Aus der kosmischen Physik

Autor(en): **Fritz, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Neujahrsblatt herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr ...**

Band (Jahr): **77 (1875)**

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-386814

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Aus der

kosmischen Physik.

Von Prof. **H. Fritz.**

„Der Würfel ist gefallen; ich schreibe das Buch! Was liegt mir daran, ob man es jetzt oder in später Zukunft liest! Es kann auf seinen Leser warten; hat ja Gott sechstausend Jahre auf den gewartet, der einen Einblick in seine Werke thun sollte!“ sprach der grosse Astronom Johannes Kepler zuversichtsvoll, als er nach zwei und zwanzigjähriger mühevoller Arbeit in der Nacht des 15. Mai 1618 sein schönes drittes Gesetz: die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Würfel (dritten Potenzen) ihrer mittleren Entfernung von der Sonne, aufgefunden hatte und beschloss die von ihm gefundenen Resultate in einem Buche niederzulegen. Die Zuversicht, mit welcher Kepler jene Worte sprach, wurde in der Zukunft in weit grösserem Masse gerechtfertigt, als er selbst bei aller der ihm eigenen Phantasie zu ahnen vermochte. Für kein bis jetzt aufgefundenes Gesetz ist die allgemeine Gültigkeit für das ganze Weltall so bewiesen, als für das angeführte im Vereine mit den damit in innigster Beziehung stehenden beiden ersten Kepler'schen Gesetzen: Alle Planetenbahnen sind Ellipsen in deren einem, allen diesen Bahnen gemeinschaftlichen Brennpunkte die Sonne sich befindet und die von den Zuglinien (Radius-Vectoren) eines Planeten beschriebenen Flächen verhalten sich wie die Zeiten, in welchen sie beschrieben werden und in Verbindung mit dem 64 Jahre später, 1682, von Isaak Newton in Cambridge veröffentlichten, die Kepler'schen Gesetze begründenden und erweiternden Gravitationsgesetze: die Wirkungen eines anziehenden Körpers verhalten sich direkt wie seine Masse und umgekehrt wie das Quadrat seines Abstandes von dem angezogenen Körper, wodurch

sich der letztere um den ersteren in einer Bahn von der Form eines Kegelschnittes, somit in einer Ellipse — im speziellen Falle in einem Kreise —, in einer Parabel oder in einer Hyperbel bewegt.

Nicht nur die Sonne mit ihren bis jetzt bekannten 8 grossen Planeten und deren Monde, 138 zwischen Mars und Jupiter kreisenden kleinen Planeten, Kometen und Meteoritenschwärmen, sondern alle im Weltalle uns sichtbaren Weltkörper zeigen sich den Kepler-Newton'schen Gesetzen derartig unterworfen, dass die Astronomen sich nie genöthigt sahen Ausnahmegesetze zur Hülfe zu nehmen; es gelang sogar mit Hülfe derselben den Planeten Neptun auf dem Wege der Berechnung zu entdecken und für die 17 und 21 Billionen Meilen von der Sonne entfernten Sterne Procyon im kleinen und Sirius im grossen Hunde die Orte der ihre Bahnen störenden Begleiter derartig voraus zu bestimmen, dass bei der später erfolgten Entdeckung der Trabanten die beobachteten Orte mit den theoretisch bestimmten auffallend genau übereinstimmten.

Solche Resultate rechtfertigten gewiss den gleichfalls an seine Entdeckung geknüpften Ausspruch Kepler's: „Ich habe glücklich ein glanzvolles Thor zur Wahrheit gefunden!" und dies um so mehr, als noch über zwei Jahrhunderte vergehen sollten, bis neue Entdeckungen folgten, welche zeigten, dass ausser der allgemeinen Anziehung, welche in den Kepler-Newton'schen Gesetzen ihren Ausdruck findet, weitere physikalische Beziehungen bestehen, welche die einzelnen Körper des Weltalles miteinander verknüpfen.

Während bis vor wenigen Jahren die Anziehung das einzige uns bekannte das ganze Weltall umschlingende Band war, da die eigene Licht- und Wärmestrahlung nicht allen Weltkörpern zukommt; während wir nur den Einfluss der Licht-, Wärme- und chemischen Strahlung, ausser der Anziehung, als Bindeglied zwischen der Sonne und ihren Trabanten kannten und von unserem nächsten Nachbar, dem Monde, nur sicher wussten, dass er durch seine Anziehung Fluthwellen in den Meeren*) und, wenn auch für uns an dem Boden derselben Wohnenden kaum messbare in der Atmosphäre, dass er nach den Unter-

---

*) Ob die im stillen Oceane in den Jahren 1866 bis 1873 zwischen dem 5. und 21. August regelmässig wiedergekehrten Fluthwellen der Anziehung der um diese Zeit der Erde nahe kommenden August-Sternschnuppenschwärmen zuzuschreiben sind, wie H. C. Russel vermuthet, muss die Zeit lehren.

suchungen von K. Kreil, Sabine Lamont, J. A. Brown u. A. einen bestimmten Einfluss auf den Stand der Magnetnadel ausübt und dass er, theils nach althergebrachtem Glauben, theils nach den verschiedenartigsten Untersuchungen, bald auf die Witterung, bald auf das Pflanzen- und Thierleben, auf die vulkanische Thätigkeit der Erde u. dergl. mehr wirken oder nicht wirken soll — sicher nur in sehr bescheidenem Grade wirken kann —; während wir von unsern benachbarten Planeten, Monden und der Sonne innerhalb gewisser Gränzen nur über die gemeinschaftliche Form, über Grösse, Achsenstellung, Rotationszeit*), Massen, Dichtigkeit, bei einzelnen Planeten, wie bei Merkur, Venus, Mars, Jupiter u. s. w. über das Vorhandensein von Atmosphären und, bei Venus, Mars, Jupiter, in denselben flottirenden Gewölken unterrichtet waren, die Berge im Monde gemessen hatten und feststellen konnten, dass auf dem Mars, wie auf der Erde, Meere mit Continenten zu wechseln und mit den Jahreszeiten veränderliche, atmosphärische Niederschläge stattzufinden scheinen, haben wir in der neuesten Zeit unsere Kenntnisse über die gemeinschaftlichen physikalischen Verhältnisse, die auf den Weltkörpern walten, dadurch bedeutend erweitert und sind zu früher nicht geahnten Hoffnungen zur Vermehrung derselben in der Zukunft angeregt worden, dass wir neue Beziehungen zwischen physischen Erscheinungen auf der Sonne und auf der Erde kennen lernten, dass wir begonnen haben mit den Stoffen bekannt zu werden, aus welchen selbst sehr entfernte Weltkörper zusammengesetzt sind und zu ermitteln, in welchem Zustande sich die uns sichtbaren Oberflächen derselben befinden und dass wir der Erkenntniss der Natur der Kometen durch die Entdeckung ihrer Beziehungen zu andern Weltkörpern — zu den Sternschnuppen — etwas näher gerückt sind.

Bis zum Beginne des 17. Jahrhunderts galt die Sonne für einen durchaus gleichförmig leuchtenden Körper, der gerade seiner Reinheit halber als

---

*) Dass die Rotationszeiten der Planeten an ein allgemeines Gesetz gebunden sind, geht daraus hervor, dass, wenn man mit M, T und R die Massen, die Rotationszeiten und die Halbmesser der Planeten, mit m, t und r die entsprechenden Elemente der Erde bezeichnet, mittelst der einfachen, der Kepler'schen ähnlichen Formel: $\frac{M}{m} \cdot \frac{t^2}{T^2} = \frac{R^3}{r^3}$, die Rotationszeiten der Planeten mit auffallender Genauigkeit sich berechnen lassen. Nach dieser Formel wären die Rotationszeiten wesentlich von der Dichtigkeit abhängig (S. Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich B. XIV., S. 315).

das beste Symbol der Gottheit angesehen und von einzelnen Völkern als Gott gleich oder als Gott selbst geehrt wurde. Trotzdem zu verschiedenen Zeiten, wie im Jahre 45 v. Chr., dann in den Jahren 626, 807, 840 n. Chr., zu wiederholten Malen im 11. Jahrhundert, also in Zeiten, in welchen, nach dem Ausdrucke Sebastian Mentzer's, die Astronomi noch keine gläsernen Augen hatten, die Sonne nach europäischen und zwischen 301 bis 1205 nach chinesischen Beobachtungen längere oder kürzere Zeit fleckig erschien, konnte man sich doch nicht mit der Ansicht befreunden, dass diese Flecken der Sonne angehören, sondern man dachte sich, es zögen, ähnlich wie bei den Finsternissen, undurchsichtige Körper, etwa Planeten zwischen der Sonne und Erde durch. Selbst Kepler hielt einen 1607 von ihm beobachteten Sonnenflecken für den Planeten Merkur. Bald nach der Erfindung der Fernröhre wurde man auf die eigenthümlichen Flecken der Sonne aufmerksamer, als zu Ende des Jahres 1610 fast gleichzeitig Johannes Fabricius in Osteel in Friesland, Galileo Galiläi in Padua (?) und Thomas Harriot in London dieselben wahrnahmen *). Diese und vom folgenden Jahre an noch der Jesuite Chri-

---

*) Endgültig ist keineswegs entschieden wer als erster Entdecker der Sonnenflecken anzusehen ist; fest steht dagegen, dass J. Fabricius die Entdeckung am ersten veröffentlichte.

J. Fabricius entdeckte die Sonnenflecken spätestens in der ersten Hälfte des Dezember 1610; seine und überhaupt die erste Schrift über Sonnenflecken „De maculis in sole observatis“ erschien im Juni 1611 zu Wittenberg in 4°.

G. Galiläi behauptet am 4. Mai 1612 in einem Briefe an M. Welser, schon vor 18 Monate, also im Oktober 1610, Sonnenflecken gesehen zu haben; sicher ist, dass er, der sonst nicht lange zurückhielt, vorher nichts darüber publicirte und erst im April 1611 seinen Freunden im Garten des Cardinals Bandini zu Rom sie zeigte.

