

BEITRÄGE

ZUR

ERKLÄRUNG DER KOSMISCH-TERRESTRISCHEN ERSCHEINUNGEN.

VON

JOHANN UNTERWEGER.

(Mit 2 Tafeln und 3 Holzschnitten.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 18. DECEMBER 1884.)

ÜBER DAS POLARLICHT.

Mehrere grossartige Erscheinungen in der Natur, zu welchen in erster Linie das Polarlicht, die elektrischen Gewitter und der Erdmagnetismus gehören, sind dadurch ausgezeichnet, dass sie untereinander im engsten Zusammenhange stehen und aller Wahrscheinlichkeit nach nur aus dem Zusammenwirken kosmischer und terrestrischer Ursachen erklärt werden können.

Die Erklärungsversuche, welche in Bezug auf diese Phänomene gemacht worden sind, beschränken sich mehr oder weniger nur auf einzelne derselben und scheinen deshalb unzulänglich zu sein. Mit der vorliegenden Abhandlung und den weiteren, welche ihr folgen sollen, wird nicht beabsichtigt, an den von Andern aufgestellten Theorien Kritik zu üben, sondern vielmehr durch selbstständige Untersuchungen des bis jetzt gesammelten, bedeutendsten Beobachtungsmaterials Beiträge zur Kenntniss dieser kosmisch-terrestrischen Erscheinungen zu liefern und auf gewisse Erklärungsmöglichkeiten hinzuweisen, die von Andern meines Wissens noch nicht angegeben worden sind, jedoch zur Aufstellung einer allgemeinen und einheitlichen Theorie von grosser Bedeutung sein dürften.

Das Polarlicht gilt zwar seiner Natur nach für eines der am wenigst bekannten Phänomene; gleichwohl halte ich dasselbe zufolge meiner Untersuchungen und Hypothesen auch für ein Licht im figurlichen Sinne für eine ganze Reihe anderer Erscheinungen, und demnach scheint es mir zweckmässig, in meinen Erörterungen dieses zuerst zu behandeln.

I. Über die Gesetze des Polarlichtes.

Die Formen des Polar-, insbesondere des Nordlichtes, sind von verschiedenen Beobachtern und Reisenden z. B. Weyprecht,¹ Capron,² eingehend und deutlich beschrieben worden, und ich verweise diesbezüglich

¹ Denkschriften der k. Akademie, Bd. XXXV.

² Aurorae: Their Characters and Spectra. London 1879.

auf deren Schriften. Auch mit der Untersuchung des Beobachtungsmateriales haben sich mehrere Theoretiker, besonders Professor H. Fritz¹, beschäftigt und gewisse Gesetze über die geographische Verbreitung, Höhe, Richtung der Sichtbarkeit u. s. w. nachgewiesen, welche ohne Zweifel richtig sind. Dieselben sollen im zweiten Theile erwähnt werden, wo sie eine theoretische Begründung finden. Was aber die Periodicität betrifft, habe ich mich überzeugt, dass sich die catalogisirten Anzeichnungen noch besser ausnützen lassen, wenn man sie theilweise nach neuen Gesichtspunkten behandelt, wodurch nicht nur die bereits erwiesenen Gesetze deutlicher hervortreten, sondern noch andere erkennbar werden.

Die Wanderung des Polarlichtes von Osten nach Westen.

Wenn über ein Nordlicht eine grössere Zahl von Beobachtungen aus verschiedenen Orten, die angenähert dieselbe geographische Breite haben, vorliegt, so zeigt sich in den Notirungen der Localzeit eine gewisse Übereinstimmung, die so ziemlich die nämliche bleibt, mögen die Orte nun kleinere oder grössere Längendifferenzen aufweisen. Es liegt daher nahe, die Frage aufzuwerfen, deren Beantwortung für die Kenntniss und Erklärung des Polarlichtes von fundamentaler Bedeutung ist: Sind in einem solchen Falle die Abweichungen in der Ortszeit nur zufällige, etwa wegen der verschiedenen localen Verhältnisse der Atmosphäre, oder besteht eine Beziehung zum Längenunterschied, oder ist gar kein Gesetz nachweisbar? Mit dieser Frage hat sich zuerst eingehender G.-B. Donati² beschäftigt, und die Grundlage seiner Untersuchung bildete das grosse Polarlicht vom 4. zum 5. Februar 1872.

Als Ergebniss folgt die Zusammenstellung:

Z o n e	Mittlere Länge der Zone von Greenw.	Mittel der Ortszeiten des Maxim.	Mittel der Ortszeiten des Endes	Zahl der Beobachtungs-orte
1. Zone (östl.)	2h 5m Ö.	9 ¹ / ₂ ^h	12 ¹ / ₄ ^h	9
2. „ (mittl.)	0 20 „	8 ¹ / ₂	11 ¹ / ₂	17
3. „ (westl.)	5 38 W.	8 ³ / ₄	9 ³ / ₄	13

Donati spricht das hierin erkennbare Gesetz in dem Satze aus:

„Die leuchtenden Phänomene des grossen Polarlichtes, welches in einer sehr grossen Ausdehnung auf der Erde in der Nacht vom 4. zum 5. Februar 1872 beobachtet wurde, sah man zuerst im Morgen- und dann im Abendlande; sie zeigten sich an den verschiedenen Punkten der Erde fast zur selben localen Stunde, jedoch mit einer Tendenz, der genannten Stunde vorzulaufen, sowie sie sich von Osten nach Westen fortpflanzten.“

Um zu sehen, ob dieser Satz nur zufälliger Weise für das Nordlicht vom 4. Februar 1872 richtig ist, wie einige Theoretiker zu glauben scheinen, oder ob und in welchem Umfange ihm allgemeine Giltigkeit zugestanden werden muss, habe ich eine selbstständige Untersuchung ausgeführt, zu welcher Nordlichtbeobachtungen aus den vereinigten Staaten Amerika's³ ein geeignetes Material boten, indem sie sich auf ein Gebiet von grösserer Längenausdehnung beziehen und Tage mit zahlreichen Zeitnotirungen aufweisen.

Die Untersuchung konnte jedoch nur in Bezug auf das Mittel der einzelnen Beobachtungszeiten gemacht werden, weil das Verzeichniss von Greely entweder nur einen Zeitpunkt, — den man wohl als Maximum oder

¹ Das Polarlicht. Leipzig 1881. Die Beziehungen der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde. Haarlem 1878. Preisschrift.

² Sul modo con cui si propagarono i fenomeni luminosi della grande aurora polare osservata nella notte dal 4 al 5 febbraio 1872. Memorie del R. Osservatorio ad Arcetri. Tomo I. Num. 1.

³ A. W. Greely, Chronological List of Auroras observed from 1870 to 1879. Professional Papers of the Signal Service Nr. 3.

Mittel ansehen muss, — oder Anfang und Ende der Erscheinung angibt. Aus der Tabelle, pag. 23, in Donati's Abhandlung erkennt man, dass das Mittel der Beobachtungszeit, von welchem selbstverständlich das Maximum der Häufigkeit abzuleiten ist, gut mit dem Maximum der Intensität übereinstimmt und dass letzteres in vielen Fällen direct kaum angenähert angegeben werden kann. Rechnet man in dieser mit den mittleren Beobachtungszeiten, so erhält man als Schlussresultat: für die erste Zone 9^h 22^m, für die zweite Zone 8^h 37^m und für die dritte Zone 8^h 25^m, also nahezu die nämlichen allgemeinen Mittel, wie sie die Maxima geben.

Die amerikanischen Beobachtungen wurden in zwei Zonen oder Gruppen — östlich und westlich vom 85. Meridian von Greenwich — getheilt; eine dritte Gruppe konnte nicht eingeführt werden, weil Beobachtungen westlich von 100° fast gänzlich fehlen. Die beiden Gruppen haben einen mittleren Längenunterschied von ungefähr 1^h, der wohl genügend ist, um sich bemerkbar zu machen, wenn der geographische Zeitunterschied überhaupt einen Einfluss auf die Ortszeit des Polarlichtes ausübt. In der folgenden Tabelle sind nun beispielsweise die Nordlichtbeobachtungen vom 19. Februar 1876 zusammengestellt.

Staat	Ort	Ortszeit	
		Beobachtet	Mittel
Erste Gruppe, östlich von 85°.			
Connecticut	Southington	7 ^h 30 ^m — nach 9 ^h 30 ^m	8 ^h 35 ^m
Maine	Eastport	10 ^h — 10 ^h 30 ^m	10 15
"	Standish	9 ^h	9 —
Maryland	Cumberland	7 ^h	7 —
"	Fallston	9 ^h	9 —
"	Owing's Mills	9 ^h	9 —
"	Woodstock	8 ^h — 10 ^h 15 ^m	9 8
Massachusetts	Fall River	9 ^h	9 —
"	Florida	7 ^h — 9 ^h	8 —
"	Springfield	8 ^h 30 ^m — 12 ^h	10 15
"	Worcester	7 ^h 30 ^m — 10 ^h	8 45
Michigan	Adrian	7 ^h 20 ^m — nach 9 ^h	8 15
"	Alpina	6 ^h 30 ^m — 15 ^h 30 ^m	[9 15]
"	Detroit (W. Cem.)	6 ^h 30 ^m — nach 9 ^h 45 ^m	8 13
New Hampshire	Dunbarton	9 ^h	9 —
"	Plaistow	9 ^h	9 —
New Jersey	Atlantic City	8 ^h — 11 ^h	9 30
"	Barneget	10 ^h 30 ^m — 15 ^h	[11 15]
"	Freehold	6 ^h 30 ^m — 8 ^h 30 ^m	7 30
"	Hightstown	7 ^h — nach 11 ^h	9 5
"	Moorestown	7 ^h — nach 9 ^h	8 5
"	Sandy Hook	8 ^h 30 ^m — 9 ^h 30 ^m	9 —
"	Vineland	9 ^h 30 ^m — nach 10 ^h 30 ^m	10 5
New York	Ardenia	9 ^h	9 —
"	Buffalo	6 ^h 50 ^m — 12 ^h 30 ^m	9 40
"	Depauville	6 ^h 45 ^m	6 45
"	Hector	7 ^h — 10 ^h	8 30
"	Hudson	7 ^h	7 —
"	Ithica	9 ^h	9 —
"	Kensico	6 ^h — nach 9 ^h	7 35
"	Lockport	9 ^h	9 —
"	Malone	7 ^h — 17 ^h	[9 30]
"	Moriches	7 ^h — nach 10 ^h	8 35
"	North Hammond	6 ^h	6 —
"	Rochester	7 ^h 20 ^m — nach 12 ^h	9 45
"	Starkey	7 ^h — 8 ^h 30 ^m	7 45
"	Wappinger's Falls	7 ^h 20 ^m — nach 7 ^h 45 ^m	7 37
"	Waterburgh	6 ^h 45 ^m — nach 9 ^h	7 58
North Carolina	Cape Hatteras	7 ^h 10 ^m — 8 ^h	7 35
Ohio	Bethel	7 ^h — 9 ^h	8 —
"	Carthagenia	6 ^h — 16 ^h	[9 —]
"	Cincinnati	7 ^h — 9 ^h	8 —
"	Cleveland	7 ^h 30 ^m — 8 ^h	7 45
"	Kenton	9 ^h — 14 ^h	[10 30]
"	Urbana	7 ^h — 9 ^h	8 —
"	Westerville	7 ^h — nach 9 ^h	8 5

Staat	Ort	Ortszeit	
		Beobachtet	Mittel
Pennsylvania	Euporium	8 ^h — 13 ^h	[10 —]
"	Erie	8 ^h — 11 ^h	9 30
"	Fallsington	8 ^h — 10 ^h	9 —
"	Hanover	8 ^h	8 —
"	Oregon	7 ^h 35 ^m — 8 ^h	7 48
"	Tarentum	8 ^h — 9 ^h	8 30
"	Tioga	7 ^h — 9 ^h	8 —
"	Williamsport	10 ^h	10 —
"	York Sulphur Springs	9 ^h	9 —
Rhode Island	Newport	8 ^h — 11 ^h 05 ^m	9 33
Vermont	West Charlotte	8 ^h — 8 ^h 30 ^m	8 15
West-Virginia	Morgantown	8 ^h 10 ^m — 11 ^h	9 35
			Summe = 503 ^h 57 ^m
Allgemeines Mittel aus 58 Beobachtungen: $t_1 = 8^h 41^m$			
Wahrscheinlicher Fehler: $\pm 5.3^m$			
Zweite Gruppe, westlich von 85°.			
Dakota	Vermilion	6 ^h 35 ^m — 7 ^h 15 ^m	6 ^h 45 ^m
Illinois	Belvidere	7 ^h	7 —
"	Friendville	6 ^h 30 ^m — 10 ^h	8 15
"	Henepin	9 ^h	9 —
"	Lyndon	7 ^h 40 ^m — 9 ^h 30 ^m	8 35
"	Riley	6 ^h 45 ^m — 10 ^m	8 23
"	Sandwich	9 ^h	9 —
"	Somonauk	6 ^h 30 ^m — nach 9	7 50
Indiana	Laconia	8 ^h	8 —
"	Rising Sun	7 ^h — 8 ^h 30 ^m	7 45
"	Spiceland	9 ^h	9 —
"	Vevay	6 ^h 45 ^m — 9 ^h	7 53
Jowa	Afton	10 ^h	10 —
"	Hudson	7 ^h	7 —
"	Independence	11 ^h	11 —
"	Monticello	11 ^h	11 —
"	Rockford	8 ^h — 10 ^h 30 ^m	9 15
Michigan	Grand Haven	6 ^h 30 ^m — 16 ^h	[9 15]
"	Grand Rapids	7 ^h — 15 ^h	[9 50]
"	Marquette	6 ^h 30 ^m — nach 12 ^h	9 20
"	Traverse City	7 ^h — nach 9 ^h 30 ^m	8 20
Minnesota	Minneapolis	9 ^h 30 ^m — nach 10 ^h 20 ^m	10 —
Missouri	Corning	7 ^h 15 — nach 10 ^h 30 ^m	8 57
Nebraska	Clear Creek	7 ^h — 8 ^h	7 30
"	Howard	7 ^h — nach 9 ^h	8 5
Wisconsin	Embaras	6 ^h 45 ^m	6 45
"	Manitowoc	7 ^h — nach 11 ^h	9 5
"	Rocky Run	6 ^h 45 ^m — Tagesanbruch	[9 22]
"	Wautoma	7 ^h	7 —
			Summe = 249 ^h — ^m
Allgemeines Mittel aus 29 Beobachtungen: $t_2 = 8^h 35^m$.			
Wahrscheinlicher Fehler: $\pm 8.6^m$			

Die hier zusammengestellten Beobachtungen sind — wie fast alle Beobachtungen in Greely's Catalog — fast ausschliesslich aus den nördlichen Vereinigten Staaten; der Einfluss der geographischen Breite auf die Differenz in der Localzeit ist daher sicher verschwindend klein. Er ist in niederen und mittleren Breiten überhaupt gering, wie bei Untersuchung der täglichen Periode gezeigt werden wird. Ebenso kann die Declination der Sonne keine Differenz hervorrufen, weil die Beobachtungen demselben Tage angehören. Gleichwohl bemerkt man Abweichungen in der Localzeit und sieht sofort, dass dieselben zwischen Orten von geringer Entfernung ebenso gross sind, als zwischen Orten von bedeutender Entfernung. Es müssen demnach Verhältnisse Einfluss in dieser Beziehung haben, welche schon in unmittelbarer Nachbarschaft verschieden sein können, also locale Verhältnisse. Zu diesen gehören ohne Zweifel: Zustände der Atmosphäre, Bodenbeschaffenheit,

Verschiedenheit der Beobachter etc. An einem Orte sind die Verhältnisse der Luft und des Bodens der Entwicklung des Polarlichtes günstiger als an einem andern. An diesem hindert die Bewölkung das Sichtbarwerden der Erscheinung bei Beginn, an jenem lässt sie dieselbe nicht bis zu Ende verfolgen. Ein Beobachter notirt genau Anfang und Ende, ein anderer nur ein angenähertes Mittel oder Maximum; dieser wird nur durch bedeutende Erscheinungen angeregt, jener fasst das Licht schärfer auf. Daraus folgt, dass sich aus einzelnen Beobachtungen kaum eine Regel, geschweige ein Gesetz, erkennen lässt, und dass nur Mittelwerthen aus einer grossen Zahl von Beobachtungen Beweiskraft beizulegen ist, weil in solchen die zufälligen, theils positiven theils negativen Fehler ausgeglichen werden.

Donati musste die vereinzelt Zeitangaben von Shanghai, Tientsin und Bombay, die nach Mitternacht fallen, unberücksichtigt lassen, ebenso konnte meine Untersuchung nur in Bezug auf die Abendstunden ausgeführt werden; für die Morgenstunden wäre eine besondere Untersuchung erwünscht, wozu aber die Zahl der vorliegenden Beobachtungen nicht ausreicht. Bei Zeitnotirungen über Mitternacht wurde das Mittel nur von Beginn bis Mitternacht genommen. Dies hat seinen Grund darin, dass — wie bewiesen werden wird — in den Abendstunden das tägliche Hauptmaximum, in den Morgenstunden ein secundäres Maximum und um Mitternacht ein secundäres Minimum stattfindet. Will man dieses Abbrechen mit 12^h gleichwohl nicht a priori als gerechtfertigt gelten lassen, so kann man die in obiger Tabelle in Parenthese gesetzten wenigen Mittel weglassen und erhält dann aus den übrigen 52, beziehungsweise 26 Beobachtungen die allgemeinen Mittel: $t_1 = 8^h 33^m$ und $t_2 = 8^h 29^m$. Die Differenz $t_1 - t_2$, auf die es hier hauptsächlich ankommt, ist demnach entweder 6 Minuten oder 4 Minuten, also nahe dieselbe, was auch der Fall ist, wenn man die Beobachtungen über Mitternacht in ihrer vollen Dauer nimmt, denn dann ergibt sich $t_1 - t_2 = 3$ Minuten.

Eine solche kleine positive Differenz der Nordlichtzeiten bei einem Längenunterschiede von einer Stunde entspricht genau dem von Donati aufgestellten Satze; allein die Ableitung beruht wieder nur auf den Beobachtungen eines einzelnen Tages, und die Übereinstimmung kann daher möglicherweise eine zufällige sein. Zum weiteren Beweise müssen möglichst viele Tage ebenso behandelt werden. Der Catalog enthält 12 Tage mit genügender Beobachtungszahl, welche folgende Resultate liefern.

Mit vereinzelt um 12 ^h abgebrochenen Beobachtungen					Ohne abgekürzte Beobachtung					
Datum	t_1	t_2	$t_1 - t_2$	Zahl d. Beob.		t_1	t_2	$t_1 - t_2$	Zahl d. Beob.	
				I. Gr.	II. Gr.				I. Gr.	II. Gr.
17. Januar 1874	9 ^h 3 ^m	9 ^h 32 ^m	—29 ^m	41	8	9 ^h 3 ^m	9 ^h 32 ^m	—29 ^m	44	8
7. März „	8 22	8 22	— 1	17	24	8 22	8 23	— 1	17	24
6. April „	8 50	8 42	— 8	17	11	8 50	8 32	— 18	17	11
3. Octob. „	9 4	9 2	— 2	56	33	8 50	8 51	— 1	45	28
4. „ „	9 16	9 11	— 5	27	9	8 48	9 3	—15	19	8
26. Febr. 1875	8 38	8 32	— 6	18	25	8 34	8 30	— 4	45	23
19. „ 1876	8 27	8 21	— 6	58	29	8 19	8 15	— 4	52	26
9. März 1877	9 13	9 13	— 0	20	20	9 17	9 2	— 15	15	15
14. April „	9 16	9 22	— 6	42	11	9 9	9 17	— 8	36	9
2. Mai „	9 24	10 1	— 31	43	13	9 26	9 55	— 29	42	11
28. „ „	9 30	9 15	— 15	78	31	9 29	9 15	— 14	77	34
23. Jan. 1878	9 37	9 29	— 8	31	10	9 35	9 16	— 19	29	8
Mittel ($t_1 - t_2$) = 1.7 ^m					— 0.7 ^m					

Die Differenz $t_1 - t_2$ ist stets kleiner als der mittlere Längenunterschied und entweder positiv oder negativ; im Durchschnitte ist sie nahezu Null, nämlich 1.7^m oder —0.7^m mit einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm 3.5^m$ respective $\pm 3.2^m$, je nachdem man die mit 12^h abgebrochenen Beobachtungen, die nur vereinzelt vorkommen, einrechnet oder nicht. Demnach ist Donati's Satz nur in seinem ersten Theile,

welcher das Fortschreiten eines grossen Polarlichtes von Ost nach West ausspricht, allgemein richtig; der zweite Theil, der eine Tendenz in der Localzeit vorzulaufer behauptet, muss etwas geändert werden.

Diese Tendenz ist im grossen Durchschnitte gar nicht vorhanden, indem sich das Polarlicht im Allgemeinen wie eine Erscheinung verhält, die an der Rotation der Erde nicht theilnimmt; in besonderen Fällen läuft das Polarlicht, während es sich gegen Westen fortpflanzt, in der Ortszeit etwas vor oder bleibt etwas zurück.

In vorstehender Zusammenstellung wurden nur Nordlichter von grösserer Ausdehnung und Dauer berücksichtigt. Man kann nun die Frage aufwerfen: Ist eine Abhängigkeit der Ortszeit des Polarlichtes von der geographischen Länge bei kleineren Erscheinungen nachweisbar?

Zur Beantwortung dieser Frage kann man nicht Mittel aus den Beobachtungen einzelner Tage nehmen, weil solche Beobachtungen wegen der geringen Ausdehnung der Erscheinung nur in beschränkter Zahl vorliegen können. Da sich indessen die Ortszeit des Polarlichtes, wie gezeigt werden wird, in niederen und mittleren Breiten mit der Declination der Sonne nur wenig ändert, so ist es, um brauchbare Mittel zu erhalten, ohne Zweifel zulässig, die Beobachtungen mehrerer aneinander folgender Tage zusammenzuziehen. Auf diese Weise geben andere Beobachtungen aus den Vereinigten Staaten folgendes Resultat.

