

Für den nicht-periodischen Einfluss ergab sich Folgendes:

(a) *Für Zeiten.* Bei zunehmender Declination des Mondes findet eine Abnahme der mittlern Hochwasser- und Niedrigwasserzeiten statt. Die Total-Abnahme zwischen Null- und Maximum-Declination beträgt für Hochwasser annähernd zwischen 6 und 7 Zoll; für Niedrigwasser dagegen 3 bis 4 Zoll.

(b) *Für Höhen.* Eine Zunahme der Declination scheint eine geringe Abnahme der mittlern Hochwasserhöhen zu bewirken; die Niedrigwasserhöhen dagegen nehmen ab, und zwar ohngefähr 5 Zoll zwischen Null- und Maximum-Declination.

(c) *Für den Retardationswinkel.* Aus einer graphischen Darstellung ergab sich, dass eine Zunahme der Declination einer Abnahme der Grösse α entspricht, sowohl für die Zeiten als die Höhen der Hoch- und Niedrigwasser. Diese Abnahme ist für die Zeiten von Hoch- und Niedrigwasser ohngefähr die gleiche und beträgt zwischen 8° und $15^{\circ}5$ Declination ohngefähr 5 Minuten; zwischen $15^{\circ}5$ und $21^{\circ}5$ dagegen nur 4 Minuten.

Die Untersuchung des periodischen Einflusses der Aenderung der Mond-Declination führt zu den folgenden Resultaten:

(a) *Zeiten.* Eine Zunahme der Declination bewirkt eine Zunahme der Amplitude des Hoch- und Niedrigwassers, welche für das Erstere grösser zu sein scheint als für das Letztere.

(b) *Höhen.* Eine Zunahme der Declination bedingt eine Zunahme der Amplitude des Hochwassers und eine Abnahme der Amplitude des Niedrigwassers.

(Die Tabellen, enthaltend die Correction der halbmonatlichen Ungleichheit wegen Declination des Mondes, siehe folgende Seite).

Tägliche Ungleichheit.

Tägliche Ungleichheit in Höhe. Bei nördlicher Declination ist jenes Hoch- oder Niedrigwasser, welches der oberen Culmination des Mondes folgt, das höhere der beiden Hoch- oder Niedrigwasser des Tages, während es bei südlicher Declination das niedrigere ist.

Dieser Satz erheischt jedoch eine gewisse Correction, welche weiter unten mitgetheilt werden soll; denn die Epochen von Null-Declination und des Verschwindens der täglichen Ungleichheit fallen nicht zusammen. Schott*) entdeckte ein ähnliches Verhältniss für Port Foulke;

*) Physical Observations in the Arctic Seas. By Isaac J. Hayes. Reduced and discussed by Charles A. Schott, p. 156.

Correction der halbmonatlichen Ungleichheit wegen Declination des Mondes.

a. Zeiten.

Appr. Stunde der Mondculmination		Für Hochwasserzeiten					Halbmonatliche Ungleichheit	Für Niedrigwasserzeiten					Halbmonatliche Ungleichheit
		Declination =						Declination =					
		5:9	7:8	16:8	21:5	23:3		6:1	8:1	16:8	21:6	23:5	
		zwischen						zwischen					
0°—12°	0°—15:5	12°—21°	15:5—25°	21°—25°		0°—12°	0°—15:5	12°—21°	15:5—25°	21°—25°			
h. m.	m.	m.	m.	m.	m.	h. m.	m.	m.	m.	m.	h. m.		
0 30	+ 1	+ 4	+ 2	- 2	- 3	12 24	+ 3	+ 1	- 6	- 2	+ 2	18 28	
1 30	6	6	4	3	0	12 05	8	8	0	6	- 6	18 05	
2 30	9	9	+ 8	6	- 12	11 46	9	5	+ 3	5	17	17 45	
3 30	15	5	- 4	4	10	11 27	- 16	8	- 4	7	8	17 37	
4 30	11	16	+ 3	11	10	11 16	4	10	+ 13	8	13	17 25	
5 30	15	+ 19	8	- 12	16	11 14	18	+ 16	5	- 13	17	17 31	
6 30	3	- 1	+ 8	0	- 16	11 59	+ 3	- 3	2	+ 2	- 8	18 12	
7 30	+ 2	+ 2	- 12	- 2	+ 13	12 42	- 7	3	+ 7	3	+ 1	19 03	
8 30	- 11	- 6	+ 1	+ 7	11	13 06	4	5	- 8	3	12	19 22	
9 30	+ 3	2	- 12	- 4	3	13 07	6	7	9	5	17	19 18	
10 30	- 5	11	+ 1	+ 9	5	12 59	8	7	- 5	7	14	19 05	
11 30	- 5	- 4	- 3	+ 5	+ 11	12 44	- 10	- 10	0	+ 7	+ 6	18 47	
Mittel	+ 3.6	+ 3.0	- 0.3	- 1.9	- 2.0	12 14	+ 2.2	+ 1.1	- 0.2	- 1.1	- 1.4	18 23	

