messung der Sonnensehnen (Filter und Prisma vor dem Objektiv). Es ergab sich

$$1 rev = 101''.704 \pm 0''.057$$

Ein Einfluß der Temperatur ließ sich nicht feststellen.

2. Der Ablenkungswinkel des Prismas

Der Einfluß der Temperatur ist nur bei den Prismen IV und V untersucht worden. Dazu ist ein Kollimatorfernrohr von 1,2 m Fokaldistanz und einer Öffnung von 10 cm in der Nähe des Refraktors auf einem Zementpfeiler horizontal montiert worden. In seiner Fokalebene ist eine Platte mit drei horizontal angeordneten kleinen Löchern angebracht. Diese werden von hinten stark beleuchtet, um im Sonnenfernrohr durch das bei den Sonnenbeobachtungen benutzte Rotfilter noch deutlich sichtbar zu sein. Das Fernrohr stützte sich dabei in seiner horizontalen Lage auf eine Aushöhlung in der Wand der Hütte, weil es sonst nicht ruhig genug blieb. Im Okular des Refraktors mit dem Prisma vor dem Objektiv erschienen dann je drei runde rote Bilder im Abstände des doppelten Ablenkungswinkels, also in $1930''$ bzw. $1950''$. Diese Strecke wurde mit dem Mikrometer gemessen. Im Abstand von $950''$ vom mittleren sind noch zwei feste Quarzfäden aufgezogen, ebenso zwei bewegliche Fäden. Es kamen deshalb immer nur Strecken von 1 bis 2 Umdrehungen der Schraubennitte zur Benutzung.

Immerhin gilt es hier eine etwa 10fach größere Strecke auf ihre Konstanz zu prüfen, als bei den Sonnenbeobachtungen. Da der Kollimator außerhalb der Hütte steht, erschwerten hier Konvektionsströme und kleine Erschütterungen des Fernrohrs durch Wind die Beobachtung. Aus 12 Beobachtungsreihen ergaben sich folgende Mittelwerte für die beiden Prismen

Prisma IV		Prisma V	
T Ablenkungswinkel		T Ableitungswinkel	
+ 11°2	926 ^{''} .78	+ 7°6	947 ^{''} .17
+ 16.6	928. 04	+ 16.3	947.47
+ 19.8	927. 69	+ 19.9	947.78
+ 29.1	928. 51	+ 21.9	948.54
		+ 30.0	948.49

Ein Temperatureinfluß von etwa $1''.5$ bei 20° Temperaturanstieg ist deutlich ausgeprägt. Er wurde in dieser Arbeit schon wegen der Unkenntnis des Temperaturkoeffizienten der anderen verwendeten Prismen nicht berücksichtigt. Doch ist in jeder unserer Beobachtungsreihen mit einem konstanten Werte von $r \cos \alpha$, der dem Ablenkungswinkel entspricht, gerechnet worden, wobei derselbe aus den von Fackeln und Flecken unbeeinflußten Beobachtungen als Mittelwert entnommen wurde.¹

Eine Prüfung der resultierenden r auf einen Temperatureinfluß läßt diesen nicht erkennen.

Wollte man alle Beobachtungen mit den für die Prismen IV und V aus den obigen Zahlen abgeleiteten Temperaturkoeffizienten auf die mittlere Temperatur jeder Reihe reduzieren, so würden sich für die in den Figuren eingezeichneten Mittelwerte der Δr_\odot Korrekturen ergeben, die mit einer Ausnahme innerhalb der doppelten die Punkte kennzeichnenden kleinen Kreise liegen würden. Der ganz ähnliche Verlauf der gestrichelten und ausgezogenen Kurven wäre dadurch nicht verändert. Bei zukünftigen Beobachtungen mit zwei genau passenden Prismen wäre die Temperatur leicht zu berücksichtigen, wenn ihr Einfluß aus der das ganze Jahr am Kollimator gemessenen Ablenkungswinkeln bekannt wäre. Ein Anschluß der Sommer- an die Winterbeobachtungen wäre dadurch gewährleistet.