Mit einigen Beobachtungen, abgebrochen um 12 ^h						Ohne Beobachtung, abgebrochen um 12 ^h				
Datum	t_1	t_2	$t_1 - t_2$	Zahl d. Beob.		t_1	t_2	$t_1 - t_2$	Zahl d. Beob.	
				I. Gr.	II. Gr.				I. Gr.	II. Gr.
10. bis 16. Januar 1874	9 ^h 2 ^m	9 ^h 11 ^m	— 39 ^m	38	11	9 ^h 2 ^m	9 ^h 11 ^m	— 39 ^m	38	11
1., 3., 4., 5. April „	9 20	9 3	17	15	13	9 20	9 3	17	15	13
9. bis 16. Juli „	10 29	10 27	2	14	25	10 24	10 25	— 1	10	24
10., 11., 12. Sept. „	9 26	9 27	— 1	27	13	9 21	9 22	— 1	21	12
12. bis 15. Octob. „	9 33	9 35	— 2	31	14	9 31	9 36	— 5	27	12
28. Febr., 1., 2. März 1875	9 21	9 —	21	19	21	9 17	8 52	25	18	19
6., 7., 8. April 1875	9 27	9 54	— 27	31	10	9 22	9 45	— 23	29	8
16., 17., 18. Februar 1876	9 52	10 2	— 10	9	17	9 39	10 1	— 22	8	14
24. bis 30. März 1876	10 7	9 35	32	8	31	9 55	9 13	42	7	23
22. bis 27. Sept. „	9 48	10 2	— 14	21	20	9 42	9 44	— 2	18	13
5. bis 9. April 1877	9 54	10 3	— 9	13	10	9 43	9 33	10	10	5
19., 20., 22. April 1879	9 30	9 20	10	24	6	9 30	9 20	10	24	6
7., 8., 9., 12., 15., 17., 18. Juni 1829 .	10 17	10 4	13	22	9	10 8	10 4	4	19	9
9. bis 13., 15., 18. bis 21. Sept. 1879	10 3	9 49	14	20	8	10 2	9 38	24	16	6

Mittel ($t_1 - t_2$) = 0·5^m

Mittel ($t_1 - t_2$) = 2·8^m

Wie man sieht, sind die Differenzen $t_1 - t_2$ in der Regel nur in solchen Fällen erheblicher, wo die ihnen zu Grunde liegenden Mittel t_1 und t_2 aus verhältnissmässig wenigen Beobachtungen berechnet werden mussten, also nicht viel Verlässlichkeit beanspruchen können; nichtsdestoweniger erscheinen die Differenzen ebenfalls theils positiv theils negativ, und ihr durchschnittlicher Werth ist beinahe Null. Hieraus folgt der Satz:

Kleinere Polarlichter, bei welchen wegen der kurzen Dauer ein Fortschreiten von Ost nach West kaum merklich ist, entwickeln sich an Orten von verschiedener Länge unter sonst gleichen Umständen zur selben localen Stunde.

Wegen dieser Übereinstimmung mit dem Gesetze grosser Erscheinungen ist es zulässig, aus den Resultaten beider obiger Tabellen ein totales Mittel für die Differenz $t_1 - t_2$ zu nehmen. Hiefür ergibt sich der verschwindend kleine Werth 1 Minute oder 1·2 Minuten.

Wenn von kleinen Abweichungen abgesehen wird, kann man nun das Ergebniss dieser Untersuchung kurz in den Satz zusammenfassen:

Die Localzeit des Polarlichtes ist von der geographischen Länge des Beobachtungsortes unabhängig.

Die tägliche Periode des Polarlichtes.

Vor der eigentlichen Darstellung der täglichen Periode müssen die allgemeinen Grundsätze erörtert werden, nach welchen bei der betreffenden Untersuchung vorgegangen wurde.

Wenn man grössere Verzeichnisse von Beobachtungen durchsieht, so fällt zunächst auf, dass die meisten Notirungen von örtlichen Stunden, zu welchen das Polarlicht erscheint, in die Abendzeit und zahlreiche Notirungen in die Morgenzeit fallen, während Mitternacht verhältnissmässig wenig und die Mittagsstunde fast gar nicht vertreten sind.

Deshalb ist es wahrscheinlich, dass ein doppeltes tägliches Maximum und Minimum der Häufigkeit und Intensität besteht. Hierauf macht auch H. Fritz aufmerksam, glaubt jedoch, dasselbe nur für eine Zone nahe dem Nordlichtgürtel annehmen zu sollen und begründet diese Ansicht durch Beobachtungen von Toronto und bei Lake Athabasca nach Lefroy und Richardson. Die Frage, ob das doppelte Maximum wirklich nur in einer solchen Zone oder auch in mittleren und niederen Breiten besteht, muss zuerst beantwortet werden, weil deren Beantwortung eine Grundlage der ganzen folgenden Untersuchung bildet.

Abgesehen davon, dass ein kleines Gebiet theoretisch nachweisbar ist, wo das Maximum zu jeder Stunde eintreffen kann, unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass das tägliche Hauptminimum im Allgemeinen in die Mittagszeit fällt, was von mehreren Gelehrten sogar für die Wintermitte und hohe Breiten nachgewiesen wurde. Zweifelhafte ist es aber, ob um Mitternacht ein secundäres Minimum stattfindet. Um hierüber ein Urtheil zu gewinnen, habe ich die catalogisirten Beobachtungen in vier Gruppen eingetheilt, nämlich in Beobachtungen vor Mitternacht, um Mitternacht, nach Mitternacht und über Mitternacht, und dann eine Zählung vorgenommen, deren Resultate hiermit folgen.

Catalog	Gebiet	Zeit	Zahl der Beobachtungen			
			vor Mitternacht	um Mitternacht	nach Mitternacht	über Mitternacht
Fritz ¹	Hohe Breiten	1701—1872 (vereinzelt)	115	8	174	153
"	Europa ⁶ von 55° bis Polarkreis	1701—1872	432	12	54	37
"	Europa ⁶ von 46°—55°	"	618	16	91	45
"	Europa ⁶ südl. 36°	"	44	—	14	3
Rubenson ²	Schweden	1720—1877	9317	80	263	287
Force ³	Amerika von 45°—79°	1800—1850 (vereinzelt)	164	37	58	—
Greely	Nördliche Ver. Staaten	August 1873 bis Dec. 1879	2582	32	161	337
Capron ⁴	Floeborg-Beach and Discov. Bay	Oct. 1875 bis Febr. 1876	30	3	16	—
Lefroy ⁵ and Richardson	Toronto	Jan. 1840 bis Juni 1848	283	96	197	—
"	Lake Athabasca	"	54	23	79	—
Fritz	Südl. Hemisph. (Südlicht)	1773—1872 (vereinzelt)	61	5	30	21

Für das Südlicht liegen fast nur Notirungen aus mittleren Breiten — nämlich aus Süd-Australien — vor. In obiger Zusammenstellung sind das secundäre Mitternachtminimum und das Abend- und Morgenmaximum in niederen und mittleren Breiten deutlich ausgesprochen sowohl beim Nord- als auch beim Südlicht, denn man kann in den Abtheilungen für diese Breiten die Zahl der Beobachtungen „über Mitternacht“ aus-

¹ Verzeichniss beobachteter Polarlichter. Gedruckt auf Kosten der kais. Akad. d. Wissensch., Wien 1873.

² Catalogue des aurores boreales observées en Suède. Abhandlungen der königl. schwedischen Akademie. Bd. 15, Nr. 5 und Bd. 18, Nr. 1. Stockholm 1879.

³ Record of Auroral Phenomena observed in the Higher Northern Latitudes. Anhang zu Denison Olmsted's: On the Recent Secular Period of the Aurora Borealis. Smithsonian Contributions to Knowledge. Washington 1856.

⁴ Aurorae etc. S. 187.

⁵ H. Fritz. Das Polarlicht. Seite 108.

⁶ Mit einigen Beobachtungen aus Asien und Nordafrika.

schliesslich den Beobachtungen „um Mitternacht“ beizählen, und es zeigt sich noch immer ein Überwiegen der Erscheinungen vor und nach Mitternacht.

Das Abendmaximum ist in der Regel stärker ausgeprägt als das Morgenmaximum; nur das westliche Amerika — Lake Athabasca und hohe Breiten (meist Point Barrow) — macht eine Ausnahme, indem dort die Anzeichnungen der Morgenstunden zahlreicher sind.

Weniger deutlich ist das secundäre Minimum in den nördlichen Vereinigten Staaten, in Schweden und hohen Breiten zu erkennen, für welche Gebiete sich eine verhältnissmässig bedeutende Zahl von solchen Nordlichtern herausstellt, die in den Abendstunden beginnen und ohne Unterbrechung über Mitternacht manchmal bis in den späten Morgen fortauern. Wo bei derartigen Erscheinungen in Rubenson's Catalog eine nähere Beschreibung gegeben wird, ist öfters ein Maximum vor 12^h, manchmal auch nach 12^h angedeutet. Die einzelnen Zeitnotirungen im Verzeichniss von Fritz sind, wenn sie niedere oder mittlere Breiten und einen gewissen Tag und Ort betreffen, in der Regel entweder Abend- oder Morgenstunden und wenn sie höheren Breiten angehören Abend- und Morgenstunden. Daher ist es natürlich, dass die Erscheinung wegen der mit der geographischen Breite bis zum Nordlichtgürtel zunehmenden Intensität nahe und unter demselben um Mitternacht seltener eine Unterbrechung erleidet. In solchen Gebieten lassen sich also die beiden Maxima nicht mehr deutlich von einander unterscheiden, oder es wird das Morgenmaximum durch das stärker ausgeprägte Abendmaximum verdeckt, ja es können sogar mehrere Maxima auftreten. Dass derartige in Amerika schon in den nördlichen Vereinigten Staaten bemerkbar ist, erklärt sich aus der Lage des Nordlichtgürtels, der sich dort bekanntlich weiter nach Süden hinabzieht als in Europa. Südlich von Franz Josefs-Land besteht nach Weyprecht nur ein einfaches Maximum vor Mitternacht. Es ist jedoch zu bedenken, dass, weil das eigentliche Nordlichtjournal der österr.-ungar. arctischen Expedition leider an Bord des „Tegetthoff“ zurückbleiben musste, in Weyprecht's Denkschrift zur Angabe der Localzeit nur nach dem meteorologischen Journal bemerkt wird, ob innerhalb der zweistündigen Wachen Nordlicht sichtbar war oder nicht. Das Verhalten der Mitternachtsstunde kann also kaum deutlich hervortreten. Übrigens zeigen die Beobachtungen von Floeberg Beach und Discovery Bay, dass wenigstens um die Wintermitte das secundäre Minimum auch in einer Breite von 82¹/₂° vorkommen kann.

Es entspricht demnach der Wahrheit am besten, wenn man in obiger Tabelle die Beobachtungen „über Mitternacht“ sowohl als Beobachtungen vor 12^h als auch um 12^h und nach 12^h zählt. Dann stellt sich aber für alle Gebiete ein unzweifelhaftes Minimum für Mitternacht heraus. Dass in hohen Breiten — jedoch nirgends das ganze Jahr — Maxima um Mitternacht auftreten, kann hieran nicht viel ändern. Als erster Grundsatz soll also festgehalten werden, dass die Beobachtungen als Abend- (0^h — 12^h) und als Morgenbeobachtungen (12^h — 24^h) getrennt zu behandeln sind.

Man erkennt aus obiger Tabelle, dass die geographische Breite auf die tägliche Periode des Polarlichtes Einfluss hat und bemerkt bei Durchsicht grösserer Verzeichnisse eine gewisse Ungleichheit dieser Periode in verschiedenen Jahreszeiten. Daraus folgt der zweite Grundsatz: Die Beobachtungen sind nach Breitenzonen und Jahreszeiten zu unterscheiden.

Die Polarlichter treten fast ausschliesslich in der nächtlichen Dunkelheit auf, denn es finden sich nur wenige verzeichnet, die in der Tageshelle beobachtet wurden. Die österreichische Expedition hat übrigens keinen einzigen derartigen Fall constatirt.

Man kann einerseits behaupten, dass die Erscheinung nur deshalb bei Tag selten ist, weil das Sonnenlicht — wie im geringen Grade auch das Mondlicht — das Sichtbarwerden derselben hindert; andererseits sprechen gewichtige Gründe dafür, dass sie bei Tag in der Regel überhaupt nicht entstehen kann. Diese sind die folgenden.

Wie Fritz gezeigt hat, entspricht jedem grösseren Südlicht auch ein Nordlicht, womit die Gleichheit der jährlichen Periode der zwei Erscheinungen zusammenhängt. Beide sind im Allgemeinen im Sommer seltener als im Winter. Wäre das Nordlicht durch den langen Sommertag der nördlichen Erdhälfte bloss in der Sichtbarkeit beeinträchtigt, so müsste sich für das Südlicht die umgekehrte Jahresperiode herausstellen. Die

Beobachtungen, welche in neuerer Zeit in Bezug auf die tägliche Periode der Luftelektricität gemacht worden sind, stimmen gut mit der Periode des Polarlichtes. Endlich zeigt sich auch in der langen Polarnacht die periodische Schwankung während 24 Stunden.

Wegen dieser Thatsachen ist es nicht gerechtfertigt, die Beeinträchtigung der Polarlichtbeobachtungen durch die Tageshelle als gross anzunehmen und sie etwa der Tageslänge proportional zu setzen; gleichwohl sind die Tagesbeobachtungen ohne Zweifel in zu geringer Zahl verzeichnet, und bei Berechnung der Mittel (Maxima) finden die Beobachtungen aus der Zeit gegen Mitternacht nicht die nöthige Correction durch Notirungen aus der Zeit gegen Mittag, wesshalb die Maxima etwas gegen 12^h verschoben erscheinen müssen. Eine diesbezügliche Correction, die Anspruch auf Wahrscheinlichkeit machen kann, lässt sich jetzt nicht geben, wird aber im theoretischen Theile vorkommen.

Eine Schwierigkeit für die Untersuchung der Periodicität bieten auch die wechselnde Bewölkung und die andern localen Verhältnisse, welche zufällige Beobachtungsfehler verursachen. An eine directe Correction wegen der Bewölkung könnte nur gedacht werden, wenn bei jeder Beobachtung zugleich die Bewölkungsverhältnisse genau angegeben wären. Sowie jedoch das Beobachtungsmaterial vorliegt, muss man den Einfluss der Bewölkung wohl zu den zufälligen Beobachtungsfehlern rechnen, welchen am besten durch möglichst viele, sich gegenseitig corrigirende Aufzeichnungen begegnet wird. Dies ist der dritte Grundsatz.

Aus diesem Grunde ist es auch nicht möglich — oder es hätte nur sehr zweifelhaften Werth — Relativzahlen der Häufigkeit von Stunde zu Stunde aufzustellen, sondern man muss sich begnügen, Mittel für die Abend- und Morgenbeobachtungen anzugeben, welche vom Maximum der Intensität nicht viel abweichen können und nach dem ersten Grundsatz der Wahrheit jedenfalls näher kommen, als ein einziges Mittel für alle Beobachtungen innerhalb 24 Stunden. Dass, um für ein Gebiet möglichst viele Notirungen zu gewinnen, der Längenschied nicht zu beachten ist, versteht sich nach dem eingangs begründeten (Donati'schen) Satze von selbst.

Für meine, auf S. 202 und 203 folgenden tabellarischen Zusammenstellungen wurde die in den Catalogen angegebene mittlere Ortszeit auf wahre Ortszeit reducirt, und die Jahrestheile (Monathälften) sind vom Solstitium aus genommen, um die Mittel, welche gleicher Declination der Sonne entsprechen, später zusammenziehen und mit theoretischen Werthen vergleichen zu können.

Zur Berechnung der ersten Tabelle sind beim Abendmaximum in Schweden nur die Zeitangaben von grossen Erscheinungen benützt worden, bei denen in Rubenson's Catalog Bemerkungen stehen wie: „Krone“, „über den ganzen Himmel“, „überall“, „sehr gross“ etc. Solche Angaben kommen, wenn sie überhaupt gegeben werden, in Schweden Abends und Morgens nur einmal vor und deuten daher ohne Zweifel das Maximum der Intensität an. Desshalb glaubte ich mit Weglassung der übrigen, meist kleinen und unsicheren Erscheinungen der Wahrheit besser entsprechende Mittel zu erhalten. Für die Zeit nach 12^h liegen jedoch auch für Schweden zu wenig Aufzeichnungen grosser Nordlichter vor und mussten demnach alle in Rechnung gezogen werden. Um indessen zu sehen, inwiefern die Mittel von den obigen abweichen, habe ich gelegentlich der Zählung für die Jahresperiode auch eine Berechnung des Abendmaximums aus allen Zeitangaben ausgeführt und die Resultate in der zweiten Tabelle auf Seite 202 zusammengestellt.

Man sieht, dass die Abweichung wenig bedeutet und meistens in einer kleinen Verschiebung gegen Mitternacht besteht, wie zu vermuthen war.

Einige Plätze in den Tabellen auf den zwei folgenden Seiten sind leer geblieben, entweder weil für dieselben zufällig keine Aufzeichnungen vorliegen, oder weil überhaupt keine gemacht werden konnten. Man erkennt sofort eine gewisse Gesetzmässigkeit, die sich nur dort weniger deutlich ausspricht, wo die Mittel wegen einer kleineren Zahl von Beobachtungen unsicher sind, nämlich in Nordschweden und im Allgemeinen nach 12^h.

Wahre Ortszeit
für das Maximum vor Mitternacht.

Jahrestheile	B r e i t e n -							
	Südlich von Franz- Josefs- Land	S c h w e d e n						Nördliche Verein- Staaten
		70°--65°	65° 61°30'	61°30' 58°30'	58°30' 55°	Nord- Schweden	Süd- Schweden	
22. Dec. — 6. Jan.	6 ^h 10 ^m	7 ^h 56 ^m	7 ^h 51 ^m	7 ^h 12 ^m	8 ^h 18 ^m	7 ^h 51 ^m	7 ^h 50 ^m	9 ^h 10 ^m
7. Jan. — 24. Jan.	7 0	7 22	7 35	8 36	8 17	7 28	8 29	9 3
22. Jan. — 5. Febr.	8 38	7 38	7 35	9 1	7 33	7 37	8 35	9 10
6. Febr. — 20. Febr.	8 25	8 26	8 9	8 23	8 59	8 12	8 13	9 0
21. Febr. — 6. März	9 27	9 0	8 37	8 50	8 36	8 41	8 15	8 58
7. März — 21. März	9 35	8 13	8 31	9 23	8 28	8 27	9 26	8 59
22. März — 6. April	11 22	9 40	9 11	9 38	9 50	9 25	9 10	9 25
7. April — 21. April		10 12	10 15	10 11	9 53	10 13	10 1	9 32
22. April — 6. Mai			10 14	10 33	10 18	10 14	10 28	9 36
7. Mai — 24. Mai				11 40	10 32		11 0	9 54
22. Mai — 6. Juni				10 53	10 18		10 30 ¹	9 33
7. Juni — 21. Juni								10 10
22. Juni — 6. Juli								9 48
7. Juli — 21. Juli				10 24 ¹	11 3		10 55	10 20
22. Juli — 6. Aug.				10 32	10 56		10 11	10 6
7. Aug. — 21. Aug.		10 27 ¹		10 31	10 25	10 27	10 29	9 56
22. Aug. — 6. Sept.		10 7	9 55	9 53	10 14	10 0	10 2	10 4
7. Sept. — 21. Sept.	10 32	9 25	9 21	9 48	9 35	9 24	9 13	9 42
22. Sept. — 6. Oct.	10 28	9 15	9 13	9 37	9 48	9 15	9 42	9 32
7. Oct. — 21. Oct.	9 14	9 0	9 28	9 10	8 45	9 10	8 56	9 15
22. Oct. — 6. Nov.	8 11	8 48	8 27	8 32	8 11	8 10	8 41	9 51
7. Nov. — 21. Nov.	7 57	8 31	6 59	8 39	9 35	8 0	8 58	9 23
22. Nov. — 6. Dec.	7 47	9 32	7 55	8 11		8 26	8 41	9 19
7. Dec. — 21. Dec.	7 40	9 45	8 11	9 29	8 11	8 23	9 0	9 15

¹ Aus vereinzeltten Beobachtungen im Süden vom Zenith.

Wahre Ortszeit des Abendmaximums in Schweden.
(Mittel aus allen Aufzeichnungen.)

Monatshälften		B r e i t e n z o n e n			
		70°—65°	65°—61½°	61½°—58½°	58½°—55°
Jannar	1. Hälfte	8 ^h 45 ^m	8 ^h 37 ^m	9 ^h 7 ^m	8 ^h 49 ^m
"	2. "	8 32	8 29	8 58	9 0
Februar	1. "	8 41	8 35	8 15	8 55
"	2. "	8 39	8 37	8 13	9 3
März	1. "	8 52	8 51	9 14	9 20
"	2. "	8 58	9 11	9 20	9 31
April	1. "	9 25	9 35	9 46	9 45
"	2. "	9 54	9 58	9 57	10 2
Mai	1. "		9 56	10 11	10 16
"	2. "			11 3	10 23
Juni	1. "			10 31	10 31
"	2. "				
Juli	1. "			10 55	11 28
"	2. "	11 14		10 52	10 34
August	1. "	10 28	9 33	10 27	9 58
"	2. "	10 8	9 48	10 4	9 53
September	1. "	9 24	9 47	9 45	9 50
"	2. "	9 9	9 28	9 35	9 46
October	1. "	9 9	9 35	9 30	9 34
"	2. "	8 56	9 15	9 16	9 23
November	1. "	9 6	8 50	9 12	9 33
"	2. "	8 54	8 52	9 0	9 22
December	1. "	9 0	8 25	9 1	8 58
"	2. "	8 40	8 47	8 59	9 9

im Mittel

für das Maximum nach Mitternacht.

Z o n e n							
Südlich von Franz-Josefs-Land	S c h w e d e n						Nördliche Verein. Staaten
	70°—65°	65°—61°30'	61°30'—58°30'	58°30'—55°	Nord-Schweden	Süd-Schweden	
15 ^h 9 ^m	15 ^h 51 ^m	12 ^h 46 ^m	14 ^h 26 ^m	12 ^h 52 ^m	14 ^h 58 ^m	13 ^h 55 ^m	11 ^h 30 ^m
17 32	20 22		11 12	14 50	20 22	14 13	13 37
14 29	12 36	13 17	13 15	15 7	12 50	14 10	14 17
14 6		13 13	13 46	13 42	13 43	13 15	13 33
14 17	17 4	11 32	14 21	14 17	15 18	11 28	13 18
13 35	14 21		13 43	13 21	14 21	13 36	13 15
	13 33	13 19	13 11	13 29	13 41	13 19	13 27
	12 36		12 56	12 59	12 36	12 57	13 9
	12 22 ¹		12 44	12 18	12 22 ¹	12 11	13 9
		12 19	12 10	12 4	12 19	12 8	13 18
			12 55		12 19	12 55	13 25
					12 19	12 19	12 56
	12 21 ¹		12 55		12 24	12 55	13 21
		12 55	12 20	12 54	12 55	12 31	12 49
			13 13	12 44		12 57	13 16
	12 13	12 16	13 30	12 45	12 14	13 22	12 48
13 21	14 37	12 5	13 7	12 28	12 56	13 1	13 5
13 15	13 33	13 24	13 55	13 40	13 28	13 53	13 30
14 19	16 12	12 30	14 9	13 18	14 58	11 2	13 23
14 13	16 16	16 9	14 46	11 23	16 10	11 39	13 23
14 50	21 19	18 15	15 3	15 26	19 47	15 9	11 39
16 18	20 13	16 51	13 42	12 13	17 20	13 21	13 42
16 7	18 22	17 48	14 13	12 2	18 2	14 12	14 33
							14 40

Der Einfluss der geographischen Breite und der Jahreszeit tritt gegen den Äquator zurück; desshalb ist es zulässig, in mittleren und niederen Breiten Mittel für grössere Zonen und Jahrestheile zu nehmen. Nach Fritz' Verzeichniss, in welchem Stundemotirungen nur sporadisch vorkommen, erhält man noch folgende Mittel, denen in besonderen Columnen auch die Maxima des Südlichtes — ebenfalls nach (vereinzelt) Beobachtungen aus mittleren Breiten — beigefügt sind.