Th. Harriot sah den ersten Sonnenflecken 1610 am 18. Dezember (neuen Stiles). Seine Beobachtungen sind veröffentlicht in: Account of Harriot's Astronom. Papers in Suppl. zu J. Bradley's Miscell. Works, Oxford 1833, 4°.

Chr. Scheiner sah im März 1611 die ersten Sonnenflecken; seine regelmässigen Beobachtungen begonnen am 21. Oktober 1611 (Tres epistolae de maculis solaribus u. s. w. Augsb. 1612. 4°). Bezeichnend für die zu jener Zeit herrschenden Ansichten ist der Ausspruch des Provinzialen Scheiners, Busäus, der jenen auf die Mittheilungen des in der Sonne Gesehenen antwortete: „Es sei rathsamer für ihn seine Augen auszuputzen und seine Gläser zu reinigen, als sich durch die Veröffentlichung seiner vermeintlichen Entdeckung zu blamiren, da davon nichts im Aristoteles stehe!“

Wenn sonst die Stelle nicht zweifelhaft wäre, dann hätte nach Acosta „Hist. nat. d. l. Indias, 1590“ der peruanische Inka Huyana-Capac, der von 1495—1525 regierte, zuerst die

stoph Scheiner in Ingolstadt beobachteten die Sonnenflecken mit grösstem Interessen; sie erkannten, dass dieselben der Sonnenoberfläche angehören und bestimmten mit Hülfe der Bewegung derselben die Lage des Sonnenäquators, so wie die Umdrehungszeit der Sonne um ihre Achse zu $25^1/_2$ Tagen. Fortgesetzte Beobachtungen ergaben, dass die Flecken nicht zu allen Zeiten gleich häufig erscheinen, dass sie hauptsächlich in zwei unweit des Sonnenäquators gelegenen Zonen auftreten und den Polargegenden der Sonne ganz fehlen. Ueber die Natur der oft ungeheuere Dimensionen erreichenden Sonnenflecken wurden von den ersten Zeiten an bis heute die abweichendsten Ansichten ausgesprochen, ohne dass wir heute in dieser Frage über die Hypothese hinausgekommen wären; ja es konnten sich bis jetzt die Gelehrten nicht einmal zu einer solchen vereinigen, welche allgemeinen Anklang gefunden hätte. Während die einen die Flecken als wirkliche, durch heftige Ausströmungen entstehende, oder als scheinbare, durch Temperaturänderung hervorgebrachte Vertiefungen ansehen, halten die andern dieselben für gewölkeartige oder schlackenartige Gebilde.

Dem 19. Jahrhundert blieb es vorbehalten Einwirkungen der Sonnenflecken oder, was wahrscheinlicher, mit Hülfe der Sonnenflecken Einwirkungen der Sonne auf die Planeten kennen zu lernen, welche nicht nur das höchste Interesse der Wissenschaft erregen mussten, sondern auch dem praktischen Leben von hoher Bedeutung zu werden versprechen. Registrirte man die Fleckenbeobachtungen in den beiden letzten Jahrhunderten beinahe nur in den Zeiten grosser Häufigkeit, so fing man in dem jetzigen an mit weit mehr Ausdauer und nach bestimmten Planen die Sonnenoberfläche zu erforschen. Das grösste Verdienst hierbei gebührt dem Hofrathe Samuel Heinrich Schwabe in Dessau, der von 1826 bis 1868 keinen hellen Tag unbenutzt liess um die Sonnenoberfläche zu durchforschen und die gemachten Beobachtungen mit stets gleichbleibender Sorgfalt aufzeichnete, wodurch es ihm möglich wurde schon im Jahre 1843 einen periodischen Wechsel in der Häufigkeit der Flecken-

---

Sonnenflecken richtig erkannt, indem er mit blossem Auge gesehener Sonnenflecken halber — was Humboldt bei der in den dortigen Gegenden oft monatelang verschleierten Sonne für möglich hält — Zweifel über die Gottheit der Sonne geäussert haben soll. Nach dem mit den Inkas verwandten Garcilaso hätte Huyana-Capac eine Weltregierung der Sonne desshalb beanstandet, weil sie in unabänderlicher Weise an ihre Bahn, „wie das Thier an das Seil“, gebunden sei.

bildung nachzuweisen.*) Er fand, dass etwa 5 Jahre nach dem zahlreichsten Erscheinen die Flecken am seltensten sind und dass dann während weiterer 5 Jahre die Sonne wieder reicher daran wird, wodurch die ganze Periode etwa 10 Jahre umfassen würde. War das Erkennen der Periode für die Wissenschaft schon von Bedeutung, so sollten bald weit wichtigere Resultate folgen.

Seit dem 12. Jahrhundert kennen wir Europäer, wahrscheinlich durch Vermittlung der Araber von den Chinesen, die Magnetnadel und seit etwa dem 14. Jahrhundert bedienen sich derselben die Schiffer auf dem Meere und die Bergleute unter der Erde zur Erkennung der Richtung von Norden nach Süden. Der Gebrauch der Magnetnadel lehrte bald, dass der von ihr angegebene Nordpunkt von dem wahren abweiche und dass diese Abweichung nicht an allen Orten der Erde gleich sei. So fand Columbus auf seiner Entdeckungsreise am 13. September 1492, 2 1/2 Grad östlich der azorischen Insel Corvo, die Nordrichtung der Magnetnadel mit der wahren zusammenfallend. Bei dem ausgedehnten Gebrauche der Magnetnadel und der dadurch bedingten Nothwendigkeit, die Abweichungen des von ihr gezeigten Nordpunktes von dem wahren genau kennen zu lernen, überzeugte man sich, dass diese Differenzen für einen bestimmten Ort nicht nur im Laufe vieler Jahre, sondern dass sie sich mit den Jahreszeiten, ja an jedem Tage periodisch ändern. Diese periodischen Aenderungen nennt man die Variation der Deklination der Magnetnadel. Obwohl seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts viel beobachtet wurde und mancherlei Aufzeichnungen über den Gang der Magnetnadel auf uns gekommen sind, gelang es doch erst in den letzten Decennien aus den zahlreichen, mit verbesserten Instrumenten angestellten Beobachtungen nachzuweisen, dass die täglichen Variationen nicht in allen Jahren gleich, sondern nach grösseren Perioden wechseln. Wie schon öfter ganz unabhängig von einander an verschiedenen Orten gleichzeitig ein und dieselbe Entdeckung gemacht wurde, so geschah es, dass im Jahre 1852 Rudolf Wolf in Bern, dermalen Direktor der Eidgenöss. Sternwarte in Zürich, Oberst Eduard Sabine

*) Auffallend ist, dass weder der von 1813 bis 1837 die Sonne regelmässig beobachtende Augustin Stark in Augsburg, noch ein Anderer, aus dessen mehr als zwei Perioden umfassenden, die Maxima von 1816, 1829, 1837 und die Minima von 1823 und 1833 so entschieden zeigenden Beobachtungen die Periodicität der Sonnenflecken auffand, die Schwabe schon nach 16 jähriger Beobachtung erkannte.

in London und Alfred Gautier in Genf zu gleicher Zeit in drei verschiedenen Zeitschriften*) die Mittheilung machten, dass die Periode der täglichen Variation mit der Sonnenfleckenperiode gleiche Länge habe und dass die Variation den grössten Werth in demjenigen Jahre erreiche, in welchem die Sonnenflecken am häufigsten, den kleinsten Werth, wenn dieselben am seltensten sind.

Der parallele Gang beider Erscheinungen seit den ersten Beobachtungsjahren Schwabe's bestimmten R. Wolf alle ihm zugänglichen, seit 1610 aufnotirten Beobachtungen zu sammeln, um mit diesem umfangreichen, höchst werthvollen Materiale die wahrscheinlichste Länge der Sonnenfleckenperiode zu bestimmen. Er fand die durchschnittliche Länge der vom Mittel allerdings mitunter stark abweichenden Periode zu 11,1 Jahre. Weitere Untersuchungen ergaben ihm, dass diese Periode sich der Periode der täglichen Variation besser anschliesse als eine 10 jährige und dass man aus den in einem Jahre sichtbar gewesenen Flecken direkt auf die magnetischen Variationen der einzelnen Orte, für welche mehrjährige Beobachtungen vorliegen, zu schliessen vermöge. So berechnete er für das Jahr 1859 nach seinen Fleckentabellen die damals noch nicht für das gleiche Jahr veröffentlichte magnetische Variation für Prag zu 10,36 Minuten und erhielt alsbald nach der Veröffentlichung dieses Resultates von dem Direktor der dortigen Sternwarte, J. G. Böhm, das Resultat der Beobachtung, das 10,44 Minuten betrug. Wir müssen uns hier damit begnügen nur die Variationsbeobachtungen von Christiania und Berlin den Sonnenfleckenbeobachtungen gegenüber zu stellen, wobei unter den beobachteten, in Bogenminuten und deren Bruchtheilen angegebenen jährlichen Mitteln der Variationen die nach den Wolf'schen Formeln:

für Christiania $V = 4',92 + 0,0413\,R.$

» Berlin $V = 6',73 + 0,0452\,R.$

berechneten Werthe beigesetzt sind. Hierbei bedeuten V die betreffenden täglichen Variationen in Bogenminuten und bezeichnen R die Wolf'schen Sonnen-

---

*) R. Wolf in Mittheilungen d. naturf. Gesellsch. in Bern, 1852, No. 245.
E. Sabine in Philos. Transactions 1852.
Gautier in Biblioth. universelle, juillet et août 1852.
Dem Datum nach war Sabine der erste Entdecker (s. Wolf in Mittheil. über die Sonnenflecken No. III, S. 36)

flecken-Relativzahlen. Diese ebenfalls von Wolf zuerst aufgestellten und seither trefflich bewährten Relativzahlen werden aus den Sonnenfleckenbeobachtungen dadurch erhalten, dass der Anzahl der sichtbaren Flecken die 10 fache Zahl der Gruppen zugezählt wird. Sind beispielweise 40 Flecken in 3 Gruppen vertheilt, so ist R = 70. Die Relativzahlen geben gleichzeitig ein Bild über die Anzahl, wie über das Gesammtflächenmass der Flecken.

