

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1864. Band II.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1864.

In Commission bei G. Franz.

77 H.F.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 28. Mai 1864.

Herr Pettenkofer hielt einen Vortrag:

„Ueber Fleisch- und Fettnahrung beim Hunde“.

Sitzung vom 9. Juli 1864.

Herr Lamont brachte folgende Abhandlungen in Vorlage:

1) „Ueber den Einfluss des Mondes auf die Magnetnadel“.

(Mit 3 lithogr. Tafeln.)

Der Einfluss des Mondes auf die Magnetnadel, zuerst von Kreil aus den Mailänder Beobachtungen im Jahre 1839 abgeleitet ¹⁾, und später zur Widerlegung der dagegen erhobenen Zweifel durch Benützung eines viel umfassenderen Materials bestätigt ²⁾, ist in neuerer Zeit durch die Arbeiten des Herrn Sabine ³⁾ zu einer der wichtigsten wissenschaftlichen Fragen ausgebildet worden.

Wenn gleich gegen das von diesen verdienstvollen Ge-

1) Osservazioni sull' intensità e sulla direzione della forza magnetica. Milano 1839 p. 171—188; — Magnetische und Meteorologische Beobachtungen in Prag. Bd. 1; — Fünfte Folge der Abhandlungen der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag. Band 2.

2) Denkschriften der math.-naturwissenschaftlichen Classe der Wiener Akademie. 3. und 5. Band.

3) Die hierauf bezüglichen Arbeiten des Hrn. Sabine finden sich theils in den Philos. Transactions, theils in den Magnetical and Meteorological Observations at Toronto, St. Helena, Hobarton u. s. w.

[1864. II. 2.]

lehrten angewendete Verfahren Bedenken, die jedenfalls Beachtung verdienen, vorgebracht worden sind ⁴⁾ und bei der Grösse der zufälligen Abweichungen eine Beobachtungsreihe von wenigen Jahren kaum ausreichend erscheinen dürfte, um den kleinen Einfluss des Mondes unzweideutig hervortreten zu lassen, so zeigen doch auf der anderen Seite die Resultate, welche Herr Sabine aus Beobachtungen der nördlichen, wie der südlichen Hemisphäre gewonnen hat, und welche man zugleich mit den von Hrn. Bache aus den Beobachtungen von Philadelphia abgeleiteten Resultaten in folgender Tabelle zusammengestellt findet, eine so auffallende Uebereinstimmung, dass das Vorhandensein einer mit der täglichen Bewegung des Mondes um die Erde zusammenhängenden Bewegung der Nadel nicht wohl in Abrede gestellt werden kann.

Citate und eine allgemeine Zusammenstellung kommen vor in *Magnetical and Meteorological Observations at St. Helena*. Vol. 2 p. 146.

4) Broun, *Proceedings of the Royal Society* Vol. 9 p. 298. Ich habe in dem gegenwärtigen Aufsätze bloss die von Hrn. Sabine und nach ganz gleicher Methode von Hrn. Bache erhaltenen Resultate berücksichtigt, muss aber bemerken, dass sie mit den Resultaten, welche Kreil aus den Prager und Münchener Beobachtungen abgeleitet hat, sowie mit den von Hrn. Broun gegebenen Zahlen weit weniger Uebereinstimmung zeigen als zu erwarten gewesen wäre. Bezüglich der Berechnung des Mondeinflusses giebt es überhaupt noch manche Umstände, die Aufklärung erfordern: so z. B. zeigen die dreijährigen Beobachtungen von Kew, nach Hrn. Sabine's Methode, grössere Regelmässigkeit als die zehnjährigen Beobachtungen von Prag nach Kreils Methode; so hat Kreil aus den Prager und Münchener Beobachtungen übereinstimmende, Haintz dagegen nach einer andern Methode nicht übereinstimmende Zahlen gefunden; so geben die Intensitäts-Beobachtungen von Philadelphia, gegen welche (*Fortschr. der Physik von der Berliner phys. Gesellsch.* 1849 S. 354) sehr gewichtige Einwendungen vorgebracht werden können, für den Mondeinfluss, ähnliche Resultate, wie die Beobachtungen von Toronto. Wie übrigens die Berechnungsmethode hiefür eine Erklärung liefern soll, ist mir nicht einleuchtend.

Einfluss des Mondes auf den Magnetismus der Erde.

