

# I.

## Hydrographie.

---

### 1. Ebbe- und Flutbeobachtungen.

Die regelmässigen Flutbeobachtungen nahmen am 6. November 1871 in der Polaris-Bay ihren Anfang und wurden bis zum 6. Juni 1872 fortgesetzt. Sie erstrecken sich daher ohngefähr auf sieben Lunationen. Gewöhnlich erfolgten die Lesungen stündlich; in seltenern Fällen halbstündlich oder in Zeiträumen von 10 Minuten. Mit wenigen kurzen Unterbrechungen, durch Stürme und das Aufbrechen des Eises hervorgerufen, ist das Register für die angegebene Periode vollständig.

Eine Abbildung des Pegels, dessen wir uns bedienten, findet sich auf Seite 203 dieser Schrift. Derselbe war über einer viereckigen Oeffnung des Eises aufgestellt, etwa eine Viertel-Seemeile von dem Ufer entfernt, wodurch die Flutwelle ungehinderten Zutritt hatte. Infolge der verhältnissmässig bedeutenden Entfernung des Apparats von dem Observatorium wurden die Ablesungen nicht von den wissenschaftlichen Mitgliedern der Expedition gemacht, sondern von einigen Matrosen. Gewöhnlich von Hermann Siemens, Robert Krüger und Heinrich Hobby, die von dem gewöhnlichen Schiffsdienste deshalb dispensirt waren. Die Beobachtungen wurden von dem Verfasser täglich controlirt und abgeschrieben. Bevor dies geschah, untersuchte derselbe stets den Stand der Uhr, deren die Leute sich bedienten.

Die ganze Beobachtungsreihe umfasst 379 Hochwasser und 380 Niedrigwasser, welche auf der folgenden Tafel graphisch dargestellt sind.

### Untersuchung der Fluctuationen des mittleren Meeresspiegels.

Bei der Bestimmung des Niveau des mittleren Meeresspiegels wurden die gleichen Methoden in Anwendung gebracht, deren sich das Coast Survey Office der Vereinigten Staaten bedient.

Wirkung des Luftdrucks. Die Untersuchung zeigt, dass einem Steigen des Barometers von 0<sup>z</sup>5577 ein Fallen des mittleren Meeresspiegels von 0<sup>z</sup>9724 entspricht, was ein Verhältniss ergibt wie 1:17.4, wobei die Wirkung des Windes auf den Luftdruck jedoch ausgeschlossen ist. Ziehen wir diese in Betracht, so finden wir, dass eine Höhenänderung des Barometers von 0<sup>z</sup>4785 eine Höhenänderung des mittleren Meeresspiegels von 0<sup>z</sup>681 bedingt. Das Verhältniss wird daher = 1:14.2.

Wirkung der Winde. Starke N.- und S.-Winde scheinen ein Steigen des mittleren Meeresspiegels von 3<sup>z</sup> bis 4<sup>z</sup> zu bedingen. Die Wirkung der Winde aus den übrigen Richtungen ist jedoch gering. Das Resultat dieser Untersuchung ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Richtung des Windes	Anzahl der Beobachtungen	Wirkung		Mittlere stündl. Geschwindigkeit des Windes
		+	-	
		Fuss	Fuss	Meilen
Calmen	104	. . . . .	. . . . .	. . . . .
N.	10	0.33	. . . . .	18
N.-E.	215	. . . . .	0.03	17
E.	171	0.09	. . . . .	4.5
S.-E.	68	0.05	. . . . .	3
S.	13	0.34	. . . . .	40
S.-W.	100	0.02	. . . . .	9
W.	26	. . . . .	0.06	4
N.-W.	28	0.03	. . . . .	4

Wirkung der Declination des Mondes und der Sonne. Die Abhängigkeit der Fluctuation der mittleren Meereshöhe von den Aenderungen der Declination des Mondes und der Sonne lässt sich theoretisch durch die folgende Formel ausdrücken:

$$A \sin^2 d_m + B \sin^2 d_s,$$

in welcher  $d_m$  die Declination des Mondes,  $d_s$  die Declination der Sonne bezeichnet. Die Constanten  $A$  und  $B$ , welche in der Nähe des Aequators und der Pole grösser sind als in mittleren Breiten, müssen für jeden Ort aus den Beobachtungen ermittelt werden.

Diese Untersuchung wurde derart ausgeführt, dass die mittleren Meereshöhen, aus den Beobachtungen der einzelnen Tage abgeleitet,





zunächst mit der Declination des Mondes um Mittag des betreffenden Tages tabellarisch zusammengestellt wurden. In einigen Theilen dieser Tabelle trat eine gewisse Gesetzmässigkeit sofort klar zu Tage; in andern dagegen nicht. Um zu ermitteln, wie weit Theorie und Beobachtung übereinstimmen, war es nöthig, die mittleren Meereshöhen in Gruppen von verschiedenen Declinationswerthen zu theilen, und zu untersuchen, ob die Abnahme oder Zunahme der aus diesen Gruppen hervorgegangenen Mittelwerthe einem Ausdruck von  $Z + A \sin^2 d_m$  entspricht, worin  $Z$  die mittlere Meereshöhe bei einer Declination von  $0^\circ$  und das zweite Glied,  $A \sin^2 d_m$ , den Unterschied zwischen den Meereshöhen bei  $d_m$  und  $0^\circ$  Declination bezeichnet. Wir theilten dementsprechend die Meereshöhen in Gruppen für Declinationen zwischen  $0^\circ$  und  $5^\circ$ ,  $5^\circ$  und  $10^\circ$ ,  $10^\circ$  und  $15^\circ$  u. s. w., ohne jedoch dadurch ein befriedigendes Resultat zu erzielen. Es zeigte sich, dass die Anzahl der Werthe in den einzelnen Gruppen zu gering war. Um nun für jede Gruppe möglichst viele Werthe zu erhalten, wurde folgendes Verfahren angewandt:

Die sämmtlichen mittleren Meereshöhen der oben erwähnten Tabelle wurden addirt und aus ihrer Summe das Mittel gezogen. Aus 195 Werthen ergab sich, dass die mittlere Meereshöhe  $L = 4^{\text{rs}}459$  der Declination  $d_m = 15^\circ 30'$  entspricht. Dieser Werth von  $L$  scheint vollständig verlässlich zu sein, denn er stimmt gut überein mit dem Mittel aus den Höhen von Hoch- und Niedrigwasser  $\left(\frac{6.39 + 2.53}{2}\right) = 4^{\text{rs}}46$ , wie sich aus der später folgenden Discussion der halbmonatlichen Ungleichheit in Höhe ersehen lässt. Die Meereshöhen wurden darauf in Gruppen von Werthen getheilt, welche Declinationen über und unter dem zuvor erwähnten Mittelwerthe  $d_m = 15^{\circ}5$  entsprachen.

Auf diese Weise erhielten wir:

Aus 90 Werthen  $L = 4^{\text{rs}}365$ , entsprechend  $d_m = 8^\circ 06'$ .

Aus 105 Werthen  $L = 4^{\text{rs}}540$ , entsprechend  $d_m = 21^\circ 40'$ .

Um nun die Variation und deren Amplitude zu ermitteln, müssen wir die Werthe der mittleren Meereshöhen kennen, wenn die Declination des Mondes gleich Null ist oder ihr Maximum erreicht. Wir erhielten:

Aus 15 Werthen, die Null  $d_m$  am nächsten kommen,

$L = 4^{\text{rs}}319$ , entsprechend  $d_m = 1^\circ 30'$ .

Aus 13 Werthen, die dem Maximum  $d_m$  am nächsten kommen,

$L = 4^{\text{rs}}690$ , entsprechend  $d_m = 24^\circ 58'$ .

Nach diesen Werthen würde die Variation zwischen  $d_m = 1^\circ 30'$  und  $d_m = 24^\circ 58'$  sich zu  $0^{\text{rs}}371$  ergeben. Die Verlässlichkeit dieses

Resultats wird durch die geringe Zahl der Beobachtungen jedoch ziemlich beeinträchtigt.

Wir wollen uns deshalb der erwähnten Werthe nur dazu bedienen, um Näherungswerthe der Meereshöhe  $Z$  bei Null  $d_m$  und der Constante  $A$  zu erhalten. Durch die Methode der kleinsten Quadrate finden wir für  $Z$  und  $A$  die folgenden Bedingungsleichungen:

$$5Z + A \cdot \Sigma (\sin^2 d_m) - \Sigma (L) = 0, \text{ und}$$

$$A \cdot \Sigma (\sin^4 d_m) + Z \cdot \Sigma (\sin^2 d_m) - \Sigma (L \cdot \sin^2 d_m) = 0,$$

durch deren Auflösung wir erhalten:

$$Z = 4^{\text{r}}315.$$

$$A = 1^{\text{r}}968.$$

Dadurch wird unser Ausdruck:

$$L = 4^{\text{r}}315 + 1^{\text{r}}968 \sin^2 d_m.$$

Nach dieser Formel wurden die mittleren Meereshöhen für verschiedene Werthe von  $d_m$  berechnet, welche, nebst den beobachteten Werthen, in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

☉ Declina- tion	Mittlere Meereshöhe		Variation		Unter- schied	Anzahl der Beobach- tungen
	Beobachtet	Berechnet	Beobachtet	Berechnet		
00 00'	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	
1 30	4.319	4.315	+ 0.004	+ 0.001	+ 0.003	15
8 06	4.365	4.354	0 050	0.039	+ 0.011	90
15 30	4.459	4.456	0.144	0.141	+ 0.003	195
21 40	4.540	4.583	0.225	0.268	- 0.043	105
24 58	4.690	4.653	+ 0.375	0.338	+ 0.037	13
25 30		4.679		+ 0.364		

Wenn man sich zur Ableitung von  $Z$  und  $A$  nur der drei Werthe bedient  $d_m = 8^{\circ} 6'$ ,  $15^{\circ} 30'$  und  $21^{\circ} 40'$ , so lassen sich die drei entsprechenden mittleren Meereshöhen darstellen durch  $L = 4^{\text{r}}340 + 1^{\text{r}}51$ , wobei die ganze Amplitude der Variation  $0^{\text{r}}280$  und der grösste Unterschied nur  $0^{\text{r}}011$  beträgt.

Uebereinstimmend mit der Verspätung der Flutwelle, wie diese sich aus der Discussion der halbmonatlichen Ungleichheit ergibt, nahmen wir an, dass die grösste Wirkung nicht zur Zeit der grössten Kraft erfolgt, sondern ohngefähr 24 Stunden später, und führten die Untersuchung, indem wir die Verspätung der Flutwelle mit in Betracht zogen. Dabei wurden die mittleren Meereshöhen getrennt und auf die Declination um Mittag des vorhergehenden Tages bezogen. Die Anzahl der Gruppen war dieselbe wie zuvor und wir bedienten uns zur Ableitung der Con-

stanten  $Z$  und  $A$  der Mittelwerthe aller fünf Gruppen. Durch die zuvor angewandte Methode erhielten wir den Ausdruck:

$$L = 4^{\text{r}}344 + 1^{\text{r}}55 \sin^2 d_m.$$

Die Uebereinstimmung der beobachteten Werthe mit den berechneten lässt sich aus der folgenden Tabelle ersehen.

☾ Declina- tion	Mittlere Meereshöhe		Variation		Unter- schied	Anzahl der Beobach- tungen
	Beobachtet	Berechnet	Beobachtet	Berechnet		
	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	
0 <sup>o</sup> 00'	.....	4.344	.....	± 0.000	.....	.....
1 30	4.334	4.345	- 0.010	+ 0.001	- 0.011	15
8 01	4.394	4.374	+ 0.050	0.030	+ 0.020	88
15 30	4.459	4.455	0.115	0.111	+ 0.004	195
21 36	4.512	4.554	0.168	0.210	- 0.042	107
24 58	4.647	4.620	+ 0.303	0.276	+ 0.027	13
25 30	.....	4.631	.....	+ 0.287	.....	.....

Das hier mitgetheilte Resultat ist wahrscheinlich zuverlässiger, als das in der vorhergehenden Tabelle enthaltene. Aus den beiden Ergebnissen dürfen wir aber mit einer gewissen Zuversicht schliessen, dass die thatsächliche Amplitude der Variation zwischen Null- und Maximum-Declination nicht viel mehr oder weniger beträgt als 3 Zoll. Sie sprechen nebenbei für die Genauigkeit, mit welcher die Beobachtungen selbst angestellt sind.

