

## Werk

**Jahr:** 1936

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:12

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0012

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0012](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0012)

**LOG Id:** LOG\_0013

**LOG Titel:** Abhängigkeit der "Bahn des Poles" von der Tageszeit der Beobachtung?

**LOG Typ:** article

## Übergeordnetes Werk

**Werk Id:** PPN101433392X

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

## Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

## Abhängigkeit der „Bahn des Poles“ von der Tageszeit der Beobachtung?

Von Richard Schumann, Wien — (Mit 2 Abbildungen)

Beim Internationalen Breitendienst verschoben sich zwischen 1900.0 und 1922.7 die Tageszeiten der Beobachtung im Laufe des Jahres bekanntlich vor und zurück, und zwar um etwa 2<sup>h</sup>. Seit 1922.7 werden zweckmäßigerweise die Tageszeiten 23<sup>h</sup> und 1<sup>h</sup> innegehalten, und zwar recht genau, so daß äquidistante Beobachtungsepochen entstehen. Vergleicht man die durchschnittlichen Amplituden der beiden Hauptperiodizitäten in den Schwankungen der Stationspolhöhen, die jährliche und die Chandlersche, vor und nach 1922.7 miteinander, so stellt sich heraus, daß diese Durchschnittswerte im zweiten Zeitabschnitte kleiner ausfallen als im ersten, und zwar um etwa 10% bei der jährlichen, um mehr als 50% bei der Chandlerschen Periode, in naher Übereinstimmung unter den drei Stationen des 39. Parallels. — Hinzu tritt, daß die mittleren Polhöhen kleiner werden um 0'20, 0'09, 0'09. — Durch diese wesentlichen Veränderungen wird bestätigt, daß entweder die Stationspolhöhen selbst täglich periodisch sind oder daß sie Einflüssen mit täglicher Periode unterliegen. Es ergeben sich wichtige Schlüsse über Art, Bestehen oder Nichtbestehen der „Polbahn“, wie sie in der üblichen Weise aus den beobachteten Schwankungen der Stationspolhöhen errechnet wird; zu bedenken ist besonders die Dauer zwischen den Beobachtungszeiten auf den verschiedenen Stationen (geographische Längendifferenz).

1. Band VII der „Results of the International Latitude Service“ behandelt die Messungen auf dem Internationalen Parallel 39° 8' von 1922.7 bis 1931.0. Sie unterscheiden sich wesentlich von den früheren dadurch, daß sie zu *konstanten* Tagesstunden, nämlich 23<sup>h</sup> (evening) und 1<sup>h</sup> (morning), stattfanden; diese Zeiten sind auf den drei behandelten Stationen: Mizusawa, Carloforte und Ukiah recht genau innegehalten worden. Zwischen 1900.0 und 1922.7 gingen auf den sechs Stationen des Internationalen Parallels die Beobachtungsstunden bekanntlich im Laufe des Jahres bis zu 2<sup>h</sup> vor und zurück; Näheres siehe Tabelle 2.

Günstige Beobachtungsverhältnisse lagen in Ukiah vor, wo der einzige Beobachter, G. H. Wrocklage, 19468 Sternpaare erzielte; in Carloforte, bei mehrfachem Beobachterwechsel, ergaben sich deren 14548, in Mizusawa 13595. Das Jahr 1927 war in Carloforte den Messungen nicht günstig.

Wie früher wiederholt, so mußten auch 1922.7 notwendigerweise Sternpaare ausscheiden, neue dafür eintreten; dies kommt in Betracht, wenn Mittelwerte der Stationspolhöhen aus verschiedenen Zeitabschnitten miteinander verglichen werden, sowie beim Anschluß der Schwankungskurven aneinander.

Hier soll gezeigt werden, daß sich ein Einfluß jenes 1922.7 vorgenommenen Wechsels der Tageszeit bemerklich machte auf die Polhöenschwankungen, sowie auf die aus ihnen in der üblichen Weise abgeleitete „Polbahn“; ein solcher war logischerweise nicht zu erwarten.

2. In bezug auf Behandlung der Beobachtungen schließt sich Band VII nahe den früheren an. Eine gute Darstellung der beobachteten Gruppenmittel (Mittel aus evening und morning) wurde erzielt durch Anpassen mehrerer empirischer Sinusglieder.

Die sogenannten „Schlußfehler“ (closing sums) werden auf S. 155 nur kurz erwähnt, auch ihr total mean:  $-0''.204$  wird angegeben. Diese systematisch verlaufenden Schlußfehler entstehen durch eine bislang noch nicht hinreichend geklärte Ursache, die auch auf die Messungen einwirken muß, aus denen die „Polkoordinaten“  $x$  und  $y$  berechnet werden. Die Schlußfehler sind streng frei von den hier nebensächlichen  $\Delta\delta$ , sie erwiesen sich als wesentlich verschieden auf verschiedenen Stationen von Anfang an. Ihre Eigenschaften können nur schwer aus den kleinen Differenzen  $\Delta\delta_i - \Delta\delta_{i+1}$  ( $i$  Gruppennummer) erkannt werden, sie treten erst bei der fortlaufenden Summation zu je 12 deutlich hervor in den Schlußfehlern.