An den hier gegebenen Zahlen hat bereits eine Ausgleichung stattgefunden; sie weichen übrigens nur wenig von den unmittelbar aus der Beobachtung abgeleiteten Zahlen ab. Bei der Declination beziehen sich die Bezeichnungen O (Ost) und W (West) auf das Nordende der Nadel. Bei der Inclination (sie mag nördlich oder südlich sein) und der Intensität wird eine Zunahme mit +, eine Abnahme mit — bezeichnet. Die Intensitätsänderungen sind in Millionstel der Kraft angegeben und zwar beziehen sich die Zahlen bei Toronto und bei dem Cap auf die Totalintensität, bei St. Helena auf die Horizontalintensität, die der Totalintensität nahe gleich ist.

Stunde	D e c l i n a t i o n							I n c l i n a t i o n				I n t e n s i t ä t		
	Kew	Toronto	Phila- delphia	Pekin	St. Helena	Cap	Hobarton	Toronto	St. Helena	Cap	Hobarton	Toronto	St. Helena	Cap
0	6,5 W	18,9 W	10,9 W	4,2 W	2,6 O	8,9 O	5,9 O	—0,5	—1,9	—1,0	+1,0	—1	+6	+11
1	9,1 W	16,5 W	10,9 W	3,3 W	0,3 O	6,4 O	8,3 O	—1,4	+0,7	—2,8	0,0	0	—2	+10
2	9,4 W	9,5 W	6,1 W	1,5 W	2,2 W	2,1 O	8,5 O	—2,0	+3,3	—4,0	—0,9	+2	—10	+6
3	7,2 W	0,1 W	0,5 W	0,7 O	4,2 W	2,6 W	6,4 O	—2,3	+5,2	—4,3	—1,6	+3	—16	0
4	3,2 W	9,2 O	5,5 O	2,6 O	5,1 W	6,5 W	2,7 O	—2,1	+6,0	—3,3	—1,9	+2	—19	—6
5	1,4 O	15,9 O	9,9 O	3,7 O	4,6 W	8,4 W	1,6 W	—1,6	+5,2	—2,3	—1,7	+1	—17	—10
6	5,5 O	18,1 O	11,7 O	3,9 O	2,9 W	7,9 W	5,3 W	—0,9	+3,9	—0,4	—1,1	—1	—11	—12
7	7,9 O	15,3 O	9,1 O	3,0 O	0,3 W	4,9 W	7,3 W	—0,3	+1,5	+1,5	—0,3	—3	—1	—10
8	8,1 O	8,2 O	3,9 O	1,3 O	2,6 O	0,3 W	7,2 W	+0,1	—0,9	+2,8	+0,4	—5	+10	—6
9	6,1 O	0,4 W	2,6 W	0,6 W	4,9 O	4,7 O	4,9 W	+0,2	—2,9	+3,4	+0,9	—6	+20	0
10	2,5 O	10,7 W	3,8 W	2,2 W	6,1 O	8,6 O	1,0 W	0,0	—3,8	+3,1	+1,1	—5	+26	+6
11	2,0 W	17,3 W	12,8 W	3,1 W	5,9 O	10,6 O	3,4 O	—0,4	—2,6	+2,0	+0,8	—3	+28	+11
12	5,0 W	19,4 W	13,9 W	2,9 W	4,4 O	9,9 O	7,2 O	—0,8	—2,2	+0,5	+0,2	—1	+24	+13
13	6,7 W	16,3 W	12,5 W	1,7 W	1,9 O	6,7 O	9,1 O	—1,1	—0,3	—1,0	—0,6	+2	+17	+12
14	6,2 W	8,9 W	8,1 W	0,2 O	0,8 W	1,8 O	8,8 O	—1,1	+1,7	—2,1	—1,3	+4	+7	+8
15	3,4 W	1,0 O	1,7 W	2,3 O	3,1 W	3,5 W	6,3 O	—0,8	+3,1	—2,4	—1,8	+6	—2	+2
16	0,8 O	10,8 O	5,1 O	4,0 O	4,4 W	7,9 W	2,1 O	—0,2	+3,6	—2,0	—1,8	+6	—9	—5
17	5,5 O	17,8 O	10,5 O	5,0 O	4,4 W	10,3 W	2,7 W	+0,6	+2,9	—0,8	—1,4	+5	—11	—9
18	9,3 O	20,2 O	13,1 O	4,8 O	3,1 W	10,1 W	6,7 W	+1,3	+1,3	+0,7	—0,6	+3	—9	—12
19	11,2 O	17,4 O	11,3 O	3,5 O	1,0 W	7,3 W	9,1 W	+1,9	—0,9	+2,2	+0,4	+1	—4	—11
20	10,7 O	10,2 O	6,7 O	1,5 O	1,5 O	2,7 W	9,1 W	+2,1	—3,0	+3,1	+1,3	—2	+2	—7
21	7,8 O	0,4 O	0,4 W	0,8 W	3,5 O	2,4 O	6,8 W	+1,9	—4,5	+3,2	+1,9	—3	+8	—1
22	3,1 O	9,3 W	5,4 W	2,9 W	4,4 O	6,7 O	2,8 W	+1,3	—4,8	+2,4	+2,0	—4	+11	+4
23	1,6 W	15,9 W	9,6 W	4,1 W	4,1 O	9,2 O	1,8 O	+0,5	—3,9	+0,9	+1,7	—3	+10	+9