Wirkung der Declination der Sonne. Wie sich leicht denken lässt, ist die Wirkung der Declination der Sonne auf die Fluctuation der mittleren Meereshöhe eine noch geringere als die des Mondes. Aus diesem Grunde ist es schwieriger sie zu ermitteln, und ein genaues Resultat würde mindestens eine jährliche Beobachtungsreihe voraussetzen. Wir werden deshalb hier nicht näher auf sie eingehen. In dem Ausdruck  $B \cdot \sin^2 d_s$  für die Wirkung der Sonne würde die Constante  $B$  theoretisch ohngefähr  $\frac{4}{3} A$  sein. Die Amplitude der Variation würde daher ohngefähr  $0^{\text{r}}13$  betragen.

### Halbmonatliche Ungleichheit.

Die Discussion der halbmonatlichen Ungleichheit beruht auf den beiden folgenden Tabellen:

## Halbmonatliche Ungleichheit in Zeit und Höhe.

## a. Hochwasser.

Mittlere Stunde der Culmination		Mittel aus beiden Culminationen	Hafenzeit hängt ab von der		Mittlere Hafenzeit, abhängig von beiden Culminationen	Hochwasserhöhe, welche folgt der ihr vorhergehenden		Mittlere Hochwasserhöhe, abhängig von beiden Culminationen
Obere Culm.	Untere Culm.		Obere Culm.	Untere Culm.		Obere Culm.	Untere Culm.	
h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	Fuss	Fuss	Fuss
0 29	0 28	0 28	12 25	12 23	12 24	7.25	7.19	7.22
1 29	1 27	1 28	12 03	12 08	12 05	7.20	7.28	7.24
2 30	2 28	2 29	11 47	11 46	11 46	7.02	7.04	7.03
3 28	3 29	3 29	11 26	11 27	11 27	6.67	6.88	6.78
4 31	4 31	4 31	11 20	11 12	11 16	6.19	6.23	6.21
5 32	5 31	5 31	11 13	11 15	11 14	5.63	5.82	5.73
6 31	6 30	6 31	12 08	11 50	11 59	5.34	5.44	5.39
7 28	7 27	7 28	12 49	12 34	12 42	5.43	5.43	5.43
8 28	8 28	8 28	13 05	13 06	13 06	5.89	5.69	5.79
9 26	9 31	9 29	13 08	13 05	13 07	6.20	6.25	6.23
10 27	10 31	10 29	13 00	12 58	12 59	6.53	6.71	6.62
11 29	11 29	11 29	12 48	12 41	12 45	7.09	7.05	7.07
Mittlere Hochwasserzeit					12 14	Mittlere Hochwasserhöhe		6.39

## Halbmonatliche Ungleichheit in Zeit und Höhe.

## b. Niedrigwasser.

Mittlere Stunde der Culmination		Mittel aus beiden Culminationen	Hafenzeit hängt ab von der		Mittlere Hafenzeit, abhängig von beiden Culminationen	Hochwasserhöhe, welche folgt der ihr vorhergehenden		Mittlere Hochwasserhöhe, abhängig von beiden Culminationen
Obere Culm.	Untere Culm.		Obere Culm.	Untere Culm.		Obere Culm.	Untere Culm.	
h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.	Fuss	Fuss	Fuss
0 29	0 28	0 28	18 25	18 31	18 28	1.82	1.86	1.84
1 29	1 23	1 26	18 06	18 05	18 05	1.81	1.98	1.89
2 29	2 28	2 29	17 44	17 45	17 45	1.94	2.14	2.04
3 28	3 29	3 29	17 35	17 39	17 37	2.16	2.31	2.24
4 31	4 31	4 31	17 24	17 25	17 25	2.71	2.81	2.76
5 32	5 31	5 31	17 31	17 30	17 31	3.15	3.15	3.15
6 31	6 30	6 30	18 19	18 06	18 12	3.36	3.44	3.40
7 28	7 27	7 28	19 08	18 59	19 03	3.28	3.33	3.32
8 29	8 28	8 29	19 27	19 17	19 22	2.91	2.96	2.93
9 26	9 31	9 29	19 18	19 17	19 18	2.56	2.63	2.59
10 27	10 31	10 29	19 02	19 08	19 05	2.01	2.33	2.17
11 29	11 29	11 29	18 47	18 46	18 46	2.06	2.07	2.06
Mittlere Niedrigwasserzeit					18 23	Mittlere Niedrigwasserhöhe		2.53

Aus den beobachteten 379 Hochwassern und 380 Niedrigwassern, auf welchen unsere Untersuchungen beruhen, sowie aus den obigen Tabellen ergeben sich in Kürze die folgenden Resultate:

Mittlere Hochwasserzeit . . . . .	12 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>
Mittlere Niedrigwasserzeit . . . . .	18 23
Mittlere Dauer der Ebbe . . . . .	6 9
Mittlere Dauer der Flut . . . . .	6 15.4
Mittlere Höhe des Hochwassers . . . . .	6 <sup>6</sup> 39
Mittlere Höhe des Niedrigwassers . . . . .	2.53
Mittlere Höhe des Hochwassers bei Springflut . . . . .	7.24
Mittlere Höhe des Niedrigwassers bei Springflut . . . . .	1.84
Mittlere Höhe des Hochwassers bei Nippflut . . . . .	5.39
Mittlere Höhe des Niedrigwassers bei Nippflut . . . . .	3.40
Höchstes Hochwasser der Beobachtungsreihe . . . . .	9.17
Niedrigstes Hochwasser der Beobachtungsreihe . . . . .	3.67
Höchstes Niedrigwasser der Beobachtungsreihe . . . . .	5.38
Niedrigstes Niedrigwasser der Beobachtungsreihe . . . . .	0.00

Wir werden nunmehr zur Untersuchung der halbmonatlichen Ungleichheit schreiten, wie dieselbe in den beiden vorhergehenden Tabellen dargestellt ist.

Nach D. Bernoulli und Airy kann die halbmonatliche Ungleichheit in Zeit durch die folgende Formel ausgedrückt werden:

$$\operatorname{tang} 2 (\Theta - \lambda) = - \frac{S_2 \cdot \sin 2 (m - s - \alpha)}{M_2 + S_2 \cos 2 (m - s - \alpha)} \quad (\text{I})$$

und die Ungleichheit in Höhe durch:

$$h = \pm \sqrt{M_3^2 + S_3^2 + 2 M_3 \cdot S_3 \cos 2 (m - s - \alpha)} \quad (\text{II})$$

In Gleichung I bezeichnet  $S_2$  die Wirkung der Sonne auf das Wassersphäroid und  $M_2$  die des Mondes;  $(m - s)$  ist der Rectascensions-Unterschied zwischen Sonne und Mond;  $\Theta$  der Winkel zwischen dem Monde und dem Pole des Wassersphäroids. Dieser Pol folgt dem Monde in einer gewissen Entfernung oder einem Zeitintervall  $= \alpha$ , welches aus den Beobachtungen ermittelt werden muss.

Die mittlere Hafenzzeit  $\lambda$  entspricht einem Stundenwinkel des Mondes von  $(m - s) - \alpha$ . Dieser Winkel  $\alpha$  ist der Retardations-Winkel (angle of retardation).

Bestimmung der Constanten für die Ungleichheit in Zeit. Aus der obigen Zusammenstellung ergibt sich die

Hochwasserzeit 12<sup>h</sup> 14<sup>m</sup>  $= \lambda$  und die Niedrigwasserzeit 18<sup>h</sup> 23<sup>m</sup>  $= \lambda$ .

Wenn wir von der Beziehung des Winkels  $\alpha$  Gebrauch machen, so sehen wir, dass:

die Hochwasserzeit . . 12<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> einer Mondculmination um 0<sup>h</sup> 53<sup>m</sup>  $= \alpha$  entspricht und

die Niedrigwasserzeit 18<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> einer Mondculmination um 0<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>6  $= \alpha$ .

Die Werthe von  $S_2$  und  $M_2$  lassen sich theoretisch aus der grössten Amplitude der Ungleichheit ableiten, indem wir  $\frac{S_2}{M_2}$  dem sinus der Differenz zwischen den grössten und kleinsten Hafenzeiten gleich machen. Es ist jedoch besser, die Amplitude der Ungleichheit graphisch zu ermitteln, da die Werthe in unserer Tabelle nicht frei sind von zufälligen Unregelmässigkeiten.

Auf diese Weise wurden die folgenden Werthe gefunden:

$$\text{für Hochwasser, } \frac{S_2}{M_2} = \sin(1^{\text{h}} 57^{\text{m}}) = 0.48862 = \frac{1}{2.0466} \text{ und}$$

$$\text{für Niedrigwasser, } \frac{S_2}{M_2} = \sin(1^{\text{h}} 58^{\text{m}}) = 0.49242 = \frac{1}{2.0307}.$$

Wenn wir die erwähnten Constanten in Gleichung I einführen, so erhalten wir:

$$\begin{aligned} \text{für Hochwasser, } \tan 2(\Theta^{\text{h}} - 12^{\text{h}} 14^{\text{m}}) &= -\frac{0.48862 \sin 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 53^{\text{m}})}{1 + 0.48862 \cos 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 53^{\text{m}})} \\ &= -\frac{\sin 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 53^{\text{m}})}{2.04655 \cos 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 53^{\text{m}})} \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \text{für Niedrigwasser, } \tan 2(\Theta^{\text{h}} - 18^{\text{h}} 23^{\text{m}}) &= -\frac{0.49242 \sin 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 42^{\text{m}}_6)}{1 + 0.49242 \cos 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 42^{\text{m}}_6)} \\ &= -\frac{\sin 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 42^{\text{m}}_6)}{2.0307 + \cos 2(m^{\text{h}} - s^{\text{h}} - 42^{\text{m}}_6)} \end{aligned}$$

Nach diesen Formeln wurde die halbmonatliche Ungleichheit bis zur nächsten Minute berechnet. Das Resultat ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Halbmonatliche Ungleichheit in Zeit.

Hochwasser					Niedrigwasser				
Mittlere Sonnenzeit der Culmination ☉	Beobachtete Hafenzzeit	Ungleichheit		Unterschied	Mittlere Sonnenzeit der Culmination ☉	Beobachtete Hafenzzeit	Ungleichheit		Unterschied
		Beobachtet	Berechnet				Beobachtet	Berechnet	
h. m.	h. m.	m.	m.	m.	h. m.	h. m.	m.	m.	m.
0 28	12 24	+ 10	+ 8	+ 2	0 28	18 28	+ 5	+ 5	0
1 28	12 05	- 9	- 11	+ 2	1 26	18 05	- 18	- 14	- 4
2 29	11 46	- 28	- 30	+ 2	2 29	17 45	- 38	- 34	- 4
3 29	11 27	- 47	- 47	0	3 29	17 37	- 46	- 47	+ 1
4 31	11 16	- 58	- 58	0	4 31	17 25	- 58	- 59	+ 1
5 31	11 14	- 60	- 54	- 6	5 31	17 31	- 52	- 51	- 1
6 31	11 59	- 15	- 20	+ 5	6 30	18 12	- 11	- 12	+ 1
7 28	12 42	+ 28	+ 31	- 3	7 28	19 03	+ 40	+ 38	+ 2
8 28	13 06	+ 52	+ 57	- 5	8 29	19 22	+ 59	+ 59	0
9 29	13 07	+ 53	+ 56	- 3	9 29	19 18	+ 55	+ 55	0
10 29	12 59	+ 45	+ 44	+ 1	10 29	19 05	+ 42	+ 42	0
11 29	12 44	+ 30	+ 27	+ 3	11 29	18 47	+ 24	+ 24	0
Mittel	12.14	Mittlerer Fehler		± 2.6	Mittel	18.23	Mittlerer Fehler		± 1.2

Bestimmung der Constanten für die Ungleichheit in Höhe. Der Werth  $\frac{S_3}{M_3}$ , welcher das Verhältniss der Sonnenflut zur Mondflut ausdrückt, ergibt sich aus den beobachteten Hochwassern und Niedrigwassern der Spring- und Nippfluten wie folgt:

Die mittlere Hochwasserhöhe der Springfluten . . . . .	= 7.24	Fuss.
und deren mittlere Niedrigwasserhöhe . . . . .	= 1.84	
Es ist daher die Wirkung des Mondes und der Sonne, $M_3 + S_3$	= 5.40	
Die mittlere Hochwasserhöhe der Nippfluten . . . . .	= 5.39	
und deren mittlere Niedrigwasserhöhe . . . . .	= 3.40	
Also ist die Wirkung des Mondes minus der Wirkung der Sonne,	$M_3 - S_3$	. . = 1.99

Hieraus ergibt sich:

$$M_3 = \frac{5.40 + 1.99}{2} = 3.695, \text{ und } S_3 = \frac{5.40 - 1.99}{2} = 1.705;$$

$$\text{folglich ist das Verhältniss } \frac{S_3}{M_3} = \frac{1.705}{3.695} = 0.4614,$$

welches im Vergleich zu den Werthen von  $\frac{S_3}{M_3}$  für andere Lokalitäten auffallend gross erscheint.

