

Werk

Jahr: 1927

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:3

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0003

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0003

LOG Id: LOG_0022

LOG Titel: Bestimmung der Hauptmondtide M₀ in Swinemünde für die Jahre 1898 bis 1907

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

Bestimmung der Hauptmondtide M_2 in Swinemünde für die Jahre 1898 bis 1907.

Von Otto Meissner in Potsdam.

Die Hauptmondtide M_2 an der Südküste der Ostsee läßt sich aus täglich achtmal angestellten Beobachtungen bereits für ein Jahr mit leidlicher, bei Zusammenfassung von 5 bis 10 Jahren schon mit recht befriedigender Genauigkeit darstellen.

§ 1. Einleitung. In einer früheren Arbeit¹⁾ hatte ich die S_1 -Welle für die Ostseepegelstationen des Preußischen Geodätischen Instituts in den ersten 20 Jahren des laufenden Jahrhunderts behandelt. Für die Jahre 1898/1899, für die stündliche Beobachtungen vorliegen, sind eine größere Anzahl Tiden von Schweydar in einer Kühnenschen Institutspublikation²⁾ angegeben. Nachstehend gebe ich jährliche Werte der Hauptmondtide M_2 für die Station Swinemünde und den Zeitraum von 1898 bis 1907 (mit einer kleinen Lücke).

§ 2. Für die Zeit vom 1. Juni 1901 bis 8. Juni 1907 sind nämlich in Swinemünde 8 Tageswerte abgelesen, statt der sonst üblichen 4, „so daß für diesen Zeitraum weitere Tiden (außer der ganztägigen Sonnentide S_1) abgeleitet werden können“ [Kühnen in ²⁾]. Kühnen selbst hat S_1 und S_2 für diesen Zeitraum berechnet. Ich habe M_2 gewählt, einmal wegen ihrer Bedeutung, und dann, um zu prüfen, und im Falle eines günstigen Ergebnisses, das sich tatsächlich einstellte, zu zeigen, daß man auch aus so beschränktem Material die M_2 -Tide mit einer ziemlich befriedigenden Genauigkeit erhalten kann. Jetzt, im Zeitalter der Rationalisierung, ist es vielleicht von allgemeinem Interesse zu zeigen, daß man hierbei auch mit recht geringem Rechenaufwand zum Ziele kommt; habe ich doch an mechanischen Hilfsmitteln lediglich den Rechenschieber benutzt.

§ 3. Verarbeitung des Materials. Zunächst habe ich das Material in Mondmonate, beginnend mit dem Neumondstage, geteilt. Von jedem Monat habe ich aber nur 8 Tage benutzt. Denn da dreistündige Intervalle vorliegen, so ist, wenn anfangs 0 Uhr Mondzeit und 0 Uhr Sonnenzeit zusammenfallen, nach $3 \cdot 29\frac{1}{2}/24 = 29\frac{1}{8}$ Tagen 0 Uhr Mondzeit = 3 Uhr Sonnenzeit. An diesem 2. benutzten Tage habe ich also den Wert von 3 Uhr Sonnenzeit unter 0 Uhr Mondzeit geschrieben. Als letzten Wert (21 Uhr Mondzeit) habe ich aber nicht 0 Uhr des betreffenden Tages, sondern 0 Uhr des folgenden Sonnentages geschrieben. Das ist wegen des starken Nullpunktsganges nötig (vgl. auch unten). So bin ich weiter fortgeschritten, je um 4 bis 3 Tage. Vom letzten habe ich demnach nur den Wert für 21 Uhr Sonnenzeit als 0 Uhr Mondzeit benutzt, für die folgenden Stunden die Werte des nachfolgenden Sonnentages.

Bei Benutzung sämtlicher Tage hätte ich die Stundenwerte der hier ausgelassenen Tage unter die Mondstunden rubrizieren müssen, denen sie am nächsten waren. Dadurch hätte ich für die Ableitung der endgültigen Werte

einen starken Vergrößerungsfaktor bekommen, mit dem natürlich auch die Unsicherheit sich entsprechend vergrößert hätte. Das hätte den Genauigkeitsgewinn durch das größere Material praktisch völlig wieder aufgehoben, und ich hätte lediglich eine $3\frac{1}{2}$ mal so große Rechenarbeit gehabt.

Von den in ganzen Millimetern vorliegenden Werten habe ich jedesmal eine auf 100 mm abgerundete passende Konstante abgezogen, um möglichst kleine Zahlen zu erhalten. Auf den absoluten Wert kommt es ja hier nicht an. Doch nahm ich die Konstante gewöhnlich kleiner als den kleinsten vorkommenden Wert, so daß ich nur positive Zahlen zu addieren hatte, was immerhin eine merkliche Rechenerleichterung ist.