Tabelle 1. Schlußfehler in Ukiah 1923—1931

Gruppe	(closing sums)							
4- 4	- 0''.256	- 0''.248	- 0''.254	- 0''.267	- 0''.280	- 0''.379	- 0''.319	- 0''.325
5- 5	- .247	- .284	- .178	- .358	- .247	- .367	- .394	
6- 6	- .248	- .306	- .223	- .360	- .256	- .345	- .412	
7- 7	- .249	- .325	- .215	- .343	- .278	- .359	- .384	
8- 8	- .230	- .348	- .221	- .307	- .260	- .440	- .284	
9- 9	- .229	- .292	- .284	- .292	- .253	- .457	- .250	
10-10	- .210	- .304	- .246	- .256	- .288	- .417	- .265	
11-11	- .178	- .267	- .275	- .234	- .340	- .373	- .301	
12-12	- .182	- .309	- .257	- .257	- .309	- .381	- .300	
1- 1	- .167	- .299	- .318	- .178	- .363	- .386	- .254	
2- 2	- .208	- .272	- .312	- .213	- .357	- .427	- .248	
3- 3	- .233	- .284	- .354	- .191	- .338	- .333	- .323	

Soll-Betrag:  $0''.000$ . Innerer mittlerer Fehler:  $\pm 0''.150$ .

Auch ist bemerkenswert, daß ein zu großer Widerspruch besteht zwischen ihrem inneren und ihrem äußeren mittleren Fehler. Da ein Gruppenmittel einen inneren mittleren Fehler von  $\pm 0''.08$  hat, so folgt für den eines Schlußfehlers:  $\pm 0''.08 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{12} = \pm 0''.15$ . Zu einer Schätzung des äußeren mittleren Fehlers\*) möge es hier genügen, die Schlußfehler von Ukiah wiederzugeben, da bei ihnen der Einfluß der reinen Meßungenauigkeit am meisten herabgedrückt erscheint infolge der größeren Anzahl von Sternpaaren (Tabelle 1).

\*) Verschiedentliche weitere Schätzungen siehe Astron. Nachr. 249, Nr. 5960 S. 118 u. f.

Aus dieser systematisch schwankenden Folge findet man mittels des Abbeschen Kriteriums als mittleren Fehler eines Schlußfehlers  $\pm \sqrt{\frac{0.1327}{2 \cdot (84-1)}} = \pm 0''.028$ , also rund ein Fünftel des oben genannten inneren, in guter Übereinstimmung mit den älteren Werten. Der mittlere Fehler der Differenz ( $0''.150 - 0''.028 =$ )  $0''.12$  der beiden mittleren Fehler ist nach Helmert:  $\pm 0''.01$ , starke systematische Beeinflussung mithin nachgewiesen aus den mittleren Fehlern allein.

Die Beträge der einzelnen Schlußfehler schwanken

in Mizusawa	zwischen	+ 0''.136	und	- 0''.506,
„ Carloforte	„	+ 0.010	„	- 0.394,
„ Ukiah	„	- 0.167	„	- 0.457.

Von 1900 ab schwanken sie zwischen: + 0''.6 und - 1''.1.

Ein allgemeines Schlußfehlermittel über alle Stationen und Zeiten hinweg zu bilden und zu verwenden, namentlich bevor die Ursache des Entstehens bekannt wird, erschien mir seit jeher bedenklich.

3. Beim Vergleich von lokalen Durchschnittswerten der Schlußfehler zwischen 1922.7 bis 1931.0 (konstante Tageszeiten) mit den früheren (veränderliche Tageszeiten) stellte sich eine Verminderung, und zwar auf den drei Stationen heraus. (Näheres hierüber siehe unter 7.) Die sprunghaften Änderungen zeitlicher Argumente um 1922.7 erkennt man aus folgender Zusammenstellung:

Tabelle 2

Gruppen	Tageszeit der Beobachtung 1900—1922		Verschiebung gegen 23 <sup>h</sup> und 1 <sup>h</sup>	1900—1922    1923—1931	
				⊙ - α	
3, 4	21 <sup>h</sup> 2	23 <sup>h</sup> 2	+ 1 <sup>h</sup> 8	207 <sup>o</sup>	179 <sup>o</sup>
4, 5	21.5	23.5	+ 1.5	203	181
5, 6	21.9	23.9	+ 1.1	198	181
6, 7	22.5	0.5	+ 0.5	190	181
7, 8	22.9	0.9	+ 0.1	184	181
8, 9	23.1	1.1	- 0.1	181	181
9, 10	23.2	1.2	- 0.2	179	180
10, 11	23.1	1.1	- 0.1	178	179
11, 12	22.3	0.3	+ 0.7	188	178
12, 1	21.6	23.6	+ 1.4	198	177
1, 2	21.1	23.1	+ 1.9	208	178
2, 3	21.1	23.1	+ 1.9	207	178

Die Differenzen zwischen Sonnenlänge ⊙ und Rektaszension α werden für die von H. Kimura benutzten empirischen Sinusglieder gebraucht.

