Ergebnisse von Horrebow-Messungen in Bonn nebst Untersuchungen über das Deklinationssystem von *Boss*. Von *J. Hopmann*.

In der Zeit von Dezember 1912 bis Januar 1914 hatte ich auf der Bonner Sternwarte eine Horrebow-Talcottreihe beobachtet, deren Bearbeitung infolge des Kriegausbruches erst jetzt beendet werden konnte. Ausführlich können die Ergebnisse zur Zeit noch nicht veröffentlicht werden, weshalb in Kürze die folgenden Zeilen das Wesentliche der Untersuchungen mitteilen sollen.

A. Die Beobachtungen.

Beobachtet wurde am Heydeschen Passageninstrument der Bonner Sternwarte (V. J. S. 1910, S. 133). Das Instrument stand im Westsaal der Sternwarte auf einem Pfeiler, 2.40 m südlich von der Saalmitte, wo sich der alte Meridiankreis von Pistor und Martins befindet. Diese Unsymmetrie der Aufstellung, die sich zur Zeit nicht anders machen ließ, verbunden mit sonstigen ungünstigen Verhältnissen des Saales, starke Steinmauern und hochgelegene, schmale Spalte, mahnten Herrn Geheimrat *Küstner* und mich sofort, auf etwaige Saalrefraktionserscheinungen zu achten.

Ich übergehe die Einzelheiten der weitläufigen Instrumentaluntersuchungen und wende mich zum Beobachtungsprogramm. Folgende Gesichtspunkte waren dabei maßgebend: Alle Sternpaare sollten nach Möglichkeit dem Preliminary General Catalogue von *Boss*, als neuestem und größtem Fundamentalkatalog, entnommen werden. Die Zenitdistanz der Sterne sollte 10° möglichst nicht überschreiten, einmal mit Rücksicht auf die Aufstellung des Instrumentes, dann um etwaige systematische Fehler des *Boss*-Kataloges in einem beschränkten Gürtel bei +50° Deklination zu untersuchen. Eine Gruppeneinteilung, wie sie der Internationale Breitendienst hat, und wie sie bei anderen, ähnlichen Reihen meist gemacht wurde, ist hier von vornherein nicht vorgenommen worden. Neuerdings nimmt ja auch der Breitendienst von der Kettenmethode Abstand. Von 68 Paaren sind so 64 dem *Boss*-Katalog entnommen. Die übrigen 4 stammen aus dem IV. Bande der Annalen der Münchener Sternwarte. Auf zweierlei Wegen wurden sie an das System des *Boss*-Kataloges angeschlossen.

Die Reduktion der Beobachtungen erfolgte in der üblichen Weise; Berechnung der scheinbaren Örter durch die *A, B, C, D* des Berliner Jahrbuches. Bei den Beobachtungen wurde jeder Stern 4 mal in gleichen Abständen vom Mittelfaden eingestellt. Zu Beginn und Ende jeden Abends, bei langen Reihen auch in der Mitte, erfolgten die meteorologischen Ablesungen. Das Barometer befand sich an der Nordwand des Beobachtungssaales, das Außenthermometer war in etwa 1/2 m Abstand an der Nordmauer neben dem Spalt angebracht. Das Innenthermometer hing an einer Schnur von der Decke herab und befand sich in nächster Nähe vom Objektiv des Passageninstrumentes. Im übrigen wurden die Beobachtungen in gleicher Weise wie bei anderen derartigen Reihen ausgeführt.

B. Erste Untersuchung der Beobachtungen.

Über die ersten allgemeinen Untersuchungen will ich nur wenig sagen. Der wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung einschließlich Polhöenschwankung, Refraktionsanomalien usw. ergab sich zu $\pm 0''.224$. Alle Paare können als gleich genau beobachtet angesehen werden, unabhängig von der Zenitdistanz, Zenitdistanzdifferenz usw. Ein Unterschied der Beobachtungen bei Kreisanfangslage Ost und West war nicht nachweisbar. Aufeinanderfolgende Sternpaare mit großer positiver und negativer Zenitdistanzdifferenz, an verschiedenen Abenden beobachtet, wurden benutzt, um den definitiven Schraubenwert nebst Temperaturkoeffizienten

$$R = 57''.346 - 0''.0023 t^{\circ} \\ \pm 4 \quad \pm 4 \text{ w. F.}$$

abzuleiten; letzterer ist von ähnlicher Größe wie die bei dem Internationalen Breitendienst hierfür erhaltenen Werte.

Nach Reduktion auf den richtigen Schraubenwert wurden die Beobachtungen von der Polhöenschwankung befreit. Zu Grunde gelegt wurden hierbei die vorläufigen Ergebnisse des Internationalen Breitendienstes aus A. N. 4749. Das vielumstrittene 2-Glied wurde als Ergebnis von Beobachtungen und als in der Reduktion nach der Kettenmethode begründet mitgenommen.