3. Die differentielle Refraktion

Jede einzelne Messung der Sehne des Doppelsegments, die immer längs dem Stundenkreise gerichtet war und deshalb verschiedene Neigungen zum Vertikal hatte, wurde wegen differentieller Refraktion nach den Tafeln des Berliner Jahrbuchs korrigiert, wobei mir ein von Professor Strassl konstruiertes Nomogramm zur Berechnung des parallaktischen Winkels die sonst bei Tausenden einzelner Messungen sehr langwierige Rechnung erleichterte. Die Temperatur wurde am Fernrohr, der Druck an einem Barographen abgelesen. Die Korrekturen wegen Refraktion sind im allgemeinen klein, wie aus den Tabellen ersichtlich ist. Selten erreichten sie $0''.1$.

¹ Bei Verwendung von Prismen aus Quarzglas läßt sich der Temperaturkoeffizient auf den zehnten Teil des obigen reduzieren.

Prisma I

Der Ablenkungswinkel bei diesem Prisma $941''.75$ ist nicht mit dem Kollimator gemessen, sondern aus den am besten übereinstimmenden Werten von $r \cos \alpha$ außerhalb von Störungen durch Fackeln oder Flecken abgeleitet.

1955	r_{\odot}	y	Refr.	α	r	Δr_{\odot}		Fl. R. Z.	T
März 27.364	963''51	204''26	+0''14	12° 14'2	963''64	+0''13		15	+21°0
März 31.466	962.40	200.63	0.10	12 1.6	962.88	+0.48	Fa.	10	+ 9.5
April 3.329	961.62	194.68	0.21	11 40.8	961.67	+0.05		14	+ 4.0
April 6.540	960.74	188.66	0.09	11 19.7	960.46	-0.28		26	+21.0
April 7.349	960.53	188.07	0.13	11 17.6	960.35	-0.18		26	16.0
April 19.381	957.22	168.32	0.08	10 8.0	956.68	-0.54	Fl.	14	8.0
April 20.327	956.96	167.97	0.11	10 6.8	956.61	-0.35	Fl.	21	12.0
April 24.340	955.92	167.17	0.09	10 3.9	956.48	+0.56	Fa.	11	15.0
April 26.318	955.43	161.59	0.11	9 44.2	955.51	+0.08		6	12.5
Mai 1.310	954.24	154.04	0.09	9 17.4	954.26	+0.02		10	24.0
Mai 2.362	953.99	152.50	0.06	9 15.9	954.01	+0.02		24	25.5
Mai 4.346	953.53	151.01	0.07	9 6.6	953.78	+0.25		41	19.0
Mai 13.361	951.51	127.39	0.06	7 42.3	950.31	-1.20	Fl.	9	24.9
Mai 14.361	951.30	126.70	0.05	7 39.7	950.24	-1.06	Fl.	21	26.0
Mai 16.391	950.88	125.63	0.04	7 35.9	950.09	-0.79	Fl.	30	15.0
Mai 19.451	950.27	124.43	0.04	7 31.6	949.93	-0.34	Fl.	46	15.5
Mai 30.368	948.45	112.35	0.04	6 51.1	948.52	+0.07		50	20.0

1955	r_{\odot}	ρ	Refr.	α	r	Δr_{\odot}		Fl. R. Z.	T
Mai 31.323	948".30	110".45	0".05	6°41'.3	948".20	-0".10		48	17.0
Juni 5.444	947.62	105.34	0.03	6 22.30	947.63	+0.01		42	24.0
Juni 6.354	947.50	102.87	0.03	6 14.0	947.35	-0.15		43	23.3
Juni 7.392	947.37	102.21	0.03	6 11.7	947.28	-0.09		41	33.0
Juni 9.316	947.15	99.96	0.04	6 3.5	947.04	-0.11		39	+21.0
Juni 12.305	946.82	98.93	0.04	5 59.8	946.93	+0.11		42	17.0
Juni 24.345	945.92	91.87	0.03	5 34.3	946.22	+0.30		27	28.0
Juli 2.304	945.73	91.71	0.04	5 33.4	946.19	+0.46		49	24.7
Juli 10.426	945.76	91.56	0.03	5 33.2	946.19	+0.43		50	26.0
Juli 11.377	945.79	93.85	0.03	5 41.4	946.41	+0.62	51	51	+27.0
Juli 16.437	945.95	92.43	0.03	5 36.3	946.28	+0.33		48	+27.0
Juli 17.315	946.00	95.09	0.04	5 46.9	946.54	+0.54		46	+28.0
Juli 19.330	946.11	95.79	0.04	5 48.4	946.61	+0.50		39	+27.0
Juli 21.358	946.25	96.91	0.05	5 52.5	946.72	+0.47		31	+28.0
Juli 25.314	946.59	102.52	0.05	6 12.8	947.31	+0.72	Fa.	25	+26.0
August 2.317	947.47	106.95	0.06	6 28.7	947.80	+0.33		40	+21.0
August 6.320	947.98	112.54	0.06	6 48.9	948.45	+0.47		52	+18.0
August 7.375	948.13	115.17	0.04	6 58.3	948.77	+0.64		48	+25.0
August 11.421	948.71	119.49	0.04	7 13.9	949.30	+0.59		72	+23.0
August 12.332	948.85	119.66	0.06	7 14.5	949.32	+0.47		75	+22.0

