

irgend ein Punktepaar A, A' auf x die lineare Vergrößerung der reciproke Werth der Winkelvergrößerung ist.

Ist noch spezieller das System ein teleskopisches, d. h. entsprechen einander die unendlich fernen Ebenen von M und M' , so ist die lineare und damit auch die Winkelvergrößerung constant für alle Punktepaare. Denn den Punkten von M , welche auf einem Parallelstrahl zu x liegen, entsprechen wieder die Punkte eines solchen Parallelstrahls in M' , da der unendlich ferne Punkt von x sich selbst entspricht.

Von der Beziehung, welche bei einem teleskopischen Linsensystem zwischen M und M' besteht, lässt sich leicht beweisen, dass sie durch Angabe der Axe x und eines Paares entsprechender Punkte PP' bestimmt ist, während im allgemeinen Fall ein Paar entsprechender Strahlen erforderlich war. Zu irgend einem Strahl l durch P lässt sich dann l' durch P' construiren mit Hülfe von (II, 9) und der Bemerkung am Schlusse von (II, 12).

Das Polarlicht.

Von

H. Fritz.

„Du, Nordlichtkrone, du hellst die Nacht
Der nord'schen Zone mit Rosenpracht,
Umströmt mit Flüssen von Gold den Pol!
Dich soll ich missen?“

klagt Frithjof (in Tegnér's Gedicht) bei seinem Abschiede vom Nordlande. Wir Bewohner niederer Breiten haben ebenfalls mit dem grossen Nordlichte vom 4. Februar 1872 für eine Reihe von Jahren von den grossartigen und häufigen

Erscheinungen des Polarlichtes Abschied genommen, da mit der Abnahme der Häufigkeit der Sonnenflecken, seit dem Spätjahre 1871, die Polarlichter seltener und weniger bemerkbar geworden und während des herannahenden Minimums gänzlich unsichtbar bleiben.

In Folgendem stellen wir, entgegen den zahlreichen bei oder nach jedem Erscheinungsmaximum neu oder in neuem Gewande auftauchenden, durchgehends für die Aufklärung über die Natur und Ursache des Phänomens werthlosen Hypothesen, und mit Uebergehen aller Beschreibung, die wichtigsten Gesetze und Eigenthümlichkeiten der Erscheinung zusammen, welche den vielfachen Beobachtungen des räthselhaften Polarlichtes bis jetzt zu entheben waren. Räthselhaft muss eine Erscheinung gewiss genannt werden, welche, trotzdem wir seit den Zeiten der Griechen und Römer Beschreibungen davon besitzen, trotzdem die Bewohner höherer Breiten seit vielen Jahrhunderten die Pracht derselben bewunderten und beschrieben, wie aus den nordischen Sagen, wie aus Tacitus « Germanien », wie aus dem um das Ende des 12. Jahrhunderts verfassten Königsspiegel hervorgeht und trotzdem die tüchtigsten Physiker, zahlreiche Gelehrten und Freunde der Natur sich damit befassen, ein wahres Bild zu Saïs geblieben ist.

1) Das Polarlicht heisst Nordlicht (Aurora borealis) wenn es sich auf der nördlichen Hemisphäre, Südlicht (Aurora australis) der südlichen Hemisphäre entwickelt. Die schwächste, nur in einem die Pole umlagernden Lichtschimmer bestehenden Entwicklungen werden Polarlichthelle oder Polar-Lichtprocess genannt.

2) Das Polarlicht ist am häufigsten in hohen Breiten. Die grösste Häufigkeit und Pracht der Erscheinung entwickelt dasselbe in der Nähe der Polarkreise, so

dass von demselben aus sowohl nach dem Aequator, als nach den Polen hin die Lichtentwicklungen seltener, weniger prächtig und einförmiger werden. Für die verschiedenen Erdmeridiane ist die Entwicklung ebenfalls ungleich, wodurch die Nordlichter sich in Amerika dem Aequator näher und in den entsprechenden Breiten häufiger als in Europa zeigen. In sehr seltenen Fällen nähern sich die Nord- und Südlichter gleichzeitig dem Aequator bis auf wenige Grade. Die meridionale Ausdehnung ist weder zu den Rotations- noch zu den magnetischen Polen der Erde concentrisch.

Nach zahlreichen Beobachtungen und unter der Annahme, dass ein den Pol einschliessendes, geschlossenes Curvensystem besteht, zieht die Linie grösster Nordlicht-Häufigkeit, unter 160° östlich von Greenwich, nördlich von Nischney-Kolymusk beginnend, nahe der Barrow-Spitze an der Nordküste Amerika's vorbei, über den Bärensee, durch den nördlichen Theil der Hudsonsbai, über die Labradorküste, südlich vom Kap Farewell, zwischen Schottland und Island durch, sich nach höherer Breite, am Nordkap vorüber, wendend, von wo sie bis zu ihrem Anschlusse an den von uns gewählten Ausgangspunkt, nördlich von Nischney-Kolymusk, nicht mehr zu verfolgen ist.

Die bis jetzt vorliegenden Beobachtungs-Verzeichnisse von Nordlichtern lassen für Europa ein Liniensystem gleicher Nordlichthäufigkeit (Isochasmen) aufstellen, welche der angegebenen Linie grösster Häufigkeit nahezu parallel und, wenn M die Durchschnittszahl der jährlichen Beobachtungen bezeichnet, folgendermassen verlaufen.

Es ziehen die Linien für

$M = 1$: etwas nördlich von Bordeaux vorüber durch den

nördlichen Theil der Schweiz, über Krakau, Moskau, nördlich von Tobolk vorüber.

$M = 10$: von Bristol, über Kopenhagen, die Insel Oesel, nördlich von Beresow vorbei.

$M = 30$: im nördlichen Irland beginnend, über Glasgow, Christiania, durch den bottnischen Meerbusen über die Halbinsel Kola nach dem nördlichen Nowaja Semlia.

$M = 100$ oder etwas mehr: durch Nordschottland, Shetland, über Bergen nach dem Tana Fjord in Finnmarken. In der Nähe dieser Linie scheint für Europa das Maximum zu liegen, da sich nach ältern Beobachtungen von Horrebow und den neuesten von Hjalatalin für Island die Werthe von $M = 54$ und 56 , für die Bären-Insel nach Tobiesen zu 70 ergeben.

Für Amerika mangeln die hinreichenden Mengen von Beobachtungen; indessen lässt sich aus den vorhandenen erkennen, dass die Isochasmen

von $M = 0,05$ etwa durch die Insel Cuba,

von $M = 0,1$ etwa durch New-Orleans und Sonora in Californien,

von $M = 1$ durch den nördlichen Theil von Virginien und St. Francisco in Californien,

von $M = 5$ durch die Südspitzen der Erie- und Michigan-Seen,

von $M = 10$ durch den Ontario-See hindurch ziehen.

Nördlich und westlich der grossen Seen nimmt die Häufigkeit der Sichtbarkeit rasch zu; zur Bestimmung der Isochasmen sind indessen die bis jetzt berechenbaren Beobachtungen noch nicht hinreichend.

Wegen des mangelhaften Beobachtungsmaterials für den atlantischen Ocean und den Westen Amerika's lassen sich die europäischen und amerikanischen Curvensysteme jetzt noch nicht untereinander verknüpfen; dass aber das ganze Curvensystem ein geschlossenes ist, das ziemlich

parallele Zonen mit der oben angeführten Maxima-Curve umschliesst, dafür sprechen die vorliegenden Beobachtungen aus Sibirien und den südlichen Theilen von Asien und aus dem Westen Amerika's.

Jenseits der Linie grösster Häufigkeit nehmen die Polarlicht-Erscheinungen in jeder Beziehung wieder in ähnlicher Weise, aber rascher ab, wie schon aus den oben angeführten Werthen von *M* für Island und die Bären-Insel hervorgeht und wie noch weit entschiedener alle Beobachtungen der Expeditionen in dem Archipel des arktischen Amerika's nachweisen. Hayes beobachtet in Port Foulke (in $+78^\circ$) selbst während der Maximums-Zeit des Winters 1860 auf 1861 nur wenige und schwache Erscheinungen.

3) Die Richtung der Sichtbarkeit ist diesseits einer in der Nähe des Polarkreises liegenden Linie gegen den Pol, jenseits derselben gegen den Aequator gerichtet.