b. Höhen.

Appr. Stunde der Mondculmination		Für Hochwasserhöhen					Halbmonatliche Ungleichheit	Für Niedrigwasserhöhen					Halbmonatliche Ungleichheit
		Declination =						Declination =					
		5:9	7:8	16:8	21:5	23:3		6:1	8:1	16:8	21:6	23:5	
		zwischen						zwischen					
0°—12°	0°—15:5	12°—21°	15:5—25°	21°—25°		0°—12°	0°—15:5	12°—21°	15:5—25°	21°—25°			
h. m.	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	
0 30	+0.42	+0.49	+0.64	+1.09	+1.51	7.22	-1.42	-1.24	-0.81	-0.28	+0.25	1.84	
1 30	0.42	0.50	0.68	1.12	1.44	7.24	1.18	1.05	0.83	0.36	-0.02	1.89	
2 30	0.48	0.62	0.76	0.65	0.66	7.03	0.58	0.61	0.39	0.40	0.47	2.04	
3 30	0.70	0.60	+0.38	+0.23	+0.17	6.78	-0.13	-0.16	-0.15	0.31	0.40	2.24	
4 30	0.43	+0.36	-0.27	-0.57	-0.54	6.21	+0.56	+0.60	+0.35	-0.05	-0.16	2.76	
5 30	+0.08	-0.05	0.46	1.04	1.28	5.73	0.83	0.99	0.81	+0.34	+0.33	3.15	
6 30	-0.30	0.30	0.87	1.54	1.78	5.39	1.33	1.19	0.81	0.65	0.45	3.40	
7 30	0.42	0.58	1.12	1.30	1.53	5.43	0.88	0.76	0.45	0.84	1.11	3.32	
8 30	0.36	0.50	0.85	0.72	0.64	5.79	+0.02	+0.09	0.29	0.71	0.99	2.93	
9 30	0.18	-0.18	-0.03	-0.15	-0.24	6.23	-0.43	-0.31	+0.33	0.41	0.63	2.59	
10 30	-0.13	+0.02	+0.44	+0.38	+0.40	6.62	1.13	1.00	-0.27	0.19	0.42	2.17	
11 30	+0.22	+0.29	+0.58	+1.04	+1.32	7.07	-1.44	-0.85	-0.73	+0.13	+0.68	2.06	
Mittel	+0.11	+0.10	-0.01	-0.07	-0.04	6.39	-0.19	-0.13	-0.01	+0.15	+0.32	2.53	

jedoch streng genommen nur für die Hochwasser dieses Orts, woselbst bei Niedrigwasser die tägliche Ungleichheit in Höhe verschwindet, wenn diejenige des Hochwassers ihren Maximalwerth erreicht. Aus unsern eigenen Beobachtungen geht ferner hervor, dass einem hohen Niedrigwasser ein niedriges Hochwasser folgt. Es findet nur dann von dieser Regel eine Ausnahme statt, wenn der Mond den Aequator passirt. Für die europäischen Küsten ist dies anders, denn dort folgt einem hohen Niedrigwasser gewöhnlich ein hohes Hochwasser. Dagegen findet Koldewey*) für die Gezeiten der Sabine-Insel die gleiche Eigenthümlichkeit, deren wir hier erwähnten.