Die so von den Instrumentalfehlern und der Polhöenschwankung befreiten Beobachtungsergebnisse wurden zunächst tageweise, dann ungefähr monatsweise gemittelt, wobei folgende Tabelle entstand:

(*n* = Zahl der beobachteten Paare, *φ* gibt die Abweichung des Monatsmittels von 50° 43' 45'' 00 an.)

Zeitraum		<i>n</i>	<i>φ</i>
1912 Dez.	7 bis 1912 Dez.	23	+0''.20
1913 Jan.	8 » 1913 Febr.	5	+0''.16
1913 Febr.	8 » 1913 »	18	-0''.14
1913 »	19 » 1913 »	25	-0''.06
1913 März	12 » 1913 April	14	-0''.08
1913 April	20 » 1913 »	28	-0''.22
1913 Juni	30 » 1913 Aug.	3	-0''.10
1913 Aug.	21 » 1913 »	27	-0''.19
1913 Sept.	2 » 1913 Sept.	8	-0''.22
1913 Okt.	13 » 1913 Okt.	20	-0''.19
1913 »	25 » 1913 Nov.	23	-0''.14
1913 Dez.	4 « 1913 Dez.	20	-0''.10
1914 Jan.	11 » 1914 Jan.	15	-0''.03

Wir sehen in den Werten für die Polhöhe eine starke Schwankung, und zwar von ungefähr $\pm 0''.15$ um den mittleren Wert $-0''.08$. Diese Schwankung von einjähriger Periode könnte entstanden sein durch eine jährliche Änderung der Beobachtungsumstände, z. B. der Temperatur. Ordnet man die hier nicht angegebenen Tagesmittel nach der Außentemperatur und mittelt von 5° zu 5°, so ergibt sich:

Außentemperatur	< 0°0	$\varphi = -0^{\circ}.08$
	+ 0°1 bis + 5°0	- 0.06
	+ 5.1 » + 10.0	- 0.15
	+ 10.1 » + 15.0	- 0.16
	> 15°0	- 0.08

Die Temperatur kann also die Jahreswelle nicht erklären. Auch die Unterschiede Innen- minus Außentemperatur haben kaum eine Abhängigkeit von der Temperatur, siehe folgende Tabelle, bei einem mittleren Temperaturunterschied von +1°3, sodaß in Bonn die Saalverhältnisse anscheinend nicht ungünstiger als bei anderen Sternwarten lagen.

t_a	$t_i - t_a$	t_a	$t_i - t_a$
- 2°1 bis 0°0	+ 1°3	+ 8°1 bis + 10°0	+ 1°5
+ 0.1 » + 2.0	+ 1.6	+ 10.1 » + 12.0	+ 1.2
+ 2.1 » + 4.0	+ 1.5	+ 12.1 » + 14.0	+ 0.9
+ 4.1 » + 6.0	+ 1.5	+ 14.1 » + 16.0	+ 0.9
+ 6.1 » + 8.0	+ 1.5		

Faßt man andererseits die beobachtete Welle in den Polhöhenwerten als Fehler der zugrunde gelegten *Bossschen* Deklinationen auf, so muß sie auch nach der Kettenmethode abgeleitet wieder auftreten. Ich habe die Paare in Gruppen von 0^h-2^h, 2^h-4^h usw. geteilt und dann in durchaus der üblichen Weise Gruppendifferenzen gebildet, den entstehenden Schlußfehler gleichmäßig auf die Differenzen verteilt und damit folgende Fehler $\Delta\varphi$ der einzelnen Gruppen erhalten, aus denen durch Drittmittelung sich die Werte $\Delta\varphi_m$ ergeben:

Gruppe	RA.	$\Delta\varphi$	$\Delta\varphi_m$	Gruppe	RA.	$\Delta\varphi$	$\Delta\varphi_m$
I	1 ^h	- 0°01	- 0°04	VII	13 ^h	+ 0°04	+ 0°02
II	3	+ 0.23	+ 0.16	VIII	15	- 0.06	- 0.07
III	5	+ 0.27	+ 0.17	IX	17	- 0.18	- 0.09
IV	7	+ 0.01	+ 0.16	X	19	- 0.02	- 0.14
V	9	+ 0.21	+ 0.10	XI	21	- 0.22	- 0.19
VI	11	+ 0.09	+ 0.11	XII	23	- 0.34	- 0.19

Die $\Delta\varphi_m$ stellen dann eine von der RA. abhängige Welle der Deklinationen von *Boss* bei +50° dar.