Jahreszeiten	Wahre Ortszeit des Max. vor 12 ^h				Nach 12 ^h		
	Nördl. Hemisphäre		Südl. Hemisphäre		Nördl. Hemisphäre		Südl. Hemisphäre
	Alte Welt 55°—16°	Alte Welt südlich von 46°	Südaustralien —40° (Mittel)	—64° 18' (Mittel)	Alte Welt 55°—16°	Alte Welt südlich von 16°	Südaustralien —40° (Mittel)
Winter	8 ^h 48 ^m	9 ^h 31 ^m	10 ^h 1 ^m		15 ^h 6 ^m	11 ^h 10 ^m	14 ^h 8 ^m
Frühling	9 11	8 27	9 12	10 ^h 14 ^m	14 21	13 33	15 46
Sommer	10 24	9 38	10 2		12 58	13 2	13 51
Herbst	9 22	8 55	9 9		14 25	14 21	13 41

Die Gesetze der täglichen Periode des Polarlichtes, wie sie sich nach all' diesen Untersuchungen herausstellen, lassen sich nun wie folgt aussprechen:

1. Es bestehen im Allgemeinen zwei tägliche Maxima, ein Hauptmaximum vor und ein secundäres Maximum nach Mitternacht.

2. Den beiden Maximis stehen zwei Minima gegenüber, ein Hauptminimum um Mittag und ein secundäres Minimum um Mitternacht.

3. Die Ortszeit der Maxima ist in ähnlicher Weise mit der geographischen Breite und der Jahreszeit veränderlich wie die Ortszeit des Sonnen-Auf- und Unterganges.

4. In der Winterhälfte entfernen sich die Maxima mit zunehmender Breite von Mitternacht. (Ihr Verhalten um den Nordpol kann jedoch nur theoretisch erörtert werden.)

5. In der Sommerhälfte nähern sich die Maxima mit zunehmender Breite und vereinigen sich in einer gewissen, veränderlichen Zone zu einem einzigen Maximum nahe um Mitternacht.

6. Diese Zone ist der Nordlichtgürtel. Nördlich davon ist das Nordlicht nur kurze Zeit und in südlicher Richtung sichtbar.

7. Soweit die wenigen Beobachtungen ein Urtheil gestatten, dürften für das Südlicht analoge Verhältnisse, jedoch mit vertauschten Jahreshälften bestehen.

Die jährliche Periode des Polarlichtes.

Wie bekannt, haben mehrere Forscher behufs Untersuchung der jährlichen Periode die Nord- und Südlichttage, welche durch eine Reihe von Jahren auf die einzelnen Monate entfielen, gezählt und hiebei entweder einzelne Orte oder grössere Beobachtungsgebiete ins Auge gefasst. Es hat sich herausgestellt, dass die Erscheinung in niederen, mittleren und theilweise noch in höheren Breiten ungefähr um die Äquinoctien und in hohen Breiten um die Wintermitte mit grösserer Häufigkeit auftritt, und dass diesen Maximis einerseits zwei Minima um die Solstitien andererseits nur ein Minimum um die Sommermitte gegenüber stehen.

Monatshälften		N o r d l i c h t							
		Gruppe I Alte Welt südlich 46°		Gruppe II 46°—55°		Gruppe III 55° — Polarkreis		Gruppe IV Amerika südlich 60°	
		S.	%	S.	%	S.	%	S.	%
Januar	1. Hälfte	18	0·70	208	8·06	245	9·50	158	6·12
"	2. "	13	0·47	210	7·63	300	10·90	210	7·63
Februar	1. "	15	0·62	208	8·64	292	12·13	187	7·77
"	2. "	23	0·94	266	10·86	375	15·31	240	9·80
März	1. "	21	0·81	246	9·53	365	14·15	248	9·61
"	2. "	28	1·02	344	12·50	420	15·26	280	10·17
April	1. "	16	0·62	266	10·31	349	13·53	272	10·54
"	2. "	13	0·50	243	9·42	238	9·22	237	9·19
Mai	1. "	15	0·58	212	8·22	80	3·10	217	8·41
"	2. "	12	0·44	160	5·81	24	0·87	186	6·76
Juni	1. "	12	0·46	101	3·91	1	0·04	186	7·21
"	2. "	12	0·46	78	3·02	5	0·19	157	6·08
Juli	1. "	16	0·62	88	3·41	10	0·39	224	8·68
"	2. "	11	0·40	105	3·81	20	0·73	230	8·36
August	1. "	21	0·81	147	5·70	89	3·45	217	8·41
"	2. "	22	0·80	188	6·83	235	8·54	259	9·41
September	1. "	12	0·46	214	8·29	334	12·95	290	11·24
"	2. "	18	0·70	310	12·02	396	15·35	280	10·85
October	1. "	26	1·01	278	10·77	394	15·27	247	9·57
"	2. "	39	1·42	339	12·32	404	14·68	232	8·43
November	1. "	24	0·93	250	9·69	321	12·44	219	8·49
"	2. "	15	0·58	222	8·60	283	10·97	183	7·09
December	1. "	22	0·85	175	6·78	278	10·77	178	6·90
"	2. "	17	0·62	211	7·67	287	10·43	182	6·61

Um zu sehen, ob ausser der täglichen Periode nicht noch eine andere bestehe, die der jährlichen untergeordnet ist, und ob sich die Abhängigkeit der jährlichen Periode von der geographischen Breite nicht besser erkennen lasse, wenn man Summen für kleinere Zeiträume als Monate bildet, habe ich eine eigene Zählung nach Monatshälften ausgeführt und dabei die Zonen- oder Gruppeneinteilung der Cataloge von Fritz und Rubenson¹ beibehalten. Wegen Ungleichheit der Monatshälften — die erste vom 1. bis 15. und im Februar vom 1. bis 14. — wurden die Summen nach der allgemein üblichen statistischen Methode auch in Percente der Gesamttagzahlen umgerechnet.

Während in der Tabelle Seite 12 und 13 bei den Columnen, welche mit I—IV und I—V überschrieben sind, ein Nordlichttag nur einfach gezählt wurde, wenn er auch in mehreren einzelnen Gruppen I, II, III etc. verzeichnet erscheint, habe ich, um auch die Ausdehnung der Erscheinung einigermaßen zu berücksichtigen, in einer besonderen Tabelle (Seite 14 unten) einen Nordlichttag ein-, zwei-, dreifach etc. gezählt, je nachdem er einer, zwei, drei etc. Zonen angehört. Einer Erscheinung schon desshalb höheres Gewicht beizulegen, weil sie in niederen Breiten beobachtet wurde, halte ich für eine nicht immer gerechtfertigte Annahme.

Zweifelhafte Aufzeichnungen, soweit sie als solche in den Catalogen irgendwie kenntlich gemacht sind, wurden nicht berücksichtigt. Ich hätte noch einige Columnen anbringen können; es war jedoch nicht zu erwarten, dass aus denselben etwas wesentlich Neues erkannt werden würde, weil die Gesetze der jährlichen Periode bereits aus diesen unzweifelhaft hervorgehen.

Ans den Gründen, welche schon gelegentlich der täglichen Periode angegeben worden sind, glaube ich, ist auch hier von einer Correction wegen der Tageslänge abzusehen, insbesondere, weil sich beim Südliecht, obsehon von demselben nur wenige Beobachtungen vorliegen, dasselbe Gesetz herausstellt wie beim Nordlicht, sowohl in Betreff der allgemeinen als auch einer kleineren, untergeordneten Periode.

t a g e 1701—1871						Südliechtage 1730—1871	
Gruppe V Hohe Breiten		Gruppe I—IV Nördl. Hemisph. ohne hohe Breiten		Gruppe I—V Nördliche Hemisphäre		Südliche Hemisphäre	
S.	%	S.	%	S.	%	S.	%
209	8·10	193	39·11	608	23·57	10	0·47
206	7·49	562	20·42	671	21·38	10	0·44
178	7·39	535	22·22	631	26·20	6	0·30
184	7·51	619	26·50	722	29·48	16	0·79
198	7·67	649	25·15	739	28·61	16	0·75
175	6·36	781	28·38	860	31·25	24	1·06
122	4·73	655	25·39	721	27·95	12	0·57
54	2·09	554	21·47	582	22·56	12	0·57
14	0·54	443	17·17	454	17·60	2	0·09
4	0·15	344	12·39	341	12·50	4	0·18
1	0·04	254	10·62	275	10·66	5	0·23
0	0·00	230	8·92	230	8·92	1	0·05
0	0·00	300	11·63	300	11·63	3	0·14
1	0·04	333	12·10	331	12·11	4	0·18
9	0·35	397	15·39	402	15·58	5	0·23
30	1·09	538	19·55	552	20·06	8	0·35
92	3·57	619	23·99	658	25·50	9	0·42
117	4·53	727	28·18	777	30·12	11	0·52
126	4·88	676	26·20	735	28·19	7	0·33
195	7·09	710	25·80	790	28·71	12	0·53
192	7·41	610	23·61	691	26·90	8	0·38
219	8·49	538	20·85	655	25·39	10	0·47
240	9·30	514	19·92	641	24·96	7	0·33
229	8·32	539	19·59	670	24·35	14	0·62

¹ Im Anhange, S. 290 u. f.

Monatshälften		Nordlichttage in Schweden 1721—1877									
		I n d e r B r e i t e								Ganz Schweden	
		55°—58 1/2°		58 1/2°—61 1/2°		61 1/2°—65°		65°—70°			
		S.	%	S.	%	S.	%	S.	%	S.	%
Januar	1. Hälfte	79	3·33	165	6·96	118	4·98	571	7·34	412	17·38
"	2. "	98	3·88	204	8·07	116	4·59	195	7·71	156	18·01
Februar	1. "	104	4·70	227	10·26	125	5·65	149	6·74	429	19·39
"	2. "	137	6·09	385	12·66	117	5·20	187	8·31	508	22·57
März	1. "	111	4·68	278	11·73	136	5·74	181	7·61	521	21·98
"	2. "	146	5·78	309	12·22	133	5·29	149	5·89	523	20·69
April	1. "	123	5·19	272	11·18	69	2·91	60	2·53	395	16·67
"	2. "	104	4·39	164	6·92	17	0·72	10	0·42	211	10·17
Mai	1. "	24	1·01	47	1·98	9	0·38	0	0·00	72	3·04
"	2. "	6	0·24	9	0·36	0	0·00	0	0·00	15	0·59
Juni	1. "	2	0·08	2	0·08	0	0·00	0	0·00	4	0·17
"	2. "	1	0·04	0	0·00	0	0·00	0	0·00	1	0·04
Juli	1. "	3	0·13	2	0·08	0	0·00	0	0·00	5	0·21
"	2. "	6	0·24	11	0·55	0	0·00	1	0·01	20	0·79
August	1. "	23	0·97	57	2·41	7	0·30	4	0·17	80	3·37
"	2. "	75	2·97	194	7·67	17	1·86	27	1·07	285	11·27
September	1. "	119	5·02	288	12·15	89	3·76	72	3·04	427	18·02
"	2. "	159	6·71	340	14·35	115	1·85	160	6·75	565	23·84
October	1. "	131	5·53	317	13·37	124	5·23	192	8·10	549	23·17
"	2. "	154	6·09	328	12·97	115	4·55	191	7·56	577	22·83
November	1. "	122	5·15	215	9·67	102	4·30	169	7·13	168	19·75
"	2. "	103	4·35	199	8·10	102	4·30	153	6·16	123	17·85
December	1. "	82	3·46	186	7·85	88	3·71	138	5·82	378	15·95
"	2. "	101	4·00	211	8·35	94	3·72	164	6·49	447	17·68

Monatshälften		Corrigirte Summen der Nordlichttage 1701—1871							
		Σ (I—II) Alte Welt, niedere und mittlere Breiten		Σ (I—III) Alte Welt, ohne hohe Breiten		Σ (I—IV) Nördliche Hemisphäre, ohne hohe Breiten		Σ (I—V) Nördliche Hemisphäre	
		Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Januar	1. Hälfte	256	8·76	471	18·26	629	21·38	838	32·48
"	2. "	223	8·10	523	19·01	733	26·63	939	34·12
Februar	1. "	223	9·26	515	21·39	702	29·15	880	36·51
"	2. "	289	11·80	661	27·11	904	36·91	1088	44·43
März	1. "	267	10·35	632	24·50	880	34·11	1078	41·78
"	2. "	372	13·52	792	28·78	1072	38·95	1247	45·31
April	1. "	282	10·93	631	24·46	903	35·00	1025	39·73
"	2. "	256	9·92	494	19·15	731	28·33	785	30·43
Mai	1. "	227	8·80	307	11·90	524	20·31	538	20·85
"	2. "	172	6·25	196	7·12	382	13·88	386	14·03
Juni	1. "	113	4·38	111	4·42	300	11·63	301	11·67
"	2. "	90	3·49	95	3·68	252	9·77	252	9·77
Juli	1. "	104	4·03	114	4·42	338	13·10	338	13·10
"	2. "	116	4·22	136	4·94	366	13·30	367	13·31
August	1. "	168	6·51	257	9·96	474	18·37	483	18·72
"	2. "	210	7·63	445	16·13	704	25·58	734	26·68
September	1. "	226	8·76	560	21·71	850	32·95	942	36·51
"	2. "	328	12·71	724	28·06	1004	38·91	1121	43·45
October	1. "	304	11·78	698	27·05	945	36·63	1071	41·51
"	2. "	378	13·74	782	28·42	1014	36·85	1209	43·93
November	1. "	274	10·62	595	23·06	814	31·55	1006	38·99
"	2. "	237	9·19	520	20·16	703	27·25	922	35·71
December	1. "	197	7·64	475	18·41	653	25·31	893	34·61
"	2. "	228	8·29	515	18·71	697	25·33	926	33·65

Was den Einfluss der Bewölkung auf die jährliche Periode anbelangt, ist insbesondere Weyprecht's Abhandlung lehrreich. In derselben wird auch eine Untersuchung der genannten Periode für das Gebiet südlich von Franz Josef's Land mit und ohne Berücksichtigung der Bewölkung ausgeführt, und Weyprecht kommt zu folgendem Schlusse:

„Die vorliegenden Beobachtungen ergeben also, wie immer man sie behandelt, ob man die Bewölkung in Rechnung zieht oder nicht und auf welche Art dies auch geschieht, dass in den dem Winter-solstitium näher liegenden Monaten die Nordlichter häufiger sind, als in den den Aequinoctien näher liegenden“.

Diese Verschiebung der Jahresmaxima gegen die Wintermitte — die sogenannte Anomalie hoher Breiten — ist auch in meiner Untersuchung für Nordschweden und hohe Breiten (7) deutlich zu erkennen; insbesondere zeigen die schwedischen Frühjahrsbeobachtungen, dass diese Verschiebung mit der Breite — ungefähr von Mittelschweden an — regelmässig zunimmt.

Die Beeinträchtigung der Sichtbarkeit des Polarlichtes durch die Bewölkung ist im Allgemeinen nicht zu bezweifeln; Weyprecht findet aber auch: „dass die Wolken doch in einem gewissen Zusammenhange mit den Nordlichtern stehen, und zwar würde es erscheinen, als begünstige die Bewölkung die Entwicklung der Nordlichter“. Nach der unten folgenden Theorie lässt sich das auch erklären. In den Nordlichterverzeichnissen werden einerseits Fälle angegeben, wo sogar in hohen Breiten bei heiterem Himmel ganze Nächte hindurch kein Nordlicht gesehen wurde, andererseits auch Fälle, wo dasselbe sichtbar war trotz der Bewölkung, sei es, weil die Wolken nicht den ganzen Himmel verdeckten, oder sei es, weil die Erscheinung sehr intensiv auftrat.

Weil nach all' dem die Bewölkung nicht als ein bedeutendes Hinderniss für die Sichtbarkeit des Polarlichtes betrachtet werden kann, weil ferner die jährliche Periode aus den unmittelbaren Beobachtungen bestimmt hervorgeht und die Bewölkung keine derartige, überhaupt keine so ausgesprochene Periode befolgt: so ist aus der Anbringung einer Correction nach Bewölkungsmitteln, die noch dazu ihrer Natur gemäss öfters sehr zweifelhaft sind, keine Verbesserung zu erwarten.

Übrigens wird, meines Erachtens, der Einfluss der Bewölkung am besten beseitigt, wenn man sich bei Untersuchung der jährlichen Periode nicht auf einzelne Orte und Jahre beschränkt, — wobei die Bewölkung das Resultat zufälliger Weise bedeutend unsicher machen kann — sondern wenn man dieselbe auf grosse Gebiete und viele Jahre ausdehnt, wie es oben geschehen ist. Wenn nun auch ein Nordlichttag an vielen Orten wegen trüber Witterung nicht verzeichnet ist, so ist doch kaum anzunehmen, dass er nicht irgendwo in demselben Gebiete für wenige Minuten sich bemerkbar machte und notirt wurde. Monate, die in einem Jahre stark bewölkt waren, sind es in einem andern weniger. Kurz, die Fehler müssen sich insoweit ausgleichen, dass die Summen für ein und dasselbe Gebiet ziemlich gleichmässig zu klein ausfallen, — was ohnehin mehr oder weniger auch aus anderen Ursachen, wie ungünstige Lage des Gebietes, Mangel an Beobachtern etc. eintritt — jedoch untereinander gut vergleichbar werden und in ihrer relativen Grösse im Wesentlichen der Periode des Polarlichtes entsprechen. Weniger zulässig ist die Vergleichung der Summen, die in obigen Tabellen nebeneinander stehen, also verschiedenen Gebieten angehören. Eine Vergleichung dieser Gebiete ist aber auch nur in Bezug auf das allgemeine Jahresresultat nöthig.

Die Maxima wurden in den Tabellen durch grössere Ziffern hervorgehoben. Wenn man von kleineren Schwankungen einstweilen absehen lässt, lassen sich für das Nordlicht folgende Sätze aussprechen.

1. Die jährliche Periode hat — hohe Breiten ausgenommen — zwei Maxima ungefähr um die Tag- und Nachtgleichen.

2. In hohen Breiten vereinigen sich die beiden Maxima zu einem einzigen um die Wintermitte.

3. In niederen Breiten sind die Maxima weniger deutlich ausgesprochen; sie treten mit zunehmender Breite besser hervor und eine allmälige Verschiebung gegen die Wintermitte zeigt sich erst in höheren Breiten.

4. In Amerika, südlich von 60°, besteht dagegen eine kleine Verschiebung der Maxima gegen die Sommermitte.

6. Das Hauptminimum fällt in allen Breiten auf das Sommersolstitium und das secundäre Minimum, welches in hohen Breiten verschwindet, auf das Wintersolstitium.

7. Soweit die wenigen Beobachtungen einen Schluss erlauben, befolgt das Südlicht trotz der entgegengesetzten Jahreszeiten der beiden Erdhälften dieselben Gesetze.

Die siebenundzwanzig ein halbtägige Periode des Polarlichtes.

Nach obigen Tabellen scheinen sich die Jahresmaxima um die Äquinoctien in je zwei getrennten Maximis mit einem Zeitabstande von ungefähr einem Monate geltend zu machen. Dies zeigt sich sowohl beim Nord- als auch beim Südlicht und bei ersterem in allen Breiten, wenn man einfache und deutlicher noch, wenn man corrigirte Summen nimmt.

Um zu sehen, ob diese Schwankungen nicht mit einer Periode von einigen Tagen zusammenhängen, und zugleich die Dauer einer solchen, möglicherweise bestehenden Periode besser beurtheilen zu können — der Zeitabstand ein Monat ist theilweise nur der Untersuchung nach Monatshälften zuzuschreiben — habe ich auf Grund des Verzeichnisses von Fritz noch eine besondere Zählung nach einzelnen Tagen beispielsweise für das Gebiet I—IV ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Nordlichtes und für das Gebiet I—III mit derselben Correction wegen der Ausdehnung wie oben vorgenommen. Um die zufälligen Unregelmässigkeiten einiger Massen auszugleichen und eine bessere Übersicht zu erhalten, wurden auch fünftägige Mittel, und zwar für jeden Tag aus der Summe dieses Tages und den Summen der zwei vorhergehenden und der zwei folgenden Tage, berechnet. Tafel I gibt eine graphische Darstellung der Mittel und folgende Tabelle das Zahlenresultat. Die Schalttage wurden zum 28. Februar gezählt und die Summe verhältnissmässig reducirt.