§ 4. Elimination des Nullpunktsganges. Die Ermittlung der M_2 -Tide aus dem vorhandenen Material wäre ohne die Berücksichtigung des Nullpunktsganges, der wenigstens die größten Störungen leidlich beseitigt, natürlich völlig unmöglich gewesen. Deshalb habe ich als 9. Spalte (vgl. das Beispiel 1 unten) noch 24 Uhr = 0^h Mondzeit des folgenden Tages hinzugenommen und nachher die Differenz zwischen 0^h und 24^h linear angebracht. Zwar ist der Gang natürlich in den seltensten Fällen auch nur annähernd linear, aber, wie ich früher einmal nachgewiesen habe³⁾, ist jede andere Annahme noch willkürlicher; auch die Mitnahme eines quadratischen Gliedes ist nicht empfehlenswert.

§ 5. Berechnung der Konstanten. Da ich aus formalen Gründen bei der endgültigen Berechnung Zehntelmillimeter als Einheit haben wollte, habe ich die Summen der 8 Werte einfach mit $\frac{10}{8}$ multipliziert, d. h. $\frac{1}{4}$ des Wertes hinzugezählt. — Die Amplitude a_2 des Sinusgliedes erhält man aus (3) + (15) — (9) — (21), in wohl verständlicher abgekürzter Bezeichnungsweise, und entsprechend den Wert für b_2 .

§ 6. Reduktion von Phase und Amplitude. Da ich um 0 Uhr Mondzeit anfangs und nach Sonnenstunden gebildete Werte habe, ist um 24 Uhr (welchen Wert ich, wie oben gesagt, des Nullpunktsganges halber mitführen mußte) der Mond bereits um $360/29\frac{1}{2} = \text{rund } 12^\circ$ zurückgeblieben. Die Phase ist also aus diesem Grunde um die Hälfte dieses Betrages zu korrigieren, aber der Betrag ist, da es sich um eine halbtägige Welle handelt, zu verdoppeln, es sind also 12° . — Weiter ist zu bemerken, daß sich bei jedem folgenden Tage in der Berechnungstabelle die Phase um $\frac{1}{8} \cdot 12^\circ$ verschiebt, da jedesmal ein Wert des betreffenden Sonnentages vorn wegfällt und einer des nächstfolgenden am Schlusse hinzukommt. So fallen z. B. am 4. Tage, der genommen wird, die ersten 3 Stunden des (Sonnen-) Tages fort, und statt ihrer kommen an den Schluß die 3 (bzw. wegen des Nullpunktsganges 4) Werte des folgenden Tages. Das gibt eine zweite Korrektur der Phase um $\frac{1}{2} \cdot \frac{7}{8} \cdot 2 \cdot 12^\circ = 10\frac{1}{2}^\circ$. Im ganzen sind also von der errechneten Phase $22\frac{1}{2}^\circ$ abzuziehen. Vorgreifend sei hier bemerkt, daß die Phase dann mit der von Schweydar nach einer strengen Methode berechneten ausgezeichnet übereinstimmt.

Die Amplitude muß aus diesem Grunde, und weil 0 Uhr Mondzeit nicht immer genau um Mitternacht des ersten benutzten Tages ist, einen Vergröße-

rungsfaktor bekommen, der ziemlich genau = 1.10 ist. — Übrigens habe ich die Reduktion von Amplitude und Phase erst bei den Endwerten vorgenommen.

§ 7. Beispiel. Das folgende, willkürlich herausgegriffene Beispiel 1 gibt genau die Ausführung meiner wirklichen Rechnung wieder, mit Ausnahme der ersten Zeile, die ich, als selbstverständlich, bei der Rechnung niemals mit hingeschrieben habe.

Beispiel 1. Swinemünde 1904.