Ich habe nun weiter alle Beobachtungen paarweise gemittelt und diese Ergebnisse von 2^h zu 2^h wiederum zusammengefaßt, wobei die einzelnen Paare Gewichte erhielten entsprechend der Zahl der Beobachtungen und dem w. F. der Deklination der Paarmitte. Es ergaben sich dann folgende Abweichungen vom Mittelwert nebst ihren ausgeglichenen Beträgen:

Gruppe	RA.	$\Delta\varphi$	$\Delta\varphi_m$	Gruppe	RA.	$\Delta\varphi$	$\Delta\varphi_m$
I	1 ^h	+ 0°08	+ 0°03	VII	13 ^h	- 0°05	- 0°03
II	3	+ 0.18	+ 0.18	VIII	15	- 0.07	- 0.09
III	5	+ 0.28	+ 0.15	IX	17	- 0.14	- 0.05
IV	7	0.00	+ 0.11	X	19	+ 0.06	- 0.08
V	9	+ 0.06	+ 0.03	XI	21	- 0.16	- 0.09
VI	11	+ 0.03	+ 0.01	XII	23	- 0.17	- 0.08

Die so gefundene Welle stimmt nach Größe und Phase fast völlig mit der nach der Kettenmethode gefundenen überein. Doch können wir beide Reihen nicht als definitive betrachten. Einmal waren die Beobachtungen programmäßig nicht nach den Vorschriften der Kettenmethode gemacht worden, dann war die Ermittlung obiger Werte nach der Kettenmethode, da ohne Gewichtsverteilung, nur überschlagsweise geschehen. In dem zweiten Reduktionsverfahren steckt aber noch der Einfluß der Saalrefraktion, wie ich jetzt zeigen will.

C. Die Saalrefraktion.

Neben den Mitteln für die Polhöhe φ habe ich für die einzelnen Paare auch die Mittel der Unterschiede Innentemperatur - Außentemperatur berechnet, die φ dann nach den $t_i - t_a$ geordnet und zusammengefaßt. Es ergab sich so:

$t_i - t_a$	φ	$(t_i - t_a)_m$	Beob.
0°0 bis + 0°50	+ 0°10	+ 0°3	51
+ 0.51 » + 1.00	- 0.07	+ 0.8	178
+ 1.01 » + 1.50	- 0.17	+ 1.3	156
+ 1.51 » + 2.00	- 0.16	+ 1.8	132
+ 2.01 » + 2.50	- 0.21	+ 2.3	75
+ 2.51 » + 3.00	- 0.28	+ 2.8	11

Die Beobachtungen sind also in starkem Maße abhängig von den Werten $t_i - t_a$. Lineare Ausgleichung ergab:

$$\varphi = \varphi_0 - 0^{\circ}.121 (t_i - t_a) \quad \text{w. F. } \pm 0^{\circ}.023.$$

Die ganze Erscheinung ist, wie wir weiter unten sehen werden, als Saalrefraktion aufzufassen.

Stellt man die $t_i - t_a$ etwa monatsweise zusammen, so ergibt sich bei ihnen ein jährlicher Gang, der aber, wie wir sahen, nichts mit dem Gang der Außentemperatur zu tun hat.

Datum	$t_i - t_a$	$\Delta(t_i - t_a)_m$	$\Delta\varphi_m$
1912 Dez. 17 bis Dez. 20	+ 1°65	+ 0°27	+ 0°27
1913 Jan. 8 » Febr. 5	+ 1.41	+ 0.40	+ 0.15
Febr. 8 » » 18	+ 2.03	+ 0.43	+ 0.07
» 19 » » 25	+ 1.74	+ 0.48	- 0.01
März 12 » April 14	+ 1.57	+ 0.32	- 0.04
April 20 » » 28	+ 1.56	+ 0.01	- 0.05
Juni 30 » Aug. 3	+ 0.75	- 0.02	- 0.09
Aug. 21 » » 27	+ 0.94	- 0.43	- 0.09
Sept. 2 » Sept. 8	+ 0.96	- 0.30	- 0.12
Okt. 13 » Okt. 20	+ 1.11	- 0.33	- 0.10
» 25 » Nov. 23	+ 0.86	- 0.12	- 0.06
Dez. 4 » Dez. 20	+ 1.58	- 0.13	- 0.01
1914 Jan. 11 » Jan. 15	+ 1.08	- 0.05	+ 0.03

Für die $\Delta(t_i - t_a)_m$ wurde von den $t_i - t_a + 1°3$ abgezogen und die Reste durch Drittmittelung ausgeglichen. In gleicher Weise entstanden die $\Delta\varphi_m$.

Dieser Jahresgang ist wohl begründet in den Unterschieden des Temperatursausgleichs des massiven Sternwartengebäudes im Sommer und Winter. Unter diesen Umständen ist aber die Realität der oben gefundenen Welle der φ in Frage gestellt trotz der Bestätigung derselben durch die Kettenmethode. Eine Elimination der Saalrefraktion muß zuerst stattfinden.

Hierbei ging ich wie folgt vor: Sternpaarweise wurden Bedingungsgleichungen aufgestellt unter der Annahme $\text{beob. } \varphi = x (\text{Paarkonstante}) + (t_i - t_a) \cdot y$ (Refr.-Koeffizient) und so die einzelnen Beobachtungen eines jeden Paares für sich ausgeglichen. Im einzelnen waren die so gewonnenen Resultate natürlich ziemlich unsicher, 9 von 68 Paaren schieden wegen zu geringer Schwankung der Temperaturdifferenz überhaupt aus. Die eingehende Diskussion ergab aber: Der Saalrefraktionskoeffizient ist unabhängig von der RA. und Zenitdistanz, beziehungsweise Deklination eines Paares, gleich $- 0^{\circ}.151 \pm 0^{\circ}.026$ w. F.