1955	r_{\odot}	γ	Refr.	α	r	Δr_{\odot}		Fl. R. Z.	T
August 16.448	949''53	124''88	0''04	7°33'2	950''00	+0''47		49	+27°0
August 17.324	949.68	125.88	0.08	7 33.6	950.12	+0.44		36	+22.0
August 18.330	949.86	128.63	0.08	7 46.6	950.49	+0.63		42	+25.0
August 21.318	950.42	142.33	0.08	8 35.6	952.44	+2.02		62	+26.0
August 22.307	950.62	144.39	0.12	8 43.0	952.76	+2.14		56	+23.0
August 27.299	951.67	155.90	0.13	9 24.0	954.57	+2.90	Fa.	72	+21.0
August 29.367	952.12	157.67	0.08	9 30.3	954.86	+2.74	Fa.	80	+21.0
August 30.349	952.34	158.34	0.09	9 32.6	954.96	+2.60	Fa.	78	+24.0
Sept. 2.345	953.01	160.01	0.10	9 38.5	955.25	+2.24		106	+26.0
Sept. 3.334	953.24	161.22	0.11	9 42.9	955.45	+2.21		106	+24.5
Sept. 4.343	953.47	163.25	0.11	9 50.0	955.79	+2.32		100	+22.0

Das Prisma I hat einen für das Sommerhalbjahr etwas (um etwa 2'') zu kleinen Ablenkungswinkel, deshalb erreicht der Winkel α hier Werte bis zu 12°, sein sinus Werte bis zu $\frac{1}{5}$.

Der durchschnittliche m. F. eines Wertes von γ beträgt in dieser ersten Beobachtungsreihe aus der inneren Übereinstimmung der Messungen $\pm 0''44$, der m. F. in r liegt hier bei $\pm 0''04$ bis $0''6$. Die ersten Beobachtungen umfaßten nur 8, die letzten 25 Einstellungen auf beide Endpunkte des Doppelsegments.

Keine Beobachtung wurde ausgeschlossen.

Prisma II

Mit diesem später umgeschliffenen Prisma, dessen Ablenkungswinkel $r \cos \alpha = 958''.0$ betrug, wurde nur eine kurze Zeitspanne überbrückt.

1955	r_{\odot}	y	Refr.	α	r	Δr_{\odot}		Fl. R. Z.	T
Okt. 3.420	960''.01	140''.71	0''.10	8°25'.5	960''.36	+0''.35		56	22°.0
Okt. 4.403	961.29	145.86	0.13	8 43.7	961.13	-0.16		57	24.0
Okt. 9.426	962.64	157.28	0.14	9 24.0	962.93	+0.29		86	21.0
Okt. 10.455	962.91	158.09	0.13	9 26.9	963.06	+0.15		84	21.0
Okt. 11.390	963.18	161.24	0.18	9 39.9	963.57	+0.39		73	20.5
Okt. 13.440	963.73	166.04	0.16	9 54.8	964.40	+0.67		67	20.0
Okt. 14.455	964.00	166.50	0.15	9 56.4	964.48	+0.48		61	18.0
Okt. 15.415	964.27	168.87	0.18	10 4.7	964.89	+0.62		55	16.5
Okt. 23.358	966.45	177.09	0.52	10 33.6	966.37	-0.08		95	16.0
Okt. 30.380	968.33	211.92	0.52	12 34.5	973.35	+5.02	Fa.	151	7.5
Nov. 5.510	969.84	221.11	0.28	13 6.1	975.39	+5.55	Fa.	96	20.0
Nov. 6.408	970.05	222.55	0.42	13 11.1	975.73	+5.68	Fa.	97	22.0

Der durchschnittliche m. F. in y dieser Reihe beträgt $\pm 0''.33$. Der m. F. eines Wertes in r ist bei den großen Werten von α $\pm 0''.05$. Die Zahl der Einstellungen auf die Endpunkte des Doppelsegments betrug hier 25 bis 30.