Die tägliche Ungleichheit der Höhen ist überaus gering. Sie beträgt weniger als die Hälfte der Werthe, welche Schott für Port Foulke und Rensselaer Hafen ermittelt hat, und ist gleichfalls geringer als im Germania-Hafen der Sabine-Insel. Eine graphische Darstellung dieser Ungleichheit würde unregelmässige Curven ergeben, welche die Axe nahe den Epochen von 0° Declination schneiden würden. In Uebereinstimmung mit dem oben aufgestellten Satze würden diejenigen Curven, welche von den obern Culminationen abhängen, über die Axe fallen oder positive Ordinaten besitzen, wenn die Declination des Mondes nördlich ist; bei südlicher Declination würden sie dagegen unter die Axe fallen oder negativ sein. Der Unterschied zwischen der mittlern Amplitude der Hochwasser- und Niedrigwasser-Ungleichheiten ist sehr gering. Die mittlere Maximalamplitude beträgt für Hoch- und Niedrigwasser ohngefähr 1 Fuss. Theoretisch würde man eine solche geringe Amplitude a priori erwarten, da unter hohen Breiten die Ungleichheit nur gering sein kann. Das Intervall zwischen den Epochen von Null-Declinationen und den Epochen des Verschwindens der täglichen Ungleichheit in Höhe ist in der Tabelle (S. 545) zur Anschauung gebracht.

Das mittlere Intervall aus 14 halben Mondläufen beträgt für die Hochwasser-Ungleichheit 2.9 Tage. Bei der Sabine-Insel beträgt die gleiche Grösse etwa $1\frac{1}{2}$ Tage, im Rensselaer Hafen 1.6 und in Port Foulke 1.9 Tage. Die Niedrigwasser-Ungleichheit zeigt das auffallende Verhalten, dass die Intervalle sich auf ohngefähr zwei Tage vor und nach den Epochen beschränken, in welchen die Declination des Mondes Null wird. So ergibt sich für Hochwasser die Minimalungleichheit im Mittel 2.9 Tage nach der Epoche der geringsten Kraft und für Niedrigwasser 17 Stunden vor derselben. Es war uns nicht möglich, in den Beobachtungen von andern Orten ein ähnliches Verhalten zu entdecken; aber aus

*) Die zweite Deutsche Nordpolfahrt, in den Jahren 1869 u. 1870, unter Führung des Kapitän Karl Koldewey. Leipzig 1874. Bd. II, p. 662.

Epochen des Verschwindens der Ungleichheit in Höhe, nebst den Intervallen zwischen diesen und den Epochen von Null-Declination.

Mond-Null-Declination Mittlere Ortszeit Polaris-Bay	Die tägliche Ungleichheit in Höhe verschwindet für		Intervall für	
	Hochwasser	Niedrigwasser	Hochwasser	Niedrigwasser
1871. — Nov. 9. 21 ^h	Nov. 11. 14 ^h	Nov. 7. 08 ^h ?	+1 ^d 19 ^h	—2 ^d 13 ^h ?
Dec. 7 07	Dec. 9 04	Dec. 6 02	+1 21	—1 05
Dec. 19 20	Dec. 22 04	Dec. 19 02	+2 08	—0 18
1872. — Jan. 3 15	Jan. 8 18	Jan. 3 06	+5 03	—0 09
Jan. 16 03	Jan. 20 03	Jan. 16 14	+4 00	+0 11
Jan. 30 21	Feb. 4 20	Jan. 31 04	+4 23	+0 07
Feb. 12 12	Feb. 18 05	Feb. 14 14	+5 17	+2 02
Feb. 27 01	Feb. 26 11	—0 14
März 10 21	März 14 16	März 10 13	+3 19	—0 08
März 25 08	März 29 23	März 25 22	+4 15	+0 14
Apr. 7 06	Apr. 9 05	Apr. 6 13	+1 23	—0 17
Apr. 21 17	Apr. 22 13	Apr. 19 10	+0 20	—2 07
Mai 4 14	Mai 5 21	Mai 2 12	+1 07	—2 02
Mai 19 03	Mai 20 06	Mai 17 02	+1 03	—2 01
Mai 31 20	Juni 2 22	Mai 30 22	+2 02	—0 22
Mittlere Intervalle			+2 23	—0 17

einer dreijährigen Beobachtungsreihe, welche aus Kurrachee in Indien stammt, scheint sich zu ergeben, dass das Maximum der täglichen Flut dem Maximum der Kraft vorausgeht.