F. R. Helmert hat in den Veröffentlichungen des Potsdamer Geodätischen Instituts 1898 den Einfluß einer Saalrefraktion auf Horreböw-Beobachtungen näher untersucht. Nach seinen Formeln kann man den Saalrefraktionskoeffizienten bei

einer bestimmt angenommenen Neigung der Trennungsschicht der Innen- und Außentemperatur berechnen. Für den Verlauf der Schicht, beziehungsweise der Trennungslinie in der Meridian-Ebene wurde nun ein Kreis angenommen, dessen Mittelpunkt in der Symmetrieachse des Saales liegt und der die Decke sowie die Seitenwände berührt. Am Scheitel der Decke läuft die Trennungsschicht nahe horizontal, an den Seitenwänden vertikal; im oberen Teil dieser und am seitlichen Teil des Daches dringt die kalte Luft von oben und von der Seite herein, was den schrägen Verlauf der Trennungslinie bedingt. An einer genauen Zeichnung im Maßstab 1:10 habe ich dann für die verschiedenen Zenitdistanzen die für die *Helmertsche* Formel erforderlichen Winkel abgelesen und so folgende theoretische Saalrefraktionskoeffizienten ermittelt:

Zenitdist.	5°	10°	15°
Refr.-Koeff.	-0.15	-0.15	-0.14

Die Übereinstimmung mit dem durch die Beobachtungen gefundenen Werte ist vollkommen, sodaß man annehmen muß, daß die obige Hypothese über die Form der Trennungsschicht der Wahrheit sehr nahe kommt.¹⁾

D. Endgültige Ableitung der Welle im *Bossschen* Deklinationssystem.

Mittels des Koeffizienten -0.151 und des für jede Beobachtung gültigen $t_i - t_a$ wurden nun die Beobachtungsergebnisse für jedes Paar von der Saalrefraktion befreit und die dann resultierenden Werte paarweise gemittelt; schließlich wurden die φ für die einzelnen Paare wieder wie oben gruppenweise zusammengefaßt. So ergaben sich die folgenden Abweichungen der φ von dem ungefähren Mittelwert $50^\circ 43' 45'' 10$. Sie wurden in gleicher Weise wie früher durch Drittelung abgeschliffen.

Gruppe	$\Delta\varphi$	$(\Delta\varphi)_m$	Gruppe	$\Delta\varphi$	$(\Delta\varphi)_m$
I	+0.04	-0.01	VII	-0.03	-0.01
II	+0.13	+0.17	VIII	-0.07	-0.10
III	+0.33	+0.17	IX	-0.19	-0.08
IV	+0.04	+0.17	X	+0.01	-0.13
V	+0.14	+0.08	XI	-0.22	-0.14
VI	+0.06	+0.06	XII	-0.21	-0.13

Ein Vergleich mit den oben nach der Kettenmethode und ohne diese gefundenen Wellen zeigt völlige Übereinstimmung dieser dritten Welle mit den beiden früheren. Besonders die nach der Kettenmethode gefundene schließt sich eng an obige an.

Die $\Delta\varphi$ der letzten Tafel habe ich nun streng durch eine sin-Welle ausgeglichen, wobei die einzelnen Werte Gewichte bekamen entsprechend den w. F. für die Deklinationen der einzelnen in den Gruppen enthaltenen Paare und der Zahl der Beobachtungen. Es ergab sich:

$$\Delta\varphi = +0.167 \sin \alpha - 0.023 \cos \alpha = +0.169 \sin(\alpha - 8^\circ) \\ \pm 28 \quad \pm 33 \quad \text{w. F.} \quad \pm 43 \quad \pm 12$$

Für die Polhöhe des Instrumentes erhielt ich hierbei ferner $\varphi = 50^\circ 43' 45'' 104 \pm 0.021$ w. F.

In A. J. 26.126 untersucht *B. Boss* die Beziehungen der beiden Fundamentalsysteme *Boss* und *Auwers* zueinander. Unter anderem gibt er die Differenzen *Boss*—*Auwers* in Deklination gültig für $+30^\circ$ bis $+55^\circ$, geordnet nach der RA.

mit der Epoche 1910.0. Die Mittel von 2^h zu 2^h sind folgende (nebst ihren abgeschliffenen Beträgen):

RA.	$B-A$	$(B-A)_m$	$(\Delta\varphi)_m$
0 ^h —2 ^h	+0.12	+0.06	-0.01
2—4	+0.06	+0.08	+0.17
4—6	+0.06	+0.06	+0.17
6—8	+0.06	+0.04	+0.17
8—10	-0.01	+0.01	+0.08
10—12	-0.03	-0.04	+0.06
12—14	-0.08	-0.04	-0.01
14—16	-0.01	-0.07	-0.10
16—18	-0.12	-0.05	-0.08
18—20	-0.03	-0.06	-0.13
20—22	-0.03	-0.02	-0.14
22—0	0.00	+0.03	-0.13