Prisma III

Dieses Prisma ist als gelungen zu betrachten. Es wird auch in Zukunft als Winterprisma benutzt werden. Der Ablenkungswinkel beträgt $971''50$.

1956	r_{\odot}	γ	Refr.	α	r	Δr_{\odot}		Fl. R.Z.	T
Jan. 14.457	977''54	120''17	0''25	7° 3'1	978''90	+ 1''36		66	10°0
Jan. 17.434	977.36	111.67	0.24	6 33.4	977.89	+ 0.53		89	19.5
Jan. 20.396	977.15	108.05	0.28	6 20.8	977.48	+ 0.33		98	11.0
Jan. 21.411	977.07	106.69	0.25	6 16.0	977.34	+ 0.27		88	12.8
Jan. 22.413	976.98	106.59	0.26	6 15.7	977.33	+ 0.35		82	9.0
Jan. 23.408	976.89	105.71	0.25	6 12.6	977.23	+ 0.23		68	13.0
Febr. 3.466	975.52	92.55	0.14	5 26.5	975.90	+ 0.38		58	— 5.0
Febr. 4.463	975.36	92.26	0.13	5 25.5	975.87	+ 0.51		69	+ 3.0
Febr. 8.427	974.70	89.03	0.14	5 14.2	975.57	+ 0.87		57	— 8.0
Febr. 22.482	972.01	81.00	0.08	4 46.0	974.87	+ 2.86	Fa.	130	+ 3.0
Febr. 25.468	971.35	73.46	0.07	4 19.4	974.27	+ 2.92	Fa.	142	+ 3.0
Febr. 26.484	971.12	72.97	0.07	4 17.7	974.23	+ 3.11	Fa.	105	+ 6.5
Febr. 27.417	970.90	71.51	0.07	4 12.6	974.12	+ 3.22	Fa.	121	+ 3.0
Febr. 28.429	970.66	70.59	0.07	4 9.3	974.06	+ 3.40	Fa.	158	+ 5.0
März 6.416	968.92	50.20	0.04	2 57.5	972.80	+ 3.88	Fa.	147	+ 10.0
März 9.413	968.14	34.00	0.03	2 0.3	972.09	+ 3.95	Fa.	112	+ 4.0

Der durchschnittliche m. F. eines Wertes von γ beträgt hier $\pm 0''39$, der m. F. in r bei der Kleinheit von a aber nur $\pm 0''03$. Wegen der großen Unruhe der Bilder bei tiefstehender Sonne wurden hier 30 bis 40 Einstellungen auf die Ränder des Segments gemacht.

Prismen IV und V

1956	r_{\odot}	γ	Refr.	a	r	Δr_{\odot}		Fl. R. Z.	T
Mai 9.381	952''15	219''75	0''08	13° 19'7	953''17	1''02		134	+ 25°0
Mai 11.358	951.72	218.58	0.08	12 35.6	952.72	1.00		114	20.0
Mai 14.273	951.13	217.40	0.08	13 11.5	952.64	+ 1.51		102	17.0
Mai 16.320	950.73	217.00	0.10	13 10.1	952.55	+ 1.82		116	18.0
Mai 17.365	950.53	213.90	0.07	12 59.2	951.85	+ 1.32		121	25.5
Mai 18.322	950.36	212.18	0.10	12 53.1	951.46	+ 1.10		128	17.0
Mai 22.338	949.63	212.14	0.08	12 53.0	951.45	+ 1.82		115	23.0
Mai 26.346	948.95	207.02	0.08	12 34.9	950.32	+ 1.37		102	20.5
Mai 27.344	948.79	205.95	0.07	12 31.1	950.01	+ 1.22		93	21.5
Mai 28.327	948.63	205.85	0.09	12 30.8	950.07	+ 1.44		100	24.0
Mai 31.335	948.16	203.24	0.07	12 21.6	949.51	+ 1.35		119	24.5
Juni 3.400	947.72	193.60	0.06	11 47.4	949.49	- 0.23	Fl.	107	27.7
Juni 4.325	947.60	193.76	0.07	11 48.0	947.52	- 0.08	Fl.	107	25.3
Juni 5.371	947.46	200.16	0.06	12 10.7	948.85	+ 1.39	Fa.	103	31.3