[1864. II. 2.]

Wir wollen zunächst die durch den Mond erzeugte Bewegung der Declination, welche man auf der Tafel I. graphisch dargestellt findet, näher betrachten, und versuchen einen präzisen Begriff von dem Vorgange selbst und von den Modificationen, welche durch die geographische Lage bedingt werden, zu geben. Für's erste ist es aus den Zahlen, wie aus der graphischen Darstellung klar, dass im Laufe eines Mondtages zwei Maxima und zwei Minima in nahe gleichen Zeitintervallen auf einander folgen, also der hier beobachtete Vorgang die vollkommenste Aehnlichkeit mit der Ebbe und Fluth des Meeres hat und wohl nicht anders als durch eine in ihrer Wirkung analoge Kraft hervorgebracht werden kann.

Was die örtlichen Modificationen betrifft, so bestehen sie darin, dass die Grösse und Richtung der Bewegung sowohl, als die Zeiten der Maxima und Minima verschieden sind. Um einen Zusammenhang herzustellen, habe ich durch ein Sternchen (*), durch zwei Sternchen (**) und durch drei Sternchen (***) die Wendepunkte bezeichnet, welche ich als die correspondirenden annehme und diess als begründet vorausgesetzt, würde die Regel so lauten: Der Mondeinfluss lenkt die Magnetnadel in der nördlichen und südlichen Erdhalbkugel in entgegengesetztem Sinne ab, und die Wirkung tritt um so später ein, je weiter man von dem Aequator sich entfernt.

Ist diese Auslegung der vorhandenen Beobachtungsergebnisse die richtige, so ergiebt sich als nothwendige Folgerung, dass am Aequator selbst der Mondeinfluss bei der Declination gänzlich verschwinden wird. Hinsichtlich der Grösse der Bewegung bemerkt man, dass sie an verschiedenen Orten sehr verschieden ist, und a priori war diess auch zu erwarten wegen der Ungleichheit der Kraft, wodurch die Nadel in ihrer Richtung gehalten wird. Je grösser

die horizontale Intensität an einem Orte ist, desto weniger wird die Nadel durch eine gegebene Kraft abgelenkt werden, und desshalb muss man als Maass des Mondeinflusses nicht die Ablenkung, sondern das Produkt der Ablenkung und der Horizontalintensität gebrauchen. Den Betrag der Ablenkungen, (Unterschied zwischen dem Mittel der östlichen und dem Mittel der westlichen Extreme) dann die Horizontalintensität (in brittischen Einheiten) findet man in folgender Tabelle; daneben steht das Produkt dieser Grössen und zuletzt ist noch die geographische Breite beigefügt:

	Ablenkung	Horiz. Int.	Produkt	Geogr. Breite
	"			° '
<i>Kew</i>	17,7	3,7	65,5	51 29
<i>Toronto</i>	39,7	3,5	133,9	43 39
<i>Philadelphia</i>	27,9	4,0	117,2	39 57
<i>Pekin</i>	9,0	6,0	54,0	39 54
<i>St. Helena</i>	10,6	5,6	59,4	15 57
<i>Cap</i>	19,5	4,5	87,8	33 56
<i>Hobarton</i>	17,0	4,5	76,5	42 52