Zur Berechnung der Ungleichheit in Höhe wurde  $S_3$  der halben Differenz zwischen den beobachteten mittlern Hochwasserhöhen der Springfluten und denen der Nippfluten gleich gemacht, oder:

$$S_3 = \frac{7.24 - 5.39}{2} = 0.925.$$

Durch das oben gefundene Verhältniss erhalten wir daher:

$$M_3 = \frac{0.925}{0.4614} = 2.0047.$$

$$S_3^2 = 0.8556, M_3^2 = 4.0192, S_3^2 + M_3^2 = 4.8748, \text{ und}$$

$$2 S_3 \cdot M_3 = 3.7087.$$

Wenn wir den Retardationswinkel  $\alpha = 0^h 56^m$  setzen und die oben bestimmten Constanten in Gleichung II einführen, so ergibt sich für Hochwasser der Ausdruck:

$$h = + \sqrt{4.8748 + 3.7087 \cdot \cos 2((m^h - s^h) - 0^h 56^m)} \quad (A),$$

in welchem  $h$  die Elevation des Pols des Wassersphäroids über ein bestimmtes Niveau darstellt.

Bei der Berechnung der Ungleichheit in Höhe des Niedrigwassers setzen wir für  $S_3$  die halbe Differenz zwischen der mittlern Niedrigwasserhöhe der Nipp- und der Springfluten; also:

$$S_3 = \frac{(3.40 - 1.84)}{2} = 0.78.$$

Folglich erhalten wir :

$$M_3 = \frac{0.78}{0.4614} = 1.6905$$

$$S_3^2 = 0.6084, \quad M_3^2 = 2.7227, \quad S_3^2 + M_3^2 = 3.3331, \quad \text{und} \\ 2 S_3 \cdot M_3 = 2.5972.$$

Die Grösse  $\alpha$  für Niedrigwasser entspricht  $0^h 48^m$ .

Wenn wir nun diese Werthe in Gleichung II einführen, so wird unser Ausdruck für die Ungleichheit in Höhe des Niedrigwassers :

$$h_1 = -\sqrt{3.3331 + 2.5972 \cos 2((m^h - s^h) - 0^h 48^m)} \quad (B),$$

worin  $h$  die Depression des Pols des umgekehrten Wassersphäroids unter ein bestimmtes Niveau darstellt.

Mit Hilfe dieser beiden Formeln  $A$  und  $B$  wurden die Werthe von  $h$  und  $h_1$  berechnet. Die genaue Uebereinstimmung der beobachteten Werthe mit den berechneten lässt sich aus der folgenden Tabelle ersehen. Die grösste Differenz beträgt nur 1 Zoll.

**Halbmonatliche Ungleichheit in Höhe.**

Hochwasser						Niedrigwasser					
Mittlere Sonnenzeit der Culmination	Beobachtet		Berechnet		Unterschied	Mittlere Sonnenzeit der Culmination	Beobachtet		Berechnet		Unterschied
	Höhe	Ungleichheit	$h$	Ungleichheit			Höhe	Ungleichheit	$h_1$	Ungleichheit	
h. m.	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	h. m.	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss
0 28	7.22	+0.83	+2.92	+0.81	+0.02	0 28	1.84	-0.69	-2.43	-0.69	0.00
1 28	7.24	+0.85	+2.91	+0.80	+0.05	1 26	1.89	-0.64	-2.41	-0.67	+0.03
2 29	7.03	+0.64	+2.73	+0.62	+0.02	2 29	2.04	-0.49	-2.23	-0.49	0.00
3 29	6.78	+0.39	+2.40	+0.29	+0.10	3 29	2.24	-0.29	-1.94	-0.20	-0.09
4 31	6.21	-0.18	+1.94	-0.17	-0.01	4 31	2.76	+0.23	-1.55	+0.19	+0.04
5 31	5.73	-0.66	+1.46	-0.65	-0.01	5 31	3.15	+0.62	-1.14	+0.60	+0.02
6 31	5.39	-1.00	+1.12	-0.99	-0.01	6 30	3.40	+0.87	-0.88	+0.86	+0.01
7 28	5.43	-0.96	+1.15	-0.96	0.00	7 28	3.32	+0.81	-0.94	+0.80	+0.01
8 28	5.79	-0.60	+1.52	-0.59	-0.01	8 29	2.93	+0.40	-1.30	+0.44	-0.04
9 29	6.23	-0.16	+2.01	-0.10	-0.06	9 29	2.59	+0.06	-1.70	+0.04	+0.02
10 29	6.62	+0.23	+2.43	+0.32	-0.09	10 29	2.17	-0.36	-2.06	-0.32	-0.04
11 29	7.07	+0.68	+2.75	+0.64	+0.04	11 29	2.06	-0.47	-2.31	-0.57	+0.10
Mittel	6.39	.....	+2.11	Mittlerer Fehler	} ±0.035	Mittel	2.53	.....	-1.74	Mittlerer Fehler	} ±0.033

Aus den Beobachtungen ergab sich die mittlere Fluthöhe  $6^{fs}39 - 2^{fs}53 = 3^{fs}86$ ; aus der Berechnung  $2^{fs}11 - (-1^{fs}74) = 3^{fs}85$ . Die Differenz beträgt mithin nur  $\frac{1}{10}$  Zoll.

Um nun das Alter der Flutwelle zu ermitteln, haben wir nur nöthig, die Grösse  $\alpha$  durch 48.8 (die durchschnittliche tägliche relative Rectascensionszunahme des Mondes) zu dividiren. Aus den Ungleichheiten in Zeit abgeleitet beträgt dieselbe  $\frac{1}{2} (0^h 53^m + 0^h 42^m6) = 0^h 47^m8$ . Wir erhalten somit 0.9795 Tage oder 23.5 Stunden. Die gleiche Grösse  $\alpha$ , aus den Ungleichheiten in Höhe abgeleitet  $= \frac{1}{2} (0^h 56^m + 0^h 48^m) = 0^h 52^m$ , was als Alter 1.065 Tage oder 25.5 Stunden ergibt. Das mittlere Alter ist daher

$$\frac{23.5 + 25.5}{2} = 24.5 \text{ Stunden.}$$

Einfluss der Aenderungen der Mond-Parallaxe auf die halbmonatliche Ungleichheit in Zeit und Höhe. Die Untersuchung des nicht periodischen Einflusses dieser Aenderung ergibt das folgende Resultat:

- $12^h 14^m - 4^m6$  [ $P - 57'.22$ ] für Hochwasserzeiten  
 $18^h 23^m - 3^m7$  [ $P - 57'.22$ ] für Niedrigwasserzeiten  
 $6^s39 + 0^s078$  [ $P - 57'.22$ ] für mittlere Hochwasserhöhen  
 $2^s53 - 0^s113$  [ $P - 57'.22$ ] für mittlere Niedrigwasserhöhen,

welches in andern Worten lautet:

(a) *Für die Zeiten.* Eine Zunahme der Parallaxe bewirkt eine Abnahme der Hafenzeiten, welche für Hochwasser im Mittel etwa  $4^m6$  und für Niedrigwasser etwa  $3^m7$  für 1' Parallaxe beträgt.

(b) *Für die Höhen.* Eine Zunahme der Parallaxe von 1' bewirkt eine Zunahme der Hochwasserhöhen von etwa  $0^s078$  und eine Abnahme der Niedrigwasserhöhen von etwa  $0^s113$ .

Eine Zunahme der Parallaxe bewirkt gleichfalls eine Zunahme des Retardationswinkels  $\alpha$  und somit auch eine Zunahme des Alters der Flutwelle.

Die Untersuchung des periodischen Einflusses der Aenderungen der Parallaxe zeigt, dass die Amplituden der Ungleichheit dem folgenden Gesetze gehorchen:

(a) *Für die Zeiten.* Eine Zunahme der Parallaxe bewirkt eine Abnahme der Amplituden der Hoch- und Niedrigwasser.

(b) *Für die Höhen.* Eine Zunahme der Parallaxe bewirkt eine Abnahme der Amplitude der Hochwasser-Ungleichheiten, während die Amplitude der Niedrigwasser wächst.

Die folgende Tabelle enthält die

Correction der halbmonatlichen Ungleichheit in Zeit und Höhe für die periodische Wirkung der Aenderung der Parallaxe.

Appr. Stunde der Mondculmination	Für Hochwasser						Für Niedrigwasser					
	Halbmonatliche Ungleichheit in		Correction der halbmonatlichen Ungleichheit für				Halbmonatliche Ungleichheit in		Correction der halbmonatlichen Ungleichheit für			
			$P = 57^{\circ}22'$		jede Minute Zu- nahme oder Ab- nahme von $P = 57^{\circ}22'$ für				$P = 57^{\circ}22'$		jede Minute Zu- nahme oder Ab- nahme von $P = 57^{\circ}22'$ für	
	Zeit	Höhe	Zeit	Höhe	Zeit	Höhe	Zeit	Höhe	Zeit	Höhe	Zeit	Höhe
h. m.	m.	Fuss	m.	Fuss	m.	Fuss	m.	Fuss	m.	Fuss	m.	Fuss
0 30	+10	+0.83	+1.5	-0.02	$\mp 2.7$	$\pm 0.038$	+ 5	-0.69	+1.6	+0.08	$\mp 2.9$	$\mp 0.147$
1 30	- 9	0.85	2.1	0.05	3.7	0.090	-18	0.64	1.2	0.05	2.0	0.081
2 30	28	0.64	1.2	0.03	2.6	0.069	38	0.49	0.3	0.04	0.7	0.088
3 30	47	+0.39	1.3	-0.03	4.3	0.111	46	-0.29	+0.2	+0.03	1.0	0.110
4 30	58	-0.18	+0.1	0.00	$\mp 4.7$	0.023	58	+0.23	0.0	-0.02	$\mp 0.5$	0.184
5 30	60	0.66	-0.9	+0.01	$\mp 1.7$	0.026	52	0.62	-1.1	0.12	$\pm 1.8$	0.191
6 30	-15	1.00	2.0	0.10	$\mp 3.4$	0.179	-11	0.87	5.7	0.02	$\mp 8.9$	0.035
7 30	+28	0.96	5.6	0.07	8.6	0.110	+40	0.81	7.4	0.06	11.9	0.103
8 30	52	0.60	-6.7	+0.08	11.2	0.132	59	0.40	-3.7	-0.06	7.8	0.120
9 30	53	-0.16	0.0	0.00	5.6	0.059	55	+0.06	+0.4	+0.01	5.3	0.088
10 30	45	+0.23	+0.6	-0.01	5.3	0.070	42	-0.36	1.1	0.01	4.7	0.060
11 30	+30	+0.68	+1.3	-0.01	$\mp 4.5$	$\pm 0.048$	+24	-0.47	+0.8	+0.04	$\mp 2.6$	$\mp 0.129$
Mittel	.....	.....	+0.6	+0.01	$\mp 4.6$	$\pm 0.080$	.....	.....	-1.0	0.0	$\mp 3.8$	$\mp 0.111$

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass für alle Stunden der Mondculmination, mit Ausnahme derjenigen, welche zwischen 5 und 6 Uhr der Mondstunden stattfindet, wobei der umgekehrte Fall eintritt, die Correctionen für die Zeiten positiv oder negativ sind, je nachdem die Parallaxe ab- oder zunimmt. Diese Ausnahme scheint nicht durch zufällige Unregelmässigkeiten bedingt zu sein, denn sie ist für die gleiche Stunde der Mondculmination sowohl in den Hochwasser- als Niedrigwasserzeiten deutlich wahrzunehmen. Bei zunehmender Parallaxe sind für alle Stunden der Culmination die Correctionen für die Hochwasserhöhen positiv, während diejenigen für die Niedrigwasserhöhen negativ sind. Bei abnehmender Parallaxe findet das Umgekehrte statt.