Jahre			1839	1840	1841	1842	1843	1844	1845	1846
Sonnenflecken.	Wolf's Relativzahlen.		68,5	51,8	29,7	19,5	8,6	13,0	37,0	47,0
Deklinations-Variation.	Christiania	beobachtet	—	—	—	5,5	5,8	5,2	5,8	6,1
		berechnet	—	—	—	5,6	5,2	5,3	6,1	6,7
	Berlin	beobachtet	10,9	10,3	8,7	7,4	7,4	6,6	8,4	9,4
		berechnet	10,2	9,4	8,3	7,7	7,2	7,4	8,4	9,1

Jahre			1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854
Sonnenflecken.	Wolf's Relativzahlen.		79,4	**100,4**	95,6	64,5	61,9	52,2	37,7	19,2
Deklinations-Variation.	Christiania	beobachtet	7,4	**9,1**	8,6	8,5	6,9	7,2	6,6	6,0
		berechnet	7,8	8,8	8,6	7,4	7,3	7,1	6,5	5,7
	Berlin	beobachtet	9,5	**11,1**	11,0	10,5	8,9	8,6	8,7	7,2
		berechnet	10,8	11,1	10,9	9,6	9,5	9,1	8,5	7,7

Jahre			1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862
Sonnenflecken	Wolf's Relativzahlen.		6,9	4,2	21,6	50,9	**96,4**	**98,6**	77,4	59,4
Deklinations-Variation.	Christiania	beobachtet	5,2	5,0	5,5	7,6	**9,2**	8,4	7,8	6,9
		berechnet	5,2	5,1	5,8	7,0	8,9	8,9	8,1	7,2
	Berlin	beobachtet	7,2	7,4	8,0	9,2	**11,8**	10,8	10,6	8,5
		berechnet	7,2	7,1	7,1	8,7	11,2	11,2	10,3	9,1

Jahre			1863	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870
Sonnenflecken	Wolf's Relativzahlen.		44,4	46,9	30,5	16,3	7,3	37,3	73,9	**139,1**
Deklinations-Variation.	Christiania	beobachtet	7,0	6,0	5,7	5,7	5,7	6,6	7,8	**9,9**
		berechnet	6,8	6,8	6,2	5,6	5,3	6,6	8,4	11,9
	Berlin	beobachtet	8,2	7,6	7,4	6,8	7,4	8,0	9,7	**12,2**
		berechnet	8,2	8,5	7,7	7,5	7,0	8,4	10,0	13,9

Wie für diese beiden Stationen die in Zahlen ausgedrückten Werthe der Maxima der mittleren täglichen Variationen der Deklination der Magnetnadel mit denjenigen der Sonnenflecken von 1848, 1859, 1870, und ebenso deren Minima für die Jahre 1843—44, 1855—56, 1866—67 übereinstimmen, so ist dies nicht allein der Fall bei allen bekannten Beobachtungen der verschiedenartigsten über die ganze Erde verbreiteten Stationen für die in der Tabelle aufgenommene Zeit, sondern auch für die Beobachtungen der magnetischen Deklinationsvariationen von 1775 an, in welchem Jahre die von der Royal Society veranstalteten Beobachtungen für London begannen, welche dann durch diejenigen zu Montmorenci, von 1777 an, von Mannheim, von 1781 an, und durch die von Paris, von 1784 an, mit den neuern, regelmässigern und nach übereinstimmenderen Grundsätzen veranstalteten, verbunden werden.

Für die Inklinations- und Intensitäts-Aenderungen der Magnetnadel fand Hansteen in Christiania aus seinen Beobachtungen von 1820 bis 1858, unabhängig von Wolf, eine Periode von 11,33 Jahren, für welche er, als er mit dem Wolf'schen Resultate bekannt geworden war, die 11,1 jährige Periode substituirte. Fortgesetzte Beobachtungen der Magnetnadel werden noch manche Beziehungen zwischen dem Gange derselben und den Vorgängen auf der Sonne entdecken lassen, da nicht nur die eigentlichen Flecken, sondern auch die in inniger Beziehung dazu stehenden Sonnenfackeln, Protuberanzen und sonstige beobachtbare Vorgänge auf der Sonne in der Zukunft mit den Erscheinungen auf der Erde verglichen und in die Untersuchung gezogen werden müssen. Heute besitzen wir nur in den Flecken die hinreichenden Anhaltspunkte zu Untersuchungen, da alle anderweitigen Beobachtungen zu neuen Datums sind. Für jetzt besitzen wir für den Magnetismus nur für die sekulären Deklinationsänderungen Beobachtungen die sich über längere Zeiträume ausdehnen, worin sich die Wechselbeziehungen nicht verkennen lassen, indem bei den bis 1698 zurückreichenden Pariser Deklinationsänderungen die grössten fortschreitenden Bewegungen mit den Fleckenmaxima, die kleinern und selbst rückgängigen Bewegungen grösstentheils mit den Fleckenminima zusammen fallen. Für den unmittelbaren Einfluss der Thätigkeit auf der Sonne scheint die von Carrington und Hodgson gleichzeitig an verschiedenen englischen Stationen gemachte Beobachtung am 1. September 1859 zu sprechen. Beide Beobachter sahen um $11^h 15^m$ plötzlich aus einer Fleckengruppe hervorbrechende, nur 5 Minuten andauernde Lichtmassen; um

$11^h 20^m$ wurde die Magnetnadel in Kew erheblich gestört und abends strahlten um die Pole der Erde bis tief in die niedern Breiten Polarlichter von seltener Ausdehnung und Pracht. Indessen erfordern solche vereinzelt stehenden Beobachtungen Vorsicht bei der Benützung zu etwaigen Schlussfolgerungen. Dass grosse magnetische Störungen namentlich zur Zeit der Fleckenmaxima — das eben angeführte Datum lag einem solchen sehr nahe — häufig vorkommen, ist festgestellte Thatsache.

Hornstein in Prag benützte die Elemente der Aenderungen der erdmagnetischen Kraft, um daraus die wahre, der Eigenbewegung der Flecken halber aus diesen nie genau bestimmbare, Sonnenrotationszeit festzustellen. Er fand dafür 24,55 Tage, welche Zeit mit der untern Gränze von Laugier gefundenen (24,28 bis 26,23, im Mittel 25,34 Tagen) nahe übereinstimmt. Spörer nimmt aus zahlreichen Beobachtungen die Rotationszeit der Sonne zu 25,23 Tagen an.

Aehnliche Bestimmungen der Rotationszeit der Sonne aus den Temperaturbeobachtungen auf der Erde versuchten Nervander und Buys-Ballot, worauf wir weiter unten zurückkommen und eine ähnliche Untersuchung, die nach dem oben über die Beziehungen zwischen dem Erdmagnetismus und den Sonnenflecken Gesagten, ein mit dem Hornstein'schen übereinstimmendes Resultat ergeben sollte, lässt sich auf folgende Weise vollziehen. Vergleicht man die Fleckenbeobachtungen untereinander, so erkennt man sofort, dass durchschnittlich alle 27,687 Tage kleine, aber scharf ausgesprochene Maxima eintreten, deren Periodenlängen indessen bis $\pm$ 12 Tage schwanken können. Nimmt man an, dass diese Perioden von der Sonnenoberfläche abhängig sind, etwa in der Weise, dass in bestimmten Gegenden die Fleckenbildung häufiger auftritt, dann würde sich, nach einer 1861 vorgenommenen Untersuchung, in der alle zwischen 1612 und 1860 gemachten und bis dahin von Wolf publicirten Beobachtungen eingeschlossen wurden, die wahre Rotationszeit der Sonne zu 25,74 Tagen, also sehr nahe übereinstimmend mit den nach andern Methoden erhaltenen Werthen, berechnen. Wir werden indessen später sehen, dass wir jetzt schon annehmen dürfen, dass die Flecken-Perioden von 27,687 Tagen sich völlig unabhängig von der Sonnenoberfläche erklären lassen.

Zu Anfang des 18. Jahrhunderts vermuthete einerseits Ed. Halley in London den Zusammenhang jener oft überaus prächtigen, in einzelnen Fällen weiten Ländergebieten sichtbaren, ja selbst, wenn auch nur selten, fast der

ganzen Erde aufleuchtenden Lichtentwickelung um die beiden Erdpole, des Polarlichtes, das auf der nördlichen Erdhälfte unter dem Namen Nordlicht, auf der südlichen als Südlicht bekannt ist, mit dem Erdmagnetismus, und 1741 beobachteten Olav Hiorter und Anders Celsius in Upsala die interessanten Beziehungen zwischen dem Nordlichte und dem Gange der Magnetnadel; andrerseits suchte 1733 J. J. D. de Mairan in Paris nachzuweisen, dass das Polarlicht in Beziehung zu dem ebenso geheimnissvollen Thierkreis-(Zodiakal-)Lichte stehe, während Dom. Cassini in Paris dieses Licht wieder an die Sonnenflecken zu knüpfen versuchte. War hiermit schon indirekt das Polarlicht mit den Sonnenflecken in Beziehung gebracht, so sprach sich Mairan im Jahre 1732 noch entschiedener aus, indem er bemerkt*): »dass seit 5 bis 6 Jahren das Nordlicht sich sehr häufig zeige und ebenfalls viele Sonnenflecken sichtbar seien. Zu dieser Aeusserung, wie zu jener J. J. von Littrow's in Wien im Jahre 1831 **): »Es scheint, als ob die Nordlichter wie die Sonnenflecken gewissen Perioden unterworfen wären«, fehlte jeder Anhalt zur genaueren Untersuchung, bis die Schwabe'schen Sonnenflecken-Beobachtungen Anlass zur Auffindung der Sonnenflecken-Perioden gaben. Schon 1853 untersuchte William Stevenson seine in Dunse in Südschottland erhaltenen Nordlichterbeobachtungen in dieser Richtung und fand eine gewisse Uebereinstimmung zwischen der Häufigkeit der Nordlichter und Sonnenflecken in dem Sinne des Mairan'schen Ausspruches; J. A. Brown in Makerstoun fand 1858, dass gerade das Mairan'sche Nordlichterverzeichniss einer solchen Beziehung widerspreche. Erst ein im Jahre 1857 von R. Wolf in Zürich begonnener, nach und nach erweiterter Nordlichterkatalog sollte die bestimmte Aufklärung bringen. Nachdem eine Untersuchung Wolf's im Jahre 1859 ihn zu dem Ausspruche zu berechtigen schien: »dass sehr wahrscheinlich die Nordlichter mit den Sonnenflecken häufiger werden, gelang es dem Verfasser am Schlusse des Jahres 1862 mit Hülfe einer Erweiterung des Wolf'schen Kataloges die sofort über jeden Zweifel erhabenen, später von andern Seiten bestätigten Sätze auszusprechen: dass die Polarlichter am zahlreichsten sichtbar werden, wenn sich viele und grosse Flecken auf der Sonne zeigen und selten oder gar

---

*) J. J. d. Mairan: Traité de l'aurore boréale. Paris 1733. 4.