Zahlreiche Beobachtungen ergeben, dass die niedern und mittlern Breiten aufleuchtenden Polarlichter in der Richtung nach dem zunächstliegenden Pole hin sichtbar werden und dass die Richtungen, in welcher die grösste Intensität, die Scheitel der Bogen u. s. w. liegen, mit oder mindestens nahe mit der Richtung der Declinationsnadel zusammenfallen. In höhern Breiten werden die Richtungen der Sichtbarkeit scheinbar unregelmässiger und kehren sich nach der Ueberschreitung der Linie der grössten Häufigkeit geradezu um, so dass in sehr hohen Breiten die Erscheinungen gegen den Aequator hin sichtbar werden. Eine derartig construirte Curve, dass die Richtungen der Sichtbarkeit normal zu derselben stehen, fällt nahezu mit der Linie der grössten Häufigkeit zusammen, und es scheint

eine vollständige Identität beider sehr wahrscheinlich. Die grösste Differenz zeigen beide Curven bei Island; während nämlich die Curve grösster Häufigkeit südlich davon durchzuziehen scheint, sollte nach isländischen Beobachtungen die die Richtung bestimmende Curve diese Insel nördlich umziehen.

Auffallend ist der fast genaue Anschluss beider Curven an die Form der Continente und an die durch letztere bedingten Eisgränzen. Am vollständigsten ist die Uebereinstimmung im atlantischen Ocean und von da bis zum asiatischen Eismeere, während der grösste Wechsel in den Angaben über die Sichtbarkeit des Nordlichtes für jene Gegenden herrscht, in welchen die Eisgränzen sich je nach den Jahreszeiten am meisten verschieben: im arktischen Archipel von Amerika und noch mehr in der Labradorsee, in der Davisstrasse und in der Baffinsbai. Im Einklange steht diese Beobachtung mit den Berichten der Beobachter zu Fort Franklin, Fort Normann, Wardoehus u. s. w., wonach für diese Gegenden gegen das Frühjahr, also mit dem Vorrücken der Eisgränze gegen den Aequator hin, die Nordlichter häufiger gegen Süden sichtbar werden; ferner mit den Beobachtungen Fisher's, M'Clintock's, Hayes u. s. w., wonach sich das Nordlicht an den Rändern des Eismeereres häufig zeigt. Die Ausdehnung der einzelnen Erscheinungen ist sehr verschieden und richtet sich, wie wir später sehen werden, nach bestimmten Perioden. Während jahrelang Nord- und Südlichter einzig den hohen Breiten anzugehören scheinen, steigen dieselben in einzelnen Jahren so hoch auf, dass sie selbst in niedern Breiten noch das Zenith erreichen, wie z. B. das grosse Nordlicht vom 4. Februar 1871, das für Sicilien noch im Zenith sichtbar war, wie das grosse Nordlicht vom 1. September 1859, das in Ame-

rika selbst noch den Bewohnern des 23. Breitengrades im Zenith strahlte.

Beide Erscheinungen erreichten Ausdehnungen, welche äusserst selten wiederkehren.

In der Nacht vom 1. zum 2. September 1859 war das Nordlicht mindestens sichtbar innerhalb der südlichsten Gränzen: Sandwichs-Inseln ($+ 20^\circ$), Sacramento in Californien ($+ 20^\circ$), San Salvador ($+ 13^\circ$), im ganzen atlantischen Ocean bis zum 12. Breitengrade im ganzen westlichen Nord-Afrika nördlich dem 14. Breitengrade und in ganz Europa. In der gleichen Zeit strahlte das Südlicht in Australien, in Amerika mindestens bis in die Breite von Valparaiso und im indischen Ocean bis zum $- 39$. Breitengrade. Das Nordlicht vom 4. Februar 1872 war sichtbar in ganz Europa, in Asien bis Bombay und Raikote, auf allen Inseln des nördlichen atlantischen Oceans, in Nord-Amerika bis zu den Westindischen Inseln; zu gleicher Zeit dehnte sich das starke Südlicht über ganz Australien, über den südlichen Theil Süd-Amerika's und über den indischen Ocean mindestens bis zu den Inseln Réunion und Mauritius ($- 20^\circ$) aus.

Vereintigt man die oben angeführten Gesetze über Ausdehnung und Richtung der Sichtbarkeit des Polarlichtes mit den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter von den verschiedensten Gegenden der Erde, wonach der Bogen, dem Regenbogen ähnlich, stets mit beiden Schenkeln auf dem Horizonte aufzuruhen scheint, so geht des Bestimmtesten daraus hervor, dass ein über der Erde schwebender Kreis zur Erklärung der Erscheinung nicht genügt.

4) Die Höhe, in welcher der Polarlichtprocess vor sich geht, scheint im Allgemeinen sehr bedeutend zu sein; ausnahmsweise und namentlich in der Nähe der Pole der Erde scheint die Lichtentwicklung jedoch in der Erdoberfläche sehr nahe liegenden Regionen herabzusteigen.

Die grosse Ausdehnung einzelner Erscheinungen, so-

wie angestellte correspondirende Beobachtungen, Messungen und Berechnungen lassen, mindestens in vielen Fällen, auf eine sehr bedeutende Höhe für die Entwicklung der Polarlichterscheinung schliessen; wogegen allerdings in andern Fällen Alles dafür spricht, dass diese Höhe nur eine sehr geringe gewesen sein kann. Während so einzelne Erscheinungen auf Entwicklungshöhen von 50, 100 und mehr geographischen Meilen führten, führen andere (nach Richardson, Hood, Farghuarson u. s. w.) nur auf Höhen von wenigen tausend Fussen. Dass aber, namentlich in hohen Breiten, der Entwicklungsherd des Polarlichtes häufig in sehr geringer Höhe über der Erdoberfläche liegt, ist nach den früher öfter angezweifeltten Beobachtungen von Parry und Ross, nach den Beobachtungen von Hood, Bonnycastle u. A. in verschiedenen Gegenden des britischen Nord-Amerika, namentlich aber nach den neuern Beobachtungen von Bannister zu St. Michael ($+ 63^{\circ}$), von Pease und Ketchum zu Alouluk nahe dem Nortonsund, von Ihle am Kaafjoord, von Kowalsky an der Petschora-Mündung, Lemsström auf Spitzbergen, von Biscoe nahe dem südlichen Polarkreise, u. s. w. nicht zu bezweifeln.

5) Das Polarlicht gehört der Erdatmosphäre an. Dafür sprechen theils die geringe Höhe des Entwicklungsherdes über der Erdoberfläche; noch mehr aber die Theilnahme der ganzen Erscheinung an der Bewegung der Erde um ihre Achse. Was bisher über die sich auf den Raum beziehenden Gesetze des Polarlichtes wesentlich in Bezug auf das Nordlicht festgestellt wurde, gilt in ähnlicher Weise auch für das Südlicht. Wenn auch hiefür das Beobachtungsmaterial noch weitaus zu unvollständig ist, um die Häufigkeitszonen, die Richtung der Sichtbar-

keit, die Höhe u. s. w. zu bestimmen, so bestätigen doch alle zur Verfügung stehenden Angaben das Vorhandensein gleichartiger Gesetzmässigkeit für die Lichtentwicklung um beide Erdpole.

6. Das Polarlicht ist in Bezug auf seine Häufigkeit, Ausdehnung und Grösse der Entwicklung an bestimmte Perioden gebunden.

Diese Perioden sind, soweit sie sich bis jetzt verfolgen lassen :

- a) eine tägliche,
- b) eine jährliche,
- c) eine ungefähr eilfjährige,
- d) eine solche, welche fünf oder vielleicht zehn eilfjährige umfasst, und
- e) wahrscheinlich noch eine mehrere Jahrhunderte einschliessende.

Diese Perioden werden möglicherweise durch den Mond und zwar theils direkt durch seinen Umlauf um die Erde, theils durch seine Einwirkung auf die Stellung der Erdachse (Nutation) noch etwas modificirt.

Die tägliche Periode des Polarlichtes erreicht, selbst in den hohen Breiten, bei Monate langer Polarnacht, wie z. B. für Point Barrow, in $+71^{\circ}$, woselbst Marquire während zweier Winter stündlich beobachten liess, nur ein Maximum, welches für die meisten Orte der Erde nur wenige Stunden vor Mitternacht eintritt, wobei indessen mit zunehmender Breite, namentlich in den Meridianen von Amerika eine Verspätung statt hat. Das tägliche Maximum tritt durchschnittlich ein für

Kendal, Makerstroun	$9\frac{1}{2}$ Uhr.	Montreal, Quebec .	$9\frac{3}{4}$ Uhr.
Christiania	10	» Newfoundland . .	$10\frac{1}{3}$ »

Bosskop, Talvig . . .	$10\frac{1}{2}$ Uhr.	Fort Chipewyan . . .	$12\frac{1}{4}$ Uhr.
Pustosersk	$11\frac{1}{2}$ »	Point Barrow	$13\frac{1}{2}$ »
Süd-Grönland 10 Uhr.			