Tag (1701—1871)	Σ (I—III)		I—IV		T a g	Σ (I—III)		I—IV		T a g	Σ (I—III)		I—IV	
	Σ	5 täg. Mittel	S.	5 täg. Mittel		Σ	5 täg. Mittel	S.	5 täg. Mittel		Σ	5 täg. Mittel	S.	5 täg. Mittel
1. Januar	32	30.4	28	32.0	1. Februar	32	31.2	33	31.4	4. März	42	42.0	48	45.8
2. "	32	31.0	32	31.2	2. "	33	30.0	36	33.8	5. "	37	41.0	42	43.0
3. "	32	30.0	33	30.6	3. "	31	30.2	35	33.2	6. "	51	41.4	50	42.2
4. "	29	30.2	30	31.8	4. "	27	30.6	33	31.2	7. "	38	40.8	33	41.0
5. "	25	29.8	30	31.1	5. "	25	30.6	29	31.2	8. "	39	41.8	38	41.0
6. "	33	29.2	34	30.4	6. "	31	30.4	38	31.8	9. "	39	38.0	42	38.4
7. "	30	30.2	30	32.2	7. "	33	33.0	36	36.8	10. "	42	38.8	42	40.0
8. "	29	31.8	28	32.2	8. "	33	36.2	38	38.8	11. "	32	40.4	37	40.2
9. "	34	31.2	39	33.2	9. "	40	40.6	43	41.0	12. "	42	42.8	41	41.6
10. "	33	32.6	35	31.8	10. "	41	44.0	39	43.6	13. "	47	42.6	39	42.6
11. "	30	33.6	34	36.8	11. "	56	44.8	49	43.4	14. "	51	46.4	49	45.6
12. "	37	33.0	35	35.2	12. "	50	44.8	49	42.8	15. "	41	51.2	47	48.8
13. "	34	32.4	35	31.8	13. "	37	47.2	37	44.2	16. "	51	51.6	52	51.0
14. "	31	32.1	31	31.6	14. "	40	44.2	40	43.2	17. "	66	52.2	57	52.6
15. "	30	32.5	33	31.2	15. "	53	43.8	46	42.8	18. "	49	54.0	50	52.8
16. "	30	32.5	33	31.2	16. "	41	48.2	41	46.6	19. "	54	51.2	57	51.6
17. "	38	33.2	36	31.6	17. "	48	49.2	47	47.8	20. "	50	50.8	48	49.2
18. "	31	31.0	38	36.6	18. "	59	47.1	56	47.8	21. "	52	48.8	46	47.0
19. "	29	35.0	33	37.2	19. "	45	48.2	46	47.8	22. "	49	45.6	45	43.6
20. "	39	31.2	43	37.2	20. "	41	49.2	46	47.6	23. "	39	46.0	39	44.0
21. "	38	35.0	36	37.0	21. "	45	47.8	44	45.6	24. "	38	47.8	40	46.8
22. "	34	35.1	36	37.0	22. "	53	46.0	46	44.4	25. "	52	46.2	50	46.4
23. "	38	31.2	37	31.8	23. "	52	45.8	46	42.8	26. "	61	49.8	60	49.2
24. "	31	33.0	33	31.0	24. "	36	41.6	40	42.6	27. "	41	51.0	43	52.2
25. "	33	31.8	32	31.0	25. "	13	43.2	38	42.4	28. "	57	51.2	53	51.4
26. "	29	30.8	32	33.6	26. "	39	42.0	43	42.6	29. "	59	46.2	55	47.2
27. "	28	31.2	36	33.8	27. "	16	41.6	45	41.8	30. "	38	45.2	46	47.0
28. "	33	31.2	35	31.6	28. "	16	41.6	47	46.6	31. "	36	44.0	39	46.6
29. "	33	30.2	34	31.6	1. März	19	41.2	51	46.4	1. April	36	40.8	42	43.6
30. "	33	31.0	36	31.0	2. "	13	43.4	47	47.0	2. "	51	40.6	51	43.2
31. "	24	31.0	32	31.2	3. "	37	41.6	42	46.0	3. "	43	41.8	40	43.6

T a g	Σ (I-III)		I-IV		T a g	Σ (I-III)		I-IV		T a g	Σ (I-III)		I-IV	
	Σ	5 täg. Mittel	N.	5 täg. Mittel		Σ	5 täg. Mittel	N.	5 täg. Mittel		Σ	5 täg. Mittel	N.	5 täg. Mittel
4. April	37	42.0	44	42.6	11. Juni	4	5.4	16	19.4	18. August	14	21.0	18	28.2
5. "	42	41.0	44	40.8	12. "	7	5.6	22	19.4	19. "	30	24.2	35	29.8
6. "	37	40.0	37	40.8	13. "	8	5.8	19	18.4	20. "	28	26.4	34	31.4
7. "	46	42.4	42	40.8	14. "	4	6.2	18	19.0	21. "	30	28.4	35	33.8
8. "	38	42.6	40	41.4	15. "	6	5.8	17	17.6	22. "	38	27.4	38	32.8
9. "	49	41.8	44	42.4	16. "	6	4.8	19	16.0	23. "	24	27.6	30	33.2
10. "	43	40.4	44	42.6	17. "	5	5.2	15	15.4	24. "	25	28.0	30	34.4
11. "	33	42.6	42	41.4	18. "	3	4.8	11	14.8	25. "	29	28.6	33	34.0
12. "	39	42.0	43	46.2	19. "	6	5.0	15	13.4	26. "	34	30.0	41	35.0
13. "	49	41.0	49	46.0	20. "	4	5.0	11	13.4	27. "	31	32.8	36	37.0
14. "	46	42.0	53	46.0	21. "	7	5.4	12	14.6	28. "	31	33.4	35	38.2
15. "	38	44.0	43	46.4	22. "	5	6.6	15	15.6	29. "	39	33.4	40	38.0
16. "	38	43.4	42	45.6	23. "	5	6.8	17	15.2	30. "	32	34.2	39	39.2
17. "	49	42.8	45	45.0	24. "	12	6.8	20	15.4	31. "	34	35.4	40	40.6
18. "	46	42.6	45	45.0	25. "	5	6.8	12	15.0	1. September	35	35.0	42	39.6
19. "	43	41.8	50	44.0	26. "	7	7.6	13	15.0	2. "	37	36.8	42	38.8
20. "	37	38.8	43	43.0	27. "	5	6.6	13	14.6	3. "	37	37.0	35	38.2
21. "	34	36.4	37	41.4	28. "	9	7.2	17	15.6	4. "	41	38.6	35	38.4
22. "	34	34.0	40	39.4	29. "	7	6.6	18	16.6	5. "	35	39.4	37	39.2
23. "	31	31.0	37	36.0	30. "	8	7.2	17	17.8	6. "	43	40.8	43	41.2
24. "	31	28.6	40	33.6	1. Juli	4	7.6	18	14.6	7. "	41	38.0	46	42.0
25. "	22	27.4	26	31.4	2. "	8	6.2	18	14.4	8. "	44	39.8	45	41.8
26. "	22	23.8	25	29.6	3. "	11	6.0	22	17.8	9. "	27	39.0	39	41.0
27. "	28	24.8	29	28.8	4. "	0	6.4	12	17.0	10. "	41	37.2	51	42.8
28. "	16	25.4	28	29.6	5. "	7	7.4	19	18.2	11. "	39	35.0	39	42.4
29. "	36	26.6	36	31.6	6. "	6	6.8	14	17.6	12. "	32	35.8	40	41.8
30. "	25	26.8	30	32.8	7. "	13	8.0	24	19.2	13. "	33	34.6	43	40.8
1. Mai	28	27.8	35	33.4	8. "	8	8.2	19	20.4	14. "	34	33.2	36	40.8
2. "	29	26.0	35	32.6	9. "	6	7.6	20	21.4	15. "	38	36.4	46	42.8
3. "	21	26.0	34	31.8	10. "	8	6.6	25	22.0	16. "	32	39.0	39	43.8
4. "	27	24.4	32	31.2	11. "	4	6.8	19	21.6	17. "	48	42.6	50	46.6
5. "	25	22.6	26	31.0	12. "	7	7.2	27	21.8	18. "	46	42.8	48	47.2
6. "	20	24.8	32	30.8	13. "	9	8.6	17	21.8	19. "	49	45.4	50	48.0
7. "	20	20.2	34	30.2	14. "	8	9.6	21	22.2	20. "	39	45.8	49	48.0
8. "	47	18.4	30	30.2	15. "	15	10.4	25	21.6	21. "	45	47.2	43	48.4
9. "	19	17.2	29	28.4	16. "	9	9.8	21	22.2	22. "	50	48.8	50	50.2
10. "	16	17.0	26	27.6	17. "	11	9.2	24	22.2	23. "	53	50.8	50	49.4
11. "	14	17.0	23	26.8	18. "	6	8.6	20	21.4	24. "	57	52.8	59	51.2
12. "	49	16.8	30	26.6	19. "	5	8.2	21	20.6	25. "	49	53.8	45	51.6
13. "	17	17.0	26	26.6	20. "	12	7.6	21	19.2	26. "	55	52.4	52	51.0
14. "	18	17.6	28	27.6	21. "	7	7.8	17	18.6	27. "	55	51.4	52	48.6
15. "	17	17.6	26	27.8	22. "	8	8.4	17	18.6	28. "	16	51.2	47	48.0
16. "	17	17.0	28	27.2	23. "	7	8.4	17	19.6	29. "	52	49.4	47	46.2
17. "	19	16.8	34	25.8	24. "	8	7.8	21	18.8	30. "	48	49.0	42	45.0
18. "	14	16.6	23	25.0	25. "	12	8.2	26	20.2	1. October	46	49.8	43	44.0
19. "	17	14.8	24	22.6	26. "	1	9.8	13	23.0	2. "	53	47.6	46	43.2
20. "	16	15.0	22	21.0	27. "	10	9.6	24	23.0	3. "	50	47.6	42	44.0
21. "	8	14.2	16	21.0	28. "	15	8.6	31	24.2	4. "	41	47.6	43	44.4
22. "	20	13.4	25	21.0	29. "	7	9.6	24	23.0	5. "	18	46.8	16	43.6
23. "	10	14.4	24	19.6	30. "	7	11.0	47	24.2	6. "	46	45.8	45	44.2
24. "	13	14.2	21	19.6	31. "	9	10.8	22	23.0	7. "	49	45.0	42	44.0
25. "	6	9.6	45	44.6	1. August	17	13.0	30	24.0	8. "	45	42.8	45	42.6
26. "	7	9.2	15	18.2	2. "	11	15.0	25	26.8	9. "	37	42.0	42	42.8
27. "	12	8.6	21	18.0	3. "	48	15.0	26	26.8	10. "	37	43.2	39	46.2
28. "	8	9.8	19	19.4	4. "	47	15.4	31	25.8	11. "	42	43.8	46	46.8
29. "	10	10.0	20	20.6	5. "	9	14.6	22	24.4	12. "	55	47.2	59	47.8
30. "	12	8.8	19	19.6	6. "	19	14.8	25	23.8	13. "	48	49.2	48	48.6
31. "	8	9.4	24	19.2	7. "	10	15.0	18	22.2	14. "	54	50.0	47	48.2
1. Juni	6	9.2	16	18.8	8. "	49	18.2	23	23.2	15. "	47	50.4	43	46.6
2. "	11	8.8	17	18.0	9. "	18	17.6	23	23.4	16. "	46	51.8	44	45.4
3. "	9	9.8	18	18.2	10. "	25	19.6	27	25.2	17. "	57	50.8	51	44.6
4. "	10	10.0	18	18.0	11. "	16	19.4	26	26.8	18. "	55	50.8	42	45.8
5. "	13	9.6	22	18.4	12. "	20	19.6	27	28.8	19. "	49	49.4	43	44.8
6. "	7	9.2	15	18.2	13. "	18	18.0	31	29.4	20. "	47	49.2	49	43.4
7. "	9	7.8	19	18.2	14. "	19	48.0	33	29.6	21. "	39	50.6	39	46.0
8. "	7	6.2	17	18.2	15. "	17	17.4	30	30.2	22. "	56	52.0	44	46.4
9. "	3	5.6	18	18.4	16. "	16	16.6	27	27.6	23. "	62	53.6	55	46.2
10. "	5	5.2	22	19.0	17. "	17	18.8	30	28.0	24. "	56	55.0	45	46.4

T a g	Σ (I—III)		I—IV		T a g	Σ (I—III)		I—IV		T a g	Σ (I—III)		I—IV	
	Σ	5 täg. Mittel	S.	5 täg. Mittel		Σ	5 täg. Mittel	S.	5 täg. Mittel		Σ	5 täg. Mittel	S.	5 täg. Mittel
25. October .	55	53·4	48	47·4	17. November	17	42·1	14	42·4	10. December	32	29·8	34	32·8
26. " .	46	49·4	40	44·2	18. " .	48	43·8	16	41·1	11. " .	27	30·2	27	32·4
27. " .	48	46·0	49	42·6	19. " .	52	42·2	15	39·6	12. " .	28	33·6	33	34·4
28. " .	42	41·6	39	39·6	20. " .	37	39·2	35	36·6	13. " .	38	33·2	10	35·0
29. " .	39	41·8	37	41·0	21. " .	27	35·0	28	34·0	14. " .	43	31·6	38	36·2
30. " .	33	38·2	33	38·2	22. " .	32	32·0	29	32·1	15. " .	30	37·0	37	37·4
31. " .	47	37·0	47	37·6	23. " .	27	30·4	33	32·1	16. " .	34	38·1	33	37·6
1. November	30	39·0	35	39·0	24. " .	37	32·2	37	34·4	17. " .	40	36·8	39	37·2
2. " .	36	40·8	36	40·4	25. " .	29	31·4	35	34·1	18. " .	45	37·8	41	37·8
3. " .	49	37·4	44	38·0	26. " .	36	31·1	38	34·6	19. " .	35	36·6	36	37·4
4. " .	12	38·8	40	38·6	27. " .	28	28·1	29	33·9	20. " .	35	35·2	40	36·8
5. " .	30	39·1	35	39·0	28. " .	27	28·6	31	32·6	21. " .	28	32·2	31	35·2
6. " .	37	38·2	38	38·2	29. " .	22	25·8	29	30·6	22. " .	33	31·4	36	33·2
7. " .	30	38·0	38	39·2	30. " .	30	25·4	33	30·6	23. " .	30	32·0	33	32·8
8. " .	43	39·2	40	39·1	1. December	22	26·4	28	30·0	24. " .	31	32·2	26	32·6
9. " .	41	40·6	45	41·1	2. " .	26	28·8	29	32·0	25. " .	38	31·0	38	31·4
10. " .	36	42·2	36	42·6	3. " .	32	28·4	31	32·2	26. " .	29	30·0	30	30·1
11. " .	44	41·0	18	42·8	4. " .	31	32·2	39	34·8	27. " .	27	29·4	30	31·2
12. " .	47	43·0	14	43·1	5. " .	28	33·4	41	35·6	28. " .	25	27·0	28	30·4
13. " .	37	41·8	11	41·2	6. " .	41	34·4	41	37·8	29. " .	28	27·2	30	34·0
14. " .	51	40·0	48	42·0	7. " .	32	32·6	33	35·6	30. " .	26	28·2	34	30·6
15. " .	30	40·0	10	42·0	8. " .	36	33·4	42	35·6	31. " .	30	29·6	33	31·4
16. " .	35	42·2	37	43·0	9. " .	26	30·6	28	32·8					

Von anderen derartigen Zählungen wurde abgesehen, weil bereits aus diesen unzweifelhaft zu entnehmen ist, was die Doppelmaxima um die Äquinocetien sagen wollen, und weitere Ergebnisse nicht zu erwarten sind. Man erkennt, insbesondere aus Σ (I—III), eine Periode von etwas kürzerer Dauer als ein Monat, die durch das ganze Jahr besteht, jedoch mit veränderlicher Amplitude auftritt. Für die Dauer derselben findet man als Mittel der deutlicher ausgesprochenen Zeitalstände der Maxima 27·4 Tage. Fritz findet hierfür aus einzelnen grossen Nordlichtern 27·68 Tage. Demnach dürften rund 27½ Tage anzunehmen sein. Eine genauere Bestimmung wäre illusorisch, weil diese Periode offenbar kein aliquoter Theil des tropischen Jahres ist, zu diesem nicht einmal in einem rationalen Verhältnisse steht und daher die einzelnen Maxima in verschiedenen Jahren kaum angenähert auf dieselben Tage fallen können. Das Ergebniss lässt sich in folgenden Sätzen aussprechen:

1. Das Polarlicht befolgt ausser andern eine Periode von ungefähr 27½ Tagen.
2. Die Maxima und Minima dieser Periode sind um die Tag- und Nachtgleichen am besten ausgeprägt.
3. Dieselben sind um die Wintermitte weniger deutlich und um die Sommermitte fast gar nicht erkennbar.

II. Zur Theorie des Polarlichtes.

Der erste Hauptsatz: Vom Ursprung der Luftelektricität.

Zahlreiche Thatsachen, die in Bezug auf das Polarlicht feststehen, insbesondere seine Beziehungen zum Erdmagnetismus und zur atmosphärischen Elektricität, deuten darauf hin, dass dasselbe eine elektrische Erscheinung im Grossen ist. In neuester Zeit ist dies durch Lemström's Versuche im nördlichen Finnland sogar direct nachgewiesen worden¹.

Demnach kann über den elektrischen Charakter des Polarlichtes kein Zweifel obwalten, und eine Theorie, welche in systematischer Weise entwickeln will, warum die Erscheinungen desselben gewisse festgestellte Gesetze befolgen, wird zunächst von der Luftelektricität handeln müssen. Wir sind jedoch bei diesem Gegen-

¹ Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie, redig. von Dr. Hann, Bd. XVIII u. ff.

$HP = 90^\circ - \delta$, $GP = 90^\circ - JG$ und $\sphericalangle HPG = 360^\circ - \alpha + FJ$ — für δ und α Mädler's Angaben genommen — bekannt und man erhält damit $\text{arc } HG = \sphericalangle \beta$ und den Hilfswinkel PHG .

Mittelst der drei Grössen e , v und $\sphericalangle \beta$ ergeben sich nach dem Satze vom Parallelogramm der Geschwindigkeiten die resultirende Geschwindigkeit V der Erde und der Winkel $\gamma = \text{arc } HM$, den sie mit e bildet. Im Dreiecke MHP sind also wieder drei Elemente bekannt und nach diesen lassen sich endlich die Rectascension A und die Declination Δ des jeweiligen Zielpunktes M der Erde berechnen. In nachstehender Tabelle folgen die Resultate meiner Rechnung.

T a g (angenähert)	Länge χ der Sonne	Ort des Zielpunktes M der Erde am Himmel			Resultirende Geschwindig- keit V der Erde. Kilometer per Secunde
		Abstand γ vom allgem. Zielpunkte H	Gerade Aufsteigung AR	Nördliche Abweichung Δ	
21. März	0°	20°23'	264°48'	19°42'	71·0
4.—5. April	15	21 4	276 54	20 23	70·0
20. "	30	22 9	276 51	22 13	68·3
5. Mai	45	23 28	282 32	24 20	66·2
21. "	60	24 51	287 51	27 39	63·6
5.—6. Juni	75	26 9	292 35	31 54	60·8
21. "	90	27 14	296 29	37 6	57·9
7. Juli	105	28 20	299 34	43 9	55·0
23. "	120	29 7	300 50	50 4	52·5
7. August	135	29 39	298 54	57 30	50·4
23. "	150	29 58	294 2	64 34	49·0
8. September	165 49'	30 41	272 12	69 34	48·5
23. "	180	30 20	249 17	69 31	49 0
8. October	195	30 22	231 42	64 51	50·3
23. "	210	30 10	223 17	58 6	52·4
7. November	225	29 39	221 47	50 57	55·4
22. "	240	28 16	222 58	44 13	58·1
7. December	255	27 35	225 58	38 11	61·2
21.—22. "	270	26 11	230 5	32 57	64·2
5. Januar	285	24 29	235 9	28 39	66·7
20. "	300	22 53	240 40	25 13	69·0
3.—4. Februar	315	21 32	246 29	22 37	70·2
18. "	330	20 37	252 30	20 49	71·2
6. März	345 49'	20 13	258 58	19 49	71·4

Die Thatsache der Verbreitung des Lichtes und der Wärme ist nur durch die Annahme eines Mediums, welches die schwingende Bewegung fortpflanzt, erklärlich. Gewisse Gründe sprechen sogar für die Existenz einer kosmischen Atmosphäre, die (wenn wirklich vorhanden) in einem gewissen Masse an der Bewegung des Planetensystems theilnimmt. Sei dem wie immer, irgend ein Agens muss im Raume verbreitet sein, und ich nenne dasselbe, ohne weiter eine Ansicht über seine Natur auszusprechen, wie allgemein üblich den Weltäther.

Die Fortpflanzung des Lichtes und der Wärme ist aber eine gewaltige Kraftübertragung, und es ist kaum denkbar, dass ein Agens, dem einerseits eine so grosse Leistung zugemuthet wird, andererseits gar keine Wirkung ausüben soll, wenn eine wenigstens nach irdischen Verhältnissen gewichtige Masse wie die Erde sich mit der bedeutenden Geschwindigkeit von circa 60 Kilometer in ihm fortbewegt. Ohne Zweifel muss der Weltäther an der Oberfläche der irdischen Atmosphäre vorzugsweise an der Hälfte, welche in der schraubenförmigen Bahn voraus ist, verdichtet und in dem Ranne, aus dem die Erde augenblicklich herantritt, verdünnt werden. Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass der Ursprung der Luftelektricität hiemit irgendwie zusammenhängt. Am einfachsten ist es wohl, anzunehmen, dass der Überschuss an Weltäther an der Grenze der Luft und der Mangel an solchem in dem erwähnten Ranne mit positiver, respective negativer Elektricität identisch sei. Nach dieser Annahme hätte die Lufthülle ein um so grösseres, positiv elektrisches Potential, je grösser die Geschwindigkeit V der Erde ist, und dasselbe wäre nach obiger Tabelle ein Maximum gegen das

Frühlings- und ein Minimum gegen das Herbstäquinocetium. Hieraus folgt indessen nicht, dass die Gravitation der Erde gegen die Sonne ebenfalls variabel sein müsse, was man wegen des gleichen Fernwirkungsgesetzes der Gravitation und Elektrizität vermuthen könnte, denn es lässt sich bekanntlich experimentell nachweisen, dass das Gewicht wägbarer Massen durch Elektrisirung nicht verändert wird.

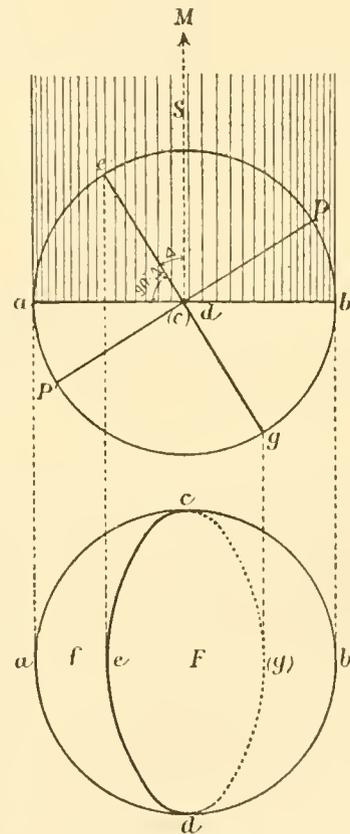
Wenn sich die Erde mit der Geschwindigkeit V gegen den Weltäther bewegt, so hat dies in Bezug auf Verdichtung desselben die nämliche Wirkung, als wenn ein Strom Weltäther vom Querschnitt gleich der Fläche des grössten Kreises der Lufthülle mit der Geschwindigkeit $— V$ gegen die Erde ginge. Die Mitte dieses Stromes muss die Erdoberfläche in einer geographischen Breite treffen, welche der Declination Δ des Ziehpunktes M der Erde gleich ist. Wie man aus der Tabelle auf Seite 20 sieht, hat Δ stets einen positiven Werth, und demnach ist die Mitte des Ätherstromes immer gegen die nördliche Erdhälfte gerichtet, oder der grössere Theil dieses Stromes wird von der nördlichen und der kleinere von der südlichen Erdhälfte aufgenommen.

Lässt man die obige Annahme über die allgemeine Ursache der Luftelektrizität gelten, so muss man auch annehmen, dass durch die Verschiedenheit der erwähnten Stromtheile eine elektrische Differenz zwischen den Erdhemisphären hervorgerufen und die nördliche Lufthülle gegenüber der südlichen positiv erregt werde.