Mit Hilfe der Tabelle 2 läßt sich schätzen, welchen Einfluß eine Sinusschwankung auf die Messung der Polhöhe ausüben kann und welche Unterschiede nach dem alten und dem neuen Programm zu gewärtigen sind. Setzt man beispielsweise an:  $0''.1 \cdot \sin t$  und  $0''.1 \cdot \sin 2t$ , wo  $t$  die Tageszeit bedeutet, so findet man, daß

die Polhöhe bis zu 0''06 und 0''15 im Höchsfalle, im Jahresdurchschnitt bis zu 0''06 geändert werden kann. Man erkennt dabei auch, daß daraus nur *konstante* Schlußfehler, folglich auch nur *lineare* Anstiege bei den  $\Sigma \Delta \Phi$ \*) entstehen können. Da aber die beobachteten Schlußfehler stetig verlaufende *Schwankungen* aufweisen, so müßten die zur Erklärung heranzuziehenden Wellen *veränderliche* Parameter (Amplitude, Geschwindigkeit, Anfangsphase) haben.

4. Um Unterschiede zwischen den Polhöhenkurven *vor* und *nach* 1922.7 kennenzulernen, ermittelte ich *durchschnittliche Amplituden* für die jährliche wie für die Chandlersche Periodizität; bei der ersteren zeigten sich für 1922.7 bis 1931.0 nur wenig kleinere Amplituden als früher, dagegen um rund 50% kleinere bei der Chandlerschen. Eine so große Änderung ist wesentlich, deshalb soll näher darauf eingegangen werden. Dazu ist eine Zuordnung der Phasen im ersten zu denen im zweiten Zeitabschnitt nötig und dazu wieder wird die Dauer der Chandlerschen Periode gebraucht. Von ihrer mehrfach behaupteten Veränderlichkeit (um etwa 40 Tage) soll der Einfachheit wegen hier noch abgesehen werden.

B. Wanach leitete gemäß Band V, S. 209, aus einer 69jährigen Reihe im Jahre 1916 den Wert ab:  $1.1886 \pm 0.0010$  Jahre; zusammen mit anderen Werten nahm er an: 1.185 Jahre gleich 432.8 Tage. Für 1900 bis 1931 fand ich durch Scheitel- und Nullstellenvergleich: 1.181 Jahre gleich 431.35 Tage. Bei einer Zwischenzeit von 1923 minus 1900 = 23 Jahren genügt es nicht, runde 14 Monate = 426.11 Tage anzusetzen, wie es für kürzere Reihen bisweilen geschieht; nach mehreren Jahren würde ein Phasenunterschied gleich der Zwischenzeit zwischen zwei Gruppenmitteln entstehen und die Ordinaten der Mittelkurven würden zu klein ausfallen. Benutzt man wie hier die gegebenen Gruppenmittel bei durchschnittlich  $\frac{1}{12} = 0.083$  Jahren Abszissendifferenz, so muß eine Schaltung stattfinden. Dies ist hier geschehen durch Zurückrücken um eine Kolonne, immer nach Ablauf einer entsprechenden Anzahl von Jahren.

Tabelle 3. Chandler-Amplituden

	Dauer der Periode:		Differenz
	rund 14 Monate = 426.1 Tage	1.1836 Jahre = 432.3 Tage	
Mizusawa . . . . .	0''254	0''306	+ 0''052
Tschardjui . . . . .	0.290	0.335	+ 0.045
Carloforte . . . . .	0.232	0.276	+ 0.044
Gaithersburg . . . . .	0.313	0.345	+ 0.032
Cincinnati . . . . .	0.313	0.352	+ 0.039
Ukiah . . . . .	0.251	0.307	+ 0.056

Die Zweckmäßigkeit der Schaltung zeigte sich bei folgender Rechnung. Bei einer älteren Berechnung durchschnittlicher 14monatiger Ordinaten zwischen

\*) Commission de la Variation des Latitudes, Draft Report 1935. Bemerkungen über Berechnung und Beobachtung der Schwankungen von Stationspolhöhen, von R. Schumann; auf S. 7 Erklärung dieser  $\Sigma \Delta \Phi$ . Siehe auch Astron. Nachr. 249, S. 121.

1900 und 1922 (Astron. Nachr. 252, Nr. 6027, S. 35/36, Tabelle 24) hatten sich die in Spalte 2 der vorstehenden Tabelle 3 wiedergegebenen Werte ergeben, nach der erneuten Berechnung *mit Schaltung* die der Spalte 3; die letzteren sechs Werte sind sämtlich größer, wie es die letzte Spalte ausweist und wie es sein muß.

5. Damit ergab sich, daß dem Anfangstermin der ( $\Sigma - A$ )-Reihe\*) für die Polhöenschwankungen des ersten Zeitabschnittes, nämlich 1900.48, entspricht nach 19 vollen Chandler-Umläufen nahezu der Termin 1922.88 der ( $\Sigma - A$ )-Reihe des zweiten Zeitabschnittes. Hiernach sind die beiden Reihen von Durchschnittswerten in Tabelle 4 einander beigeordnet; es läßt sich leicht kontrollieren, daß bei dieser Zuordnung die geringste Anzahl von Widersprüchen zwischen den Vorzeichen besteht. Diese durchschnittlichen Ordinaten einer Zeile noch genauer zu reduzieren wegen der kleinen Termindifferenzen, habe ich noch unterlassen, weil es hier nur auf eine Schätzung der Unterschiede: größte minus kleinste Ordinate ankam, sodann auch wegen der Erschwernis der Interpolation durch die ihnen, als beobachteten Größen, noch anhaftende Ungenauigkeit.