Datum	0h	3h	6h	9h	12h	15h	18h	21h	24h			
März 17.	158	120	41	53	43	14	23	57	97			
(-1) 21.	123	116	30	40	-25	-45	-58	-78	3	sin	cos	
(-2) 24.	76	42	-22	16	24	-48	-17	-33	-52	+195	+356	
(-3) 28.	32	23	-50	8	-34	-59	-82	-103	-35	+50	+233	
April												
(-4) 1.	37	-50	-126	-96	-14	-48	-16	54	52	-146	+96	
(-5) 4.	61	38	-14	-18	-8	-56	-88	-47	53	+76	+141	
(-6) 8.	51	37	4	1	107	23	-4	-55	-17	+175	+826	(:4)
(-7) 12.	-9	4	1	4	22	54	43	33	126	+44	+207	(×1 ¹ / ₄)
Nullp. . .	0	+38	+77	+115	+154	+192	+231	+269	<u>221</u>	$a_2 = +55$		(±68)
Σ	529	368	-60*	123	269	27*	32	97	+308!	$b_2 = +259$		
Abw. v. M.	+356	+195	-233	-50	+96	-146	-141	-76				

Die kleinen Zahlen neben dem Datum geben an, wieviel von den Werten des betreffenden Datums auszulassen (und am Schlusse, wie bereits bemerkt, durch die folgenden Ablesungen des nächsten Tages zu ersetzen) sind. Bei -3 z. B. ist unter 0 Uhr Mondzeit der 4. Ablesungswert, nämlich 9 Uhr Sonnenzeit, einzusetzen usf. Die Zeile Nullp. gibt die lineare Korrektur der Werte wegen des Nullpunktsganges. Rechts daneben steht die Berechnung der Komponenten a_2 und b_2 in $\frac{1}{10}$ mm aus den Summen in der angedeuteten Weise. Wie unbedingt nötig die Berücksichtigung des Nullpunktsganges ist, zeigt das Beispiel, bei dem er noch nicht einmal extrem groß ist: ohne ihn würde sich a_2 zu -5 (statt +55) und b_2 zu 301 (statt 259) ergeben.

§ 8. Ableitung der Endergebnisse. Im ganzen habe ich 98 Mondmonate auf diese Art bearbeitet. 1901 konnten nur 7, im letzten Jahre der Reihe, 1907, gerade noch 5 (und dies auch nur, weil in den ersten Junitagen auch noch 8 Ablesungen gemacht waren) gebildet werden. Zweimal hatte ein Jahr 13 Mondmonate (1903 und 1906).

Umstehendes Beispiel 2 zeigt, wie die Werte für einen einzelnen Mondmonat noch sehr unsicher sind, naturgemäß besonders im Winter mit seinen starken unregelmäßigen Wasserbewegungen. 1899, das ich als Beispiel gewählt habe, ist übrigens gerade fast das ungünstigste Jahr. Gleichwohl ist das Jahresmittel bereits dem wahren ziemlich nahe kommend. Die Quotienten des Abbe-Helmertschen Kriteriums deuten einen jährlichen Gang der Koeffizienten an, den ich jedoch, weil er in den einzelnen Jahrgängen zu verschieden ist, und weil überhaupt die Werte für einen einzelnen Monat zu unsicher sind, nicht näher untersucht habe.

Wie man aus umstehender Tabelle 1 ersieht, stimmen die Mittel aus den 8 Jahren (1901 und 1907 zusammen als ein Jahr gerechnet) mit den von

Schweydar, a. a. O., angegebenen, auf strenge Weise aus stündlichen Ablesungen hervorgegangenen Werten nach Reduktion von Phase und Amplitude vollständig überein. Noch ein Wort über den mittleren Fehler! Die Genauigkeit sollte bei Schweydar für ein einzelnes Jahr, da er 24 statt 8 Stundenwerte und 30

Beispiel 2. Swinemünde 1899. (Einheit 0.1 mm.)

Mondmonat	a_2	b_2	z
1	+174	-115	15
2	+ 29	+ 15	+ 46
3	- 24	+160	+ 35
4	- 40	+ 53	- 41
5	-136	+159	+ 86
6	- 54	+ 36	- 10
7	- 82	+129	+ 26
8	- 1	+ 10	- 89
9	+ 26	+162	-100
10	-151	+ 91	- 59
11	+ 10	+ 60	+219
12	+ 60	+239	-155
Mittel	- 16	+ 83	
Mittl. Fehler . .	± 29	± 33	
Quotient	1.43	1.36	
c_2		85	
φ_2		349 ⁰	

Tabelle 1.

Jahresmittel der Konstanten der M_2 -Welle in Swinemünde 1898 bis 1907. (Einheit 0.1 mm.)