Van Rensselaer Harbour nach Mitternacht.

Obwohl sich diese Maxima hauptsächlich auf die Häufigkeit der Erscheinung beziehen, so scheinen in Bezug auf die Intensität der Erscheinung höchstens geringe Abweichungen zu bestehen.

Für die südliche Halbkugel fehlen bis jetzt die auf diese Periode bezüglichen Beobachtungen.

Die von Mairan (1741) aufgestellte, später durch alle Beobachtungen bestätigte jährliche Periode zeigt auf beiden Hemisphären zwei Maxima zur Zeit der Aequinoktien (nach dem Mittel aus über 11,000 Beobachtungen nahe der Mitte der Monate März und September entsprechend) und zwei nahe (letztes Drittel des Juni und Ende Dezember) mit den Solstitionen zusammenfallende Minima. Die beiden ziemlich gleich hohe Maxima verhalten sich den Zahlen nach zu dem Sommer-Minimum wie 5:1, zu jenem des Winters wie 6:5. Mit zunehmender Breite verschwindet das Winter-Minimum mehr und mehr. Auffallend ist ein kleines, namentlich sich in den amerikanischen Beobachtungen aus niederen zeigendes Breiten-Maximum zu Anfang Juli.

Das tiefe Minimum in den Sommermonaten bei den Nordlichtern erklärt sich nur theilweise aus den der Polarlichtbeobachtung ungünstigen langen Tagen, da die Beobachtungsreihen der in niedern Breiten gelegenen Stationen mit dunkeln Sommernächten die gleichen Resultate ergeben, und da ein ganz ähnliches Verhältniss auf der südlichen Hemisphäre mit ihren, den unsern entgegengesetzten Tageslängen sich ebenso entschieden in den Beobachtungen

von Hobarton, Melbourne und in dem gesammten Südlicht-Verzeichnisse zeigt, wodurch bewiesen wird, dass hier, wie bei dem Erdmagnetismus, der Einfluss der geringern Entfernung der Erde von der Sonne sich geltend macht. Wir gelangen für die jährliche Periode zu dem Resultate: Das Polarlicht zeigt sich für die ganze Erde am häufigsten, wenn dieser Planet sich von einem Nachtgleichenpunkte durch das Perihel zum andern bewegt.

Darüber, ob einzelne Tage des Jahres sich ganz besonders durch Häufigkeit der Polarlichter auszeichnen, muss die Zukunft entscheiden, da die jetzigen Cataloge hierüber keinen bestimmten Aufschluss geben. Wenn auch in den jetzigen Verzeichnissen die Tagessummen für die einzelnen Tage noch stark wechseln, so steht fest, dass mit jeder grössern Beobachtungsreihe die Wechsel in den Zahlen sich ändern; ganz sicher ist indessen, dass weder der 18. October, wie Colla und Wartmann meinten, noch der 17. November, wie Stevenson annahm, u. s. w., sich auszeichnen und dass noch bestimmter die an Sternschnuppenreichen Perioden in keiner Weise eine besondere Begünstigung der Häufigkeit der Polarlichter bekunden, wie dies die Meteoriten = Theorien erfordern. Was etwa auffallen könnte, sind die verhältnissmässig seltenen Erscheinungen vom 5. bis 9. August und vom 18. bis 30. November — Lücken, welche im Cataloge von Wolf, wie in demjenigen des Verfassers sich zeigen, obgleich die Tagessummen sich in letzterem fast verdoppelten. Dieses kleine November-Minimum lässt sich am besten mit dem kleinen Maximum in der ersten Hälfte des Juli vergleichen.

Die eilfjährige und die seculären Perioden

wurden erst in der neuesten Zeit genauer ermittelt. Wenn das Bestehen des periodischen Wechsels während längerer Reihen von Jahren auch ältern Beobachtern nicht entgangen sein konnte, so war doch Mairan der erste, dem es (1733) gelang, die Nordlichtperioden nachzuweisen. Die Bestimmung der Periodenlänge gelang ihm indessen nicht, trotzdem er so nahe daran war die verschlossene Pforte zu öffnen, als er die Abnahme der Sonnenflecken mit dem Seltenerwerden der Nordlichter auffallend fand. 1752 bemerkte Wargentin: «Des Nordlichtes Perioden scheinen unordentlich und vermuthlich wird eine Zeit sein, da die Nachkommen dasselbe vergebens zu sehen verlangen.» Aehnlich sprach sich Thorbern Bergmann aus. 1784 glaubte Pfarrer Höslin, 1803 Ritter die Periodenlänge zu $18\frac{2}{3}$ Jahren, 1788 Pilgram dieselbe zu 47 bis 54 Jahren bestimmen zu sollen, während 1809 Pfaff und 1830 Muncke eine Periode von nahe 100 Jahren annahmen. Hansteen kürzte, 1831, diese Zahl auf 95 und Olmstedt, 1856, auf 65 Jahre. Heute wissen wir, dass mit der genauern Bestimmung der Perioden der Sonnenflecken jene der Polarlichter in gleichem Masse richtiger fixirt wird.

Die in den Polarlichter-Catalogen niedergelegten Beobachtungen, im Vereine mit den Aussprüchen der Beobachter in den verschiedensten Gegenden der Erde und unter Berücksichtigung der Grösse und Ausdehnung der Erscheinungen, bestimmten den Verfasser zur Festsetzung der Polarlichter-Maxima während der letzten 170 Jahre auf die Jahre

1707, 1721, 1729, 1740, 1750, 1760, 1770, 1779, 1788, 1805, 1818, 1829, 1839, 1848, 1859, 1870,

die Polarlichter-Minima auf die Jahre
1700, 1712, 1724, 1734, 1745, 1756, 1766, 1776, 1785, 1795,
1811, 1823, 1833, 1844, 1856, 1867.

Aus diesen Zahlen erhalten wir für die mittlern
Längen der Perioden:

für die 15 Perioden der Maxima von 1707—1870 10,86 Jahre.

» » 15 » » Minima » 1700—1867 11,13 »

Von den genannten Maxima-Perioden waren durch
grosse und häufige Erscheinungen ganz besonders ausge-
zeichnet diejenigen von 1729, 1740, 1779, 1788, 1839,
1848, woraus sich die Längen der secularen Perioden
zu etwa 56 Jahren bestimmen.

Sowohl die eilfjährige, wie die grössere, je fünf klei-
nere umfassende Periode von nahe 55 Jahren (wovon wahr-
scheinlich wieder je zwei zusammenzufassen sind, da, wie
die vorhergehenden Reihen zeigen, die Epochen der Maxima
1707—1818, 1721—1829 u. s. w., wie jene der Minima
1700—1711, 1712—1723 u. s. w. nahe um die constaute
Anzahl von 111 Jahren von einander entfernt sind), lassen
sich von 1700 an rückwärts bis in die ältesten Zeiten, für
welche uns sichere Beobachtungen vorliegen, nachweisen.
Dabei treten jedoch die Erscheinungen in den Jahren 454,
675, 905, 1117, 1353, 1572, 1782 so entschieden hervor,
dass es gerechtfertigt scheint, ausser den genannten secu-
lären Perioden von 55 oder auch 110 Jahren noch solche
anzunehmen, welche je vier Perioden zu 55 Jahren um-
fassen.

Bei dem Mangel an längern Beobachtungsreihen für das
Südlicht lassen sich nur die eilfjährigen Perioden, diese
aber ganz entschieden nachweisen.

Wir gelangen somit zu dem Schlusse:

Das Polarlicht ist eine periodische Erschei-

nung, deren wichtigste Periode nahe 55 Jahre umfasst, welche sich wieder zu etwa vier zusammen gruppieren um eine höhere Periode zu bilden während die Hauptperioden in je fünf secundäre, Perioden von nahezu 11 Jahren zerfallen.