Ist ab , (Fig. 2) im Grundriss $acbd$, der ganze Querschnitt des Stromes S , eg der Äquator, welcher, auf den Querschnitt projicirt, als Ellipse $eed(g)$ erscheint, so fällt jener Theil des Stromes, der vom sphärischen Zweiecke über arc ePb aufgenommen wird, auf die nördliche und der Theil, welcher das Zweieck über arc ae trifft, auf die südliche Hemisphäre. Die Projectionen F und f dieser Zweiecke auf den Gesamtquerschnitt ab sind demnach die speciellen Querschnitte der beiden Stromtheile. Es ist klar, dass die elektrische Differenz zwischen den Erdhälften sowohl der Geschwindigkeit V als auch der Differenz $F—f$, d. h. dem Producte $V(F—f)$ proportional sein muss. Die Flächendifferenz $F—f$ ist, wie man aus der Figur sofort erkennt, gleich der Ellipsenfläche $eed(g)d$, und diese ist, weil der Neigungswinkel zwischen Äquator und Querschnitt $= 90^\circ - \Delta$, gegeben durch $R^2 \pi \sin \Delta$, worin R den Radius der Lufthülle bezeichnet, der hier wohl constant angenommen werden kann. Die elektrische Differenz zwischen den Erdhälften ist also dem Producte $V \sin \Delta$ proportional.

Bildet man dieses Product für die Werthe von V und Δ , welche in obiger Tabelle berechnet wurden, so findet man es veränderlich mit einem Maximum zur Herbst- und einem Minimum zur Frühlingstag- und Nachtgleiche. Da in der elektrischen Action der Lufthülle auf die Erde wie begreiflich vorzugsweise die elektrische Differenz zwischen den Erdhälften sich äussern muss, — (denn eine directe Bewegung positiver Elektrizität von der nördlichen Hemisphäre gegen den Weltraum dürfte nur selten in grossen, strahlenden Nordlichtern zu Tage treten) — sei es nun als Gewitter, Polarlicht, Elmsfeuer oder nur als elektrische Spannung; so können diese Producte einigermassen als Verhältnisszahlen für den jährlichen Gang der Luftelektrizität gelten. Wie die Zusammenstellung auf Seite 22 zeigt, stimmen sie gut mit den Summen der Zahlen für die Gewitter- und Polarlichthäufigkeit, welche Professor Piazzzi Smyth¹ angegeben hat, welche Summen auch angenähert der jährlichen Periode der Luftelektrizität entsprechen dürften.

Fig. 2.



¹ Capron, Aurorae etc. pag. 54.

Die Beobachtungen der Luftelektricität mittelst selbstregistrierender Apparate, über welche mir einige Notizen vorliegen,¹ zeigen theilweise analoge Ergebnisse, widersprechen sich aber untereinander so sehr, dass aus ihnen leider keine sicheren Schlüsse in Bezug auf die jährliche Periode gezogen werden können. Die Beobachtungsreihen sind wohl noch viel zu kurz und daher in ihren Mittelwerthen den zufälligen Einflüssen der meteorologischen Elemente zu sehr ausgesetzt. Auch die geographische Breite muss sich ohne Zweifel geltend machen.

Producte $V \sin \Delta$		Nordlicht- und Gewitterhäufigkeit nach Piazzi Smyth			
T a g	$V \sin \Delta$	Gewitter	Nordlicht	Summe	Monat
5. Januar . . .	31·98	21·0	29·7	53·7	Januar
20. Jänner . . .	29·29				
3.—4. Februar . .	27·01	11·1	42·5	56·9	Februar
18. " . . .	25·29				
6. März " . . .	24·21	7·0	35·0	42·0	März
21. " . . .	23·93			Min.	
4.—5. April . . .	24·36	15·4	27·5	42·9	April
20. " . . .	25·85				
5. Mai . . .	27·27	37·4	4·8	42·2	Mai
21. " . . .	29·54				
5.—6. Juni . . .	32·14	48·0	0·0	48·0	Juni
21. " . . .	34·90				
7. Juli . . .	37·66	55·2	0·5	55·7	Juli
23. " . . .	40·27				
3. August . . .	42·54	35·4	12·6	51·0	August
23. " . . .	44·30				
8. September . .	45·48	42·4	36·6	59·0	September
23. " . . .	45·87				
8. October . . .	45·56	20·8	19·4	70·2	October
23. " . . .	41·51			Max.	
7. November . .	42·79	15·0	32·4	47·4	November
22. " . . .	40·51				
7. December . .	37·82	15·0	28·8	43·8	December
21.—22. " . .	34·91				

Ohne weiteren Untersuchungen dieses Gegenstandes vorgreifen zu wollen, halte ich es einstweilen für wahrscheinlich, dass die elektrische Differenz zwischen den Erdhälften mit der Jahreszeit entweder gar nicht oder doch weniger veränderlich ist, als obiges Product $V \sin \Delta$, weil die Geschwindigkeit c der Sonne etwas grösser sein dürfte als $7\frac{1}{3}$ geographische Meilen oder 54·4 Kilometer. Klinkerfues fand sie nach der spectral-analytischen Methode 62 Kilometer, freilich mit einer Unsicherheit von 10 Kilometer. Ist aber c grösser, so ist auch V grösser, der sphärische Abstand γ des Punktes **M** von **H** kleiner und Δ weniger variabel. Das Product wird dadurch, und weil V die entgegengesetzte Periode befolgt, ebenfalls gleichwerthiger.

Für die Periodicität des Polarlichtes werden sich übrigens noch andere, wie mich dünkt, gewichtige Ursachen herausstellen, und zur Erklärung der Erscheinung genügt es, meinem hypothetischen Satze über den Ursprung der atmosphärischen Elektricität nachstehende allgemeine Fassung zu geben:

Durch die Gesamtbewegung der Erde im Weltäther wird eine elektrische Differenz einerseits zwischen der irdischen Lufthülle und dem Raume, aus welchem die Erde in ihrer schraubenförmigen Bahn augenblicklich tritt, andererseits zwischen der nördlichen und südlichen Lufthemisphäre hervorgerufen, sodass letztere sich gegen erstere elektronegativ und gegen jenen Raum ebenfalls positiv verhält.

¹ Zeitschrift der österreich. Gesellschaft f. Meteorologie XIV—XVIII.

Der zweite Hauptsatz: Von der Vertheilung der Lufterlektricität.

Nach den Sätzen über die tägliche Periode bildet sich das Polarlicht in einer gewissen Entfernung von der Beleuchtungsgrenze fast ausschliesslich auf der Nachthälfte der Erde, oder es bewegt sich mit der Beleuchtungsgrenze von Osten nach Westen und tritt innerhalb 24 Stunden an demselben Orte häufig zweimal stärker auf, nämlich einmal bald nach der Abenddämmerung und ein zweites Mal in einem grösseren Zeitabstande und weniger intensiv und häufig vor der Morgendämmerung. Die allgemeine Ursache der Erscheinung kann also nicht gleichmässig über der Erdoberfläche vertheilt sein, sondern ist insbesondere in einem Luftgürtel nahe der Dämmerungszone und auf der Nachtseite zu suchen, und zwar in grösserer Quantität oder Actionsfähigkeit im westlichen Theile desselben. Nach allem, was man von der Natur des Polarlichtes weiss, ist dessen unmittelbare Ursache Lufterlektricität im Grossen, und diese muss also entsprechend vertheilt sein. Die bereits erwähnten Beobachtungen der Lufterlektricität, deren Ergebnisse betreffs der täglichen Periode wie begreiflich bereits verlässlicher sind, stimmen im Abendmaximum sehr gut mit dieser Ansicht, denn dasselbe wird wie das Nordlichtmaximum in mittleren Breiten im Mittel überall um 9^h p. m. gefunden. Weniger sicher ist das Morgenmaximum. Mascart fand für die Sommermonate März bis Juli kein solches Maximum, sondern vielmehr ein continuirliches Maximum in der Nacht. Andere Beobachter fanden Maxima nach Sonnenaufgang. Es ist übrigens zu bedenken, dass es sich beim Polarlicht um die Vertheilung der Elektricität an der Grenze der Atmosphäre oder doch in höheren Luftschichten handelt, und dass die Vertheilung in den tieferen Luftschichten aus terrestrischen Gründen häufig eine bedeutend andere sein kann. Auch beim Polarlicht ist indessen das Maximum a. m. mehr oder weniger unsicher. Es finden sich vereinzelt Verspätungen, z. B. zu Övertorneå ausnahmsweise, freilich nur zweifelhaftes Nordlicht, um 9^h a. m. am 1., 2., 3., 5. und 6. März 1818, also zu einer Zeit, wo die Sonne in dieser Breite bereits über dem Horizonte steht.

Wenn die positive Elektricität der Luft nur der eigenen Repulsion überlassen wäre, so müsste sie sich nach den Gesetzen der Elektrostatik über die Oberfläche verbreiten und eine Hülle bilden, deren Totalaction auf einen innerhalb liegenden Punkt gleich Null ist, und wegen der sphäroidischen Gestalt der Luft müsste die Spannung eine Function der geographischen Breite und am Äquator ein Maximum sein.

Es entsteht nun die Frage: Lassen sich Ursachen angeben, welche die Lufterlektricität hindern, die sphäroidische Gleichgewichtslage anzunehmen und sie zwingen, sich auf der Nachthälfte und insbesondere in der Nähe des Dämmerungsgürtels mit grösserem Potential anzuhäufen? Hiefür lassen sich in erster Reihe folgende Ursachen angeben, die natürlich theilweise hypothetisch sind.

In consequenter Anwendung des ersten Hauptsatzes muss auch angenommen werden, dass die Sonne ein positiv elektrisches Potential habe und daher abstossend auf die gleichartige Elektricität der irdischen Lufterkennung wirke. Diese Annahme ist übrigens nicht neu, denn dadurch wird z. B. Zöllner's Kometentheorie begründet. Die elektrische Ladung der Sonne muss entsprechend der Sonnenmasse grösser und vorzugsweise über die Oberfläche, also in der Corona vertheilt angenommen werden.

Für jeden Punkt der irdischen Atmosphäre, insofern er der Sonnenstrahlung ausgesetzt ist, lässt sich die Repulsion der Sonne in eine verticale und horizontale Componente zerlegen; erstere drückt die positive Elektricität gegen die Erdoberfläche, letztere verschiebt sie tangential zur Erdoberfläche. Die stärkste Verschiebung gegen die Nachtseite muss offenbar an der Beleuchtungsgrenze stattfinden, wo die Verticalcomponente gleich 0 ist.

Kirchhoff und Spörer erklären die Fackeln in der Sonne als Eruptionen und die Flecken als aufgeschlenderte und dadurch abgekühlte Gasmassen. Sind diese Ansichten richtig, — und sie haben unter allen Sonnenfleckentheorien die grösste Wahrscheinlichkeit für sich — so folgt aus meiner Hypothese und aus Gründen der Elektrostatik, dass durch die aufgeschlenderten Gasmassen das Gleichgewicht der Sonnen elektricität gestört wird und diese sich über den Flecken mit grösserer Dichte anhäufen muss, und noch um so mehr, wenn auch durch die Eruptionen Elektricität erzeugt wird. Demnach muss die Repulsion der Sonne vorzüglich von den heliographischen Fleckenzonen und in diesen von den grössten Flecken oder Fleckengruppen

ausgehen und zur Zeit der Bildung oder Veränderung der Flecken am stärksten sein. Eine grössere Ausdehnung der Corona über den Fleckenzonen und einzelnen Flecken zeigen thatsächlich die Abbildungen, welche bei Finsternissen aufgenommen worden sind.¹ Die Corona dürfte daher in fleckenreichen Jahren am grössten sein und am stärksten repulsirend wirken.

Wegen dieser mächtigen, von der Sonne ausgehenden Abstossung muss sich die positive Lufterlektricität in grösserer Menge auf der Nachtseite befinden oder es besteht eine elektrische Differenz zwischen der Tag- und Nachtseite, ohne dass man desshalb annehmen müsste, auf der Tagseite sei nur negative Elektricität, was nur dann richtig wäre, wenn die Luft keine positive Ladung hätte und nur durch Influenz elektrisch würde. Wie ich aus einem Referate² über Mascart's Beobachtungen mit einem selbstregistrirenden Elektrometer entnehme, bestätigen dessen Beobachtungen, dass das Potential der Luft im Allgemeinen positiv und in der Nacht erheblich grösser ist als bei Tag. Hierauf ist gegenüber andern derartigen Beobachtungen um so mehr Gewicht zu legen, als Mascart auf eine bedeutende Fehlerquelle bei solchen Apparaten aufmerksam machte, welche er bei seinem eigenen selbstverständlich möglichst beseitigte.

Die eigene Repulsion der Lufterlektricität wirkt aber der Ansammlung auf der halbkugelförmigen Fläche entgegen, und es ist also erklärlich, dass sich auf der Nachtseite in der Nähe der Dämmerungszone ein elektrischer Gürtel von grösserem Potential bildet.

Der aus dem Weltraum einströmende Äther kann nicht die Rotationsgeschwindigkeit der Erde haben, und wenn er sie auch annimmt, in dem Masse als er in die irdische Atmosphäre eindringt, so muss er doch in der Bewegung gegen Westen zurückbleiben. Hierin dürfte die Hauptursache liegen, dass der westliche Theil des elektrischen Gürtels besser entwickelt und der Beleuchtungsgrenze näher ist als der östliche.

Da der erdmagnetische Pol im Norden thatsächlich wirkt wie ein elektronegativer Pol, so wird dadurch der elektrische Gürtel aus der Lage, die ihm die ersterwähnten Ursachen anweisen, theils nach Nordwest, theils nach Nord oder Nordost abgelenkt, je nachdem er sich über Europa, America oder über dem grossen Ocean befindet.

Die geringere Höhe und die grössere relative Feuchtigkeit der Luft in der Polarregion können auch nicht ohne Einfluss auf die Vertheilung der Elektricität sein, was übrigens mehr oder weniger von allen meteorologischen Elementen gelten dürfte.

Wie man sieht, ist das Problem höchst complicirt und es wird wohl kaum jemals gelingen, die Vertheilung der Lufterlektricität aus den allgemeinen und speciellen Ursachen abzuleiten und in Formeln auszudrücken, die zur analytischen Untersuchung geeignet sind. Ich glaube desshalb, es ist für die Erklärung des Polarlichtes und anderer Erscheinungen erspriesslicher, sich das Problem in anderer Form, nämlich in der Frage vorzulegen: Wie müsste die Vertheilung der atmosphärischen Elektricität angenommen werden, damit sich zunächst jene grossen Polarlichter, welche augenscheinlich in einer Bewegung oder Entladung der Lufterlektricität im Zenith des Beobachtungsortes bestehen, ungezwungen erklären lassen?

Gelingt es, diese Frage zu beantworten, so wird man einigermassen beurtheilen können, ob die Antwort mit den angedeuteten allgemeinen Ursachen, und sicherer noch, ob sie mit den erwiesenen Thatsachen vereinbar ist.

Nach Allem, was von der täglichen Periode des Polarlichtes bekannt ist, genügt es zur Beantwortung der vorliegenden Frage, dass man untersucht, nach welchem Gesetze der Gürtel, in welchem das Potential der Lufterlektricität als Maximum angenommen wird und den man sich als eine Curve vorstellen kann, längs der Beleuchtungsgrenze auf der Nachtseite verlaufen müsste, damit die Ortszeit t , zu welcher er durch das Zenith eines Ortes geht, der Ortszeit des Polarlichtmaximums entspricht.

Ist in Figur 3 die Papierebene zugleich die Meridianebene des Beobachtungsortes **N**, **PP'** die Erdaehse, **AB** der Äquator, **HH'** der Horizont, **EF** die Beleuchtungsgrenze, **OS** der gegen die Sonne gerichtete Erd-

¹ Secchi-Schellen. Die Sonne.

² Österr. Zeitschrift für Meteorologie, XV.

Mittlerer sphärischer Abstand x des Nordlichtes

φ im Allgemeinen	$\delta = 23^{\circ}28' \text{ bis } 20^{\circ}$	$\delta = 20^{\circ} \text{ bis } 15^{\circ}$	$\delta = 15^{\circ} \text{ bis } 10^{\circ}$	$\delta = 10^{\circ} \text{ bis } 5^{\circ}$	$\delta = 5^{\circ} \text{ bis } 0^{\circ}$
Nordlicht vor					
Südlich vom Franz-Josefs-Land $76\frac{1}{2}^{\circ} - 80^{\circ}$	$\varphi =$ — $\delta =$ — $t =$ — $x =$ —	—	—	—	$78^{\circ}40'34''$ $1^{\circ}40'17''$ $11^h1^m(9)$ $x = 9^{\circ}16'$
Schweden $70^{\circ} - 65^{\circ}$	$\varphi =$ — $\delta =$ — $t =$ — $x =$ —	$65^{\circ}25'$ $15^{\circ}21'21''$ $10^h28^m(1)$ $x = 7^{\circ}23'$	$65^{\circ}53'$ $12^{\circ}20'27''$ $10^h27^m(2)$ $x = 9^{\circ}53'$	$65^{\circ}57'14''$ $7^{\circ}47'1''$ $10^h15^m(13)$ $x = 13^{\circ}48'$	$65^{\circ}58'$ $1^{\circ}42'31''$ $9^h22^m(24)$ $x = 16^{\circ}41'$
$65^{\circ} - 61\frac{1}{2}^{\circ}$	$\varphi =$ — $\delta =$ — $t =$ — $x =$ —	$62^{\circ}38'$ $15^{\circ}45'41''$ $10^h3^m(2)$ $x = 8^{\circ}19'$	$62^{\circ}16'15''$ $11^{\circ}23'9''$ $10^h19^m(3)$ $x = 13^{\circ}20'$	$62^{\circ}36'36''$ $8^{\circ}9'11''$ $9^h59^m(10)$ $x = 15^{\circ}30'$	$63^{\circ}2'53''$ $2^{\circ}17'6''$ $9^h5^m(16)$ $x = 16^{\circ}59'$
$61\frac{1}{2}^{\circ} - 58\frac{1}{2}^{\circ}$	$\varphi = 59^{\circ}39'(2)$ $\delta = 20^{\circ}33'8''$ $t = 10^h39^m$ $x = 8^{\circ}5'$	$59^{\circ}35'20''$ $16^{\circ}48'59''$ $10^h58^m(15)$ $x = 12^{\circ}33'$	$59^{\circ}12'13''$ $12^{\circ}20'30''$ $10^h20^m(18)$ $x = 15^{\circ}12'$	$59^{\circ}50'39''$ $7^{\circ}20'18''$ $9^h52'(23)$ $x = 18^{\circ}13'$	$59^{\circ}38'35''$ $2^{\circ}25'58''$ $9^h37^m(31)$ $x = 21^{\circ}56'$
$58\frac{1}{2}^{\circ} - 55^{\circ}$	$\varphi = 55^{\circ}38'20''$ $\delta = 21^{\circ}58'52''$ $t = 10^h18^m(6)$ $x = 10^{\circ}52'$	$57^{\circ}6'30''$ $17^{\circ}26'16''$ $10^{\circ}40^m(14)$ $x = 13^{\circ}37'$	$56^{\circ}37'31''$ $11^{\circ}41'8''$ $9^h59^m(16)$ $x = 17^{\circ}15'$	$57^{\circ}4'13''$ $7^{\circ}16'12''$ $10^h0^m(19)$ $x = 21^{\circ}8'$	$56^{\circ}15'9''$ $2^{\circ}17'53''$ $9^h43^m(14)$ $x = 24^{\circ}49'$
Nordlicht nach					
Südlich vom Franz-Josefs-Land $76\frac{1}{2}^{\circ} - 80^{\circ}$	$\varphi =$ — $\delta =$ — $t =$ — $x =$ —	—	—	—	$76^{\circ}31'12''$ $1^{\circ}18'34''$ $13^h21^m(2)$ $x = 11^{\circ}19'$
Schweden $70^{\circ} - 65^{\circ}$	$\varphi = 65^{\circ}53'$ $\delta = 20^{\circ}21'13''$ $t = 12^h24^m(1)$ $x = 3^{\circ}38'$	—	$65^{\circ}52'30''$ $11^{\circ}21'59''$ $12^h41^m(2)$ $x = 12^{\circ}23'$	$66^{\circ}11'10''$ $7^{\circ}41'44''$ $12^h35^m(6)$ $x = 15^{\circ}47'$	$67^{\circ}56'$ $0^{\circ}55'45''$ $14^h37^m(1)$ $x = 16^{\circ}1'$
$65^{\circ} - 61\frac{1}{2}^{\circ}$	$\varphi =$ — $\delta =$ — $t =$ — $x =$ —	$62^{\circ}38'$ $17^{\circ}14'42''$ $12^h37^m(2)$ $x = 9^{\circ}47^m$	—	$62^{\circ}52'12''$ $6^{\circ}59'51''$ $12^h11^m(5)$ $x = 20^{\circ}6'$	$63^{\circ}13'30''$ $1^{\circ}19'57''$ $12^h58^m(2)$ $x = 24^{\circ}32'$
$61\frac{1}{2}^{\circ} - 58\frac{1}{2}^{\circ}$	$\varphi = 59^{\circ}27'15''$ $\delta = 21^{\circ}8'35''$ $t = 12^h12^m(4)$ $x = 8^{\circ}56'$	$59^{\circ}12'51''$ $16^{\circ}13'26''$ $12^h31^m(13)$ $x = 13^{\circ}48'$	$59^{\circ}47'$ $11^{\circ}46'7''$ $12^h52^m(29)$ $x = 17^{\circ}41'$	$59^{\circ}50'30''$ $7^{\circ}39'11''$ $13^h18(36)$ $x = 20^{\circ}45'$	$59^{\circ}52'7''$ $2^{\circ}35'11''$ $13^h6^m(26)$ $x = 26^{\circ}14'$
$58\frac{1}{2}^{\circ} - 55^{\circ}$	$\varphi =$ — $\delta =$ — $t =$ — $x =$ —	$57^{\circ}51'24''$ $17^{\circ}5'14''$ $12^h30^m(5)$ $x = 14^{\circ}48'$	$56^{\circ}20'$ $12^{\circ}6'10''$ $12^h41^m(7)$ $x = 21^{\circ}2'$	$56^{\circ}12'20''$ $7^{\circ}43'18''$ $13^h4^m(18)$ $x = 24^{\circ}15'$	$57^{\circ}33'26''$ $2^{\circ}27'5''$ $13^h21^m(7)$ $x = 27^{\circ}48''$

Aus diesen Grundwerthen von x , φ und δ muss sich eine allgemeine Formel aufstellen lassen, welche $\sin x$ unabhängig von der Ortszeit t als eine Function von φ und δ ausdrückt und als Gleichung der Mittellinie des elektrischen Gürtels für Europa und Westasien und angenähert auch für die übrigen Theile der nördlichen Hemisphäre gelten kann. Nach verschiedenen Versuchen habe ich mich überzeugt, dass die Gleichung

$$2) \quad \sin x = A + B \cos(\varphi + \delta), \quad [= f(\varphi, \delta)],$$

von der Beleuchtungsgrenze.