Zum Vergleich sind die $(\Delta\varphi)_m$ der letzten Tafel nochmals hergesetzt. Die $B-A$ zeigen eine einfache sin-Welle, die nach der Phase, weniger nach der Amplitude, mit unseren Beobachtungen nahe übereinstimmt. Die $B-A$ habe ich ebenfalls durch eine sin-Welle dargestellt und erhalten:

$$B-A = +0.057 \sin \alpha + 0.046 \cos \alpha = +0.073 \sin(\alpha + 39^\circ) \\ \pm 14 \quad \pm 14 \quad \text{w. F.} \quad \pm 21 \quad \pm 12$$

Vergleichen wir beide Wellen miteinander, so ist, wenn wir mit mittleren Fehlern rechnen, für die Amplitude $B-A = +0.073 \pm 0.030$, $\Delta\varphi = +0.169 \pm 0.065$, für die Phase $B-A = +39^\circ \pm 18^\circ$, $\Delta\varphi = -8^\circ \pm 18^\circ$.

Innerhalb der m. F. ist die beobachtete Welle im *Bossschen* Deklinationssystem bei $+50^\circ$ die gleiche wie die Abweichung *Boss*—*Auwers*, woraus folgt: Unter Zugrundelegung des *Auwersschen* Systems würden die ermittelten Schwankungen der Beobachtungsergebnisse geringer sein bzw. nicht in nachweisbarem Grade auftreten, das *Auwerssche* System wäre demnach das richtigere.

Die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Sternpaare habe ich nun mit den obigen Ausgleichungsergebnissen auf ein mittleres Deklinationssystem gebracht und dann nach der Zenitdistanz geordnet. Eine Abhängigkeit von derselben war nicht festzustellen. Andererseits zeigen die $B-A$ a. a. O. auch nur eine geringe Abhängigkeit von der Deklination; wonach also die Systeme beider Fundamentalkataloge, soweit unsere Beobachtungen zu schließen erlauben, in $\Delta\delta$ richtig wären.

E. Die definitive Polhöhe.

Als Endergebnis aller Ausgleichungen war oben angegeben $\varphi = 50^\circ 43' 45'' 104 \pm 0.021$ w. F. Auf das Zentrum der Sternwarte bezogen lautet es: Polhöhe von Bonn, im System des *Bossschen* Katalogs $\Phi = 50^\circ 43' 45'' 182$.

Der Vergleich *Boss*—*Auwers* mit den Beobachtungen hatte zugunsten von *Auwers* gesprochen. Der Unterschied beider Systeme bei $+51^\circ$ Dekl. für 1913 ist $B-A = -0.10$, also endgültige Polhöhe von Bonn im N. F. K. von *Auwers*:

$$\Phi = 50^\circ 43' 45'' 282 \pm 0.021 \text{ w. F.}$$

Ich habe diesen Wert noch mit den früheren, sämtlich im Ersten Vertikal gemachten Bestimmungen verglichen, nachdem sie alle vom System des F. K. auf das des N. F. K. gebracht waren. Es ergab sich:

¹⁾ Man vergleiche hierzu auch: *H. G. v. d. Sande Bakhuyzen*, 1868, A. N. 72.241. *F. R. Helmert*, a. a. O. *M. Nyrén*, 1892, A. N. 131.291. *E. Przybyłok*, 1916, A. N. 201.209. *J. Bauschinger*, 1893, Münchener Annalen III 2.

<i>Förster</i> 1854 ¹⁾	50° 43' 44" 61 ± 0" 063 w. F.
<i>Mönnichmeyer</i> 1893 ¹⁾	45.11 46 »
<i>Wirtz</i> 1897 ²⁾	45.24 45 »
<i>Hopmann</i> 1913	45.282 21 »

Die drei besser bestimmten neueren Reihen weichen zu wenig voneinander ab, als daß von einer säkularen Polhöhenänderung die Rede sein könnte.

F. Weitere Untersuchungen über das *Boss*sche Deklinations-System.

Erst nach Beendigung der obigen Arbeit kam mir weiteres Beobachtungsmaterial zu Gesicht, das für entsprechende Untersuchungen geeignet war. Es war dies: Bd. V der Ergebnisse des Internationalen Breitendienstes und die Arbeit von *E. Bernewitz*; Veröffentl. der Sternwarte Berlin-Babelsberg, Bd. II Heft 2. *Bernewitz* insonderheit kommt, bei Zugrundelegung eines Beobachtungsprogrammes fast ausschließlich aus *Boss*-Sternen bestehend, S. 26 seiner Arbeit, ebenfalls zu einer Welle in den Deklinationen, die er zudem durch einen Vergleich mit den Internationalen Beobachtungen bestätigt findet. Im folgenden will ich dieses Material mit meinen Ergebnissen vergleichen. — Vorher noch eine kleine andere Untersuchung.