7) Die Hauptperioden des Polarlichtes stehen in inniger Beziehung zu den Sonnenfleckenperioden. Depuis cinq à six ans que les aurores boréales sont devenus si fréquentes, les taches du soleil l'ont été aussi beaucoup, sagt Mairan 1733 (in seiner *Traité physique de l'aur. bor.*). 1831 bemerkt J. J. von Littrow («Ueber das Nordlicht»): Es scheint, als ob die Nordlichter wie die Sonnenflecken gewissen Perioden unterworfen wären. Inwiefern die erste Beobachtung auf Zufall oder nicht beruhe und wieweit der zweite Ausspruch auf Richtigkeit Anspruch zu machen habe, konnte erst dann entschieden werden, als längere Beobachtungsreihen von Sonnenflecken und Polarlichter miteinander verglichen werden konnten. In der That finden wir in den *Proceedings of the royal society B. VI* im Jahre 1853 die erste systematisch aufgestellte und zusammenhängende, damals über zwei und ein halb Jahrzehnte umfassende Reihe von Sonnenfleckenbeobachtungen des Hofrath Schwabe, von William Stevenson dazu benutzt, um seine zehnjährigen (1838 bis 1848) zu Dunse angestellten Nordlichtbeobachtungen mit den Vorgängen auf der Sonne zu vergleichen, wobei sich das Resultat ergab, dass fleckenreichen Jahren grosse und häufige Nordlichter entsprechen. Im folgenden Jahre sandte R. Wolf eine ähnliche Zusammenstellung an Faraday, aus welcher ähnliche Verhältnisse hervorzugehen schienen. Eine eingehendere Untersuchung, in welcher die Polarlichter- und Fleckenbeobachtungen von 1826 bis 1848 gegenüber ge-

stellt waren, ergab Wolf das im November 1859 (in Nr. X seiner Mittheil. über die Sonnenflecken) veröffentlichte Resultat: dass sehr wahrscheinlich die Nordlichterscheinungen mit den Sonnenflecken häufiger werden. Um diese Zeit, Ende August und Anfang September, fanden Secchi und Hansteen, wie schon vor 1733 Mairan und 1741 und 1742 J. Winthrop in Boston das Zusammentreffen ungeheurer Sonnenflecken mit grossen Polarlichtern eigenthümlich und hielt Hansteen eine Causalverbindung zwischen beiden Erscheinungen für möglich. J. A. Brown (in Lond., Edinb. und Dublin phil. Mag. 1858) hatte kurz vorher ein widersprechendes Resultat gefunden.

Am Schlusse des Jahres 1862 gelang es dem Verfasser unter Benutzung eines von Wolf angelegten, für 5700 Tage Polarlicht-Erscheinungen enthaltenden Nordlichtkataloges aus den Beobachtungen von 1710 bis 1861 folgende, zuerst im Mai 1863 in Nr. XV der Wolf'schen «Mittheilungen über die Sonnenflecken» veröffentlichten, sich den ältesten bekannten Beobachtungen ebenfalls sehr gut anschliessenden und durch jede Vervollkommnung des Beobachtungsmateriales für beide Erscheinungen, durch die Arbeiten von Lovering und Loomis und namentlich wieder durch die letzte Maxima-Periode 1869 bis 1872, immer mehr bestätigten Gesetze aufzustellen:

- 1) Das Polarlicht ist eine periodische Erscheinung mit kleinern, nahe 11jährigen, und grössern, etwas über 55jährigen Perioden, wovon beide sich den entsprechenden Sonnenfleckenperioden in der Weise anschmiegen, dass je die Maxima und je die Minima miteinander correspondiren.

- 2) Bei den Polarlichtern zeichnen sich die Hauptmaxima mehr aus als bei den Sonnenflecken, insofern man die jährlichen Summen der Polarlichter mit den Wolf'schen Sonnenflecken-Relativzahlen vergleichen kann.

Zur Erläuterung stellen wir folgende Tabelle zusammen, in welcher für die Sonnenflecken und für die Polarlichter je die Epochen der in den beiden letzten Jahrhunderten eingetretenen Maxima und Minima, nebst den Mitteln der drei denselben je zunächst liegenden Relativzahlen der Sonnenflecken und Jahressummen der in Europa zwischen dem $+46.$ und $+55.$ Breitengrade und in Amerika südlich des $60.$ Breitengrades beobachteten Nordlichtern zusammengestellt sind.

Sonnenflecken.		Nordlichter.			Sonnenflecken.		Nordlichter.		
Epoche.	Relativzahlen.	Epoche.	Jahressummen. Europa Amerika		Epoche.	Relativzahlen.	Epoche.	Jahressummen. Europa Amerika	
Minima.					Maxima.				
1712	1	1712	2	?	1718	49	1721	34	?
1724	16	1724	21	?	1728	76	1729	54	?
1734	13	1734	23	?	1739	71	1740	28	?
1745	12	1745	17	3	1750	58	1750	28	12
1756	11	1756	5	5	1762	58	1760	13	8
1767	24	1766	4	3	1770	90	1770	30	16
1776	36	1776	35	8	1780	76	1779	76	36
1785	16	1785	53	17	1789	101	1788	118	66
1799	7	1795	5	0	1804	62	1805	12	6
1811	2	1811	0	0	1817	41	1818	10	9
1823	3	1823	1	5	1830	55	1829	32	52
1834	14	1833	8	32	1837	97	1839	37	83
1844	14	1844	12	60	1849	92	1848	51	164
1856	11	1856	4	38	1860	91	1859	34	78
1867	22	1867	6	22	1871	111	1870	61	185

In entsprechender Weise stimmen nicht nur die Beobachtungen aus dem 17. Jahrhundert, sondern es schmiegen

sich selbst die ältesten auf uns gekommenen Beobachtungen beider Erscheinungen innig an einander an. Man beobachtete

Sonnenflecken.	Grosse Nordlichter.
626	616, 624, 629
778	776 bis 793
807	800 bis 808
840	836 bis 849
1096	1095 bis 1099 (Hauptmaximum)
1547	1541 bis 1549

Die durch jede Vervollständigung des Beobachtungsmaterials sich mehr und mehr bestätigende Gesetzmässigkeit des parallelen Verlaufes des Wechsels in der Häufigkeit und Intensität beider Erscheinungen würde noch schöner heraustreten, wenn wir für die Polarlichter einen ähnlichen Massstab besässen, wie in den Relativzahlen oder in den Flächenmassen für die Sonnenflecken. Trotzdem ist aber jetzt schon entschieden, dass bei den Polarlichtern die Hauptmaxima entschiedener heraustreten, als bei den Sonnenflecken; denn während die Wolf'schen Relativzahlen der Maxima zwischen 45 (1816) und 140 (1870) wechseln, schwanken die Jahressummen für die während der Maxima im mittleren Europa beobachteten und katalogisirten Nordlichtern zwischen 10 und 121, abgesehen davon, dass Intensität und Ausdehnung der Polarlichter während der Hauptmaxima, jene während der kleinern Maxima bedeutend überragen.

Hiermit in Beziehung steht die scheinbare Anomalie des häufig sprungweisen Wechsels der Häufigkeit der Polarlichter. Nehmen nämlich die Sonnenflecken regelmässig zu oder ab, so ist dies auch genau bei den Polarlichtern der Fall; tritt bei jenen aber eine Verzögerung oder ein Stillstand, oder gar eine zeitweise Umkehrung

der Zu- oder Abnahme ein, so zeigt sich diese Abweichung in den Polarlichtern weit entschiedener. Bei relativem Stillstande in der Sonnenfleckenabnahme oder gar bei, selbst nur geringer, Zunahme leuchten die Polarlichter plötzlich wieder auf, nachdem sie seltener oder schwächer geworden waren, während sie bei relativ starker Abnahme der Sonnenflecken, selbst während des Maximums, sehr rasch an Zahl und Grösse abnehmen und umgekehrt. So überschritten in den Jahren 1774, 1852, 1864 die Relativzahlen diejenigen der vorhergehenden Jahre oder nahmen 1852 verhältnissmässig wenig ab; die Polarlichter zeigen in den gleichen Jahren, trotz der vorher abgelaufenen Maxima wieder hohe Jahressummen. Beispiele rascher Ab- oder Zunahme der Polarlichter boten die Jahre 1779—1780, 1831—1832 und 1785—1788, 1846—1848, 1868—1869.