**) J. J. von Littrow: Vermischte Schriften, Art. „Ueber das Nordlicht". Wien 1831.

nicht erscheinen, wenn die Sonne mit wenigen oder keinen Flecken behaftet ist; dass die Perioden, wie jene der Sonnenflecken 11,1 jährige sind, die sich zu je fünf wieder zu 55,6 jährigen, grösseren Perioden gruppiren und dass der Wechsel bei den Polarlichtern, namentlich hinsichtlich der grösseren (sekulären) Perioden stärker sich geltend macht, als bei den Sonnenflecken; dass somit das Polarlicht in bestimmter Beziehung zu den Sonnenflecken, wie zu dem Erdmagnetismus steht*). Je grösser die Variationen, je häufiger und grösser die Störungen des Erdmagnetismus sind, desto häufiger leuchtet die Erde im Eigenlicht. Besonders fleckenarm war die Sonne um das Jahr 1810, aus welcher Zeit uns beinahe keine Polarlichterbeobachtungen vorliegen, während sich die Bewohner höherer und mittlerer Breiten der zahlreichen und grossen Nordlichter aus den Jahren um 1830, 1837, 1848, 1859, 1870 erinnern, um welche Zeiten die Sonne mit vielen und grossen, oft dem blossen Auge erkennbaren Flecken wahrhaft übersäet war. Ganz besonders ausgezeichnet waren beide Erscheinungen in den Jahren 1848, 1859 und 1870, in welchen einzelne Polarlichter von beiden Seiten her fast bis zu dem Aequator hin sichtbar waren. Aus vergangenen Jahrhunderten, namentlich aus dem 18., lässt sich gleichfalls der parallele Gang beider Erscheinungen nachweisen. Wir begnügen uns in folgender Tabelle die in den beiden letzten Jahrhunderten in der Schweiz und in Europa — mit Ausnahme des jenseits des Polarkreises gelegenen Theiles und ohne Island — beobachteten und bis jetzt katalogisirten Nordlichter ihrer jährlichen Anzahl nach den Wolf'schen Sonnenflecken-Relativzahlen gegenüber zu stellen. Die für Europa eingetragenen Zahlen sind ebenfalls eine Art Relativzahlen, indem allen zwischen dem 46. und 55. Breitengrade beobachteten Nordlichtern ein Doppeltes, allen bis in die südlichsten Theile Europas gesehenen ein dreifaches und allen besonders ausgezeichneten und weit verbreiteten Erscheinungen ein vierfaches und selbst in einzelnen Fällen ein fünffaches Gewicht beigelegt wurde. Durch dieses Verfahren wird einigermassen der Grösse der Nordlichterscheinung Rechnung getragen. Für die Schweiz sind einfach die Jahressummen eingetragen.

---

*) H. Fritz in Mittheilungen über die Sonnenflecken von R. Wolf No. XV. S. 145, No. XIX S. 263. Die sekuläre Periode hatten früher Pilgram, 1788, zu 47 bis 54 Jahren — Wiederkehr des Maximums 1829 —, Pfaff zu etwa 100 Jahren, Hansteen und Olmstedt, 1861, zu 65 Jahren bestimmt.

Jahre	Sonnen-flecken	Nordlichter		Jahre	Sonnen-flecken	Nordlichter		Jahre	Sonnen-flecken	Nordlichter		Jahre	Sonnen-flecken	Nordlichter	
		Schweiz	Europa			Schweiz	Europa			Schweiz	Europa			Schweiz	Europa
1700	5,0	0	0	1730	40,0	4	206	1760	48,9	1	67	1790	84,4	2	191
1	10,0	0	0	31	25,0	0	100	61	**75,0**	1	72	91	53,4	1	160
2	15,0	0	2	32	10,0	1	158	62	50,6	0	44	92	47,5	0	138
3	21,0	0	0	33	5,0	0	93	63	37,4	1	17	93	40,2	0	38
4	31,4	1	3	34	15,0	0	156	64	34,5	0	27	94	34,3	0	18
5	**48,6**	1	2	35	30,0	0	164	65	23,0	0	20	95	22,3	0	16
6	25,8	0	2	36	58,0	0	190	66	17,5	1	2	96	15,1	0	7
7	18,8	0	26	37	66,0	1	183	67	33,6	0	15	97	7,8	0	29
8	9,7	0	9	38	**85,0**	0	113	68	52,5	2	31	98	4,4	0	5
9	7,1	2	4	39	78,5	1	181	69	**108,3**	1	82	99	10,2	0	12
1710	2,5	0	2	1740	60,0	0	62	1770	79,4	3	85	1800	18,5	0	12
11	0,0	1	0	41	35,0	0	181	71	73,2	2	103	1	38,6	0	13
12	0,0	0	0	42	18,3	0	134	72	49,2	1	124	2	57,8	0	16
13	2,2	0	0	43	14,6	0	98	73	39,8	1	140	3	65,0	0	15
14	9,6	0	0	44	5,0	0	47	74	47,6	0	165	4	**75,0**	0	24
15	24,7	0	2	45	10,0	0	55	75	27,5	0	139	5	50,0	1	44
16	39,9	3	36	46	20,0	0	126	76	35,2	0	96	6	25,0	1	13
17	**52,3**	0	36	47	35,0	0	130	77	63,0	2	156	7	15,0	0	8
18	50,0	2	23	48	50,0	0	147	78	**94,8**	2	165	8	7,2	0	3
19	34,0	4	36	49	68,8	1	115	79	90,2	6	261	9	3,4	0	1
1720	25,3	0	53	1750	**68,2**	1	148	1780	72,6	4	123	1810	0,0	0	2
21	23,8	3	54	51	40,9	0	100	81	67,7	0	168	11	1,2	0	0
22	20,0	0	101	52	33,2	0	72	82	33,2	1	157	12	5,4	0	0
23	10,0	0	49	53	23,1	0	70	83	22,5	2	181	13	13,7	0	4
24	19,4	0	41	54	16,4	0	110	84	5,0	1	120	14	20,0	2	12
25	34,5	0	62	55	7,3	0	53	85	21,2	0	121	15	35,0	1	4
26	64,0	2	71	56	10,9	0	61	86	86,6	3	261	16	**45,5**	0	6
27	**90,0**	1	96	57	35,0	0	71	87	104,8	11	299	17	43,5	0	40
28	80,0	1	170	58	55,2	0	49	88	107,8	13	288	18	34,1	0	13
29	60,0	0	110	59	48,6	1	85	89	**110,7**	6	261	19	22,5	1	27

Jahre	Sonnenflecken	Nordlichter Schweiz	Nordlichter Europa	Jahre	Sonnenflecken	Nordlichter Schweiz	Nordlichter Europa
1820	8,9	0	16	1849	95,6	3	152
21	4,3	0	8	1850	64,5	0	151
22	2,9	0	5	51	61,9	1	170
23	1,3	0	1	52	52,2	4	239
24	6,7	0	7	53	37,7	1	178
25	17,4	0	30	54	19,2	0	72
26	29,4	0	25	55	6,9	1	42
27	39,9	2	57	56	4,2	1	52
28	52,5	0	66	57	21,6	1	21
29	53,5	0	84	58	50,9	0	88
1830	**59,1**	0	128	59	96,4	4	180
31	38,8	2	108	1860	**98,6**	1	118
32	22,5	0	30	61	77,4	4	118
33	7,5	0	37	62	59,4	2	136
34	11,4	0	21	63	44,4	0	115
35	45,5	0	29	64	46,9	1	126
36	96,7	4	37	65	30,5	0	134
37	**111,0**	8	88	66	16,3	0	130
38	82,6	0	63	67	7,3	1	86
39	68,5	2	109	68	37,3	0	61
1840	51,8	4	118	69	73,9	2	156
41	29,7	2	113	1870	**139,1**	10	244
42	19,5	2	95	71	111,2	5	242
43	8,6	0	87	72	101,7	5	
44	13,0	0	74	73	66,3	0	
45	37,0	0	95	74	—	0	
46	47,0	3	100				
47	79,4	2	143				
48	**100,4**	5	223				