$\delta = 0^\circ$ bis -5°	$\delta = -5^\circ$ bis -10°	$\delta = -10^\circ$ bis -15°	$\delta = -15^\circ$ bis -20°	$\delta = -20^\circ$ bis $-23^\circ 28'$
Mitternacht (Westseite).				
78°46'57" -2°15'39" 9h53m (17) $x = 12^\circ 16'$	79°10'55" -8°3'9" 9h26m (27) $x = 16^\circ 27'$	79°6'12" -12°29'59" 8h29m (11) $x = 18^\circ 55'$	79°8'5" -17°30'24" 8h16m (50) $x = 23^\circ 21'$	78°58'24" -22°16'39" 7h17m (85) $x = 25^\circ 29'$
65°55'42" -1°19'22" 8h56m (20) $x = 18^\circ 11'$	66°2' -7°51'5" 9h4m (16) $x = 24^\circ 27'$	66°42'30" -12°33'51" 8h19m (16) $x = 27^\circ 22'$	66°7'37" -17°28'56" 7h48m (16) $x = 26^\circ 43'$	66°5'45" -22°21'59" 8h32m (28) $x = 35^\circ 23' (?)$
62°59'43" -2°31'29" 8h41m (18) $x = 19^\circ 30'$	62°37'39" -7°47'16" 9h1m (20) $x = 26^\circ 23'$	62°37'39" -12°30'13" 8h28m (23) $x = 27^\circ 35'$	62°43'55" -17°49'53" 7h29m (12) $x = 25^\circ 53' (?)$	62°39'39" -22°32'9" 7h47m (34) $x = 32^\circ 8'$
59°41'37" -2°19'5" 9h38m (29) $x = 26^\circ 53'$	59°47'11" -7°39'9" 8h59m (33) $x = 27^\circ 48'$	59°45'35" -12°56'2" 8h36m (29) $x = 30^\circ 9'$	59°13'27" -17°52'3" 8h39m (18) $x = 34^\circ 54'$	59°12'40" -22°15'21" 8h54m (18) $x = 40^\circ 24' (?)$
56°58'38" -2°7'48" 9h33m (25) $x = 27^\circ 50'$	56°43'2" -8°4'3" 9h4m (26) $x = 30^\circ 33'$	56°53' -12°8'16" 8h44m (28) $x = 31^\circ 48'$	56°41'34" -17°26'19" 8h43m (7) $x = 36^\circ 18'$	57°11' -22°38'25" 8h15m (12) $x = 37^\circ 1'$
Mitternacht (Ostseite).				
78°33'1" -3°12'32" 13h22m (6) $x = 13^\circ 55'$	79°14'46" -8°7'26" 14h16m (16) $x = 16^\circ 59'$	79°4'17" -12°57'12" 13h10m (23) $x = 22^\circ 5'$	79°9'59" -17°23'13" 11h26m (27) $x = 25^\circ 58'$	79°3'0" -22°11'41" 16h27m (49) $x = 26^\circ 8'$
66°20' -2°46'41" 13h53m (2) $x = 23^\circ 26' (?)$	65°51'36" -8°20'59" 16h8m (5) $x = 18^\circ 47' (?)$	65°51'30" -12°15'21" 17h15m (2) $x = 16^\circ 10' (?)$	66°0'15" -17°57'47" 16h58m (4) $x = 22^\circ 41' (?)$	66°58'18" -22°28'29" 17h56m (13) $x = 21^\circ 0' (?)$
62°54'20" -2°17'8" 13h21m (3) $x = 27^\circ 24'$	62°41'20" -7°33'43" 13h46m (3) $x = 31^\circ 35'$	62°40'53" -12°36'14" 14h19m (8) $x = 34^\circ 11'$	62°33' -17°14'3" 17h13m (5) $x = 20^\circ 40' (?)$	62°33'35" -22°26'11" 16h29m (12) $x = 30^\circ 12' (?)$
59°53'37" -2°49'50" 13h48m (37) $x = 29^\circ 19'$	59°13'48" -7°53'37" 14h22m (31) $x = 31^\circ 40'$	59°54'25" -12°53'5" 14h7m (19) $x = 37^\circ 28'$	59°57'37" -17°40'23" 11h26m (29) $x = 40^\circ 14'$	59°48'55" -22°8'3" 14h7m (34) $x = 46^\circ 14'$
57°18'44" -1°59'45" 13h21m (11) $x = 32^\circ 25'$	56°32'20" -7°17'8" 14h27m (6) $x = 33^\circ 26'$	56°38'40" -12°16'10" 13h25m (6) $x = 42^\circ 44' (?)$	56°37'27" -17°18'5" 15h9m (11) $x = 37^\circ 11' (?)$	57°0'30" -21°59'53" 13h52m (8) $x = 49^\circ 25'$

worin A und B empirische Constanten bezeichnen, die Werthe von x verhältnissmässig gut darstellt. Die Constanten A und B wurden nach Grundsätzen der Differentialrechnung wie folgt bestimmt.

Sind $\sin x_1, \sin x_2, \dots, \sin x_n$ n Grundwerthe nach obiger Tabelle, so werden dieselben möglichst genau durch $f(\varphi_1, \delta_1), f(\varphi_2, \delta_2), \dots, f(\varphi_n, \delta_n)$ ausgedrückt, wenn A und B so bestimmt worden sind, dass sie die Summe der Fehlerquadrate zu einem Minimum machen. Dies ist der Fall, sobald die partiellen Differentialquotienten

von $\Sigma[\sin x - f(\varphi, \delta)]^2$ nach A und B gleich Null sind, was auf folgende Bedingungsgleichungen führt:

$$\begin{aligned}\Sigma \sin x - nA - B \cdot \Sigma \cos(\varphi + \delta) &= 0 \\ \Sigma \sin x \cos(\varphi + \delta) - A \cdot \Sigma \cos(\varphi + \delta) - B \cdot \Sigma \cos(\varphi + \delta)^2 &= 0.\end{aligned}$$

Zur Berechnung der Summencoefficienten wurden 12, respective 13 Werthe von x , φ und δ benützt, welche Mittel aus vielen Beobachtungen sind, also angenähert gleiches Gewicht beanspruchen können. Als beste Bestimmung ergab sich:

$$\text{für Abend } \begin{cases} A = 0.06599 \\ B = 0.65751; \end{cases} \quad \text{für Morgen } \begin{cases} A = 0.03251 \\ B = 0.83769. \end{cases}$$

Die allgemeinere Gleichung:

$$3) \quad \sin x = a + b \sin \varphi \sin \delta + c \cos \varphi \cos \delta$$

würde sich den Grundwerthen noch besser anschmiegen, wenn die drei empirischen Constanten a , b , c mit derselben Sicherheit bestimmt werden könnten. Übrigens fand sich in ähnlicher Weise aus grösseren Gleichungen:

$$\text{für Abend } \begin{cases} a = 0.07981 \\ b = -0.65790 \\ c = 0.60878; \end{cases} \quad \text{für Morgen } \begin{cases} a = 0.01727 \\ b = -0.82034 \\ c = 0.88088. \end{cases}$$

Die Gleichungen 2 und 3 sind für alle Werthe, welche δ annehmen kann, jedoch nur für solche Werthe von φ gültig, die der Bedingungsgleichung 1 nicht widersprechen. Der von δ abhängige Grenzwert φ_{max} wird zweckmässig später angegeben werden.

Für die südliche Hemisphäre kann man dieselben Gleichungen wenigstens als wahrscheinlich gelten lassen, wenn darin die geographische Breite — an sich für diese Erdhälfte negativ — ebenfalls positiv und die Declination δ der Sonne mit entgegengesetztem Zeichen genommen wird. Bei Anwendung dieser Gleichungen kommt die Höhe der Curve über der Erdoberfläche nicht in Betracht; man kann jedoch annehmen, dass sich dieselbe nach der Höhe der Atmosphäre richtet, also in höheren Breiten kleiner ist. Auch dürfte die weitere Annahme gerechtfertigt sein, dass innerhalb der Curve das Potential in jenem Theile, welcher dem erdmagnetischen Pole am nächsten liegt, den grössten Werth habe.

Die wesentlichen Punkte dieser Erörterung lassen sich in nachstehenden, hypothetischen Satz zusammenfassen:

Die positive Luftelektricität ist auf der Nachthälfte in grösserer Menge angehäuft als auf der Taghälfte und bildet auf der ersteren eine Curve grössten Potentials, welche an der Grenze der Atmosphäre in einem gewissen sphärischen Abstände x von der Beleuchtungsgrenze nach dem Gesetze

$$\begin{aligned}\sin x &= 0.06599 + 0.65751 \cos(\varphi + \delta), \\ \text{respective } \sin x &= 0.03251 + 0.83769 \cos(\varphi + \delta)\end{aligned}$$

verläuft; innerhalb dieser Curve ist das Potential im westlichen Theile grösser als im östlichen und wird es, abgesehen hievon, durch die Nähe des erdmagnetischen Poles verstärkt.

Über die Erklärung der Einzelercheinungen und der Gesetze des Polarlichtes.

1. Die Beziehung zwischen Nord- und Südlicht. Aus dem ersten Hauptsatze folgt, dass ein continuirlicher, wenn auch nicht constanter elektrischer Strom von der nördlichen gegen die südliche Erdhälfte und von dieser gegen den Weltraum geht, denn die Spannung kann stets so gross sein, dass gewisse Leitungswiderstände überwunden werden, indem ja die Ursache der elektrischen Differenz, nämlich die Bewegung der Erde, beständig wirkt. Weil ferner der Widerstand des festen Erdkörpers verschwindend klein ist im Vergleiche zum Widerstand der Luft und dieser mit der Dichte der Luft abnimmt, so ist wohl anzunehmen,

dass der Strom sich verzweige und ein Theil desselben durch die höchsten Luftschichten oder an der Grenze der Atmosphäre sich bewege, während andere Theile die Lufthülle durchbrechen und die Erde als Leiter benützen.

Es ist klar, dass ein grosser, intensiver Zweigstrom dort durch die Luft gehen wird, wo der Widerstand wegen geringerer Höhe und grosser relativer Feuchtigkeit verhältnissmässig klein und das elektrische Luftpotential gross ist, also meist in höheren und hohen Breiten.

Das Polarlicht ist als eine Lichtenwicklung zu erklären, welche stattfindet, wenn der elektrische Strom durch Luftschichten geht, die hiefür geeignet sind.

Lemström's Versuche beweisen das Bestehen eines positiven, von der Luft gegen die Erde gerichteten Stromes in nördlichen höheren Breiten. Ähnliche Versuche, gleichzeitig im Süden, etwa auf Wilke's Land oder Victoria-Land, veranstaltet, würden sehr wahrscheinlich zeigen, dass hier ein positiver Strom von der Erde gegen die Luft geht, also die Richtigkeit der Erklärung schlagend darthun und auch aus anderen Gründen höchst lehrreich sein.

Fritz hat gezeigt, dass jedem grösseren Südlichte auch ein Nordlicht entspricht, und dass beide Erscheinungen dieselben Perioden befolgen, was auch aus der obigen Zusammenstellung hervorgeht. Dieses Verhalten erklärt sich einfach aus der gemeinschaftlichen Ursache, die hier von Nord nach Süd zum Theil durch die Erde gehende Strom bietet.

Es wird behauptet, dass das Südlicht weniger ausgedehnt sei als das Nordlicht, und die Aufzeichnungen weisen viel weniger Südlichtbeobachtungen auf. Letzteres ist zwar wegen der für Südlichtbeobachtungen ungünstigen Verhältnisse, als geringere Ausdehnung der Continente und meist stärkere Bewölkung auf der südlichen Hemisphäre, wohl begreiflich; der Unterschied in der totalen Beobachtungszahl ist jedoch so auffallend gross, dass er nur durch wirklich grössere Häufigkeit des Nordlichtes erklärt werden kann. In dieser Beziehung dürfte insbesondere jener Strom bedeutungsvoll sein, welcher an der Grenze der Atmosphäre direct gegen den Weltraum geht; denn derselbe hat ohne Zweifel dort, wo er entsteht, also an und in der nördlichen Lufthemisphäre, die grösste Dichte und dürfte sich fächerförmig ausbreiten. Es ist wohl gestattet, dabei an grosse strahlende Nordlichter zu denken, die nachweisbar in mittleren und niederen Breiten Höhen von über 100 Meilen haben, also kaum mehr der irdischen Atmosphäre angehören, und nicht nothwendig von Südlichtern begleitet sein müssen.

2. Die Formen des Polarlichtes in allen Einzelheiten erklären zu wollen, wäre vergebliches Bemühen schon aus dem Grunde, weil sie so mannigfaltig sind, dass sie sich, wie die besten Beobachter angeben, oft nicht einmal beschreiben lassen. Es ist natürlich, dass alle meteorologischen Elemente darauf mehr oder weniger Einfluss haben. Vom Standpunkte obiger Hypothesen können jedoch immerhin etliche Umstände angedeutet werden, welche, meines Erachtens wenigstens, die Entstehung der Hauptformen begreiflich machen.

Ausser der Lage des Beobachtungsortes und der Bewegung der Luft dürfte insbesondere das verschiedene Verhalten der Luftschichten gegen elektrische Ströme zu beachten sein.

Man kann die Atmosphäre von der Erdoberfläche aus nach dem Feuchtigkeitsgehalte in vier, allmählig in einander übergehende sphärische Schichten theilen. Die erste hat die grösste Dichte und wegen der hohen Temperatur, die sie durch Wärmemittheilung von der Erde annimmt, geringe relative Feuchtigkeit; ihr Leitungswiderstand für elektrische Ströme ist also sehr gross. Die zweite ist die Schicht der Wolkenbildung mit kleinerer Dichte und grosser relativer Feuchtigkeit, also mit geringem Widerstande. Der höchste Theil derselben, die Region der Cirruswolken oder Eisnadeln, kann als dritte Schicht betrachtet werden. In ihr ist der Widerstand wieder grösser, weil die gut leitenden Theilchen nicht so engen Zusammenhang haben, als in der zweiten. Die vierte oder höchste Schicht dürfte, obschon sehr trocken, wegen der kleinen Dichte höchst geringen Widerstand haben.

Mancherlei Thatsachen beweisen, dass das Polarlicht, wenigstens in den gewöhnlichen Formen, seinen Hauptsitz in der Cirruswolken-schicht hat. Diese Wolken haben nämlich vor und nach der Lichterscheinung

häufig ganz dieselbe Gestalt und befinden sich auch an derselben Stelle wie das Licht. Wegen der sphäroidischen Gestalt nimmt die Höhe aller Schichten mit der geographischen Breite ab; da aber auch die Temperatur abnimmt, so verschwindet die erste, schlecht leitende Schicht in hohen Breiten, der Gesamtwiderstand der Luft ist dort ein Minimum und die Eisnadelschicht liegt der Erdoberfläche am nächsten.

Wenn nun hier ein grosser Strom — oder vielmehr ein System von elektrischen Strömen — durch die Luftschichten geht, was wegen des geringen Widerstandes möglich ist, sobald das elektrische Luftpotential einen gewissen Werth erreicht, so findet in der Eisnadelschicht eine Lichtentwicklung statt, gleichsam veranlasst durch Stauung des Stromes zwischen Theilen von verschiedenem Widerstande, welche Lichtentwicklung in der darunter befindlichen, besser und gleichmässiger leitenden, feuchten Schicht, gleichgiltig ob in ihr Wolken vorhanden sind oder nicht, wieder verschwindet. Es ist also begreiflich, dass Bewölkung die Entwicklung des Polarlichtes begünstigt, obschon die Sichtbarkeit der Erscheinung darunter leidet.

Wenn die Luft ruhig ist, so bildet die feuchte Luftschicht über dem Horizont des Beobachtungsortes ein Kugelsegment und die darüber befindliche Cirruswolkenregion eine damit concentrische Kugelschale. Findet dann, wie es natürlich ist, ein gleichzeitiges Abfliessen der Elektrizität in solchen Punkten der Eisnadelschicht statt, die vom Magnetpol nahe gleichen Abstand haben, so liegen diese Punkte in einer Ebene, welche in einer gewissen Entfernung nördlich oder südlich vom Beobachtungsorte angenähert auf dem magnetischen Meridian und auf dem Horizont senkrecht steht, und die Eisnadelschicht in einem Ringstücke oder Bogen und das darunter befindliche Kugelsegment der Wolkenschicht in einem Kreissegmente schneidet. Hiemit ist die Form des regelmässigen Bogens mit dem dunklen Segmente gegeben. Letzteres dürfte theils aus der Contrastwirkung theils daraus zu erklären sein, dass die Bewölkung am Horizont gewöhnlich dichter erscheint. Ob der Bogen strahlend ist oder nicht, hängt wohl von den Verhältnissen in der höchsten Luftschicht ab. Ist der Abstand zwischen der Bogenebene und dem Beobachter gross, so verschwindet das dunkle Segment und theilweise auch der Bogen, so dass allenfalls noch der strahlende Theil sichtbar bleibt.

Die Polarlichter schreiten, wie oben erwähnt wurde, im Allgemeinen von Ost nach West fort; die Einzelerscheinungen, von den besonderen Verhältnissen der Atmosphäre abhängig, haben jedoch ohne Zweifel Eigenbewegungen nach verschiedenen Richtungen, welche jene allgemeine mehr oder weniger unkenntlich machen und den Bewegungen der elektrischen Gewitter ähnlich sein dürften.

Solche Eigenbewegungen können als ein Fortschreiten der Entladung aufgefasst werden. Wenn die Bogenebene, in welcher die stärkste Entladung stattfindet, gegen den Beobachter rückt, so muss der Bogen, wie begreiflich, aufsteigen und sich vergrössern, bis er das Zenith erreicht, und nach dem Überschreiten desselben wieder sinken. Geht der Bogen durch das magnetische Zenith, so kann sich statt desselben, insbesondere wenn die Ebene von der Verticalstellung etwas abweicht, eine Krone entwickeln, welche Erscheinung bekanntlich theils als Wirkung der Perspective erklärt wird, theils aber auch in einem wirklichen Anseinandergehen der sich gegenseitig abstossenden und in der feuchten Luft verschwindenden Strahlen bestehen kann.

Hat sich nach dem Aufsteigen eines Bogens die Elektrizität an der ursprünglichen Stelle wieder in grösserer Menge angehäuft, so wiederholt sich der Vorgang. Auch Drehungen der Bogenebene kommen vor.

Bei bewegter Luft ist die Entwicklung regelmässiger Bögen natürlich unmöglich. Statt solcher erscheinen dann die Bandformen, welche den Eindruck von zerrissenen, aus der Lage gedrehten, aufgerollten, im Winde flatternden, überhaupt mannigfaltig abgeänderten Bögen machen. Die in hohen Breiten Amerika's häufig auftretende Erscheinung der „merry dancers“ dürfte nur bei mässig bewegter Luft stattfinden.

In Bezug auf die Bandform scheint die Linie grössten Potentials eine besondere Rolle zu spielen, denn es ist auffallend, dass z. B. in Schweden häufig Bänder in der Richtung Nordost-Südwest beobachtet werden, welche zugleich der genannten Linie entspricht, wenn sie in den Abendstunden durch das Zenith geht.

Ist die feuchte Luftschicht niedrig, also die Cirruswolken- oder die Eisnadelschicht der Erdoberfläche verhältnissmässig nahe, so dürften die Strahlen, aus welchen das Polarlicht zusammengesetzt ist, deutlicher erkennbar und zum Greifen nahe gerückt erscheinen, wodurch die Falten- oder Gardinenform erklärt wird.

Die Bewegung der Lichtwogen oder Wellen scheint nicht immer der Richtung der leuchtenden Materie oder der elektrischen Ströme zu entsprechen und dürfte öfters eine optische Täuschung sein; denn es ist klar, dass die Entladung zumeist dort beginnt, wo die Spannung am grössten ist, z. B. in einem Punkte am Westhorizonte, und dass die Entladung von da rasch etwa nach Osten fortschreitet. Man wird in diesem Falle das Licht zuerst im Westen sehen und das schnelle Nachfolgen an östlichen Stellen wird den Eindruck einer von Westen nach Osten gehenden Lichtwoge machen. In ähnlicher Weise scheint es sich auch öfters mit den vom Horizont gegen das Zenith gehenden Lichtwellen zu verhalten.

Manche Formen, die dem Wetterleuchten nahe kommen, mit dem seltenen Geräusche verbunden sind etc., dürften als Übergänge zu elektrischen Gewittern anzusehen sein und entstehen, wenn der Widerstand der tiefsten Luftschicht, also auch die zu seiner Überwindung nöthige Spannung, grösser als gewöhnlich ist.

3. Das St. Elmsfeuer betrachte ich ebenfalls als eine Übergangsform, die ausserhalb der hohen Breiten zu Stande kommen kann, wenn der Widerstand der tiefsten Luftschicht kleiner als gewöhnlich ist. Folgende, eben gelegen gekommene Beobachtung, die im vollen Wortlaute eingeschaltet wird, weil sie zu den hier entwickelten Anschauungen in mehrfacher Beziehung steht, spricht sehr dafür.

Der Beobachter auf dem Hochobir in Kärnten, Herr Pissnitz, schreibt:

„Am 11. October 1884 Abends hatte ich den Anblick einer seltenen Naturscheinung. Nachdem bereits durch 48 Stunden heftiger Sturm aus SW gewüthet hatte, liess derselbe am 11. October 8 Uhr Abends plötzlich nach. Um 8 Uhr 15 Minuten sah ich blitzen. Um zu beobachten, von wo das Wetter käme, ging ich vor das Schutzhaus hinaus. Das Schutzhaus lag im Nebel, der Wind kam schwach aus NW. Da bemerkte ich an den beiden vor dem Hause aufgestellten Windfahnen (eine hölzerne und eine eiserne) weisse Flämmchen so angeordnet, dass an jeder der beiden nach NW gerichteten Windfahnen zwei Flämmchen, und zwar das eine am NW- und das andere am SE-Ende der Fahne sichtbar waren, von denen das erste in horizontaler Richtung nach NW. und das zweite horizontal nach SE brannte. Später kam auf der Stangenspitze der eisernen Windfahne noch ein senkrecht in die Höhe gerichtetes dazu.

Die hölzerne Windfahne ist nicht hoch. Ich griff mit der Hand nach dem Lichte; es erlosch sofort, wurde aber wieder sichtbar, wenn ich die Hand entfernte. Die hölzerne Windfahne ist 32 Centimeter lang und steht 2-3 Meter über der Erde, während die eiserne Fahne 68 Centimeter lang ist und 3 Meter über dem Erdboden auf einer Stange sich dreht.