Wenn man aus dieser Tabelle irgend eine Schlussfolgerung ziehen will, so darf man nicht vergessen, dass, um den Mondeinfluss zu erhalten, in den Beobachtungsreihen zufällige Abweichungen eliminirt werden müssen, die um das Zwanzigfache grösser sind, als der Mondeinfluss, und demnach den erhaltenen Bestimmungen nur ein geringer Grad von Sicherheit zugeschrieben werden darf. Mit Rücksicht auf diesen Umstand kann man sagen, dass die in der Tabelle enthaltenen Zahlen mit den oben aufgestellten Sätzen insoferne übereinstimmen, als sie den Mondeinfluss kleiner in der Nähe des Aequators und grösser in höheren nördlichen und südlichen Breiten geben. Sogar ist der Unterschied zwischen den Punkten, die dem Aequator näher, und denen die entfernter liegen, hinreichend gross, um die An-

nahme einigermaßen zu rechtfertigen, dass am Aequator selbst der Mondeinfluss gänzlich verschwinde⁵⁾.

Wir haben bisher nur den Einfluss des Mondes auf die Declination berücksichtigt; genau dieselben Sätze aber passen eben so gut auf die Inclination, denn auch hier treffen wir zwei Maxima und zwei Minima, dann eine entgegengesetzte Richtung der Bewegung in der nördlichen und südlichen Halbkugel an, und auch die übrigen Modificationen würden ohne Zweifel hervortreten, wenn das Material vollständiger wäre. Was die Intensität betrifft, so scheinen die zwei Maxima und zwei Minima überall zu der gleichen Ortszeit und überall (wie diess in der Natur der Sache liegt) in gleichem Sinne stattzufinden.

Noch bleibt die Hauptfrage zu beantworten übrig, in welcher Weise der Mond auf die Magnetnadel einen Einfluss ausübt.

5) Wahrscheinlich wird sich aber die Sache in der Wirklichkeit anders verhalten. Bei dem täglichen Gange der Declination, wo von Morgens bis ungefähr eine Stunde nach der Culmination der Sonne in der nördlichen Erdhalbkugel die Bewegung nach Westen, in der südlichen Halbkugel nach Osten geht, hatte man ebenfalls geschlossen, dass am Aequator die Bewegung gänzlich verschwinden müsse; die Beobachtung hat aber gezeigt, dass sie nicht verschwindet, sondern einen Verlauf nimmt, der, wenn die Sonne nördlich steht, mit der Bewegung der nördlichen Halbkugel, und wenn sie südlich steht, mit der Bewegung der südlichen Halbkugel, Analogie hat. So wird es auch wohl bei dem Mondeinflusse der Fall sein und damit stimmt die Angabe des Hrn. Broun überein, wornach in Trevandrum (8° nördlich vom Aequator) der Mondeinfluss bei nördlicher und südlicher Declination des Mondes verschieden wäre. Dass Hr. Sabine für Toronto (*Philos. Trans.* 1847. Art. 5 p. 6) und Hr. Bache für Philadelphia (*Discussion of the Philadelphia magnetic observations* P. III. p. 14. *Smithsonian Contributions* 1860) keinen entschiedenen Einfluss der Monddeclination gefunden haben, erklärt sich leicht daraus, dass jene Stationen schon zu weit vom Aequator entfernt sind.