Die, wie oben bemerkt, zuerst von Hiorter und Celsius beobachteten Beziehungen zwischen dem Polarlichte und dem Erdmagnetismus wurden seither näher erforscht und man weiss jetzt, dass sehr häufig — bei grossen Erscheinungen immer — bedeutende magnetische Störungen mit dem Aufleuchten des Polarlichtes verbunden sind; dass das täglich, in nicht sehr hohen Breiten gegen 10 Uhr abends eintretende Maximum des Polarlichtes durchgehends mit dem Minimum der Deklination, welches sich ähnlich wie das Maximum der Polarlichter mit zunehmender Breite verspätet, übereinstimmt und dass ähnliche Beziehungen zwischen dem Polarlichte und den andern Elementen des Erdmagnetismus stattfinden; dass die jährlichen Perioden des Erdmagnetismus und der Polarlichter übereinstimmen, 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 und dassdie 11 jährigen und wohl auch die sekulären Perioden beiden Erscheinungen gemein sein müssen, wie sie in den parallel wechselnden Sonnenflecken sich gleichfalls zeigen. Ausser der Uebereinstimmung der Perioden sprechen

noch für die Beziehungen beider Erscheinungen zueinander die Richtungen der Sichtbarkeit des Polarlichtes, welche an weitaus den meisten Orten mit der Richtung der horizontalen Magnetnadel, und die Lage der Strahlen, wie der Kronen, welche mit der Richtung der Neigungsnadel zusammenfallen. Weitere Beziehungen des Polarlichtes zu andern Erscheinungen der Erde und deren Atmosphäre, mit Ausnahme der bestimmt erkannten zwischen den elektrischen Erdströmen, welche sich namentlich bei grossen Polarlichtern in den Telegraphenleitungen störend bemerkbar machen, und den schon von Barhow 1751 geschilderten, in der neuesten Zeit noch bestimmter nachgewiesenen Beziehungen zu den Cirren-Gewölken, sind noch zu bestätigen, namentlich soweit sich dieselben auf Luftelektrizität und die meteorologischen Erscheinungen beziehen, da bisher alle Erfahrungsresultate und ebenso die wissenschaftlichen Untersuchungen meistens auf Widersprüche oder zweifelhafte Entscheide geführt haben. Vieles spricht indessen dafür, dass die Polarlichter in naher Beziehung zu dem Luftdrucke stehen und zwar in der Weise, dass das Polarlichtmaximum stets einem Luftdruckminimum entspricht. Diesen Gesetzen entsprechen sowohl die täglichen, jährlichen und nach Hornstein die sekulären Perioden, wie die Vertheilung auf der Erde, da gerade dorten das Polarlicht sich am häufigsten zeigt, wo der Luftdruck am kleinsten ist. Räthselhaft wie die ganze Erscheinung des Polarlichtes, über dessen Natur wir heute höchstens zu muthmassen vermögen, sind alle Beziehungen desselben zu andern Erscheinungen!*)

Bei der längst erkannten Abhängigkeit aller meteorologischen und organischen Prozesse auf Erden von dem Centralkörper unseres Planetensystems lag die Frage sehr nahe: Ob die Fleckenbildung auf der Sonne und deren gewaltige Veränderlichkeit — beispielsweise hatte am 5. September 1850 der Hof eines Fleckens 302 Secunden Durchmesser, was einer Oberfläche von 730 Millionen Quadratmeilen oder nahe 80 Gesammt-Erdoberflächen entspricht, während am vorhergehenden und am nachfolgenden Tage die Fläche nur etwa $^1/_{10}$ davon betrug — nicht einen bemerkbaren Einfluss auf die meteorologi-

---

*) Wenn wir im Texte des Südlichtes kaum gedenken, so ist dies dadurch zu erklären, dass eine verhältnissmässig zu geringe Anzahl von Beobachtungen desselben vorliegen; immerhin genügen indessen dieselben um beweisen zu können, dass alles für das Nordlicht Gesagte und Bekannte auch für das Südlicht gilt.

schen Erscheinungen ausüben. In der That glaubte man schon bald nach der Entdeckung der Sonnenflecken einen solchen Einfluss zu bemerken; es stützten sich jedoch die Ansichten stets nur auf vereinzelte Beobachtungen, wodurch die direktesten Widersprüche nicht ausblieben, wie wir bei Riccioli 1651 (in Almagestum novum) und bei Deschales (in Mundus mathemat.) ersehen. Der erstere schreibt den Flecken Kälte, der andere Wärme zu. Obwohl noch unbekannt mit den Perioden des Fleckenwechsels hatte zuerst W. Herschel den Versuch zu einer bestimmteren Lösung dieser Frage gewagt und, in Ermangelung anderweitigen ihm passend erscheinenden Beobachtungsmateriales, die ihm bekannten fleckenreichen und fleckenarmen Jahre mit dem jeweiligen, von ihm als Mass der Fruchtbarkeit angesehenen englischen Getreidepreisen verglichen und gefunden, dass fleckenreichere Jahre durchschnittlich in wohlfeile, fleckenarme in theuere Zeiten fallen, dass also — vorausgesetzt, dass die fruchtbarsten Jahre die wärmsten sind — bei grösserer Thätigkeit auf der Sonne, trotz der Flecken mehr Wärme durch sie verbreitet würde. Diesem Resultate stimmte F. Gruithuisen in München bei. Nach der ersten Veröffentlichung der Schwabe'schen Sonnenfleckenbeobachtungen untersuchte A. Gautier in Genf, 1844, ihm zu Gebote stehende Temperaturbeobachtungen und kam zu dem mit dem Herschel'schen in direktem Widerspruche stehenden Resultate, dass fleckenarme Jahre etwas wärmer, fleckenreiche etwas kühler seien, als das Mittel. K. Fritsch in Prag fand unter Zugrundelegung der $11\frac{1}{9}$ jährigen Periode ein hiermit übereinstimmendes Resultat. Aus den Beobachtungen von Berlin, Hohen-Peissenberg, Kremsmünster, Mailand, Petersburg, Prag, Regensburg und Wien für die Jahre 1731 bis 1850 fand er, dass mit der Zunahme der Sonnenflecken die Temperatur von ihrem Maximum an jährlich um $0{,}5^0$ sinke und mit der Abnahme der Flecken vom Minimum an jährlich wieder um ebensoviel steige. Aus den Untersuchungen von Fritsch ergibt sich insofern eine sekuläre Temperatur-Periode, als die verschiedenen Beobachtungsreihen in je 20 jährigen Mittel-Summen regelmässig zu- und abnehmen; während aber bis Mailand, Prag und Wien die Maxima auf die Zeit um das Jahr 1800 fielen, trat die höchste Temperatur in Kremsmünster schon um 1780 und in Berlin gar um 1760 ein*). Eine abermalige Untersuchung der von Mädler und Dove veröffentlichten

*) K. Fritsch, im Bericht d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, B. IX; Denkschriften 1854.

Berliner Beobachtungen durch R. Wolf, 1859, ergebenden eigenthümlichen Schluss, dass für das 18. Jahrhundert Herschel, für das 19. Jahrhundert aber Gautier Recht habe; dass also die Sonnenflecken weder die Fruchtbarkeit, noch die Jahrestemperaturen bemerklich beeinflussen.

Eine kleinere, von der Sonnenrotation abhängige Temperaturperiode von 27,26 Tagen hatte 1846 Nervander in Helsingfors aus den Beobachtungen von Innsbruck und Paris berechnet, die indessen, wie Buys-Ballot in Utrecht 1851 nachwies, um + oder — 0,05 Tage fehlerhaft war. Dieser benutzte zu einer gleichen Untersuchung die Beobachtungen von Danzig, Harlem und Zwanenburg und fand eine Temperaturperiode von 27,682 Tagen, welche er benützte um die Sonnenrotationszeit direkt zu bestimmen, indem er annahm, dass auf der Sonnenoberfläche eine Art Wärme-Pol existire. Die sich daraus ergebende Rotationszeit betrüge 25,732 Tage und stimmt fast genau überein mit der oben aus den kleinen Fleckenperioden bestimmten. Vergleicht man die Buys-Ballot'sche Epoche für die kältesten Tage, 1846 Jan. 1, mit den Fleckenständen, so ergibt sich, dass die Fleckenmaxima den kälteren Tagen entsprechen, was mit einem von Wolf 1857 gefundenen Resultate, dass den von Buys-Ballot gefundenen Kältemaxima Fleckenminima entsprechen, nicht, wohl aber mit dem weiter unten Gesagten im Einklange steht. Während Buys-Ballot später aus den Breslauer Resultaten ein übereinstimmendes Resultat fand, konnte Lamont in München aus den Hohenpeissenberger Beobachtungen keine solche Periode finden.

Derartige Resultate ermunterten wenig zu ähnlichen zeitraubenden Untersuchungen, bis in der neuesten Zeit, unter zu Grundelegung der sich mehr und mehr über die ganze Erde ausdehnenden und mehr systematisch betriebenen meteorologischen Beobachtungen, die Anzeigen sich mehrten, dass Beziehungen zwischen Vorgängen auf der Sonne und den meteorologischen Processen der Erde nicht ferner negirt werden können.

A. Weilenmann in Zürich*) zeigte, 1872, dass bei 53 schweizerischen Stationen für die Jahre 1864 bis 1871 die mittleren jährlichen Temperaturen gegenüber dem Mittel aus sämmtlichen Jahrgängen in den Jahren mit weniger Sonnenflecken höher, in fleckenreichen niederer sind, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

---

*) A. Weilenmann, in Schweiz. meteor. Beobacht. Jahrg. 8.

Jahre	1864	65	66	67	68	69	70	71
Sonnenflecken-Relativzahlen	46,9	30,5	16,3	7,3	37.3	73,9	139,6	109,6
Differenzen gegenüber dem Mittel	−0,73°	+0,23	+0,36	+0,47	+0,25	−0,53	−0,34	−0,77° Cels.

Viel weiter ging W. Köppen*), indem er für die Zeit von 1820 bis 1871 die Temperaturbeobachtungen aus 25 grossen Gebieten der Erde, sämmtliche Zonen von den Tropen bis zu den Polarkreisen umfassend, in die Untersuchung zog. Er gelangte zu den Resultaten: Sonnenfleckenmaxima entsprechen auf der Erde Wärme-Minima und umgekehrt, wobei die Amplituden der Schwankungen für die Tropen 0,73° und für die Ectropen 0,54°C. betragen; für die Tropen treten die Wendepunkte der Wärme ½ bis 1½ Jahre früher ein, als bei den Sonnenflecken, während ausserhalb der Tropen Verspätungen stattfinden, die bis zu drei Jahren und darüber anwachsen können. Die Regelmässigkeit und Grösse der Schwankungen nehmen von den Tropen nach den Polen hin ab, so dass z. B. die in den übrigen Gürteln am stärksten ausgeprägten Schwankungen in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts in der Curve des kalten Gürtels gar nicht mehr zu erkennen sind. Die Uebereinstimmung war am schönsten in den Jahren 1820 bis 1854, während vorher und nachher sehr bedeutende Störungen eintraten.