Wir haben S. 229 gesehen, daß die definitive Deklinationswelle nach Größe und Phase völlig der entspricht, die sich aus der rohen Kettenuntersuchung ergibt. Gleicht man letztere ebenfalls durch eine einfache sin-Reihe aus, so folgt:

$$\Delta\varphi = +0''.179 \sin \alpha + 0''.091 \cos \alpha = +0''.205 \sin(\alpha + 30^\circ) \\ \pm 44 \quad \pm 44 \quad \text{w. F.} \quad \pm 59 \quad \pm 17.$$

Eine Gewichtsverteilung wurde nicht vorgenommen, das Argument der einzelnen Gruppenwerte war 1^h, 3^h usw.

In völlig gleicher Weise habe ich nun die Werte von *Bernewitz* (S. 26 a. a. O., rechts oben) zusammengefaßt. Ich fand:

$$\Delta\varphi = +0''.025 \sin \alpha + 0''.142 \cos \alpha = +0''.144 \sin(\alpha + 80^\circ) \\ \pm 22 \quad \pm 22 \quad \text{w. F.} \quad \pm 32 \quad \pm 12.$$

(*B.* gibt »Reduktionen auf das mittlere Deklinationssystem«, ich »Abweichungen von dem mittleren Deklinationssystem«, daher das gegenüber *B.* umgekehrte Vorzeichen.)

Bernewitz hat weiterhin die 25 Paare des Internationalen Breitendienstes, die mit beiden Komponenten im *Boss*-Katalog enthalten sind, untersucht. Er bildete die Differenz: Definitive Deklination der Paarmitte nach Breitendienst Bd. V S. 76 minus Deklination der Paarmitte folgend aus dem *Boss*-Katalog.

Die systematische Differenz betrug +0''.175.

Das System des Breitendienstes ist das des alten Fundamental-Katalogs von *Auwers*. Es ist nach A. N. 164.237 für 1900 und +39°: N. F. K. — F. K. = +0''.03 und nach A. J. 26.129 für 1900 und +39°: *Boss* — N. F. K. = -0''.19, F. K. — *Boss* = +0''.16, womit sich obige systematische Differenz völlig erklärt. Nach Abzug dieser Differenz bleiben noch folgende Reste (Spalte 4 der folgenden Tabelle):

Gr.	Zahl d. Paare	RA.	<i>Boss</i> — Breitend.	ρ	Gr.	Zahl d. Paare	RA.	<i>Boss</i> — Breitend.	ρ
I	1	1 ^h 2	+0''.53	0.40	VII	2	13 ^h 3	-0''.20	1.28
II	1	2.3	+0.20	0.36	VIII	2	15.4	-0.08	2.15
III	1	4.1	+0.08	0.83	IX	4	17.3	-0.18	2.74
IV	3	6.6	+0.19	2.22	X	3	19.4	-0.02	3.24
V	3	9.1	+0.08	2.08	XI	—	—	—	—
VI	3	10.8	+0.03	1.79	XII	2	22.2	+0.03	0.97

¹⁾ A. N. 136 Nr. 3247.

²⁾ Veröffentlichungen der Bonner Sternwarte Nr. 3, 1897.

Will man wieder durch eine sin-Welle ausgleichen, so muß den einzelnen Werten verschiedenes Gewicht beigelegt werden. Hier bin ich wie folgt vorgegangen. Mittels der Angaben von *Boss* für den w. F. der Deklination für 1910 wurde der w. F. der Paarmitte wie üblich berechnet, ±0''.10 w. F. als Gewichtseinheit angenommen, so die Gewichte der einzelnen Paare erhalten und diese gruppenweise zusammengefaßt. Die 5. Spalte oben gibt diese Beträge. Die Ausgleichung mit dieser Gewichtsverteilung ergab dann:

Boss — Breitendienst =

$$+0''.117 \sin \alpha + 0''.138 \cos \alpha = +0''.181 \sin(\alpha + 50^\circ) \\ \pm 31 \quad \pm 24 \quad \pm 38 \quad \pm 12 \text{ w. F.}$$

In allen 3 Fällen ergibt sich eine sin-Welle der »*Boss*-Polhöhenreihe« von nahe gleicher Phase und Amplitude. Der Phase nach sind auch die Unterschiede der Systeme, *Boss* — *Auwers*, dieselben, die Amplitude ist bei den Beobachtungen allerdings mehr als doppelt so groß.

Noch in anderer Weise habe ich das gleiche Beobachtungsmaterial untersucht. Als Endergebnis meiner Reihe betrachte ich die sin-Welle S. 229. Sie ist ohne Kettenmethode erhalten. Versuchshalber habe ich die *Bernewitz*schen Beobachtungen ebenso wie die meinen reduziert: Die Gruppenmittel S. 23–24 seiner Arbeit wurden von der Polhöhen-schwankung befreit, indem die Internationalen Ergebnisse, A. N. 203.153, einschließlich des 2-Gliedes an die Beobachtungen angebracht wurden. Es ergaben sich damit folgende Gruppenmittel