Es ist zwar von einer direkten magnetischen Einwirkung des Mondes, dessgleichen von einer elektrischen Einwirkung gesprochen worden; aber alles, was bisher zur Lösung des Problems geschehen ist, bleibt doch im Grunde auf blosse Vermuthungen beschränkt. Unter diesen Umständen glaubte ich, dass es von Nutzen sein könnte, aus den vorhandenen Beobachtungsergebnissen vorläufige Andeutungen zu suchen und so bot sich unter anderen die Frage dar, ob nicht zwischen dem Mondeinflusse und der täglichen Bewegung, welche als Wirkung der Sonne zu betrachten ist, irgend eine Analogie aufzufinden sei. Ich verzeichnete demnach, wie in Tab. II Fig. 1 zu sehen ist, den in Toronto beobachteten Einfluss des Mondes auf die Declination, multiplicirte dann die tägliche Bewegung der Declination mit $\frac{1}{15}$, rückte die Zeit um zwei Stunden zurück und erhielt die punktirte Curve, deren Aehnlichkeit mit dem Mondeinflusse augenscheinlich ist. Ich multiplicirte dann die tägliche Bewegung der Inclination und Intensität mit demselben Faktor, setzte die Zeit wie oben um zwei Stunden zurück und erhielt die Curven Taf. III. Fig. 6 und 8, wobei man die gleiche Uebereinstimmung in der Form und Grösse wie bei der Declination bemerken wird. Bei weiterer Fortsetzung der Untersuchung fand ich, dass der Faktor $\frac{1}{15}$ nicht für alle Orte angewendet werden kann, sondern Werthe angenommen werden müssen, welche zwischen $\frac{1}{12}$ und $\frac{1}{25}$ schwanken. Dieser letztere Grenzwert kommt bei Hobarton vor, wofür die Declinations- und Inclinations-Curven in Taf. II. Fig. 5 und Taf. III. Fig. 7 dargestellt sind; auch bei diesen findet man übrigens bezüglich auf Form und Grösse dieselbe Uebereinstimmung wie bei Toronto. Noch kommen auf Tafel II. und III. vier Figuren vor, welche das bezüglich auf Toronto und Hobarton Gesagte weiter bestätigen; jedoch muss bemerkt werden, dass wenn man für St. Helena, dann für die Inclination und Intensität am Cap die Zeichnungen her-

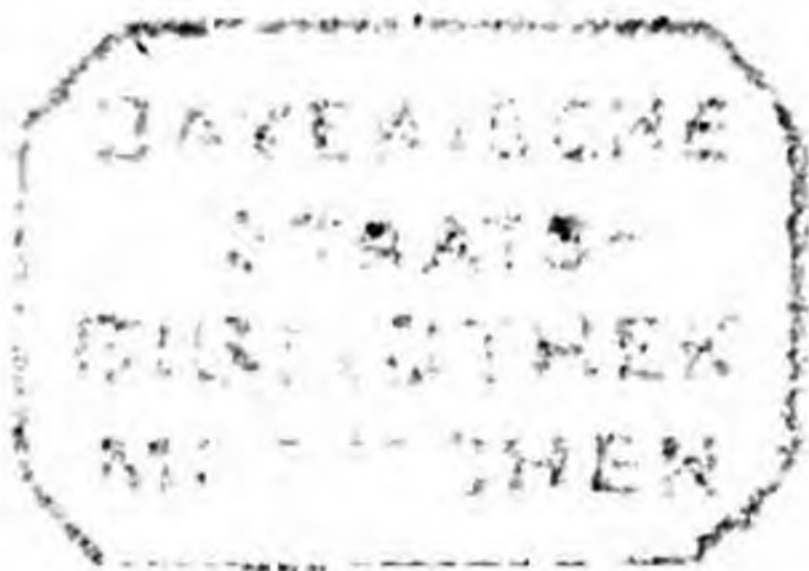
stellt, eine gleiche Uebereinstimmung wie bei den übrigen Stationen nicht wahrgenommen wird, was theils in den Instrumenten, theils darin, dass in der Aequatorialzone der Mondeinfluss klein und vielleicht von der Declination des Mondes abhängig ist, seinen Grund haben könnte.