Einfluss der Aenderungen der Mond-Declination auf die halbmonatliche Ungleichheit in Zeit und Höhe für Hoch- und Niedrigwasser. Um diese Untersuchung auf eine befriedigende Weise ausführen zu können, sollte man wenigstens über eine Beobachtungs-Reihe verfügen, die sich auf nicht weniger als zwölf Lurationen erstreckt. Die Kürze unserer eigenen Reihe gestattete uns daher nicht, ein anderes Resultat zu erzielen, als ein näherungsweise.

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  $\alpha$  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  $8^{\circ}$  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		<i>Für Hochwasserzeiten</i>					Halbmonatliche Ungleichheit	<i>Für Niedrigwasserzeiten</i>					Halbmonatliche Ungleichheit		
		Declination =						Declination =							
		5 <sup>h</sup> 9	7 <sup>h</sup> 8	16 <sup>h</sup> 8	21 <sup>h</sup> 5	23 <sup>h</sup> 3		6 <sup>h</sup> 1	8 <sup>h</sup> 1	16 <sup>h</sup> 8	21 <sup>h</sup> 6	23 <sup>h</sup> 5			
		zwischen						zwischen							
		0°—12°	0°—15 <sup>h</sup> 5	12°—21°	15 <sup>h</sup> 5—25°	21°—25°			0°—12°	0°—15 <sup>h</sup> 5	12°—21°	15 <sup>h</sup> 5—25°	21°—25°		
h. m.	m.	m.	m.	m.	m.	h. m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	h. m.	m.	m.
0 30	+ 1	+ 4	+ 2	- 2	- 3	12 24	+ 3	+ 1	- 6	- 2	+ 2	+ 2	18 28		
1 30	6	6	4	3	0	12 05	8	8	0	6	- 6	- 6	18 05		
2 30	9	9	+ 8	6	- 12	11 46	9	5	+ 3	5	17	17	17 45		
3 30	15	5	- 4	4	10	11 27	- 16	8	- 4	7	8	8	17 37		
4 30	11	16	+ 3	11	10	11 16	4	10	+ 13	8	13	13	17 25		
5 30	15	+ 19	8	- 12	16	11 14	18	+ 16	5	- 13	17	17	17 31		
6 30	3	- 1	+ 8	0	- 16	11 59	+ 3	- 3	2	+ 2	- 8	- 8	18 12		
7 30	+ 2	+ 2	- 12	- 2	+ 13	12 42	- 7	3	+ 7	3	+ 1	+ 1	19 03		
8 30	- 11	- 6	+ 1	+ 7	11	13 06	4	5	- 8	3	12	12	19 22		
9 30	+ 3	2	- 12	- 4	3	13 07	6	7	9	5	17	17	19 18		
10 30	- 5	11	+ 1	+ 9	5	12 59	8	7	- 5	7	14	14	19 05		
11 30	- 5	- 4	- 3	+ 5	+ 11	12 44	- 10	- 10	0	+ 7	+ 6	+ 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	- 1.4	18 23		

*b. Höhen.*

Appr. Stunde der Mondculmination		<i>Für Hochwasserhöhen</i>					Halbmonatliche Ungleichheit	<i>Für Niedrigwasserhöhen</i>					Halbmonatliche Ungleichheit		
		Declination =						Declination =							
		5 <sup>h</sup> 9	7 <sup>h</sup> 8	16 <sup>h</sup> 8	21 <sup>h</sup> 5	23 <sup>h</sup> 3		6 <sup>h</sup> 1	8 <sup>h</sup> 1	16 <sup>h</sup> 8	21 <sup>h</sup> 6	23 <sup>h</sup> 5			
		zwischen						zwischen							
		0°—12°	0°—15 <sup>h</sup> 5	12°—21°	15 <sup>h</sup> 5—25°	21°—25°			0°—12°	0°—15 <sup>h</sup> 5	12°—21°	15 <sup>h</sup> 5—25°	21°—25°		
h. m.	Fuss	Fuss	Fuss	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	+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	-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	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	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	-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	+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	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	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	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	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	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	+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	+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  $0^{\circ}$  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 <sup>h</sup>	Nov. 11. 14 <sup>h</sup>	Nov. 7. 08 <sup>h</sup> ?	+1 <sup>d</sup> 19 <sup>h</sup>	— 2 <sup>d</sup> 13 <sup>h</sup> ?
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:

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

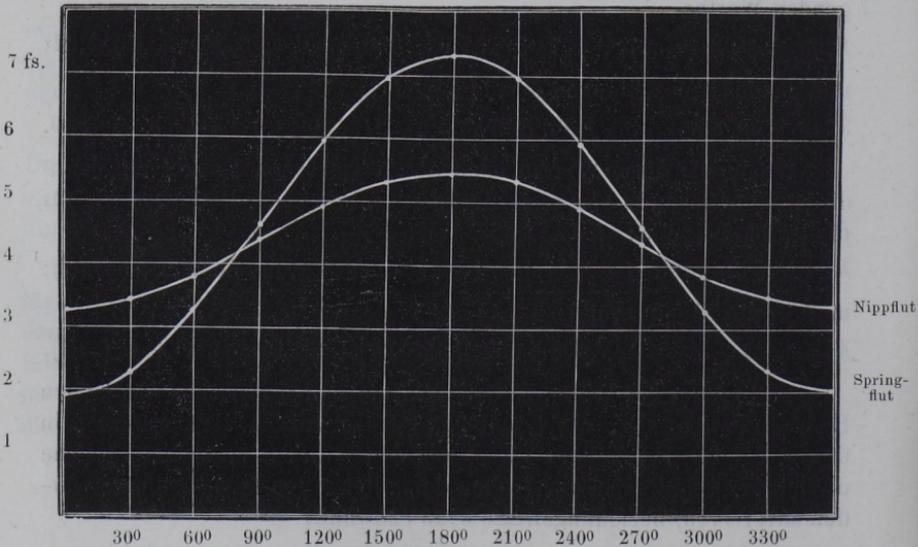
Da in jeder der beiden Wellen der Unterschied zwischen den beiden Hochwassern weniger als 1 Zoll beträgt, so wurden die Constanten in diesen beiden Gleichungen direct aus den Werthen berechnet, welche die mittleren Ordinaten der Wellen darstellen. Von jeder Ordinate wurden zuvor  $1^{m93}$ , beziehungsweise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

Die folgende Tabelle enthält das Resultat dieser Untersuchung:

Beobachtete und berechnete Werthe zur Darstellung der Form der Spring- und Nippflutwellen.

Phase	Springflut			Nippflut		
	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss	Fuss
0 <sup>0</sup>	1.93	1.99	-0.06	3.23	3.31	-0.08
30	2.31	2.33	-0.02	3.40	3.43	-0.03
60	3.27	3.27	0.00	3.81	3.81	0.00
90	4.59	4.59	0.00	4.36	4.35	+0.01
120	5.97	5.93	+0.04	4.90	4.89	+0.01
150	6.91	6.94	-0.03	5.29	5.29	0.00
180	7.32	7.32	0.00	5.42	5.43	-0.01
210	6.95	6.95	0.00	5.31	5.27	+0.04
240	5.97	5.93	+0.04	4.89	4.88	+0.01
270	4.55	4.58	-0.03	4.34	4.35	-0.01
300	3.27	3.27	0.00	3.82	3.84	-0.02
330	2.33	2.32	+0.01	3.49	3.46	+0.03
360	2.02	1.99	+0.03	3.30	3.31	-0.01

Diese Werthe sind der bessern Uebersicht wegen in dem folgenden Diagramm zur Anschauung gebracht.



Wir sehen, dass jede der beiden Wellen nahezu symmetrisch ist. Es war dies a priori zu erwarten, denn der Unterschied zwischen der mittlern Dauer der Ebbe und derjenigen der Flut beträgt nur 6.4 Minuten.

Nach Schott lassen sich die beiden entsprechenden Wellen des Rensselaer Hafens durch die folgenden Gleichungen darstellen:

$$h = 5^{\text{f}83} + 5^{\text{f}58} \sin(\Theta + 278^0) + 0^{\text{f}20} \sin(2\Theta + 281^0)$$

für die Springflut; und

$$h = 2^{\text{f}42} + 2^{\text{f}25} \sin(\Theta + 269^0) + 0^{\text{f}09} \sin(2\Theta + 290^0)$$

für die Nippflut.

### Das Fortschreiten der Flutwelle.

Während meines Aufenthalts im hohen Norden, als meine literarischen Hilfsmittel nothwendiger Weise beschränkt waren, huldigte ich der Ansicht, dass die Flutwelle, welche die Gezeiten nach der Polaris-Bay bringt, pacifischen Ursprungs sei. Als ich jedoch kurz nach meiner Rückkehr unsere eignen Beobachtungen mit andern vergleichen konnte, sah ich sehr bald ein, dass diese Annahme auf einem Irrthum beruhte und dass die Welle aus dem Atlantischen Meere nach der Polaris-Bay gelangt, indem sie um die Nordküste Grönlands läuft.

Ueber das Fortschreiten der Flutwelle längs der Küste Ostgrönlands verdanken wir der zweiten deutschen Nordpol-Expedition werthvolle Nachrichten. Herr Koldewey hat die Beobachtungen dieser Expedition auf p. 664 und 665 des bereits mehrfach erwähnten Bandes zusammengestellt. Herr Schott dagegen hat diejenigen Daten gesammelt, welche auf das Fortschreiten der Flutwelle längs der grönländischen Westküste Bezug haben.

Die beiden Tabellen (S. 548) veranschaulichen das Fortschreiten der Wellen längs der beiden in Rede stehenden Küsten.

Aus der ersten dieser beiden Tabellen ergibt sich für die Flutwelle, welche die Gezeiten nach der Westküste Grönlands bringt, zwischen Julianshaab und dem van Rensselaer Hafen ein regelmässiges Fortschreiten. Dagegen bemerken wir, dass die Gezeiten um 8 Minuten früher nach der Polaris-Bay gelangen als nach dem van Rensselaer Hafen, obschon jene Localität 180 nautische Meilen weiter nördlich liegt als diese. Ein Blick auf die Karte genügt, um zu zeigen, dass die Gezeiten der Polaris-Bay ihren Ursprung einer andern Welle verdanken müssen als diejenigen des van Rensselaer Hafens.

Das Weitere ergibt sich aus der letztern der beiden Tabellen, wenn wir von den kleinen Unregelmässigkeiten absehen, die daher rühren, dass an manchen der Orte »die Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser nur auf die nächste halbe Stunde mit Sicherheit bestimmt werden konnten«. (Vergl. Koldewey, loc. cit. p. 665.)

## Das Fortschreiten der Flutwelle längs der Küste West-Grönlands.

Ort	N. Breite	W. Länge	Mittlere Ortszeit von		Amplitude der		Absolute Hafenzzeit von	
			Hochwasser	Niedrigwasser	Spring-Fluten	Nipp-Fluten	Hochwasser	Niedrigwasser
			h. m.	h. m.	Fuss	Fuss	h. m.	h. m.
Julianshaab . . . . .	60° 35'	46° 05'	4 56	.. ..	7.00	5.00	7 51	.. ..
Frederikshaab . . . . .	62 00	50 05	5 53	.. ..	12.50	9.25	9 01	.. ..
Holsteinborg . . . . .	66 56	53 42	6 20	.. ..	10.00	.....	9 42	.. ..
Walfisch-Insel . . . . .	68 59	53 13	8 05	.. ..	7.50	.....	11 22	.. ..
Godhavn . . . . .	69 12	53 28	8 50	.. ..	7.50	.....	12 06	.. ..
Upernivik . . . . .	72 47	56 03	10 50	.. ..	8.00	.....	14 12	.. ..
Wolstenholm Sund . . . . .	76 33	68 56	10 58	.. ..	7.50	7.00	15 12	.. ..
Port Foulke . . . . .	78 18	73 00	11 14	17 9.5	9.50	5.00	15 43	21 27
Van Rensselaer Hafen . . . . .	78 37	70 53	11 43	17 48	10.80	4.90	16 04	21 56
Polaris-Bay . . . . .	81 37	61 44	12 14	18 23	5.40	1.99	15 56	21 52

## Das Fortschreiten der Flutwelle längs der Küste Ost-Grönlands.

Ort	N. Breite	W. Länge	Absolute Hafenzzeit
			h. m.
Nubarbik . . . . .	63° 24'	42° 02'	9 18
Eleonoren-Bay . . . . .	73 27	25 03	12 25
Cap Broer Ruys . . . . .	73 28	20 04	12 11
Jackson Insel . . . . .	73 54	20 00	12 23
Sabine Insel . . . . .	74 32	18 45	12 29
Klein-Pendulum . . . . .	74 37	18 29	12 25
Cap Philip Broke . . . . .	74 56	17 39	12 38
Cap Børgen . . . . .	75 26	17 59	13 19

## 2. Aräometer-Beobachtungen.

Nachdem die Expedition New-London verlassen hatte, wurde an Bord der »Polaris« begonnen, die Dichtigkeit des Seewassers und dessen Temperatur zu bestimmen. Diese Beobachtungen wurden häufiger angestellt als die meteorologischen, jedoch in unregelmässigen Zeiträumen. Nachdem das Schiff den nördlichen Polarkreis überschritten hatte, erfolgten sie mindestens stündlich; öfter — zuweilen alle 10 Minuten — wenn sich dasselbe in der Nähe des Eises befand oder verschieden temperirte Wassergürtel passirte.