Eine in der vorhergehenden Weise übereinstimmende Veränderlichkeit mehrerer Naturerscheinungen — wir werden später sehen, dass auch der Erdmagnetismus den gleichen Gesetzen unterworfen ist — auf zwei durch einen Zwischenraum von nahezu 20,000,000 geogr. Meilen getrennten Weltkörpern lässt sich dadurch erklären, dass entweder die eine Erscheinung die andere hervorruft, oder sie beeinflusst, oder dass sämtliche Erscheinungen einer gemeinschaftlichen Ursache entspringen. Abweichend von den Ansichten Wolf's, Carrington's u. A., nach welchen die Veränderlichkeit der Sonnenflecken von den Umlaufszeiten, Bahn-Gestalt und Lage, Achsenstellungen u. s. w. der Planeten abhängig ist, sucht der Verfasser die Ursache dazu in der Ebbe und Fluth der Erdgewässer ähnlichen Störungen, so dass für jeden synodischen Umlauf je zweier Planeten zwei Maxima und zwei Minima in der Fleckenthätigkeit eintreten.

Stellt man den Polarlichtperioden Wolf's Sonnenflecken, die Quadraturen und Conjunctionen der beiden bedeutendsten Planeten unseres Sonnensystems, Jupiters und Saturns, gegenüber, so ergibt sich: dass zeitweise die Maxima beider Erscheinungen genau mit den Quadraturen beider Planeten und die Minima jener mit den Conjunctionen letzterer zusammenfallen; dass die Differenzen zum Minimum werden in allen Zeiten, in welchen Sonnenflecken und Polarlichter Hauptmaxima erreichen (1638 und 1648; 1718, 1727 und 1738; 1837 und 1848) und dass mit den Quadraturen von 1668 und 1797, welchen keine Maxima entsprechen, die beiden längsten Perioden (1660—1675 und 1789—1804) zusammenfallen.

Den 10 Wolf'schen Perioden zu durchschnittlich 11,1 Jahren entsprechen fast genau 11 dieser Jupiter-Saturn-Perioden zu 9,929 Jahren.

Die Zulässigkeit dieser Perioden müssen die nächsten Maxima entscheiden, indem dieselben nach den frühern Uebereinstimmungen wieder mit den Quadraturen nahe oder ganz zusammentreffen sollten. Von Interesse ist immerhin die Darstellbarkeit ganzer Partien der Sonnenfleckenbeobachtungsreihen mit Hülfe der angeführten Hypothese und unter Beziehung der innern Planeten, sowie der Anschluss der ältesten Nordlichterscheinungen an eine Periode von 11,9,929 Jahren oder deren Hälften von 54,6 Jahren.

Die Untersuchungen über den Zusammenhang einzelner Polarlichter-Erscheinungen mit Vorgängen auf der Sonne, so weit sich die Gruppen- und Fleckenzahlen zu Grunde legen lassen, führten zu keinem beson-

deren Resultate. Es entsprechen grossen Nordlichtern stets starke Fleckenentwicklung, ohne dass jedoch eine plötzliche Zu- oder Abnahme der Relativzahlen, die allerdings im grossen Durchschnitte am Polarlichttage ein Maximum erreichen, bemerkbar wäre. Genauere Verfolgung der speziellen Vorgänge auf der Sonne durch tägliche Beobachtungen oder Reihen photographischer Aufnahmen dürften hier eher bestimmte Resultate geben. Einzelne Beobachtungen plötzlicher Thätigkeit auf der Sonne, wie die von Carrington und Hodgson am 1. September 1859 beobachtete, genügen hierzu selbstverständlich nicht.

Ueberblicken wir ein systematisch geordnetes Polarlichter-Verzeichniss, so überrascht eine häufige Wiederkehr grosser Erscheinungen oder einzelner Erscheinungsgruppen nach Ablauf etwa eines Monats. Diese periodische Wiederkehr vermehrter Thätigkeit des Polarlichtprozesses nach durchschnittlich nahe dreissig Tagen kann nur der Sonne oder der die Fleckenzunahme auf derselben bedingenden Ursache zugeschrieben werden, nicht aber dem Monde mit seiner synodischen Umlaufszeit von $29\frac{1}{2}$ Tagen, da einer grossen Anzahl willkürlich ausgewählter Fälle stets Fleckenmaxima genau oder sehr nahe entsprechen. Die aus den Fleckenbeobachtungen abgeleitete Rotationszeit der Sonne ist entschieden zu kurz, um die Umdrehung der Sonne als Ursache annehmen zu können.

Diese nahe mit dem synodischen Mondumlaufe zusammenfallende Periode führt auf die Beziehung des Mondes zu dem Polarlichte. Dass der Mond auf den Erdmagnetismus seinen Einfluss ausübt, ist namentlich durch die Arbeiten von Kreil und Sabine bekannt; dass er die Häufigkeit des Polarlichtes bedinge, wurde schon früher angenommen. Dalton legte zuerst grössere Beob-

achtungsreihen zu Grunde und fand, dass die Mehrzahl der Nordlichter den Springfluthen und namentlich jenen des Früh- und Spätjahres entspreche. Brown fand das Maximum der Nordlichttage mit dem 18. bis 20. Mondtage zusammenfallend. Unter Zugrundelegung von über 2000 aufeinanderfolgenden Polarlichterbeobachtungen kam der Verfasser zu dem Resultate, dass in Bezug auf die synodische Verlaufszeit des Mondes das Mondlicht die Sichtbarkeit wesentlich bedinge (das Maximum entspricht dem Neumond), dass ein etwaiger Einfluss durch die Stellung des Mondes zu Erde und Sonne nicht entschieden hervortrete, wenn man nicht etwa ein kleines Maximum am 9. ein zweites am 23. Tage dafür nehmen will; dass eine Abzählung nach anomalistischen Mondumläufen zu keinem entschiedenen Resultate führt (die das Mittel überschreitenden Zahlen fallen mit den mittleren Abständen des Mondes von der Erde zusammen) und dass, wenn man die Beobachtungsreihen nach der Deklination des Mondes ordnet, ein entschiedenes Minimum dem 8., ein Maximum dem 21. Tage entspricht, so dass bei der grössten Monddeklination nach Norden die Nordlichter am seltensten sind, wobei die Beleuchtung jedenfalls die wichtigste Rolle spielt. Wichtiger schien früher die $18\frac{2}{3}$ jährige Periode des Umlaufes der Knoten der Mondbahn, in welcher zuerst Pfarrer Höslin 1784 und später J. W. Ritter (1803) die Ursache zu dem periodischen Erscheinen des Polarlichtes suchten. Des Letzteren Vorausbestimmungen der Wiederkehr der seit 1790 selten gewordenen Nordlichter für Jahre 1806 und 1816 — die Nordlichter-Maxima sollten mit der mittleren Schiefe der Ekliptik zusammenfallen — trafen richtig ein. Die Berechtigung dieser Periode für

den Wechsel der Häufigkeit des Polarlichtes vollständig zu bejahen oder zu verneinen, dürfte jetzt noch nicht an der Zeit sein; indessen können wir jetzt schon Anomalien in den Polarlichterreihen mittelst des Wechsels in der Häufigkeit und Grösse der Sonnenflecken erklären, wozu früher die Mondknotenperiode sich vorzüglich eignete. Mit der Quadraturenperiode würde die Nutationsperiode in sofern Aehnlichkeit haben, als bei beiden zur Zeit der mittleren Verhältnisse die Maxima der Erscheinung eintreten. Drei Nutationsperioden umfassen 55,8 Jahre, entsprechen somit ebenfalls der fünf Perioden von 11,1 Jahren umfassenden Hauptperiode.

Alle Perioden sind für Nord- und Südlichter übereinstimmend; soweit sich aus den Verzeichnissen schliessen lässt, entsprechen sich stets Lichtentwicklungen in der Nähe beider Pole; sicher entspricht jedem grossen Nordlichte ein grosses Südlicht.

8) Das Polarlicht steht in Beziehung zu dem Erdmagnetismus und dessen Aenderungen.

Den Zusammenhang zwischen Erdmagnetismus und Polarlicht, welchen Halley 1716 muthmasste, bewiesen 1741 die Beobachtungen von O. Hiorter und A. Celsius, wobei diese zunächst fanden, dass in gewissen Fällen dem Polarlichte magnetische Störungen vorangingen oder gleichzeitig mit demselben eintreten. Heute wissen wir, nach Beobachtungen aus den verschiedensten Gegenden der Erde, dass magnetische Störungen und entstehende oder aufstrahlende Polarlichter häufig zusammenfallen oder sich gegenseitig nachfolgen, dass jedoch die mit den Polarlichtern auftretenden Störungen nicht an allen magnetischen Stationen wahrgenommen werden und dass wahrscheinlich Polar-

lichter aufleuchten, ohne mit Störungen des Erdmagnetismus verbunden zu sein.