1956	r_{\odot}	y	Refr.	α	r	Δr_{\odot}		Fl. R. Z.	T
Juni 6.431	947''33	193''64	0''05	11°47'5	947''50	+0''17	Fl.	110	33°5
Juni 7.412	947.21	192.96	0.05	11 45.1	947.36	+0.15	Fl.	98	32.0
Juni 10.364	946.89	187.65	0.06	11 26.2	946.29	-0.60	Fl.	92	22.0
Juni 12.493	946.69	186.35	0.05	11 21.6	946.04	-0.65	Fl.	96	26.0
Juni 30.356	945.70	189.75	0.06	11 33.7	946.71	+1.01		100	28.5
Juli 2.373	945.68	188.27	0.06	11 28.4	946.41	+0.73		151	31.5
Juli 8.369	945.69	190.86	0.06	11 37.6	946.93	+1.24		116	32.0
Juli 9.338	945.71	191.60	0.07	11 40.3	947.09	+1.38		113	31.0
Juli 13.425	945.85	55.09	0.02	3 20.3	944.24	+1.75		154	30.0
Juli 15.328	945.95	55.49	0.02	3 21.4	947.63	+1.68		133	23.0
Juli 22.356	946.44	192.45	0.06	11 43.3	947.26	+0.82		70	22.0
Juli 23.342	946.46	195.51	0.08	11 54.2	947.88	+1.42		70	23.6
Juli 26.297	946.78	204.50	0.07	12 25.0	949.78	+3.00	Fa.	105	23.0
Juli 26.361	946.78	55.70	0.12	3 22.2	947.64	+0.86		105	24.0
Juli 27.312	946.88	77.29	0.02	4 40.2	949.15	+2.28		105	24.5
Juli 27.361	946.88	203.64	0.04	12 23.0	949.59	+2.71	Fa.	105	30.0
Juli 28.341	946.97	204.96	0.07	12 27.7	949.88	+2.91	Fa.	107	26.0
Juli 28.387	946.98	77.08	0.09	4 39.5	949.11	+2.13		107	31.0

1956	r_{\odot}	y	Refr.	α	r	Δr_{\odot}		Fl. R. Z.	T
Juli 29.326	947''07	76''48	0''03	4°37'3	949''09	+2''02		114	+27°0
Juli 29.375	947.08	202.63	0.07	12 19.4	949.37	+2.29		114	27.0
Juli 31.434	947.30	204.70	0.06	12 26.7	949.82	+2.52		114	26.0
August 1.330	947.40	77.50	0.04	4 41.0	949.17	+1.77		114	22.0
August 4.367	947.77	82.19	0.03	4 57.9	949.57	+1.80		114	19.0
August 4.476	947.79	198.21	0.07	12 9.8	948.44	+0.65	Fl.	114	22.0
August 5.346	947.88	204.14	0.09	12 24.8	949.70	+1.82	Fa.	127	21.5
August 6.332	948.04	62.53	0.03	3 46.9	948.06	+0.02	Fl.	124	21.0
August 6.377	948.05	204.50	0.07	12 26.0	949.78	+1.73	Fa.	124	25.0
August 7.353	948.19	209.65	0.12	12 44.2	950.91	+2.72	Fa.	124	24.0
August 8.334	948.33	80.36	0.04	4 51.3	949.41	+1.08	Fl.	118	21.7
August 11.319	948.81	84.68	+0.04	5 6.9	949.78	+0.98		119	23.0
August 13.307	949.15	213.63	0.15	12 58.2	951.78	+2.63		124	18.0
August 13.361	949.16	81.86	0.03	4 56.7	949.53	+0.37	Fl.	124	24.0
August 14.337	949.33	88.22	0.04	5 19.7	950.11	+0.78	Fl.	118	26.0
August 14.388	949.33	204.48	0.07	12 26.0	949.78	+0.45	Fl.	48	31.0
August 15.380	949.51	204.78	0.08	12 27.0	949.83	+0.32	Fl.	132	23.5
August 15.481	949.54	75.93	0.03	4 35.3	949.04	-0.50	Fl.	132	27.5