Das specifische Gewicht der See wurde mit Hilfe verschiedener Aräometer ermittelt, von Tagliabue in New-York eigens für den Gebrauch der Expedition verfertigt. Die Theilung dieser Instrumente ging

von 0.990 bis 1.050 und gestattete dabei directe Ablesungen der dritten Decimale. Da die Entfernung der einzelnen Theilstriche ohngefähr 0.35 Centimeter betrug, so konnte die vierte Decimale noch mit Sicherheit geschätzt werden.

Die Beobachtungen wurden stets an Bord des Schiffes angestellt. Obschon der gläserne Cylinder, in welchem das Instrument schwamm, sich nicht in einer Cardanischen Aufhängung bewegte, so wurde dadurch die Genauigkeit der Ablesungen kaum beeinträchtigt; denn inmitten des Eises hört die Dünung fast vollständig auf. Es wurden stets mehrere Ablesungen gemacht und aus diesen das Mittel genommen. Der Beobachter visirte unter der Oberfläche des Wassers, wodurch er die Capillarität nahezu eliminirte. Die Temperatur des Wassers wurde nur Einmal bestimmt, und zwar sofort, nachdem dasselbe auf Deck geholt war. Wir gingen dabei von der Annahme aus, dass während der hydro-metrischen Beobachtung die Temperatur sich nicht ändern würde. Gewöhnlich wurde das Wasser in einem Eimer heraufgezogen; wenn das Schiff jedoch dicht vom Eise umringt war, bedienten wir uns derselben Wasserflasche, die wir benutzten, um Proben aus der Tiefe zu holen.

Der grösste Theil der aräometrischen Beobachtungen ging leider verloren; der Verlust betraf namentlich diejenige Reihe, die wir während der Fahrt nach Norden erhalten hatten. Die Dichtigkeitsbestimmungen der Oberfläche wurden von Meyer und mir gemacht; diejenigen der Tiefe von mir allein.

Die folgende Tabelle enthält die Mittel aus sämtlichen Beobachtungen der Oberfläche zwischen dem 12. und 29. August 1872. Um diese Werthe unter sich vergleichbar zu machen, wurden dieselben auf  $+15^{\circ}$  C. reducirt und für die Volum-Veränderung des gläsernen Aräometers corrigirt.

Datum	Ort der Beobachtung		Specifisches Gewicht	Anzahl der Beobachtungen	Bemerkungen
	N. Breite	W. Länge			
August 12	81°35'	63°	1.02060	1	Schweres Packeis
13	80 48	68 38	02450	6	Viel Eis
14	80 27	67	02380	6	Meist sehr viel Eis
15	80 04	68 06	02370	6	Viel Eis
16	79 59	68 07	02350	2	do.
19	79 43	70 04	02540	1	Schweres Packeis
20	79 42	70 39	02563	6	do.
21	79 39	70 17	02270	3	do.
23	79 37	69 10	02020	2	do.
25	79 36	69 02	02070	4	do.
26	79 36	69 01	02198	6	do.
27	79 36	69 01	01836	5	do.
28	79 36	69 09	01502	6	do.

Das Mittel aus den 54 Beobachtungen, aus welchen die vorhergehende Tabelle gebildet ist, beträgt 1.02155 und ist etwas geringer, als man a priori erwarten würde. Allein man muss die Jahreszeit berücksichtigen, zu der die Beobachtungen angestellt wurden, und sich erinnern, dass das Schiff, vom Eise umschlossen, sich während der ganzen Periode in einem engen Kanal befand. Zwischen dem 12. und 29. August fiel die Temperatur der Luft nur zwei Mal um wenige Bruchtheile eines Grads unter den Gefrierpunkt; während der übrigen Zeit war es daher warm genug, das Eis zu schmelzen, wodurch die Oberfläche der See mit einer leichteren Wasserschicht bedeckt war, als dies unter normalen Umständen der Fall gewesen wäre.

Als mittleres spezifisches Gewicht des Ostgrönländischen Meeres innerhalb der Eisgrenze findet Börgen\*) 1.02411; für eine Zone zwischen der Eiskante und dem Polarkreise dagegen 1.02493. Sir George Nares\*\*) gibt für das Wasser des Robeson-Kanals, während des Winters von 1875 auf 1876, 1.02245, was mit unsern eigenen Beobachtungen aus dem Smith-Sunde nahezu übereinstimmt. Die Differenz beträgt nur 9 Einheiten in der vierten Decimale, zu Gunsten der mehr nördlichen Lokalität.

Das absolute Maximum an Bord der »Polaris« wurde um Mittag des 20. August bestimmt und betrug 1.0288. Dasselbe ist ungemein hoch und könnte nur darin seine Erklärung finden, dass man annähme, es hätten bedeutende Neubildungen von Eis stattgefunden. Als diese Beobachtung gemacht wurde, war das Wasser grün und besass also nicht die Färbung, die man bei salzreichem Wasser voraussetzen würde. Ein Irrthum kann um so weniger hier obwalten, als die Lesungen, welche dieser vorausgingen, eine stetige Zunahme des Salzgehalts andeuteten. Diese, wenn reducirt, lauten:

Aug. 19., 8<sup>h</sup> p. m. : 1.0254 |

Aug. 20., 0<sup>h</sup> a. m. : 1.0256 | 4<sup>h</sup> : 1.0259 | 8<sup>h</sup> : 1.0272 | 12<sup>h</sup> : 1.0288 |

Der letzte dieser Werthe stellt das oben erwähnte absolute Maximum dar, welches dem mittleren spezifischen Gewichte der untersten Wasserschichten der grossen oceanischen Becken entspricht.

Wenn wir die Dichtigkeits-Bestimmungen\*\*\*) betrachten, welche

\*) Zweite Deutsche Nordpolarfahrt, Bd. II, p. 679.

\*\*) Narrative of a Voyage to the Polar Sea, during 1875—76 in H. M. Ships »Alert« and »Discovery«, by Capt. Sir G. S. Nares, Commander of the Expedition. London 1878. Vol. II, p. 158.

\*\*\*) Thalassa. An Essay on the Depth, Temperature and Currents of the Ocean, by John James Wild. London 1877, p. 55.

an Bord des »Challenger« zwischen St. Paul-Rock und dem Aequator, dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Kerguelen-Land und dem südlichen Polarkreise gemacht wurden, so ergeben sich die folgenden Resultate. In der Nähe des Aequators betrug das specifische Gewicht 1.027 und sank in der Nähe von lat. 40° S. auf 1.026; zwischen lat. 40° und 50° S. auf 1.025 und erhielt sich so ziemlich unverändert bis lat. 60° S.; in der Nähe der Eisgrenze aber belief sich dasselbe nur auf 1.024. Dieser letzte Werth stimmt mit den Ergebnissen überein, welche die zweite Deutsche Nordpol-Expedition im Eise des Ostgrönländischen Meeres erhielt.

Die folgende Tabelle enthält eine Reihe specifischer Gewichte tieferer Wasserschichten, sowie die correspondirenden Beobachtungen an der Oberfläche. Die Positionen des Schiffes ergeben sich aus der vorhergehenden Tafel.

Datum	Specifisches Gewicht		Datum	Specifisches Gewicht			
	Tiefe in Faden	Oberfläche		Tiefe in Faden	Oberfläche		
August 13	6	1.0239	1.0242	August 21	10	1.0248	1.0226
13	18	0242	0242	21	40	0256	0226
13	30	0261	0242	21	50	0245	0226
13	50	0261	0242	21	62	0246	0226
13	69	0243	0244	21	74	0265	0226
13	203	0265	0242	21	86	0256	0226
21	10	0247	0226	21	94	0269	0226
21	20	0250	0226	23	83	0279	0236
21	30	0253	0226	27	91	0286	0178

Die durch fetten Druck ausgezeichneten Tiefen bedeuten Grund.

Im Allgemeinen geben diese Beobachtungen ein befriedigendes Resultat; und wenn die Reihe eine grössere wäre, würde die Uebereinstimmung der Messungen mit der Theorie wahrscheinlich eine noch vollkommener sein. Ob die einzelnen Abweichungen auf die Existenz von Unterströmungen deuten, lässt sich ohne umfangreichere Daten nicht entscheiden. Aus seinen eigenen Beobachtungen zieht Nares den Schluss, dass in bedeutenderen Tiefen als 30 Faden das specifische Gewicht des Wassers mit der Zunahme der Temperatur wächst und beträchtlicher wird, als das mittlere specifische Gewicht der oberen Wasserschicht des Polar-Beckens\*).

\*) Nares, loc. cit. Vol. II., p. 158.

### 3. Meeres-Strömungen.

Wenn wir das Strömungs-System der Davis-Strasse und deren nördlichen Verlängerung auf einer der neuesten Ausgaben der Berghaus'schen Weltkarte betrachten, so gewahren wir zunächst einen durch blaue Linien ausgezeichneten Strom, welcher den grössten Theil der Westküste Grönlands bespült. Derselbe ist als Theil der Golfströmung dargestellt und besteht aus zwei Armen, welche sich im Parallel von Cap Farewell zwischen long.  $50^{\circ}$  und long.  $60^{\circ}$  W. vereinigen.

Von dem Polarkreise bis Cap York folgen die blauen Linien der allgemeinen Streichungsrichtung der Küste. Alsdann wenden sie sich westlich nach der Koburg-Insel und verschwinden am Eingang des Lancaster-Sundes, aus welchem eine kalte Strömung bricht. Diese bespült in ihrem Laufe nach Süden die Gestade von Baffin-Land und Cumberland. Sie vereinigt sich darauf mit den kalten Wassern der Hudson-Strasse und setzt unter dem Namen Labrador-Strom ihren Lauf in südlicher Richtung fort.

Ausserdem gewahren wir noch zwei kalte Strömungen, von denen die eine im Parallel von Disco quer über die Davis-Strasse fliesst, während die andere, ein Arm des ostgrönländischen Eis-Stroms, um das Cap Farewell biegt und die Südwest-Küste Grönlands bespült.

Die Daten, auf welchen die Darstellung der Geschwindigkeit und Richtung dieser Strömungen beruht, entstammen verschiedenen Quellen, die sich meist in Petermann's Arbeit über den Golfstrom\*) finden.

Wir können es uns jedoch keinen Augenblick verhehlen, dass die bis jetzt vorhandenen Beobachtungen zur Construction eines vollständigen Strömungsbildes nicht ausreichend sind, und dass unsere graphischen Darstellungen zum Theil nur auf Vermuthungen beruhen. Und wenn wir die Beobachtungen selbst kritisch untersuchen, so werden wir bald zur Einsicht gelangen, dass dieselben von sehr verschiedenem und oft zweifelhaftem Werthe sind. Dieser Umstand ist keineswegs überraschend, denn die Ausführung genauer Strömungsbeobachtungen zur See verlangt so viel Zeitaufwand, dass solche nur unter besonders günstigen Verhältnissen angestellt werden können.