Dem Zwecke dieses Aufsatzes entsprechend müssen wir, anstatt diesen Satz durch eine grosse Reihe der interessantesten Beobachtungen zu begründen, uns damit begnügen anzuführen: dass im Allgemeinen grosse Polarlichter mit weitverbreiteten Störungen zusammenfallen (so störten z. B. die grossen Polarlichter vom 15. April, 13. Mai 1869, vom 1. Februar und 5. April 1870 die Deklinationsnadel zu Batavia theilweise um mehr als 5 Minuten vom Mittel); dass die Nadelstörungen bald kürzere, bald längere Zeit andauern und die Nadeln mitunter erst an dem folgenden Tage nach der Erscheinung des Lichtes zur mittleren Lage zurückkehren (Van Swinden, Hansteen, Ihle u. s. w.); dass die Abweichungen bald nach der andern Seite hin stattfinden und bis jetzt nur in einzelnen Beobachtungsreihen einige Gesetzmässigkeit zu erkennen war (Hansteen, Siljeström, Cotte, Marquire u. s. w.); dass in vielen Fällen erst die Störung eintritt, wenn das Polarlicht das Zenith überschreitet (Hiorter, Dalton, Farguharson u. s. w.); dass selbst bei grossen Erscheinungen in mittleren und namentlich in höhern Breiten nur geringe oder gar keine Störungen vorkommen (Bequelin, Ritter, Breweter, Hell, Wrangel, Pilay, Lefroy, Kane, Deutsche Nordpolexpedition u. s. w.); dass die Störungen sich namentlich bei gewissen atmosphärischen Zuständen zeigen (Brown, Back, Richardon u. s. w.); dass die an den gleichen Orten aufgestellten Nadeln ganz verschiedenartige Störungen erfahren (Hood, Franklin u. s. w.); dass selbst Messingnadeln Störungen erfahren (Van Swinden, Franklin); dass die Störungen für verschiedene Orte der Zeit und Grösse nach sehr verschiedenartig auftreten u. s. w. Die häufig ohne

sichtbare Polarlichter eintretenden Störungen finden ihre Erklärung darin, dass selbst kleinere Lichtentwicklungen mit sehr weit davon wahrnehmbaren Störungen verbunden sind und dass magnetische Erscheinungen durch Erdbeben, meteorologische Prozesse u. dgl. ebenfalls hervorgerufen werden.

Eine Vergleichung der Wendestunden und Perioden der verschiedenen Elemente des Erdmagnetismus und des Polarlichtes ergibt, dass das tägliche, gegen 10 Uhr Abends eintretende Maximum des Polarlichtes durchgehends mit dem Minimum der Deklination, welche sich ähnlich wie das Maximum des Polarlichtes mit zunehmender Breite verspätet, übereinstimmt; dass dasselbe ferner mit dem Minimum der Inklination oder mit dem Maximum der Intensität von nur einigen Orten (z. B. von Petersburg) oder dem secundären Maximum der Inklination anderer Orte (Toronto, Hobarton) zusammenfällt; dem für die meisten Orte bedeutend früher fallenden Minimum der Inklination oder dem damit zusammenfallenden Maximum der Intensität jedoch um mehre Stunden nachfolgt, und dass das Polarlichtmaximum nur mit dem sich an manchen Orten zeigenden secundären Maximum der Störungen zusammenfällt, während es nur für ganz hohe Breiten dem nach Mitternacht fallenden Maximum der Störungen entspricht.

Uebereinstimmender bei dem Erdmagnetismus und bei dem Polarlichte sind die jährlichen Perioden, indem die Wendepunkte der einzelnen Elemente sowohl, als der Störungen bei jenem mit den Aequinoktien zusammenfallen, wie dies mit den beiden Maxima der Polarlichter der Fall ist.

Da die secularen Polarlichterperioden mit den Sonnenfleckenperioden und diese wieder, nach Wolf, Sabine, Gauthier u. s. w. mit den magnetischen Deklinations-Variationen parallel sich ändern, so müssen die eilfjährigen und grössern Perioden für Polarlicht und die Veränderung des Erdmagnetismus ebenfalls übereinstimmen. Die magnetischen Störungen und wahrscheinlich auch die secularen Aenderungen des Erdmagnetismus stehen in Beziehung zu dem Polarlichte.

Wie schon früher angedeutet, ist die Richtung der Sichtbarkeit der Polarlichter, mindestens in den mittleren und nicht sehr hohen Breiten übereinstimmend mit der Richtung der Deklinationsnadel. Zahlreiche Beobachtungen in Europa, Amerika, Asien und Australien ergaben, dass die Bogenscheitel, die Orte der prächtigsten Entwicklung diesseits der Curve grösster Häufigkeit durchweg mit der Richtung der Deklinationsnadel, dass die Lage der Corona mit oder doch sehr nahe mit der Verlängerung der Neigungsnadel zusammenfällt und dass die Strahlen der Lage dieser Nadel parallel sind. Ausnahmen in Bezug auf die mit der Deklinationsrichtung zusammenfallende Richtung der Sichtbarkeit des Polarlichtes findet namentlich in der Nähe des magnetischen Poles und in der Nähe der Linie grösster Häufigkeit, sowie in Sibirien statt, woselbst zwei wesentlich von einander abweichende Richtungen beobachtbar sind, welche den beiden nördlichen magnetischen Polen zu entsprechen scheinen. Die Curve grösster Häufigkeit entspricht nur theilweise magnetischen Meridianen und schmiegt sich keinem magnetischen Liniensysteme auch nur annähernd an.

9) Beziehungen des Polarlichtes zur Elektrizität der Luft und der Erde. Trotzdem Apparate

construirt wurden, um mittelst Elektrizität das Polarlicht nachzubilden und eine ganze Reihe Gelehrter die elektrische Natur des Polarlichtes für erwiesen halten, fehlen die direkten Beweise fast vollständig. Van Swinden, Brook, Bergmann, Pictet, Mallet, Hell, Parry, Fisher, Franklin, Hood, Richardson u. s. w. nahmen trotz aller Bemühungen, selbst in den höhern Breiten, keine Einwirkung auf die Elektrometer wahr; M'Clintock, Canton, Niedeburg, Boeckmann, Hube, Dellmann und Andere nahmen in einzelnen Fällen einen Einfluss oder mit dem Polarlichte zusammenfallende Aenderung der Luftelektrizität wahr; Hjaltalin fand auf Island häufig starke Luftelektrizität, wenn das Nordlicht aufflammte und eine weitere Reihe von Beobachtern theilen Beobachtungsergebnisse mit, wonach diese Elektrizität während des Polarlichtes bald vermehrt, bald vermindert, bald unverändert war. Legt man die wenigen bis jetzt erhaltbaren Beobachtungsreihen über Luftelektrizität zu Grunde, so würde das Abendmaximum derselben etwa dem täglichen Maximum des Polarlichtes vorangehen oder damit zusammenfallen und für die nördliche Erdhälfte fielen die Zeiten der grössten Nordlichtentwicklung mit dem Maximum der Luftelektrizität (Januar bis Februar) und die Hauptminimumzeit jener mit der Minimumzeit dieser (Juni) zusammen. Für die Vergleichung der secularen Perioden fehlen für die Luftelektrizität alle Anhaltspunkte. Eine weitläufige Zusammenstellung langjähriger Beobachtungsreihen von Gewittern aus den verschiedensten Theilen der Erde führten zu einem negativen Resultate.

Seit der Anlage ausgedehnter Telegraphenlinien beobachtete man auf allen Theilen der Erde, während stärkere Polarlichter die Atmosphäre erhellen, kräftige elektrische Ströme in den Drahtleitungen, welche namentlich

bei grossen Lichtentwicklungen mit solcher Intensität auftreten, dass vollständige Störungen im Depeschverkehr vorkommen. Hierdurch tritt das Polarlicht in innige Beziehung zu den die Erdrinde durchziehenden elektrischen Strömen.