Gr.	φ	$\Delta\varphi$	$(\Delta\varphi)_m$	Gr.	φ	$\Delta\varphi$	$(\Delta\varphi)_m$
	52° 24'				52° 24'		
I	23° 34'	+0''.17	+0''.15	VI	22° 96'	-0''.21	-0''.14
II	23.25	+0.08	+0.06	VII	23.05	-0.12	-0.17
III	23.11	-0.06	+0.02	VIII	23.00	-0.17	-0.04
IV	23.22	+0.05	-0.04	IX	23.34	+0.17	+0.07
V	23.07	-0.10	-0.09	X	23.37	+0.20	+0.18

oder im Mittel 52° 24' 23''.171, woraus die in der 3. Spalte angegebenen Abweichungen vom Mittelwert folgen. Schleift man sie in gewohnter Weise durch Drittelmittelung ab, so folgt die 4. Spalte, wiederum eine sin-Welle. Werden die Angaben der 3. Spalte in der gleichen Weise ausgeglichen wie oben die *Bernewitz*schen Ergebnisse nach der Kettenmethode, so folgt:

$$\Delta\varphi = +0''.121 \sin \alpha + 0''.114 \cos \alpha = +0''.167 \sin(\alpha + 43^\circ) \\ \pm 28 \quad \pm 28 \quad \pm 40 \quad \pm 13.$$

Im letzten Teil von Bd. V der Internationalen Breitenbeobachtungen ist die Polbahn seit 1900 unter Verzicht auf die Kettenmethode abgeleitet. Es ergaben sich dabei folgende Verbesserungen des bisher angewandten Deklinationssystems:

Gr.	$\Delta\delta$	Gr.	$\Delta\delta$	Gr.	$\Delta\delta$	Gr.	$\Delta\delta$
I	-0''.03	IV	-0''.01	VII	+0''.01	X	-0''.03
II	-0.04	V	0.00	VIII	+0.05	XI	0.00
III	-0.02	VI	+0.01	IX	+0.04	XII	+0.03

Diese Beträge habe ich an die Werte der nebenstehenden Tabelle angebracht und bei gleicher Gewichtsverteilung wie dort wiederum ausgeglichen. Man erhält:

Boss — Breitendienst =

$$+0''.145 \sin \alpha + 0''.158 \cos \alpha = +0''.214 \sin(\alpha + 47^\circ) \\ \pm 23 \quad \pm 29 \quad \pm 37 \quad \pm 10 \text{ w. F.}$$

Auch bei dieser Art Reduktion ergeben sich also sin-Wellen von ähnlicher Amplitude und Phase, wie bei der Untersuchung mittels der Kettenmethode.

Der Übersicht halber sind im folgenden alle Ergebnisse nochmals zusammengestellt, und zwar

- a) die eigentlichen Beobachtungsreihen und deren abgeschliffene Beträge;
- b) die Ergebnisse der verschiedenen Ausgleichungen.

a) Beobachtungsreihen.

Boss—Auwers.

Gr.	RA.	$B-A$	$(B-A)_m$	Gr.	RA.	$B-A$	$(B-A)_m$
I	1 ^h	+0.12	+0.06	VII	13 ^h	-0.08	-0.04
II	3	+0.06	+0.06	VIII	15	-0.01	-0.07
III	5	+0.06	+0.06	IX	17	-0.12	-0.05
IV	7	+0.06	+0.04	X	19	-0.03	-0.06
V	9	-0.01	+0.01	XI	21	-0.03	-0.02
VI	11	-0.03	-0.04	XII	23	0.00	+0.03

Gruppe	RA.	$\Delta\varphi$ nach der Kettenm. abgeschliffen	$\Delta\varphi$ ohne Kettenm. abgeschliffen
<i>Boss—Breitendienst.</i>			

I	1 ^h 2	+0.53	+0.25	+0.56	+0.27
II	2.3	+0.20	+0.27	+0.24	+0.30
III	4.1	+0.08	+0.16	+0.10	+0.18
IV	6.6	+0.19	+0.06	+0.20	+0.07
V	9.1	-0.08	+0.03	-0.08	+0.03
VI	10.8	-0.03	-0.10	-0.04	-0.11
VII	13.3	-0.20	-0.10	-0.21	-0.13
VIII	15.4	-0.08	-0.15	-0.13	-0.18
IX	17.3	-0.18	-0.09	-0.22	-0.11
X	19.4	-0.02	-0.07	+0.01	-0.06
XI	—	—	0.00	—	0.00
XII	22.2	+0.03	+0.19	0.00	+0.19

$\Delta\varphi$ nach *Bernewitz.*

X	0.8	+0.20	+0.16	+0.17	+0.15
I	3.1	+0.09	+0.10	+0.08	+0.06
II	5.5	0.00	-0.01	-0.06	+0.02
III	8.6	-0.11	-0.06	+0.05	-0.04
IV	10.8	-0.06	-0.09	-0.10	-0.09
V	13.5	-0.11	-0.11	-0.21	-0.14
VI	15.8	-0.16	-0.09	-0.12	-0.17
VII	17.9	+0.01	-0.07	-0.17	-0.04
VIII	20.0	-0.07	+0.05	+0.17	+0.07
IX	22.6	+0.20	+0.11	+0.20	+0.18