Mich gegen Osten wendend, sah ich den 5 Millimeter dicken Eisendraht der Telegraphenleitung gegen Kappel in weissblauem Lichte glühen, während an jeder Telegraphenstange am Isolator ein weisses Licht, so gross wie ein Stern, sichtbar war. Des Nebels wegen konnte ich nur drei Telegraphenstangen weit sehen, welche letztere 20 Meter von einander abstanden. Um 9 Uhr 30 Minuten bemerkte ich nur noch an der eisernen Windfahne ein kleines Flämmchen. Um 9 Uhr 45 Minuten war auch dieses erloschen.

Während der ganzen, höchst interessanten Erscheinung war im Westen entferntes Gewitter mit kaum hörbarem Donner, beim Schutzhause aber heftiger Schneefall von trockenen Eisnadeln. Das Thermometer zeigte -5.2° C., der reducirte Barometerstand war 587.0 Millimeter, 6 Millimeter unter dem normalen Luftdrucke, die Feuchtigkeit der Luft 100% .

Von diesen Angaben sind besonders folgende, die Erscheinung begleitende Umstände hervorzuheben: Der durch 48 Stunden vorher anhaltende Sturm aus SW, welcher wie begreiflich viel Wasserdampf mitbrachte; der während der Erscheinung aus NW wehende Wind, der die Feuchtigkeit durch Abkühlung relativ erhöhte; das Gewitter im Westen; der heftige Schneefall von trockenen Eisnadeln; die Temperatur -5.2° C.; die relative Feuchtigkeit 100% , welche letztere Umstände an Verhältnisse in hohen Breiten erinnern, und endlich die Ortszeit $8^h 15^m - 9^h 30^m$.

Die aus den schwedischen Nordlichtbeobachtungen abgeleitete Formel (2) gibt, wenn man die der obigen Beobachtung entsprechenden Werthe $\varphi = 46^{\circ} 30'$, $\delta = -7^{\circ} 14' 35''$ substituirt, $\sin r = 0.57612$, und mit diesem Werthe erhält man aus der Bedingungsgleichung (1): $t = 9^h$ als wahre Ortszeit, um welche die Linie des grössten Potentials durch das Zenith gegangen ist.

Das Mittel der bürgerlichen Beobachtungszeit ist $8^h 52^m$ oder $9^h 5^m$ wahre Zeit; es ist jedoch zu beachten, dass der Beobachter den eigentlichen Anfang, nämlich das erste schwache Flämmchen, nicht gesehen hat, und dass man denselben angenähert um 10^m früher annehmen kann, wodurch die Übereinstimmung mit der theoretischen Zeit bis auf die Minute genau wird. Soll das alles Zufall sein?

5. Die Höhe des Polarlichtes. Nach reiflicher Überlegung der von verschiedenen Beobachtern ausgeführten Messungen findet Weyprecht, „dass die Nordlichter in ihrer Normalgegend im Allgemeinen weit niedriger stehende Erscheinungen sind, und dass ihre Erhebung über der Erde zunimmt, je weiter sie gegen Süden herabreichen, dass jedoch auch in jenen Gegenden der grössten Intensität und Häufigkeit die einzelnen Erscheinungen je nach der Art und Weise ihres Auftretens in sehr verschiedenen Höhen vor sich gehen.“

In ähnlicher Weise spricht sich Fritz über diesen Gegenstand aus und bemerkt ferner, „dass die Höhen höchst wahrscheinlich nicht so bedeutend sind, als manche auf Messungen beruhenden Berechnungen ergaben“. Einige fanden nämlich 100, 200 und noch mehr geographische Meilen.

S. Tromholt findet nach Beobachtungen, die meistens an der Küste Norwegens ausgeführt wurden, „dass das Nordlicht in vielen Fällen eine ziemlich locale Erscheinung ist, und dass es sich oft in geringer Höhe über der Erdoberfläche befindet.“

Bedeutungsvoll sind ferner die Messungen der internationalen Beobachtungsstation zu Godthaab, geleitet von A. Paulsen 1882—1883. Die Höhe wurde gefunden

in 1 Falle	67·8	Kilometer	in 1 Falle	20—30	Kilometer
„ 2 Fällen	50—60	„	„ 1 „	10—20	„
„ 2 „	40—50	„	„ 14 Fällen	0—10	„
„ 1 Falle	30—40	„			

Die niedrigsten Erscheinungen waren: 3·72, 3·69, 3·22, 2·87, 1·99, 1·96, 1·35 und 0·61 Km. Die geringsten Höhen scheinen also der Gegend des Luftdruckminimums nahe zu sein.

Wie man sieht, stimmen die Höhenangaben, so weit sie Vertrauen verdienen, gut mit den früheren theoretischen Erörterungen; wenigstens kann darin nichts gefunden werden, was sich nicht mit denselben vereinbaren liesse.

5. Das Spectrum. Capron hat die spectralanalytischen Arbeiten, welche verschiedene Forscher in Bezug auf das Polarlicht angeführt haben, einer eingehenden, kritischen Vergleichung unterzogen, eine bedeutende Zahl selbständiger, schon an und für sich höchst interessanter Untersuchungen zu demselben Zwecke angestellt und kommt zu folgendem, leider negativen Schlusse: „Als allgemeines Resultat der bis zur gegenwärtigen Zeit über das Polarlicht angeführten Spectralarbeiten ergibt sich, dass wir es ganz verfehlt zu haben scheinen, irgend ein Spectrum zu finden, welches nach Lage, Intensität und allgemeinem Charakter der Linien gut übereinstimmt mit dem des Polarlichtes. Wir können in der That sagen, wir finden kein Spectrum, das auch nur mit Theilen des Polarlichtspectrums so nahe verbunden wäre, um uns zum Schlusse zu leiten, wir hätten die wahre Natur eines Polarlichtspectrums entdeckt (vorausgesetzt, dass es, wie Einige meinen, zwei oder mehrere umfasse). Der ganze Gegenstand kann noch immer als ein wissenschaftliches Mysterium charakterisirt werden, welches — wie wir immerhin hoffen dürfen — einige künftige Beobachter, ausgerüstet mit Spectroskopen von grosser Öffnung und geringer Zerstreuung, jedoch mit hinlänglichen Mitteln zur Messung der Linienstellung und wahrscheinlich durch Photographie unterstützt, lösen helfen können.“

Gleichwohl sind auf diesem Wege einige Thatsachen aufgedeckt worden, die für die Erklärung des Polarlichtes einmal von Bedeutung werden dürften, nämlich:

a) Eine charakteristische hellgrüne Linie (1259 nach Kirchhoff's Scala), die im Nordlichtspectrum in der Regel am deutlichsten auftritt, und worauf sich dasselbe in hohen Breiten zu reduciren scheint. Nach Ångström soll sie auch dem Zodiakallichte angehören.

b) Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Spectrum der Sonnen-Corona, indem die Linie 1474 und wahrscheinlich auch die Linien 1250 und 1350 in beiden Spectren vorkommen. Wenn diese und vielleicht eine noch weitere Übereinstimmung mit Sicherheit festgestellt werden könnte, so würde sie ohne Zweifel eine höchst gewichtige Thatsache sein, und ich möchte dann die Ansicht, dass die Sonnen-Corona entweder ein solares Polarlicht oder eine auch Polarlicht enthaltende, viel grossartigere Erscheinung sei, gar nicht für „bizarre and puzzling“, sondern um so mehr für richtig halten, als sie ohnehin mit Wahrscheinlichkeit aus meinem ersten theoretischen Hauptsatze zu folgern ist.

c) Auffallend ist das von A. S. Herschel und Capron beobachtete Flackern der hellgrünen Linie, was ein Schwanken in der Dichte des leuchtenden Gases andeuten dürfte, und

d) die Verschiedenheit des Spectrums sowohl, wenn dasselbe Polarlicht von verschiedenen Orten als auch wenn verschiedene Polarlichter von demselben Orte beobachtet werden. Daraus folgt mit ziemlicher Sicherheit, dass das Spectrum des Polarlichtes nicht nur von der Natur der leuchtenden Materie, sondern auch von den Verhältnissen abhängt, unter welchen es zu Stande kommt, und die sich wahrscheinlich nicht künstlich darstellen lassen.

In Erwägung dieser Umstände kann ich mich einer Idee über die Natur der Electricität nicht erwehren. Wenn man nämlich die Äthertheorie der Electricität annimmt, — eine Theorie, zu der meine Hypothesen neigen — so ist es denkbar, dass das, was wir unter terrestrischen Verhältnissen Electricität nennen, nur ein specieller Fall einer anderen, allgemeineren Erscheinung ist, die in Folge des Ätherüberganges im Universum auftritt. Denn unter bedeutend anderen Verhältnissen des Druckes, der Temperatur etc., ist z. B. die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes wahrscheinlich eine andere, und schon in Folge dessen dürften die Lichtwirkungen, welche zum elektrischen Strome überhaupt in viel engeren, fundamentalen Beziehungen stehen können, als man vielfach glaubt, sich nach und nach modificiren, wenn der Weltäther aus kosmischen in terrestrische Verhältnisse oder umgekehrt übergeht.

6. Der Nordlichtgürtel. Der westliche und östliche Theil der im zweiten Hauptsatze definirten Linie grössten Potentials vereinigen sich in einem Punkte, welcher im Maximum φ_m der geographischen Breite liegt, das die Curve erreicht. Dieser Punkt soll Scheitel genannt werden.

Für einen gegebenen Werth der Declination δ der Sonne ist φ eine Function der Ortszeit t und man findet φ_m nach einem bekannten Satze der Differentialrechnung aus der Bedingungsgleichung

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0.$$

Aus den Gleichungen 1) und 2) folgt:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin t}{\cos \varphi \cdot \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos t - B \sin(\varphi + \delta)},$$

welcher Ausdruck Null wird für $\sin t = 0$, also für $t = 0^h$ oder 12^h .

Das heisst: Jener Punkt b der Curve hat das Maximum φ_m der geographischen Breite, der um Mittag oder um Mitternacht durch das Zenith geht, was übrigens ohnehin klar ist. Es kann immer nur eine von diesen Bedingungen erfüllt werden, und zwar um die Wintermitte die erste, sonst die zweite. Nach den Formeln 2 und 1 lässt sich die Ortszeit berechnen, zu welcher bei gegebenen Werthen von φ und δ die Curve grössten Potentials durch das Zenith geht. Diese Rechnung wurde in Breitenintervallen von 10° für die Solstitien und Äquinoctien ausgeführt und dann die Curvenstellung auf Tafel II in stereographischer Polarprojection dargestellt. Die gegen die Nachtseite schraffierte Linie bezeichnet die Grenze zwischen Tag und Nacht auf der nördlichen Erdhälfte. Für den Scheitel b ergibt sich unter Berücksichtigung der obigen Bedingung folgendes Resultat.

Jahreszeit	Geographische Breite φ_m des Scheitels			Ortszeit des Durchgangs durch das Zenith
	Aus der Formel für Abend	Aus der Formel für Morgen	Mittel	
Wintersolstitium	87°20'	88°56'	88° 8'	0 ^h
Äquinoctium	78 55	78 30	78 42	12
Sommersolstitium	55 20	55 —	55 10	12

Der Scheitel b beschreibt in 24 Stunden einen Parallelkreis und das nördliche Curvenstück abc eine Zone von gewisser Breitenausdehnung, unter welcher das Nordlicht am häufigsten und intensivsten auftreten muss, weil die Curve innerhalb derselben lange dem Zenith des Beobachtungsortes und dem Magnetpol nahe bleibt und die Höhe der Atmosphäre in diesem Theile der Curve ein Minimum ist. Demnach kann man diese Zone den theoretischen Nordlichtgürtel nennen. In den Figuren wurde er durch radiale Schraffirung angedeutet.

Der Pol des wahren Nordlichtgürtels fällt nach Nordenskjöld nicht mit dem geographischen Nordpole zusammen, sondern liegt in der Breite von 81° und westlichen Länge von 80°, was mit dem Mittelpunkte des von Fritz aufgestellten Isochamen-Systems gut übereinstimmt.

Man erhält daher den wahren Nordlichtgürtel aus dem theoretischen, wenn man die natürliche Annahme macht, dass das Centrum durch den Erdmagnetismus um 9° abgelenkt werde.

Der Radius des Nordlichtgürtels ist, weil sich r_m mit δ ändert, ebenfalls variabel. Abgesehen von der Ablenkung des Mittelpunktes, welche die folgende Erklärung überhaupt nicht viel beeinflusst, hat der Radius seinen kleinsten Werth zur Wintermitte, wo der Nordlichtgürtel ein kleines Gebiet um den Nordpol bildet, seinen grössten Werth zur Sommermitte, wo der Gürtel über mittlere Breiten geht, und einen mittleren Werth um die Äquinoctien, so dass der Gürtel um diese Zeit über den Magnetpol geht, wenn man eine Breitenausdehnung von ungefähr 12° annimmt. Nach dieser Auffassung bildet der Nordlichtgürtel keine mit der Erde verbundene, geschlossene Aureole, sondern nur einen ringförmigen Raum, in welchem das Nordlicht aus den bereits angegebenen Gründen nach und nach am häufigsten und intensivsten zur Entwicklung kommt.

Für das Südlicht kann selbstverständlich ein analoger Gürtel mit vertauschten Werthen des Halbmessers angenommen werden.

7. Geographische Verbreitung und Richtung der Sichtbarkeit.

Aus dem Bisherigen ergibt sich sofort, wie es den Thatsachen entspricht, dass die Häufigkeit der Sichtbarkeit des Polarlichtes mit der Breite bis zum Polarlichtgürtel zunimmt, unter diesem ein Maximum ist und jenseits desselben wieder abnimmt. Gegen den Äquator nimmt die Häufigkeit vom Polarlichtgürtel aus nicht so rasch ab als gegen den Pol, einerseits weil die elektrische Zone sich gegen den Äquator zieht und andererseits weil in der Richtung gegen den Pol (Wintermitte ausgenommen) und jenseits desselben das Zustandekommen der Erscheinung durch die Tageshelle verhindert wird.

Die Richtung der Sichtbarkeit hängt zunächst ab von der Stellung des Ortes zum Polarlichtgürtel. Ein Ort, der südlich vom Nordlichtgürtel liegt, sieht die Erscheinung überwiegend in nördlicher, ein Ort, nördlich von diesem Gürtel, in südlicher Richtung.

Die allgemeine Richtung der Sichtbarkeit wird jedoch abgeändert durch den Erdmagnetismus, durch die augenblickliche Stellung der Linie grössten Potentials und durch zufällige atmosphärische und locale Verhältnisse. Nach der zweiten Hypothese ist das Potential in dem Theile der genannten Curve ein Maximum, welcher dem Magnetpol am nächsten ist; in diesem Theile müssen sich also die Polarlichter am häufigsten entwickeln, wesshalb man sie meistens in der Richtung der Declinationsnadel sieht. Das heisst in Europa süd-

lich vom Nordlichtgürtel sieht man das Nordlicht meist in Nordnordwest, in Amerika in Nord, in Westamerika und Ostasien in Nordnordost. Damit hängt auch zusammen, dass in den zwei letztgenannten Gebieten die Nordlichterscheinungen nach Mitternacht verhältnissmässig häufig sind.

Ein Ort N_1 (Taf. II, Fig. für Äquin.) kann das Nordlicht in den frühen Abendstunden in Ost, Nordost oder Südost sehen, je nachdem die Verhältnisse der Entwicklung in d , a oder e günstig sind. Für N_2 können die Erscheinungen beinahe in allen Richtungen vorkommen, am seltensten jedoch in Süd. N_3 (Fig. für Som. = Solst.) kann Polarlichter in Südwest, Süd, Südost sehen, schwerlich aber in Nord. Wenn man endlich bedenkt, dass die Curve grössten Potentials nur eine angenäherte Mittellinie einer elektrischen Zone vorstellt, so findet man es begreiflich, dass noch andere Abweichungen vorkommen. So kann z. B. N_1 zu früher Abendstunde das Nordlicht ausnahmsweise schon in West oder Nordwest sehen.

Ein Ort südlich vom Nordlichtgürtel sieht die Erscheinung, wie begreiflich, am seltensten in Süd. Gleichwohl ist diese Richtung nicht ausgeschlossen, wird aber häufiger in den Abend als in den Morgenstunden beobachtet, wie z. B. Tromholt's Untersuchungen beweisen,¹ und hat die Ursache in dem Umstande, dass die Abendseite der elektrischen Zone stärker ausgeprägt ist und in ihren Wirkungen weiter nach Süden reicht als die Morgenseite.

8. Die Dauer. Die Beobachtungen gehen in Bezug auf die Angabe der Dauer sehr weit auseinander, denn man findet Angaben von wenigen Minuten, von einer Stunde bis zu mehreren Stunden, in höheren Breiten sogar von ganzen Tagen und Wochen. Es ist ein Zusammenhang mit der geographischen Verbreitung unverkennbar, und demnach ist auch die Erklärung eine ähnliche.

In der Regel dürfte die Dauer nur auf die Zeit beschränkt sein, in welcher die elektrische Zone durch das Zenith geht. In höheren Breiten hat diese grössere Ausdehnung von West nach Ost, wenigstens in Längengraden ausgedrückt, weil die Graddänge der Parallelkreise mit zunehmender Breite abnimmt. Die elektrische Zone braucht also in höheren Breiten auch längere Zeit, um das Zenith zu passiren.

Aus der Stellung des Nordlichtgürtels für die Wintermitte sieht man, dass die elektrische Zone für einen Ort, der sich in der Polarnacht befindet, Tage, Wochen, Monate lang in der Nähe des Zenithes bleibt. Dem entsprechend ist daher dort die Dauer des Nordlichtes.

Häufig werden Nordlichter beobachtet, deren Entstehungsherd mehr oder weniger nordwärts vom Beobachtungsorte liegt, und es ist deshalb ganz wohl begreiflich, dass sich die längere Dauer von einem bis zu mehreren Tagen, insbesondere in Maximum-Jahren, manchmal auch in Breiten bemerkbar macht, die nicht der Polarnacht angehören. So kann z. B. ein Ort wie N_4 (Taf. II, Fig. für Wint. = Solst.) unter sonst günstigen Verhältnissen die Erscheinung bei hellem Tage wahrnehmen.

9. Die tägliche Periode. Die Linie grössten Potentials wurde im zweiten Hauptsatze so angenommen, dass die Zeit, zu welcher sie durch das Zenith geht, der Ortszeit des Maximums grösserer Nordlichter in Schweden und südlich von Franz Josefs-Land entspricht. Damit ist die Erklärung der täglichen Periode für diese Gebiete in hypothetischer Weise gegeben. Es liegt nun ob zu zeigen, dass diese Erklärung auch auf andere Gebiete ausgedehnt werden kann. Zu dem Zwecke habe ich in nachstehenden Tabellen die im ersten Theile angegebenen Zeiten der täglichen Maxima für gleiche Declination der Sonne zusammengezogen und den Mitteln die nach den Formeln 1) und 2) berechneten, also theoretischen Werthe von t behufs Vergleichung beigesetzt.

¹ Nach einem Referate in Bd. XVIII der österr. Zeitschrift für Meteorologie.

Wahre Ortszeit

Jahreszeit	Breiten							
	Mittel für das Abend-Maximum							
	Südlich von Frauz-Josefs-Land 80°—76½°	Schweden						Nördl. Verein. Staaten
	70°—65°	65°—61½°	61½°—58½°	58½°—55°	Nord-Schweden	Süd-Schweden		
22. November — 21. Jänner	7 ^h 17 ^m	8 ^h 19 ^m	7 ^h 47 ^m	8 ^h 43 ^m	8 ^h 15 ^m	8 ^h 2 ^m	8 ^h 32 ^m	9 ^h 15 ^m
22. Jänner — 5. Februar	(85) 1	(30)	(34)	(19)	(12)	(64)	(31)	(346)
7. November — 21. Nov.	8 20	7 57	7 28	8 49	8 43	7 13	8 17	9 15
6. Februar — 20. Februar	(41)	(11)	(10)	(15)	(7)	(21)	(22)	(194)
22. October — 6. November	8 17	8 13	8 16	8 36	8 49	8 28	8 42	9 12
21. Februar — 6. März	(41)	(15)	(20)	(29)	(23)	(35)	(52)	(270)
7. October — 21. October	9 22	9 0	8 52	8 59	8 42	8 56	8 51	9 19
7. März — 21. März	(31)	(19)	(23)	(31)	(26)	(42)	(57)	(314)
22. September — 6. October	9 59	9 4	8 48	9 32	9 39	8 56	9 35	9 20
22. März — 6. April	(20)	(22)	(22)	(35)	(32)	(41)	(67)	(118)
7. September — 21. Sept.	10 57	9 29	9 16	9 44	9 42	9 24	9 41	9 34
7. April — 21. April	(8)	(26)	(15)	(40)	(15)	(41)	(55)	(290)
22. August — 6. September		10 9	10 3	10 2	10 0	10 6	10 1	9 41
22. April — 6. Mai		(10)	(12)	(23)	(27)	(22)	(50)	(279)
7. August — 21. August		[10 27] 2	10 14	10 32	10 21	10 21	10 28	9 41
7. Mai — 21. Mai		(3)	(3)	(18)	(9)	(6)	(27)	(225)
22. Juli — 6. August				11 11	10 40		10 54	10 0
22. Mai — 21. Juli				[10 39] (7)	10 48 (9)		[10 46] (16)	9 52 (109)
				(2)	(6)		(8)	(436)

Declination δ der Sonne Mittel	Theore							
	φ = 79°	67½°	63°15'	60°	56°45'	65°23'	58°23'	43°
—22°	7 ^h 14 ^m	8 ^h 3 ^m	8 ^h 11 ^m	8 ^h 16 ^m	8 ^h 21 ^m	8 ^h 7 ^m	8 ^h 19 ^m	8 ^h 35 ^m
—17 57'	7 47	8 19	8 25	8 29	8 32	8 22	8 30	8 42
—13 23	8 26	8 37	8 41	8 43	8 44	8 40	8 43	8 50
— 8 6	9 17	9 2	9 1	9 0	8 59	9 1	8 59	8 59
— 2 27	10 32	9 31	9 23	9 19	9 16	9 27	9 18	9 9
3 28	12 0	10 7	9 51	9 43	9 36	9 58	9 39	9 20
9 14		11 1	10 29	10 10	9 59	10 40	10 4	9 33
14 20			11 26	10 44	10 25	12 0	10 33	9 45
18 31				11 38	10 55		11 10	9 57
(21 32) }					11 33		12 0	10 9
22 19 }								

1 Die Zahlen in () bedeuten die Anzahl der Beobachtungen.

2 Die Mittel in [] aus wenigen Beobachtungen in Süd.

Für mittlere und niedere Breiten auf der nördlichen Hemisphäre und für das Südlicht ergibt sich die Zusammenstellung auf Seite 38.

Zur Berechnung der theoretischen Werthe für das Südlicht wurde in der Formel δ mit entgegengesetzten Zeichen und φ positiv genommen. Es liegen jedoch viel zu wenig Beobachtungen vor, um die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme besser ersichtlich zu machen.