Die äquidistanten durchschnittlichen Ordinaten des zweiten Zeitabschnittes beginnen mit 1922.7; zum besseren Vergleich mit den Ordinaten des ersten Abschnittes habe ich die 12 Ordinaten: 1922.88 bis 1923.81 um 14 Monate zurückverlegt. Dies kann ohne Bedenken geschehen, da eine periodische Erscheinung angenommen wurde.

Die beiden Periodizitäten wurden so nahe als angängig *aufeinander* bezogen, die Termine der Tabelle 4 können aber nicht ohne weiteres als Epoche für eine absolute Zeitzählung gelten wegen der unter Nr. 4 oben erwähnten Schaltung. Eine eigene Untersuchung darüber unterlasse ich, da es sich hier nur um den Nachweis einer starken Veränderung zwischen den beiden Zeitabschnitten handelt.

Zu einer unabhängigen Kontrolle habe ich nachträglich den ersten Zeitabschnitt in zwei Teile zerlegt: 1900 bis 1910 (Spalte 2) und 1911 bis 1922 (Spalte 3); die Übereinstimmung ist gut. Die Spalte 6 enthält die  $\Delta\delta$ -freien Ordinaten ( $\Sigma - A$ ) von 1922.7 bis 1931.0; um wegen des in die Augen fallenden, gegen die früheren abweichenden Verlaufes dieser Ordinaten eine Kontrolle zu haben, wurden auch die Durchschnittswerte der  $\varphi$  int. nach Bd. VII, S. 150, berechnet (s. Spalte 5), durch einfaches Mitteln unter Schalten. Die  $\varphi$  int. auch für den ersten Zeitabschnitt 1900 bis 1922 durchzuführen, unterließ ich im Hinblick darauf, daß die Stationspolhöhen  $\varphi$  int. von 1912 bis 1922 durch die Anbringung der unlogischen  $\Delta_N$  (s. Bd. VI, S. 218/19) zu stark entstellt sind; die Begründung für diese Ablehnung findet sich in Astron. Nachr. 249, Nr. 5960, S. 124 u. f.

Auf die interessanten, stetig verlaufenden kleinen Unterschiede zwischen den sich kontrollierenden Spalten der Tabelle 4 (siehe Spalte 7) möge hier nicht näher eingegangen werden; dagegen muß der auffällige Unterschied im Verhalten der Ordinaten selbst hervorgehoben werden. Als Amplituden sind in Tabelle 4 a der Einfachheit wegen die Unterschiede: „größte minus kleinste Ordinate“ genommen

---

\*) Über die Ableitung dieser  $\Delta\delta$ -freien Polhöenschwankungen ( $\Sigma - A$ ) siehe Astron. Nachr. 249, Nr. 5960, S. 126 u. f.

Tabelle 4. Durchschnittliche Chandler-Ordinaten

	$\Delta \delta$ -freie ( $\Sigma - A$ )			$\varphi$ int. Bd. VII $\Delta \delta$ -freie ( $\Sigma - A$ )		$\varphi$ int. minus ( $\Sigma - A$ )
	1900—1910	1911—1923		1922.7—1931.0		
<b>Mizusawa</b>						
00.48	+ 0''151	+ 0''105	21.72	+ 0''049	+ 0''062	— 0''013
.57	+ .141	+ .168	.81	+ .066	+ .075	— .009
.67	+ .119	+ .141	.89	+ .041	+ .055	— .014
.78	+ .087	+ .105	.97	+ .040	+ .073	— .033
.88	+ .025	+ .036	22.06	+ .035	+ .079	— .044
.97	— .033	— .022	.14	— .013	+ .016	— .029
01.05	— .067	— .097	.22	— .048	— .027	— .021
.12	— .107	— .136	.31	— .084	— .057	— .027
.19	— .135	— .133	.39	— .088	— .086	— .002
.26	— .151	— .143	.47	— .068	— .091	+ .023
.32	— .118	— .106	.55	— .053	— .065	+ .012
.40	— .068	— .038	.64	.000	— .033	+ .033
.48	+ .025	+ .027	.72	+ .012	— .024	+ .036
.57	+ .092	+ .092	.81	+ .042	+ .027	+ .015
<b>Carloforte</b>						
00.48	— 0''053	— 0''022	21.72	— 0''006	— 0''001	— 0''005
.57	— .107	— .086	.81	— .048	— .039	— .009
.67	— .090	— .113	.89	— .056	— .042	— .014
.78	— .131	— .146	.97	— .044	— .043	— .001
.88	— .091	— .143	22.06	— .058	— .053	— .005
.97	— .058	— .094	.14	— .040	— .041	+ .001
01.05	— .008	— .021	.22	— .011	— .025	+ .014
.12	+ .044	+ .043	.31	+ .020	+ .013	+ .007
.19	+ .088	+ .100	.39	+ .065	+ .062	+ .003
.26	+ .121	+ .134	.47	+ .058	+ .060	— .002
.32	+ .141	+ .130	.55	+ .072	+ .073	— .001
.40	+ .135	+ .117	.64	+ .048	+ .088	+ .010
.48	+ .096	+ .076	.72	+ .045	+ .016	+ .029
.57	+ .020	+ .038	.81	+ .022	+ .020	+ .002
<b>Ukiah</b>						
00.48	— 0''077	— 0''043	21.72	— 0''044	— 0''023	— 0''021
.57	— .002	+ .013	.81	— .018	+ .006	— .024
.67	+ .059	+ .079	.89	+ .029	+ .047	— .018
.78	+ .079	+ .138	.97	+ .033	+ .044	— .011
.88	+ .150	+ .154	22.06	+ .052	+ .062	— .010
.97	+ .152	+ .167	.14	+ .062	+ .064	— .002
01.05	+ .105	+ .101	.22	+ .035	+ .033	+ .002
.12	+ .050	+ .038	.31	+ .022	+ .012	+ .010
.19	+ .020	— .026	.39	— .026	— .051	+ .025
.26	— .047	— .092	.47	— .032	— .050	+ .018
.32	— .113	— .120	.55	— .068	— .069	+ .001
.40	— .149	— .135	.64	— .053	— .052	— .001
.48	— .156	— .138	.72	— .058	— .048	— .010
.57	— .126	— .104	.81	— .067	— .050	— .017