Beide in dieser Reihe benutzten Prismen genügen den Anforderungen für die größtmögliche Genauigkeit der Beobachtungen im Sommerhalbjahr nicht ganz. Das Prisma IV hat als Ablenkungswinkel $927''.50$, das Prisma V $946''.0$. Sie müssen beide noch nachgeschliffen werden auf den Wert von ca. $940''$. Bei Benutzung von Prisma V erscheinen die beiden Sonnenbilder im Apogäum getrennt. Bei Prisma IV sind sie durchweg zu stark überdeckt. Aus den Werten von α in Spalte 5 ersieht man sofort mit welchem Prisma gemessen worden ist. Wenn mit beiden Prismen am selben Tage gemessen wurde, ergeben sich oft unterschiedliche Werte von r weil sie sich auf verschiedene heliographische Breiten beziehen, wie am 6. August, wo einmal auf eine Fackel, das andere mal auf einen Fleck eingestellt wurde. Der durchschnittliche m. F. bei Prisma IV betrug bei $y \pm 0''.30$ in $r \pm 0''.05$, bei Prisma V $\pm 0''.44$ bzw. $\pm 0''.03$.

Die Zahl der Einstellungen schwankte zwischen 8 und 25.

Erläuterungen zu den Tabellen

r_0 ist der dem Berliner Jahrbuch entnommene Radius der Sonne, r der aus der Beobachtung folgende, α ist der Zentriwinkel der halben Sehne des Doppelsegments, wie er sich aus dem beobachteten y und dem durch sukzessive Näherung aus dem von den Flecken und Fackeln unbeeinflussten Raum für $y = r_0 \cos \alpha$ ergab. Diese Werte sind für jede Reihe oben für die benutzten Prismen angegeben.

Die Fleckenrelativzahlen (vorletzte Spalte) sind in der im Text angegebenen Weise für das Jahr 1955 aus den Karten des Wendelstein-Observatoriums, für das Jahr 1956 aus den Freiburger neuen Karten der Sonnenoberfläche entnommen. Die Skalen für die beiden Jahre sind deshalb verschieden, was aber ohne Belang ist.

Die horizontalen Doppelstriche zwischen den einzelnen Beobachtungen grenzen jeweils die in den Figuren zu Mittelwerten zusammengefaßten Beobachtungen ab.

Erläuterungen zu Figur 2

Die Skalen der $\Delta r''_0$ sind auf den beiden Figuren gegeneinander etwas versetzt, um für alle Werte von $\Delta r''_0$ Platz zu finden. Es ist

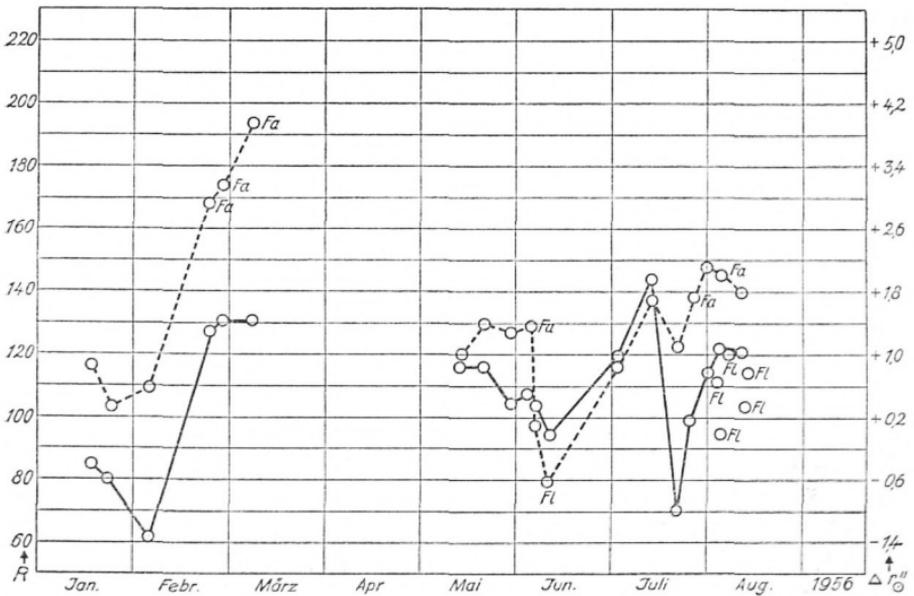
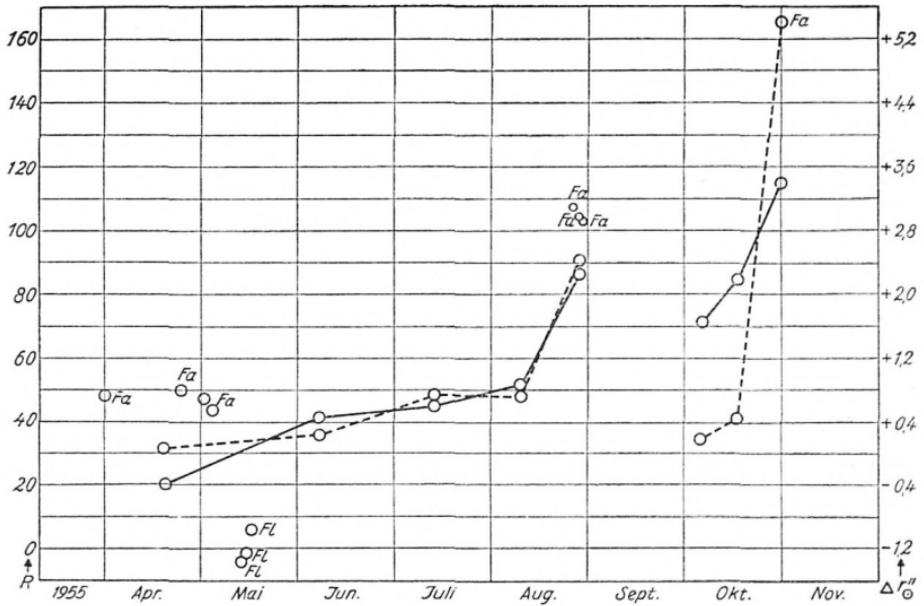