10) Beziehungen des Polarlichtes zu den meteorologischen Vorgängen in unserer Atmosphäre. Der Wetterprophetei, welche sich von jeher aller — selbst mit der Atmosphäre in gar keiner Verbindung stehenden — Erscheinungen bediente um Gesetze zu ergründen, konnte das geheimnissvolle Polarlicht nicht entgehen. In der That finden wir bei gebildeten und ungebildeten Völkern eine Menge, häufig sogar ganz widersprechender Ansichten verbreitet, aus welchen wir nur folgende Auswahl zusammenzustellen nothwendig haben, um das Gewicht der Regeln würdigen zu können. Theils allgemein, theils in besondern Fällen sollen die Nordlichter anzeigen:

Schönes Wetter	in Toronto, Labrador, Kendal, Norwegen.
Regen	im Archangel und Umgebung, theilweise in Labrador.
Wind	am Bärensee, Athabasca-See, auf Newfoundland, Island, in Norwegen, Archangel, Sibirien.
Südwind	an der St. Lowrenzbucht, in Grönland, Grossbritannien.
Kälte	auf Shetland, am Kaafjord, Ullensvang.
Gelindes Wetter	am Bärensee, in Grönland.
Vermehrter Luftdruck	zu Kendal.
Verminderter Luftdruck	in Amerika, Abo.
Steigen der Temperatur	zu Abo.
Sinken der Temperatur	zu Highland (Ill.), Providence (Rh. Is.). Christiania.

Erinnern wir uns nur an die grossen Nordlichter der letzten Periode, welche sich bald bei heiterm, ruhigem Himmel, bald in Begleitung heftiger Stürme und Gewitter, bald nach Regen oder Nebel, bald als Vorläufer derselben u. s. w. zeigten und dass durchgreifende, den Polarlichter-Perioden ähnliche Wechsel in den Witterungserscheinungen bis heute nicht nachweisbar waren, so kann man gewiss nur den besten Beobachtern: Hood, Franklin, Richardson, Hjaltalin, Horrebow, Thienemann, Bergmann, von Buch, Chr. Wolf, Heis u. s. w. beistimmen, dass dem Polarlichte — mindestens im Allgemeinen — der Einfluss auf die Witterung abzusprechen ist.

Ueber die Beziehungen zur Temperatur fehlen bis jetzt eingehende Untersuchungen; indessen sehen wir zu allen Zeiten des Jahres grosse Polarlichter und den, der kalten Jahreszeit angehörenden, Nordlichtern auf der zu gleicher Zeit wärmeren südlichen Halbkugel Südlichter entsprechen; in Bezug auf den Ort der Entstehung und Häufigkeit sind die Polarlichter allerdings an das Temperatur-Minimum gebunden.

Zwischen den Polarlichtern und dem Luftdrucke scheint die Beziehung zu bestehen, dass die Häufigkeit der ersteren an das Minimum des letzteren gebunden ist, worauf zuerst Von Hardenberg (1804), dann Brorsen und der Verfasser aufmerksam machten und wie in der neuesten Zeit Hornstein bestätigte. In der That fällt die Curve grösster Häufigkeit nahe zusammen mit den Gegenden des geringsten Luftdruckes (nach den Bestimmungen von Schouw, Buys-Ballot u. A.); es haben die Isochasmen mit den Isobaren eine gewisse Aehnlichkeit; es entspricht die Wendestunde des Barometers von 10 Uhr am Abend dem Polarlicht-Maximum; es ergab eine Unter-

suchung unter Benützung langjähriger, an 24 über die ganze Erde vertheilten Stationen erhaltener Beobachtungsergebnisse, dass auch für die jährliche Luftdruck-Änderungen die Maxima mit den Polarlicht-Minima, und umgekehrt die Luftdruck-Minima mit den Polarlicht-Maxima nahe zusammenfallen; ja sogar das kleine Polarlicht-Maximum im Juli entspricht einem kleinen Luftdruck-Minimum der gleichen Zeit. Ob das Polarlicht in Beziehungen zu dem von Schmitt ermittelten Höhenwechsel der Erdatmosphäre steht und ob sich auch für längere Jahresreihen entsprechende Beziehungen zwischen Luftdruck und Polarlichtern zeigen, ist jetzt nicht zu entscheiden, da die von Wolf (Mittheil. No. XV) mitgetheilte Uebereinstimmung der Maxima und Minima des Ueberschusses des mittleren Barometerstandes im Juli über den des Juni, nach Kreil's Zusammenstellungen der vieljährigen Beobachtungen zu Wien, Mailand u. s. w., mit der Häufigkeit der Sonnenflecken zu vereinzelt dasteht.

Zwischen gewissen Wolkenbildungen — den sogen. Polarbanden (Cirrus) — bestehen Beziehungen, die in der neuern Zeit durch die Arbeiten von Weber, Klein u. A., namentlich in Bezug auf den periodischen Wechsel der Häufigkeit, mehr und mehr bestätigt werden, Beziehungen, welche indessen schon sehr frühe Beobachtung fanden, da schon 1751 Barhow sich ganz richtig dahin ausspricht: «Mit den Polarlichtern haben diese Wolken-Striemen (Bleichen) gemein: die Lage, Bogen, Striemen und Winkel; die grosse Höhe über den Wolken, die Änderung von Ort und Gestalt; das Vergehen an einem Orte und das Entstehen an einem andern; dahingegen stimmen nicht überein: der Mangel an innerer Bewegung und die allgemeine Verbreitung über den ganzen Himmel.»

Nach sorgfältigen Untersuchungen unter Zugrundlegung

langjähriger Beobachtungsreihen über Regenmengen und Häufigkeit der Gewitter von mehr als dreissig über die nördliche Erdhälfte vertheilten Stationen lassen sich zwischen den fallenden Regen- und Schneemengen und Polarlichtern ebenso wenig wie zwischen letztern und der Häufigkeit der Gewitter irgend welche Beziehungen erkennen. Dem in der letzten Zeit Chase aus den Beobachtungen von New-Haven, Philadelphia und Greenwich nachgewiesenen genauen parallelen Gang zwischen Regenmengen und Polarlichtern ist einfach entgegenzusetzen, dass in andern Ländergebieten, statt der Frühjahr- und Herbstregen, die Sommerregen vorherrschen.

Ueber den Einfluss der Windrichtungen auf das Polarlicht oder umgekehrt dieses auf jene, fehlen alle eingehenden Untersuchungen; was wir darüber bis heute zu wissen glauben, beruht auf einzelnen Beobachtungen und auf Muthmassungen, wodurch sich die gerade in dieser Beziehung bestehenden Widersprüche erklären. Ebenso wenig besitzen wir Untersuchungen über die Beziehungen des Polarlichtes zum Ozongehalte der Atmosphäre.

10) Die Lichterscheinungen des Polarlichtes. Aufleuchten, Farbe, Strahlen, helle und dunkle Bänder erinnern bei dem Polarlichte sehr an die durch das Sonnenlicht hervorgebrachten Dämmerungserscheinungen; daher ja auch die Bezeichnungen *Aurora borealis* und *australis*. Die Intensität des Lichtes übersteigt in ihrer Gesamtwirkung selten die des Mondes im ersten Viertel und soll nur in einzelnen Fällen die des Vollmondes erreichen; es werden nur die Sterne kleinerer Grössen unsichtbar, und nur in höhern Breiten steigert sich das Licht in dem Masse, dass kleine Schriften lesbar werden. Nur ganz besondere und sehr intensive Er-

scheinungen können am hellen Tage sichtbar werden. In vielen Fällen gleicht das Licht nur einem leichten Phosphoresciren. Die Farbentöne sind meistens weiss, gelblich oder gelb; die prismatischen Farben zeigen sich in den Strahlen; allgemeine Röthe ist seltener in hohen Breiten und zur Zeit der Minima. Der dunkle Ton des in hohen Breiten seltenen Segmentes, sowie der dunkeln Bänder und Strahlen lässt sich mit dem in seinem Farbentone ebenfalls wechselnden grauen Raume zwischen dem innern und äussern Regenbogen vergleichen.

Genauere Beobachtung von Biot, Rankin, Flögel u. s. w. ergaben im Polarlichte keine Spuren von polarisirtem Lichte; den Beobachtern der Polarisation in einzelnen Fällen lässt sich die bestimmte Beobachtung Venable's in Labrador entgegenstellen, wonach nur durch das Nordlicht beleuchtete Gewölke, und um so stärker, je dichter diese waren, Polarisation zeigten.

Nach Venable zeigte das Polarlicht auf mit schwefelsaurem Chinin präparirtem Papiere entschieden phosphorescirendes Glühen, also Fluorescenz.