$\Delta\varphi$ nach *Hopmann.*

I	1.0	-0.01	-0.04	+0.04	-0.01
II	2.8	+0.23	+0.16	+0.13	+0.17
III	5.2	+0.27	+0.17	+0.33	+0.17
IV	6.8	+0.01	+0.16	+0.04	+0.17
V	9.1	+0.21	+0.10	+0.14	+0.08
VI	10.9	+0.09	+0.11	+0.06	+0.06
VII	12.9	+0.04	+0.02	-0.03	-0.01
VIII	15.2	-0.06	-0.07	-0.07	-0.10
IX	16.9	-0.18	-0.09	-0.19	-0.08
X	18.9	-0.02	-0.14	+0.01	-0.13

Im Felde, 1918 Januar 19.

Gruppe	RA.	$\Delta\varphi$ nach der Kettenm. abgeschliffen	$\Delta\varphi$ ohne Kettenm. abgeschliffen
XI	20 ^h 8	-0.22	-0.19
XII	23.1	-0.34	-0.19

b) Sinus-Reihen.

Boss—Auwers =

$$+0.057 \sin \alpha + 0.046 \cos \alpha = +0.073 \sin(\alpha + 39^\circ) \\ \pm 14 \quad \pm 14 \quad \pm 21 \quad \pm 12 \text{ w. F.}$$

Bernewitz (ohne Kettenmethode) =

$$+0.121 \sin \alpha + 0.114 \cos \alpha = +0.167 \sin(\alpha + 43^\circ) \\ \pm 28 \quad \pm 28 \quad \pm 40 \quad \pm 13 \text{ w. F.}$$

Breitendienst (ohne Kettenmethode) =

$$+0.145 \sin \alpha + 0.158 \cos \alpha = +0.214 \sin(\alpha + 47^\circ) \\ \pm 23 \quad \pm 29 \quad \pm 37 \quad \pm 10 \text{ w. F.}$$

Hopmann (ohne Kettenmethode) =

$$+0.167 \sin \alpha - 0.023 \cos \alpha = +0.169 \sin(\alpha - 8^\circ) \\ \pm 28 \quad \pm 33 \quad \pm 43 \quad \pm 12 \text{ w. F.}$$

Bernewitz (mit Kettenmethode) =

$$+0.025 \sin \alpha + 0.142 \cos \alpha = +0.144 \sin(\alpha + 80^\circ) \\ \pm 22 \quad \pm 22 \quad \pm 32 \quad \pm 12 \text{ w. F.}$$

Breitendienst (mit Kettenmethode) =

$$+0.117 \sin \alpha + 0.138 \cos \alpha = +0.181 \sin(\alpha + 50^\circ) \\ \pm 31 \quad \pm 24 \quad \pm 38 \quad \pm 12 \text{ w. F.}$$

Hopmann (mit Kettenmethode) =

$$+0.179 \sin \alpha + 0.091 \cos \alpha = +0.201 \sin(\alpha + 27^\circ) \\ \pm 44 \quad \pm 44 \quad \pm 59 \quad \pm 17 \text{ w. F.}$$

Bei der großen Unsicherheit der Einzelreihen können wir versuchsweise sie zu einem Mittel ohne Gewichtsverteilung zusammenfassen. Die unter Zugrundelegung der Kettenmethode erhaltenen Koeffizienten der sin- bzw. cos-Glieder geben als Mittel +0.107 bzw. +0.124, alle drei so reduzierten Reihen im Mittel also:

$$\Delta\varphi = +0.163 \sin(\alpha + 49^\circ).$$

In gleicher Weise folgt für die zweite Reduktionsart:

$$\Delta\varphi = +0.169 \sin(\alpha + 30^\circ).$$

Die Phase ist also in beiden Fällen innerhalb der zu erwartenden Unsicherheit völlig die gleiche wie bei der *Boss—Auwers*-Welle (+39°). Die Amplitude 0.16 ist dabei wohl ± 0.03 w. F. sicher. Rechnen wir bei ihr und den $B-A$ mit mittleren Fehlern, ± 0.05 und ± 0.03 , so fallen die Amplituden der Beobachtungsreihen ebenfalls fast zusammen.

Die *Bernewitz*schen und die Internationalen Beobachtungen bestätigen also die auf die Bonner Beobachtungen gegründete Behauptung, die Deklinationswellen wären geringer gewesen bzw. ganz fortgefallen, wenn der *Auwers*sche Katalog statt des *Boss*schen den Beobachtungen zugrunde gelegt worden wäre. *Auwers* muß also der Vorzug gegeben werden.

Das ganze Problem ist wert, nochmals an einer größeren, eigens zu dem Zweck angestellten Reihe, bei einwandfreier Aufstellung des Instrumentes, geprüft zu werden. Es liegen vielleicht auch noch neuere absolute Deklinationsbestimmungen vor, die in gleichem Sinne verwertet werden könnten, mir aber leider zur Zeit nicht zur Verfügung stehen.

J. Hopmann.