Eine weitere Untersuchung von Wolf**) bestätigt die Köppen'schen Resultate und constatirt eine vollkommene Umkehrung der Verhältnisse für die Jahre 1775 bis nach 1800, wodurch er zu dem Ausspruche gelangt: dass er hierdurch sich veranlasst sehen könnte den engern Zusammenhang zwischen Temperaturen und Sonnenflecken auch ferner zu läugnen, wenn nicht die entschiedenen Ergebnisse für 1816 bis 1854 zu eindringlich für den Zusammenhang sprächen und wenn nicht die Umkehrungen in eine Periode fielen, für welche auch die Abweichungen der Sonnenfleckenperioden von den mittleren Perioden am grössten wären, ja so weit anwachsen, dass auch hierfür Maxima und Minima sich zeitweise vertauschten.

Auf die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen dem Wechsel der Sonnenflecken und den Veränderungen des Luftdruckes unserer Atmosphäre

---

*) W. Köppen, in Zeitschrift d. österr. Gesellsch. f. Meteorologie B. VIII. 1873.
**) R. Wolf, in No. XXXIV der astronomischen Mittheilungen, 1873.

machte zuerst Wolf, im Jahre 1863,*) aufmerksam, indem er zeigte, dass eine von Kreil, aus den Beobachtungen von Kremsmünster, Mailand, Prag und Wien für die Jahre 1770 bis 1850, in dem Ueberschusse des mittleren Barometerstandes im Juli über den im Juni aufgefundenen grossen Periode von etwa 60 Jahren, nicht nur mit den aus den Sonnenflecken- und Polarlichter-Beobachtungen gefundenen von 56 Jahren nahe übereinstimmt, sondern auch die Hauptmaxima und Hauptminima gemein haben. 1872 wies dann Hornstein in Prag nach**), dass, nach den Beobachtungen von München und Prag, die Werthe der Coeffizienten der täglichen Variationen des Barometerstandes eine längere Periode mit den Sonnenflecken gemein haben und mit dieser Erscheinung die Maxima und Minima erreichen, und dass nach den Beobachtungen von Mailand, München, Prag und Wien seit 1763 die jährliche Schwankung des Luftdruckes die längere Periode mit den Sonnenflecken gemein hat und gleichfalls mit dieser Erscheinung ihr Maximum oder Minimum erreicht. Hornstein bestimmt indessen diese sekuläre Periode zu 69,73 Jahren, während nach der sehr scharf ausgeprägten Polarlichtperiode 56 Jahre dafür wahrscheinlicher sind.

Eine Untersuchung Meldrum's zu Port Louis auf St. Mauritius, im Jahre 1872, über die in den letzten 25 Jahren für das Gebiet zwischen dem Aequator und dem 25. Grade südlicher Breite und zwischen dem 40. und 110. Grade östlicher Länge von Greenwich bekannt gewordenen Wirbelstürmen des indischen Oceanes ergab das interessante Resultat, dass zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima die Anzahl der jährlich stattfindenden Cyclonen diejenigen um die Zeit der Fleckenminima bedeutend überwiegt. Für die Maximazeiten 1847 bis 1849 wurden 15, für 1859 bis 1861 21, für 1870 bis 1872 14, während der Minimazeiten 1855 bis 1857 nur 8, und von 1866 bis 1868 nur 9 solcher notirt. Dieses Resultat gab A. Poey in Havanna Veranlassung die ihm für die Antillen zu Gebote stehenden Cyclonenbeobachtungen in der gleichen Richtung zu untersuchen***). Er kommt zu dem übereinstimmenden Resultate und findet, dass das Maximum

---

*) R. Wolf, in No. XV der Mittheilungen über die Sonnenflecken, S. 141.

**) Hornstein, im Wiener akad. Anzeiger 1872.

***) A. Poey in Compt. rendus T. LXXVII, p. 1223.

der Häufigkeit 1,4 Jahre nach dem Sonnenflecken-Maximum, das Minimum dagegen durchschnittlich 0,5 Jahre vor dem Sonnenflecken-Minimum eintritt.

Untersuchungen über etwaige periodische Gesetzmässigkeit in der Veränderlichkeit, Richtung, Stärke und Häufigkeit des Windes sind bis jetzt kaum bekannt geworden. Airy in Greenwich stellte die jährliche Anzahl voller Winddrehungen für Greenwich aus den Jahren 1841 bis 1860 zusammen, woraus ihm ein 7jährige Periode mit Minima in den Jahren 1846, 1853 und 1860, und Maxima in den Jahren 1849 und 1858, hervorzugehen schien. Indessen ist die Beobachtungsreihe zu kurz und zu vereinzelt stehend, um irgend einen bestimmten Schluss daraus ziehen zu dürfen. Windrichtungen, Windstärken u. dgl. mehr zeigen in manchen Beobachtungsreihen häufig ein so eigenthümliches Verhalten, dass eingehende Untersuchungen sehr gerechtfertigt und die Veröffentlichungen solcher sehr wünschbar wären. So nehmen, beispielweise, in einer für Cincinnati im Staate Ohio*) bestehenden Zusammenstellung der Windrichtungen von 1814 bis 1828 die Jahressummen der Westwinde zu und von da an bis zum Schlusse der Reihe, bis 1848, wieder ab, wobei in den Jahren 1828 und 1837 sich zwei entschiedene Maxima zeigen. Vereinigt man damit die Beobachtungen von Bremen**), so fallen die Maxima der westlichen Winde (zwischen NW bis SW) in die Jahre 1829, 1836, 1846, 1861 und 1867, also nahe mit den Sonnenflecken-Maxima zusammen, was mit der nachfolgenden Beobachtung Schwabe's übereinstimmen würde. J. Baxendell hält für wahrscheinlich, dass zur Zeit grosser Thätigkeit auf der Sonne die Bewegungen in der Erdatmosphäre energischer seien.

Ueber den periodischen Wechsel der Bewölkung haben wir zunächst die Untersuchungen Schwabe's, der aus dem Vergleiche seiner meteorologischen und Sonnenflecken-Beobachtungen nur höchstens die Andeutung entnehmen zu können glaubte, dass fleckenreiche Jahre weniger heitere Tage zählten als fleckenarme, und von H. J. Klein in Köln***) zu erwähnen, nach welcher es scheint, als wenn die Quantität der Bewölkung im Laufe einer 11jährigen Periode einem solchen Wechsel unter-

---

*) Im 13. Jahresbericht der Staats-Ackerbau-Behörde von Ohio.

**) In Abhandlungen d. naturf. Vereins in Bremen 1873.

***) H. J. Klein, in Gæa, B. 8.

liege, dass zur Zeit der Sonnenfleckenminima weit mehr trüber Himmel beobachtet wird, als in den Jahren mit vielen Sonnenflecken. Durch diese beiden sich widersprechenden Angaben ist für die Häufigkeit oder Dichtigkeit der Bewölkung nichts erwiesen. Genauer bekannt sind wir mit dem periodischen Wechsel bei dem Cirro-Cumulus (nach Howard), der fedrigen Haufenwolke (nach Poey), bei jenen zarten, federartigen, sehr hoch stehenden und desshalb jedenfalls aus Eisnadeln bestehenden, häufig in parallelen, perspektivisch an den entgegengesetzten Punkten des Horizontes sich schneidenden Reihen über den Himmel verbreiteten und wie durch eine abstossende Kraft zu einzelnen Flocken isolirten, unter dem volksthümlichen Namen »Schäfchen« bekannten Wolkengebilden, die, wie seit alter Zeit bekannt, in einer gewissen Beziehung zu den Polarlichtern stehen, wenn schon sie, nach A. v. Humboldt, unter den Tropen häufiger sichtbar sind, als in höheren Breiten. Was nach älteren und neueren Beobachtungen, wie wir sie namentlich aus dem vorigen Jahrhundert von Barhow, für die Zeit von 1840 bis 1847 von W. Stevenson in Dunse und seit 1862 von H. Weber in Peckeloh besitzen, über die innige Beziehung dieser Gewölke zu den Polarlichtern zu schliessen, stattfinden sollte, dass nämlich die Häufigkeit der Cirro-Cumuli in bestimmter Beziehung zu der Häufigkeit der Sonnenflecken stehe, wurde im Jahr 1872 von H. J. Klein *) mit grosser Sicherheit nachgewiesen. Mit Hülfe der Beobachtungen von Garthe in Köln, für die Zeit von 1850 bis 1870, wies er den parallelen Gang beider Erscheinungen — ihr gleichzeitiges Häufiger- und Seltenerwerden — nach.

Ueber die durch dunst- oder eisförmige Wolkengebilde bedingten optischen Lufterscheinungen: Neben-Monde und Sonnen, Mond- und Sonnenhöfe, die theilweise durch die Cirrigewölke bedingt sind, fehlen alle Untersuchungen. Nach Stark's Beobachtungen waren 1815 und 1829 Maximajahre.

Nicht viel weiter als hinsichtlich der Bewölkung sind die Untersuchungen über die periodischen Aenderungen der Mengen und Häufigkeit der Niederschläge gediehen. Der schon oben genannte Meldrum sprach 1872 **) aus — Lockyer's, Symons Untersuchungen, wie Scott's Zusammenstellungen der in den letzten 9 Jahren in Grossbritannien gefallenen Regenmengen unter-

---

*) H. J. Klein, in Zeitschr. d. österreich. Gesellschaft für Meteorol., 1872.