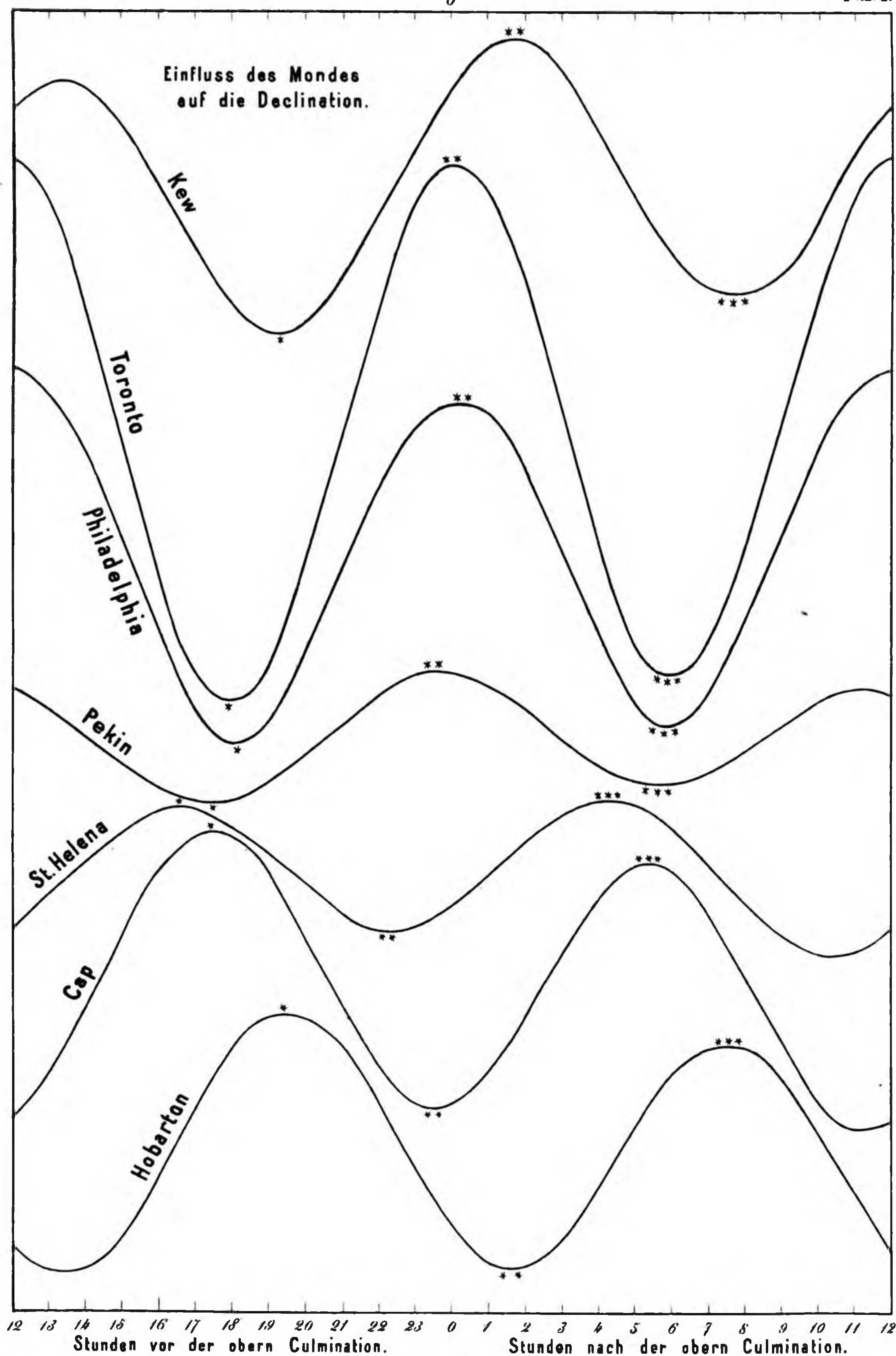
Bisher ist von einer Uebereinstimmung der Curven überhaupt gesprochen worden, es muss jedoch die wesentliche Beschränkung beigefügt werden, dass die Uebereinstimmung eigentlich nur auf den Theil der täglichen Bewegung, der den Stunden 6^h Morgens bis 6^h Abends entspricht, sich bezieht und während der Nacht fast alle Uebereinstimmung verschwindet. Als Grund davon möchte vielleicht die Temperatur zu betrachten sein, wodurch eine Vermehrung des magnetischen Einflusses der Sonne bei Tage und eine Verminderung bei der Nacht erfolgen könnte: es wäre jedoch ganz zwecklos, jetzt eine Hypothese in dieser Beziehung aufzustellen, und ich begnüge mich vorläufig damit, die Aufmerksamkeit derjenigen, welche mit magnetischen Forschungen sich beschäftigen, auf die Thatsache zu lenken, dass zwischen der Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die Magnetnadel eine unleugbare Analogie stattfindet, welche bei der weiteren Untersuchung möglicher Weise einen nützlichen Anhaltspunkt darbieten könnte.

2) Ueber die jährliche Periode des Barometers.

(Mit einem Holzschnitte.)

Der Druck der Atmosphäre hängt in zweifacher Beziehung von der Wärme ab, einmal in so ferne, als das specifische Gewicht der Luft durch die Wärme vermindert wird, dann auch, weil die Wärme Wasserdampf erzeugt, der das Volumen der Luft vermehrt, aber von geringerem specifischem Gewichte ist. Da die Luftwärme eine jährliche Periode hat, so muss auch im Stande des Barometers eine



0^h Einfluss des Mondes
auf die Declination.