Die Schiffe, welche die Davis-Strasse und deren nördliche Verlängerung befahren, sind entweder Entdeckungs-Schiffe, Walfisch-

---

\*) Der Golfstrom und Standpunkt der thermometrischen Kenntniss des Nordatlantischen Oceans und Landgebietes im Jahre 1870. Geograph. Mittheilungen, Bd. XVI, 1870, Heft 6 und 7.

fänger oder Fahrzeuge, welche die dänische Regierung zu Handelszwecken alljährlich nach den Ansiedelungen von West-Grönland sendet. Mit geringen Ausnahmen sind die Befehlshaber der Entdeckungs-Schiffe meist durch ihre Instructionen gebunden, ohne Zeitverlust bestimmte Orte anzusegeln; die Walfischfänger machen von ihren Logge-Leinen fast nie Gebrauch, nachdem sie den Polarkreis einmal passirt haben; und die Handelsschiffe, deren Führern wir die ersten Daten zur Construction der kalten Grönländischen Strömung verdanken, können in der Mehrzahl der Fälle nur solche Resultate liefern, die sich aus der Differenz zwischen der Logge-Rechnung und der astronomischen Bestimmung des Schiffsorts ergeben.

Auf solchen Angaben beruhen auch die meisten der bis jetzt vorhandenen Daten, deren Verlässlichkeit häufig noch dadurch besonders beeinträchtigt wird, dass die Schiffe, wenn sie in vielfach gewundenen Kursen durch das Eis steuern, kaum im Stande sind, eine genaue Rechnung zu führen.

Die Beobachtungen, welche an Bord derjenigen Schiffe erzielt werden, die vom Eise besetzt sind und mit demselben treiben, sind werthvoller als die andern. Allein sie ergeben nur unter besonders günstigen Verhältnissen ein ungetrübtes Resultat, denn die Trift wird häufig durch Winde und Unterströmungen accelerirt: namentlich dann, wenn in dem Eise Berge zerstreut sind. Ein weiterer Factor, der Irrthümer veranlasst, ist in der Flutströmung gegeben; ganz besonders, wenn die Beobachtungen in engen Wasserstrassen angestellt werden.

Der Werth unserer eigenen Beobachtungen ist verhältnissmässig gering, denn Zeit und Umstände gestatteten uns nicht, regelrechte Strömungs-Beobachtungen anzustellen. Was auf die Strömungs-Verhältnisse von Kane's Basin und auf die des Smith-Sundes Bezug hat, ist in der Tabelle S. 554—557 zusammengestellt.

Durch den Verlust der betreffenden meteorologischen Daten sind die Bemerkungen über die Winde in der folgenden Zusammenstellung ganz allgemeiner Natur. Die Resultate, welche sich aus der Tabelle ableiten lassen, finden sich auf Seite 327—29 in gedrängter Kürze. Sie können dahin formulirt werden, dass die Strömung des in Rede stehenden Meeres-Armes eine südliche ist.

Wie es scheint, wird die Geschwindigkeit der Strömung in hohem Grade von den Gezeiten beeinflusst, indem diese bald beschleunigend, bald verlangsamernd wirken. Zuweilen ist die Strömung, deren mittlere tägliche Geschwindigkeit kaum weniger als 3 Meilen betragen dürfte, sogar gänzlich neutralisirt, wie dies aus den Beobachtungen von Nares hervorgeht. »Since leaving Discovery-Bay we have not once observed

Datum	Breite	Länge	Zeit der Beobachtung	Mitternacht bis 6h a. m.
August 14	80°02'	..0..'	Mitternacht	Leichte Brise aus S. W.
15	.. ..	.. ..	.. ..	Stille
16	80 01	.. ..	6h a. m.	} Stille
	79 59	.. ..	Mittag	
17	79 57	.. ..	Mittag	Stille
18	79 44	69 50	6h a. m.	} Leichte Brise aus N.
	79 41	70 19	6h p. m.	
19	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Brise aus N.
20	79 42	.. ..	Mittag	} Leichte Brise aus S.
	79 42	70 39	6h p. m.	
21	79 39	70 17?	Mittag	Leichte Luft aus N.
22	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Luft und Stillen
23	79 37	.. ..	Mittag	} Frische Brise aus S. W.
	79 37	69 10	6h p. m.	
24	79 36	69 07	6h a. m.	} Stille
	79 36	.. ..	Mittag	
25	79 36	.. ..	Mittag	Stille
26	79 36	.. ..	Mittag	Leichte Brise aus S. W.
27	.. ..	.. ..	.. ..	Leichter Wind aus E.
28	79 36	69 09	Mittag u. 6h p. m.	Leichter Wind aus S.
29	79 34	69 01	Mittag u. 6h p. m.	Stille
30	79 35	.. ..	.. ..	Stille
31	.. ..	.. ..	.. ..	Stille
Septbr. 1	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Windstöße aus verschied. Richtungen
2	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Lüfte aus S. W. und Stillen
3	79 34	68 56	Mittag u. 4h p. m.	Frische Brise aus S. W.
4	79 33	.. ..	Mittag	Leichte Winde aus S. W.;
5	79 33	} 68 59	Mittag u. 4h p. m.	} Leichte Lüfte aus N.
	79 32			
6	79 32	68 59	Mittag u. 4h p. m.	Stille
7	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Winde aus S.
8	79 30	69 22	Mittag u. 5h p. m.	Frische Brise aus N. bis
9	.. ..	.. ..	.. ..	Leichter Wind aus N.
10	.. ..	.. ..	.. ..	Leichter Wind aus N.
11	79 27	.. ..	Mittag	Frische Brise aus N.
12	.. ..	.. ..	.. ..	Frischer Wind aus N.
13	79 25?	.. ..	Nachmittags durch doppelte Sonnen- höhen	Frische Brise aus N.
14	79 21	70 06	Mittag u. Nachm.	Leichter Wind aus N.
15	.. ..	.. ..	.. ..	Stille
16	.. ..	.. ..	.. ..	Frischer Wind aus S.
17	79 20	.. ..	Mittag	Leichte Lüfte u. Stillen
18	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Brise aus N. E.
19	79 19	.. ..	Mittag	Leichte Brise aus N. E.
20	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Brise aus N.
21	.. ..	.. ..	.. ..	Frische Brise aus N.
22	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Brise aus N. E.
23	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Brise aus N.
24	79 06	.. ..	Mittag	Leichte anhaltende Brise
25	.. ..	70 40	.. ..	Leichter Wind aus N. E.
26	.. ..	.. ..	.. ..	Frische Brise aus S. E.
27	.. ..	.. ..	.. ..	Leichte Winde aus S. W.

*Wind*

6h a. m. bis Mittag	Mittag bis 6h p. m.	6h p. m. bis Mitternacht
.....	.....	Leichte Brise aus N. E.
.....	Leichte Brise aus S.	.....
Frische Brise aus N.	Frische Brise aus N.	Leichte Brise aus N.
.....	Stille	Leichte Brise aus S.
.....	.....	Leichte Brise aus N.
Wind aus S. W.	4 <sup>h</sup> leichte Brise aus N.	Leichte Brise aus N.
.....	Leichte Brise aus N.	.....
8 <sup>h</sup> a. m. leichte Brise a. S.	.....	Frische Brise aus S. W.
Frische Brise aus S. W.	(Frische Brise aus S. W. bis 4 <sup>h</sup> , während der übrigen Zeit Stille oder leichte Luft	.....
Frische Brise aus N.	.....	Stille
.....	Stille	Leichte Brise aus S. W.
.....	Leichte Brise aus S.	Leichte Brise aus E.
.....	Stille	Leichter Wind aus S.
.....	Leichte Brise aus E.	.....
.....	.....	.....
.....	Stille	Stille und leichte Winde aus S.
.....	Leichte Brise aus S.	.....
.....	Leichte Lüfte aus S. W.	.....
.....	.....	.....
.....	Leichte Lüfte aus S. W.	Frische Brise aus S. W.
Leichte Winde aus S. W. gegen Abend aus N.	Leichte Winde aus S. W.	.....
Während der übrigen Zeit	Stillten	.....
.....	Leichte Winde aus S.	.....
.....	Leichte Brise aus N.	Frische Brise aus N.
zu den späten Nachmittagsstunden	.....	Leichte Brise aus N.
.....	Stille	Leichte Brise aus N.
.....	Leichte Brise aus N.	Frische Brise aus N.
.....	Leichte Brise aus N.	Leichter Wind aus N.
.....	Frische Brise aus N.	.....
.....	Frische Brise aus N.	.....
.....	.....	.....
.....	Stille	.....
.....	.....	Leichte Brise aus S.
.....	Leichte Brise aus S.	.....
.....	Leichter Wind aus N. E.	.....
.....	Leichte Brise aus N.	.....
Stille	Leichte Brise aus S.	Leichte Brise aus N.
Frische, anhaltende Brise aus N.	.....	.....
Frische, anhaltende Brise aus N.	Leichte Lüfte aus N.	.....
.....	.....	Leichte Brise aus N. E.
aus N.	.....	.....
Leichte, anhaltende Brise aus S.	.....	.....
.....	Leichte Brise aus S.	.....
.....	Frische Brise aus S. W.	Steife Brise aus S. W.

Datum	Breite	Länge	Zeit der Beobachtung	Mitternacht bis 6 <sup>h</sup> a. m.
Septbr. 28	..0..'	..0..'	.....	Frische Brise aus W.
29	.. ..	.. ..	.....	Leichter Wind aus N. E.
30	79 02	.. ..	Mittag	Frische Brise aus N. E.
October 1	79 00	.. ..	Mittag	Stille
2	78 59	70 45	11 <sup>h</sup> p. m.	Leichter Wind aus N. E.
3	78 58	.. ..	Mittag	Stille
4	.. ..	.. ..	.....	Leichte Lüfte aus N. E.
5	.. ..	.. ..	.....	Leichte Brise aus N. E.
6	78 57	.. ..	Mittag	Stillten u. leichte Windstöße aus N.
7	.. ..	.. ..	.....	Leichte Lüfte aus N. und N. E.
8	78 48	.. ..	Mittag	Frische Brise aus N. E.
9	.. ..	.. ..	.....	Leichte Lüfte aus N. E.
10	.. ..	.. ..	.....	Leichte Lüfte aus N. E.
11	.. ..	.. ..	.....	Steife Brise aus N. E.
12	78 28	.. ..	Mittag	Frische Brise aus N. E.
13	.. ..	.. ..	.....	Frische Brise aus N. E.
14	.. ..	.. ..	.....	Frische Brise aus N.
15	.. ..	.. ..	.....	Leichter Wind aus S. E.

the decided southerly drift which we noticed last year; had we not known of the undoubted existence of the current, we should not have discovered it by the motion of the ice lately.« — So heisst es auf p. 157, Vol. II des bereits mehrfach erwähnten Werkes.

Dagegen finden wir auf p. 58, Vol. I die folgende Bemerkung: »During our eleven hours run from Cape Isabella« — nach Cap Sabine nämlich — »half the time with an ebb and half the time with a flood-tide, we were set by the current ten miles to the southward«. Demnach würde hier die tägliche Geschwindigkeit der Strömung sich auf etwa 22 Meilen belaufen.

Während die »Polaris« vom 14. August bis zum 15. October beständig mit dem Eise nach Süden gesetzt hatte, begann sie am Abend dieses letztern Tages plötzlich nach Norden zu treiben. Obschon es damals stark aus dem südlichen Quadranten wehte, so glauben wir uns dennoch zur Annahme berechtigt, dass ein Theil der Triftgeschwindigkeit lediglich durch den Einfluss der Flutströmung herbeigeführt war.

In derselben Breite, jedoch etwas mehr östlich als die damalige Position der »Polaris«, hatte Ingfield eine nördliche Strömung beobachtet, deren tägliche Geschwindigkeit Petermann auf nicht weniger als 72 Meilen berechnete \*). Dass eine beständige Strömung von solch be-

\*) Das nördlichste Land der Erde. Geogr. Mittheil. 1867, Plan Nr. 3.