**) Meldrum, On a Periodicity of Rainfall etc. in Proceed. of Rog. Soc. 144. V. 21.

stützen diesen Ausspruch —, dass in den Minimumszeiten der Sonnenflecken weniger Regen falle, als zur Zeit der Fleckenmaxima, wobei für 18 Stationen in Europa, Afrika und Australien durchschnittlich während der Minimajahre 1834, 1844, 1856, 1866 27,83 Zoll engl., während der Maximajahre 1836, 1844, 1861 35,83 Zoll Regen fielen. Nach eingehenderen Untersuchungen Wolf's *) hat das Resultat Meldrum's eine bedeutende Wahrscheinlichkeit für sich. Fest steht, dass mindestens für einzelne Perioden und Orte, wie von 1724 bis 1775 für Bordeaux, Paris, Upminster, Zwanenburg, für 1818 bis 1850 für Arnstadt, Brüssel, Carlsruhe, Emden, Genf, Paris, Stuttgart, Zwanenburg, nach des Verfasser's und Wolf's Untersuchungen, Regenmengen und Sonnenflecken zu gleicher Zeit ihre Maxima und Minima erreichen; dass aber auch bei der Zuziehung der Beobachtungen anderer Stationen und in andern Zeiten, namentlich zwischen 1775 und 1818 keine Beziehung zu erkennen ist, oder gar das ganze Verhältniss sich umkehrt, was den Verfasser im Jahre 1868, gestützt auf sehr umfangreiches Beobachtungsmaterial aus den verschiedensten Theilen der Erde, bewog, sich gegen die Beziehungen der Niederschläge zu dem Polarlichte und somit auch indirect gegen die Beziehungen derselben zu den Sonnenflecken auszusprechen **) Mit den letzten Aussprüchen stimmt nahe überein das von C. Jelinek in Wien erhaltene Resultat aus 14 europäischen, die Jahre 1832 bis 1870 umfassenden Beobachtungsreihen, welches ein so unbedeutendes Uebergewicht der vermehrten Niederschläge zur Zeit der Fleckenmaxima ergiebt, dass er sich nicht für ein bestimmtes Urtheil entscheidet ***). Auch G. Celoria in Mailand sprach sich, 1873, in dieser Weise aus; leider stützt er aber seine Behauptung einzig auf die Mailänder, wenn schon 100jährige, Beobachtungsreihe. In der neuesten Zeit, Juni 1874, unternahm der Verfasser noch die Untersuchung der Pegelstände der Flüsse Donau, Elbe, Oder, Rhein, Seine und Weichsel für die Jahre 1778 bis 1870, wobei sich das Resultat ergab****): dass bis 1844 Sonnenflecken und mittlere jährliche Pegelhöhen ihre Maxima und Minima nahe gleichzeitig erreichen; dass

*) R. Wolf, Astronom. Mittheil. No. XXXIV und XXXV.

**) Vierteljahrsschr. der naturf. Gesellschaft in Zürich, B. XIII. S. 337.

***) C. Jelinek, Zeitschrift der öster. Gesellschaft für Meteorologie No. 6 1873.

****) Vierteljahrsschr. der naturf. Gesellschaft in Zürich, B. XIX. S. 76.

aber nach 1844 — mindestens bis 1867 — eine ähnliche Umkehrung stattfand, wie sie Köppen und Wolf, ungefähr für die gleichen Zeiten, bei den Temperaturen fanden.

Weit entschiedener, als die bis jetzt erhaltenen Resultate bei den Niederschlägen in der Form von Regen oder Schnee, spricht sich bei dem Hagel *) die Periodicität aus. Nach etwa 50 Beobachtungsreihen über Hagelfälle in Europa und Amerika, welche 15 bis 87 Jahre umfassen, ergibt sich das bestimmte Resultat, dass die meisten Hagelfälle in den Zeiten der Sonnenfleckenmaxima, die wenigsten in den Zeiten der Sonnenfleckenminima vorkommen und dass, ähnlich wie bei den Polarlichtern, die Hagelfälle wieder häufiger werden, wenn die Sonnenflecken in ihrem Abnehmen eine Störung erfahren, also wieder etwas zunehmen oder nur relativ wenig abnehmen und umgekehrt plötzlich seltener werden, wenn die Sonnenflecken stark abnehmen, oder bei der Annäherung zum Maximum relativ wenig zunehmen. Durchschnittlich verhalten sich, nach ganz verschiedener Ermittelung, die Hagelfälle in den Maximazeiten zu jenen in den Minimazeiten wie 1 zu 0,7, wobei indessen die Extreme sich zeitweise weit mehr von einander entfernen. Wir fügen hier die summirten Hagelfälle von Basel für 1827—1872, Bern 1832—1872, Delsberg 1818—1826, Einsiedeln 1818—1831, und Zürich 1832—1872, als die wenigen schweizerischen Stationen, für welche längere Beobachtungsreihen zur Verfügung stehen, nebst den fünfjährigen Mitteln, zur Ausgleichung der Unregelmässigkeiten, ein. Der bequemen Uebersicht halber setzen wir die Wolf'schen Relativzahlen wieder bei. (S. p. 24.)

Zu ganz entgegengesetzten Resultaten, wie bei den Hagelfällen, führten bis jetzt alle ähnlichen Untersuchungen über die Gewitter. Sprechen sich hie und da die Beobachtungszahlen in ihrem Wechsel in diesem oder in jenem Sinne gegenüber dem Wechsel der Sonnenflecken aus, so widersprechen sofort andere vollständig oder zeigen in keinem Sinne regelmässige Abweichungen vom Mittel. Für die Luftelektrizität ist nach Wislizenus in St. Louis, N. A., **) eine 10 (wohl auch 11) jährige Periode wahrscheinlich.

---

*) H. Fritz, Schweiz. landwirthsch. Zeitschr., Jahrg. 2, Heft 6, 11 u. 12 1874; Vierteljahrsschr. der naturf. Gesellschaft in Zürich, B. XIX. S. 71.

**) Wislizenus in Zeitschr. der öster. meteorol. Gesellsch. B. VII.

Jahre	1818	1819	1820	1821	1822	1823	1824	1825
Sonnenflecken-Relativzahlen	34	23	9	4	3	1	7	17
Summen der Hagelfälle	2	5	1	4	1	1	2	0
Fünfjährige Mittel der Hagelfälle	—	—	2,6	2,4	1,8	1,6	1,0	1,4
Jahre	**1826**	**1827**	**1828**	**1829**	**1830**	**1831**	**1832**	**1833**
Sonnenflecken-Relativzahlen	29	40	53	54	49	40	23	8
Summen der Hagelfälle	1	3	4	6	5	2	6	1
Fünfjährige Mittel der Hagelfälle	2,0	2,8	3,8	4,0	4,2	3,8	3,4	2,2
Jahre	**1834**	**1835**	**1836**	**1837**	**1838**	**1839**	**1840**	**1841**
Sonnenflecken-Relativzahlen	11	46	97	111	83	69	52	30
Summen der Hagelfälle	0	1	1	2	5	0	2	3
Fünfjährige Mittel der Hagelfälle	1,8	1,0	1,8	1,8	2,2	2,6	2,6	1,6
Jahre	**1842**	**1843**	**1844**	**1845**	**1846**	**1847**	**1848**	**1849**
Sonnenflecken-Relativzahlen	20	7	13	33	47	79	100	96
Summen der Hagelfälle	2	0	0	3	1	2	0	4
Fünfjährige Mittel der Hagelfälle	1,6	1,6	1,2	1,2	1,2	2,0	1,9	2,2
Jahre	**1850**	**1851**	**1852**	**1853**	**1854**	**1855**	**1856**	**1857**
Sonnenflecken-Relativzahlen	65	62	52	38	19	7	4	22
Summen der Hagelfälle	2	3	2	1	4	0	1	3
Fünfjährige Mittel der Hagelfälle	2,2	2,4	2,4	2,0	1,6	1,8	2,0	2,2
Jahre	**1858**	**1859**	**1860**	**1861**	**1862**	**1863**	**1864**	**1865**
Sonnenflecken-Relativzahlen	51	96	99	77	59	44	47	33
Summen der Hagelfälle	2	5	3	2	4	2	1	1
Fünfjährige Mittel der Hagelfälle	2,8	3,0	3,2	3,2	2,4	2,0	2,2	2,2
Jahre	**1866**	**1867**	**1868**	**1869**	**1870**	**1871**	**1872**	
Sonnenflecken-Relativzahlen	18	8	37	74	139	111	102	
Summen der Hagelfälle	3	4	4	5	1	3	2	
Fünfjährige Mittel der Hagelfälle	2,6	3,4	3,4	3,4	3,0	—	—	

Spiegeln sich so in den einzelnen der in der Erdatmosphäre sich vollziehenden meteorologischen Prozesse die uns in den Sonnenflecken wahrnehmbaren Veränderungen an der Sonnenoberfläche ab, so liess die Annahme, dass die Gletscher — jene von A. Mousson in Zürich treffend als höchst empfindliche Meteoroskope bezeichneten *) Eisströme — in ihrem Längenwechsel, in Folge dessen deren unteres Ende bald über die mittlere Länge sich vorschiebt, bald sich zurückzieht, ein vorzügliches Mittel bieten sollten, jenen Einfluss zu ergründen oder doch zu kontrolliren, sich um so mehr rechtfertigen, als die Ursache dieses Längenwechsels theils direct, theils indirect von der in der Umgebung der Gletscher herrschenden Temperatur abhängt. Es ist der wesentlich dabei in Betracht kommende Faktor, der Wechsel der auf den Höhen sich ablagernden Niederschläge, ebenso durch die auf der Erde herrschenden Wärmeverhältnisse bedingt, als das mehr oder minder rasche Abschmelzen davon abhängt, in welcher Weise sich der directe Einfluss der Sonnenbestrahlung auf den Gletscher geltend zu machen vermag. In dem Vorrücken oder Zurückziehen der Gletscherenden spiegeln sich demnach die Jahrestemperaturen, die Niederschläge, die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, die Bewölkung, die Windrichtungen und somit sogar die Luftdruckschwankungen ab, wozu als wichtiger Faktor hinzutritt, dass, mindestens bei allen grösseren Gletschern, die Einflüsse der einwirkenden Erscheinungen für ganze Reihen von Jahren sich summiren.