worden, um der Willkür zu entgehen, die mit der Annahme eines empirischen Gesetzes für die Chandler-Periodizität bei einem Ausgleich verbunden ist. Folgende Tabelle 4a gibt einen Überblick über das Verhalten der Amplituden *vor* und *nach* dem Wechsel in der Tageszeit, mit Einbeziehung der drei übrigen Stationen im ersten Zeitabschnitt.

Tabelle 4a. Chandler-Amplituden

	Länge westl. Gr.	aus: $\Sigma - A$		$\varphi$ int. $\Sigma - A$		Verhältnis der Amplituden
		Tageszeit $21^h 1 - 1^h 2$		$23^h 0$ und $1^h 0$		
		1900—1910	1911—1922	1923—1931		
Mizusawa . . . . .	— 141°	0'302	0'311	0'154	0'170	0.53
Tschardjui . . . . .	— 64	.292	.378	—	—	—
Carloforte . . . . .	— 8	.272	.280	0.130	0.126	0.46
Gaithersburg . . . . .	+ 77	0'345		—	—	—
Cincinnati . . . . .	+ 84	.352		—	—	—
Ukiah . . . . .	+ 123	0.308	0.305	0.130	0.133	0.43

Die Verkleinerung der Amplituden bei der *jährlichen* Periodizität ersieht man aus der nächsten Tabelle 4b.

Tabelle 4b. Jährliche Amplituden

	Länge westl. Gr.	aus: $\Sigma - A$		$\varphi$ int. $\Sigma - A$		Verhältnis der Amplituden
		1900—1922		1923—1931		
Mizusawa . . . . .	— 141°	0'209		0'187	0'197	0.92
Tschardjui . . . . .	— 64	.326		—	—	—
Carloforte . . . . .	— 8	.168		0.140	0.149	0.86
Gaithersburg . . . . .	+ 77	.043		—	—	—
Cincinnati . . . . .	+ 84	.096		—	—	—
Ukiah . . . . .	+ 123	.133		0.127	0.103	0.87

Eine Abhängigkeit von der geographischen Länge  $\lambda$  tritt bei der jährlichen Periodizität deutlich hervor, namentlich nach Hinzunahme der drei Stationen Tschardjui, Gaithersburg und Cincinnati; aus den drei Stationen Mizusawa, Carloforte, Ukiah *allein* würde sie sich nicht mit Sicherheit erkennen lassen. Die Chandler-Amplituden verraten keinen Zusammenhang mit  $\lambda$  und für sie allein wäre die bereits 1919 eingetretene Beschränkung auf nur drei Stationen wenig bedenklich; an und für sich bleibt sie bedauerlich.

6. Demselben Verfahren unterzog ich die Koeffizienten  $x$  und  $y$  der Interpolationsformel  $x \cdot \cos \lambda + y \cdot \sin \lambda$  nach Bd. V, S. 192 und Bd. VII, S. 156 u. f.; sie gelten zunächst für den Internationalen Parallel 99°8'. Durch Ordnen zu je 12 und Mittelbildern ergaben sich die Koordinatenfolgen für die jährliche Periodizität in Tabelle 5.

Die Termine für 1922.7 bis 1931.0 sind durchschnittliche und äquidistante nach Bd. VII; bei den Amplituden der  $x$  stellt sich eine Verkleinerung, bei den  $y$  eine schwache Vergrößerung, im Mittel für die jährliche Periodizität eine schwache Verkleinerung heraus.