<i>Wind</i>		
6h a. m. bis Mittag	Mittag bis 6h p. m.	6h p. m. bis Mitternacht
Leichter Wind aus S. W.	Leichter Wind aus W. S. W.	.....
Frische, anhaltende Brise aus N.	.....	.....
Leichter Wind aus N. E.	Stille	Leichte Lüfte aus N. E.
Leichte Lüfte aus N.	.....	Leichte Brise aus N. E.
.....	Leichte Brise aus N. E.	.....
.....	Leichte Brise aus N.	.....
.....	Leichte Lüfte u. Stillen	.....
Leichte Brise aus S.	Frischer Wind aus N.	Stille
Leichte Brise aus S.	Stille	Leichte Brise aus N. E.
Stille	.....	Frische Brise aus N. E.
.....	Leichte Lüfte u. Calmen	.....
.....	Leichte Lüfte aus N. E.	Frische Brise aus N. E.
.....	Frische Brise aus N. E.	.....
.....	Frische Brise aus N. E.	.....
.....	Steife Brise aus N. E.	.....
Am frühen Morgen sprang der Wind nach N. W. um	Frische Brise aus W.	Leichte Winde
Frische Brise aus S. W.	Sturm aus S. E. und S. W.	.....

deutender Geschwindigkeit nicht existirt, konnte ich während einer Schlittenfahrt, die ich im Frühling 1873 von Polaris-Haus nach Sorfalik unternahm, deutlich erkennen. Ich beobachtete damals, dass der Strom mit kaum bemerkbarer Geschwindigkeit nach Süden setzte. Die Ebbe-Strömung lief in der gleichen Richtung und nahm zuweilen eine stündliche Geschwindigkeit von etwa  $1\frac{1}{2}$  Meilen an. Die Flut-Strömung setzte dagegen energisch nach Norden und erreichte mit ohngefähr 4 Meilen das Maximum ihrer stündlichen Geschwindigkeit.

Diese nach Norden setzende Flut-Strömung wurde von Petermann als Golfstrom in Anspruch genommen, dessen Wirkung man seither die milden Witterungs-Verhältnisse zugeschrieben hat, die Hayes während seines Aufenthalts in Port Foulke beobachtete. Aus unsern eigenen Beobachtungen geht indess zur Genüge hervor, dass zwischen Port Foulke und Cairn-Point der Golfstrom, den Petermann bis zu diesem letztern Orte sich erstrecken lässt, nirgends existirt. Auch nördlich von Cairn-Point war die von uns gemessene Temperatur des Wassers stets eine niedrige.

Wir werden jetzt untersuchen, in wie fern wir berechtigt sind, weiter südlich von der Existenz des Golfstroms zu reden, nämlich zwischen Port Foulke und Cap York.

Während unser Boot-Reise von Polaris-Haus nach Cap York wurden zwischen dem 3. und 21. Juni 1873 die unten verzeichneten

Seetemperaturen gemessen. Ihnen gegenüber steht die gleichzeitig beobachtete Temperatur der Luft. Die Beobachtungsorte ergeben sich aus den auf der allgemeinen Karte niedergelegten Kursen.

Datum	Zeit	Temperatur		Datum	Zeit	Temperatur	
		See	Luft			See	Luft
1873				1873			
Juni 3	12 <sup>h</sup> p. m.	-1 <sup>o</sup> 4	-1 <sup>o</sup> 4	Juni	5 <sup>h</sup> a. m.	-0 <sup>o</sup> 6	+0 <sup>o</sup> 8
4	12 p. m.	-1.4	-1.4	10	10 a. m.	-0.3	+3.9
5	8 a. m.	-1.5	-1.7	15	Mittag	0.0	+5.1
5	11 p. m.	-1.4	-1.6		2 <sup>h</sup> p. m.	-2.3	+4.1
6	2 p. m.	-1.6	-2.2		4 p. m.	-0.3	+3.4
7	8 a. m.	-1.7	-3.8	6	6 p. m.	0.0	+3.3
8	7 a. m.	-1.7	-2.8	16	2 p. m.	-1.5	-0.7
9	6 p. m.	-1.7	-1.7	17	3 p. m.	-1.4	-0.8
10	1 p. m.	-1.2	+3.3	18	6 a. m.	-1.1	+1.1
11	3 p. m.	-1.1	+6.0		8 p. m.	-1.1	+0.4
12	2 p. m.	-1.3	+1.8	19	Mittag	-1.8	-0.4
13	3 p. m.	-1.0	-1.7	20	8 p. m.	-1.5	-2.1
14	1 p. m.	-0.9	+8.6	21	11 p. m.	-1.7	-2.6

Die obige Tabelle zeigt, dass in der Linie unseres Kurses die Temperatur der See sich nie über 0<sup>o</sup> erhob. Wir sind daher nicht berechtigt, auf der von uns durchfahrenen Strecke von der Existenz des Golfstroms zu reden.

Wenn der Golfstrom überhaupt von Süden aus in den Smith-Sund gelangte, so müsste derselbe, wie jede andere von Süden nach Norden setzende Strömung, der Ostküste des Kanals entlang fließen, da die Rotation der Erde ihn in dieser Richtung ablenken würde.

Als wir während der ersten Tage des July an Bord der »Ravensraig« von Cap York nach der Küste von North-Devon fuhren und die Baffin-Bay von Ost nach West überquerten, stieg die Temperatur des Seewassers nie über - 0<sup>o</sup>22. Wenn der Golfstrom hier existirte, so hätten wir denselben nothwendiger Weise finden müssen, denn während der genannten Fahrt massen wir die Temperatur der See gewöhnlich stündlich oder, wenn die Farbe des Wassers plötzlich Aenderungen zeigte, sogar noch öfter.

Auf diese Beobachtungen gestützt, dürfen wir behaupten, dass in der nördlichen Verlängerung der Davis-Strasse der Golfstrom sich nicht über die Breite von 75<sup>o</sup> 5' erstreckt. Wie weit derselbe aber nach Norden dringt, lässt sich bei dem jetzigen Stande der Hydrographie dieses Gebiets noch nicht mit Sicherheit bestimmen. In Mc. Clintock's meteorologischem Journal\*) findet sich die folgende Bemerkung, die vom

\*) Fourth number of Meteorological Papers published by authority of the Board of Trade, 1860. London: Eyre and Spottiswoode, 1860, p. 4.

7. July 1857 herrührt, als der »Fox« sich in lat. 60° 6' N., long 15° 1' W. befand: »The temperature of the sea-surface varied from 56° to 60° during the day. At noon the following day the position, by observation, was 10' to N. E. of the dead reckoning. The yacht, therefore, was probably on the northern limits of the Gulf-Stream.« Eine genauere Untersuchung des erwähnten meteorologischen Journals belehrt uns indess, dass nach dem 7. July die Temperatur der See wieder zunahm und sich erst dann verringerte, nachdem das Schiff den Parallel von Upernivik überschritten hatte. Aehnliche Verhältnisse ergeben sich aus einer Beobachtungsreihe der schwedischen Kriegsschiffe »Ingegerd« und »Gladan«, welche der Capitain Freiherr von Otter die Güte hatte, mir im Manuscript mitzuthemen.

Um die Golfstrom-Frage ihrer Lösung näher zu bringen, sollten die Beobachtungen über die Temperatur des Wassers von correspondirenden Dichtigkeits-Bestimmungen begleitet sein, denn die hohe Temperatur allein ist nicht genügend, die Existenz des Golfstroms ausser Zweifel zu setzen.

Am 2. August 1872, um 3 Uhr des Nachmittags, betrug die Wasser-Temperatur in der Nähe unseres Ankerplatzes in der Polaris-Bay 11°06'; aber gleichzeitig war das Wasser nahezu frisch. Aehnliche Verhältnisse sind auf Seite 84 dieser Schrift in aller Kürze bemerkt.

Wenn die Nares'schen Beobachtungen erst vollständig veröffentlicht sein werden, dürfen wir wichtige Aufschlüsse über die nördlichen Ausläufer des Golfstroms erwarten. Bis jetzt ist es jedoch kaum möglich, die Resultate der Engländer mit den unserigen in Einklang zu bringen, denn dieselben ergeben in einigen Fällen überraschend hohe Temperaturen. Etwa 15 Meilen südwestlich von der Wolstenholm-Insel bestimmte Sir George Nares am 26. July 1875 die Temperatur an der Oberfläche des Meeres zu 4°44. In der Nähe der Cary-Inseln beobachtete derselbe eine Wasserschicht von 10 Faden Mächtigkeit, deren Temperatur sogar 3°89 betrug\*). In grellem Widerspruch hiermit stehen die Beobachtungen, welche der gleiche Entdecker am 16. September 1876 verzeichnet. Fast an derselben Stelle, wo er Jahr zuvor 4°44 gemessen hatte, fand er jetzt nicht mehr als — 1°39. Dagegen stiess er in der Mitte der Baffin-Bay, im Parallel des Jones-Sundes, auf einen Wassergürtel von 50 Meilen Breite, dessen Temperatur 1°11 betrug\*\*).

Nach diesen Beobachtungen will es fast scheinen, als wäre die Richtung und Ausdehnung der in Rede stehenden warmen Strömung be-

\*) Nares' Voyage, Vol. I, p. 44.

\*\*) loc. cit. Vol. II, p. 180 u. 181.

deutenden Schwankungen unterworfen. Falls es gelänge, zwischen den warmen und kalten Sommern von Westgrönland, die ihrerseits zum Theil durch den kalten ostgrönländischen Strom bedingt werden, und den hier erwähnten Schwankungen eine gewisse Wechselwirkung nachzuweisen, so würden gleichzeitig noch andere Verhältnisse eine befriedigende Lösung finden.

Aus den übrigen Beobachtungen unserer Expedition ergibt sich nur wenig Neues. Dieselben bestätigen lediglich, was Andere bereits vor uns ermittelt hatten: nämlich die ausgesprochene südliche Strömung in der Baffin-Bay und der Davis-Strasse.

Die folgende Tabelle enthält die annähernde Geschwindigkeit der Strömungen dieses Gebiets während der Schollenfahrt. Die astronomischen Ortsbestimmungen, welche diesen Beobachtungen zu Grunde liegen, wurden ohne Ausnahme von Meyer angestellt.

Datum	Nördl. Breite	Westl. Länge	Tägliche Strömungs-Geschwindigkeit in Meilen	Datum	Nördl. Breite	Westl. Länge	Tägliche Strömungs-Geschwindigkeit in Meilen
1872				1873			
October 15	78° 10'	75° 0'	...	März 31	59° 41'	...	23
December 7	74 04	67 53	4.9	April 4	56 47	...	43.5
1873				9	55 51	...	11.20
Januar 5	72 07	60 41	5.2	12	55 35	...	5.33
20	70 02	60 01	8.5	13	55 23	...	12
27	69 32	60 03	4.3	14	55 13	...	10
Februar 5	68 50	...	4.7	15	54 58	...	15
März 12	64 32	...	7.4	16	54 27	...	31
14	64 19	...	6.5	21	53 57	...	6
17	63 47	...	10.7	26	53 30	...	5.4
22	62 56	...	10.2	29	53 04	...	8.6
25	61 59	...	19.0				

Da die Richtigkeit der hier angegebenen geographischen Längen gerechten Zweifeln unterliegt (p. 414 u. 415), habe ich die graphische Darstellung der Trift, auf dem Carton der allgemeinen Karte, theilweise auf Itinerar-Notizen basirt. Die Breiten wurden jedoch unverändert beibehalten.

#### 4. Bemerkungen über die Eisverhältnisse.

Da der Erfolg von Polar-Expeditionen mit der Lage und Ausdehnung sowie der Beschaffenheit des Eises in so innigem Zusammenhang steht, so mögen die von uns beobachteten Eisverhältnisse hier in Kürze geschildert werden.

Am 27. August 1871 stiess die »Polaris« in lat.  $79^{\circ} 3' N.$ , long.  $72^{\circ} W.$  auf die ersten ausgedehnten Eismassen, welche sich scheinbar quer über den Smith-Sund erstreckten. Dieses Eis zu durchbrechen war kaum nöthig, denn es öffnete sich eine schmale Fahrstrasse, welche sich nach Grinnell-Lands Westküste zog und welche das Schiff mühelos erreichte, indem kurze Zeit ein südlicher Kurs eingehalten wurde. In dem Landwasser ging es ohne Hindernisse in rascher Fahrt nach Norden. Nachdem wir lat.  $80^{\circ} N.$  überschritten hatten, verminderte sich das Eis und nördlich von dieser Breite wurden nur wenige Berge gesehen, während solche in der Nähe des Humboldt-Gletschers sehr zahlreich waren.