Trotz der Wichtigkeit, welche gerade diese Erscheinung für die Schweiz besitzt, müssen wir uns mit der Angabe begnügen, dass aus zahlreichen, zusammengestellten Beobachtungen mit grosser Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dass im Allgemeinen die Gletscher und Sonnenflecken ihre Maxima und Minima gleichzeitig erreichen, was den oben mitgetheilten Resultaten über die Perioden der Temperatur und Regenmengen genau entspricht, da vermehrte Mengen von Niederschlägen und verminderte Temperaturen das Stossen, verminderte Niederschlagsmengen und erhöhte Temperaturen das Zurückgehen der Gletscherenden bedingen. Die Grösse der Gletscher und lokale Einflüsse bewirken, dass nicht bei allen Gletschern der Längenwechsel zu gleicher Zeit eintritt. Besonders stark stiessen die Gletscher nach dem

---

*) A. Mousson, die Gletscher der Jetztzeit. Zürich 1854. 8.

Sonnenfleckenmaximum von 1817, dann nach 1830, 1837 und 1849, während sie in den Zwischenzeiten, namentlich um 1844, 1854 und 1865 zurückgingen. *)

Eine Untersuchung der mit den Gletschern verwandten, theilweise von solchen abstammenden Treibeismassen der Meere, der jährlichen Verschiebung der Eisgrenzen oder gar der Eisvertheilung in den Eismeeren, welche in einzelnen Jahren die Erreichung von Gebieten mit Leichtigkeit gestattet, welche nachher trotz aller aufgewandten Mühen und Mitteln längere Zeit nicht mehr zu erreichen sind, hat heutzutage wegen Mangel an hinreichendem Beobachtungsmaterial noch wenig Aussicht auf Erfolg.

Wenden wir uns jetzt zum Festen der Erde, so steht nach E. Kluge in Chemnitz die periodisch veränderliche Häufigkeit der Erdbeben und Vulkan-Ausbrüche im umgekehrten Verhältniss zu einer gleich langen Sonnenfleckenperiode, so dass sonnenfleckenreiche Jahre weniger vulkanische Ausbrüche und Erdbeben befürchten lassen, als fleckenarme.

Bei der vulkanischen Thätigkeit könnte man noch an die in Bergwerken, namentlich in Kohlengruben vorkommenden schlagenden Wetter, den Gemischen aus Grubengas mit atmosphärischer Luft, denken. Obwohl die von Scott und Galloway für England zusammengestellten Explosionen gegen 1870 hin zunahmen, so genügen deren Zusammenstellungen nicht, um irgend einen Schluss zu ziehen.

Von Erscheinungen, die auf anderen Planeten beobachtet wurden und möglicherweise in Beziehung zu den besprochenen, uns beobachtbaren Vorgängen auf der Sonne stehen, kennen wir bis jetzt nur zwei: das Eigenlicht der Venus und die Veränderungen in der Hülle Jupiters.

Wenn das meistens um die Zeiten der Sonnenfleckenmaxima, wie in den Jahren 1721, 26, 36, 59, 96, 1806, 25, 65 und 1871 beobachtete Aufleuchten des nicht von der Sonne beschienenen Theiles der Venus einem diesem Planeten angehörigen, dem irdischen Polarlichte ähnlichen Eigenlichte nur hypothetisch zugeschrieben werden kann, so stehen wir bei den in der atmosphärischen Hülle Jupiters vor sich gehenden Veränderungen vor einer jetzt schon fester begründeten Thatsache. Nach den, namentlich von A. C. Ranyard in London und Lohse auf der Sternwarte zu Bothkamp zusammengestellten ältern und neuern Jupiterbeobachtungen seit 1647, ergibt sich, dass

---

*) S. Vierteljahrsschr. der naturf. Gesellsch., Jahrg. XVII. 1872. S. 226.

in den Zeiten der Sonnenfleckenmaxima 1647, namentlich aber während aller Maxima seit 1788 in der Streifenbildung der Jupiterhülle bedeutende Veränderungen und Umbildungen vor sich gingen und weisse Wölkchen und röthliche Färbung sich zeigten, von welchen während der Zeit der Sonnenfleckenminima nichts bemerkt wurde.

Durch solche Resultate, die allerdings zu ihrer vollkommenen Aufklärung noch fortgesetzter, vielseitiger Beobachtungen und mannigfacher Untersuchungen bedürfen, ist gewiss der Beweis geliefert, dass neue physikalische Beziehungen zwischen den einzelnen Weltkörpern erkannt sind; allein unbekannt mit den Ursachen der periodischen Veränderlichkeit — ja grösstentheils unbekannt mit der Natur der Erscheinungen — sehen wir uns vor die vorläufig ganz unentscheidbare Frage gestellt: Haben die uns beobachtbaren Vorgänge auf der Sonne einen direkten Einfluss auf die zu ihnen in inniger Beziehung stehenden planetarischen Erscheinungen, oder sind die Erscheinungen auf den verschiedenen Weltkörpern, mehr oder weniger gleichzeitig, denselben Einflüssen unterworfen? *)

Der Räthsel viele bleiben dem Menschen nur allein hinsichtlich der Erscheinungen zu lösen, welche er direkt auf den verschiedenen Weltkörpern zu beobachten vermag — wir erinnern beispielsweise an die Ungleichartigkeit der nördlichen und südlichen Hemisphären der Sonne in Bezug auf die Ver-

---

*) Fast scheint es, als ob auch hier der gewaltigsten Macht des Weltraumes, der Anziehung, eine Hauptrolle zugetheilt sei. Es fallen nämlich die meisten Sonnenfleckenmaxima — namentlich die Hauptmaxima — genau oder sehr nahe mit den Quadraturen der grossen Planeten Jupiter und Saturn zusammen und es lassen sich in gleicher Weise eine sehr grosse Anzahl der sekundären Maxima mit Hülfe der Planeten Merkur, Venus und Erde darstellen; ja selbst der oben im Texte berührten Fleckenperiode von 27,687 Tagen würde in gleicher Weise durch die Annahme eines intramerkurialen Planeten mit der Umlaufszeit von 50,58 Tagen, welchem wieder 9 zwischen 1762 und 1862 beobachtete, rasch vor der Sonne vorübergegangene dunkele Körper entsprechen würden, Genüge geleistet (s. den 15. Jahrg. der Vierteljahrsschr. der naturf. Gesellschaft in Zürich, S. 344). Würde die Bemerkung von Bruhns (Astr. Nachr. No. 1631), dass zur Zeit der Sonnenfleckenminima die Kometen seltener sind als sonst, sich bestätigen, dann müssten die Ursachen der in Frage stehenden Veränderlichkeit kosmischer Erscheinungen ihre Wirkungen über bedeutend grössere Räume, als über den uns bekannten Theil des Sonnensystemes erstrecken. Die Veränderlichkeit der Sterne und der Nebel ist möglicherweise zum Theil von ähnlichen Ursachen abhängig, da einzelne Sterne, wie z. B. η Aquilæ, einen der Sonnenfleckenperiode ähnlichen Wechsel in den Helligkeitsperioden zeigen.

theilung von Wärme und Flecken, der Erde und des Marses hinsichtlich der Vertheilung von Festem und Flüssigem, bei Jupiter hinsichtlich der Gewölkevertheilung, beim Monde hinsichtlich der Vertheilung der Wallebenen und Ringgebirge —; trotzdem darf er mit dem Vertrauen in die Zukunft blicken, dass seine Kenntnisse mannigfacher Erweiterungen fähig sind und dass ihm noch mancher Einblick in die Grösse des Weltalles gestattet sein wird. Einen glänzenden Beweis hierfür erblicken wir darin, dass, während wir bis vor wenigen Jahren über die materielle Konstitution der Weltkörper nur durch die wenigen Meteorsteine belehrt wurden, welche der glückliche Zufall aus dem Weltraume unserer Erde zuführte, wir heute mit grosser Sicherheit annehmen dürfen, dass die Kometen in bestimmter Beziehung zu den mit den Meteorsteinen verwandten Sternschuppen stehen, und mit Hülfe der Spektralanalyse zu erforschen vermochten, dass nicht nur in den Meteorsteinen, sondern auch in den Planetenhüllen, auf der Sonne, in den Kometen, auf den Fixsternen, ja in den in ungeheuern Fernen den Raum durcheilenden Sternhaufen und Nebeln die gleichen Stoffe sich finden, wie auf dem Pünktlein im unendlichen All, welches wir mit dem Namen Erde belegen.

Zur Erläuterung der Beziehungen zwischen den Sonnenflecken-Erscheinungen und den physikalischen und meteorologischen Vorgängen auf der Erde, fügen wir die voranstehende Tafel bei, auf welcher Fig. 1 die Vertheilung und verhältnissmässigen Ausdehnungen der Sonnenflecken am 22. September 1870, fast unmittelbar vor den grossen Polarlichtern vom 24. und 25. September, nach einer auf dem Observatorium zu Wilna aufgenommenen, im Annuaire p. l'an 1874, publié p. l. Bureau des Longitudes veröffentlichten Photographie, Fig. 2 einen am 25. Sept. 1865 von Spörer beobachteten, in Klein's Himmelskunde abgedruckten, und Fig. 3 einen am 29. August 1866 von Weilenmann aufgenommenen und in Wolf's Astron. Mittheilungen veröffentlichten Sonnenflecken darstellen.

Der übrige Theil der Tafel enthält, wie aus den Ueberschriften hervorgeht, in graphischer Darstellung die Wolf'schen Sonnenflecken-Relativzahlen, die in Europa und der Schweiz beobachteten Nordlichter für die Zeit von 1700 bis 1873 nach den im Texte gegebenen Werthen und die Jahresmittel der täglichen magnetischen Variation in Minuten nach Wolf's Berechnung für Prag, die im Texte aufgenommenen Jahressummen der an den angeführten Orten vorgekommenen Hagelfälle und die mittleren jährlichen Pegelstände in Metern von 1800 bis 1873. Für letztere beziehen sich die Ordinaten auf die fünfjährigen Mittel der Wasserstände der Flüsse: Rhein, Elbe, Weser und Seine von 1800 bis 1810, Rhein, Elbe, Oder, Weichsel und Seine von 1811 bis 1833, Rhein, Weichsel und Seine von 1834 bis 1843, Rhein, Elbe, Weichsel, Donau und Seine von 1844 bis 1869.