Tabelle 5. Jährliche Periodizität von  $x$  und  $y$

Jahres- bruch	$x$		$y$	
	Bd. V 1900—1912	Bd. VII 1922.7—1931.0	Bd. V 1900—1912	Bd. VII 1922.7—1931.0
0.05	— 0''067	— 0''049	— 0''065	— 0''076
.12	— .076	— .073	— .034	— .044
.19	— .087	— .077	+ .007	+ .011
.26	— .072	— .039	+ .033	+ .042
.33	— .038	— .019	+ .066	+ .096
.40	— .003	+ .015	+ .071	+ .081
.48	+ .048	+ .052	+ .076	+ .068
.57	+ .091	+ .094	+ .049	+ .031
.68	+ .107	+ .075	+ .009	— .029
.78	+ .075	+ .046	— .046	— .047
.89	+ .031	+ .017	— .080	— .060
.97	— .008	— .029	— .085	— .073
gr. — kl. Verhältnis der Amplituden } }	0''194	0''171	0''161	0''172
	0.88		1.07	

Durch Ordnen in Zeilen zu je 14, mit Schaltung wie früher, findet man folgende durchschnittliche Chandler-Koordinaten:

Tabelle 6. 432tägige Periodizität

	$x$		$y$	
	Bd. V 1900—1912	Bd. VII 1922.7—1931.0	Bd. V 1900—1912	Bd. VII 1922.7—1931.0
0.05	+ 0''143	+ 0''067	+ 0''086	+ 0''010
.12	+ .151	+ .072	— .011	— .044
.19	+ .142	+ .039	— .079	— .053
.26	+ .086	+ .033	— .142	— .060
.33	+ .016	+ .002	— .166	— .089
.40	— .064	— .022	— .170	— .073
.48	— .106	— .051	— .132	— .061
.57	— .144	— .057	— .067	+ .003
.68	— .170	— .044	— .009	+ .006
.78	— .149	— .062:	+ .068	+ .051:
.89	— .111	— .028	+ .137	+ .067
.97	— .034	+ .008	+ .163	+ .065
1.05	+ .039	+ .042	+ .180	+ .075
.12	+ .113	+ .078	+ .138	+ .029
gr. — kl. Verhältnis der Amplituden } }	0''321	0''140	0''350	0''164
	0.44		0.47	

Die  $x$  und  $y$  vor 1922.7 beruhen nur auf den Werten aus dem Zeitabschnitt 1900 bis 1912. Obgleich aus dem bekannten Gleichungssystem für die  $x$  und  $y$  (Bd. III, S. 222, Bd. VII, S. 156) zu ersehen ist, daß diese Größen numerisch unabhängig von den  $\Delta\delta$  sind, zog ich aus den im vorigen Abschnitt 5 schon ge-

nannten Gründen vor, die  $x$  und  $y$  aus 1912 bis 1922 hier nicht zu verwenden.

Die starke Verminderung der Chandler-Amplituden nach dem 1922.7 eingetretenen Wechsel in den Tageszeiten erscheint nach Tabelle 6 gesichert sowohl durch die gute Übereinstimmung unter den beiden Koordinaten, als auch durch die Übereinstimmung mit Tabelle 4a. Zur leichteren Übersicht über den Verlauf diene die graphische Darstellung gemäß Tabelle 6 in Fig. 1.

Die Zeiten der Maxima, der Minima und der Nullstellen aus beiden Kurven eines Paares fallen nahe genug zusammen; Kurvenpaare mit ähnlichem Verlauf erhält man aus Tabelle 4 für die Polhöhen der drei Stationen.

Derartige Kurven können entstehen, wenn die Stationspolhöhen selbst oder ihre Messung Einwirkungen mit nahezu täglicher Periode ausgesetzt sind. Aus den klassischen Beobachtungen der sieben Aberrationssterne W. Struves in

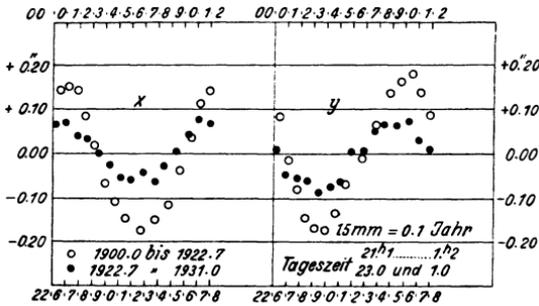


Fig. 1. Durchschnittliche Chandler-Periodizität bei den „Polbahn“-Koordinaten

- 1900.0—1922.7 = veränderliche Tageszeit
- 1922.7—1931.0 = konstante Tageszeiten 23<sup>h</sup> und 1<sup>h</sup>  
3 mm = 0.1 Jahr

den Jahren 1841 bis 1843 läßt sich eine Schar von Kurven für tägliche Polhöhen-schwankung konstruieren; sie sind abgebildet im Ergänzungsheft Nr. 11 der Astron. Nachr. vom Jahre 1906 auf Tafel II. Zwischen  $\beta$  und  $\delta$  Cass. besteht eine Rektaszensionsdifferenz von  $1^{\text{h}}15^{\text{m}}$ ; sie ist zufällig nahe gleich der durchschnittlichen Verschiebung der Beobachtungszeit, die 1922.7 eintrat, siehe Tabelle 2, Spalte 3. Verbindet man in genannter Tafel II die Ört von  $\beta$  unter sich, sowie die von  $\delta$  unter sich durch je eine schlanke Kurve\*), so entsteht ein Kurvenpaar,

\*) Man vergleiche auch Fig. 1 auf S. 23 der Untersuchung: Gezeitenerscheinungen in den Schwankungen der Stationspolhöhen. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Bd. 89, Wien 1913. Dasselbst wird gezeigt, wie scheinbar eine langperiodische Welle auftritt, wenn beim Bestehen einer kurzperiodischen Schwankung von der Dauer eines Sterntages  $S$  beobachtet wird nach einem Programm mit Zeitintervallen, die ganzzahlige Vielfache von  $S + d$  sind;  $d$  könnte beispielsweise gleich 4 min oder 52 min sein, wobei Einflüsse durch  $\odot$  oder  $\ominus$  vorschwebten. Entsprechendes gilt für zwei Umläufe je Tag, siehe Fig. 2.

dessen Verhalten dem der Fig. 1 ähnlich ist, abgesehen vom Zeitmaßstab. Der hier nebenbei ins Spiel tretende Unterschied zwischen mittlerer und Sternzeit ändert daran nichts.