Jahr	a_2	μ	$Q(a_2)$	b_2	μ	$Q(b_2)$	c_2	φ_2
1898	- 1	± 24	0.95	+ 70	± 22	0.62	70	359 ⁰
1899	-16	± 29	1.43	+ 83	± 33	1.36	85	349
1901*)	-48	± 30	0.81	+ 45	± 23	1.51	66	313
1902	-21	± 17	1.65	+ 91	± 15	1.05	93	347
1903	-36	± 30	1.05	+ 89	± 24	0.96	96	338
1904	+25	± 30 ^{1/2}	0.96	+101	± 23	1.99	104	374
1905	+ 1	± 21	1.54	+106	± 25	1.24	106	361
1906	-20 ^{1/2}	± 18	0.82	+114	± 23	1.14	116	350
1907**)	-34	± 27	0.76	+ 67	± 22	1.04	75	333
Mittel	-14	± 25	1.11	+ 89	± 23	1.21	90	351 ⁰
Mittl. Fehler . . .	± 7 ^{1/2}	± 2	± 0.11	± 9	± 1 ^{1/2}	± 0.13	± 9	± 5 ^{1/2}
Reduz. Mittel . .							99	328 ^{1/2}
Schweydar***)							100	326 ^{1/2}
							± 14	± 1 ^{1/2}

*) $p = 0.7$. — **) $p = 0.5$ bei der Mittelbildung. — ***) Streng aus 24-Stdn.-Werten der Jahre 1898/99.

statt 8 Tage im Mondmonat benutzte, etwa 11 mal kleiner sein. Ihm standen aber nur 2 statt hier 8 Jahre zur Verfügung, also wäre die Genauigkeit nur $11/4$ mal so groß. Tatsächlich ist der mittlere Fehler meiner Reihe für die Amplitude sogar kleiner als bei Schweydar, für die Phase aber etwas größer als theoretisch zu erwarten. Man kann also sagen, daß man auf die von mir an-

gegebene Weise aus 8 Jahren die M_2 -Welle ebensogut erhält, wie aus 2 Jahren stündlicher Beobachtungen und mit einem bedeutend kleineren Rechenaufwand!

§ 9. Anhang über die eintägige Mondwelle. Eine eintägige Mondwelle M_1 , analog der Sonnentide S_1 , sollte zwar theoretisch nicht existieren, da aber an manchen Orten durch Interferenz doch solche Wellen vorkommen, habe ich sie der Vollständigkeit wegen auch hier berechnet.

Tabelle 2.

Konstanten der eintägigen Mondwelle (M_1) in Swinemünde 1898 bis 1907.
(Einheit 0.1 mm.)

	a_1		b_1		Gewicht
1898	+ 64	± 44	- 73	± 41	1
1899	- 10	51	+ 24	51	1
1901	+ 119	36	- 60	60	0.7
1902	- 14	63	- 31	64	1
1903	+ 56	59	- 100	31	1
1904	- 15	48	+ 85	50	1
1905	- 34	35	- 18	59	1
1906	+ 5	39	- 65	41	1
1907	+ 29	41	- 105	38	0.5
Mittel	+ 17	(± 45)	- 32	(± 48)	
	± 8		± 21		
c_1	36 ± 17				
g_1	152⁰ (reduziert:) 141⁰				

Wie man sieht, sind die Werte für ein einzelnes Jahr von derselben Größenordnung wie die für die M_2 -Welle. Im Mittel aber sind sie beträchtlich kleiner. Das deutet darauf hin, daß diese Welle, obwohl formal die Koeffizienten ihre mittleren Fehler übertreffen, doch für die Ostsee keine reelle Bedeutung hat, sondern nur unausgeglichene Reste des Nullpunktsganges darstellt.

§ 10. Man könnte nun versuchen, auf eine ähnliche Weise wie hier, auch bei nur täglich viermaligen Ablesungen die M_2 -Welle zu erhalten. Für die halbtägige Sonnenwelle S_2 ist dies zwar aus mathematischen Gründen unmöglich¹⁾, aber die Mondwelle verschiebt sich ja, und so ist das Unternehmen nicht von vornherein aussichtslos. Tatsächlich aber hat es sich nach meinen Versuchen als unmöglich erwiesen, auf irgend eine Art aus vier Tageswerten eine zuverlässige Bestimmung der M_2 -Welle zu gewinnen. Das ist sehr bedauerlich, denn an ruhigen Tagen läßt sich die halbtägige Mondwelle selbst an den östlichsten Stationen des Preußischen Geodätischen Instituts, Pilau und Memel, wo sie am kleinsten ist, schon mit bloßem Auge auf den zehnfach vergrößernden Registrierbogen deutlich erkennen.

Literatur.

- 1) Annalen der Hydrographie 1927. (Erscheint noch.)
- 2) Das Mittelwasser der Ostsee und der Nordsee. Veröff. des Kgl. Preuß. Geodät. Instituts, N. F., Nr. 70.
- 3) Astron. Nachr. 186, 57 f.
- 4) Annalen der Hydrographie 1927. (Erscheint noch.)