Stunden vor der obern Culmination.

Stunden nach der obern Culmination.

Sitzungsberichte der k. b. Akad. d. W. 1864. II. 2.

0^h

— Mond
- - - Sonne

Fig. 1. Toronto,
Declination.

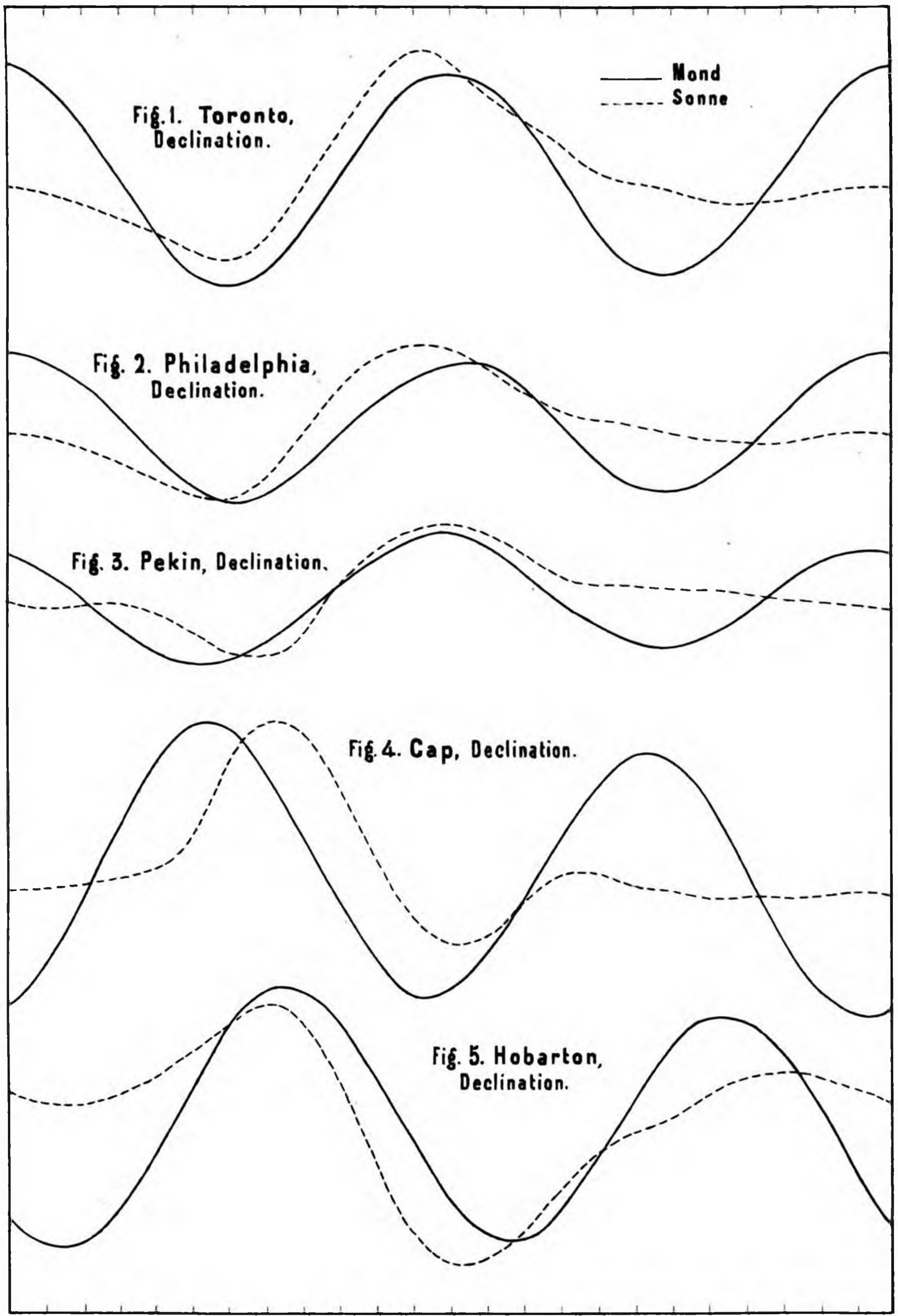
Fig. 2. Philadelphia,
Declination.

Fig. 3. Pekin, Declination.

Fig. 4. Cap, Declination.