Verbindet man ferner in jener Tabelle II die Örter von *i* Draconis untereinander durch eine schlanke Kurve, desgleichen die von *o* Draconis, so erkennt man weiter, daß Paare langperiodischer Kurven, trotz eines Unterschiedes in den Rektaszensionen von  $3^h 4$ , nahe zusammenfallen können; der Umstand, daß die Kurven mit jährlicher Periodizität in den Tabellen 4 b und 5 wenig voneinander abweichen, braucht also keinen Widerspruch zu bedeuten zu der 1922.7 eingetretenen starken Verminderung der Amplituden bei der Chandlerschen Periodizität, s. Tabelle 4 a und 6.

Die folgende Fig. 2 erläutert, wie beim Bestehen einer Tagesschwankung mit zwei Umläufen langperiodische Punktfolgen entstehen können bei Beobachtung

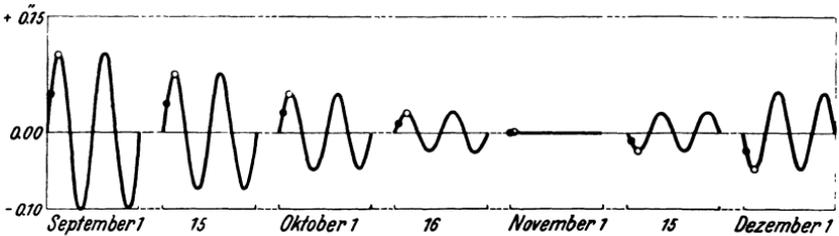


Fig. 2. Fingierte Tagesschwankung bei jährlich veränderlicher Amplitude  
1 mm = 1<sup>h</sup>

von zwei Steinen mit einer Rektaszensionsdifferenz von  $2^h$ . Je nach der Tageszeit kann Verkleinerung oder Vergrößerung der Amplitude eintreten; eine kurzperiodische Schwankung dieser Art könnte dazu einer langperiodischen von 12 oder 14 Monaten überlagert sein.

7. Es ist weiter bemerkenswert, daß die „probable values of the mean latitude“ für 1923 bis 1931 (Bd. VII, S. 152), also *nach* dem Übergang zu konstanter Tageszeit der Beobachtung, wesentlich kleiner ausfallen als frühere; vergleicht man sie mit Mittelwerten Wanachs aus den Bänden I bis V, so findet man als Verkleinerung

bei Mizusawa . . . . .	— 0''20
,, Carloforte . . . . .	— 0.09
,, Ukiah . . . . .	— 0.09

Diese drei Unterschiede zwischen Mitteln über viele Jahre sind unzulässig groß; sie erfordern außer einer Überprüfung des Einflusses jener sprunghaften Änderung in der Tageszeit auch eine solche der Deklinationen. Zu beachten ist die Bemerkung auf S. 159, Bd. VII: To bring to the mean pole during the period 1900—12, + 0''048 should be added to *x* and + 0''072 to *y*.

Zu einer unabhängigen Kontrolle des Einflusses der Deklinationen sind  $\Delta\delta$ -freie Methoden\*) zweckmäßig.

8. Das Ergebnis dieser numerischen Untersuchung besteht in dem Nachweis sprunghafter Änderungen in den langperiodischen Polhöenschwankungen und in der daraus nach Bd. I bis VII der „Results“ errechneten „Polbahn“, wie sie nach dem 1922.7 vorgenommenen Wechsel in der Tageszeit der Beobachtung eingetreten sind. Wegen der Verschieblichkeit zwischen den Schollen und Blöcken der nachgiebigen Erdkruste ist es nicht plausibel, daß die auf dem 89. Parallel beobachteten Veränderungen von der Größenordnung 0'1, oder 3 m linear, sich ohne weiteres übertragen lassen auf den rund 5600 km entfernten Nordpol. Die in den Tabellen 4, 4a und 6 dargelegten Widersprüche stärken meine schon mehrfach geäußerten Zweifel an der Realität der „Bahn des Poles der Erde“.

Bevor aus diesen lokalen Beobachtungen ein Schluß auf eine, die ganze Erde betreffende Eigenschaft (wie: Verlagerung der fiktiven Rotationsachse, Bahn eines Trägheitspoles, Starrheitskoeffizient, Dreiachsigkeit der Erdfigur, Änderung der Rotationsgeschwindigkeit, Klimaschwankung usw.) gezogen wird, sollten die an den einzelnen Stationen seit 1900 auftretenden, zu großen Widersprüche behoben sein; sie zeigten sich namentlich

- a) in den Schlußfehlern und in ihren mittleren Fehlern,
- b) in den eng damit zusammenhängenden Anstiegen der  $\Delta\delta$ -freien  $\Sigma\Delta\Phi$ ,
- c) darin, daß nach den Bänden I bis VII der „Results . . .“ Polhöenschwankungen aus verschiedenen Tageszeiten (evening, morning) sehr nahe übereinstimmen, während dagegen die aus den  $\Sigma\Delta\Phi$  berechneten Schwankungen Abhängigkeit von der Tageszeit aufweisen; siehe Ergänzungsheft Nr. 11, S. 26/27 u. f.; Astron. Nachr. Nr. 5960, S. 121, Tabelle 6; obige Tabellen 4 bis 6,
- d) in den im obigen Abschnitt 7 erwähnten Unterschieden zwischen Mittelwerten der Polhöhen über längere Zeitspannen.