Von Angström zuerst, dann, namentlich während des Maximums von 1869 bis 1872, in allen Theilen der Erde spektralanalytisch untersucht, ergab das Polarlicht (Nord- und Südlicht) zuerst ein monochromatisches, später jedoch auch mehrfarbiges Licht mit stets einer charakteristischen hellen im Gelben gegen das Grün hin liegenden, mit 1259 der Kirchhoff'schen, mit 557 der Angström'schen Skala zusammenfallenden hellen Linie (welche Zehfuss in den Bereich der Phantasie verwiesen haben will) und mehreren schwächern Linien und Bändern im Roth bei 629, im Grün bei 539, bei 523, bei 519, bei 500 und im Blau bei 465 der Angström'schen Skala. Die Hoffnung, mittelst der

Spektralanalyse über die Natur des Polarlichtes Aufschluss zu bekommen, ist bis jetzt nicht in Erfüllung gegangen und wird unerfüllt bleiben so lange die schwächern Linien nicht ganz genau bestimmt sind und die Herkunft sämtlicher, für welche bis jetzt kaum mehr als Vermuthung besteht, ermittelt ist. Die stets auftretende charakteristische Linie findet sich genau im Zodiakallichte wieder; dahingegen haben die neuern Beobachtungen die ersten Vermuthungen, dass das Spektrum des Nordlichtes mit jenem der Sonnen-Corona verwandt sei, nicht bestätigt.

12) Das Polarlicht-Geräusch. Ueber dieses gehen die Ansichten der Beobachter und Physiker noch eben so weit auseinander, wie über die Natur des Polarlichtes selbst oder über das Verhalten desselben zu den meteorologischen Processen. Richtig ist ganz entschieden der Ausspruch Humboldt's: «Das Nordlicht ist schweigsamer geworden, seitdem man es genauer zu beobachten versteht»; indessen besitzen wir doch Zeugnisse von Männern, deren Angaben weder angezweifelt noch als auf Täuschung beruhend erklärt werden können, so dass wir, wohl den Aussagen ungebildeter Beobachter wenig Gewicht beilegend, in gewissen Fällen — Hansteen ist der Ansicht, wenn der Beobachter sich in den Strahlen befinde — hörbares Geräusch zeitweise, wenn auch nur selten annehmen dürfen.

13) Besondere Erscheinungen und Eigen thümlichkeiten. Bergman, Trevelyan, Sourel, Redenbacher, Rollier (dieser im Luftballon) u. And. wollen während des Nordlichtes einen besondern (schwefelartigen u. dgl.) Geruch wahrgenommen haben, womit sie jedoch zu vereinzelt stehen, um Schlüsse ziehen zu können. Ebenso vereinzelt stehen noch die Beobachtungen über Entzün-

dung der Säulen durch Sternschnuppen (Wrangel), des Vorüberziehens leichter schleierartiger Gebilde im Dunstkreise (Post), der Beunruhigung der Bilder der Sterne im Fernrohre durch Polarlichter (Winnecke), der Bewegungen des Segmentes in bestimmter Richtung (Fournier, Argelander), sowie der Beziehungen des Polarlichtes zum Zodiakallichte (Mairan, Angström, Schiaparelli) u. s. w. Wenn auch vereinzelt beobachtet, so dürfte es doch von der grössten Wichtigkeit sein, folgenden Erscheinungen in der Zukunft alle Aufmerksamkeit zu schenken. In höhern und niedern Breiten fällt (nach Hell, Richardson, Silbermann u. And.) häufig während des Nordlichtes und mitunter bei scheinbar klarem Himmel feiner Schnee (Eiskrystalle) zur Erde; in höhern Breiten soll mitunter der Schnee leuchtend erscheinen und Wrangel, und ähnlich Richardson, machten die wichtigen Beobachtungen, dass mit der Annäherung der Licht-Strahlen und Säulen an den Vollmond, um diesen ein leuchtender Kreis von 20 bis 30° Durchmesser entstand, der sich eine Weile erhielt und dann verschwand. Die optischen Erscheinungen um Sonne und Mond treffen häufig mit Polarlichtern zusammen. Am 16. März 1859 beobachtete man an verschiedenen Orten der Vereinigten Staaten Sonnenhöfe; abends in allen nördlichen Staaten ein helles Nordlicht und gleichzeitig, mit Ausnahme von jenen Orten an welchen es regnete, von den grossen Seen an bis nach Georgia und Mexico hinab und vom Atlantic bis Jowa Mondhöfe.

14) Das Polarlicht auf anderen Planeten. Die einzigen bekannt gewordenen Erscheinungen, welche sich als Polarlicht auf andern Planeten deuten lassen, sind die Beobachtungen von 1721, 1726, 1739, 1759, 1796, 1806,

1825 und 1865, zufolge deren in den genannten Jahren die dunkle Seite der Venus in schwachem Lichte erleuchtet gesehen wurde. Fast ohne Ausnahme fallen die Beobachtungen in Zeiten, in welchen das Polarlicht auf der Erde häufig sichtbar war. Die Stellungen der Venus in ihrer Bahn während den einzelnen Beobachtungen entsprechen denjenigen Stellungen der Erde in der ihrigen, für welche das Polarlicht sich während des Jahres am häufigsten aufleuchtet.

15) Die Natur und die Ursache des Polarlichtes ist bis heute unbekannt geblieben. Muthmassungen und zahlreiche, theilweise geistreiche Hypothesen, wie für keine andere Erscheinung aufgestellt, vermögen mehr oder weniger Einzelheiten der prachtvollen Erscheinung zu erklären; keine aber — selbst nicht durch kühnstes Aufeinanderhäufen von Hypothesen — genügt bis jetzt zur Erklärung der Gesamt-Erscheinung. Den meisten Hypothesen liegen Elektrizität und der Erdmagnetismus; andern reflektirtes und gebrochenes Sonnenlicht, verbrennende Gase, die Sonnenatmosphäre, Meteore, phosphorisches Licht, Vulkane, Differenzen und Wechsel der Temperatur der Luft und der Erde, Differenzen und Wechsel des Luftdruckes, Stoss der Sonnenstrahlen, Insolation u. s. w. zu Grunde; die einen begnügen sich mit der Erde, als Sitz und Ursache der Erscheinung, die andern greifen zu Sonne, Mond und Sternen.

Mehr als durch vorweises Aufstellen von Hypothesen, namentlich von solchen, welche sich nur auf einzelne Beobachtungen stützen, wird zur Ergründung der Natur des Polarlichtes durch tüchtige Beobachtung und Erforschung der Gesetzmässigkeit der Erscheinung beigetragen. Trotz

den mannigfachsten Hypothesen tritt uns auch heute noch die 1750 von dem Verfasser « Nützlicher Sammlungen zur Natur- und Kunstgeschichte, Pastor G., gestellte Frage entgegen:

Was sind die hellen Bogen, die aufgewölbt
 Von Strahlen, die zum Scheitel steigen,
 Bald Wellen und bald Flammen gleichen,
 Durchdrungen und durchschnitten?

Astronomische Mittheilungen

von

Dr. Rudolf Wolf.

XXXII. Ueber Regiomontan's deutschen immerwährenden Kalender; Geschichte der von Tycho, Wittich und Bürgi als Vorläuferin der Logarithmen erfundenen Prostaphæresis; Fortsetzung des Verzeichnisses der Instrumente, Apparate und übrigen Sammlungen der Zürcher-Sternwarte.

Zu den vielen Seltenheiten, welche die Stadtbibliothek in Zürich aufzuweisen hat, gehört auch ein Exemplar des durch Johannes Müller von Königsberg in Franken, genannt Kungesperger oder Regiomontan, muthmasslich im Jahre 1473 zu Nürnberg auf eigener Presse¹⁾ vervielfältigten deutschen immerwährenden Kalenders, von dem Falkenstein²⁾ nur drei Exemplare (eines in Dresden und

¹⁾ Regiomontan hatte nämlich 1472, da die seit kurzem in Nürnberg bestehenden Druckereien von Johann Sensenschmid, Anton Coburger, etc., für die von ihm beabsichtigte Herausgabe der gesammelten Handschriften griechischer Mathematiker nicht auszureichen schienen, mit Hilfe des ihm ergebenen Patriciers Bernhard Walther zu diesem Zwecke eine eigene Officin errichtet.

²⁾ Geschichte der Buchdruckerkunst. Leipzig 1840 in 4^o.