Fig. 2. Schwankungen des Sonnenhalbmessers $\Delta r''_{\odot}$ --- gestrichelt, Sonnenfleckenrelativzahlen R — ausgezogen, Sonnenflecken FL , Fackeln Fa

das ohne Belang, da es nur darauf ankam, die gestrichelten und ausgezogenen Kurven zu veranschaulichen und die Differenzen der $\Delta r''_{\odot}$ bei Fackeln und Flecken ablesen zu können.

Die Absolutwerte der $\Delta r''_{\odot}$ sind in den einzelnen Kurvenstücken, die mit verschiedenen Prismen erhalten wurden, und zwischen denen keine Beobachtungen vorliegen, nicht gesichert, weil die Ablenkungswinkel dieser jetzt zum Teil umgeschliffenen Prismen nicht so sicher bekannt sind.

Für die sehr große Fleckengruppe mit begleitenden Fackeln, die Mitte Juni 1955 die Oberfläche der Sonne passierte und das neue Sonnenfleckennaximum einleitete, liegt wegen Bewölkung keine einzige Beobachtung vor, aber der allgemeine Anstieg von r im Juni, abgeleitet aus Beobachtungen vor dem Erscheinen und nach dem Verschwinden der Gruppe, tritt deutlich hervor.

Der steile Anstieg des Sonnenradius Ende Februar und Anfang März 1955 ist auch durch die große Anzahl heller Eruptionen innerhalb der Fackelgebiete gekennzeichnet, die sich weit vom vermessenen Sonnenrande, z. T. auf der Rückseite der Sonne, befanden.

Ein systematisches Abtasten des Sonnenrandes in verschiedenen heliographischen Breiten nach der hier vorgeschlagenen Methode würde unter Umständen ein sichereres Maß der gesamten Sonnentätigkeit ergeben, als Fleckenzahlen, die sich nur auf die sichtbare Hälfte der Sonnenoberfläche beziehen.

Literatur

- [1] B. Meyermann. Astron. Nachrichten. Band 269, H. 2 (1939) und Band 279, Heft 1 (1950).
- [2] L. Ambronn. Astron. Mitteilungen d. kön. Sternwarte Göttingen. 7. Teil. Göttingen 1905.
- [3] L. Gialanella. R. Osservatorio e Museo Astron. di Roma. Contributi scientifici (Nuova Serie) No. 107, 109, 112. Roma (1943), Massimo Cimino No. 122 (1945).
- [4] P. J. D. Getting. Greenwich Observations . . . Monthly Notices vol. 115. No. 5 1955.