Die Klärung dieser Widersprüche ist nicht allein im geodätisch-astronomischen Interesse erwünscht, sondern auch dann, wenn geophysikalische, geologische, geographische und mathematisch-mechanische Untersuchungen auf die Ergebnisse der Breitenmessungen gegründet werden sollen. Die hier in Betracht kommenden kleinen Winkelgrößen von der Größenordnung 0'1 liegen zwar an den Grenzen von Sichtbarkeit und Meßgenauigkeit; andererseits stellen sich aber zuweilen bei

---

\*) K. Ledersteger: Eine neue Methode zur Berechnung der Polbahn, Astr. Nachr. **243**, Nr. 5813/14 (1931). — R. Schumann: Über Schwankungen der Stationspolhöhen des Internationalen Breitendienstes, abgeleitet unabhängig von den Deklinationsverbesserungen. I. Mitteilung, Astron. Nachr. **249**, Nr. 5960/61; II. und III. Mitteilung, ebenda **251**, Nr. 6022 bis 23; **252**, Nr. 6027 (1934). — K. Ledersteger: Über die Reduktion der Kettenbeobachtungen des Breitendienstes, Astron. Nachr. **254**, Nr. 6095 (1935). — R. Schumann, Eine Schätzung der Genauigkeit der Summen  $\Sigma\Delta\Phi$ , Astron. Nachr. **255**, Nr. 6098 (1935).

gewissen Anordnungen der Massenmessungen des Breitendienstes stetige Gänge und auffällig gute Übereinstimmungen zwischen Ergebnisgruppen heraus, die auf unabhängige Weise zweifach abgeleitet wurden. Als Beispiel führe ich an; die Übereinstimmung unter den Schlußfehlern in Tabelle 1, Spalte 2; oder auf Zeile 1; oder: den Verlauf der kleinen Unterschiede zwischen den sich kontrollierenden Spalten der Tabellen 4, 5, 6. Dadurch wird die Überzeugung vom Bestehen einer (oder mehrerer) exakt wirkender Ursachen befestigt und die Hoffnung auf Beseitigung jener Widersprüche aufrechterhalten.

9. Unter Hinweis auch auf Schlußabschnitte in früheren Arbeiten erscheinen mir folgende Vorschläge zweckentsprechend.

A. Erstreckung der Messung von Stationspolhöhen über weitere, konstante, äquidistante Tageszeiten, sei es in Anlehnung an die Methoden von W. Struve, Pulkowo 1841-3, I. Vertikal, oder an G. A. Hill, Naval Observatory Washington 4-Gruppenreihe im I. Vertikal, oder an Kimura-Nakano, Mizusawa, 4-Gruppenreihe nach Horrebow-Talkott.

B. Erweiterung des Stationsnetzes auf Parallelkreise verschiedener Breite, aber auch auf Meridianbögen im Hinblick auf die Möglichkeit  $\Delta\delta$ -freier Bestimmung von Stationspolhöhen. Es ist zu begrüßen, daß im letzten Jahrzehnt mehrfach das Stationsnetz erweitert wurde.

C. Vereinigung von Breiten- und von Längenmessungen zur gegenseitigen Kontrolle ihrer Schwankungen auf gleicher Station, zugleich zur Kontrolle über die Zweifel an der Konstanz der Rotationsgeschwindigkeit des Erdkörpers.

D. Einheitliche Reduktion der Messungen seit 1900, insbesondere Befreiung der Stationspolhöhen aus 1912 bis 1922 vom Einfluß der  $\Delta_N$ .

E. Nach Möglichkeit *stationsweises* Berechnen der Messungen einer Station, unabhängig von den Messungen auf anderen Stationen.

Wien, Januar 1936.



## Der Einfluß des Kimuragliedes auf die Polkoordinaten

Von K. Ledersteiger, Wien

Die Zerlegung des Kimura-Gliedes in eine primäre und sekundäre Komponente gestattet die Verfälschung der nach verschiedenen Verfahren abgeleiteten Polkoordinaten durch das z-Glied festzustellen. Die scheinbare „Polbahn“ des sekundären z-Gliedes erhält man unmittelbar, während für das primäre z-Glied der Einfluß nur indirekt durch verschiedene Kombination der Stationen abgeschätzt werden kann.

Die bisher abgeleiteten Ausdrücke für die lokalen z-Glieder der Stationen des Internationalen Breitendienstes weisen derartige Verschiedenheit in den Amplituden auf, daß bei dem üblichen Ansatz:

$$(\varphi_t - \varphi_0) = x_t \cos \lambda + y_t \sin \lambda + z_t \dots \dots \dots (1)$$