Fig. 5. Hobarton,
Declination.

12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Stunden vor der obern Culmination. Stunden nach der obern Culmination.



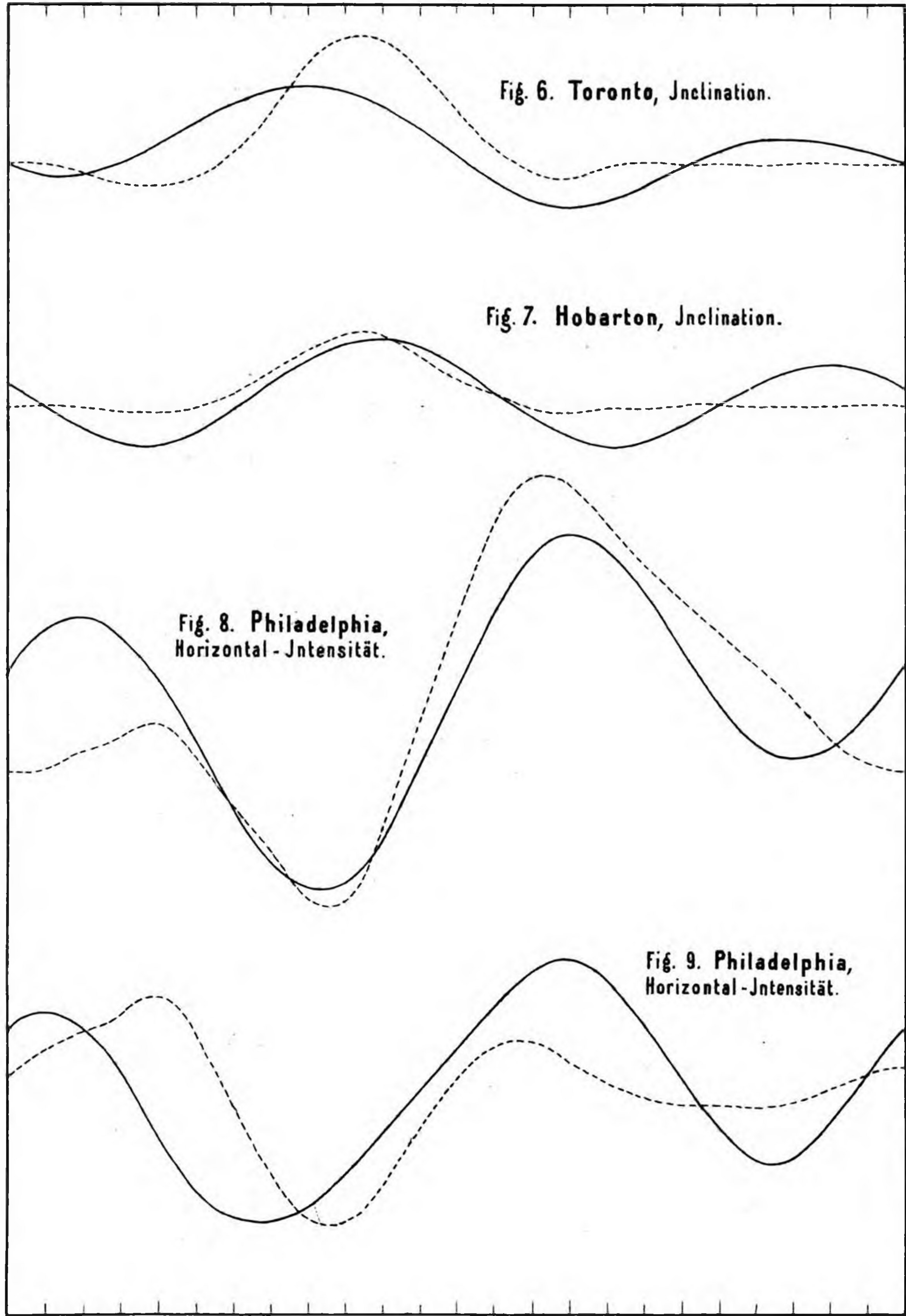
0^h

Fig. 6. Toronto, Inclination.

Fig. 7. Hobarton, Inclination.

Fig. 8. Philadelphia,
Horizontal - Intensität.

Fig. 9. Philadelphia,
Horizontal - Intensität.



12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Stunden vor der obern Culmination. Stunden nach der obern Culmination.