Am 29. August, im Laufe des Vormittags, stiessen wir auf alte, zweijährige Felder; und da Nebel einfiel, wurde das Schiff an eines derselben festgemacht. Als es klar zu werden begann, steuerten wir weiter nach Norden, wobei das Eis nur hier und da in grösseren Mengen auftrat. Erst in lat.  $82^{\circ} N.$  zeigten sich mehr zweijährige Felder sowie hohe Hummocks, von grösseren oder kleineren Waken durchzogen. Als das Schiff seine höchste Breite erreichte, erschien vom Verdeck aus das Eis als dicht geschlossene Masse, welche sich in ost-westlicher Richtung erstreckte. Aber im Norden hingen dunkle Frostnebel und von dem Krähen-Neste aus konnte man in geringer Entfernung offenes Wasser gewahren. (Vergl. pag. 129 und 130.)

In der Nähe dieser unserer beträchtlichsten, zu Schiff erreichten Polhöhe stiess Sir George Nares auf undurchdringliches Eis; die Eisverhältnisse waren somit ungünstiger, als wir sie getroffen hatten. Wenn Sir George erklärt\*), dass wir damals die nördlichste Grenze des schiffbaren Wassers erreicht hätten, so beruht dies auf einem Irrthum, den ich hier ausdrücklich widerlegen möchte.

Wie verschieden die Eisjahre während unseres Aufenthalts im hohen Norden und während der Ueberwinterung der Engländer waren, geht deutlich daraus hervor, dass in dem einen Falle der Robeson-Kanal fast beständig offen blieb, während er im andern beständig gefroren war. Während des Winters und Frühlings von 1871 und 1872 trafen wir fest-

\*) Proceedings of the Royal Geographical Society, Vol. XXI, p. 106.

liegendes Eis nur in der Nähe der Küste unseres Winterhafens. Dieser Eisgürtel erstreckte sich von Cap Lupton bis zum Eingange des Petermann-Fjords und wurde bei Cap Lucie Marie überaus höckerig.

Südlich von Cap Morton, an der Nordwest-Küste der Petermann-Halbinsel, war das Eis im April 1872 etwas ebener als weiter im Norden. Auch war dasselbe vielfach von Wasser-Kanälen durchsetzt und längs der John Brown-Küste existirte nur ein schmaler Eisfuss. An einzelnen Stellen dieses Gestades beleckten die Wellen sogar die nackten Klippen; und eine Schlitten-Division, welche die Aufgabe hatte, Cap Constitution zu erreichen, wurde durch offenes Wasser zur Rückkehr genöthigt. (Vergl. pag. 269 und 270.)

Nach unseren eigenen in der Polaris- und Newman's-Bay angestellten Beobachtungen war das Eis grösstentheils in Bewegung begriffen. Nur bei einigen Gelegenheiten kam dasselbe zum Stillstand: nämlich im Laufe des März, als bei Windstille die Temperatur niedrig war.

Infolge der vereinten Wirkung der Winde und Strömungen wird in engen Kanälen, welche von steilen Küsten flankirt sind, das Eis gewöhnlich höckerig sein. Dasjenige, welches den Robeson-Kanal und Hall's Bassin bedeckte, war unsäglich rauh; weit rauher noch und höckeriger als die Eisdecke des Smith-Sundes, deren Character von Kane und Hayes so vortrefflich geschildert ist.

Es würde zu weit führen, die Veränderungen, welche das Eis während unseres Aufenthalts in der Polaris-Bay erlitt, hier eingehend zu beschreiben. Ich beschränke mich daher nur auf die Mittheilung, dass während des Frühlings und Sommers das Eis des Robeson-Kanals und des Hall-Bassins derart beschaffen war, dass die Wasserstrassen, welche dasselbe durchzogen, nicht genügende Breite besaßen, um schiffbar zu sein; dass dieselben aber zu breit waren, um uns zu gestatten, die Schlitten in Anwendung zu bringen.

Im Hall-Bassin setzte das Eis gewöhnlich nach Süden. Die nordöstlichen Winde beschleunigten die Trift; ebenso die Flut-Strömung, welche rascher läuft als die Strömung der Ebbe. Der Einfluss der letztern ist minder ausgesprochen und machte sich nur dann geltend, wenn südliche Winde wehten, wodurch die Eismassen zuweilen mit derselben Geschwindigkeit nach Norden setzten, wie unter der Wirkung der Flut-Strömung nach Süden. Während die Boot-Division sich in der Newman-Bay aufhielt, war die vorherrschende Richtung der Trift eine südliche; nur zur Zeit der Springfluten machte sich auf kurze Zeit eine Bewegung in der entgegengesetzten Richtung bemerkbar.

Im Laufe des Juni und July beobachteten wir zuweilen eine westliche Trift. Während es scheinbar windstill war, trieb nämlich das Eis

nicht selten von der Polaris-Bay nach der Küste Grinnell-Lands und verschwand in der Lady Franklin-Bay. Aehnliches verzeichnet auch die englische Expedition, welche bewies, dass unsere Ansicht, diese Bucht sei eine an beiden Enden offene Strasse, auf einem Irrthum beruht. Wir hatten diese Ansicht lediglich auf Grund der Eisbewegung ausgesprochen, weil das Eis, welches wir in die Lady Franklin-Bay setzen sahen, nicht wieder zum Vorschein kam.

Während der letzten Hälfte des Sommers 1872 waren die Eisverhältnisse für die Navigation minder günstig, als Jahrs zuvor. Während die »Polaris« besetzt war und nach Süden trieb, zeigte sich nur längs der Küste von Grinnell-Land offenes Wasser; aber das Eis lag so überaus dicht gepackt, dass wir dasselbe nicht zu erreichen vermochten. (Vergl. pag. 318 ff.)

Wir werden jetzt diejenigen unserer Beobachtungen über die Eisverhältnisse einer kurzen Betrachtung unterwerfen, die wir im Polaris-Hause vom October 1872 bis zum Juni 1873 anstellen konnten.

Ein Blick auf die Karte belehrt uns, dass der Ort, an welchem die Expedition ihren zweiten Winter zubrachte, nur wenige Meilen nördlich von Port Foulke gelegen ist, dem Winterhafen der Hayes'schen Expedition. Die Eisverhältnisse waren ähnlicher Natur, wie Hayes sie 10 Jahre vor uns beobachtet hatte; das heisst, der Smith-Sund blieb während des grössten Theils des Winters und Frühlings in der Nähe der grönländischen Küste fast beständig offen. Wenn wir berechtigt wären, aus der Bewegung des Eises in diesem Sund auf die Eisverhältnisse des Kennedy-Kanals oder des Hall-Bassins zu schliessen, so würden wir die Ansicht aussprechen müssen, dass diese Meerestheile während der in Rede stehenden Zeitperiode durch eine dichte Barriere gesperrt waren. Wir würden dies deshalb thun, weil südliche Winde den Sund regelmässig blockirten, während die aus Norden wehenden viel offenes Wasser schufen. Falls diese Barriere aber nicht existirte, so würden wir annehmen, dass die vor den südlichen Winden nach Norden treibenden Eismassen entweder grösser waren als die Oberfläche des dort vorhandenen freien Wassers, oder dass nördlich von dem Smith-Sunde die Windrichtung derart war, dass dieselbe den Südwest-Winden, welche das Eis nach Norden trieben, entgegenarbeitete.

Das offene Wasser, welches Hayes im Jahre 1860 und 1861 in der Nähe seines Winterhafens beobachtet, wurde von Petermann der Wirkung des Golfstroms zugeschrieben. Aus unseren eigenen Beobachtungen geht indess hervor, dass bei Port Foulke der Golfstrom nirgends existirt. (Vergl. pag. 557.)

Es erübrigt uns jetzt nur noch, eine kurze Schilderung der Eisver-

hältnisse zu geben, die wir während unserer Bootfahrt von dem Polaris-Hause nach Cap York beobachteten. Wir werden gleichzeitig die Eisverhältnisse des Lancaster-Sundes und dessen Umgebung betrachten und uns dabei auf die Beobachtungen stützen, die wir an Bord der »Ravenscraig« und der »Arctic« anstellten.

Nachdem die Boote das Polaris-Haus am 3. Juni verlassen hatten, folgten dieselben der Küste in einer Entfernung, welche zwischen 1 und 4 Meilen wechselte. Nur hie und da wurden vereinzelt Schollen oder morsche Hummocks getroffen, aber im Westen behielten wir den Saum des Packeises beständig in Sicht. Ueber das letztere hier eine bestimmte Ansicht zu äussern, ist kaum möglich; denn es ist bekannt, dass Eis, aus einiger Entfernung betrachtet, als dichte Barriere erscheinen kann, während dasselbe in Wirklichkeit nur lose liegt und der Navigation nicht die geringsten Hindernisse bietet.

Als die Boote bei Cap Saumarez anlangten, stiessen sie auf das festliegende Landeis, welches sich im Meridian dieses Vorgebirges so weit nach Süden erstreckte, dass es die Northumberland-Insel nahezu erreichte. Im Nordwesten dieses Eilands und der Hakluyt-Insel hatten sich erhebliche Massen von Packeis gestaut. (Vergl. p. 463 u. ff.) Zwischen diesen Eilanden und Blackwood-Point arbeiteten sich die Boote beständig durch treibende Eismassen, welche am dichtesten vor dem Whale-Sunde lagen, dessen vorjährige Eisdecke noch nicht geborsten war. Etwas nördlich von Cap Parry fand sich abermals festes Landeis und erstreckte sich über den Eingang des Booth-Sundes bis Blackwood-Point. Von diesem Orte aus südwärts war die Küste auf einer Strecke von etwa 8 Meilen fast gänzlich eisfrei. Darauf stiessen wir von Neuem auf das Landeis, welches bis zum Nordost-Ende der Saunders-Insel reichte und sich von hier aus in meridionaler Richtung nach dem östlichen Theil der Nordküste der Wolstenholm-Insel erstreckte, während der Dalrymple-Fels zugänglich war. An dem Südwest-Ende von Wolstenholm erschien das Landeis wieder und erstreckte sich in südwestlicher Richtung ohngefähr bis long.  $72^{\circ} 5' W$ .

Da die Boote von der Wolstenholm-Insel bis Cap York fast beständig der Grenze des Landeises folgten, so ergibt sich die Ausdehnung dieses letztern ohne weitere Erklärung aus den Kursen, welche auf der Karte niedergelegt sind. Das Eis zwischen diesen beiden Punkten war völlig eben; nur zuweilen waren Eisberge in demselben festgefroren.

Was nun die Eisverhältnisse des Lancaster-Sundes und dessen Verzweigungen anlangt, so waren dieselben im Sommer 1873 überaus günstig. Zwischen  $80^{\circ}$  und  $90^{\circ}$  westlicher Länge war der Sund während des July und der ersten Hälfte des August so vollkommen eisfrei, dass

ein Schiff unbehindert darin umhersegeln konnte. Die einzigen noch festliegenden Landeis-Massen erstreckten sich über die Einfahrt von Admiralty-Inlet, während Prince-Regent-Inlet so offen war, dass die »Arctic« fast  $72^{\circ}$  nördlicher Breite erreichte. Als wir zwischen dem 14. und 15. July vor Pond's-Inlet kreuzten, erstreckte sich das Landeis von Cap Burney bis Cap Bowen. Aber wir vernahmen später, dass einige Walfischfänger während der ersten Tage des August hier offenes Wasser trafen.

Am 18. dieses Monats befand sich die »Arctic« in lat.  $72^{\circ} 43' N.$ , long.  $69^{\circ} 24' W.$ , bemüht, das Packeis zu durchdringen. Wir sahen bei dieser Gelegenheit, dass das feste Landeis in Gestalt eines Gürtels von 8 bis 15 Meilen Breite sich von Cap Adair bis zu Agnes-Monument erstreckte. Der Clyde schien offen zu sein; aber bei Cap Hewett begann das Landeis wieder und umsäumte die Küste bis zu Cap Kater. Am 25. August dampfte die »Arctic« nach Norden und bewegte sich bis zum 30. durch loses Treibeis. In lat.  $71^{\circ} 32' N.$ , long.  $66^{\circ} W.$  richtete dieselbe ihren Kurs gegen Westen, wobei sie bis zum Mittag des 31. gegen bedeutende Eismassen zu kämpfen hatte. Alsdann erreichte sie das offene Wasser.

Um Mitternacht, in lat.  $70^{\circ} 5' N.$ , long.  $61^{\circ} 3' W.$ , wurde das letzte Eis gesichtet: ein grosser Berg mit zerrissener Oberfläche.