Die Übereinstimmung der beobachteten mit den theoretischen Zeiten ist, wie man sieht, im Allgemeinen gut und in der Regel besser, wo die Mittel auf eine grössere Zahl von Beobachtungen basirt sind.

In Amerika scheint eine constante Abweichung in dem Sinne zu bestehen, dass sich die beobachteten Abendmaxima gegen die theoretischen etwas verspäten. Dies mag theils vom Einflusse des Erdmagnetismus, theils von dem Fehler herrühren, den die Abenddämmerung verursacht. Die theoretischen Werthe dürften der

des Nordlichtes.

Z o n e n							
Mittel für das Morgen-Maximum							
Südlich von Franz-Josefs-Land 80°—76½°	S c h w e d e n				Nord-Schweden	Süd-Schweden	Nördl. Verein. Staaten
	70°—65°	65°—61½°	61½°—58½°	58½°—55°			
16 ^h 25 ^m (48)	17 ^h 45 ^m (11)	16 ^h 29 ^m (12)	14 ^h 13 ^m (33)	13 ^h 16 ^m (8)	17 ^h 5 ^m (23)	11 ^h 2 ^m (11)	14 ^h 17 ^m (73)
14 37 (21)	16 58 (4)	16 36 (3)	14 30 (26)	15 17 (10)	16 48 (7)	14 43 (36)	14 23 (25)
14 10 (27)	16 16 (1)	15 20 (9)	14 19 (18)	11 6 (7)	15 26 (10)	14 15 (25)	13 53 (14)
14 17 (15)	16 29 (6)	13 31 (1)	14 16 (32)	11 2 (6)	15 43 (10)	11 14 (38)	13 21 (52)
13 26 (7)	13 49 (3)	13 24 (3)	13 51 (44)	13 28 (11)	13 37 (6)	13 17 (55)	13 27 (80)
13 21 (2)	14 5 (2)	12 40 (3)	13 12 (30)	13 17 (10)	13 14 (5)	13 13 (40)	13 15 (64)
	12 28 (6)	12 16 (2)	13 11 (40)	12 56 (19)	12 25 (8)	13 6 (59)	13 1 (52)
	12 22 (4)		12 51 (19)	12 37 (13)	12 22 (1)	12 47 (26)	12 59 (33)
		[12 37] (2)	12 15 (1)	12 29 (2)	[12 37] (2)	12 20 (6)	13 17 (27)
	12 24 (1)		[12 55] (3)		[12 24] (1)	[12 55] (3)	13 2 (53)

t i s e h							
79°	67½°	63°15'	60°	56°45'	65°23'	58°23'	43°
15 ^h 7 ^m	14 ^h 38 ^m	14 ^h 33 ^m	14 ^h 28 ^m	14 ^h 27 ^m	14 ^h 36 ^m	14 ^h 28 ^m	14 ^h 18 ^m
14 47	14 27	14 24	14 23	14 20	14 26	14 21	14 13
14 22	14 15	14 13	14 12	14 11	14 14	14 12	14 8
13 18	13 59	11 0	11 1	14 2	13 59	14 1	14 2
13 2	13 40	13 45	13 48	13 50	13 43	13 49	13 55
12 0	13 15	13 26	13 32	13 37	13 21	13 35	13 48
	12 36	12 55	13 13	13 21	12 46	13 17	13 39
		12 0	12 50	13 3		12 56	13 31
			12 0	12 42		12 31	13 23
				12 10			13 14

Wahrheit öfters näher kommen, weil die Formeln aus grossen Erscheinungen, die in unmittelbarer Nähe auftraten, abgeleitet worden sind.

Es ist natürlich nicht anzunehmen, dass ein in niederen und mittleren Breiten beobachtetes Nordlicht seinen Entstehungsort in der Nähe, etwa im Zenith, habe, indem eine solche Erscheinung immer in nördlicher Richtung gesehen wird. Dass die Beobachtungszeit gleichwohl angenähert — in manchen Fällen sogar ganz gut — mit der Zeit übereinstimmt, zu welcher die theoretische Curve durch das Zenith geht, hat seinen Grund wohl darin, dass diese Curve in niederen und mittleren Breiten insbesondere um die Äquinoclien, wo die meisten derartigen Nordlichter auftreten, vom Meridian wenig abweicht.

10. Die jährliche Periode. Der Nordlichtgürtel bewegt sich jährlich, so dass er sich gegen die Wintermitte in hohe Breiten zurückzieht und gegen die Sommermitte mehr in mittlere Breiten herabsenkt. Auf

Grund dieser Thatsache, die mehrseitig constatirt worden ist, wurde schon z. B. von Weyprecht eine Erklärung der jährlichen Periode angedeutet, die einige Wahrscheinlichkeit hat. Um die Äquinoctien geht der Nordlichtgürtel nach meiner Darstellung über Nord-Europa und Nord-Asien und die Nordlichter können südlich davon, also in ganz Europa, beobachtet werden. In der Wintermitte bildet er ein enges Gebiet um den Pol; die Erscheinungen können daher in Europa nicht so leicht gesehen werden, obschon sie in hohen Breiten im Maximum auftreten. In der Sommermitte liegt der Nordlichtgürtel zwar über Mitteleuropa, und die Erscheinungen könnten gut beobachtet werden; allein sie dürften minder häufig sein, weil hier der Widerstand der Luft gegen elektrische Ströme sehr gross ist, so dass, wenn schon Entladungen stattfinden, sie mit hoher Spannung, also in Form von elektrischen Gewittern auftreten. Diese Erklärung befriedigt mich jedoch nur theilweise, weil sie von der Beziehung zur 27 $\frac{1}{2}$ tägigen Periode keine Rechenschaft gibt. Man könnte auch auf die Veränderlichkeit der elektrischen Differenz zwischen den Erdhälften hinweisen, was jedoch auch zu unsicher ist. Die beste Erklärung ergibt sich meines Erachtens aus der Stellung der Erde zu den heliographischen Fleckenzonen.

Jahreszeiten	A b e n d m a x i m u m				M o r g e n m a x i m u m		
	Nördl. Hemisphäre		Südl. Hemisphäre		Nördl. Hemisphäre		Südl. Hemisphäre
	Alte Welt 55°—46°	Alte Welt südlich von 46°	Süd- australien	$\varphi =$ —64°18'	Alte Welt 55°—46°	Alte Welt südlich von 46°	Süd- australien
Winter	8 ^h 48 ^m (184)	9 ^h 31 ^m (12)	10 ^h 1 ^m (18)		15 ^h 6 ^m (34)	14 ^h 10 ^m (2)	14 ^h 8 ^m (10)
Frühling und Herbst . .	9 16 (395)	8 43 (233)	9 10 (29)	10 14 (9)	14 23 (70)	14 0 (13)	14 40 (19)
Sommer	10 24 (59)	9 38 (11)	10 2 (6)		12 58 (14)	13 2 (1)	13 54 (4)
Declination der Sonne Mittel	T h e o r e t i s c h						
	$\varphi = 49\frac{1}{2}^\circ$	35°	—40°	—64°18'	49 $\frac{1}{2}$ °	35°	—40°
—19°30'	8 ^h 34 ^m	8 ^h 45 ^m	9 ^h 53 ^m		14 ^h 18 ^m	14 ^h 12 ^m	13 ^h 26 ^m
0 —	9 19	9 10	9 12	9 ^h 45 ^m ($\delta = -1^\circ 44'$)	13 50	13 55	13 53
20 —	10 23	9 45	8 41		13 5	13 31	14 14

Die Sonnenflecken sind bekanntlich nicht über die ganze Sonne gleichmässig verbreitet, sondern treten am häufigsten in der heliographischen Breite von 10° bis 30° auf. Ein Fleck kann als eine kegelförmige Vertiefung angesehen werden, und die Achse desselben, einen Sonnenradius bildend, ist offenbar dann gegen die Erde gerichtet, wenn der Fleck, von der Erde aus gesehen, in der Mitte der Sonnenscheibe erscheint. Da nach Seechi's Abbildungen die Sonnen-Corona über den Flecken am stärksten entwickelt ist, so wird ein so gesehener Fleck (oder Fleckengruppe) gleichsam ein grosses und langes Büschel Sonnen-Corona gegen die Erde lenken und sich durch elektrische Repulsion besonders bemerkbar machen. Die Flecken erscheinen aber am häufigsten in der Sonnenmitte um die Tag- und Nachtgleichen aus folgendem Grunde.

Der Sonnenäquator, und also auch die Bahnebene eines Fleckes, bildet mit der Ekliptik einen Winkel von 7 $\frac{1}{4}$ ° und erscheint um den 5. Juni und 6. December, also gegen die Solstitien, von der Erde aus als

gerade Linie, weil an diesen Tagen die Erde durch die Ebene des Sonnenäquators geht. In solcher Stellung kann, wie begrifflich, kein Fleck in der Sonnenmitte gesehen werden. Vom December bis Juni erscheint die Bahn eines Fleckes als eine nach Norden und in der andern Jahreshälfte als eine nach Süden ausgebogene Ellipse. Um die Äquinoctien muss demnach ein Fleck der südlichen respective nördlichen Zone, wenn er vom Äquator um $7\frac{1}{4}^\circ$ absteht, in der Sonnenmitte gesehen werden, sobald er vom Ost- und Westrande gleichen Abstand hat, und die Achse eines Fleckes höherer Breite muss mit der Richtung gegen die Erde einen möglichst kleinen Winkel bilden.

Die elektrische Repulsion der Sonne gegen die Erde erscheint demnach in diesen Zeiten als Maximum und in Folge dessen ist die positive Elektrizität der Erde auf der Nachthälfte am stärksten angehäuft und die elektrische Zone am deutlichsten ausgeprägt, wodurch die beiden Jahresmaxima des Polarlichtes für niedere, mittlere und zum Theil für höhere Breiten eine ungezwungene Erklärung finden.

Dass das Polarlicht in der Wintermitte häufiger ist als in der Sommermitte findet seine Erklärung consequenter Weise in der Sonnennähe und Sonnenferne.

In hohen Breiten kann um die Äquinoctien kein Jahresmaximum hervorgerufen werden, weil diese Region sich überwiegend in der Dämmerung befindet. Die Anomalie hoher Breiten ist daher nur aus der Stellung des Nordlichtgürtels zu erklären. In Amerika zeigt sich eine entgegengesetzte Anomalie, indem dort die beiden Jahresmaxima etwas gegen die Sommermitte rücken. Dies dürfte seine Hauptursache in der Nähe des Magnetpoles haben, denn es ist wahrscheinlich, dass diese die elektrische Entladung in der Form von Nordlicht dort auch dann noch begünstigt, wenn sich der Nordlichtgürtel gegen die Sommermitte weiter nach Süden senkt.

11. Die $27\frac{1}{2}$ tägige Periode. Auf den ersten Blick wäre man versucht, diese Periode dem Einflusse des Mondes zuzuschreiben; man überzeugt sich aber bald, dass derselbe zur Erklärung nicht ausreicht. Die Periode stimmt nämlich zu wenig mit der synodischen Umlaufzeit des Mondes und tritt im Jahre nicht gleichmässig auf, wofür sich im Monde keine Ursache finden lässt. Übrigens möchte ich dem Begleiter der Erde, welcher keine wahrnehmbare Atmosphäre hat, aus theoretischen Gründen nur geringen Einfluss auf das Polarlicht zuschreiben, welcher Einfluss, wenn überhaupt vorhanden, gegen den des riesigen Centralkörpers verschwindet.

Wenn man bedenkt, dass $27\frac{1}{2}$ Tage fast genau die scheinbare Rotationsdauer jener Sonnenflecken ist, die vom Äquator um 10° entfernt sind, und dass eine Periode der Fleckenhäufigkeit von nahe gleicher Dauer besteht, so muss man diese Thatsachen um so mehr für die wahren Ursachen der fraglichen Periode erkennen, als dadurch zugleich ihre Beziehung zur jährlichen Periode eine natürliche Erklärung findet, indem es keinem Zweifel unterliegt, dass um die Zeit grossen Fleckeneinflusses auch jede Veränderung in ihnen durch Fernwirkung am deutlichsten zu Tage tritt.

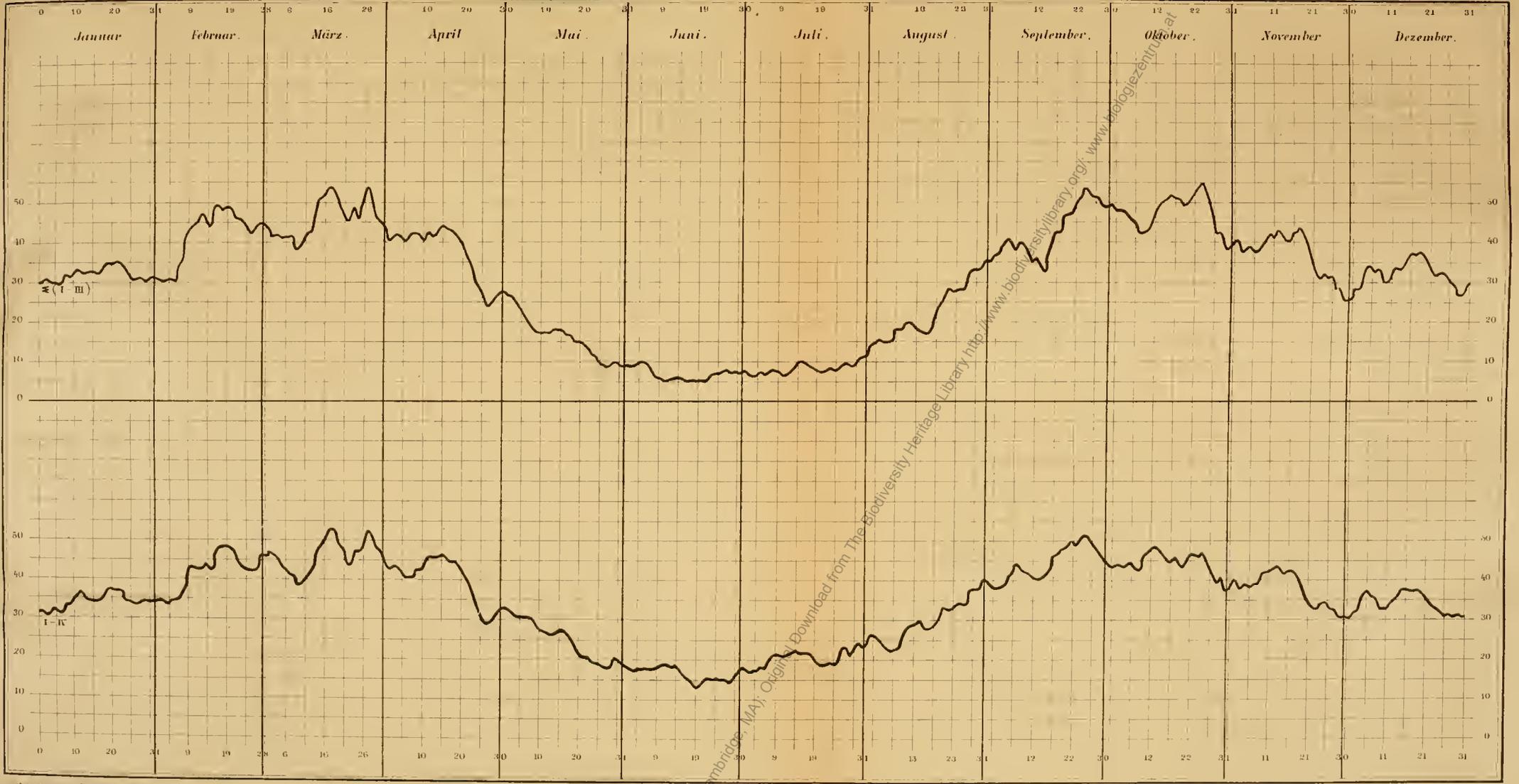
12. Die 11- und 56-jährige Periode des Polarlichtes sind nach Fritz identisch mit Perioden der Sonnenfleckenhäufigkeit. Dadurch erhält das über die kleineren Perioden Gesagte eine sichere Stütze. Meine Antwort auf die Frage, warum einem Maximum der Sonnenflecken zugleich ein Maximum des Polarlichtes entspricht, ist also, wie schon früher angedeutet wurde: Weil die Entstehung und das Vorhandensein grosser und zahlreicher Sonnenflecken die repulsirende Fernwirkung der positiven Sonnenelektrizität verstärkt, wodurch die gleichartige Elektrizität der irdischen Atmosphäre insbesondere auf der Nachtseite und, weil hier die Verticaleomponente der Repulsion gleich Null ist, weniger in den unteren als in den oberen Schichten der Luft angehäuft wird, wo sich ihre Bewegungen und Entladungen häufiger durch Polarlicht als durch elektrische Gewitter zu erkennen geben.

Nach W. v. Bezold (Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XV. Bd., 1. Abth.) sind die grösseren Perioden der Gewitter-Frequenz denen der Sonnenflecken entgegengesetzt. Ein analoger Gegensatz besteht demnach zwischen Polarlichtern und Gewittern, er scheint sich auch in kleineren Perioden auszuspreehen und ist aus den angegebenen und anderen Gründen sehr wohl erklärlich. Eine nähere Erörterung dieser Beziehungen muss jedoch einer anderen Abhandlung vorbehalten bleiben.

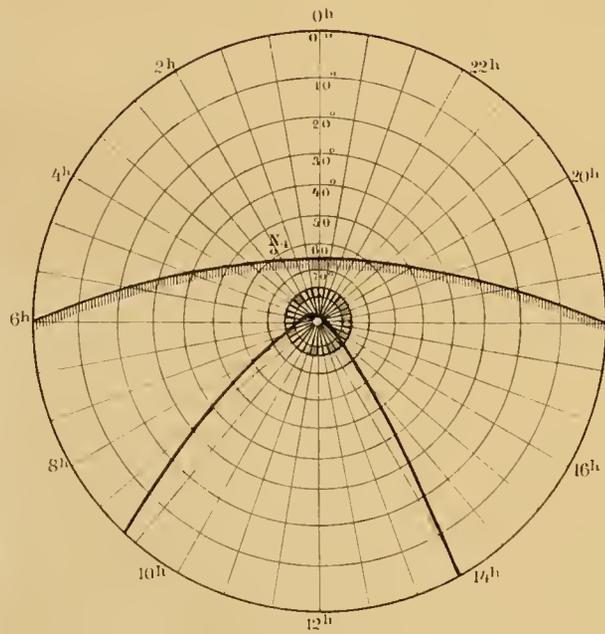
Von Tromholt ist nach Beobachtungen zu Godthaab eine gewisse Umkehrung der grösseren Perioden in hohen Breiten als wahrscheinlich dargethan worden. Um als erwiesen zu gelten, müssten viel mehr Beobachtungen und von verschiedenen Orten in Rechnung gebracht werden.

In theoretischer Hinsicht scheinen solche Umkehrungen nicht unmöglich; denn es ist unter Anderem denkbar, dass die Curve grössten Potentials in Maximumjahren etwas weiter von der Beleuchtungsgrenze absteht als in Minimumjahren, was ein Schwanen des Nordlichtgürtels und damit möglicherweise eine Veränderung der Perioden in hohen Breiten zur Folge hätte. Eine Veränderung des Abstandes x findet nach den angegebenen Formeln im Verlauf des Jahres wirklich statt, indem derselbe z. B. für den Scheitel im Sommer kleiner ist als im Winter.

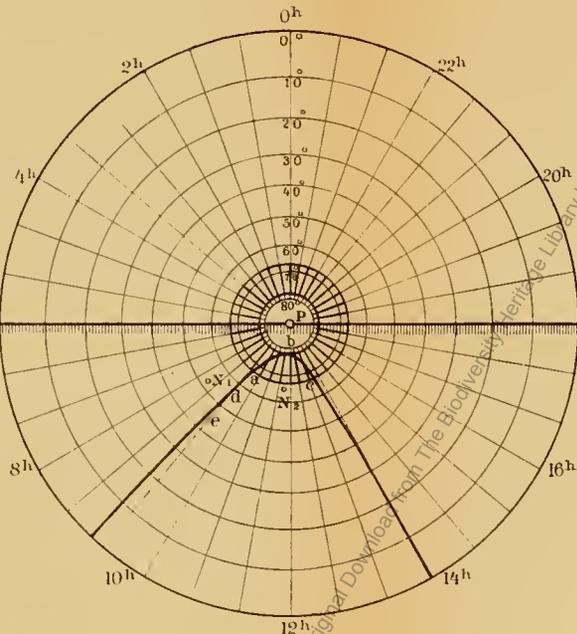
In den Figuren auf Taf. II entsprechen die Stellungen jener Curve den Jahren mit mittlerer Nordlicht-Frequenz, weil zur Aufstellung der theoretischen Formeln schwedische Beobachtungen aus Maximal- und Minimaljahren und Beobachtungen aus dem Gebiete südlich von Franz Josefs-Land, welche zufälliger Weise Jahren mit mittlerer Nordlicht-Häufigkeit angehören, benützt worden sind.



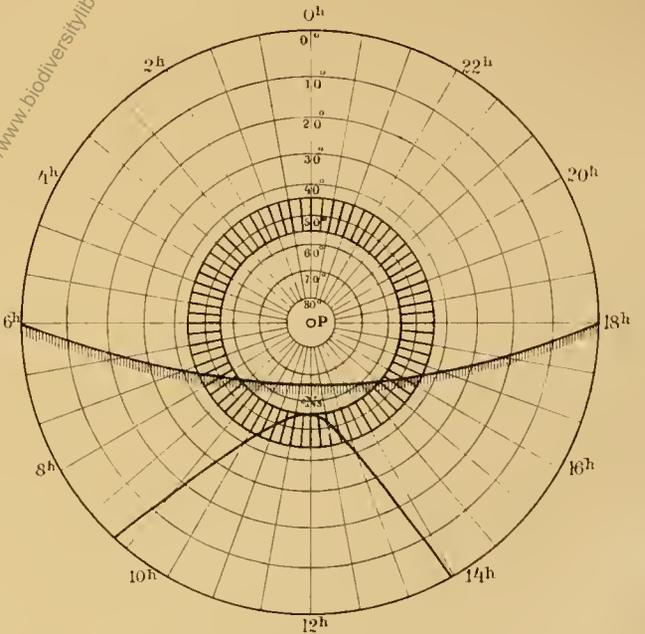
Stellung des theoretischen Nordlichtgürtels
und der Linie größten Potentials.



Winter Solstitium



Frühlings- und Herbst-
Äquinocetium.



Sommer-Solstitium.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [50_2](#)

Autor(en)/Author(s): Unterweger Johann

Artikel/Article: [Beiträge zur Erklärung der kosmisch-terrestrischen Erscheinungen. \(Mit 2 Tafeln und 3 Holzschnitten.\) 193-232](#)