Nach Sir John Lubbock lässt sich die Mondcomponente der täglichen Ungleichheit durch die Formel $d_h = C \sin 2 d_m$ ausdrücken, in welcher d_m die Declination des Mondes und C eine Constante bezeichnet, welche durch die Beobachtung ermittelt werden muss.

In dem vorliegenden Falle wird die mathematische Darstellung der täglichen Ungleichheitscurve nur von geringem Werthe sein können, denn die Amplitude der Curve ist gering, ihre Form complicirt und die Beobachtungsreihe, aus welcher sie dargestellt werden konnte, verhältnissmässig kurz. Wahrscheinlich lässt sich die durchschnittliche Form dieser Curve nahe genug ausdrücken durch:

$$d_h = 14.5 \sin 2 d_m \text{ für Hochwasser, und}$$

$$d_h = 13.05 \sin 2 d_m \text{ für Niedrigwasser.}$$

Tägliche Ungleichheit in Zeit. Die Epochen des Verschwindens dieser Ungleichheit sind äusserst veränderlich. Sie scheinen sich für Hochwasser auf 3.3 Tage vor und auf 1.1 Tag nach Null-Declination zu beschränken, und zeigen in dieser Hinsicht eine ähnliche Eigenthümlichkeit, wie die Ungleichheit in Höhe des Niedrigwassers. Die durch-

schnittliche Acceleration der Epoche des Verschwindens beträgt für die Hochwasser-Ungleichheit ohngefähr 1.9 Tage. Die Ungleichheits-Epoche des Niedrigwassers schwankt zwischen 4.1 Tagen nach und 1.3 Tagen vor Null-Declination. Die durchschnittliche Verspätung beträgt 2.1 Tage, also nahezu so viel, wie die Höhen-Ungleichheit des Hochwassers. Die durchschnittlichen Maximal-Amplituden dieser Ungleichheit sind für Hoch- und Niedrigwasser nahezu gleich: bei jenem $1^h 13^m$ und $1^h 9^m$ bei diesem.

Die Form der Flutwellen.

Da die Flutwelle durch die Wirkung periodischer Kräfte erzeugt wird, so sollte ihre Form, abgesehen von nichtperiodischen Störungen, nahezu den Gesetzen entsprechen, welche die Wirkung solcher Kräfte beeinflussen.

Wegen der Kürze unserer Beobachtungsreihe beschränkten wir unsere Untersuchung ausschliesslich auf die Spring- und Nippflut. Aus 42 Beobachtungen ergeben sich als mittlere Ordinaten der erstern die folgenden Werthe:

1^{h93} , 2.31, 3.27, 4.59, 5.97, 6.91, 7.32, 6.95, 5.97, 4.55, 3.27, 2.33, 2.02;

und aus 39 Beobachtungen für die Nippflut:

3^{h23} , 3.40, 3.81, 4.36, 4.90, 5.29, 5.42, 5.31, 4.89, 4.34, 3.82, 3.49, 3.30.

Wenn wir diese Werthe nach der Besselschen Formel für periodische Functionen in eine analytische Form bringen, so erhalten wir für die Springflutwelle:

$$h = (2^{m69} + 1^{m93}) + 2^{m644} \sin(\Theta + 270^{\circ} 02') + 0^{m035} \sin(2\Theta + 85^{\circ} 16');$$

und für die Nippflutwelle:

$$h = (1^{m13} + 3^{m23}) + 1^{m058} \sin(\Theta + 269^{\circ} 50') + 0^{m015} \sin(2\Theta + 144^{\circ} 47').$$

Da in jeder der beiden Wellen der Unterschied zwischen den beiden Hochwassern weniger als 1 Zoll beträgt, so wurden die Constanten in diesen beiden Gleichungen direct aus den Werthen berechnet, welche die mittleren Ordinaten der Wellen darstellen. Von jeder Ordinate wurden zuvor 1^{m93} , beziehungsweise 3^{m23} subtrahirt.

Die folgende Tabelle enthält das Resultat dieser Untersuchung: