

DIE BEZIEHUNGEN  
DER  
**SONNENFLECKEN**

ZU DEN  
MAGNETISCHEN UND METEOROLOGISCHEN  
ERSCHEINUNGEN DER ERDE,

VON  
**HERMANN FRITZ,**  
*Professor am Eidgenöss. Polytechnikum in Zürich.*

---

EINE VON DER HOLLÄNDISCHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN  
ZU HAARLEM GEKRÖNTE PREISSCHRIFT.

Mit drei Tafeln.

Natuurkundige Verhandelingen der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen,  
3de Verz. Deel III.

---

HAARLEM,  
DE ERVEN LOOSJES.  
1878.



DIE BEZIEHUNGEN

# SONNENFLECKEN

VON

ERSCHEINUNGEN DER ERDE

MAATSCB.  
NEDERL. LETTERK.  
LEIDEN

DE ERVEN DOOSJES  
1852



## VORWORT.

Vorliegende, von der *Holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem* am 18. Mai 1878 mit der goldnen Medaille gekrönte Preisschrift verdankt ihren Ursprung der von der genannten Gesellschaft am 20. Mai 1876 gestellten Preisfrage:

„*Quels sont les phénomènes météorologiques et magnétiques qu'on a des raisons suffisantes de croire en connexion avec les taches solaires?*“

Der Inhalt der unter dem Motto:

„In Dunkel hüllt sich die Sonne;  
Auf der Erde geschehen Zeichen“. (*Apostelgeschichte*, II, 19 u. 20)

der Gesellschaft der Wissenschaften eingesandten Abhandlung geht theilweise über die durch obige Frage bestimmten Grenzen hinaus, da es schwierig schien überall scharf auszuscheiden, wann der Zusammenhang der irdischen Erscheinungen mit der Sonnenflecken-Veränderlichkeit anzunehmen sei und wann nicht. Dem Verfasser drängte sich ferner die Ansicht auf, dass es, bei dem jetzigen Stande unseres Wissens auf dem in Betracht gezogenen Gebiete, zweckmässig sein dürfte eine möglichst vollständige und chronologisch geordnete Zusammenstellung des bisher von verschiedenen Forschern Geleisteten zu geben und soweit als möglich zu ergänzen, damit eine Entscheidung der sowohl für das practische Leben wie für die Wissenschaft gleich wichtigen Frage angebahnt werde. Wenn nebenbei und in Kürze auf Erscheinungen Rücksicht genommen wurde, welche ganz ausserhalb des Rahmens der Preisfrage liegen, so geschah dies, um ein möglichst vollständiges Bild davon zu geben, in wiefern bis jetzt die Sonnenflecken-Periode, oder die dieselbe bedingende Ursache für einflussreich auf Erscheinungen des Weltalls gehalten wurden, und in wiefern man einen Einfluss für möglich gehalten hat.

Der Verfasser verzichtete in der ganzen Abhandlung auf irgend welche mathematische Behandlung, da er sich nicht verhehlen konnte, dass, ausser bei den magnetischen Erscheinungen, das Aufstellen von Formeln so lange keinen oder nur einen geringen Werth hat, als nicht ein ganz bestimmter



Zusammenhang irgend einer Erscheinung und der Sonnenflecken-Veränderlichkeit nachgewiesen ist, und unser Beobachtungsmaterial nicht nach Zeit und Raum ausgedehnter und der Qualität nach homogener ist, als dies bis jetzt der Fall sein konnte. Die Formeln haben gar keinen Werth, so lange sie nicht für längere Zeiträume mindestens eine annähernde Gültigkeit haben können. Lassen doch selbst die Sonnenflecken-Beobachtungen vor Schwabe's Zeit noch häufig zu wünschen übrig. Möglichste Einfachheit der Untersuchung schien uns das Zweckmässigste. Keine Voreingenommenheit, wie sie durch Vermehrung der Gewichte für die den Sonnenflecken-Maximas oder Minimas angehörigen Beobachtungszahlen ausgedrückt würde, oder Aehnliches sollte die Untersuchung beeinflussen. Die in den meisten Fällen durchgeführte Ausgleichung der Zahlenreihen, durch Berechnung 5 jähriger Mittel, soll nur dazu dienen allzugrosse Unregelmässigkeiten in den Reihen einigermaßen zu beseitigen, ohne den Gesamteindruck zu schädigen. Ferner verzichtete der Verfasser fast überall auf die genauere Bestimmung des Voreilens oder Nachfolgens der Maxima oder Minima der Erscheinungswerthe gegenüber den Sonnenflecken-Wendepunkte, weil er nicht anzuerkennen vermag, dass die Detailsbestimmungen möglich sind, bevor die Hauptgesetze endgültig klar gelegt sind. Die Zeit eines endgültigen Entscheides ist aber wahrlich für die meisten Erscheinungen noch nicht gekommen.

„Man erkundige sich um's Phänomen, nehme es so genau damit als  
„möglich und sehe, wie weit man in der Einsicht und in praktischer  
„Anwendung damit kommen kann“

lehrt uns der Altmeister Göthe.

An dieser Stelle sei den Herrn Directoren J. Hann in Wien und G. Spörer in Potsdam, wie dem Herrn Dr. Hahn in Leipzig der Dank für die Freundlichkeit ausgesprochen, mit der sie, theilweise unbekannt mit dem Zwecke, es möglich machten mehrere werthvolle Ergänzungen der Abhandlung einzuflechten; am meisten zum Danke fühlen wir uns aber verpflichtet gegenüber dem Manne, der nicht nur, als langjähriger Freund, für die vorliegende Abhandlung stets das regste Interesse zeigte und zur Vervollständigung derselben Wesentliches beitrug, sondern dessen unermüdlichen Thätigkeit es ermöglichte, eingehendere Untersuchungen auf dem Gebiete der Sonnenflecken-Veränderlichkeit zu unternehmen, dem Director der Züricher Sternwarte, Herrn Prof. Dr. Rudolf Wolf.

Zürich im Juli 1878.

DER VERFASSER.



## INHALTSVERZEICHNISS.

---

Einleitung.....	S.	1.
Erdmagnetismus.....	„	5.
Polarlicht.....	„	22.
Temperatur.....	„	61.
Hydrometeore.....	„	109.
Regen, Schnee, Feuchtigkeit der Luft.		
Hagel.....	„	148.
Gletscher.....	„	161.
Eisverhältnisse.....	„	167.
Luftdruck.....	„	177.
Winde.....	„	185.
Bewölkung.....	„	211.
Atmosphärische Electricität.....	„	223.
Secundäre Erscheinungen.....	„	239.
Erdinneres und Sonnensystem.....	„	241.
Zusammenstellung der wichtigsten Resultate.....	„	247.
Erklärung zu den drei Tafeln graphischer Darstellung.....	„	276.

---



INHALTSVERZEICHNISS

Fachauswahl ..... 1

Einleitung ..... 2

1. Die Aufgaben der Technik ..... 3

2. Die Entwicklung der Technik ..... 4

3. Die Bedeutung der Technik ..... 5

4. Die Verantwortung der Technik ..... 6

5. Die Zukunft der Technik ..... 7

6. Die Technik und die Gesellschaft ..... 8

7. Die Technik und die Umwelt ..... 9

8. Die Technik und die Ethik ..... 10

9. Die Technik und die Politik ..... 11

10. Die Technik und die Kultur ..... 12

11. Die Technik und die Philosophie ..... 13

12. Die Technik und die Religion ..... 14

13. Die Technik und die Kunst ..... 15

14. Die Technik und die Wissenschaft ..... 16

15. Die Technik und die Medizin ..... 17

16. Die Technik und die Landwirtschaft ..... 18

17. Die Technik und die Industrie ..... 19

18. Die Technik und die Dienstleistungen ..... 20

19. Die Technik und die Transportmittel ..... 21

20. Die Technik und die Kommunikation ..... 22

21. Die Technik und die Energie ..... 23

22. Die Technik und die Raumfahrt ..... 24

23. Die Technik und die Nanotechnik ..... 25

24. Die Technik und die Biotechnik ..... 26

25. Die Technik und die Informatik ..... 27

26. Die Technik und die Robotik ..... 28

27. Die Technik und die Künstliche Intelligenz ..... 29

28. Die Technik und die Virtual Reality ..... 30

29. Die Technik und die Augmented Reality ..... 31

30. Die Technik und die Internet of Things ..... 32

31. Die Technik und die Smart Cities ..... 33

32. Die Technik und die Smart Homes ..... 34

33. Die Technik und die Smart Cars ..... 35

34. Die Technik und die Smart Grids ..... 36

35. Die Technik und die Smart Factories ..... 37

36. Die Technik und die Smart Agriculture ..... 38

37. Die Technik und die Smart Education ..... 39

38. Die Technik und die Smart Healthcare ..... 40

39. Die Technik und die Smart Mobility ..... 41

40. Die Technik und die Smart Infrastructure ..... 42

41. Die Technik und die Smart Governance ..... 43

42. Die Technik und die Smart Living ..... 44

43. Die Technik und die Smart Cities 2.0 ..... 45

44. Die Technik und die Smart Regions ..... 46

45. Die Technik und die Smart Countries ..... 47

46. Die Technik und die Smart World ..... 48

47. Die Technik und die Smart Future ..... 49

48. Die Technik und die Smart Tomorrow ..... 50

49. Die Technik und die Smart Yesterday ..... 51

50. Die Technik und die Smart Today ..... 52

51. Die Technik und die Smart Now ..... 53

52. Die Technik und die Smart Here ..... 54

53. Die Technik und die Smart There ..... 55

54. Die Technik und die Smart Everywhere ..... 56

55. Die Technik und die Smart Anywhere ..... 57

56. Die Technik und die Smart Somewhere ..... 58

57. Die Technik und die Smart Nowhere ..... 59

58. Die Technik und die Smart Somewhere Else ..... 60

59. Die Technik und die Smart Anywhere Else ..... 61

60. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else ..... 62

61. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else ..... 63

62. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else ..... 64

63. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else ..... 65

64. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else ..... 66

65. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else ..... 67

66. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else ..... 68

67. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else ..... 69

68. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else ..... 70

69. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else ..... 71

70. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else ..... 72

71. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else ..... 73

72. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 74

73. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 75

74. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 76

75. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 77

76. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 78

77. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 79

78. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 80

79. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 81

80. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 82

81. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 83

82. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 84

83. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 85

84. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 86

85. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 87

86. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 88

87. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 89

88. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 90

89. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 91

90. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 92

91. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 93

92. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 94

93. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 95

94. Die Technik und die Smart Somewhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 96

95. Die Technik und die Smart Anywhere Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else Else ..... 97

96. Die Technik und die Smart Somewhere Else ..... 98

97. Die Technik und die Smart Anywhere Else ..... 99

98. Die Technik und die Smart Somewhere Else ..... 100

99. Die Technik und die Smart Anywhere Else ..... 101

100. Die Technik und die Smart Somewhere Else ..... 102



## EINLEITUNG.

„Du weisst, der Raum ist gross  
Und wenn du auch schon viel von ihm durchschritten  
Hast du den Kreis doch noch nicht ganz durchmessen.  
Drum, wenn auch etwas Neues uns erscheint  
Braucht desshalb Staunen nicht dein Blick zu zeigen“.

Dante „Hölle“, Ges. XIV.

Johannes Keppler's Ausspruch: „Ich habe glücklich ein glanzvolles Thor zur Wahrheit gefunden“, war nach der Auffindung seiner drei Gesetze über die Bewegung der Planeten um die Sonne gewiss gerechtfertigt. Trotz aller seiner Phantasie vermogte der grosse Mann aber nicht zu ahnen, dass die Entdeckung der Gebilde auf der Sonne, wovon er eines für den Planeten Mercur hielt, als er am 28. Mai 1607 den „*Planeten Mercur im Bezircke der Sonnenkugel*“ zu sehen glaubte, zur Auffindung neuer, kaum weniger wichtigen, wie die von ihm gefundenen Beziehungen zwischen der Sonne und den Planeten führen würde. Die Entdeckung dieser Beziehungen blieb dem 19. Jahrhundert vorbehalten.

Zu verschiedenen Zeiten, wie im Jahre 45 vor Chr., dann in den Jahren 626, 807, 840, 1096, 1588 und selbst, wie oben angeführt, 1607 hatte man in Europa, zwischen 301 und 1205 in China mindestens 44 mal Flecken auf der Sonne beobachtet, ohne dass man sich, wenigstens in Europa, damit befreunden konnte, dass die Flecken der Sonne, die man für einen durchaus gleichförmig leuchtenden Körper ansah, angehören könnten. J. Keppler hielt den 1607 gesehenen Sonnenfleck für den Planeten Mercur und glaubte die in *Annal. Laurisheimenses* angeführte Sonnenfleck-Erscheinung von 807 auf 808 verlegen zu müssen, weil, nach seiner Berechnung, Mercur 808 und nicht 807



durch die Sonne gegangen sein konnte. Christoph Scheiner, der langjährige Beobachter der Sonnenflecken, war selbst anfänglich der Ansicht: die Flecken seien vor der Sonne vorüberziehende Weltkörper. Tarde wollte diese Körper die *bourbonischen*, Malapertuis die *österreichischen* Gestirne benennen. Die regelmässigen und genauen Beobachtungen im zweiten Jahrzehnt des 17. Jahrhunderts sollten zuerst diese Frage entscheiden, nachdem fast gleichzeitig Johannes Fabricius in Osteel in Friesland, Galileo Galiläi in Padua (?) und Thomas Harriot in London, Flecken auf der Sonne entdeckt hatten. Wer von diesen Dreien zuerst die Sonnenflecken beobachtete ist keineswegs entschieden; sicher ist, dass J. Fabricius die Entdeckung am ersten veröffentlichte.

J. Fabricius entdeckte die Sonnenflecken spätestens in der ersten Hälfte des December 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. Welsler, schon vor 18 Monaten, also im October 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. December (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 in Ingolstadt sah im März 1611 die ersten Sonnenflecken; seine regelmässigen Beobachtungen begannen am 21. October 1611 (*Tres epistolae de maculis solaribus u. s. w.* Augsb. 1612, 4°. Scheiner's Hauptwerk ist: *Rosa Ursina*, Bracciani 1630, fol.) Bezeichnend für die zu jener Zeit herrschenden Ansichten ist der Ausspruch des Provincialen Scheiners, Busäus, der jenem auf die Mittheilung 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!“



Die Genannten (Fabricius, Galiläi, Harriot und Scheiner, dieser von 1611 an) beobachteten die Sonnenflecken längere Zeit und erkannten, dass dieselben der Sonnenoberfläche angehören. Sie bestimmten mit Hülfe der scheinbaren Bewegung derselben die Lage des Sonnenäquators, die Rotationszeit der Sonne zu  $25\frac{1}{2}$  Tagen und fanden, dass die Flecken nicht zu allen Zeiten gleichhäufig erscheinen, dass die Flecken sich in zwei unweit des Sonnenäquators gelegenen Zonen — die königlichen genannt — auftreten und den Polargegenden der Sonne ganz fehlen. Ueber die Natur der oft ungeheuere Dimensionen annehmenden Sonnenflecken wurden von den ersten Zeiten an bis heute die abweichendsten Ansichten ausgesprochen, ohne dabei über, oft sich ganz widersprechende, Hypothesen hinausgekommen zu sein.

Blieb auch die Natur der Sonnenflecken ein Geheimniss, ja ein Räthsel, so sollte es doch dem 19. Jahrhundert gelingen mit Hülfe der Sonnenflecken Einwirkungen der Sonne auf die Planeten oder kosmische die Sonne und die Planeten gemeinschaftlich beherrschende Einflüsse nachzuweisen, deren genaue Erforschung nicht nur von höchstem Interesse für die Wissenschaft ist, sondern auch dem practischen Leben von hoher Bedeutung zu werden verspricht.

Registrierte man die Fleckenbeobachtungen in den beiden letzten Jahrhunderten beinahe nur in den Zeiten grosser Häufigkeit, so fing man in dem jetzigen an mit mehr Ausdauer und nach bestimmten Planen die Sonne zu erforschen. Das grösste Verdienst hierbei gebührt dem 1875, in seinem 86. Lebensjahre verstorbenen Hofrathe Samuel Heinrich Schwabe in Dessau, der vom 5. Januar 1826 bis zum 15. December 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 Fleckenbildung nachzuweisen <sup>1)</sup>. 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.

Diesem Resultate sollten bald andere von nicht geringerer Bedeutung folgen. Man fand nämlich, dass mehr oder weniger genau übereinstimmend *irdische*

---

<sup>1)</sup> 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, 1830, 1837 und die Minima von 1823 und 1834 so entschieden zeigenden Beobachtungen die *Periodicität der Sonnenflecken* auffand, die Schwabe schon nach 16 jähriger Beobachtung erkannte.



*Erscheinungen nach den gleichen Perioden wechselnde Veränderlichkeit zeigen, wie die Sonnenflecken.*

Befinden wir uns auch erst im ersten Stadium des Erkennens in dieser Richtung; so sind doch für einige Erscheinungen die Beziehungen zu den Sonnenflecken derartig festgestellt worden, dass ein Zweifel dagegen nicht mehr aufzukommen vermag. Die Zukunft wird uns aller Voraussicht nach — und zwar nicht nur für unsere Erde — derartig mit erweitertem Wissen auf diesem Gebiete bereichern, dass man schon jetzt zur Wiederholung des Keppler'schen Ausspruches berechtigt ist: „Ein neues glanzvolles Thor zur Wahrheit ist gefunden“! Wie aber dem Keppler ein Newton folgen musste, um das Innere des verschlossenen Tempels in seiner vollen Klarheit zu zeigen, so wartet auch dieser Zweig unseres Wissens noch seines Newton's.

„Die Glorie dessen, was da Alles reget,  
Durchdringt das ganze Weltall und erstrahlet  
In einem Theile mehr, im andern minder“.

Dante „Paradies“, Ges. I.



## ERDMAGNETISMUS.

Im Jahre 1852 veröffentlichten Rudolf Wolf in Bern, dermalen Director der Eidgenöss. Sternwarte in Zürich, Oberst Eduard Sabine in London, und Alfred Gautier in Genf gleichzeitig — eine in der Wissenschaft nicht vereinzelt stehende Erscheinung — in drei verschiedenen Zeitschriften <sup>1)</sup> die Mittheilung: „dass die tägliche Variation der Declinations-Magnetnadel mit der Sonnenfleckenperiode gleiche Länge habe, und dass die Variation den grössten Werth in jener Zeit erreiche, in welcher die Sonnenflecken am häufigsten, den kleinsten Werth, wenn dieselben am seltensten seien“.

Der parallele Gang beider Erscheinungen seit den ersten Beobachtungsjahren Schwabe's — seit 1826 — 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 öfters beträchtlich abweichenden Perioden zu 11,11 Jahre. Weitere Untersuchungen ergaben ihm, dass diese Periode sich der Periode der täglichen Variation der Declinationsnadel besser anschliesse, als eine 10 jährige, wie sie Schwabe glaubte annehmen zu sollen, oder als die später von Lamont in München zu 10,43 Jahren bestimmte. Wolf fand ferner, dass man, mit Hülfe älterer Beobachtungen, aus den in einem Jahre sichtbar gewesenen Flecken direkt auf die magnetischen Variationen der einzelnen Orte, für welche mehrjährige Beobachtungen vorliegen, zu schliessen vermöge. Er berechnete, unter Anderm, nach seinen Fleckentabellen und unter Benützung älterer Variationsbeobachtungen, die damals noch nicht für das gleiche Jahr veröffentlichte magnetische mittlere tägliche *Declinations-Variation* für Prag von 1859 zu 10,36 Minuten

<sup>1)</sup> R. Wolf in *Mittheilungen d. naturf. Gesellsch.* in Bern 1852 N<sup>o</sup>. 245.

E. Sabine in *Philos. Transactions* 1852.

A. Gautier in *Biblioth. universelle*, juillet et août 1852.

Dem Datum nach war Sabine der erste Entdecker (s. Wolf in *Mittheil. über die Sonnenflecken* N<sup>o</sup>. III, S. 36).



und erhielt alsbald nach der Veröffentlichung dieses Resultates von dem damaligen Director der Prager Sternwarte, J. G. Böhm, das Resultat der Beobachtung, welches 10,44 Minuten betrug.

Ermöglicht wurde die genauere Bestimmung der Perioden und Periodenlängen der Sonnenflecken durch das ebenso einfache, als practische System der *Relativzahlen*, welches Wolf aufstellte. In diesem Systeme wird sowohl der Anzahl der sichtbar gewesenen Flecken, wie deren Grösse dadurch Rechnung getragen, dass nach der Abzählung der erschienenen Flecken und Gruppen beide addirt werden, nachdem durch Verzehnfachung der Gruppenzahl ein entsprechendes Gewicht ertheilt wurde. Die Zweckmässigkeit des von Wolf schon für seine ersten Sonnenflecken-Beobachtungen von 1849 adoptirten Relativzahlen wurde namentlich bewiesen, als dieselben mit den seit 1864 in Kew und seit 1871 in Rom vorgenommenen zahlreichen Messungen der von den Sonnenflecken eingenommenen Flächen verglichen werden konnten (S. Dr. R. Wolf *Astronomische Mittheilungen* N<sup>o</sup>. XXXIII und XXXVI).

Wir lassen zunächst die von Wolf aufgestellten *Perioden der Veränderlichkeit der Sonnenflecken* folgen, welchen wir, von 1700 an, die jährlichen Relativzahlen <sup>1)</sup> und später, des Vergleiches halber, die Beobachtungsreihen von Schwabe, Secchi, Spörer, Stark und Warren de la Rue folgen lassen.

WOLF'S PERIODEN DER SONNENFLECKEN (in Wolf's *Astronomischen Mittheilungen*).  
Epochen der

MAXIMA.	MINIMA.	MAXIMA.	MINIMA.	MAXIMA.	MINIMA.
1615,5	1610,8	1718,2	1712,0	1816,4	1810,6
1626,0	1619,0	1727,5	1723,5	1829,9	1823,3
1639,5	1634,0	1738,7	1734,0	1837,2	1833,9
1649,0	1645,0	1750,3	1745,0	1848,1	1843,5
1660,0	1655,0	1761,5	1755,2	1860,1	1856,0
1675,0	1666,0	1769,7	1766,5	1870,6	1867,2
1685,0	1679,5	1778,4	1775,5		
1693,0	1689,5	1788,1	1784,7		
1705,5	1698,0	1804,2	1798,3		

<sup>1)</sup> Wenn wir die ursprünglichen Relativzahlen, nicht aber die in der neuesten Zeit von Wolf (in N<sup>o</sup>. XLII seiner *Astronom. Mittheil.*) veröffentlichten ausgeglichenen Zahlen benützten, so geschah dies, um die häufig charakteristischen Unregelmässigkeiten des Verlaufes des Sonnenfleckenwechsels bestimmter heraustreten zu lassen, als es bei jenen Zahlen der Fall ist, welche die Mittel aus den je 12 auf einanderfolgenden Monatszahlen und den auf diese Weise gefundenen beiden Nachbarzahlen sind.



JAHR.	WOLF'S RELATIV- ZAHLEN.	JAHR.	WOLF'S RELATIV- ZAHLEN.	JAHR.	WOLF'S RELATIV- ZAHLEN.	JAHR.	WOLF'S RELATIV- ZAHLEN.	SCHWABE'S ANZAHL DER				
								Beobach- tungstage.	Flecken freien Tage.	Flecken- gruppen.		
1700	5,0 ?	1750	68,2 Max.	1800	18,5	1850	66,5 †	308	2	186		
1	10,0 ?	51	40,9 †	1	38,6	51	64,5 †	308	—	151		
2	15,0 ?	52	33,2 †	2	57,8	52	54,2 †	337	2	125		
3	21,0	53	23,1	3	65,0	53	39,0 †	299	4	91		
4	31,4	54	16,4	4	75,0 Max.	54	20,6 †	334	65	67		
5	48,6 † Max.	55	7,3 Min.	5	50,0	55	6,7 †	313	146	38		
6	25,8	56	10,9	6	25,0	56	4,3 † Min.	321	193	34		
7	18,8	57	35,0	7	15,0	57	22,8 †	324	52	98		
8	9,7	58	55,2	8	7,2	58	54,8 †	335	—	202		
9	7,1 †	59	48,6	9	3,4	59	93,8 †	343	—	205		
1710	2,5 ?	1760	48,9 †	1810	0,0 †	1860	95,7 † Max.	332	—	211		
11	0,0	61	75,0 † Max.	11	1,2 †	61	77,2 †	322	—	204		
12	0,0 Min.	62	50,6 †	12	5,4 †	62	59,1 †	317	3	160		
13	2,2	63	37,4 †	13	13,7 †	63	44,0 †	330	2	124		
14	9,6	64	34,5 †	14	20,0(?)	64	46,9 †	325	4	130		
15	24,7	65	23,0	15	35,0(?)	65	30,5 †	307	26	93		
16	39,9 †	66	17,5 Min.	16	45,5 † Max.	66	16,3 †	349	76	46		
17	52,3 †	67	33,6	17	43,5 †	67	7,3 † Min.	312	195	25		
18	50,0(?) Max.	68	52,5	18	34,1 †	68	37,3 †	301	23	101		
19	34,0 †	69	108,3	19	24,2 †	69	73,9 †	—	—	—		
1720	25,3	1770	79,4 † Max.	1820	15,0 †	1870	139,1 †	—	—	—		
21	23,8	71	73,2 †	21	6,1 †	71	111,2 †	—	—	—		
22	20,0	72	49,2	22	4,0 †	72	101,7 †	—	—	—		
23	10,0(?) Min.	73	39,8	23	1,8 † Min.	73	66,3 †	—	—	—		
24	19,4	74	47,6(?)	24	8,6 †	74	44,6 †	—	—	—		
25	34,5	75	27,5 Min.	25	15,6 †	75	17,1 †	—	—	—		
26	64,0	76	35,2	26	36,0 †	76	11,3 †	—	—	—		
27	90,0	77	63,0	27	49,4 †	77	12,3 †	—	—	—		
28	80,0(?)	78	94,8 Max.	28	62,5 †	277	22	118	—	—		
29	60,0(?)	79	90,2	29	67,3 †	273	2	161	—	—		
30	40,0(?)	1780	72,6	1830	70,7 † Max.	282	—	225	—	—		
1731	25,0(?)	81	67,7	31	47,8 †	244	—	199	—	—		
32	10,0(?)	82	33,2	32	27,5 †	217	1	190	—	—		
33	5,0(?)	83	22,5	33	8,5 †	239	3	149	—	—		
34	15,0(?) Min.	84	5,0	34	13,2 † Min.	270	49	84	—	—		
35	30,0(?)	85	21,2	35	56,9 †	267	139	33	—	—		
36	58,0(?)	86	86,6	36	121,8 †	273	120	51	—	—		
37	66,0	87	104,8	37	138,2 † Max.	244	18	173	—	—		
38	85,0(?)	88	107,8 Max.	38	103,2 †	200	—	272	—	—		
39	78,5 Max.	89	110,7	39	85,8 †	168	—	333	—	—		
1740	60,0(?)	1790	84,4	1840	63,2 †	202	—	282	—	—		
41	35,0(?)	91	53,4	41	36,8 †	205	—	162	—	—		
42	18,3	92	47,5(?)	42	24,2 †	263	3	152	—	—		
43	14,6	93	40,2(?)	43	10,6 † Min.	283	15	102	—	—		
44	5,0(?)	94	34,3	44	15,0 †	307	64	68	—	—		
45	10,0(?) Min.	95	22,3	45	40,1 †	324	149	34	—	—		
46	20,0(?)	96	15,1	46	61,5 †	320	111	52	—	—		
47	35,0(?)	97	7,8	47	98,5 †	332	29	114	—	—		
48	50,0(?)	98	4,4 Min.	48	124,3 † Max.	314	1	157	—	—		
49	63,8(?)	99	10,2 †	49	95,9 †	276	—	257	—	—		
						278	—	330	1870	147	0	305
						285	—	238	71	380	0	304
									72	315	0	292

SONNEN-  
FLECKEN-  
BEOBACHTUNG.

SCHWABE'S

Anzahl der Beobachtungstage.	Anzahl der Tage ohne Flecken.	Anzahl sämtlicher Fleckengruppen.
277	22	118
273	2	161
282	—	225
244	—	199
217	1	190
239	3	149
270	49	84
267	139	33
273	120	51
244	18	173
200	—	272
168	—	333
202	—	282
205	—	162
263	3	152
283	15	102
307	64	68
324	149	34
320	111	52
332	29	114
314	1	157
276	—	257
278	—	330
285	—	238

SECCHI IN ROM.

1859	—	—	257
1860	—	—	251
61	—	—	251
62	—	—	168
63	—	—	165
64	—	—	97
65	—	—	86
66	—	—	81
67	—	—	32
68	—	—	92
69	179	0	198
1870	147	0	305
71	380	0	304
72	315	0	292

NB. Ein † bezeichnet besonders zuverlässige, ein ? besonders unzuverlässige Zahlen.



## SONNENFLECKEN-BEOBACHTUNGEN VON AUGUSTIN STARK IN AUGSBURG

(in A. Stark „Meteorol. Jahrbücher“, Augsburg 1816, ff).

JAHR.	SONNENFLECKEN.					PACKELN.	
	KLEINE.	MITTLERE.	GROSSE.	UNTIEFEN.	SUMMEN.	SUMMEN.	
1813	463	95	60	31	618	62	
14	218	94	84	56	452	132	
15	640	122	135	93	950	130	
16	573	273	208	130	1184	130	Maximum.
17	335	196	209	120	864	90	
18	206	96	87	91	842	50	
19	163	51	72	74	360	31	
1820	118	55	36	26	235	21	
21	37	16	19	14	86	4	
22	34	21	15	10	80	43	
23	3	1	2	2	8	16	Minimum.
24	50	28	25	21	124	34	
25	127	50	55	30	262	48	
26	298	106	69	40	513	42	
27	545	191	171	189	1096	71	
28	649	290	159	297	1395	277	
29	1089	447	150	331	2017	815	Maximum.
1830	999	320	119	268	1706	513	
31	485	163	75	150	873	157	
32	200	90	40	74	404	30	
33	32	20	20	31	103	25	Minimum.
34	183	69	30	47	329	186	
35	571	198	91	182	1042	335	
36	1715	377	184	288	2564	255	Maximum.
1837	1046	346	125	196	1713	110	

Diese Wendepunkte stimmen nahe mit jenen der Wolf'schen Perioden überein.

BESTIMMUNG DER GRÖSSENVERHÄLTNISSSE DER SONNENFLECKEN  
NACH WARREN DE LA RUE.

(Philos. Transact. 1869, 1870.)

JAHR.	FLECKENGRÖSSE IN MILLIONTEL DER SONNENBERFL.		JAHR.	FLECKENGRÖSSE IN MILLIONTEL DER SONNENBERFL.		JAHR.	FLECKENGRÖSSE IN MILLIONTEL DER SONNENBERFL.	
1832	196		1847	1127	Max.	1862	1165	
33	73	Min.	48	1112	1847,87	63	749	
34	142	1833,91	49	755		64	815	
35	837		1850	583		65	542	
36	1407	Max.	51	658		66	199	
37	1336	1836,97	52	522		67	188	Min.
38	876		53	350		68	499	1867,12
39	817		54	198		69		
1840	575		55	82				
41	340		56	40	Min.			
42	209		57	227	1856,30			
43	108	Min.	58	763				
44	197	1843,72	59	1390	Max.			
45	396		1860	1343	1859,67			
46	599		61	1310				



## SONNENFLECKEN-BEOBACHTUNGEN VON G. SPÖRER IN ANKLAM UND POTSDAM.

(nach Spörer „Beobacht. d. Sonnenflecken und schriftlicher Mittheilung“).

JAHR.	Nördl. Hemisphäre.		Südl. Hemisphäre.		Beide Hemisphären.	
	Häufigkeit.	Breite.	Häufigkeit.	Breite.	Häufigkeit.	Breite.
1854	138	10°,26	90	9°,30	228	9°,91
55	46	7,20	48	8,35	94	7,79
56	21	8,33	9	9,00	30	8,53
	3	31,70	32	28,75	35	28,97
57	9	3,40	—	—	310	23,90
	144	23,56	157	24,36		
58	236	20,67	526	20,57	762	20,62
59	432	17,33	537	17,07	969	17,18
1860	712	17,80	695	16,76	1407	17,29
61	622	14,22	563	14,48	1185	14,34
62	373	12,74	400	11,98	773	12,34
63	366	10,79	262	10,43	568	10,62
64	283	11,07	244	10,16	527	10,66
65	200	9,26	172	10,16	372	9,67
66	101	9,36	83	8,46	184	8,93
67	43	7,96	8	7,44	51	7,88
	13	26,84	52	22,92	65	23,71
68	178	24,94	278	21,83	456	23,05
69	428	21,68	479	12,63	907	21,65
1870	738	16,96	765	18,88	1503	17,94
71	545	17,83	605	14,78	1150	16,22
72	523	15,98	618	13,25	1141	14,51
73	330	13,34	415	11,15	745	12,12
74	249	10,96	246	11,23	495	11,10
75	106	11,2	91	10,6	197	10,75
76	44	10,3	81	9,9	125	10,07
77	48	8,3	66	9,7	114	9,15

Diese angeführten Beobachtungsreihen bestätigen sämtlich, mindestens für dieses Jahrhundert, die Richtigkeit der von Wolf aufgestellten Wendepunkte des Wechsels der Häufigkeit der auf der Sonnenoberfläche erkennbaren Sonnenflecken; sie bestätigen ferner die Berechtigung der 11,11 jährigen Periode, wie einer grösseren, etwa 5 kleinere (eifjährigen) umfassenden Periode von nahe 56 Jahren, mit den Hauptmaximas 1727—1738, 1788, 1837—1848. Auf diese grössere Periode kommen wir später eingehender zurück.

Die Wolf'schen Arbeiten, welche für 270 Jahre die einzelnen Sonnenfleckenperioden und mindestens für 170 Jahre den jährlichen Gang der Sonnenfleckenerscheinung verfolgen lassen, dienen zunächst zur Begründung und weiteren Untersuchung des neu gefundenen Gesetzes für den Erdmagnetismus; dann aber zur Untersuchung in ähnlicher Richtung von Erscheinungen, für welche längere und theilweise zuverlässigere Beobachtungsreihen vorliegen, als für die tägliche Variation der Magnetnadel. Wie sehr sich die 1852 aufgefundene Entdeckung, die erste, im Gebiete durch Zählen oder Messen bestimmbarer



solarer und tellurischer Erscheinungen mit parallelem Gange, im Verlaufe der folgenden Jahrzehnte bestätigte, ersehen wir aus folgender Tabelle, in welcher für die Zeit von 1834 an bis zur Gegenwart neben den Relativzahlen Wolf's, die wir, wie in der Folge durchgehends, zu ganzen Zahlen abrunden, für eine grosse Anzahl Orte der Erde die täglichen magnetischen Declinations-Variationen, in Minuten ausgedrückt, zusammengestellt sind. (Siehe Tab. S. 11).

Aeltere Beobachtungen sind, der Beobachtungs-Instrumente halber, weniger zuverlässig. Benützen wir die von J. A. Brown (in London, Edinburgh and Dublin *Phil. Mag.* 1858) und von Wolf (in *Poggend. Annal.* 1862) veröffentlichten Zusammenstellungen, so lassen sich trotz dem die entsprechenden Perioden, wie bei den Sonnenflecken, wieder erkennen.

Jahr.	WOLF'S Relativ- zahlen.	Variation.		Wendepunkte.	Jahr.	WOLF'S Relativ- zahlen.	Variation.		Wendepunkte.	
		WOLF Montmorency.	BROWN London.				WOLF London.	BROWN London.		
1777	63,0	11,2(?)	} 9,2	Max. 1779,5	1800	19	7,14(?)	6,7		
78	95	10,0(?)			1	39	7,74(?)	7,6		
79	90	8,5(?)			2	58	8,58(?)	8,0		
1780	73	5,5(?)			3	65	9,16(?)	8,9		
—		Mann- heim.			4	75	8,48(?)	8,0		Max. 1804,0
81	68	9,12	5	50	8,72(?)	.	Min. 1810,5			
82	33	8,11	6	2						
83	23	8,77	1813	14	6,56(?)	.	Max. 1816,8			
84	5	6,98	14	20	7,62	.				
85	21	8,56	15	35	7,66(?)	.				
		Paris.	16	46						
		9,6	17	44	8,55	8,1				
		8,56	18	34	8,81	8,9				
		Paris.	19	24	7,77	8,8				
86	87	14,00	13,9	15,0	7,79	7,8				
87	109	15,14	15,1	14,4	Paris.	10,2				
88	108	13,48	13,7	14,4			Max. 1789,0			
89	111	12,60(?)	.	12,0						
1790	84	14,85(?)	.	11,9	21	6	9,10	9,1	Min. 1823,2	
91	53	12,27(?)	.	11,3	22	4	8,83	8,8		
92	48	8,87(?)	.	9,3	23	2	8,18	8,2		
93	40	8,43(?)	.	8,4	24	9	8,20	8,2		
94	34	8,27(?)	.	7,4	25	16	9,67	9,0		
95	22	7,84(?)	.	6,9	26	36	9,67	9,8		
96	15	8,02(?)	.	7,1	27	49	11,31	11,3		
97	8	8,03(?)	.	7,4	28	63	11,52	11,5		
98	4	7,44(?)	.	7,2	29	67	13,74	13,7		Max. 1829,5
99	10	7,56(?)	.	7,1	1830	71	12,40	12,4		
					31	48	12,17(?)	11,8		

Ein Blick über die beiden Tabellen genügt, um zu erkennen, dass die Variationen der magnetischen Declinationsnadel ihre Maxima und Minima der Jahresmittel gleichzeitig mit den Sonnenflecken erreichen. Dürfen wir von den Beobachtungen vor 1834, namentlich von jenen aus dem vorigen Jahrhundert,



TABELLE DER TÄGLICHEN VARIATION DER MAGNETISCHEN DECLINATION. Jahresmittel.

Jahr.	Wolf's Relativzahlen.	Prag.	Göttingen.	München.	Kremsmün- ster.	Berlin.	Mailand.	London (Greenwich).	Petersburg.	Nertschinsk.	Toronto.	Hobarton.	Christiana.	Bombay.	Peking.	Rom.	Trevandrum.	Lissabon.	Sonnen- flecken- Perioden.
1834	13	—	7,97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Min. 1833,9
35	57	—	9,57	8,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
36	122	—	12,34	11,11	—	—	10,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
37	138	—	12,27	11,04	—	—	12,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Max. 1837,2
38	103	—	12,74	11,47	—	—	12,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
39	86	—	11,03	9,93	—	10,8	10,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1840	63	8,84	9,91	8,92	—	9,9	9,48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
41	37	7,43	8,70	7,82	—	8,1	8,42	8,7	7,10	—	9,50	8,28	—	—	—	—	—	—	
42	24	6,34	—	7,08	6,56	7,5	7,50	8,3	7,38	3,68	8,67	7,75	5,48	—	—	—	—	—	
43	11	6,57	—	7,15	6,20	7,4	7,36	8,2	6,57	3,55	8,90	7,66	5,75	—	—	—	—	—	
44	15	6,05	—	6,61	6,28	6,7	6,98	7,8	6,35	3,46	8,87	7,84	5,24	Bombay.	—	—	—	—	Min. 1843,5
45	40	6,99	—	8,13	6,66	8,0	7,61	8,5	7,40	—	9,41	8,39	5,82	—	—	—	—	—	
46	62	7,65	—	8,81	7,94	8,4	7,93	8,6	9,07(?)	—	9,27	9,06	6,10	—	—	—	—	—	
47	99	8,78	—	9,55	8,70	9,5	9,72	9,8	7,75(?)	—	10,40	9,93	7,39	—	—	—	—	—	
48	124	10,75	Utrecht.	11,55	10,92	11,1	11,37	11,3	10,03	6,04	12,11	10,63	9,10	3,49	Peking.	—	—	—	Max. 1848,1
49	96	10,27	—	10,64	10,66	11,0	9,95	10,3	9,46	5,65	11,77	8,13	8,62	3,25	—	—	—	—	
1850	67	9,97	9,63	10,44	9,14	10,5	8,91	10,0	9,99	5,74	10,88	8,57	8,50	3,29	—	—	—	—	
51	65	8,32	8,43	8,71	7,78	9,8	7,17	8,4	8,02	4,64	10,15	6,65	6,89	2,97	5,13	—	—	—	
52	54	8,09	8,12	9,00	8,00	8,6	7,58	8,0	8,67	4,51	—	—	7,17	2,61	5,12	—	—	—	
53	39	7,09	7,79	8,63	7,82	8,7	7,59	7,0	7,23	4,91	—	—	6,58	2,73	5,29	—	—	—	
54	21	6,81	6,44	7,56	7,29	7,2	5,76	7,2	7,31	3,77	—	—	6,00	2,42	4,30	—	—	—	
55	7	6,41	—	7,33	6,66	7,4	5,60	6,9	6,61	3,81	—	—	5,16	2,58	4,64	—	—	—	
56	4	5,98	4,62	7,08	—	7,3	5,12	5,8	5,74	3,55	Helder.	Rom.	5,02	2,45	—	Rom (Secchi, Le Soleil).	—	—	Min. 1856,0
57	23	6,95	—	7,64	—	8,1	5,41	5,6	6,19	4,95	—	—	5,50	2,46	—	—	—	—	
58	55	7,41	5,86	9,33	—	9,2	7,71	—	—	5,26	—	—	7,95	2,72	—	—	—	—	
59	94	10,37	9,36	11,17	—	11,6	10,01	—	—	—	8,22	10,87	9,20	3,12	—	10,87	0,91	10,54	
1860	96	10,05	10,96	10,93	—	10,9	8,04	—	—	—	9,14	10,76	8,42	3,55	—	10,98	0,84	10,11	Max. 1860,1
61	77	9,17	9,13	10,38	—	10,6	7,51	—	—	—	8,31	9,40	7,82	3,28	—	9,59	0,67	9,00	
62	59	8,59	7,52	8,82	—	8,9	7,61	—	—	—	6,31	8,81	6,87	2,79	—	8,99	0,47	7,84	
63	44	8,84	6,60	8,57	—	8,2	7,26	—	—	—	6,81	7,48	7,00	2,57	—	7,86	0,42	7,65	
64	47	8,02	6,87	7,94	6,32	7,4	7,19	—	—	—	5,83	8,21	6,00	2,65	—	8,38	0,54	6,94	
65	31	7,80	6,54	7,68	6,27	7,4	5,85	—	—	—	3,36	7,44	5,72	—	—	7,59	0,31	6,61	
66	16	7,46	6,77	7,17	5,66	6,8	4,21	—	—	—	5,48	—	5,70	—	—	7,14	0,32	6,19	
67	7	6,95	6,72	7,21	5,58	7,4	4,94	—	—	7,17	4,81	—	5,69	—	—	6,59	0,31	6,15	Min. 1867,2
68	37	8,02	7,48	7,96	6,82	8,0	6,81	—	—	8,20	5,55	—	6,65	—	—	7,13	0,79	7,17	
69	74	9,22	—	9,42	8,28	9,7	8,42	—	—	10,27	—	—	7,82	—	—	8,95	0,43	8,42	
1870	139	11,41	—	12,22	10,35	12,2	11,52	—	12,15	12,47	—	—	9,95	—	—	10,97	—	10,83	Max. 1870,6
71	111	11,60	—	11,77	9,91	12,3	10,69	—	—	—	—	—	9,86	—	6,0	11,13	—	10,60	
72	102	10,70	—	10,96	—	—	10,32	—	11,58	—	—	—	9,21	—	5,49	10,65	—	9,45	
73	66	9,05	—	9,12	—	—	8,64	—	—	—	—	—	7,72	—	—	9,02	—	8,22	
74	45	7,80	—	8,33	6,86	—	7,77	—	—	—	—	—	7,09	—	—	8,11	—	7,23	
75	17	6,55	—	7,05	—	—	5,82	—	—	—	—	—	5,39	—	—	6,97	—	6,09	
76	11	6,40	—	7,07	—	—	5,56	—	—	—	—	—	5,13	—	—	—	—	—	
77	12	5,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,2	—	—	—	—	—	

Quellen: Göttingen (Resultate des magnet. Vereins); München (Lamont: 1841—1850, Pogg. Ann. B. 84); Greenwich, Bombay (Chambers: Phil. trans. B. 159); Peking (Repert. für Meteor. v. Wild); Berlin (Ber. d. k. Sternwarte 1872); Lissabon (in Nature 1876); Utrecht, Helder (Meteorol. Waarnem.); die übrigen, wenn nicht die Quellen angegeben sind, nach Wolf's Mittheilungen, worin überdiess alle die einzelnen Reihen ebenfalls zu finden sind.



in welcher Zeit mit unvollkommeneren Instrumenten, und mit weniger Aufmerksamkeit und Regelmässigkeit der Erdmagnetismus sowohl, als die Sonne beobachtet wurde, nicht die Uebereinstimmung verlangen, wie bei den neueren Beobachtungen, so finden wir doch die Sonnenfleckenperioden selbst in den älteren Beobachtungen der Declinationsnadel noch hinreichend abgespiegelt. Die neueren Beobachtungen zeigen sogar, dass Abweichungen von einem stetigen Gange im Wechsel der Sonnenfleckenhäufigkeit sich in den magnetischen Variationen übereinstimmend wiederfinden; so recht auffallend in der Zeit um 1864, für welches Jahr die Relativzahl grösser ist, als in dem vorhergehenden, trotzdem die Fleckenerscheinung ihrem Minimum zugeht; entsprechend treten in den mittleren Jahreswerthen diejenigen der in Bombay, Rom, Utrecht und Trevandrum beobachteten Variation hervor, während bei anderen Stationen die Zahlen für 1864 grösser sind, als ein stetiger Gang bedingen würde<sup>1)</sup>. Bei einer solchen Uebereinstimmung kann es nicht auffallen, wenn man aus den Beobachtungszahlen der einen Erscheinung auf jene der anderen schliessen kann, wie dies mittelst den von Wolf, für sämtliche Stationen, deren magnetischen Variationsbeobachtungen ihm bekannt geworden sind, aufgestellten Formeln ermöglicht ist und wie wir schon zu erwähnen Gelegenheit hatten.

Wolf's Formeln zur Berechnung der Werthe der Variation aus den Sonnenflecken-Relativzahlen und umgekehrt sind von der Form

$$V = \alpha + \beta \cdot R.$$

$V$  bedeutet die betreffenden mittleren Beobachtungswerthe der täglichen Variation in Bogenminuten,  $R$  die Wolf'schen Sonnenflecken-Relativzahlen;  $\alpha$  und  $\beta$  sind aus den Beobachtungen zu bestimmende Werthe und zwar  $\alpha$  eine für jeden Ort besondere Constante der Variation,  $\beta$  eine von dem Wechsel der Sonnenflecken abhängige Variable. Folgende Tabelle dient zur Erläuterung der Zweckmässigkeit der Formel, wie zur wiederholten Begründung des über den parallelen Gang beider Erscheinungen Gesagten. Die den Relativzahlen gegenübergestellten Werthe der Declinationsvariation sind berechnet nach den Formeln:

<sup>1)</sup> In einem Schreiben (1875, Januar 15.) Fearnley's in Christiania an Wolf (s. *Astronom. Mittheil.* N<sup>o</sup>. XXXVIII) bemerkt ersterer: „Aus der im vorigen Jahre beobachteten Variation ergibt sich für 1873 eine schwache Einbiegung der Variationscurve, also genau an derselben Stelle (nach einer 11 jährigen Periode) wie die charakteristische Depression in 1851 und 1852. Dem nachfolgenden in 1852 deutlich, in 1863 etwas schwächer hervortretenden secundären Maximum entsprechend, scheint diesmal (1874) eine, wenn auch nicht starke, Ausbiegung die Curve auszeichnen zu wollen.“



für Christiania . . . V = 4,92 + 0,0413 R  
 für Berlin . . . . . V = 6,73 + 0,0452 R.

Jahre.	Sonnenflecken-Relativzahlen.	Wendepunkte.	Declinationsvariation.				Jahre.	Sonnenflecken-Relativzahlen.	Wendepunkte.	Declinationsvariation.			
			CHRISTIANIA.		BERLIN.					CHRISTIANIA.		BERLIN.	
			beobachtet.	berechnet.	beobachtet.	berechnet.				beobachtet.	berechnet.	beobachtet.	berechnet.
1839	86		—	—	10,9	10,2	1858	55		7,6	7,0	9,2	8,7
1840	63		—	—	10,3	9,4	59	94		9,2	8,9	11,8	10,8
41	37		—	—	8,7	8,3	1860	96	Max.	8,4	8,9	10,8	11,2
42	24	Min.	5,5	5,6 <sup>1)</sup>	7,4	7,7	61	77		7,8	8,1	10,6	10,3
43	11		5,8	5,2	7,4	7,2	62	59		6,9	7,2	8,5	9,1
44	15		5,2	5,3	6,6	7,4	63	44		7,0	6,8	8,2	8,2
45	40		5,8	6,1	8,4	8,4	64	47		6,0	6,8	7,6	8,5
46	62		6,1	6,7	9,4	9,1	65	31		5,7	6,2	7,4	7,7
47	99	Max.	7,4	7,8	9,5	10,8	66	16		5,7	5,6	6,8	7,5
48	124		9,1	8,8	11,1	11,1	67	7	Min.	5,7	5,3	7,4	7,0
49	96		8,6	8,6	10,9	10,9	68	37		6,6	6,6	8,0	8,4
1850	67		8,5	7,4	10,5	9,6	69	74		7,8	8,4	9,7	10,0
51	65		6,9	7,3	8,9	9,5	1870	139		9,9	11,9	12,2	13,9
52	54	Min.	7,2	7,1	8,6	9,1	71	111	Max.	9,9	9,5	12,3	11,8
53	39		6,6	6,5	8,7	8,5	72	102		9,2	9,1	—	—
54	21		6,0	5,7	7,2	7,7	73	66		7,7	7,6	—	—
55	7		5,2	5,2	7,2	7,2	74	45		7,1	6,8	—	—
56	4		5,0	5,1	7,4	7,1	75	17		5,4	5,8	—	—
57	23	5,5	5,8	8,0	7,1	76	11		5,1	5,4	—	—	
						77	12		5,2	5,4	—	—	

Die folgende Zusammenstellung gibt die von Wolf (in dessen *Astron. Mittheil.*) berechneten Werthe von  $\alpha$  und  $\beta$  für diejenigen magnetischen Stationen, für welche ihm die Beobachtungen zur Verfügung standen.

MAGNET. STATIONEN.	BEOBACH-TUNGSZEIT.	$\alpha$	$\beta$	MAGNET. STATIONEN.	BEOBACH-TUNGSZEIT.	$\alpha$	$\beta$
Barnaul . . . . .	1842—1846	3,58	0,028	Mannheim . . . . .	1781—1786	7,21	0,050
Batavia . . . . .	1868—1869	—3,16	—0,016	Montmorency . . . . .	1777—1780	—	—
Berlin . . . . .	1839—1865	6,73	0,045	München . . . . .	1841—1850	6,50	0,046
Bombay . . . . .	1848—1864	2,29	0,011	" . . . . .	1851—1860	7,11	0,036
Budapest . . . . .	1871	5,52	0,045	Nertschinsk . . . . .	1842-44,48-58	3,50	0,026
Catherinenburg . . . . .	1852—1856	4,31	0,029	Paris . . . . .	1821—1830	8,24	0,076
Christiania . . . . .	1842—1856	4,81	0,040	Peking . . . . .	1851-55,68-70	4,25	0,017
" . . . . .	1852—1861	4,92	0,041	Petersburg . . . . .	1841—1856	6,18	0,040
" . . . . .	1842—1871	4,94	0,037	Philadelphia . . . . .	1840—1845	7,08	0,039
Göttingen . . . . .	1835—1840	7,79	0,046	Prag . . . . .	1840—1850	5,77	0,048
Hobarton . . . . .	1841—1851	7,51	0,019	" . . . . .	1851—1859	5,82	0,043
Krakau . . . . .	1841—1845	7,49	0,029	Rom . . . . .	1859—1865	5,48	0,054
Kremsmünster . . . . .	1842—1855	5,83	0,045	Toulon . . . . .	1867—1870	6,69	0,045
London 1759, 87, 93, 1814, 18—20		7,16	0,042	Toronto . . . . .	1841—1851	7,96	0,040
Greenwich . . . . .	1841—1857	6,67	0,039	Trevandrum . . . . .	1854—1869	0,243	0,0066
Lissabon . . . . .	1858—1875	5,42	0,045	Utrecht . . . . .	1850—54, 56, 58—64	4,32	0,063
Mailand . . . . .	1842—1871	5,28	0,043	Wien . . . . .	1864—1870	5,13	0,039

<sup>1)</sup> Die Variationswerthe sind mit Hilfe der frühern, auf die erste Decimalstelle bestimmten, Relativzahlenwerthe berechnet.



Bezüglich der Aufstellung neuer Formeln (neben den alten) unter der Annahme, dass die Einwirkung des Sonnenfleckensstandes auf die Grösse der Variation für die ganze Erde constant sei, verweisen wir auf Wolf's Originalarbeit in N<sup>o</sup>. XXXV seiner *Astronomischen Mittheilungen*, da die Formeln nicht direkt unsere vorliegende Arbeit betreffen.

Nach Wolf waren die Wendepunkte der Maxima von Sonnenflecken und magnetischen Variationen die Jahre 1789,0, 1804,0, 1816,8, 1829,5, 1837,2, 1848,6, 1860,2, und 1870,7. Das Verdienst des Erkennens eines, nach Buys-Ballot (f. *Pogg. Ann.* B. 87, S. 551) zu erst von Wenckebach vermutheten periodischen Wechsels und der ersten Bestimmungen der Länge der Perioden der magnetischen Declinationsvariation gebührt Dr. Lamont von München, der 1861 (in *Poggend. Ann.* B. 84) mit Hilfe der in obiger Variationstabelle aufgenommenen Jahresmittel für Göttingen (1834—1841), München (1841—1850), London (1813—1820) nach Beaufoy's Beobachtungen zu Bushy-Head und für Paris (1784—1788) nach Cassini's Beobachtungen, die Maxima 1786,5, 1817, 1837,5 und 1848,5 bestimmte und daraus die mittlere Periodenlänge von 10,33 Jahren ableitete (s. *Poggend. Ann.* B. 84, Ende September 1851)<sup>1)</sup>. Nach Lamont's Hypothese müssten die mittleren Maxima gefallen sein auf 1786,5, 1796,8, 1817,5, 1827,8, 1838,2, 1848,5, welche theilweise mit Wolf's Fleckenmaxima übereinstimmen. Für 1798,3 bestimmt aber Wolf ein Minimum und das erste Maximum in diesem Jahrhundert trat nach Wolf 1804 ein, während Lamont ein solches 1807 verlangt, was noch einigermaßen als zutreffend angesehen werden könnte, wenn man bedenkt, dass um jene Zeit weder für die Sonnenflecken, noch für den Erdmagnetismus hinreichend begründete Beobachtungen vorliegen und dass die Zahlen Lamont's nach einer mittleren Periode berechnet sind, von welcher die wahren Perioden stark abweichen

<sup>1)</sup> Des Vergleiches halber mögen hier die von Lamont zusammengestellten und benützten Zahlen folgen:

Paris (Cassini).		London (Gilpin).				Bushy-Head (Beaufoy).		
						Jahresmittel.	Winter.	Sommer.
1784	9,65	1795	7,6	1801	8,0	1813	—	8,89
1785	10,80	96	8,0	2	8,2	14	7,62	5,54
1786	14,00	97	7,9	3	9,2	15	—	9,73
1787	15,14	98	7,6	4	8,5	16	—	—
1788	13,18	99	7,3	5	8,6	17	—	10,87
		1800	7,1			18	8,81	6,88
						19	7,77	5,80
						20	7,79	5,95
								9,75
								9,64

Die von Lamont benützten Werthe für Göttingen und München sind in der Tabelle der magnet. Declinations-Variation enthalten.



können und in der That auch stark abweichen, wie aus Wolf's Tabellen hervorgeht. Sehr zu bedauern ist, dass gerade für die Zeit der langen — allem Anscheine nach gestörten — Periode von 15 Jahren — 1789 bis 1804 — keinerlei vollständige magnetischen Beobachtungen vorliegen. Es lassen indessen die vorliegenden Sonnenfleckenbeobachtungen, namentlich diejenigen von Flaugerques <sup>1)</sup> keinen Zweifel darüber aufkommen, dass zu der Zeit, in welcher nach Lamont ein Maximum hätte eintreten sollen, die Fleckenthätigkeit sich in einem Minimum befand. Die Gilpin'schen Zahlen, selbst angenommen, sie seien mit einer sehr trägen Magnetnadel erhalten, sprechen nicht bestimmt genug für ein Maximum der Variation um 1797. Ebenso wenig constatiren die von Loomis <sup>2)</sup> und Brown <sup>3)</sup> neuerdings zur Festlegung eines Maximums von 1796 oder 1797 in das Feld geführten *Nordlichtbeobachtungen* Dalton's in Manchester im Jahre 1797 ein Maximum: Diese Nordlichter waren alle schwach und sehr schwach und bilden keine aussergewöhnliche Ausnahme in der Polarlichterreihe. In dem mehrfach benützten Cataloge beobachteter Polarlichter des Verfassers sind aufgezeichnet, für

1793	24	Nordlichttage	1796	4	Nordlichttage	1799	7	Nordlichttage
1794	11	„	1797	14	„	1800	6	„
1795	11	„	1798	3	„	1801	8	„

Unter den 14 für 1797 aufgezählten Erscheinungen sind mehrere als: Nordlichthelle aufgeführt. Lamont dem ein Vergleich der von ihm gefundenen Perioden mit den von Schwabe beobachteten Sonnenflecken sofort den parallelen

<sup>1)</sup> Nach Flaugerques waren sichtbar:

1794	138	Flecken an	22	Beobachtungstagen.	1798	47	Flecken an	203	Beobachtungstagen.
95	131	„	67	„	99	53	„	105	„
96	201	„	160	„	1800	49	„	65	„
97	144	„	153	„					

<sup>2)</sup> Loomis in *Silliman Americ. Journ. of Science*, Ser. II, B. 50, 1870.

<sup>3)</sup> J. A. Brown in *On the decennial Periode in the Range and Disturbance of the diurnal oscillations of the magnetic Needle and in the Sun-Spots-Area*, in *Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, B. XXVII, 1876. Auch die hierin aufgestellte Vertauschung des Wolf'schen Fleckenminimums von 1775,5 durch ein Maximum 1776 kann nicht aufrecht erhalten werden, da schon 1859, durch Thiele in *Astron. Nachr.* N°. 1193, aus den Horrebow'schen Beobachtungen das Wolf'sche Fleckenminimum 1775,5 bestätigt wurde. Ueber die durch einer Vertauschung der Epochen um 1776 bedingte Aenderung der mittleren Längen der Fleckenperioden, wodurch Faye in Paris (in *Ann. d. bur. d. longit.* p. 1878) den Synchronismus der Declinationsvariation und der Sonnenfleckenhäufigkeit glaubte läugnen zu können, s. Brown a. a. O. und in *Nature*, 1878, sowie Wolf in *Astronom. Mittheil.* N°. XLVI, 1878.



Gang beider Erscheinungen hätte darlegen müssen, scheint sogar im Anfange eher Bedenken gegen die von Gautier, Sabine und Wolf gemachte Entdeckung getragen zu haben, als dass er sie geradezu annehmen wollte (s. *Fortschr. der Physik*, 1852, S. 603 u. f.). Trotzdem leiteten Lamont's Arbeiten bald zu der Ansicht, dass in der Veränderlichkeit des Erdmagnetismus, ausser der besprochenen, noch weitere Beziehungen aufzufinden sein mögten. Lamont veröffentlichte im Juni 1852 (in *Pogg. Ann.* B. 86) die Jahresmittel der Grösse des täglichen Wechsels der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus für München (*Unterschied zwischen den Beobachtungen von 23<sup>h</sup> und 6<sup>h</sup>*) in Zehntausendstel der Horizontal-Intensität ausgedrückt, welche, wenn auch nicht so regelmässig sich ändernd wie die Declinationsvariation, wohl wegen Nichtausscheidung der Störungen, ein entschiedenes Maximum auf 1848,5 zeigen, wie folgende Reihe zeigt.

1843	7,8	Zehntausendstel	1848	14,3	Zehntausendstel
44	6,9	der	49	12,0	der
45	6,6	Horizontal-Intensität	50	10,7	Horizontal-Intensität
46	11,4	für	51	9,1	für München.
47	12,1	München.			

Hansteen in Christiania fand 1857 (s. *Astron. Nachr.* N<sup>o</sup>. 1069) in der Beobachtungsreihe der *magnetischen Inclination* in Christiania eine grössere Periode, die er zu 11,33 und dann, von Fearnley auf Wolf's Periode aufmerksam gemacht, zu 11,11 Jahre bestimmte. Einem Briefe Hansteen's an Wolf in Zürich, vom 3 März 1859 (s. Wolf, *Mittheil. über Sonnenflecken* N<sup>o</sup>. IX) entnehmen wir hinsichtlich der Periode, welche sich in den Beobachtungen der Horizontal-Intensität bemerkbar macht: „Durch die Berechnung meiner Beobachtungen der *Inclination* der Magnetnadel hier in Christiania hatte ich gefunden, dass sich darin eine Undulation mit der Periode  $11\frac{1}{3}$  — ich nahm später  $11\frac{1}{3}$  — Jahre findet, deren Minima 1823,3, 1834,5, 1845,6, 1856,7 sehr nahe mit den Fleckenminimas zusammenfallen. Die Maxima der *Inclination* zeigen sich mit den Minimas der horizontalen Intensität verbunden und umgekehrt. Dies ist auch natürlich: Ist  $R$  die totale Intensität in der Richtung der Neigungsnadel,  $H$  die horizontale,  $V$  die vertikale Componente und  $i$  die *Inclination*, so ist:

$$H = R \cdot \cos i; \quad V = R \cdot \sin i; \quad \frac{V}{H} = \tan i.$$

Dadurch wurde ich auf meine Intensitätsbeobachtungen gelenkt. Sei  $T$  die Bezeichnung für die Schwingungszeit eines magnetischen Cylinders,  $n$  für die



Anzahl der Beobachtungen in einem Jahre und  $H$  für die absolute Intensität, dann erhalten wir die Tabelle

$t$	$T$	$n$	$H$
1820,71	814,63	11	1,5270
22,68	14,83	6	278
23,54	13,87	6	320
25,98	16,83	2	256
27,49	13,37	10	222
28,16	18,39	5	181
1830,53	16,98	6	249
31,75	15,57	4	307
32,43	15,04	5	329
34,98	13,94	6	382
38,58	12,05	7	467
39,48	11,70	46	448
1840,32	13,27	17	426
41,55	11,42	26	479
42,49	11,97	22	480
43,26	11,52	22	497
45,39	10,46	2	533
46,08	11,43	3	506
1850,31	9,84	2	569
51,62	7,87	2	600
54,48	7,66	2	653
55,56	7,75	23	672
56,67	7,25	2	667
57,45	6,08	4	711
58,38	6,72	9	679
58,62	5,31	2	
59,55	6,12	4	
59,67	7,69	3	
1860,60	6,04	10	
61,61	5,30	8	
62,36	5,41	8	

Die Werthe von  $H$  können annähernd dargestellt werden durch die Formel:

$$H = 1,52193 + 7,902(t - 1820,0) + 0,1307(t - 1820)^2 + 19,88 \sin[2^\circ 20' + 32^\circ,4(t - 1820)],$$

in welcher die beiden letzten Glieder die Secularveränderung angeben.

Die Formel ergibt unter der Voraussetzung einer Periode von  $11\frac{1}{3}$  Jahren, für die

Intensität: 1822,7 1833,8 1844,9 1856,0 Maxima,

Inclination: 1823,3 1834,5 1845,6 1856,7 Minima,

welche Werthe nahe mit den Sonnenfleckenminima zusammenfallen. Die wahren Maxima der Intensität 1823,54 und 1857,45 ergeben allerdings 3 Perioden von 11,3 Jahren, was aber (gegenüber 11,11 Jahren) nichts entscheidet. *Aber Sabine's Periode von 10 Jahren und Lamont's von 10 $\frac{1}{3}$  Jahren können hier nicht angewendet werden.* Hansteen sagt schliesslich: „Dass nahe dasselbe Resultat für Maxima und Minima aus zwei ganz von einander unabhängigen Beobachtungsreihen über Inclination und Intensität herauskommt, scheint mir sehr überzeugend zu sein.“



Weitere, bis jetzt vorliegende Beobachtungsreihen für die verschiedenen Elemente des Erdmagnetismus genügen, ihrer Kürze oder Unvollkommenheit halber, sehr selten zu entscheidenden Untersuchungen bezüglich einer Beziehung zu den Sonnenfleckenperioden, die wie anzunehmen ist, sich in allen Elementen, wenn auch mehr oder weniger deutlich, abspiegeln sollten, wenn die Declinations-Variation so entschiedene Resultate gibt. Das Wenige, was uns noch zur Verfügung steht, soll in Folgendem wiedergegeben werden.

Wir lassen zunächst die Zusammenstellung grösserer Declinations-Beobachtungsreihen folgen, in welcher *D* die Rubrik der Declination in Graden und Minuten und  $\Delta$  die Differenzen der Werthe der beiden aufeinanderfolgenden Jahre bezeichnet. (Die Werthe für Paris sind entnommen aus: *Annuaire météorol. pour l'an 1876*; für Brüssel aus: *Annuaire de l'observ. royal par A. Quetelet* und für München aus: *Heis, Wochenschr. für Astronomie, aus Annal. d. Münch. Sternwarte B. XVII und Wolf, Mittheil. IV*).

TABELLE DER DECLINATIONS-BEOBACHTUNGEN.

Durch Unterstreichen sind die *Sonnenflecken-Maxima*, durch [ ] deren *Minima* angedeutet.

Jahr.	Paris.		Jahr.	Paris.		Jahr.	Paris.		Jahr.	Paris.		Brüssel.		München.	
	<i>D</i>	$\Delta$		<i>D</i>	$\Delta$		<i>D</i>	$\Delta$		<i>D</i>	$\Delta$	<i>D</i>	$\Delta$	<i>D</i>	$\Delta$
1700	8°12'	+36'	1736	15°40'	+ 5'	1771	19°50'	+12'	1818	22°26'	+ 3'	—	—	—	—
1	8 48	0	37	14 45	+25	72	20 2	- 2	19	22 29	—	—	—	—	—
2	8 48	+18	38	15 10	+10	73	20 0	—	1820	—	—	—	—	—	—
3	9 6	+14	39	15 20	+10	74	—	—	21	22 25	-14	—	—	—	—
4	9 20	+15	40	15 30	+10	[75]	—	—	22	22 11	+12	—	—	—	—
5	9 35	+13	41	15 40	-30	76	—	—	[23]	22 23	0	—	—	—	—
6	9 48	+22	42	15 10	0	77	20 27	+14	24	22 23	-10	—	—	—	—
7	10 10	+ 5	43	15 10	+65	78	20 41	- 9	25	22 13	—	—	—	—	—
8	10 15	+15	44	16 15	0	79	20 32	+ 3	26	—	—	—	—	—	—
9	10 30	+20	[45]	16 15	0	1780	20 35	+12	27	22 20	-14	—	—	—	—
1710	10 50	0	46	16 15	+15	81	20 47	+14	28	22 6	+ 8	22°28'	+1'	—	—
11	10 50	+25	47	16 30	-15	82	21 1	+11	29	22 12	—	22 29	- 3	—	—
[12]	11 15	- 3	48	16 15	+15	83	21 12	+15	1830	—	—	22 26	—	—	—
13	11 12	+18	49	16 30	+45	[84]	21 27	+ 8	31	—	—	—	—	—	—
14	11 30	-20	1750	17 15	-15	85	21 35	+ 1	32	22 3	—	22 18	- 4	—	—
15	11 10	+80	51	17 0	+15	86	21 36	—	33	—	—	22 14	+ 1	—	—
16	12 30	+10	52	17 15	+ 5	87	—	—	[34]	—	—	22 15	- 9	—	—
17	12 40	-10	53	17 20	- 5	88	—	—	35	—	—	22 6	+ 2	—	—
18	12 30	0	54	17 15	+15	89	21 56	+ 4	36	—	—	22 8	- 4	—	—
19	12 30	+30	[55]	17 30	+15	1790	22 0	+ 4	37	—	—	22 4	0	—	—
1720	13 0	0	56	17 45	+15	91	22 4	—	38	—	—	22 4	-10	—	—
21	13 0	0	57	18 0	0	—	—	—	39	—	—	21 54	- 8	—	—
22	13 0	0	58	18 0	+10	98	22 15	—	1840	—	—	21 46	- 8	—	—
[23]	13 0	0	59	18 10	+20	—	—	—	41	—	—	21 38	- 2	16°54'	-7'
24	13 0	0	1760	18 30	—	1806	22 51	—	42	—	—	21 36	-10	16 48	-7
25	13 0	+45	61	—	—	7	22 25	—	[43]	—	—	21 26	- 9	16 41	-7
26	13 45	+15	62	—	—	8	22 19	—	44	—	—	21 17	- 5	16 34	-7
27	14 0	-10	63	—	—	9	22 6	—	45	—	—	21 12	- 7	16 27	-7
28	13 50	+20	64	—	—	1810	22 16	+ 9	46	—	—	21 5	- 8	16 20	-7
29	14 10	+15	65	19 0	—	[11]	22 25	+ 4	47	—	—	20 57	- 8	16 13	-7
1730	14 25	+20	[66]	—	—	12	22 29	- 1	48	20 41	- 7	20 49	-10	16 6	-7
31	14 45	+30	67	—	—	13	22 28	+ 6	49	20 34	- 2	20 39	-14	15 58	-8
32	15 15	+30	68	—	—	14	22 34	—	1850	20 32	- 7	20 25	+ 1	15 51	-7
33	15 45	-10	69	—	—	15	—	—	51	20 25	- 6	20 26	—	15 44	-7
[34]	15 35	+10	1770	19 55	- 5	16	22 25	- 6	—	—	—	—	—	—	—
35	15 45	- 5	—	—	—	17	22 19	+ 7	—	—	—	—	—	—	—



Jahr.	Paris.		Brüssel.		München.		Jahr.	Brüssel.		München.	
	D	Δ	D	Δ	D	Δ		D	Δ	D	Δ
1852	20°19'	- 2'	20°19'	-13'	15°35'	- 7'	1864	18°50'	- 2'	14° 9'	- 7'
53	20 17	- 6	20 6	- 8	15 27	- 8	65	18 48	- 7	14 2	- 8
54	20 11		19 58	- 5	15 19	- 7	66	18 41	-10	13 54	- 7
55	—		19 53	- 5	15 12	- 7	[67]	18 31	- 4	13 47	- 8
[56]	—		19 48	- 6	15 5	- 7	68	18 27	-19	13 39	- 7
57	—		19 42	- 3	14 58	- 7	69	18 8	- 9	13 32	
58	19 34	- 5	19 39	-10	14 51	- 5	1870	17 59	- 6	—	—
59	19 29	- 7	19 29	- 3	14 46	- 9	71	17 53	- 8	—	—
1860	19 22	- 4	19 32	- 7	14 37	- 9	72	17 45	- 8	—	—
61	19 18	-20	19 25	-13	14 28	- 5	73	17 37	- 7	—	—
62	18 58		19 12	-16	14 23	- 7	74	17 30	- 6	—	—
63	—		18 56		14 16		75	17 24		—	—

Berechnet man die Summen der Aenderungen der Declination für je die drei den Flecken-Maxima und Minima zunächst gelegenen Jahre, so erhält man für

	FLECKEN-MAXIMA.	MINIMA.
Paris . . . . .	+ 29,7	+ 18,7
Brüssel . . . . .	- 24,3	- 20,8
München. . . . .	- 22,5	- 20,9

Eignen sich auch die vorliegenden Reihen nicht zu gründlichen Untersuchungen, da vor Allem die einzelnen Beobachtungen auf die gleiche Jahreszeit reducirt und von gleicher Zuverlässigkeit sein müssten, so bestätigen doch die auf ganze Minuten abgerundeten Zahlen im Allgemeinen den (im Programm des Schweiz. Polytechnikums für 1866 niedergelegten) Ausspruch des Verfassers: *Bei der Declinationsänderung entsprechen den Fleckenmaximas grössere fortschreitende Bewegungen der Nadel, während kleinere und selbst rückgängige Bewegungen mehr zur Zeit des Fleckenminimums eintreten.*

Für die magnetischen Störungen vermogten wir theils nach der *Astronom. Wochenschrift* von Heis, theils nach A. H. Burkhardt's *Uebersicht der Witterung Oestreich*, wie nach anderen Quellen, für die Stationen: Brüssel, Christiania, Kremsmünster, Mailand, Prag, Rom, Wien und einige andere folgende Reihe zusammen zu stellen:

Jahre	1854	55	56	57	58	59	60	61	62	
Tage mit Störungen	60	41	27	18	5	76	73	123	97	
					(bis August)					
Jahre	1863	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Tage mit Störungen	97	75	96	73	92	101	126	137	94	132

Trotz aller Unregelmässigkeiten sprechen sich die häufigeren Störungen zur Zeit der Flecken-Maxima nur (1848), 1860 und 1871 deutlich aus.

Die Störungsbeobachtungen von Lissabon (nach J. Capello, in *Proceed. of the Roy. Soc.* B. XXIV, 1876) bestätigen den Ausspruch Lamont's vom



August 1866 (*Wochenschrift der k. Sternwarte zu München*): „Grosse magnetische Störungen sind in der letzten Zeit selten geworden, was mit dem nahenden Minimum (1867) der 10 jährigen Periode zusammenhängt“ und entsprechen den Fleckenwechsel von 1864 bis 1871. Für Lissabon traten ein

	Westliche.	Oestliche.	Westliche u. östliche Störungen.
1864	1666,3 mm.	1797,4 mm.	3463,7 mm.
65	1970,6 „	1598,4 „	3569,0 „
66	1313,4 „	1382,6 „	2696,0 „
67	832,1 „	1164,5 „	1996,6 „
68	1635,0 „	1514,7 „	3149,7 „
69	1784,9 „	1755,8 „	3540,7 „
1870	2486,0 „	1813,3 „	4299,3 „
71	2045,4 „	1734,1 „	3779,5 „

Für die südliche Erdhemisphäre berichtet Neumayer, dass 1859 magnetische Störungen sehr häufig waren; er beobachtete solche in Melbourne an 68 Tagen. Nach Moerlin (Heis, *Wochenschr.*) waren in Melbourne in den Jahren 1870 und 1871 die Störungen ebenfalls häufig. Grosse Störungen beobachtete er im Jahre 1870 an 77 Tagen. Beide Angaben gehören Sonnenfleckenmaxima an.

G. B. Airy (in *Phil. Trans.* B. 153, 1864) gibt für Greenwich

Jahre	1841	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
grosse Störungen	9	10	7	5	5	17	20	20	2	6	13	17	18	13	4	0	10

und will keine Gesetzmässigkeit darin erkennen.

Berücksichtigt man aber, dass die zunächst gelegenen Sonnenflecken-Minima auf 1843,5 und 1856,0, die Maxima auf 1837,2, 1848,1 und 1860,1 fielen und dass ferner nur die grossen Störungen gezählt sind, so lässt sich der mit dem Fleckenwechsel parallele Wechsel in der Häufigkeit der Störungen nicht verkennen. Die hohen Zahlen in den Jahren 1851 bis 1853 entsprechen genau der verzögerten Abnahme der Flecken um jene Zeit, wie den häufigen Polarlichtern von 1851 und 1852.

Obwohl auf die unvollständigen und mit unvollkommenen Instrumenten erhaltenen Beobachtungen des vergangenen Jahrhunderts kein grosser Werth zu legen ist, so mögen doch die Beobachtungen der magnetischen Störungen von Van Swinden für Franeker (s. *Recueil d. mém. sur l'analogie de l'électric. et de magnét.*) noch Berücksichtigung finden. Nach diesen waren in den

Jahren	1771	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
	8	20	33	35	27	16	34	17	21	11	14

Tage mit Störungen.



Wolf legt die zunächst liegenden Maxima der Sonnenflecken auf 1769,7 und 1778,4, die Minima auf 1775,5 und 1784,7. Wie wir später sehen werden, ergeben sich Maxima der Polarlichter für 1772,7 und 1780,3, Minima derselben 1776,2 und 1782,4 und für die Relativzahlen der Polarlichter für die

Jahre	1771	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
	103	124	140	165	139	96	156	165	261	123	168

Der Vergleich dieser Reihe mit der vorhergehende zeigt, dass zwischen 1771 bis 1777 die Störungen und Polarlichter parallel ihre Häufigkeit wechselten; dass aber die Epochen der Wendepunkte der Häufigkeit bei den Polarlichtern und Sonnenflecken, wohl wegen mangelhaftem Beobachtungsmateriale, nicht genau übereinstimmen. Da aber Van Swinden nicht alle Tage mit Störungen aufführt — er beobachtete solche an 518 Tagen, während oben nur 236 aufgeführt sind, und zwar solche, welche mit Nordlichtern correspondiren — so erklärt sich die Uebereinstimmung der Anzahl der Störungstage mit den damals beobachteten Nordlichtern, für welche um jene Zeit die Van Swinden'schen Beobachtungen eine der wichtigsten Quellen bildet. Dies erklärt auch theilweise die Abweichung der oben angegebenen Maxima- und Minima-Epochen der Polarlichter von jenen der Sonnenflecken. Diese Abweichungen sind nicht von der Grösse, dass man berechtigt wäre mit Broun das Wolf'sche Minimum von 1775 in ein Maximum umzukehren (s. Broun, in *Trans. of Roy. Soc. of Edinb.* B. XXVII). Wie schon oben bemerkt, sprechen auch die Thiele'schen Untersuchungen der Horrebow'schen Beobachtungen gegen eine solche Verschiebung. Selbst die Cott'schen Variationsbeobachtungen zu Montmorency (1777: 11',2; 1778: 10',0; 1779: 8',5; 1780: 5',5) widersprechen dem Maximum von 1778 nicht <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Broun stützt das Maximum von 1775 noch auf die von Van Swinden beobachteten irregulären tägliche Maxima, bei welchen das Nordende der Nadel die wesentlichste Stellung vor Mittag oder nach 4<sup>h</sup> p. M. erreichte. Sie betragen

1771	72	73	74	75	76	77	78	79	80
104	71	83	111	120	137	113	108	81	91

Da diese Zahlen nicht mit den Störungen parallel gehen, so ist fraglich in welcher Weise sich derartige Störungen dem Wechsel der Fleckenhäufigkeit anschmiegen oder ob dies überhaupt der Fall ist.



## POLARLICHT.

Zu Anfang des 18. Jahrhunderts vermuthete Ed. Halley in London den Zusammenhang des *Erdmagnetismus* und des *Polarlichtes*, jener herrlichen Erscheinung, die bald, bis zur Kronenbildung hochaufstrahlt, bald nur mit mildem Schimmer leuchtet, die bald den Himmel mit Flammen und Feuerröthe überzieht und bald denselben mit lichten Bogen überspannt, die nicht selten die Völker in Furcht und Schrecken versetzt, stets aber den Beobachter mit Bewunderung erfüllt; die, wenn die Erde in ihrem eignen Lichte am Nordpole aufleuchtet mit dem Namen *Nordlicht* belegt wird und *Südlicht* heisst, wenn die Lichtentwicklung sich in der Nähe des Südpoles der Erde zeigt. Halley's Vermuthungen fanden ihre Bestätigung, als 1741 Olav Hiorter und Andres Celsius in Upsala die interessanten Beziehungen zwischen dem Nordlichte und dem Gange der Magnetnadel entdeckten. J. J. De Mairan in Paris suchte, 1733, nachzuweisen, dass das *Thierkreislicht* (Zodiacallicht), dessen Natur sich gleich geheimnissvoll uns verbirgt, wie jene des Polarlichtes, in Beziehung zu letzterem stehe, während Dom. Cassini in Paris das Thierkreislicht wieder an die Sonnenflecken zuknüpfen versuchte. War hiermit schon indirect das Polarlicht mit den Sonnenflecken in Beziehung gebracht, so sprach sich Mairan im Jahre 1732 noch entschiedener aus, indem er bemerkt (J. J. de Mairan: *Traité de l'aurore boréale*. Paris 1733. 4): „Depuis cinq à six ans que les aurores boréales sont devenus si fréquentes, les taches du soleil l'ont été aussi beaucoup.“ Zu dieser Aeusserung, wie zu jener J. J. von Littrow's in Wien im Jahre 1831 (J. J. von Littrow: *Vermischte Schriften*, Art. „Ueber das Nordlicht“. Wien. 1831. 8): „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. Die Versuche zur Bestimmung der schon frühe erkannten Periodicität des Polarlichtes sind nicht neu. Mairan gebührt das Verdienst zu erst in seinem 1733 und dann 1754



in zweiter Auflage erschienen Werke *Traité de l'aurore boréale*, auf gründliche Untersuchungen gestützt die Periodicität des Nordlichtes nachgewiesen zu haben, ohne dass es ihm gelungen wäre die Längen der Perioden zu bestimmen. 1752 bemerkt Wargentin (*Schwed. Akad. Abhandl.* B. 4): „Wir wissen nicht ob das Nordlicht innerhalb einer gewissen Anzahl von Jahren aufhöret oder wieder ausbricht. Seine Perioden scheinen unordentlich und vermuthlich wird eine Zeit kommen, da die Nachkommen eine so merkwürdige Erscheinung vergebens zu sehen verlangen.“ Torbern Bergmann (1735—1784), der von 1761 an in Upsala lebte, sprach nicht allein die Ueberzeugung für einen periodischen Wechsel aus, sondern bemerkt, dass man es zuweilen einige Jahre überall nicht sehe. 1784 machte Pfarrer Höslin in Böringen auf der Alb (*Meteorolog. und Witterungsbeobacht.*) auf den Zusammenhang des Nordlichtes mit der  $18\frac{2}{3}$  jährigen Periode des Umlaufes der Knoten der Mondbahn aufmerksam und Ritter kommt 1803 (*Gilbert Annalen*, B. 15) zu einer genaueren Bestimmung dieser Periode und zu der Ueberzeugung, dass der Zusammenhang des Mondes mit den Nordlichtern ausser Zweifel sei. 1788 gelangte Pilgram (*Untersuchungen über das wahrscheinliche der Wetterkunde*) zu dem für ihn wahrscheinlichen Resultate einer Periodenlänge von 47 bis 54 Jahren und bestimmte als nächstes Maximum das Jahr 1829 womit er allerdings den richtigen Zeitpunkt getroffen hatte. 1809 glaubte Pfaff (*Die strengen Winter*) auf eine 100 jährige Nordlichtperiode aufmerksam machen zu dürfen, da zu Anfang und Ende des 18. Jahrhunderts die Nordlichter gleich selten waren. Für die gleiche Periode sprach sich 1830 Muncke (*Handbuch der math. und phys. Geogr.*) aus. 1831, bei der Besprechung des grossen Nordlichtes von 7. Januar 1831 (*Poggend. Ann.* B. 22) stellte Hansteen in Christiania 24 Erscheinungsperioden auf, welche zwischen den Jahren 502 vor Chr. und dem jetzigen Jahrhundert eingetreten sein sollten und bestimmte die durchschnittliche Länge zu etwa 95 Jahren. Die Dauer der Erscheinungsperiode gibt er zu 64 bis 88 Jahren an, während in der übrigen Zeit die Erscheinung aussetze oder sehr selten sich zeige. Bestimmter fixirt der Amerikaner Denison Olmstedt (*On the recent secular Period of the Aurora borealis*, Washington, Mai 1856) die Länge der Perioden zu 65 Jahren, wovon 25 wesentlich der Thätigkeit, 40 wesentlich der Ruhe angehören. Zur Bestimmung benützte er zwar wesentlich nur Beobachtungen aus mittleren Breiten; er hält jedoch für wahrscheinlich, dass die Periodicität auch für die Polarländer gelte. Die Periodicität der Nordlichterscheinung hatte im vorigen Jahrhundert, selbst unter tüchtigen Beobachtern und Schriftstellern, wie Ramus, Schönning u. s. w. ihre Gegner. Heute sind alle Zweifel gehoben. *Je genauer wir die Perioden der Sonnenflecken kennen*



*lernen um so genauer werden die Perioden der Polarlichter — der Nordlichter, wie der Südlichter — fixirt.*

William Stevenson in Dunse, N. Brit., untersuchte 1853 (s. *Proced. of the Royal Soc.* B. VI) seine in Dunse in den Jahren 1838 bis 1847 notirten Nordlichtbeobachtungen hinsichtlich einer etwaigen Beziehung zu der von Schwabe aufgefundenen Sonnenfleckenperiode, wobei er zu dem Schlusse kam, dass bei beiden Erscheinungen Häufigkeit und Grösse in gewisser Uebereinstimmung wechseln und namentlich hinsichtlich des Maximums von 1848 übereinstimmen. Jetzt schon sei bemerkt, dass Stevenson 1837: 2, 1839: 1, 1846: 1, 1847: 3 und 1848: 6 rothe Nordlichter beobachtete, die, wie man jetzt weiss ausser den Maximazeiten höchst selten beobachtet werden. In einem Briefe an Faraday, März 1853, (s. *Abstr. of the Pap. commun. to the Royal Soc. of London*, B. 6) bemerkt Stevenson, dass auch im Winter 1852 auf 1853 das Nordlicht sehr selten gewesen sei und emphielt die Discussion der in Europa und Amerika während längerer Reihen von Jahren erhaltenen Beobachtungen. 1854 stellte Wolf (*Mittheil. der naturf. Gesellschaft in Bern*) Sonnenflecken und Nordlichter, auf 100 Jahre reducirt zusammen, und fand, dass entsprechen

27 fleckenarmen Jahre	27 Nordlichtjahre
37 fleckenmittleren Jahre	28 „
36 fleckenreichen „	45 „

also eine gewisse Uebereinstimmung.

J. A. Broun (Lond., Edinb. u. Dublin *philos. Mag.* 1858) fand aus seinen Untersuchungen der von Mairan (a. a. O.) mitgetheilten Nordlichterreihen ein der 10 jährigen Periode widersprechendes Resultat.

Durch die Aufstellung eines 5700 Beobachtungstage umfassenden, in N<sup>o</sup>. V der *Mittheilungen über die Sonnenfleckenenthaltene Zusammenstellungen von Polarlichtern*, wurde von Wolf das Fundament zu weiteren Untersuchungen gelegt. Er selbst konnte gestützt auf die Discussion der Beobachtungen aus den Jahren 1826 bis 1848, im November 1859 (in N<sup>o</sup>. X seiner *Mittheilungen*) das Resultat veröffentlichen: *dass sehr wahrscheinlich die Nordlichterscheinungen mit den Sonnenflecken häufiger werden.* 1859 bemerkte Secchi in Rom. (*Compt. rend.* B XLIX), dass es auffallen müsse, wenn gerade zur Zeit grosser magnetischer Störungen und Polarlichter (28. Aug. bis 2. Sept. 1859) grosse Sonnenflecken dem blossen Auge sichtbar seien.

1861 sagt Hansteen in Christiania (in *Pogg. Ann.*, Ser. 4, B. 22): er sei durch das Zusammentreffen der grossen Nordlichter von 1859 mit der ungeheueren gleichzeitigen Fleckenentwicklung auf der Sonne auf den Gedanken



gekommen, ob vielleicht eine Causalverbindung zwischen Sonnenflecken, Polarlichtern und magnetischen Störungen stattfindet.

Mit dem etwas erweiterten, oben angeführten Nordlichtverzeichnis Wolf's gelang es, gegen Ende des Jahres 1862, dem Verfasser bestimmt den *parallelen Gang im Wechsel der Häufigkeit und Grösse der Nordlicht-Erscheinung und der Sonnenflecken nachzuweisen* <sup>1)</sup>. In der im Mai 1863 gedruckten N<sup>o</sup>. XV der *Wolf'schen Mittheilungen über die Sonnenflecken* finden sich die wichtigsten Resultate auszugsweise, in der N<sup>o</sup>. XIX dergleichen *Mittheilungen* und dann in dem *Programme des Eidgenöss. Polytechnikums* für 1866 in weiterer Ausführung mitgetheilt. Die damals aufgestellten Gesetze, welche sich bei jeder Vervollkommnung des Beobachtungsmateriales (bei beiden Erscheinungen) mehr bestätigten, waren:

- 1) Die grösseren 55 jährigen, so wie die kleineren 11 jährigen Perioden des Polarlichtes erreichen mit den Sonnenflecken gleichzeitig ihre Maxima und Minima.
- 2) Bei den Polarlichtern zeichnen sich die Hauptmaxima mehr aus, als bei den Sonnenflecken, insofern es statthaft ist die jährlichen Summen der Nordlichttage mit den Sonnenflecken-Relativzahlen zu vergleichen.

Zur Begründung dieser Gesetze, welche durch die Arbeiten von E. Loomis (in „*The Aurora borealis*“ in *Amer. Report of board of regents for 1865*, u. *Amer. Journ. of science by Silliman*, S. III, B. 50, 1870) und Joseph Lovering (in *On the Periodicity of Aurora borealis* 1868) ihre Bestätigung fanden, theilen wir zunächst für die beiden letzten Jahrhunderte folgende Zusammenstellung für Europa und Nord-Amerika mit. Der bequemen Uebersicht halber sind Wolf's Relativzahlen und dessen Epochen der Sonnenflecken-Perioden beigelegt. Die Ueberschriften der einzelnen Columnen erläutern hinreichend die Tabelle. In den Gruppen I, II, III u. s. w. sind die Beobachtungen in der Weise geordnet, dass den Erscheinungen in den einzelnen Bezirken bestimmte Gewichte beigelegt werden konnten, welche den jeweiligen Gruppen entsprechen. Hierdurch war es möglich selbst mit einem noch unvollkommenen Polarlichter-Verzeichniss, das stets von der Witterung, von der mehr oder minder grossen Ausdauer der Beobachter und Zusammensteller abhängig ist, auf möglichst einfachem Wege ein Bild über den periodischen Wechsel der Erscheinung zu

<sup>1)</sup> Ueber die, selbst in Deutschland, vielfach dem E. Loomis in New Haven, Conn., U. St., zugeschriebene Priorität der Entdeckung dieses Gesetzes, hatte der Verfasser Veranlassung sich auszusprechen in *Vierteljahresschrift d. Naturf. Gesellsch. in Zürich*, B. XV, 1870. S. 365 u. B. XX, 1875, S. 159.



geben, das nicht sehr von der Wahrheit abweichen kann und demjenigen nahe kommen muss, welches erhalten würde, wenn man die Ausbreitung und Grösse einer jeden Erscheinung in Rechnung zu ziehen vermögte. Alle jenseits des + 55. Breitengrades bis zum Polarkreise beobachteten Erscheinungen kamen in die I. Gruppe; alle zwischen dem + 46. Breitengrade, also zwischen den Alpen und dem Polarkreise, sowie nur vereinzelt an südlicher gelegenen Orten beobachteten Nordlichter wurden der Gruppe II eingereiht und alle an südlicher als dem + 46. Breitengrade, aber mindestens noch an einem nördlicher gelegenen Orte gesehenen Nordlichter bilden die Gruppe III. Die Gruppe IV enthält alle im mittleren Europa und in dessen südlichen Theilen weitverbreiteten Erscheinungen, die namentlich durch ihre Pracht auffielen und endlich die Gruppe V alle jene grossen aber seltenen Polarlichter, die mit grosser Intensität gleichzeitig einen grossen Theil der Erde erleuchteten, wie die Erscheinungen: 1831 Jan. 7, 1859 Aug. 28 und Sept. 1, 1870 Oct. 24 u. 25 u. s. w. Jeder Gruppe ist ein der Gruppenzahl gleiches Gewicht beigelegt, so dass Erscheinungen der Gruppe II oder III 2 oder 3 mal soviel zählen, als diejenigen der Gruppe I. Die 5 jährigen Mittel wurden berechnet, um die Unregelmässigkeiten der Reihen und die verschiedenen Grössen der Erscheinungen mehr aus zu gleichen, da trotz der grossen Anzahl von eingetragenen Beobachtungen und trotz der Ausmerzung sehr kurzer, die Regelmässigkeit sehr störender Beobachtungsreihen, namentlich aus höhern Breiten — Island, Lappland, vereinzelt Stationen Norwegens oder Nord-Amerikas, — die einzelnen Reihen stellenweise noch lückenhaft und sprungweise verlaufen, wie namentlich an den Reihen für einzelne Stationen zu beobachten Gelegenheit ist.

Die Zahlenreihen und namentlich eine graphische Darstellung derselben (s. Tafel I.) zeigen trotz allen Mängeln den parallelen Gang der Häufigkeit und Grösse der Polarlichter und Sonnenflecken so bestimmt, als man erwarten darf. Die einzelnen Reihen verfolgen einen über Erwarten übereinstimmenden Verlauf, so namentlich die amerikanische Reihe, die eine auffallende Aehnlichkeit mit der gesammten europäischen gewinnt, wenn man die Summen des vorigen Jahrhunderts, die offenbar und aus einleuchtenden Gründen, viel zu nieder sind, um das fünf- bis sechsfache erhöht. Die grösste Abweichung zeigt die Reihe für die Breiten zwischen dem + 55. Breitengrade und dem Polarkreise, da diese aus einzelnen Beobachtungsreihen, wie von Upsala, Petersburg, Christiania u. s. w. besteht, die oft plötzlich beginnen, Jahrzehnte lang fortgesetzt werden und dann wieder abbrechen, um hie und da später wieder regelmässig oder auch nur sparsam einzusetzen. Nur in Mittel-Europa und in den Oststaaten Nord-Amerikas finden durch die Beobachtungen an zahlreichen verschiedenen Orten Ausgleichungen statt.



Jahre.	Wolf's Relativzahlen.	Wendepunkte der Perioden.	Europa.		Amerika.	Europa.					Berlin, nach Gronau.	Paris u. Umgebung.	Schweiz.	
			46°—55° Breite.	55°—Polarkreis.	0°—60° Breite.	südlich des Polarkreises.								
						Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Gruppen.				
							I	II	III	IV	V			
1701	10,0		0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0	0
2	15,0		0	0,2	2	0,6	0	0	2	0	0	1,0	0	0
3	21,0		0	0,4	0	0,6	0	0	0	0	0	1,4	0	0
4	31,4	Max.	1	0,6	1	0,6	0	0	1	1	0	1,8	1	1
5	48,6	1705,5	1	2,8	0	1,4	0	0	0	1	0	6,6	0	1
6	25,8		1	3,6	0	1,6	0	0	0	1	0	8,4	0	0
7	18,8		11	3,8	6	1,4	0	0	0	11	0	8,6	3	0
8	9,7		4	3,8	1	1,4	0	0	1	4	0	8,6	0	0
9	7,1		2	3,6	0	1,4	0	0	0	2	0	8,2	0	2
1710	2,5		1	1,4	0	0,2	0	0	0	1	0	3,0	0	0
11	0	Min.	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	1
12	0	1712,0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0
13	2,2		0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0
14	9,6		0	3,4	0	0,4	0	0,2	0	0	0	7,6	0	0
15	24,7		1	6,2	0	1,2	0	0,2	0	1	0	14,8	0	0
16	39,9		16	10,0	2	3,2	1	0,4	1	15	0	23,6	7	4
17	52,3	Max.	14	16,2	4	3,8	0	0,8	2	17	0	36,6	5	0
18	50,0	1718,2	19	21,0	10	4,8	1	1,0	5	19	0	46,8	9	2
19	34,0		31	23,0	3	5,4	2	0,8	1	31	1	66	13	4
1720	25,3		25	30,0	5	7,4	1	0,8	1	56	0	64,6	8	0
21	23,8		26	30,0	5	8,8	0	0,6	1	25	1	65,8	13	3
22	20,0	Min.	49	26,8	14	11,2	0	0,2	1	50	0	101	10	0
23	10,0	1723,5	19	26,8	17	15,2	0	0	10	18	1	49	15	0
24	19,4		15	26,2	15	21,8	0	0	11	15	0	41	7	0
25	34,5		25	20,8	25	29,6	0	0	12	25	0	62	2	0
26	64,0	Max.	23	28,6	38	38,8	0	0,4	18	24	0	71	7	2
27	90,0	1727,5	22	34,0	53	44,4	0	0,4	31	22	7	96	4	1
28	80,0		58	41,8	63	57,2	2	0,6	36	58	6	170	28	1
29	60,0		42	43,8	43	58,4	0	0,8	26	42	0	110	6	0
1730	40,0		64	50,0	89	63,2	1	0,8	57	62	7	206	16	4
31	25,0		33	56,6	44	53,6	0	0,4	31	33	1	100	17	0
32	10,0		53	51,2	77	52,6	0	0,4	52	50	2	158	142,6	2
33	5,0	Min.	41	51,4	15	43,2	0	0,2	10	40	1	93	134,2	0
34	15,0	1734,0	65	60,2	38	24,8	0	0	26	65	0	156	152,2	3
35	30,0		65	62,0	42	40,2	0	0,8	32	63	2	164	157,2	4
36	58,0	Max.	77	62,8	52	41,8	0	0,8	29	76	3	190	161,2	0
37	66,0	1738,7	62	64,8	54	43,8	4	1,4	35	66	4	183	166,2	8
38	85,0		45	54,0	23	44,0	0	1,4	17	48	0	113	145,8	6
39	78,5		75	50,2	48	51,2	3	0,4	26	73	3	181	144,0	8
1740	60,0		11	45,8	43	53,4	0	0,4	38	12	0	62	134,2	1
41	35,0		58	41,8	83	59,8	5	2,8	59	58	2	181	131,4	0
42	18,3		49	30,0	70	53,2	4	2,4	54	40	0	134	104,4	6

4\*







Jahre.	Wolf's Relativzahlen.	Wendepunkte der Perioden.	Europa.		Amerika.	Europa.					Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Berlin.	Paris u. Umgebung.	Abo und Helsingfors.	St. Petersburg.	Salem, Mass.	N. Haven, N. Port, Portsmouth, Dighton, Cambridge, U. St.	Schweiz.			
			46°—55° Breite.	55°—Polarkreis.	0°—60° Breite.	südlich des Polarkreises.																
			Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Gruppen.															
I	II	III	IV	V	Jahressummen.	5-jährige Mittel.																
1785	18,3	Min. 1784,7	42	75,6	44	54,8	16	32,4	36	41	1	0	0	121	196,8	18	2	0	14	—	13	0
86	60,8		101	85,4	80	60,1	56	34,2	40	93	9	0	0	261	218,2	31	8	7	40	41	34	4
87	92,8	Max. 1788,1	118	99,8	86	68,2	53	43,4	40	105	17	0	0	301	246,4	20	23	36	10	33	27	11
88	90,6		124	106,4	60	72,0	41	42,8	28	118	8	0	0	288	260,4	15	14	20	10	23	26	13
89	85,4		110	100,2	71	60,2	51	34,2	37	106	4	0	0	261	240,2	7	12	19	15	37	21	6
1790	75,2		79	88,4	63	47,4	13	25,0	33	79	0	0	0	191	207,6	5	1	22	4	11	3	2
91	46,1		71	67,2	21	36,8	13	18,4	15	71	1	0	0	160	157,6	5	0	10	0	11	3	1
92	52,7		58	46,8	22	23,0	7	8,6	17	59	1	0	0	138	109,0	6	2	13	1	6	1	0
93	20,7		18	32,4	7	10,8	8	6,4	2	18	0	0	0	38	74,0	2	1	7	0	6	2	0
94	23,9		8	18,8	2	6,8	2	3,8	2	8	0	0	0	18	42,4	3	3	0	2	1	1	0
95	16,5		7	10,0	2	2,6	2	2,4	2	7	0	0	0	16	21,6	2	2	0	2	2	0	0
96	9,4		3	6,8	1	1,4	0	0,8	1	3	0	0	0	7	15,0	0	1	0	1	0	0	0
97	5,6	Min. 1798,3	14	6,2	1	1,4	0	0,4	1	14	0	0	0	29	13,8	3	3	0	0	0	0	0
98	2,8		2	6,0	1	1,0	0	0	1	2	0	0	0	5	13,0	0	1	1	0	0	0	0
99	5,9		5	6,4	2	1,4	0	0	2	5	0	0	0	12	14,2	0	2	0	1	0	0	0
1800	10,1		6	4,6	0	2,4	0	0,4	0	6	0	0	0	12	11,6	1	2	0	—	0	0	0
1	30,9		5	5,6	3	2,8	0	1,4	3	5	0	0	0	13	13,6	0	0	2	0	0	0	0
2	38,3		5	6,8	6	3,8	2	2,2	6	5	0	0	0	16	16,2	0	0	5	1	1	1	0
3	50,0	Max. 1804,2	7	10,0	3	4,2	5	3,0	1	7	0	0	0	15	22,6	0	1	3	0	4	3	0
4	70,0		11	10,0	7	4,2	4	3,4	1	10	0	1	0	25	22,6	0	1	7	3	4	2	0
5	50,0		22	9,4	2	3,8	4	4,2	0	22	0	0	0	44	21,0	0	1	1	1	3	2	1
6	30,0		5	8,2	3	3,4	4	5,6	3	5	0	0	0	13	18,6	0	2	—	2	2	2	1
7	10,0		2	6,0	4	2,2	4	5,2	4	2	0	0	0	8	13,8	0	0	—	1	0	2	0
8	2,2		1	1,8	1	1,8	12	4,4	1	1	0	0	0	3	5,4	0	0	—	1	0	0	0
9	0,8	Min. 1810,6	0	0,8	1	1,2	2	3,6	1	0	0	0	0	1	2,8	0	0	—	0	2	0	0
1810	0,0		1	0,4	0	0,4	0	2,8	0	1	0	0	0	2	1,2	0	—	0	0	0	0	0
11	0,9		0	0,6	0	0,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	1,4	0	—	0	0	0	0	0
12	5,4		0	1,8	0	0,2	0	0,8	0	0	0	0	0	0	3,6	0	—	—	0	0	0	0
13	13,7		2	2,0	0	0,4	0	1,4	0	2	0	0	0	4	4,0	0	—	—	—	0	0	0
14	20,0		6	2,4	1	0,6	4	1,6	0	6	0	0	0	12	5,2	0	—	—	—	2	2	
15	35,0	Max. 1816,4	2	5,0	1	4,0	3	2,6	0	2	0	0	0	4	13,2	0	—	—	—	0	1	1
16	45,5		2	5,6	2	5,0	1	7,2	2	2	0	0	0	6	15,0	0	—	—	—	0	0	0
17	43,5		13	6,8	16	8,0	5	8,4	12	12	0	1	0	40	18,0	2	2	—	—	0	0	0
18	34,1		5	7,6	5	10,0	23	8,2	3	5	0	0	0	13	20,0	0	—	—	—	3	0	0
19	22,5		12	7,8	16	10,0	10	8,2	3	12	0	0	0	27	20,4	1	—	2	—	3	1	1
1820	8,9		6	5,6	11	7,4	2	7,4	4	6	0	0	0	16	13,4	2	—	5	—	0	0	0
21	4,3		3	4,6	2	6,8	1	3,2	2	3	0	0	0	8	11,0	2	1	—	—	1	0	0
22	2,9	Min. 1823,3	2	2,4	3	5,2	1	1,2	1	2	0	0	0	5	7,0	2	—	0	—	0	0	0
23	1,3		0	1,6	2	7,8	2	1,2	1	0	0	0	0	1	10,2	0	1	0	—	0	0	0
24	6,7		1	2,2	8	10,6	0	2,0	5	1	0	0	0	7	13,6	0	4	2	—	0	0	0
25	17,4		2	4,8	24	16,0	5	5,8	23	2	1	0	0	30	24,0	2	12	1	—	0	0	0
26	29,4		6	8,4	16	22,6	20	10,4	13	6	0	0	0	25	37,0	2	11	0	2	0	0	0
27	39,9		15	12,8	30	30,6	25	16,6	21	14	0	2	0	57	52,0	4	17	2	14	7	2	2
28	52,5	Max. 1829,9	18	19,8	35	42,6	31	33,6	30	18	0	0	0	66	72,0	2	24	1	24	6	0	0
29	53,5		23	27,8	48	49,2	87	43,6	38	23	0	0	0	84	88,6	5	27	0	24	2	0	0



Jahre.	Wolf's Relativzahlen.	Wendepunkte der Perioden.	Europa.				Amerika.		Europa.					Paris u. Umgebung.	Abo und Helsingfors.	Christiania, nach Hansteen.	St. Petersburg.	Staat New-York.	N. Haven, N. Port, Portsmouth, Dighton, Cambridge, U. St.	Schweiz.		
			46°—55° Breite.		55°—Polarkreis.		0°—60° Breite.		südlich des Polarkreises.													
			Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Jahressummen.	5-jährige Mittel.	Gruppen.												Jahressummen.	5-jährige Mittel.
I	II	III	IV	V																		
1830	59,1		37	25,2	84	45,4	87	45,6	53	36	1	0	0	128	83,2	0	34	—	12	80	4	0
31	38,8		37	23,6	49	44,8	55	49,2	31	36	0	0	1	108	77,4	3	27	—	6	55	2	2
32	22,5	Min.	11	21,0	11	34,4	30	51,4	8	11	0	0	0	30	73,2	0	6	—	1	24	2	0
33	7,5	1833,9	10	15,6	22	20,0	43	40,6	17	10	0	0	0	37	26,2	1	8	—	4	37	3	0
34	11,4		11	10,8	7	13,0	42	42,2	4	11	0	0	0	26	28,0	0	3	—	2	35	9	0
35	45,5		9	14,2	12	18,2	33	51,6	8	7	0	2	0	30	43,6	2	11	—	—	30	2	0
36	96,7	Max.	13	14,0	13	22,8	63	55,2	9	12	0	1	0	37	48,8	2	14	—	—	61	5	4
37	111,0	1837,2	28	14,8	37	34,6	77	64,4	24	27	2	1	0	88	65,4	6	4	24	24	50	41	8
38	82,6		9	16,6	45	44,8	61	79,8	42	9	1	0	0	63	83,0	3	6	28	27	42	39	0
39	68,5		15	19,4	68	52,8	88	91,6	63	13	4	2	0	109	105,0	4	3	29	38	57	45	2
1840	51,8		18	15,6	61	59,6	110	91,6	57	20	7	0	0	118	119,2	4	2	38	43	73	44	4
41	29,7		27	15,8	53	63,6	122	98,2	38	31	3	0	0	147	124,0	1	2	35	42	73	42	2
42	19,5	Min.	9	14,8	71	61,4	77	96,8	64	11	3	0	0	159	121,0	1	1	50	9	35	11	2
43	8,6	1843,5	10	14,2	65	62,2	94	89,0	57	12	2	0	0	87	112,4	2	6	38	10	56	10	0
44	13,0		10	12,8	57	70,8	81	84,2	54	10	0	0	0	74	109,8	2	2	22	13	30	10	0
45	33,0		15	19,0	65	86,0	71	87,0	60	16	1	0	0	95	124,2	0	6	38	10	24	22	0
46	47,0		20	29,6	96	104,6	98	103,6	92	20	0	1	0	134	157,6	1	1	40	16	86	47	3
47	79,4	Max.	40	36,6	147	121,6	91	127,6	116	34	5	3	2	231	184,0	5	9	38	30	143	46	2
48	100,4	1848,1	65	45,0	158	133,2	177	163,2	88	58	5	5	3	254	207,8	1	13	39	30	146	73	53
49	95,6		43	56,2	142	138,4	201	196,8	110	42	4	0	0	206	223,6	1	6	42	42	112	73	20
1850	64,5		57	67,6	123	141,4	249	236,2	95	52	5	0	0	214	233,6	0	3	25	25	97	90	30
51	61,9		76	67,2	122	135,4	266	232,6	61	76	0	0	0	213	225,6	0	5	17	118	53	21	1
52	52,2		97	60,2	162	126,6	288	210,2	84	97	1	0	0	281	224,6	0	2	45	140	44	4	5
53	37,7		63	49,8	128	117,2	159	167,4	98	63	0	0	0	224	182,8	0	3	27	115	29	1	0
54	19,2		8	36,0	98	101,2	89	134,6	97	8	2	0	0	119	150,8	1	1	36	84	26	0	0
55	6,9	Min.	5	17,0	76	72,8	73	90,0	67	5	0	0	0	77	99,0	0	0	20	59	12	1	1
56	4,2	1856,0	7	8,4	42	58,0	64	73,4	38	7	0	0	0	52	71,8	0	1	24	—	8	1	1
57	21,6		2	17,2	20	49,4	45	72,0	19	2	0	0	0	23	82,2	0	0	18	—	7	1	0
58	50,9		20	20,2	54	47,6	96	74,4	47	19	1	0	0	88	92,4	0	1	35	—	30	0	0
59	96,4	Max.	52	26,4	55	51,2	82	75,8	32	50	9	3	2	181	106,0	3	7	47	—	16	5	5
1860	98,6	1860,1	30	32,6	67	61,6	85	80,8	48	23	8	0	0	118	129,0	7	3	33	—	12	1	4
61	77,2		30	35,0	60	73,2	71	71,8	52	32	0	1	0	120	141,8	1	5	29	—	6	4	2
62	59,1		31	32,0	72	86,2	70	64,0	52	34	6	1	0	138	139,6	1	5	30	—	0	2	0
63	44,0		32	35,0	112	99,4	51	60,2	85	32	1	0	0	152	155,0	0	2	34	—	1	0	0
64	46,9		37	38,4	120	119,6	43	56,2	89	39	1	0	0	170	173,4	1	6	22	—	3	1	1
65	30,5		45	35,4	133	137,6	66	46,0	99	45	2	0	0	195	184,6	10	32	—	129	1	0	0
66	16,5	Min.	47	31,2	161	152,4	51	41,8	118	47	0	0	0	212	195,6	4	26	—	138	13	0	0
67	7,0	1867,2	16	33,2	162	170,4	19	71,6	162	16	0	0	0	194	218,2	0	—	—	107	20	1	1
68	37,3		11	42,8	186	182,4	30	103,6	185	11	0	0	0	207	249,8	2	—	—	116	6	0	2
69	73,9	Max.	47	54,0	210	190,6	192	127,8	172	45	4	1	1	283	277,8	4	—	—	133	28	2	0
1870	139,1	1870,6	93	77,2	193	188,8	226	149,6	134	86	8	2	3	353	360,6	11	—	—	176	—	—	10
71	111,2		93	91,2	202	182,4	172	152,6	107	90	19	2	0	352	401,8	—	—	—	161	—	—	4
72	101,7		145	90,8	153	166,0	128	—	109	147	64	2	1	608	192,6	—	—	—	141	—	—	5
73	67,7		78	—	154	—	45	—	56	112	43	1	0	413	—	—	—	—	116	—	—	0
74	43,1		45	—	128	—	—	—	76	56	15	1	0	237	—	—	—	—	111	—	—	0



Quellen zu vorstehender Tabelle: Für die summarische Zusammenstellung der Beobachtungen in Europa, Amerika, Paris und Umgebung und Schweiz: Fritz, *Verzeichniss beobachteter Polarlichter*, Wien 1873.4; dessen Zusammenstellung in B. XX der *Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, Artikel: Die grösseren Perioden des Polarlichtes, und, namentlich für die neuere Zeit, Ergänzungen.

Aachen und Münster: Heis, *Wochenschrift für Astronomie u. s. w.*

Abo und Helsingfors: Hallström, in *Acta Societ. Scient. Fennicae*, B. II.

Berlin, wesentlich nach Gronau und Becquelin.

Christiania: Hansteen, theils nach brieflichen Mittheilungen, theils nach den *Meteorologischen Beobachtungen zu Christiania*.

Dunse: Stevenson, in *Proceed. of Roy. Society of London*.

Finnland: *Finnländ. meteorol. Beobacht.*

New-Haven, New Port, Portsmouth, Dighton und Cambridge, U. St.: E. Loomis, in *Transact. of Connecticut Academy*, B. I, u in *Sill., Americ. Journ.* B. L, Ser. II.

St. Petersburg: *Acta und Memoiren der Academie zu St. Petersburg*.

Plymouth: Huxham in *Opera physico-medica*.

Salem, Mass.: J. Lovering, *On the Period. of Auror. boreal.*

Schottland: *Schottische meteor. Beobachtungen*.

Staat New-York: F. B. Hough, *Results of meteorol. Observations in the State of New-York*.

Upsala: *Königl. Schwed. Academie Abhandlungen*.

Zwanenburg: *Abhandl. der Holländ. Gesellschaft der Wissenschaften in Harlem u. Catalog von Fritz*.

Schottland. Für 1868, 1871 und 1872 musste je eine Monatszahl interpolirt werden, die dieselben in den Originalen fehlen und zwar wurden zu addirt für den Dezember 1868: 11, für den September 1871: 15 und für den August 1872: 7.

Aus den vier ersten Reihen bestimmen sich die Wendepunkte der Perioden, am bequemsten mit Hülfe graphischer Darstellung, die bei einem Beobachtungsmateriale von der Vollkommenheitsstufe des vorliegenden hinreichend genaue Resultate ergibt, nach folgender Zusammenstellung. Wir stellen den für das Polarlicht gefundenen Maxima und Minima gleich die Wolf'schen Maxima und Minima der Sonnenflecken gegenüber und fügen die Differenzen der Wendepunkte beider Erscheinungen bei.



MINIMA.	Europa, + 46° bis 55° Breite...	17	12,5	24,0	32,5	44,0	54,0	65,0	76,0	84,5	99,0
	Europa, + 55° " Polarkreis...	17	12,0	—	33,5	45,5	56,0	65,5	77,0	82,0	97,6
	Amerika, + 0° " 60°.....	17	—	24,0	34,0	44,5	54,0	65,0	76,0	82,5	98,5
	Gesamt-Europa " Polarkreis...	17	12,5	24,0	32,0	44,5	54,0	65,0	76,0	82,5	99,5
	Polarlichter im Mittel.....	17	12,4	24,0	32,8	44,6	54,4	65,1	76,2	82,4	98,8
	Sonnenflecken (Wolf).....	17	12,0	23,5	34,0	45,0	55,2	66,5	75,5	84,7	98,3
	Differenzen (Polarl.—Sonnenfl.).....		+0,4	+0,5	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	+0,7	-2,3	+0,5
	Europa, + 46° bis 55° Breite...	18	10,5	23,0	34,0	44,0	56,0	66,5			
	Europa, + 55° " Polarkreis...	18	11,5	22,0	34,0	42,0	56,5	66,5 *)			
	Amerika, + 0° " 60°.....	18	11,5	22,5	33,5	44,0	57,0	65,5			
Gesamt-Europa " Polarkreis...	18	10,5	22,0	34,5	44,5	56,0	66,5 *)				
Polarlichter im Mittel.....	18	10,9	22,2	34,3	43,9	56,3	66,3				
Sonnenflecken (Wolf).....	18	10,6	23,3	33,9	43,5	56,0	67,2				
Differenzen.....		+0,3	-1,1	+0,4	+0,4	+0,3	-0,9				
MAXIMA.	Europa, + 46° bis 55° Breite...	17	07,0	19,0	31,5	36,5	48,5	57,0	—	80,0	88,5
	Europa, + 55° " Polarkreis...	17	07,5	18,0	29,5	41,0	50,0	60,5	72,5	80,0	87,5
	Amerika, + 0° " 60°.....	17	—	18,5	29,5	41,0	48,5	62,5	71,5	80,5	87,5
	Gesamt-Europa " Polarkreis...	17	07,5	21,5	30,0	36,5	48,5	59,0	73,5	80,5	88,0
	Polarlichter im Mittel.....	17	07,4	19,7	30,1	38,3	48,8	59,6	72,7	80,3	87,9
	Sonnenflecken (Wolf).....	17	05,5	18,2	27,5	38,7	50,3	61,5	69,7	78,4	88,1
	Differenzen.....		+1,9	+1,5	+2,6	-0,4	-1,5	-1,9	+3,0	+1,9	-0,2
	Europa, + 46° bis 55° Breite...	18	04,5	18,5	29,5	39,0	50,5	62,0	71,5		
	Europa, + 55° " Polarkreis...	18	03,5	18,5	29,0	41,0	47,5	—	69,5		
	Amerika, + 0° " 60°.....	18	06,5	18,0	30,5	40,5	50,5	59,5	70,0		
Gesamt-Europa " Polarkreis...	18	04,5	18,5	29,5	40,5	50,5	60,5	70,8			
Polarlichter im Mittel.....	18	04,7	18,4	29,6	40,3	49,9	60,6	70,5			
Sonnenflecken (Wolf).....	18	04,2	16,4	29,9	37,2	48,1	60,1	70,6			
Differenzen.....		+0,5	+2,0	-0,3	+3,1	+1,8	+0,5	-0,1			

Die Differenzen der Epochen der Wendepunkte der Polarlichter gegenüber jenen der Sonnenflecken sind bald positiv, bald negativ. Im Ganzen verspäten sich die Polarlichtermaxima gegen diejenigen der Sonnenflecken um 0,90 Jahre, wogegen die Minima um 0,25 Jahre im Mittel früher eintreffen. Die Geringfügigkeit dieser Differenzen deuten auf keine bestimmte Gesetzmässigkeit hin; dies um so weniger, als die Zeichen der Differenzen bald positiv bald negativ sind und das Beobachtungsmaterial noch lange nicht diejenige Vollkommenheit besitzt, welche für derartige Bestimmungen verlangt werden müsste. Vorläufig ist man zu der Annahme berechtigt, dass die Maxima und Minima beider Erscheinung gleichzeitig eintreten. Ausser der Unbedeutendheit der Differenzen und dem beständigen Wechsel der Vorzeichen derselben leiten uns noch folgende Gründe. Zuerst ist es eine alte Erfahrung, dass in weit aus den meisten Fällen erst nach dem Erscheinen grosser Polarlichter einer Periode die Aufmerksamkeit

\*) Die beiden mit dem Sterne bezeichneten Werthe mussten ohne die nach 1865 beginnenden zahlreichen Beobachtungen Schottland's bestimmt werden, da durch dieselben das Minimum von 1867 verwischt wird.



der Beobachter rege wird und einige Zeit anhält, wodurch nothgedrungen die Zahl der Beobachtungen nach dem jeweiligen Maximum grösser werden muss, als kurz vorher, und eine scheinbare Verschiebung des Maximums bedingt wird. So begannen für die Periode nach 1768, in diesem Jahre, die Beobachtungen von Beguelin in Berlin und im Jahre 1771 Van Swinden's Beobachtungen zu Franeker; namentlich aber zeigt sich ein derartiger Einfluss nach dem Maximum von 1848—49, als dem Nordlichte in Europa sowohl, wie in Nord-Amerika mehrere Jahre lang, besonders durch Lefroy auch in höhern Breiten, grosse Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die starke Verschiebung nach 1837 ist wesentlich den in diesem Jahre beginnenden, plötzlich die Gruppe I erhöhenden Beobachtungen Hansteen's zu Christiania zuzuschreiben. Der Grösse der Erscheinungen nach fiel das Maximum auf 1837. Aehnlich wirken nach 1870 die sorgfältigen Beobachtungen in Italien (zu Moncalieri u. a. O.). Wenn den Maximas der Sonnenflecken öfter noch grosse Polarlichterscheinungen folgen, dann entsprechen dieselben stets hohen Fleckenständen; so namentlich die grossen Erscheinungen vom 7. Januar 1831, 9. März 1861, 14. December 1862 und 4. Februar 1872. Wir machten ferner wiederholt auf eine Eigenthümlichkeit aufmerksam, die nicht wenig geeignet ist eine Verspätung, wenn sie wirklich gesetzmässig ist, zu vergrössern; jedenfalls aber eine scheinbare Verspätung hervorrufen kann.

Wie die Relativzahlen Wolf's oder jede beliebige consequent durchgeführte Beobachtungsreihe zeigen, wechseln die Sonnenflecken in ihrer Häufigkeit und Grösse keineswegs immer ununterbrochen stetig, sondern häufig derartig, dass, nachdem sie eine Zeit lang zugenommen, ein kleiner Rückgang oder wenigstens eine Verminderung in der Geschwindigkeit der Zunahme eintritt — z. B. 1759—1760, 1802—1804, 1828—1830 — oder dass bei der Fleckenabnahme zeitweise wieder eine Erhebung gegen das folgende Jahr oder ein weniger rasches Abnehmen statt hat — 1780—1781, 1791—1794, 1850—1853, 1863—1865 —. Solchen Abweichungen entsprechen bei den Polarlichtern stets die gleichen Unregelmässigkeiten, jedoch mit dem Unterschiede, dass diese weit bedeutender hervortreten, gewissermassen übertreiben, wie dies auch bei den Hauptmaximas sich zeigt. Den secundären oder relativen Erhebungen der Häufigkeit der Sonnenflecken in den Jahren 1758, 1775, 1782, namentlich aber der Jahre 1851 und 1864 entsprechen starke Erhebungen der Häufigkeit der Polarlichter, ebenso gingen in den Jahren 1780, 1795, 1849, 1850 und 1863, in welchen die Sonnenflecken zahlen schnell abnahmen, die Polarlichter an Zahl und Grösse auffallend zurück, um sich in den folgenden Jahren wieder zu heben. Die grössere Energie im Wechsel der Häufigkeit und Grösse der Polarlichter



gegenüber den Sonnenflecken, wenn sonst die bis jetzt angewandten und anwendbaren Vergleichsstäbe auch nur annähernd richtig sind, wird durch die Zahlen allein nachgewiesen, wenn wir auch ganz von den Grössenverhältnissen der Polarlichterscheinungen, von deren Intensität also, absehen, da wir in obigen Zahlenreihen nur die Ausdehnung der Erscheinung über verschiedene Länderstrecken in Rechnung zu ziehen vermögen. In der Wolf'schen Relativzahlenreihe wechseln die Werthe der Maxima zwischen 45,5 (1816) und 139,1 (1870); die der Minima zwischen 0 (1810) und 27,5 (1775), während die in der obigen Tabelle für die Nordlichter aufgeführten Verhältnisszahlen für die Maxima zwischen 40 (1817) und 353 (1870); für die Minima zwischen 0 (1811) und 74 (1845) oder gar 194 (1867) schwanken und ähnlich in allen einigermaßen vollständigen Beobachtungsreihen. Welcher grosser Unterschied ist nun noch zwischen einer Polarlichterscheinung zur Zeit eines Maximums, wenn gleichzeitig vom Südpole, wie vom Nordpole her die Erde bis fast zum Aequator hin im Eigenlichte aufleuchtet und einem strahlenlosen Polarlichte zur Zeit des Minimums, das selbst für relativ hohe Breiten nur die nächste Umgebung der Polarregion mit einem der Milchstrasse oder dem Zodiakallichte ähnlichen Schimmer zu überziehen vermag?

Hiermit hängt die Bestimmung der secularen Perioden innig zusammen, die vorläufig genauer aus den Polarlichtbeobachtungen bestimmt werden können, als aus den vorhandenen Sonnenfleckenbeobachtungen, da jene sich auf Jahrhunderte rückwärts verfolgen lassen, was bei diesen noch nicht der Fall ist. Wir haben jedoch zunächst zu zeigen, dass auch für vergangene Jahrhunderte die Polarlichter und die Sonnenflecken nach übereinstimmenden Perioden wechselten.

Gegen die Annahme, dass die Uebereinstimmung der beiden Erscheinungen etwa ein zufällige, nur für die beiden letzten Jahrhunderte geltende sei, sprechen die Beobachtungen selbst vor dem Beginne des 18. Jahrhunderts, soweit uns Material dazu erhalten ist. Für das 17. Jahrhundert stehen uns noch eine solche Menge von Sonnenfleckenbeobachtungen zur Verfügung, dass es Wolf möglich war die Wendepunkte seiner eilfjährigen Periode mit grosser Sicherheit rückwärts bis zur Entdeckung der Sonnenflecken festzustellen; entsprechend besitzen wir aus der gleichen Zeit, wenn schon dieselbe nicht besonders reich an solchen Erscheinungen war, Nordlichtbeobachtungen in hinreichender Menge, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Für ein *Sonnenfleckenmaximum* zu Anfang des 17. Jahrhunderts spricht der, im Eingange dieser Schrift erwähnte, am 28. Mai 1607 von Kepler mit blossen Auge beobachtete, von ihm für den Planeten Merkur gehaltene Sonnenfleck. Dass um jene Zeit das Polarlicht häufig und in bedeutender Ent-



wicklung sichtbar war, beweisen die für 1603 bis 1609 in verschiedenen Schriften aufnotirten Erscheinungen; noch mehr aber die verhältnissmässig grosse Menge der damals in der Schweiz beobachteten Nordlichter. Unser Catalog ergibt:

	Jahre 1600	1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607.	
Nordlichttage	1	0	1	4	3	5	2	2	in Mittel-Europa
Nordlichttage	0	0	1	3	1	2	0	1	in der Schweiz.

Am bedeutendsten waren die am 17. November 1605 und am 23. Februar 1607 beobachteten Erscheinungen.

Von 1608 an, können wir direct an die Wolf'schen Perioden anschliessen, indem wir diesen die *Jahressummen der bis jetzt auffindbaren Nordlichterbeobachtungen, nebst einigen wichtigen Notizen gegenüberstellen.*

Die obere Reihe gibt die Jahre, die untere die Jahressumme der Tage an welchen Nordlichter beobachtet wurden.

Wolf's Wendepunkte der Sonnenfleckenperioden.	Jahressummen der Nordlichtertage.										Bemerkungen.
Min. 1611	16	08	9	10	11	12					
		2	3	1	0	2					
Max. 1616	16	13	14	15	16	17					
		0	0	2	0	0					
Min. 1619	16	18	19	20	21	22					
		0	1	1	3	3					
Max. 1626	16	23	24	25	26	27	28	29	30		
		10	3	10	5	4	5	18	9		
Min. 1634	16	31	32	33	34	35	36				
		0	2	4	3	2	2				
Max. 1640	16	37	38	39	40	41	42				
		1	1	4	6	0	1				
Min. 1645	16	43	44	45	46	47					
		1	0	1	3	0					
Max. 1649	16	48	49	50	51	52					
		2	0	0	0	0					
Min. 1655	16	53	54	55	56	57					
		0	0	1	0	3					
Max. 1660	16	58	59	60	61	62	63				
		0	0	1	3	1	0				
Min. 1666	16	64	65	66	67	68	69	70			
		1	5	1	0	0	0	0			
Max. 1675	16	71	72	73	74	75	76	77			
		0	2	0	0	0	0	3			
Min. 1679	16	78	79	80	81						
		1	0	2	2						
Max. 1685	16	82	83	84	85	86	87				
		3	2	0	0	3	2				
Min. 1689	16	88	89	90	91						
		1	0	3	0						
Max. 1693	16	92	93	94	95						
		0	0	0	0						
Min. 1698	16	96	97	98	99	1700					
		0	1	0	0	0					

Die Erscheinung: 1615, Oct. 26 war sehr bedeutend; 1615 in der Schweiz kriegerisch aussehende Nordlichter.

In dieser Periode das Nordlicht häufig tief im Süden sichtbar.

1633 beobachteten die auf Spitzbergen überwinternde Holländer nur 3 grössere N. L.  
1639 and 1640 bedeutend.

1648 öfter in Deutschland und Polen sichtbar.

Während dieses Maximums wieder in der Schweiz sichtbar.

Während dieser Zeit mehrfach in der Schweiz sichtbar.

1786 gross am Mittelrhein; 1788 von J. D. Cassini Ende Juni und Anfang Juli in Paris beobachtet.



Eine einigermaßen zusammenhängende Beobachtungsreihe von Nordlichtern ist enthalten in: *Historia meteorologica von Uranophilum Cyriandrum* (Kassel 1651). Den Wolf'schen Perioden entsprechend werden aufgeführt für 1623: 2; 1625: 6; 1627: 2; 1628: 3; 1629: 5; 1630: 5; 1635: 1; 1636: 2; 1637: 1; 1639: 4, eins sehr gross; 1640: 1 und dann bis 1646: 0 Nordlichter.

Unsere Zusammenstellung bestätigt für die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts sehr gut die Uebereinstimmung der Nordlichtperiode mit derjenigen der Sonnenflecken. Weniger genau ist die Uebereinstimmung in der letzten Hälfte des Jahrhunderts; man darf aber nicht übersehen, dass die Bestimmung der Sonnenfleckenperioden für diese Zeit nur sehr annähernd möglich ist und dass die Nordlichter von 1640 an seltener wurden, um später selbst für höhere Breiten zu den aussergewöhnlichen Erscheinungen zugehören, wie wir bei der Bestimmung der grösseren Perioden sehen werden.

Für das 17. Jahrhundert waren ausgezeichnet an Nordlichterscheinungen die Jahre:

1603 bis 1609 Mittel: 1606;	1646 bis 1648 Mittel: 1647;
1612 „ 1619 „ 1615;	1655 „ 1666 „ 1650;
1621 „ 1630 „ 1625;	1672 „ 1683 „ 1677;
1639 „ 1640 „ 1640;	1686 „ 1690 „ 1688.

Alle diese Mittel stimmen gut mit den Wolf'schen Sonnenflecken-Maxima des 17. Jahrhunderts überein.

Legen wir das Maximum von 1625, als das bestimmtere zu Grunde, dann finden wir die *mittlere Länge einer Nordlichtperiode*

1625 bis 1688 = 63 Jahre = 5 × 12,6 Jahre,
1688 „ 1789 = 101 „ = 10 × 10,1 „
1789 „ 1870 = 81 „ = 7 × 11,6 „
1625 „ 1870 = 245 „ = 22 × 11,14 „

was genau mit der Wolf'schen Sonnenfleckenperiode übereinstimmt.

Fehlen uns weiter zurück die Anhaltspunkte um die Perioden der Sonnenflecken fixiren zu können, so mangelen doch nicht alle Mittel um die in den Jahrhunderten nach der Entdeckung der Sonnenflecken nachweisbaren Gesetze, auch als gültig für längst vergangene Zeiten betrachten zu können. In folgender Tabelle stellen wir die Nordlichtjahre mit den Sonnenflecken-Beobachtungen von 400 bis 1605 zusammen. Die Jahre mit grossen oder zahlreichen Erscheinungen sind durch Unterstreichen hervorgehoben. Für die Nordlichter ist der Versuch gemacht die kleinere Periode und deren Wendepunkte zu bestimmen. Lässt sich hierbei der Vorwurf einer gewissen Willkühr auch nicht ganz abweisen, so spricht unser Versuch doch gewiss nicht gegen die 11,1 jährige Periode.



Nordlichtjahre.	Mittel.	Differenz.	Periodenlängen.	Bemerkungen.	Sonnenflecken.
394 (?), 400	397	54	54=5.10,8	Zeit grosser Nordlichter.	396 China. 400 China.
450, 51, 54	451	29			
479, 80	480	8	52=5.10,4	502 bis Edessa in Messopotamien sichtbar.	535 nach Wolf, (Mittheil. No. V). Littrow, (Wunder des Himmels).
488	488	15			
502, 504	503	37			
538, 541	540	15	63=5.12,6		
551, 55, 56	555	11		Zeit grosser Nordlichter.	577 China.
560, 63, 64, 66, 67, 70	566	19			
577, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87	585	7	50=5.10,0		
590, 95	592	8		677 in Mittel-Europa 10 Tage lang sichtbar.	778 nach Lycost. (Zach, Ephem.)
599, 600, 1, 3	600	16			
616	616	8			
624	624	30	60=5.12,0		
654	654	22		66=6.11,0	807, 8 Tage, n. Ann. Laurisheim.
673, 76, 77	676	51			
727	727	15		65=6.10,8	826, 832 China. 837, 841 China.
740, 41, 42, 43, 45	742	23			
765	765	13		Zeit grosser Nordlichter.	840 von $\frac{28}{V}$ bis $\frac{26}{VIII}$ , Humboldt, Kosmos.
776, 78	778	8			
786	786	7		45=4.11,2	874 China.
793	793	14			
800, 3, 6, 7, 8	807	21		53=5.10,6	877, 78, 79 China. 1089 n. Crusius; 1096 Humboldt, Kosmos.
827, 28	828	14			
839, 40, 42	842	6		Zeit grosser Nordlichter.	974 China.
848	848	7			
855	855	5		87=8.10,9	1077, 78, 79 China. 1089 n. Crusius; 1096 Humboldt, Kosmos.
859, 61	860	10			
870, 71	870	9		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
879	879	6			
884, 87	885	20		125=11.11,4	1097 in Syrien sichtbar.
905	905	6			
911, 12	911	7		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
917, 18, 19	918	8			
924, 26, 27, 30	926	11		1097 in Palastina sichtbar.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
934, 37, 40	937	8			
944, 45	945	12		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
957	957	13			
970, 71	970	8		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
978, 79	978	14			
992, 93	992	10		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
1000, 2, 3	1002	12			
1014	1014	17		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
1031	1031	41			
1069, 74	1072	12		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
1084	1084	14			
1093, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 1101, 2	1098	6		Zeit grosser Nordlichter.	1104 China. 1112, 18, 20, 23 China.
1104, 5, 6, 7	1104	13			
1111, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22	1117	13			



Nordlichtjahre.	Mittel.	Differenz.	Periodenlängen.	Bemerkungen.	Sonnenflecken.
1128, 30, 31, 32.....	1130	13	86=8.10,3	Nordlicht häufig.	1129, 31 China. 1136, 37, 38 China.
1138, 39.....	1138	8			
1150, 51, 53, 56, 57.....	1153	15	86=8.10,3	Nordlicht öfter in der Schweiz sichtbar.	1186, 93 China. 1200, 1, 5 China.
1166.....	1166	13			
1171, 73, 74, 75, 77, 79.....	1175	9	103=9.11,4	Nordlicht öfter in der Schweiz sichtbar.	
1187, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95.....	1191	16			
1200, 3, 4.....	1203	12	103=9.11,4	Nordlicht öfter in der Schweiz sichtbar.	
1219.....	1219	16			
1226.....	1226	7	55=5.11,0	Zeit grosser Nordlichter: öfter in der Schweiz sichtbar.	
1241, 43, 45.....	1243	17			
1251.....	1251	8	55=5.11,0	Zeit grosser Nordlichter: öfter in der Schweiz sichtbar.	
1262, 63.....	1262	11			
1269, 71.....	1270	8	99=9.11,0	Zeit grosser Nordlichter; 1529 in Portugal sichtbar.	
1280.....	1280	10			
1304, 7.....	1306	26	69=6.11,5	Nordlicht häufig u. gross; im südlichen Europa sichtbar.	1547 dreitägige Sonnenverdunkelung (Humboldt, Kosmos); Sonne das ganze Jahr ohne Glanz (Bull. d. Neufchâtel B.V).
1322, 23, 25.....	1325	19			
1336.....	1336	11	69=6.11,5	Nordlicht häufig u. gross; im südlichen Europa sichtbar.	1588, Secchi, Le Soleil. 1593, Henneberger, bei Bock, Naturgesch. v. Preussen. 1596, Fausten, Cometa rediviv. 1607, Keppler.
1348.....	1348	12			
1352, 53, 54.....	1353	5	46=4.11,5		
1361.....	1361	8			
1375.....	1375	14	46=4.11,5		
1379.....	1379	4			
1389.....	1389	10	46=4.11,5		
1399, 1403.....	1401	12			
1432.....	1432	31	112=10.11,2		
1437.....	1437	5			
1453.....	1453	16	51=5.10,2		
1460.....	1460	7			
1465.....	1465	5	51=5.10,2		
1517, 18, 19.....	1518	53			
1524, 26, 27, 29, 31, 32, 33.....	1529	11	51=5.10,2		
1536, 38.....	1537	8			
1541, 42.....	1541	4	46=4.11,5		
1544, 45, 46, 48, 49, 50, 51.....	1546	5			
1554, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65.....	1560	14	46=4.11,5		
1666, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75.....	1571	11			
1576, 77, 80, 81, 82, 83, 84, 85.....	1580	9	46=4.11,5		
1586, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96.....	1590	10			
1602, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.....	1605	15	46=4.11,5		
	1626	21			

Fügen wir diesen noch die folgenden Hauptmaxima an:

1626	112	112=10.11,2
1738		
1789	51	51=5.10,2
1849	60	60=5.12,0

Das Gesamtmittel beträgt von 451 bis 1849 = 1398 = 126.11,09, somit 11,09 Jahre, was mit Wolf's Sonnenfleckenperiode bis auf 0,02 Jahre übereinstimmt.



Quellen: Für die *Nordlichter*: Fritz, *Verzeichniss beobachteter Polarlichter*.

für die *Sonnenflecken*: Humboldt's *Kosmos*, B. III, und einige in der Tabelle angegebene Quellen;

für die *Beobachtungen in China*: J. Williams, nach der *Encyclopädie des Ma Twan Lin*, in *Monthly Notices of the Roy. Astron. Soc.*, B. XXIII.

Die vorhergehende Tabelle, in welcher den Polarlichtjahren die wenigen Sonnenfleckenbeobachtungen aus dem Zeitraume von 397 bis 1605 gegenübergestellt sind, zeigt uns, dass in den alten Beobachtungen nicht nur die 11 jährige Sonnenfleckenperiode sich wiederfindet, sondern, dass auch in den Zeiten in welchen die Nordlichter im mittleren Europa häufig und in prächtiger Entfaltung auftraten, öfter Sonnenflecken von solcher Grösse sich zeigten, dass sie dem blossen Auge sichtbar wurden. Es kommt zwar vor, dass auch in Zeiten geringer Häufigkeit Sonnenflecken dem blossen Auge sichtbar werden, indessen ist dies doch meistens der Fall während eines Maximums oder kurz davor oder darnach; so sah z. B. Schwabe grosse Sonnenflecken mit blossen Auge: 1847 und 1848 je 5 mal, 1849 6 mal, 1859 4 mal, 1860 9 mal. Ganz entsprechend zeigt sich demnach in den chinesischen, wie in den wenigen europäischen Sonnenfleckenbeobachtungen, aus den Zeiten vor Erfindung des Fernrohres, die 11 jährige Periode ausgesprochen.

Wir finden demnach, soweit uns Beobachtungen zu Gebote stehen bestätigt, dass, für eine kleine, augenblicklich allgemein zu 11,1 Jahre angenommene Periode, *Polarlichter* <sup>1)</sup> und *Sonnenflecken in ihrem Wechsel in Häufigkeit und Grösse die Maxima und Minima mit einander gemein haben*.

Wie wir früher, S. 23, gesehen, wurde seit 1784 mehrfach der Versuch gemacht die seculäre Periode zu bestimmen. Es fanden dafür Pilgram 47 bis 54 Jahre, Pfaff 100 Jahre, eben so viel fand Muncke; Hansteen hielt 95 Jahre für wahrscheinlich, Olmstedt ging auf 65 Jahre zurück und der Verfasser fand, nahe mit Pilgram übereinstimmend 55,6 Jahre oder dass die seculäre Periode 5 gewöhnliche 11 jährige Perioden umfasse. Wir wollen nun in Folgendem die seculäre Periode zu bestimmen suchen, wobei wir noch etwas weiter rückwärts, — der Zeit nach —, beginnen können, als bei der Zusammenstellung der Nordlichter mit den Sonnenflecken.

Legen wir die Beobachtungen von Nordlichtern zu Grunde, so erhalten wir etwa folgende *wichtigere Maxima* für das Polarlicht.

<sup>1)</sup> In wie fern die hier aufgestellten Perioden auch für das Südlicht gelten, werden wir weiter unten sehen.



JAHRE.	DIFFERENZEN.	JAHRE.	DIFFERENZEN.
vor Ch. 503.....	41	451.....	52
465—459 (462) ..	19	503.....	82
443.....	93	585.....	31
350.....	134	616.....	60
218—215 (216) ..	8	676.....	66
208.....	7	742.....	65
202—199 (201) ..	31	807.....	53
170.....	8	860.....	66
162.....	59	926.....	66
103.....	9	992.....	125 = 2.62,5
94.....	31	1117.....	86 = 2.43,0
63.....	19	1203.....	103 = 2.51,5
48, 43, 40 (44)	58	1306.....	95 = 2.47,5
nach Ch. 14.....	36	1401.....	128 = 2.64,0
50.....	144	1529.....	209 = 4.52,3
194.....	203	1738.....	110 = 2.55
397.....	54	1848.....	
451			

Die mittleren Längen der secularen Perioden berechnen sich:

$$\begin{aligned}
 1401 \text{ bis } 1848 &= 447 = 8.55,9 \text{ Jahre,} \\
 807 \text{ ,, } 1848 &= 1041 = 19.54,8 \text{ ,,} \\
 503 \text{ ,, } 1848 &= 1345 = 24.56,0 \text{ ,,} \\
 397 \text{ ,, } 1848 &= 1451 = 26.55,8 \text{ ,,} \\
 &\text{Mittel } 55,6 \text{ ,, ; ferner} \\
 208 \text{ v. Chr. bis } 1848 &= 2056 = 37.55,6 \text{ Jahre.}
 \end{aligned}$$

Wir gelangen somit ebenfalls zu der mittleren Länge der secularen Periode von  $55,6 = 5 \times 11,11$  Jahren, die 5 Wolf'sche Perioden umfasst.

Mit Ausnahme bei der vereinzelt stehenden Erscheinung des Jahres 350 v. Chr., bewegen sich die Werthe der Differenzen gegenüber einer mittleren Periode entweder innerhalb enger Grenzen, oder bei grossen Werthen der Differenzen, wie namentlich für 1293 fallen kleinere Maxima nahe oder genau an die Stelle der Hauptmaxima. Hiernach würden somit die secularen Perioden ebenfalls etwas veränderlich in der Länge sein, was der Erfahrung entspricht. Es sind sogar hinsichtlich der Häufigkeit und Grösse der Erscheinung diese Perioden sehr stark veränderlich <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Dieser secularen Periode von 55,56 Jahren entsprechen sehr gut die wenigen aus alten Zeiten auf uns gekommenen Beobachtungen von Sonnenflecken mit blossem Auge. Zuerst entspricht dem Wendepunkte von 41 vor Chr. die während des Jahres 45 vor Chr. ein ganzes Jahr lang bleiche und minder wärmende Sonne (Plutarch „Julius Cäsar“, 87, Plinius, *Hist. nat.* II, 30). Die zwischen den Jahren 301 und 1608 beobachteten Flecken lassen sich in den vorangehenden Zusammenstellungen leicht hinsichtlich ihrer Erscheinungszeit in Bezug auf die Maxima der Polarlichter vergleichen. Sie entsprechen durchweg den Zeiten häufiger und grosser Nordlichter. Ordnet man dieselben nach grossen Perioden, so vertheilen sich die oben angeführten 54 Sonnen-



Ausgezeichnet durch häufige und grossartige Erscheinungen waren namentlich die Perioden mit den Wendepunkten: 486, 374, 208 vor Chr.; nach Chr. 194 (?), 400, 570, 848, 1015, 1126, 1349, 1571, 1738, ganz besonders zeichneten sich aus das 6., 9., 12., 16. Jahrhundert, welchen Erscheinungen sich diejenigen der letzten Jahrzehnte (1848, 1859, 1870) anschliessen. Seltener war das Nordlicht im 7., 10., 13., 15. Jahrhundert, mit Hauptminima um 520, 700, 1050, 1420, 1490, 1700 und 1800.

Dass die Periodicität des Polarlichtes in der Wirklichkeit besteht und nicht wesentlich von den unvollkommenen Aufzeichnungen und Catalogen abhängig ist, lehrt uns nicht allein die eigene Erfahrung durch den starken Wechsel in der Häufigkeit und Ausdehnung seit Beginn dieses Jahrhunderts; es lehrt dies nicht bloss das Eintreffen des letzten Maximums von 1870, nachdem es schon 1863, durch die Arbeiten des Verfassers und von Loomis, angekündigt war; wir sehen die Perioden auch bestätigt durch ältere Schriftsteller und vermögen die Periodicität für alle Breiten nachzuweisen, was in Folgendem, möglichst kurz, geschehen soll.

EUROPA. Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen, waren, wenn wir nur die Zeiten berücksichtigen aus welchen bestimmte Beobachtungen vorliegen, das 6., 9., 12., 16. und 18. Jahrhundert durch grosse und häufige Erscheinungen ausgezeichnet. Nicht nur sprechen die Berichte aus den damaligen Zeiten häufig über den brennenden Himmel, Feuerströme, streitende Heere u. s. w. und später, als man mit der Erscheinung vertrauter wurde, von Nordlichtern; es reichen auch die Erscheinungen zeitweise tief gegen den Aequator hinab. 502 sah man das Nordlicht in Edessa, dem heutigen Urfa, in Mesopotamien; im gleichen Jahrhundert mehrfach in Italien; 905 sah man selbst in China zwischen dem 32. und 35. Breitengrade, bis wohin die grossen Erscheinungen der Neuzeit nicht reichten und um jene Zeit wieder in Mittel-Italien häufig das Nordlicht. Im 12. Jahrhundert ist dasselbe wieder häufig in Italien und 1117 selbst in Palästina gesehen worden. Während des 16. u. 18. Jahrhunderts werden uns die Erscheinungen mehrfach für den ganzen Süden von Europa, für Italien, Südfrankreich, Spanien und Portugal als beobachtet aufgeführt.

flecken-Erscheinungen in der Weise, dass 32 in den nächsten 14 Jahren vor und 14 Jahren nach den Maximas gesehen wurden; der Rest fiel den Hauptminimas näher. Von den den Maximas zunächst gelegenen Erscheinungen wurden wieder 17 zwischen dem 5. und 10. Jahre nach den Maximas wahrgenommen. Diese Vertheilung entspricht somit unserer grossen Periode von 55,56 Jahren, wie der gleichen von Wolf auch in den Sonnenflecken-Relativzahlen gefundenen, wobei die Maxima auf die Jahre 1727, 1788 und 1837 fallen.



Um das Jahr 1000 müssen die Nordlichter selbst in höhern Breiten selten gewesen sein, da nach Barhow (*Richtig angestellte und aufrichtig mitgetheilte Observationes vom Nordlicht*) damals die Drontheim'schen Colonisten in Grönland die Erscheinung als eine Merkwürdigkeit ansahen. Für die grosse Häufigkeit im 12. Jahrhundert spricht die schöne Beschreibung in „*Konunglega Skugg-Sia* (Königsspiegel)“, welcher in den letzten 15 Jahren des 12. Jahrhunderts von einem angesehenen Normannen geschrieben wurde, der nur aus eigener Anschauung derartig schildern konnte.

Für die Seltenheit der Erscheinung im 15. Jahrhundert spricht der Schrecken, welchen die Nordlichter von 1461 und 1465 in den mittleren Breiten, namentlich in Frankreich verbreiteten; ebenso spricht dafür das für die darauffolgende Zeit fast gänzliche Fehlen aller Notizen über Nordlicht-Erscheinungen, trotzdem, wie Muncke (*Handbuch d. Geogr.*) sich richtig ausdrückt, damals kein Wunder am Himmel übersehen wurde und dass noch Luther den Nordlichtern eine besondere Wichtigkeit, sogar als Vorbedeutung, beilegte. Mit dem Beginne des 16. Jahrhunderts beginnt, wie wir schon oben sahen, eine Periode grosser Häufigkeit und Grossartigkeit, die Mairan (a. a. O.) mit der des 6. Jahrhunderts vergleicht, wovon Gregor von Tours (544—594) berichtet und die mit jener des 18. Jahrhunderts wetteiferte. Für einzelne Jahre wissen die damaligen Schriftsteller von ganzen *Feuerströmen, welche sich über den Himmel ergossen* zu erzählen und nach Olsen zeigte sich das Nordlicht in Norwegen von 1561 bis 1568 fast in jeder Winternacht. Mit den letzten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts wurden die Erscheinungen seltener, so dass das grosse Nordlicht vom 12. Sept. 1621 wieder in ganz Mittel-Europa; noch mehr aber im Süden Schrecken zu erregen vermogte. Für den Schluss des 16. Jahrhunderts und bis 1621 fand Halley selbst für England keine Aufzeichnung; Tycho de Brahe beobachtete zwischen 1583 und 1597 auf der Insel Hween nur wenige Erscheinungen<sup>1)</sup> und Descartes (1596—1650) der sich mit den Meteoren eingehend beschäftigte, der 1629 in Holland und später in Stockholm lebte, sagt (*Meteoris, Disc. VII*): „dass er *nie* ein Nordlicht gesehen habe.“ Zu Anfang des 17. Jahrhunderts bemerkte P. Claussen, Pfarrer zu Undal: „das Nordlicht stehe nicht immer so hoch, dass man es in andern Ländern als in Island, Grönland und Norwegen sehen könne“; er bemerkt ferner, dass es selbst bei seinem Erscheinen in Island, wo selbst er sich in seiner Jugendzeit aufhielt,

<sup>1)</sup> Tycho de Brahe beobachtete von 1583 Oct. bis 1597 April 77 Nordlichter, wovon auf 1583: 18, 1584: 16 und 1590: 15 Erscheinungen kommen, so dass für sämtliche übrige Jahre noch 28 übrig bleiben. Von diesen waren zwischen 1591 und 1597 nur 6 sichtbar.



bei den dortigen Einwohnern Schrecken erzeugt habe. Um 1620 wurden die Nordlichter wieder in niederen Breiten, wie am 21. Sept. 1621 in Aleppo in Syrien sichtbar und 1629 durchzogen nach Cromerus „ganze Armeen“ die Luft. Um die Mitte des Jahrhunderts waren sie wieder so selten, dass, nach Pontoppidan (*Versuch einer natürl. Historie von Norwegen*), selbst in Norwegen das Aufleuchten grosser Nordlichter als Vorbedeutung angesehen wurde. La Peyrere, der 1644 über Island, 1646 über Grönland schrieb und lange in Kopenhagen lebte, kannte das Nordlicht nicht aus eigener Anschauung. Eine kurze, wenig hervortretende Periode trat in der letzten Hälfte des 16. Jahrhunderts ein, worüber wir von Torfäus vernehmen, dass er auf der Insel Carmen (+ 59°) nach 1663 das Nordlicht häufig sah und wie uns Beobachtungen aus Frankreich, der Schweiz und Deutschland in den Jahren 1671 u. 1686 zeigen. Das Aufsehen, welches die 1686 im Rheingau beobachteten Erscheinungen erregte, spricht für die Seltenheit, selbst um die Zeit dieses Maximums.

Gegen das Ende des Jahrhunderts setzte das Nordlicht fast vollständig aus, so dass der vielgereiste Wallfischfahrer Zorgdrager (*Grönländische Fischerei*) bemerkt: „Das Nordlicht erleuchtet allein nur diejenigen, welche in der Gegend des Circuli arctici wohnen“; dass Kirch (*Beschreib. d. besond. Nordscheins* u. s. w. von 1729) sich ausspricht: „Es müssen im 17. Jahrhundert die Nordlichter selten gewesen sein, da trotz den zu jenen Zeiten lebenden Astronomen und neu errichteten Societäten Frankreichs und Englands seit 1630 nur das von Hevel in Danzig 1682 beobachtete Nordlicht sich aufgezeichnet findet. Nach Olaus Römer wurden zwischen 1686 und 1707 selbst in hohen Breiten nur wenige Nordlichter sichtbar; nach dem Grafen Plelo soll sogar der dänische Astronom Horrebow 1686 und 1687 zum ersten Male das Nordlicht beobachtet haben.

Nach 1707 folgte eine an Nordlichtern reiche Periode. Die ersten Erscheinungen erregten grosses Aufsehen; in Stockholm wurden 1709 wegen eines Nordlichtes die Gardien unter die Waffen gerufen und Feuermarsch geschlagen, während, nach Maier, im Jahre 1726 in Petersburg selbst der gemeine Mann wieder an die Erscheinung gewöhnt war. 1716 begann die Erscheinung in England, Holland, Schweden und Deutschland häufiger zu werden. Der vielgereiste Halley sah 1716 zum ersten Male das Nordlicht. Nach diesem war das Nordlicht vom 17. März 1716 die erste grosse Erscheinung seit den in Cambden's *Hist. of Elizabeth* verzeichneten Nordlichtern von 1574. In Italien erschienen die ersten Nordlichter 1722. Wie unsere früheren Tabellen zeigen, lassen sich jetzt kleinere Maximas und Minimas von grösseren unterscheiden. Ein Hauptminimum war das um 1755, zu welcher Zeit selbst in Upsala, nach



Ferner, das Nordlicht selten und schwach war. Darauf folgten grössere Maxima, welche ihren Höhepunkt 1788 erreichten, um dem nun rasch folgenden tiefen Minimum zu weichen. 1804 spricht sich Hallström in Abo, gleichzeitig Dalton in Manchester, über die Seltenheit der Nordlichter aus und selbst die 1806 und 1807 den hohen Norden Europa's bereisenden Hausmann und L. von Buch sind überrascht von der Seltenheit des Nordlichtes. Von 1815 an strebte so dann, allerdings nach kleinen Perioden wechselnd, die Erscheinung wieder dem Maximum zu. 1837 wurde das Nordlicht auf Teneriffa, 1859 sogar nahe dem Aequator beobachtet. Die bekannt gewordenen ausgezeichneten Erscheinungen waren:

1621 bis Aleppo in Syrien; 1716 bis Neapel und Spanien;  
 1726 bis Cadix und Rom; 1730 bis Sud-Frankreich und Rom (2 mal);  
 1737 bis Lissabon; 1770 bis Cadix und Neapel;  
 1786 bis Rom; 1787 bis Rom (2 mal);  
 1788 bis Rom (4 mal); 1789 bis Rom;  
 1827 bis zu den Alpen; 1831 bis Triest und Madrid;  
 1836 bis Forli; 1837 bis Rom, Marseille und Teneriffa;  
 1839 bis Mittel-Italien; 1847 bis Mittel-Italien;  
 1848 bis Rom, Salonich, Odessa und Smyrna;  
 1859 bis fast zum Aequator (2 mal);  
 1870 bis Bagdad und zu den Canarischen Inseln;  
 1872 in ganz Nord-Afrika und bis Bombay in Asien sichtbar.

Alle diese Erscheinungen entsprechen Polarlicht-Maxima.

AMERIKA. Nach Littrow (*Vermischte Schriften*) waren 1741 in Nord-Amerika die Nordlichter häufig und bedeutend. 1746 waren nach Ellis in der Hudsonsbay, 1746 bis 1750, nach Kalm (*Schwed. Abhandl.* B. 14) in Quebec und Philadelphia die Nordlichter häufig. 1763 bis 1794 waren sie zu Newport, R. I. (+ 41°) sehr oft sichtbar (nach Stiles), wogegen sie von 1804 bis 1820, nach Day, zu Yale College, New-Haven (+ 41° 19'), sehr selten waren. Nach Day sah man während der zuletzt genannten Zeit in New-England nur niedere Nordlichter. Er bemerkt, dass daselbst das Nordlicht im vergangenen Jahrhundert erst sich stärker entwickelte, als es auch in Europa begann häufiger zu werden. Nash bemerkt 1821 (*Ladie's und Gentleman's Diary*), dass seit 40 Jahren das Nordlicht seltener gewesen sei und erst nach 1819 wieder häufiger erscheine. 1839, 1848, 1859, 1870 waren in Amerika Maxima-Jahre. Am Sacramento in Californien (+ 38°) wurden 1852, 1857, 1858 und 1860 je ein Nordlicht, 1859, dem Maximum entsprechend 3 solcher beobachtet.



1718 wurde auf den Antillen, zu St. Martin (+ 18°), und 1780 auf Barbados (+ 13°) je ein Nordlicht beobachtet. In den Jahren 1784, 1789, 1833, 1848, 1859 und 1860 sah man solche auf Cuba (+ 12°) und 1859 sahen die Einwohner von Portorico (+ 19°) zum ersten Male ein Nordlicht.

Amerika's hoher Norden. Wie für alle die höhern und hohen Breiten, so mangelt auch hier ein geeignetes Material um die Perioden feststellen zu können oder um überhaupt nachweisen zu können, ob in den hohen Breiten das Gesetz der Periodicität noch gilt und wenn dies der Fall, in wie fern sich dieselbe in Zahl und Grösse der Erscheinung zeigt. Die spärlichen Beobachtungsmaterialien sprechen indessen entschieden für einen periodischen Wechsel, wenn auch mehr in Bezug auf Grösse, als auf die Anzahl der Nordlicht-Erscheinungen, namentlich für solche Gegenden, in welchen das Nordlicht fast permanent ist.

Es beobachteten

FRANKLIN.			BACK.		LEFROY.	ANDERSON.	LEFROY.
1819—1820	1820—21	1825—26;	1833—34,	1834—35;	1843—44;	1850—51;	1850—51
zu Cumberland- house + 53°	zu Fort Entreprise + 64°	am Sklaven- u. Bärensee + 61° u. + 65°	zu Fort Reliance + 63°		am Athabasca-See u. Fort Simpson + 59° u. + 62°	zu Fort Chipewyan + 59°	in Canada + 48° bis + 67°
in 212 Tagen	212	190	191	138	181	181	212
52	117	163	112	94	86	190	193
Nordlichter;							
25	55	86	58	68	48	60	91
Nordlichttage.							

Soweit diese Werthe unter sich vergleichbar und nicht von localen Einflüssen abhängig sind, entspricht diese Tabelle entschieden den Beobachtungen in niederen Breiten und in Europa. Für 1825 geben die Franklin'schen Werthe eine bedeutendere Procentenzahl als für 1820 auf 1821, was dem Minimum von 1823 und dem darauffolgenden Maximum von 1829 genau entspricht. In der gleichen Weise stimmen die Back'schen Beobachtungszahlen zu dem verfloßenen Minimum von 1833, während die Beobachtungen von Lefroy und Anderson für 1844 dem secundären Minimum, für 1850 dem kaum vergangenen Maximum von 1848 entsprechen. Die beiden Letztgenannten beobachteten während der Monate November bis Februar an dem gleichen Orte (Fort Chipewyan, am Athabasca-See), wobei der erstere (1843) in 71 %, der letztere (1850) in 89 % der hellen Nächte das Nordlicht beobachtete. Richardson bemerkt (in *Magnet. observ. at Lake Athabaska*), dass 1843 auf 1844 in dieser Gegend das Nordlicht wahrscheinlich in Bezug auf Zahl und Pracht gegen frühere Jahre



zurückstand, da nach der Meinung der Eingeborenen vom Athabasca-See dieser Winter sich durch Abwesenheit des Nordlichtes auszeichnete. Die geringe Anzahl der Erscheinungen in den Jahren 1819 und 1820 der Franklin'schen Beobachtungen entspricht dem grossen Minimum zu Anfang des Jahrhunderts, während die meisten, aus der Breite von Cumberlandhouse entsprechenden Gegenden Canadas stammenden Beobachtungen Lefroy's für 1850 und 1851 Summen ergeben, welche sich dem grossen Maximum von 1848 anschmiegen.

Die 1814 von Chappell in York-Factorei (+ 57°) in jeder Nacht zwischen dem 31. Aug. u. dem 28. Sept. beobachteten Nordlichter würden dem kommenden Maximum von 1818 entsprechen. 1826 vom 25. Aug. bis 9. Oct. und ebenso im Herbst 1827 sah Beechey an der Nordwestküste von Amerika und in der Behringsstrasse die Erscheinung in jeder hellen Nacht. Zu Fort Confidence (+ 67°) war 1848 u. 1849, nach Richardson, die Nacht allzeit durch Nordlicht erhellt; ebenso im Winter 1849 auf 1850 zu Fort Normann (+ 65°) und zu Fort Franklin (+ 65°) am Bärensee nach Hooper, und selbst 1852 bis 1854 war nach Marquire an der Barrowspitze (+ 71°) das Nordlicht noch in 73 % der Nächte sichtbar <sup>1)</sup>.

Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen aus Maximazeiten berichtet Bannister, dass er in den Jahren 1865 u. 1866 zu St. Michael zwischen Alaska und der Behringsstrasse das Nordlicht nicht so häufig sah, als er erwartet hatte. Das Maximum betrug 10 Nordlichttage in einem Monat; ebenso beobachtete Whympfer 1866 auf 1867 in Alaska weit weniger Nordlichter als er vermuthet hatte.

Aus dem vorigen Jahrhundert besitzen wir einzig die Beobachtungen Hearn's, der sich um die Zeit eines Maximums, im Winter 1771, am Athabasca-See aufhielt. Dasselbst war damals das Nordlicht sehr häufig und oft von solchem Glanze, dass man die kleinste Schrift dabei lesen konnte. Mackenzie, der sich 1789 bis 1793 ebenfalls am Athabasca-See aufhielt, bemerkt merkwürdigerweise nichts über das Nordlicht, trotzdem er in den veröffentlichten Bruchstücken seines meteorologischen Tagebuches (s. *Reise nach d. nördl. Eismeere*) die Beschaffenheit der Luft ausführlich notirt.

Nach den vorliegenden Beobachtungen macht sich somit auch in den Gegenden Nord-Amerika's, wo das Nordlicht am häufigsten und glänzendsten ist, der periodische Wechsel geltend. Zukünftige Beobachtungen sind nothwendig zur Entscheidung in wie weit sich der Wechsel bemerkbar macht.

<sup>1)</sup> An der Barrowspitze wurden 1852 auf 1853: 113, 1853 auf 1854: 136 Tage mit Nordlicht beobachtet, was der Sonnenfleckenperiode widersprechen würde. Es wird aber ausdrücklich bemerkt, dass der letztere Winter kälter war und mehr helle Tage hatte; namentlich war dies im December der Fall.



Länder der Hudsonsbai und Grönland. Zusammenhängende Beobachtungen fehlen zwar für diese Gebiete ganz, indessen spricht das Wenige, was bekannt ist, dennoch für einen periodischen Wechsel.

Munck, der 1619 in der Hudsonsbai ( $+ 63^\circ$ ) überwinterte, notirte die gesehenen Nebensonnen, Mondhöfe u. s. w., die Zorgdrager nach ihm anführt (in „*Grönländische Fischerei*“), ohne dass dabei des Nordlichtes gedacht wird. Auch James (*The dangerous voyage*), der 1631 auf 1632 der Dauby-Insel ( $+ 52^\circ$ ) überwinterte, notirt die Witterung, Finsternisse, magnetische Bestimmungen u. dgl. ohne vom Nordlichte zu sprechen. Erst Ellis, der von 1746 auf 1747 in der Hudsonsbai überwinterte spricht sich über die Häufigkeit des Nordlichtes daselbst aus. Er bemerkt, dass dasselbe im Sommer so häufig wie im Winter sei (*Voyage de la Baie de Hudson*). Diese Bemerkung entspricht dem nahenden Maximum (1750); wenn aber W. Wallis, der 1768 auf 1769 zu Prince of Wales Fort am Churchill-River ( $+ 58^\circ$ ) überwinterte, das Nordlicht dort zwar häufig sah, aber nie in der Weise wie im nördlichen England, sondern nur selten lebhaft — er führt nur 2 Beobachtungen an (*Philos. trans.* B. 60) —, so passt dies nicht vollständig zu dem nahen Maximum von 1769—70. Vergleichen wir die von Wolf zusammengestellten Relativzahlen, (1767: 34, 1768: 52, 1769: 108) dann erklären sich die schwächeren Nordlichter nur durch die Eigenthümlichkeit des Nordlichtes in rascherem Verhältniss zu- und abzunehmen, als die Sonnenflecken.

Umfreville lebte von 1772 bis 1780 zu Fort York ( $+ 57^\circ$ ) und bemerkt, dass bei kaltem Wetter die Luft meistens hell sei, dass aber sehr viele Nächte vergehen, ohne dass ein Nordlicht sichtbar wird (*The present state of Hudson's Bay*). Diese Nachricht dürfte im Einklange stehen mit dem Minimum von 1775, da Chappell, an dem gleichen Orte, im Jahre 1814 (vor dem Maximum von 1816) vom 31. Aug. bis zum 28. Sept. das Nordlicht in jeder hellen Nacht beobachtete. J. West, der um 1824 Kaplan der Red River Colony der Hudsonsbaigesellschaft war, sah daselbst das Nordlicht in den hellsten Nächten und zeitweise ungewöhnlich hell und glänzend. Besonders häufig waren, nach den Zusammenstellungen Lefroy's die Nordlichter in den Gegenden der Hudsonsbai in den Jahren 1848 bis 1852. In der etwas nördlicher gelegenen Repulsebai, zu Fort Hope ( $+ 67^\circ$ ) waren nach Rae (*Meteorolog. Reg.*) von 1846 auf 1847 die Nordlichter häufig. Venable beobachtete auf Aulezavik-Inland bei Cap Chudleigh, Labrador ( $+ 60^\circ$ ), 1860 vom 30. Juni bis 6. Aug. 14 Nordlichter, trotz des Hochsommers (*Report of Coast Survey* 1860). Letztere Beobachtungen entsprechen den Maximis von 1848 und 1859.

Für Labrador besitzen wir von den Missionären Liebisch und Krügelstein



kurze Beobachtungsreihen aus den Jahren 1778 bis 1784 für die Stationen: Nain (+ 56°) und Okkak (+ 58°) mit den Nordlichttagen 1779: 14 1780: 22 1781: 42 1782: 23 1783: 35 1784: 19, welche Zahlen, trotz ihrer Unvollständigkeit nach dem Minimum von 1784 hin abnehmen.

Wie oben, unter Europa, mitgetheilt, scheint, nach Barhow, um das Jahr 1000 das Nordlicht in Grönland häufig gewesen zu sein, trotz der seltenen Sichtbarkeit in Europa. Nach dem Königsspiegel war im 12. Jahrhundert das Nordlicht in Grönland ebenfalls häufig. Alle spätere Schriftsteller bis auf Hans Egede schrieben aus den beiden genannten Quellen ab. Nach Hans Egede, der zwischen 1721 bis 1736 in Grönland, meist zu Godhaab, lebte, war zu seiner Zeit das Nordlicht daselbst häufig und sehr hell, so dass man oft dabei lesen konnte (*Det Gamle Grönlands, Naturgeschichte Grönlands* u. s. w.). In der gleichen Weise spricht sich David Cranz aus, der von 1761 bis 1762 zu Godhaab (+ 64°) lebte (*Historie von Grönland*). 1786 und 1787 beobachtete A. Ginge das Nordlicht während des Winters 50 mal (*Ephem. soc. meteor. Palat.*) und Kraah beobachtete 1828 bei Cap Löwenörn (+ 64°) Nordlicht in den letzten Augustwochen. Rink beobachtete 1848 bis 1850 im nördlichen Theile des dänischen Grönlands das Nordlicht nicht sehr häufig. Dies ist abhängig von der nördlichen Lage der Station, indem die Linie der grössten Häufigkeit der Nordlichter an Cap Farewell (+ 60), also 13 Grade südlicher vorbeizieht.

Lässt sich aus dem vorliegenden Materiale für das Gebiet der Hudsonsbai auf den periodischen Wechsel des Nordlichtes schliessen, so ist dies für Grönland nicht möglich. Die Beobachtungen von Godhaab (*Collect. meteor. soc. scien. Danicae*) von 1841—1846 (der Reihe nach 60, 93, 84, 87, 74, 32 Nordlichter per Jahr) und Jakobshavn (a. gl. O.) von 1840—1850 (der Reihe nach 10, 15, 15, 18, 12, 24, 21, 17, 14, 11, 21 Nordlichter per Jahr) sind der Zahl nach schon nicht vollständig genug, um über Periodicität entscheiden zu können, abgesehen davon, dass auch noch die Grösse der Erscheinungen in Betracht gezogen werden sollte. Jedenfalls lässt sich schliessen, dass von einem zeitweisen Aussetzen in den südlichen Gegenden Grönlands keine Rede sein kann; die Perioden mögen mehr durch den Wechsel der Intensität marquirt sein.

Arctischer Archipel Amerikas. Für dieses Gebiet liegen entschiedene Beweise eines starken Wechsels vor, der nicht auf locale Einflüsse allein zurückgeführt werden kann, da die Entfernungen der verschiedenen Beobachtungsorte verhältnissmässig nicht sehr beträchtlich sind, da mitunter für die gleichen Orte Beobachtungen vorliegen und da die Mittheilungen zahlreich und gut sind. Sie entstammen Männern, die in regstem Eifer nach einer nordwestlichen Durchfahrt suchten, die Franklin und seinen Unglücksgefährten



ihre hülffreie Hand zu bieten oder deren Schicksal zu erforschen trachteten oder die das alte Problem der Erreichung des Nordpols zur Lösung bringen wollten.

1821 auf 1822 war Parry auf Winter-Island ( $+ 66^\circ$  und  $83^\circ$  w.); er sah das Nordlicht selten und wenig ausgezeichnet, namentlich gegenüber seinen Beobachtungen von 1818 in der Baffinsbai und Davisstrasse und gegenüber den 23 Nordlichtern welche er von 1819 auf 1820 im Winterharbour ( $+ 75^\circ$  u.  $111^\circ$  w.) beobachtete. Noch unscheinbarer und seltener waren die Erscheinungen zu Igloolik ( $+ 69^\circ$  u.  $92^\circ$  w.) im Winter 1822 auf 1823 (Parry, *Voyages of North-West-Passage*).

1824 auf 1825 beobachtete Parry in Port Bowen ( $+ 73^\circ$  u.  $89^\circ$  w.) das Nordlicht häufig und stark und notirt dasselbe an 47 Tagen. J. Ross beobachtete 1829 auf 1830 in Felix Harbour ( $+ 70^\circ$  u.  $92^\circ$  w.) das Nordlicht häufig und in schöner Entwicklung,

1830 auf 1831, in Sheriff Harbour, Golf of Boothia ( $+ 70^\circ$  u.  $92^\circ$  w.) seltener und unbedeutender, namentlich selten im Frühjahre,

1831 auf 1832, in Victoria Harbour ( $+ 70^\circ$  u.  $92^\circ$  w.), nur eine brillante Erscheinung im Januar und

1832 auf 1833 in Somerset-House, am Fury-Strand ( $+ 73^\circ$  u.  $92^\circ$  w.) noch unscheinbarer und nach Neujahr keines mehr (J. Ross, *Narrative of a second voyage in Search of North-West-Passage*).

1850 auf 1851 war es nach Kane im Wellingtonkanal ( $+ 75^\circ$ ), in der Barrowstrasse ( $+ 74^\circ$ ) und im Lancastersund ( $+ 74^\circ$ ), in grösserer Entfernung von der durch die Hudsonsbai ziehenden Maximal-Nordlichtlinie, als Ross beobachtete, an 59 Tagen, im Winterquartier des Capitain Austin ( $+ 74^\circ$  u.  $95^\circ$  w.) an 25 Tagen und in Assistance-Harbour ( $+ 75^\circ$  u.  $95^\circ$  w.), nach Sutherland, häufig sichtbar.

1852 auf 1853 wunderte sich Belcher, dass er erst im December im Northumberland-Sunde ( $+ 78^\circ$  u.  $97^\circ$  w.) einige Nordlichter sah (*The last of the arctic voyages*).

1858 auf 1859 beobachtete dagegen Mc. Clintock in Port Kennedy in der Bellotstrasse ( $+ 72^\circ$  u.  $94^\circ$  w.) an 39 Tagen (von Ende October bis Ende März) das Nordlicht und häufig in schönen Erscheinungen. (*Record of the Weather kept on board of the Yacht „Fox“*).

Im westlichen Theile des Archipels beobachtete Mc. Clure in der Prince of Wales-Strasse ( $+ 73^\circ$  u.  $118^\circ$  w.) im Spätjahre 1850 das Nordlicht häufig, im Frühjahre seltener; 1851 auf 1852 in der Mercy-Bai ( $+ 74^\circ$  u.  $118^\circ$  w.) hatte es, obschon noch häufig sichtbar, bedeutend an Glanz abgenommen. Selbst in der tiefsten Winternacht waren die Erscheinungen schwach (Armstrong, *A personal narrative* und Osborne, *The discovery of North-West-Passage*).



Alle vorstehenden Beobachtungen entsprechen den Maximas von 1818, 1829, 1848 und 1860, wie den Minimas von 1823, 1833 und 1856.

Die von Kane 1853 bis 1855 im Van Rensselaar Harbour (+ 78°), von Hayes (1860 - 1861) im Port Foulke (+ 78°), von der Polaris-Expedition 1871 bis 1873 im Thank God Harbour (+ 81°) und in Life-boat-cove (+ 78°) und von der neuesten Englischen Expedition (1875—1876) in + 82° 27', im Winterquartier des Schiffes: „Alert“ und in + 81° 30', dem Winterquartier des Schiffes „Discovery“, alles im Smithsunde gelegenen Stationen, erhaltenen Beobachtungen lassen kein bestimmtes Urtheil zu, da diese Gegend der Minimalzone der Erscheinung angehört, wodurch die Erscheinungen in jenen Gegenden stets schwach und selten sind. Die 17 Nordlichttage von 1871—72 der Polarisbai (Thank God Harbour) und die 7 Nordlichttage des Polaris-house (in Life-boat-cove), wovon Bessel berichtet, stimmen sehr gut zu dem vergangenen Maximum von 1871; die seltenen Nordlichter von 1875—76, welche die englische Expedition beobachtete entsprechen dem Minimum von 1876—77<sup>1)</sup>.

Island. Hier sah 1660 bis 1663 Torfäus das Nordlicht in vorzüglichem Glanze (*Egger's Island*); wogegen nach Peter Claussen zu Anfang des 17. Jahrhunderts die Erscheinung auf der Insel selten war und die Leute beim Aufleuchten des Nordlichtes erschrecken (nach Celsius und Mairan). Wood (in *Beschreib. seiner Reise von 1676*) bemerkt: dass das in Grönland sehr häufige Nordlicht zu weilen auch Island und Norwegen erleuchte (*Egger's Island*). Wenn Anderson (in seinen *Nachrichten von Island*), zwischen 1730 und 1747, bemerkt, dass das *Nordlicht den ganzen Winter leuchte*, so entspricht dies dem damaligen grossen Maximum; wenn dann aber Horrebow (in „*Zuverlässigen Nachrichten von Island*“) jenem entgegnet: dass es in Island viele helle Nächte ohne Nordlicht gebe, wie er selbst 1749 und 1750 beobachtete, so entspricht dieser Ausspruch dem grossen Minimum jener Zeit. Die ferneren Widersprüche von Anderson und Horrebow: Die Isländer wundern sich über die jetzige so häufige Erscheinung, die man in vorigen Zeiten nicht so oft gesehen habe (Anderson) und: Ich kann nicht sagen, dass die Isländer dafür halten, dass das Nordlicht sich bei ihnen öfter sehen lasse wie zuvor (Horrebow), entsprechen ebenfalls genau den genannten Perioden. Eggert Olofsen und Biarne Povelson bereisten 1752 bis 1757 Island. Sie sahen in der ersten Zeit, in Süder-Island, das Nordlicht sehr häufig, fast jede Nacht, später für die gleiche Gegend das Nordlicht bei hellem Monde selten und nach Mitternacht

<sup>1)</sup> Für die Ostküste Grönlands besitzen wir nur die einjährigen Beobachtungen der deutschen Nordpolexpedition, welche noch dazu sehr unvollständig publicirt wurden.



nie. Das Maximum war 1750. Kerguelen sah in den Meeresgegenden südlich von Island 1767 und 1768 das Nordlicht selten; Loewenoern dagegen 1786 zu Holmshafen (+ 64°) selbst in den letzten Tagen Mai bis Ende Juni mehrere Mal Spuren von Nordlicht, was dem Hauptmaximum 1788 entspricht. Nach Henderson („*Island*“) war 1814 auf 1815 das Nordlicht in Reykiavik häufig sichtbar; nach einer Mittheilung in den *Jahresb. d. Ver. f. Naturk. in Württemberg*, war im Winter 1851 auf 1852 das Nordlicht namentlich um die Weihnachtszeit und nach Preyer und Zirkel (*Reise nach Island*) in der Zeit um 1860 häufig. Diese Notizen entsprechen den Maxima von 1816, 1848 und 1860.

Die spärlichen Beobachtungen, welche uns zu Gebote stehen, sind folgende:

1749 bis 1751 beobachtete Horrebow auf Island und sah 1749 während 122 Tagen 30 mal, 1750 in der gleichen Zeit 47 Nordlichter; Olaus Olavius beobachtete 1777 während 72 Tagen 28 mal und Thienemann 1820 während 122 Tage 21 mal die Erscheinung. Dr. Hjaltalin beobachtete von 1859 bis 1864 300 grössere Nordlichter und Thorlacius zu Stykkisholm von 1867 bis 1871 in 700 Tagen 137 grössere Erscheinungen.

Gesehen wurden von den genannten Beobachtern das Nordlicht in % der Beobachtungstage:

1749 . . . . .	0,24
1750 . . . . .	0,39
1777 . . . . .	0,39
1820 . . . . .	0,17
1859 bis 1864 . . . . .	0,29
1867 „ 1871 . . . . .	0,20

Maxima-Jahre waren 1750, 1776, 1860, 1870; Minima 1823 und 1867. Es entsprechen die Zahlen, trotz der Mangelhaftigkeit, den Perioden.

Spitzbergen und Bären-Insel.

1633 auf 1634 überwinterten sieben Holländer in der Nordbai und notirten nur 4 Erscheinungen (Zorgdrager).

1743 bis 1749 lebten 4 russische Matrosen auf Ost-Spitzbergen, welchen die Nordlichter häufig das Fürchterliche der Polarnacht milderten (Le Roy).

1758. Martin kann wegen der Tageshelle keine Nordlichter beobachten, wohl aber ähnlich geformte Wolkengebilde über dem darunter wegziehenden Gewölke. Die Erscheinung war am Abend stets am stärksten (*Schwed. Acad. Abhandl.* B. 20).

1780 waren nach dem auf Spitzbergen überwinterten Pochenthal die Nordlichter so hell, dass man dabei lesen konnte (Backström).



Gegen 1820 war nach Scoresby (*Tagebuch*) in diesen Gegenden das Nordlicht häufig.

1824 erlegten auf der Bären-Insel überwinternde Wallrossjäger in der Weihnachtswoche beim Nordscheine zahlreiche Thiere (Keilhau).

1827 erzählten die in der Magdalenenbai überwinternten Russen Parry von der Häufigkeit des Polarlichtes (*Narr. of an attempt to reach the Northpole*).

1843 auf 1844 überwinternte Lindström mit 23 Mann unfreiwillig in der Crossbai und fanden das Nordlicht im Winter als etwas ganz Gewöhnliches.

Nach dem 1826 verstorbenen Greise Staraschtschin, der 32 Winter auf Spitzbergen verlebte, war zu seiner Zeit das Nordlicht fast beständig (Barto von Löwenigh). Leider fehlen die Zeitangaben.

1865, Aug. bis 1866, Juni, beobachtete Sievert Tobiesen auf der Bären-Insel und notirte vom 16. Oct. bis 28. Febr. 19 Nordlichter während den 36 hellen Nächten (*Meteor. Fakttagels. anst. på Beeren-Eiland af S. Tobiesen*).

1872 auf 1873 überwinternte die Nordenskiöld'sche Expedition in der Mosselbai auf Spitzbergen ( $+ 79^{\circ} 50'$ ), wobei vom 1. October bis zum 11. März 100 Nordlichter notirt wurden (Wijkander, in *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl.*, N. F. B. 12, 1873).

Während aus den älteren unbestimmten Angaben, die sich theilweise ordentlich den Perioden anschliessen, wenig Bestimmtes entnommen werden kann, stimmen die Beobachtungen Tobiesen's zu dem Minimum (1867), diejenigen der Nordenskiöld'schen Expedition zu dem kaum vergangenen Maximum von 1871.

Nördliches Scandinavien (Lappland und Finnmarken). Wie schon oben unter Europa angegeben, war in Schweden und Norwegen das Nordlicht nicht zu allen Zeiten gleich häufig sichtbar. Im nördlichsten Theile dieser Länder wechselte die Häufigkeit gleichfalls.

1595 Anfang October sah Van Linschoten bei der Umschiffung des Nordkapes die Erscheinung häufig und in verschiedenen Farben strahlend die Nacht erhellen (*Itenerarium of the vaert naer Portugaels Indien*).

Uebereinstimmend mit den Maximazeiten im mittleren Europa fanden 1736 auf 1737 die französische Erdvermessungs-Expedition unter Mautpertuis in der Umgebung von Tornea ( $+ 66^{\circ}$ ), 1768 und 1769 Hell zu Wardoehus, 1827 auf 1828 Keilhau zu Talvig ( $+ 70^{\circ}$ ) und 1838 und 1839 die französischen und schwedischen Beobachter Bravais, Lottin, Lillihöök und Siljeström (*Voyage d. l. commiss. scient. d. nord*) in der Gegend von Bossekop ( $+ 70^{\circ}$ ) also in den nördlichsten Gegenden Europas das Nordlicht sehr häufig und prächtig, während L. v. Buch, der zur Zeit des Minimums, 1807, die gleichen Gegenden durchreiste, bemerkt: „Mit Verwunderung habe ich erfahren, dass das Nordlicht



in Lappland bei weitem nicht so häufig sei, als man glaube; so gar so selten, dass es Aufsehen erzeuge, wie etwa in südlichen Gegenden Gewitter oder Wetterleuchten". Entsprechend sah Hausmann in den Jahren 1806 und 1807 in den höhern Breiten Scandinaviens das Nordlicht selten (*Reise in Scandinavien*) und Vargas-Bedemar (*Reise im hohen Norden von Schweden*) sah in den Jahren 1810 bis 1814 kein Nordlicht.

Dass man zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, nach dem grossen Minimum, selbst in Lappland nicht sehr an das Nordlicht gewöhnt war, wird durch die Bemerkung von Mautpertuis (*Figur der Erde*) bestätigt: dass man dorten grosse Nordlichter für Zeichen von Unglück ansehe. Für ein Minimum in der Mitte des vorigen Jahrhunderts spricht die Bemerkung von H. Wegelius (*Schwed. Acad. Abhandl. B. 21*) zu seinen 1758 zu Utskoji (+ 70°) angestellten Beobachtungen: „Alle Tage die Nordscheine aufzuzählen wäre zu weitläufig, doch gehen auch viele helle Nächte vorbei, ohne dass man den Nordschein sieht". 1838 u. 1839 waren solche Nächte ohne Nordlicht eine Seltenheit. Indessen bemerkt der Commissionsbericht, dass die Aussage der Einwohner von Finnmarken nicht zu der Annahme berechtige, dass in diesem Winter das Nordlicht häufiger gewesen sei, als in den frühern, dass im Gegentheile mehrere Personen in den vergangenen Wintern noch prächtigere Nordlichter wollten gesehen haben. Dies entspricht vollkommen den südlicheren Beobachtungen, indem auch hier die grossartigeren Erscheinungen dem Jahre 1837 angehörten.

Zu Enare in Finland (+ 69°) waren von den Tagen der Monate September bis März Nordlichttage

1846	48 %	1851	23 %
1847	25 „	1852	18 „
1848	25 „	1853	15 „
1849	25 „	1854	14 „
1850	13 „	<i>(Klimatalog. Fakttagelser in Finland).</i>	

Sieht man von den Jahren 1846 und 1850 ab, für welche die Beobachtungen unvollständig sind (1846 fehlen 3, 1850 2 Monate), dann entspricht die Reihe vollständig der Sonnenfleckenperiode.

Sibirien und Sibirische Küste. Van Linschoten der 1594 und 1595 die Durchfahrt durch die Weigatstrasse erzwingen wollte, sah selbst keine Nordlichter, da er nur im Sommer dorten verweilte, dagegen bemerkt er doch, dass in jenen Gegenden das Nordlicht häufig sei (a. a. O.)

1696 auf 1697 überwinterten Barentz und Van Heemskerck an der Ostküste



von Novaja Semlja. Das sonst ausführliche Tagebuch enthält nichts über Nordlichter.

1733 bis 1743 bereiste J. G. Gmelin Sibirien, wobei er das Nordlicht öfter sah und nach ihm gemachter Mittheilung am Jenisei im Spätjahre sehr häufig gewesen sein soll (*Reise in Sibirien*).

1786 war in Ost-Sibirien das Nordlicht beständig sichtbar und äusserst glänzend (Billing's *Reisen*).

1791 war das Nordlicht an der ostsibirischen Küste schon sehr selten (Hall's und Billing's *Reisen*).

1813 bis 1828 sah Albert in Tobolsk nur 2 Nordlichter im Jahre 1817; wogegen 1828 Erman in jenen Gegenden mehrere Erscheinungen beobachtete (Erman's *Reise*).

1820 bis 1823 beobachtete Wrangel zu Nischne-Kolymusk das Nordlicht in den ersten Jahren häufiger, als in den letzten; im Winter 1822 auf 1823 nur einige schwache. Eine Nordlichtkrone beobachtete er dorten nie; ferner bemerkt er: „In frühern Zeiten waren nach Aussage der Einwohner die Säulen der Nordlichter in diesen Gegenden oft stärker und häufiger als jetzt und hatten die Farben des Regenbogens“ (*Physik. Beobacht. und Reise Wrangel's*).

1823 auf 1824 sah Litke auf der Brigg „Novaja Zembla“ bei Novaja Semlja weniger Nordlichter als in den Jahren 1821 (Froriep, *Notizen* B. 11).

1832 auf 1833 und 1834 auf 1835 beobachteten Pachtussow und Ziwolka an der Felsenbai und Matoschkin-Schar auf Novaja Semlja zeitweise die Nordlichter häufig, oft über den halben Horizont ausgebreitet und manchmal so hell, dass man dabei lesen konnte (v. Bär, in *Bull. d. l'acad. d. St. Pétersb.* und Petermann, *Geogr. Mittheil.* B. 21).

1837 beobachtete Schrenk schon im August und September bei Pustosersk (+ 67°) schöne Nordlichter (*Reise durch die Tundren*).

1843 bis 1848 beobachtete Middendorf im nördlichen Sibirien nur wenige Nordlichter (*Reise in Sibirien*).

1848 bis 1850 dagegen beobachtete Kowalsky im nördlichen Ural und im Pai-Choi-Gebirge viele und grossartige Nordlichter. Zu Pustosersk allein vom 15. bis 25. März war die Erscheinung an 7 Abenden sichtbar.

Grossartig zeigte sich der österreichischen Nordpolexpedition, die sich in der Region der grössten Häufigkeit befand, nördlich und nordöstlich von Novaja Semlja und südlich von Franz-Joseph-Land in den Monaten September bis März 1872 auf 1873: an 138, 1873 auf 1874: an 110 Tagen das Nordlicht (Weyprecht *Nordlichtbeobachtungen*).

Die obigen Angaben unterstützen entschieden die Ansicht, dass auch in



höhern Breiten das Nordlicht einem periodischen Wechsel unterworfen ist, wobei, wie ein Vergleich der Jahres-Zahlen zeigt, die Maxima und Minima jenen der Sonnenflecken entsprechen.

ASIEN, südlich von Sibirien. Für dieses grosse Gebiet, das weit von der Linie grösster Nordlichthäufigkeit entfernt ist, sind nur wenige Beobachtungen gesammelt.

Für China führt Biot (*Compt. rend.* 1844) die schon oben erwähnten Beobachtungen aus den Jahren 208 vor und 616 und 905 nach Chr. an. Abbé Richard (in *Hist. natur. de l'air*) führt für 1818, 1819 und 1822 einige Beobachtungen für Chinas östliche Provinzen und Kämtz (*Meteorologie*) für 1770 eine Beobachtung für Peking an.

1838 beobachtete der Missionär Callery in Macao (+ 22°) ein Nordlicht (Haugh, *Meteor. Observ.*, *Compt. rend.* B. VII).

1872 war das grosse Nordlicht vom 4. Febr. in Ostindien bis Raikote, Lahore und Bombai sichtbar. Die östlichen Gränzen sind unbekannt; in Peking war es nicht sichtbar.

Ob die Ruthen und Strahlen, welche Chardin 1681 in Persien sah, hierher gehören, ist fraglich; die Möglichkeit ist nicht zu bestreiten, da die Zeit einem Maximum, wenn auch keinem besonders ausgeprägten, angehört.

Häufiger ist das Nordlicht im westlichen Asien sichtbar.

170 vor Chr. wird im 2. Buche der Makkabäer für Jerusalem eine Erscheinung erwähnt, die hierher zu zählen ist. Gleichzeitig in Italien gesehene Nordlichter dienen zur Bestätigung.

65 nach Chr. erwähnt Josephus für Jerusalem einer Erscheinung, die auf ein Nordlicht (oder Feuerkugel?) zu deuten ist.

502 zu Edessa ein Nordlicht sichtbar. Die erste bestimmte Nordlichterscheinung für die dortige Gegend (*Chronik von Edessa*).

1097 in Syrien ein grosses Nordlicht (*Journ. encycl.* 1771).

1117 in Palästina ein strahlendes Nordlicht (*Compt. rend.* 1838).

1621 in Aleppo in Syrien, gross (Mairan).

1825 will Ehrenberg am rothen Meere zwischen Liht und Gumfude ein Nordlicht gesehen haben (Ideler, *Urspr. d. Nordl.*).

1848 war das Nordlicht in Smyrna sichtbar.

1870 und 1872 waren Nordlichter in Kleinasien sichtbar.

Im südlichen Asien wird das Nordlicht nur in den Zeiten grosser Maxima sichtbar, somit ist hier die Periodicität ganz entschieden ausgeprägt. Aehnliches sehen wir in



AFRIKA. Nur in den Zeiten grosser Maxima verbreitet das Nordlicht seinen Glanz bis südlich des Mittelländischen Meeres. Die bei alten Schriftstellern angeführten Erscheinungen: 333 v. Chr., in Aegypten, 202 v. Chr. in Carthago sind allerdings fraglich; da aber in neuester Zeit in jenen Gegenden mehrfach Nordlichter gesehen wurden, so kann die Möglichkeit, dass wirklich Nordlichter in jenen alten Zeiten dorten gesehen wurden, nicht bestritten werden.

1837 war im November das Nordlicht bis Teneriffa ( $+ 28\frac{1}{2}^{\circ}$ ) sichtbar.

1859 am 28 Aug. war das Nordlicht bis St. George del Mina ( $+ 28^{\circ}$ ) sichtbar; am 2. Sept. näherte sich dasselbe, wie auf dem Meere beobachtet wurde (von der Barke „*Het Goede Vertrouwen*“, Kapitain D. J. Kraan) bis  $+ 14^{\circ} 28'$  (in der Länge  $24^{\circ} 20'$  w. Greenw.), und erhob sich noch  $30^{\circ}$  über den Horizont.

1870 Oct. 24 u. 25 war das Nordlicht bis Mogador ( $+ 31^{\circ} 30'$  u.  $9^{\circ} 45'$  w.) und Akka sichtbar,

1872 Febr. 4. in Suez, Cairo, Syene, Assuan ( $+ 24^{\circ}$ ), Algier, Teneriffa.

In Nord-Afrika ist während der Maxima das Nordlicht somit sichtbar; dass ebenso in Süd-Afrika in den gleichen Zeiten das Südlicht aufleuchtet, werden wir sogleich sehen.

#### DAS POLARLICHT DER SÜDLICHEN HEMISPHÄRE:

### *das* SÜDLICHT.

Seit verhältnissmässig kurzer Zeit erst bekannt mit dem grössten Theile der Erdhälfte südlich des Aequators, die zuerst nur von Abenteurern, auf Länder-Entdeckung ausgehenden Seeleuten oder Handelsspeculanten, welche sich alle wenig um Naturerscheinungen kümmerten, die sehr spät und namentlich nur in der neueren Zeit von wissenschaftlich gebildeten Reisenden besucht oder gar mit Beobachtungsstationen ausgerüstet wurde, besitzen wir über das sich daselbst zeigende Polarlicht — Südlicht genannt — bis jetzt nur wenig und zerstreutes, nie lange Perioden, meistens nur wenige Jahre oder Monate, selbst nur Tage umfassendes Beobachtungsmaterial <sup>1)</sup>. Der Mangel an längeren

<sup>1)</sup> Noch 1752 sagte Wargentin (*Schwed. Akad. Abh. B. 4*): „Ob sich dergleichen Luftscheine (Nordscheine) um den Südpol befinden, ist noch ebenso unbekannt, als ob daselbst bewohnte Länder sind“.



Beobachtungreihen aus der südlichen Erdhälfte bedingte, dass wir früher stets nur von dem Nordlichte sprachen. Da aber fast alle uns zu Gebote stehenden Beobachtungen des Südlichtes den Maximazeiten des Nordlichtes angehören, so ist schon hierdurch zu vermuthen, dass den Nordlichtperioden die gleichen Südlichtperioden entsprechen, dass somit die kleineren wie die secularen Perioden der ganzen Polarlichterscheinung eigenthümlich sind. Der Beweis der Richtigkeit dieser Vermuthung wird indessen schon erbracht durch die verhältnissmässig wenigen Beobachtungen und Beobachtungsreihen, die wir bis jetzt zu registriren vermogten.

1640 erschien in Chili das Polarlicht in aussergewöhnlicher Grösse und wurde von Anfang Februar bis Ende März alle Nächte gesehen (Molina, *Naturgesch. von Chili*). Nach Molina war im 18. Jahrhundert, bis 1776, in Chili das Südlicht nur 4 mal, dagegen in dem Archipel von Chiloe häufig sichtbar.

1702, zur Zeit des grossen Minimums kam Halley bis zum 52. Grade südlicher Breite ohne je Spuren von Südlicht gesehen zu haben.

(1712 sah Frezier bei Cap Horn Erscheinungen (s. *Relat. d. voy. de la mer du sud*) die vielfach für Südlichter gehalten werden, aber weit wahrscheinlicher Feuerkugeln waren).

1730, Ende August sah man zu Siam (+ 16°) drei Nächte hindurch südostwärts das Meer und den Himmel flammend (*Gilb. Ann. B. 32*).

1744 sah man in Peru, zu Cusco (— 12°) das Südlicht (*La Condamine nach Ign. de Chiriboga*).

1745 beobachtete Antonio de Ulloa bei der Umschiffung des Cap Horn das Südlicht öfter. Nebel verhinderten die häufigere Beobachtung. Ulloa glaubt dass Süd- und Nordlichter gleich häufig seien (*Mém. s. l. météor. par Cotte*).

1773 bis 1775 beobachtete J. R. Forster (der mit Cook um die Erde reiste) das Südlicht öfter und findet es dem Nordlichte gleich (*Bemerk. üb. Gegenst. d. phys. Erdbeschr.*).

1783 in Rio Janeiro öfter das Südlicht sichtbar (Müller und Ideler nach B. d'Orta).

1831 und 1832 sah Capitain Biscoe, von der Brigg „Tula“, am südlichen Polarkreise grossartige Südlichter (Froriep, *Notizen B. 46*). In dem gleichen Jahre beobachtete Lafond grossartige Erscheinungen südlich von Neuholland (*Arago's Werke B. 4*).

1838 beobachtete Herschel am Cap der guten Hoffnung (— 34°) und die Fregatte *Venus* im 42° südlicher Breite Südlichter (Klein, *Himmelsbeschreib., Voyage de la commiss. scient.*).

1839 und 1840 fanden Wilke und Hudson die Südlichter den Nordlichtern ähnlich, aber nicht so häufig. Die Beobachtungszeit waren die Monate December



und Januar, also die ungünstigsten (*Narr. of the Unit. States Explor. Exped.*).

1841 beobachtete James Ross in sehr hohen südlichen Breiten Südlichter, namentlich häufig und brilliant gegen Ende März (*Voy. in the antarct. regions*).

1845 beobachtete die k. englische Barke *Pagode* in  $-60^{\circ}$  bis  $-62^{\circ}$  brillante Südlichter (*Phil. Trans* 1846).

Von 1864, Januar 3, bis 1865 Juli 19, lebte Capitain Musgrave in Folge Schiffbruches auf den Aucklands-Inseln ( $-50^{\circ}$ ). Er beobachtete das Südlicht häufig, aber gewöhnlich in fahlem Lichte; nur am 29. Juli strahlte es prachtvoll bis zum Zenith (*Castway on the Auckland-Isles*).

Die grossen Nordlichter der neuesten Zeit hatten stets entsprechende Südlichter:

1859 war am 1. Sept. das Südlicht in Valparaiso ( $-32^{\circ}$ ) sichtbar.

(1860 am 11. Sept. wollte sogar Schmidt in Athen ein Südlicht gesehen haben).

1861, am 10 Sept. war das Südlicht bis  $-23^{\circ}$  wahrnehmbar, während es im Juli in St. Jago in Chili ( $-33^{\circ}$ ) gesehen worden war.

1870 im October war das Südlicht am Vaalfluss in Afrika ( $-28^{\circ}$ ), 1872 im Februar zu Bloemfontein, Süd-Afrika ( $-29^{\circ}$ ) und auf der Insel Réunion (Bourbon) ( $-21^{\circ}$ ), im November auf der Insel Mauritius ( $-20^{\circ}$ ) sichtbar.

Vergleichen wir die angeführten Beobachtungen, so schliessen sie sich alle den Nordlichtperioden innig an. Entsprechen die Beobachtungen durchweg den Maxima, so entsprechen die Beobachtungen Halley's und Musgrave's den Minima. Es schliessen sich aber auch die beiden einzigen veröffentlichten Beobachtungsreihen den früher gegebenen Nordlicht- und Sonnenflecken-Perioden sehr gut an. Es würden beobachtet zu

Hobarton (Van Diemensland) ( $-43^{\circ}$ ) (nach *Meteor. Observ.*)

Jahr.	Südlichter.	Jahr.	Südlichter.	Jahr.	Südlichter.
1841 . . . . .	5	1844 . . . . .	2	1846 . . . . .	1
1842 . . . . .	12	1845 . . . . .	0	1847 . . . . .	9
1843 . . . . .	0			1848 . . . . .	5.

Melbourne, Victoria, Australien ( $-38^{\circ}$ )  
(nach: *Observat. of Flagstaff Observatory*).

Jahr.	Südlichter.	Jahr.	Südlichter.
1857 . . . . .	4	1870 . . . . .	24
1858 . . . . .	14	1871 . . . . .	13
1859 . . . . .	15	1872 . . . . .	7
1860 . . . . .	20	1873 . . . . .	1
1861 . . . . .	7	1874 . . . . .	2
1862 . . . . .	5		



Neumayer bemerkt ausdrücklich, dass nach 1860 das Südlicht für Melbourne wieder selten geworden sei.

Ist das Beobachtungsmaterial über die Südlichter auch spärlich, so dürfen wir doch aussprechen, *dass der Lichtprocess der Erde um den Südpol in gleicher Weise veränderlich ist, wie jener um den Nordpol.*

Nord- und Südlichter stehen überhaupt in inniger Beziehung zu einander. Trotz aller Unvollkommenheit der jetzt bestehenden Polarlicht-Cataloge entsprechen

248	zwischen 1773 u. 1874 beobachteten Südlichtern	202	Nordlichter,
34	in Hobarton beobachteten Südlichtern entsprechen	29	„
112	in Melbourne	98	„

Ebenso entsprechen grossartigen Erscheinungen der einen Halbkugel solchen der andern und bedeutender Annäherung des Nordlichtes an den Aequator entspricht eine solche des Südlichtes, so in den Jahren 1859 und 1870.

Bedarf das uns heute zur Verfügung stehende Beobachtungsmaterial auch noch sehr der Vervollständigung, so lassen sich für den Eigenlichtprocess der Erde, für das Polarlicht, folgende Gesetze bestimmt nachweisen:

*Das Polarlicht ist in beiden Hemisphären der Erde eine periodisch veränderliche Erscheinung, die hinsichtlich der Häufigkeit und Grösse der Erscheinung mit den Sonnenflecken gleichzeitig ihre Maxima und Minima erreicht.*

Uebereinstimmend mit dem periodischen Wechsel der Sonnenflecken fallen die Maxima der Polarlichter für die beiden letzten Jahrhunderte für die kleineren Perioden mit einer mittleren Länge von 11,1 Jahren auf

1707	20	30	38	49	60	73	80	88
1805	18	30	40	50	61	71		

und entsprechend die Minima auf

1712	24	33	45	54	65	76	82	99
1811	22	34	44	56	67;			

ferner die nachweisbar übereinstimmenden Hauptmaxima der secularen Perioden auf

1738	1788	1848
------	------	------

mit der mittleren Länge von 55,6 Jahren.

Hierbei treten die Hauptmaxima der Polarlichter stärker hervor als die der Sonnenflecken und es sind die Vermehrung oder Verminderung der Fleckenbildung auf der Sonne von einem, mindestens unserm Systeme vergleichbarer



Zahlen nach, noch energischerem Wechsel in der Erscheinung der Polarlichter begleitet.

In wie fern auch bei den Sonnenflecken die mehrere grossen Perioden umfassenden Hauptperioden der Polarlichter sich bemerkbar machen, können wir heute nur muthmassen, da die wenigen älteren Fleckenbeobachtungen zu einem bestimmten Schlusse nicht geeignet sind. Der fernen Zukunft fällt hierbei die Entscheidung zu.

Wenn die oben angeführten Beziehungen zwischen Sonnenflecken-Veränderlichkeit und den Polarlichtern bestehen, dann müssen selbst verständlich grössere und häufigere Polarlicht-Erscheinungen, wie magnetische Störungen, welche namentlich von grösseren Polarlicht-Erscheinungen unzertrennlich sind, mit der Erscheinung grosser Flecken und Fleckengruppen der Zeit nach zusammenfallen. Vereinzelt stehende Beispiele haben wir schon im Beginne dieses Abschnittes angeführt; für grössere Zeitabschnitte haben Loomis (in *Sill. Americ. Journ.* Ser. II B. 50, N<sup>o</sup>. 149, 1870) und der Verfasser (in *Vierteljahresschrift d. naturf. Gesellsch. in Zürich*, 1870, S. 344) Untersuchungen veröffentlicht.



## TEMPERATUR.

---

Da der Centrakörper unseres Planetensystemes — die Sonne — in Folge der Strahlung in erster Linie alle meteorologischen und organischen Prozesse der Erde bedingt, während diese selbst erst in zweiter Linie, in Folge der Achsenstellung und der Configuration der Oberfläche einwirkt, so musste bald nach der Entdeckung der Sonnenflecken die Frage sich aufwerfen: *Ob die Fleckenbildung auf der Sonne und deren gewaltige Veränderlichkeit nicht einen bemerkbaren Einfluss auf die meteorologischen Erscheinungen ausübe?* A priori sollten, wenn, wie am 5. September 1850, der Hof eines Fleckens 302 Secunden Durchmesser hatte, was einer Oberfläche von 730 Millionen Quadratmeilen oder nahe 80 Gesamt-Erdoberflächen entspricht, während am vorhergehenden und am nachfolgenden Tage die Fläche nur etwa  $\frac{1}{10}$  davon betrug, oder wenn gar in den einzelnen Jahren Wechsel in den Flächenverhältnissen der Flecken zu der sichtbaren Sonnenoberfläche stattfinden, wie sie durch die Tabelle auf S. 8 constatirt werden, — 40 bis 1407 Millionstel der Sonnenoberfläche —, sich die Einflüsse nicht ganz unseren Beobachtungen entziehen, wenn der Fleckenwechsel bedingt ist, durch einigermaßen erhebliche Temperaturschwankungen in den Sonnenhüllen oder wenn die Ausstrahlungsverhältnisse der Sonne mit dem Fleckenwechsel Aenderungen erfahren.

Schon bald nach der Entdeckung der Sonnenflecken glaubte man einen solchen Einfluss zu bemerken; da sich aber die Ansichten nur auf vereinzelt stehende Beobachtungen stützen konnten, so kann es nicht auffallen, dass man zu widersprechenden Resultaten gelangte. Batista Baliani schildert in einem Briefe an Galilei die Sonnenflecken als erkältende Potenzen. Riccioli, 1651 (in *Almagestum novum*, Bononiae 1651, fol.) schrieb, „dass nicht nur in dem Cometenjahre 1618, sondern auch 1632 von Mitte Juli bis Mitte September, zu welcher Zeit eine aussergewöhnliche Tröckene war“, von den Beobachtern keine Sonnenflecken wahrgenommen wurden. Er meint ferner: es sei öfter beobachtet worden, dass bei hellerem und trockenerem Wetter keine oder



wenige Sonnenflecken sichtbar seien; eine Menge Flecken habe die Sonne während des kalten Juli 1642 gehabt. Riccioli schreibt somit den Flecken Kälte zu <sup>1)</sup>. Cl. Fr. Milliet Dechales, 1690, (in *Cursus seu Mundus Mathematic. Editio altera*, Lugd. 1690, 4 Vol. in fol.) schreibt den Flecken Temperaturerhöhung zu. William Herschel, der sich im Jahre 1801 (in „*Observat. tending to investigate the Nature of the Sun* u. s. w.“) über den vermuthlichen Einfluss der Veränderungen in der Lichthülle der Sonne hinsichtlich der Licht- und Wärmeausstrahlung und den dadurch bedingten Einfluss auf die Temperatur der Erdoberfläche und das Gedeihen der organischen Körper ausgesprochen, obwohl noch unbekannt mit den Längen der Perioden des Fleckenwechsels, wagte ebenfalls den Versuch den Einfluss der Sonnenflecken zu ergründen. In Ermangelung eines andern ihm passend erscheinenden Beobachtungsmateriales und obgleich er der Ansicht war, dass der Einfluss des Fleckenwechsels sich nicht gleichförmig auf der Erde müsse bemerkbar machen und den Wechsel von Regen und Trockenheit möglicherweise von grösserem Einfluss hielt, als die Sonnenstrahlung, verglich er die ihm bekannt gewordenen fleckenarmen und fleckenreichen Jahre mit den jeweiligen, von ihm als Mass der Fruchtbarkeit angesehenen Weizenpreise für Windsor (nach Adam Smith's „*Nature and causes of the wealth of nations*, B. I, Ch. XI). Er nahm (nach De la Lande, *Astronomie* § 3255) fünf sehr unregelmässig vertheilte und sehr ungleich lange Perioden der Fleckenlosigkeit an und erhielt folgende Resultate (s. *Philos. Transact. of the Royal Soc. of London for the year 1801*, P. I, pag. 313).

Perioden ohne Flecken.	Mittlere Weizenpreise.			Zunächstliegende vergleichbare Perioden.	Mittlere Weizenpreise.			Verhältniss der Weizenpreise beider Perioden.
	Lst.	sh.	d.		Lst.	sh.	d.	
I. 1650 bis 1670 Dec. April.	2	10	5 $\frac{1}{2}$ $\frac{9}{1}$	1671 bis 1691	2	4	4 $\frac{3}{4}$	9 : 8
II. 1676 — 1684 (Flamstead sah keine Flecken).	2	7	7	1685 — 1691	1	17	1 $\frac{3}{4}$	5 : 4
III. 1686 — 1688 (Cassini sah keine Flecken).	1	15	$\frac{3}{4}$	1688 — 1691	1	12	10 $\frac{2}{3}$	11 : 10
IV. 1695 — 1700	3	3	3 $\frac{1}{5}$	{ 1690 — 1694	2	9	4 $\frac{4}{5}$	6 : 5
V. 1710 — 1713 (1 Fleck 1710, 0 1711 u. 1712 u. 1 Fleck 1713).	2	17	4	{ 1700 — 1704	1	17	11 $\frac{1}{5}$	5 : 3
				{ 1706 — 1709	2	3	7 $\frac{1}{2}$	4 : 3
				{ 1714 — 1717	2	6	9	6 : 5

<sup>1)</sup> Dieser Anschauung würden entsprechen die folgenden Mittheilungen: 44 vor Chr., bei dem Tode des Julius Cäsar, war ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend, wesshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen (Plutarch in *Jul. Cäsar*, Cap. 87). 1547 und 1601 war die Sonne jedesmal ein ganzes Jahr lang fahl und ohne helles Licht und Kraft (*Rapp. d. Comité météor. d. l. soc. d. scienc. natur. de Neuchâtel*). Nach Keppler sollen sogar 1547 am 23, 24 u. 25 April am Mittag Sterne (Venus?) sichtbar gewesen sein.



Hieraus schloss er, dass wohlfeilere Jahre mit fleckenreicheren, theuere Jahre mit fleckenarmen Perioden zusammenfallen, dass reichlichere Emmission der Sonnenstrahlen das Wachsthum begünstige und ist geneigt zu glauben, dass Oeffnungen mit grossen Untiefen, Rücken, Nieren und Narben ohne kleine Einschnitte milde Jahreszeiten, Poren, kleine Einschnitte und ärmlicheres Ansehen der glänzenden Wolken, wie die Abwesenheit von Rücken, Nieren, grossen Oeffnungen und Untiefen durch sparsamere Emmission strenge Witterung bedingen. Ideler (in *Bode's Astron. Jahrb. f.* 1806) war der Ansicht, dass die Weizenpreise nicht geeignet seien sichere Resultate zu erhalten; man sollte die Erträge zur Untersuchung wählen. Herschel antwortet aber (a. a. O. f. 1807), dass ihm die Unvollkommenheit seines Vergleichsmassstabes wohl bekannt gewesen sei und dass er derselben in seiner Originalabhandlung gedacht habe; er habe die englischen Weizenpreise gewählt weil dafür ein zuverlässiger Tarif vorgelegen habe <sup>1)</sup>.

Fr. P. v. Gruithuisen in München stimmte dem Herschel'schen Resultate bei, wesshalb er über das später anzuführende Resultat der Gautier'schen Untersuchung absprechend zu urtheilen gezwungen war, (Gruithuisen, *Naturwissensch. u. astronom. Jahrbücher*, Jahrg. VI, 1843, bis IX, 1846) und leitet nach 36 jähriger Erfahrung ab: „Beständig schöne Witterung auf der Erde entsteht, wenn auf der Sonne die veränderliche Witterung (Fleckenbildung) aufhört; grosse Flecken rufen bei uns veränderliche, local sehr verschiedene Witterung hervor; je mehr unbehofte Flecken sich häufen, desto weniger wird die Temperatur der Erdatmosphäre erhöht, da nur behofte grosse Flecken mehr Wärme verbreiten“.

Während Herschel nach den Perioden von 1795 bis 1796 und 1798 bis 1800 mit ihren für das Gedeihen des Kornes ungünstigen Witterungsverhältnissen auf günstigere Jahre hoffte, da seit 1801 die Flecken wieder häufiger erschienen, gelangte Hon. Flaugergues in Viviers mittelst seiner Beobachtungen von 1788 bis 1810 (fortgesetzt bis 1830), nachdem er aus Beobachtungen von 1807 die Fleckenlosigkeit für wärmeerzeugend, nach solchen von 1809 und 1810 aber das Gegentheil gefunden, zu der Ansicht, dass die Flecken gar keinen Einfluss auszuüben scheinen (s. Flaugergues Beobachtungen im Auszuge bei Wolf, *Mittheil. u. d. Sonnenflecken* N<sup>o</sup>. XIII). Alfred Gautier in Genf, 1844 (*Ann. d. chim. et de phys.* Ser. III T. XII) untersuchte den Einfluss der Sonnenflecken

<sup>1)</sup> Ein officielles Zusammenstellen von *Korntheuerung* und *vielmonatlicher Verdunkelung der Sonne* wird in den historischen Fragmenten des älteren Cato erwähnt (A. v. Humboldt „*Kosmos*“ B. III S. 411).



auf die Temperaturen an der Erde und gelangt, mit Hilfe der Schwabe'schen Sonnenfleckenbeobachtungen von 1826 bis 1843 zu dem Resultate, dass zur Zeit der fleckenfreien Tage die Temperaturen zu Paris um  $0,64^{\circ}$ , zu Genf um  $0,33^{\circ}$  und auf dem St. Bernhard um  $0,18^{\circ}$  Cels. höher waren, als zur Zeit der Tage mit Flecken. Weiter fand er für 33 europäische Stationen zur fleckenfreien Zeit einen Wärme-Ueberschuss von  $0,565^{\circ}$  (Reikyavik mit  $-1,07^{\circ}$  und Parma mit  $-0,45^{\circ}$  bildeten die Ausnahmen), für 18 amerikanische Stationen einen Ueberschuss von  $0,35^{\circ}$ , für 11 amerikanische Stationen aber einen Wärmemangel von  $-0,42^{\circ}$  gegenüber der Fleckenzeit. Gautier gelangt zu dem Resultate, dass *wahrscheinlich Jahre mit einer grösseren Anzahl Flecken etwas kälter seien, als solche mit wenigen Flecken*. Gruithuisen (in seinen *Jahrb. f. 1845*, Jahrg. VIII) urtheilt absprechend über dieses Resultat.

R. Wolf fand, unter Benützung der Vogel'schen Chroniken von Zürich, 1852: fleckenreiche Jahre im Allgemeinen trockener und fruchtbarer als die fleckenarmen, die letzten aber nasser und stürmischer.

K. Fritsch in Prag fand unter Zugrundelegung der  $11\frac{1}{2}$  jährigen Periode ein mit Gautier übereinstimmendes Resultat. Aus den Beobachtungen von Berlin, Hohen-Peissenberg, Mailand, Kremsmünster, 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  $0,5^{\circ}$  sinke und mit der Abnahme der Flecken vom Minimum an jährlich wieder um ebenso viel steige. Aus den Untersuchungen von Fritsch ergibt sich insofern eine seculäre Temperaturperiode, als die verschiedenen Beobachtungsreihen in je 20 jährigen Mittelsummen regelmässig zu- und abnehmen; während aber für Mailand, Prag und Wien die Maxima auf die Zeit um das Jahr 1800 fielen, trat die höchste Temperatur in Kremsmünster schon um 1780, in Berlin gar um 1760 ein (J. K. Fritsch, im *Bericht d. k. Akad. der Wissensch. in Wien*, B. IX; *Denkschriften* 1854). Eine abermalige Untersuchung der von Mädler und Dove veröffentlichten Berliner Beobachtungen durch R. Wolf, 1859, (s. Wolf, *Mittheil. über die Sonnenflecken*, N<sup>o</sup>. XII), ergaben das eigenthümliche, seinem früher gefundenen theilweise widersprechende Resultat, dass für das 18. Jahrhundert Herschel, für das 19. Jahrhundert Gautier Recht habe, *dass also die Sonnenflecken weder die Fruchtbarkeit, noch die Jahrestemperaturen bemerklich beeinflussen.*

In einem Artikel: *Die Gewitter und Hydrometeore in ihrem Verhalten gegenüber den Polarlichtern* (s. *Vierteljahresschrift der naturf. Gesellsch. in Zürich*, B. XIII, 1868) gelangte der Verfasser unter Zugrundelegung der Beobachtungen einer sehr grossen Anzahl Stationen der verschiedensten Zonen



Länder, aus den Jahren 1800 bis 1865 zu dem Resultate: Ebenso wenig als aus W. Herschel's Zusammenstellung wohlfeiler und theurer Getreidepreise, aus Gautier's und Wolf's Untersuchungen über die Jahrestemperaturen verschiedener Orte der Erde ein Einfluss des Wechsels der Grösse und Anzahl der Sonnenflecken zu folgern ist, *ebensowenig zeigt sich ein ausgeprägter Einfluss der Häufigkeit und Menge der Niederschläge und der in inniger Beziehung dazu stehenden Gewitter auf das Polarlicht oder dieses auf jene Erscheinungen, und da Polarlicht und Sonnenflecken dem gleichen periodischen Wechsel, bezüglich Grösse und Häufigkeit, unterworfen sind, so ist auch keinerlei Beziehung zwischen der Häufigkeit der Sonnenflecken und den Hydrometeoren der Erdatmosphäre dargethan.*

Wir bemerkten damals: „Führen auch entsprechende Untersuchungen des aus dem vorigen Jahrhunderte herrührenden Beobachtungsmateriales zu dem gleichen Resultate, so sind doch endgültige Untersuchungen erst dann möglich, wenn die Meteorologie über ein Material verfügen kann, welches sich für eine grosse Anzahl, über die ganze Erde gleichförmig vertheilter Stationen, über eine grosse Reihe von Jahren ausdehnt, wie wir deren leider bis jetzt nur für sehr wenige Orte besitzen“. Heute müssen wir noch zufügen, dass die zubenützenden Stationen einer gewissen Auswahl bedürfen. Wir kommen weiter unten, bei den Niederschlägen, darauf zurück.

Aehnliche widersprechende Resultate ergaben sich auch aus einer kleinen Periode. 1844 bestimmte Nervander in Helsingfors (in „*Bull. d. l. classe phys. mathém. de l'acad. de St. Pétersb.*“ T. III) eine ihm von der Sonnenrotation abhängig scheinende Temperaturperiode von 27,26 Tagen aus den Beobachtungen von Innsbruck und Paris. Buys-Ballot in Utrecht wies dann 1846 und 1851 (in *Pogg. Ann.* B. 68 u. B. 84) nach, dass diese Periode um + oder – 0,005 Tage fehlerhaft sei und benützte zu einer gleichen Untersuchung die Beobachtungen von Danzig, Harlem und Zwanenburg. Er fand die Temperaturperiode zu  $27,682 \pm 0,004$  Tagen und bestimmte, unter der Annahme, dass auf der Sonnenoberfläche eine Art Wärme-Pol existire, die wahre Sonnenrotationszeit zu 25,732 Tagen. Diese Rotationszeit stimmt wieder fast genau mit einer in den Relativzahlen enthaltenen kleinen Periode von durchschnittlich 27,687 Tagen<sup>1)</sup> überein, die von der Umdrehungszeit der Sonne abhängig scheint und in diesem Falle letztere zu 25,74 Tagen bestimmen würde. Ver-

<sup>1)</sup> In N<sup>o</sup>. XXVII der Wolf'schen Beobachtungen veröffentlichte der Verfasser, einen aus dem Fleckenwechsel bestimmten Werth, wobei alle die von 1612 bis 1860 zur Verfügung stehenden Beobachtungen zu Grunde gelegt waren, zu  $27,68678 \pm 0,000085$  Tagen.



gleichet man die Buys-Ballot'sche Epoche für die kältesten Tage, 1846, Januar 1, mit den Fleckenständen, so ergibt sich, dass die Fleckenmaxima den kälteren Tagen entsprechen, was mit einem von Wolf 1857 gefundenen Resultate (s. *Wolf's Mittheil. über die Sonnenflecken*, N<sup>o</sup>. V), dass den von Buys-Ballot gefundenen Kältemaxima Fleckenminima entsprechen, nicht, wohl aber mit weiter unten Folgendem im Einklange steht. Während Buys-Ballot später aus den Breslauer Beobachtungen sein früheres Resultat bestätigt fand, konnte Lamont in München, 1852, in den Beobachtungen von Hohen-Peissenberg keine derartige Periode entdecken (s. *Pogg. Ann.* B. 87 S. 129), was dann Buys-Ballot wieder widerlegte (s. *Pogg. Ann.* B. 87 S. 541).

Solche, sich theilweise widersprechende Resultate waren wenig geeignet um zu ähnlichen zeitraubenden Untersuchungen zu ermuntern, bis in der neuesten Zeit die Anzeichen sich mehrten, dass unter zu Grundelegung langjähriger und zahlreicher Beobachtungen doch mehr oder minder entschiedene Beziehungen zwischen den Vorgängen auf der Sonne und den meteorologischen Processen der Erde sich zeigen und ferner nicht mehr ohne gründliche Untersuchungen negirt werden können.

A. Weilenmann in Zürich (in *Schweiz. meteor. Beob.* Jahrg. VIII) zeigte 1872, dass bei 53 Schweizerischen Stationen für die Jahre 1864 bis 1871 die mittleren jährlichen Temperaturen gegenüber dem Mittel aus sämtlichen Jahrgängen in den Jahren mit wenigen Sonnenflecken höher, in fleckenreichen niedriger sind, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Jahre . . . . .	1864	65	66	67	68	69	70	71 <sup>1)</sup>
Sonnenflecken- Relativzahlen	46,9	30,5	16,3	7,3	37,3	73,9	139,1	111,2
Temperaturdiffe- renzen 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 in Petersburg, jetzt in Hamburg, (s. *Zeitschrift d. östreich. Gesellsch. f. Meteor.* B. VIII, 1873), indem er für die Zeit von 1820 bis 1871 die Temperaturbeobachtungen aus 25 grossen Gebieten der Erde, sämtliche Zonen von den Tropen bis zum Polarkreise umfassend, in

<sup>1)</sup> Wenn auch weniger entschieden, so befolgten die Temperaturenwechsel in der Schweiz bis in die neueste Zeit einen übereinstimmenden Gang. Es betragen:

	1872	73	74	75	76	77
die Abweichungen	-0,27	+0,27	-0,39	-0,49	-0,09	-0,18.



die Untersuchung zog. Köppen gelangte zu dem Resultate: *Sonnenflecken-Maxima entsprechen auf der Erde Wärme-Minima und umgekehrt.*

Diese bestimmteren Resultate riefen der Veröffentlichung ähnlicher Arbeiten, welche die verschiedenen Zweige der Meteorologie umfassen. In Folgendem stellen wir die Ergebnisse zusammen und ergänzen dieselben nach verschiedenen Richtungen.

Da eine Wiederholung der Herschel'schen Arbeiten mit der Benützung der Sonnenfleckenperioden nicht ohne Interesse ist, so möge dieselbe zunächst hier ihren Platz finden.

Aus den uns vorliegenden *englischen Weizenpreisen* von 1641 bis 1873 stellen wir die folgende Tabelle in der gleichen Weise zusammen, wie wir dieselbe 1874 (in *Fühling's Landwirthsch. Zeitung* Jahrg. XXIII) veröffentlichten. Die Preise sind in Shillingen pro englisches Viertel (2,9 Hectoliter) notirt und derartig geordnet, dass je die mittlere Columne den Maxima oder Minima-Jahren, die beiden Columnen rechts und links den beiden zunächst liegenden Jahren entsprechen.

Für die Flecken-Maxima.						Für die Flecken-Minima.					
1703—1707	32	42	27	23	25	1710—1714	69	48	41	45	44
1716—1720	42	40	34	31	33	1721—1725	33	32	31	33	43
1725—1729	43	41	38	48	42	1732—1736	24	25	31	38	36
1737—1741	34	31	31	34	45	1743—1747	22	22	25	35	31
1748—1752	33	33	29	34	37	1753—1757	40	31	30	40	54
1759—1763	35	33	27	35	36	1764—1768	42	48	43	48	54
1768—1772	54	41	44	47	51	1773—1777	51	53	49	38	46
1776—1780	38	46	42	34	36	1783—1787	53	49	52	39	41
1786—1790	39	41	45	51	55	1796—1800	79	54	52	99	114
1802—1806	70	59	62	90	79	1809—1813	98	107	95	127	110
1814—1818	75	66	79	97	86	1821—1825	56	45	54	64	69
1828—1832	61	66	64	67	59	1832—1836	59	53	46	40	49
1835—1839	40	49	56	65	71	1841—1845	65	58	50	51	51
1846—1850	55	70	51	45	41	1854—1858	73	75	69	57	44
1869—1873	48	47	57	57	59	1865—1869	42	50	64	64	48
Summen	700	705	686	758	755	Summen	804	750	732	818	834
Gesamtsumme..... 3604.						Gesamtsumme..... 3938.					

Das Resultat entspricht dem Herschel'schen: *Der Weizen war im Durchschnitt wohlfeiler in fleckenreichen, theurer in fleckenarmen Jahren.* Der Unterschied beträgt indessen kaum 9%. Durchschnittlich waren die Weizenpreise am niedrigsten unmittelbar zur Zeit des Fleckenmaximums, am höchsten in den Jahren nach dem Minimum, wobei die Differenzen im Verhältniss von 10:12 stehen. Die grössten Unterschiede in den Weizenpreisen wechselten von 22 sh. im Jahre 1743 bis 127 sh. im Jahre 1812; die theuersten Zeiten fallen



in die Perioden 1641 bis 1652, 1709 bis 1711 und 1794 bis 1820. Schiebt man noch 1757—1768 ein, die Periode, in welcher die Preise ebenfalls höher waren als in den Jahrzehnten vor- und nachher, so kommen wir auf Perioden von etwa 55 Jahren (1646, 1710, 1762, 1810, mit den Abständen 64, 52, 48), wobei die theuersten Zeiten ebenfalls wieder nahe den früher aufgestellten Hauptminima der Sonnenflecken und Polarlichter fallen.

Die Untersuchung der englischen Weizenpreise von 1701—1873 (nach d. *Ber. d. Lond. Agric. Club*, 1861 und d. *Oestr. Landw. Zeitsch.*), der Amsterdamer Roggen- und Weizenpreise von 1701—1777 (n. Krünitz, *Encycl. B.* 46), des altenburger (sächs.) Roggenpreise von 1746—1846 (n. *Mittheil. aus d. Osterlande*, B. 9), der Weizenpreise Frankreichs und Preussens von 1800—1860 (n. *Zeitschr. d. K. preuss. stat. Bureaus* 1861) und der Elsasser Getreidepreise von 1819—1866 (n. Grad, *Climat de l'Alsace*) führt zunächst, wenn sämtliche Werthe auf das gleiche Mittel reducirt und dann die fünfjährigen Mittel berechnet werden, zu folgender Tabelle:

Jahr.	5 jährige Mittel.	Jahr.	5 jährige Mittel.	Jahr.	5 jährige Mittel.	Jahr.	5 jährige Mittel.	Jahr.	5 jährige Mittel.	Jahr.	5 jährige Mittel.
1701	—	1730	42	1759	59	1788	66	1817	111	1846	86
2	—	31	39	1760	60	89	68	18	107	47	84
3	41	32	38	61	57	1790	68	19	97	48	81
4	40	33	38	62	58	91	67	1820	79	49	77
5	41	34	38	63	59	92	65	21	71	1850	67
6	43	35	39	64	61	93	68	22	69	51	71
7	55	36	39	65	56	94	73	23	65	52	82
8	67	37	37	66	59	95	75	24	64	53	93
9	73	38	45	67	60	96	77	25	66	54	105
1710	76	39	50	68	61	97	89	26	69	55	110
11	78	1740	51	69	68	98	94	27	73	56	105
12	65	41	53	1770	76	99	100	28	77	57	95
13	59	42	54	71	76	1800	108	29	83	58	88
14	52	43	47	72	77	1	114	1830	85	59	83
15	56	44	44	73	77	2	108	31	81	1860	82
16	53	45	49	74	69	3	109	32	75	61	85
17	49	46	51	75	60	4	107	33	70	62	85
18	49	47	54	76	56	5	105	34	64	63	81
19	47	48	55	77	53	6	104	35	62	64	79
1720	45	49	53	78	50	7	107	36	67	65	81
21	43	1750	51	79	51	8	105	37	73	66	86
22	42	51	50	1780	52	9	104	38	80	67	88
23	44	52	49	81	45	1810	117	39	83	68	90
24	46	53	49	82	58	11	124	1840	82	69	94
25	49	54	51	83	60	12	124	41	84	1870	91
26	50	55	53	84	61	13	120	42	81	71	89
27	56	56	50	85	61	14	121	43	79	72	—
28	49	57	50	86	63	15	120	44	80	73	—
29	46	58	50	87	64	16	115	45	88	—	—



Berechnet man in ähnlicher Weise wie oben bei den englischen Preisen die Mittel für die den Maximas und Minimas der Flecken zunächst liegenden 5 Jahre, so erhält man die Verhältnisse:

	Flecken-Maxima.	Minima.
für das 18. Jahrhundert . . . . .	54,2	58,4
„ „ 19. „ . . . . .	89,8	87,4
„ beide Jahrhunderte . . . . .	69,8	69,9,

woraus folgt, dass diese Zahlen für das 18. Jahrhundert dem Resultate Herschel's zustimmen, dass sie für das 19. Jahrhundert widersprechen und sich für die beiden Jahrhunderte neutral halten.

Für die secundären Maximas der Preise erhalten wir die Jahre: 1710, 1727, 1741, 1748, 1760, 1772, 1790, 1802, 1812, 1830, 1843, 1855, 1869, welche 4 mal den Fleckenminima, 6 mal den Maxima und 3 mal weder den einen noch den andern entsprechen. Die theuersten Zeiten fallen, wie schon ähnlich bei den englischen Weizenpreisen, in die Jahre um 1710, 1770, 1812 und 1855, also ebenfalls nahe zu 50 Jahre im Mittel auseinander. Da die Preise nicht einzig von der Fruchtbarkeit der Jahre abhängen, und die Fruchtbarkeit nicht einzig bedingt ist durch die Wärme, sondern durch deren Vertheilung während des Jahres und durch die Menge und Vertheilung des Lichtes wie der Niederschläge, so eignen sich die Preise der Feldfrüchte nicht dazu ein bestimmtes Resultat zu erhalten. Wenn die angegebenen grossen Perioden sich an die grossen Sonnenfleckenperioden anzulegen scheinen, so dürfen wir nicht übersehen, dass sich in den Getreidepreisen sicher mehr oder weniger stark abspiegeln müssen: der nordische Krieg von 1700 bis 1718, die Kriege in Deutschland von 1740—1748 und 1756—1763, die französischen Kriege von 1793—1815, die Unruhen in Europa von 1848, der Krimkrieg von 1853 u. s. w. Mit den zunehmenden verbesserten Verkehrsverhältnissen müssen sogar die Extreme sich verwischen und die Getreidepreise mehr und mehr ausgeglichen werden. Bei der geringen Aussicht auf ein bestimmtes Resultat, unterlassen wir die Untersuchung weiterer uns zu Gebote stehenden Preislisten.

Tomaschek in Wien fand, 1863, (s. Wolf, *Astronom. Mittheilungen* N°. XXI) „es ziemlich plausibel“, dass in fleckenarmen Jahren die Weinlese meist etwas früher als in fleckenreichen eintrete. Er fand für die



## ZEIT DER WEINLESE IN MAULERN BEI WIEN.

Jahre.	Mittlere Tage der Weinlese in		Jahre.	Mittlere Tage der Weinlese in	
	fleckenarmen Jahren.	fleckenreichen Jahren.		fleckenarmen Jahren.	fleckenreichen Jahren.
1754—1756	2,5 Oct.	.....	1802—1809	.....	5,0 Oct.
1757— 64	.....	2,7 Oct.	1810— 12	28,3 Sept.	.....
1765— 67	8,7 Oct.	.....	1813— 20	.....	9,3 Oct.
1768— 76	.....	9,3 Oct.	1821— 23	0,5 Oct.	.....
1777— 79	2,3 Oct.	.....	1824— 31	.....	8,0 Oct.
1780— 87	.....	5,8 Oct.	1832— 34	28,5 Sept.	.....
1788— 90	28,7 Sept.	.....	1835— 42	.....	6,3 Oct.
1791— 97	.....	0,6 Oct.	1843— 45	18,3 Oct.	.....
1798—1801	26,0 Sept.	.....	1846— 53	.....	17,5 Oct.

Mittel in den fleckenarmen Jahren 2,6 Oct.

" " " fleckenreichen " 7,2 "

Die uns zur Verfügung stehenden Zusammenstellungen über die *Zeit des Beginnes der Weinlese* zu Aubonne, Lausanne und Lavaux von 1700 bis 1868 und Veytaux von 1742 bis 1868 (nach M. L. Dufour, *Notes sur le problème de la variation du climat*, in *Bull. d. l. soc. Vaud. d. scienc. natur.* B. X) ergaben bei der entsprechenden Untersuchung ein dem Tomaschek'schen entgegengesetztes Resultat, mit allerdings nur einem geringen Uebergewichte zu Gunsten eines bestimmten Resultates. Für die 14 Sonnenflecken-Maxima des ganzen Zeitabschnittes trat die Weinlese im Mittel am 18,3 October, für die 14 Minima am 19,6 oder kaum mehr als einen Tag später ein. Diese Differenz ist verschwindend klein gegenüber dem Unterschiede von vollen 47 Tagen für die früheste und späteste Weinlese dieser Orte (1868 Sept. 25 und 1816 Nov. 11).

*Sehr frühe Weinlesen* traten ein:

in Maulern (vor dem 25. Sept.)  $\left\{ \begin{array}{l} 1755. 61. 75. 81. 89. 92. 94. 1800. 1. 6. 8. 9. 11. \\ 1822. 34. 41. 46. 52. \end{array} \right.$

im Waadtlandt (vor dem 10 Oct.)  $\left\{ \begin{array}{l} 1704. 18. 26. 59. 60. 62. 81. 84. 91. 93. 1800. 1. 2. \\ 1804. 11. 18. 25. 28. 34. 42. 46. 58. 59. 61. 62. 63. \end{array} \right.$

Weder stimmen beide Reihen überall mit einander überein, noch lässt sich eine bestimmte Beziehung zu den Sonnenflecken-Maxima oder Minima erkennen. Das gleiche Verhalten zeigen die sehr späten Weinlesen. In dem Canton Waadt fielen die späten Weinlesen in die Jahre 1715, 22, 32, 42, 55, 68, 87, 98, 1815, 22, 37, 52, wovon 8 nahe den Flecken-Minimas, 4 nahe den Flecken-Maximas liegen.



Ein solches unbestimmtes Resultat ist bei den Weinlesen kein unerwartetes, da die Zeit der Weinlese nicht nur durch die Reife der Trauben, sondern auch durch die im Herbst herrschende Witterung bedingt ist. In einem nassen, kalten Herbst wird man den unreiferen Wein früher einherbsten, während in einem warmen, trocknen Herbst man die Trauben möglichst lange ausreifen lässt.

Nach den botanisch-meteorologischen Beobachtungen von M. Duhamel zu Château de Denainvilliers bei Fluviers en Gâtinois fielen die Ernte- (Reife-) Zeiten von Weizen, Roggen und Hafer im Mittel (die einzelnen Angaben siehe in *Ann. météorol. et agric. de l'observ. de Monsouris*, 1874) in den Jahren 1741 bis 1780 für die den zwei Maxima der Sonnenflecken (1750 und 1761) zunächst liegenden fünf Jahre auf den 24. Juli, für die den drei Minimas (1745, 1755 und 1766) zunächst liegenden fünf Jahre auf den 28. Juli, so dass hier, wie bei den Trauben im Waadtlande die Ernten zur Zeit der Fleckenminima etwas später fallen. Ein genauer Vergleich der Zahlenreihen für die Weinernten im Waadtlande und die Getreideernten zu Château de Denainvilliers ergeben gleichzeitige Verspätungen um 1742, 1755 und 1769, frühe Reifezeiten um 1750 und namentlich um 1761, gerade zur Zeit eines kleineren Sonnenflecken-Maximums. Wir brauchen kaum zu bemerken, dass die Beobachtungsreihe von Château de Denainvilliers der Kürze halber nicht geeignet ist um bestimmte Schlüsse daraus zu ziehen.

Noch kürzer und weniger entscheidend ist eine von A. Tomaschek veröffentlichte Zusammenstellung über den Blütenbeginn für *Prunus avium*, *Aesculus hippocastanum* und *Robinia pseud-Acacia* (s. Heis, *Wochenschrift* 1876) für die Jahre 1857 bis 1868, wonach, mittelst 5 jährigen Mitteln berechnet, die mittlere Blüthenzeit in den Jahren 1862 und 1863 am spätesten (Mai 18,6) eintrat. Dieser zu kurzen Reihe können wir noch gegenüberstellen die von Otto Eisenlohr (in „*Untersuchungen über das Klima und die Witterungsverhältnisse von Karlsruhe*“) für die Umgebung von Karlsruhe mitgetheilten Beobachtungsreihen für die Jahre 1779 bis 1789 und 1799 bis 1830 über die Blüthezeit von *Galanthus nivalis*, von *Prunus armeniaca* und dem Weinstocke, über den Beginn der Belaubung von *Quercus robur*, über die Reifezeit von der Kirsche, von Korn und von der Weintraube und über den Beginn der Waldentlaubung. Nimmt man für die Epochen der Fleckenperioden je die Mittel aus den Werthen der drei zunächst gelegenen Jahren (Jahr der Epoche und Jahr vor- und nachher), so erhält man für die Abweichungen vom Mittel:



	SONNENFLECKEN	—	MAXIMA.	MINIMA.
Beginn der Blüthezeit.	{	Galanthus nivalis . . . . .	+ 1	+ 2
		Prunus armeniaca . . . . .	+ 3	+ 2
		Weinstock . . . . .	+ 4	— 3
		Mittel	+ 3	0 Tage.
Beginn der Reife.	{	Kirschen . . . . .	+ 5	— 1
		Korn . . . . .	+ 2	— 1
		Traube . . . . .	+ 8	— 5
		Mittel	+ 5	— 2 Tage.
Quercus robur belaubt . . . . .		— 1	+ 8, Tage.	
Wald entlaubt . . . . .		— 3	+ 3 Tage.	

Diese Zahlen würden ergeben: Etwas früheres Blühen und Reifen zur Zeit der Fleckenminimas, etwas früheres Be- und Entlauben der Waldbäume zur Zeit der Fleckenmaximas.

Diese Resultate über das spätere Blühen und Reifen, wie über frühere Entlaubung des Waldes zur Zeit der Fleckenmaximas würden im Einklange stehen mit der nach Köppen zur Zeit der Maxima eintretenden verminderten Temperatur, womit aber im Gegensatze zu stehen scheint das frühere Belauben von Quercus robur.

Eine von Eisenlohr (a. a. O.) gegebene Zusammenstellung über Ernteerträge ergibt für die Zeiten der Fleckenminima reicheren und besseren Ertrag, als zur Zeit der Maxima, welches Resultat demjenigen Herschels widerspricht.

Nach Zusammenstellungen des *K. preussischen Ministeriums für Landwirtschaft* und nach der *Zeitschrift d. k. preussischen statist. Bureaus* (red. von Dr. Engel) kamen in Preussen folgende Erträge vor, wobei eine Mittelernthe gleich 1,00 gesetzt ist.

	Weizen.	Roggen.		Weizen.	Roggen.
1846.....	0,76	0,57	1862.....	0,89	0,88
47.....	1,07	1,22	63.....	1,01	1,03
48.....	0,99	1,04	64.....	0,93	0,94
49.....	1,01	1,07	65.....	0,78	0,78
1850.....	0,96	0,82	66.....	0,90	0,81
51.....	0,93	0,78	67.....	0,74	0,74
52.....	0,99	0,89	68.....	0,99	0,94
53.....	0,85	0,84	69.....	0,97	0,92
54.....	0,99	0,98	1870.....	0,78	0,86
55.....	0,61	0,66	71.....	0,84	0,81
56.....	0,94	1,00	72.....	0,92	0,81
57.....	1,02	1,01	73.....	0,92	0,75
58.....	0,73	0,83	74.....	1,04	0,96
59.....	0,89	0,77	75.....	0,85	0,87
1860.....	0,97	0,99	76.....	0,78	0,73
61.....	0,95	0,80			



Diese Reihen, welche ziemlich parallel sich ändern, ergeben, wenn 5 jährige Mittel berechnet werden, die grösseren Erträge um 1848 und um 1860, zur Zeit zweier Fleckenmaxima; bei dem Maximum von 1871 bleiben die Erträge unter dem Mittel. Nur die Jahre 1868 und 1869 würden sich hinsichtlich der Erträge den grösseren Quantitäten der vorhergehenden Maxima anschliessen. Das Resultat dieser Weizen- und Roggenerträge steht jedoch im Widerspruch mit dem vorher für die Umgebung von Karlsruhe gegebenen, während die uns vorliegenden Listen über die Erträge des Staates Ohio (s. 23. und 28. *Jahresb. d. Ohio-Staats-Ackerbaubehörde*) für Weizen und Roggen für die Periode 1857 bis 1867 fast zu gleicher Zeit wie die Ertragslisten Preussens die grössten Erträge (1860—63 und ganz entschieden für 1869 bis 1871) ergeben. Leider stehen uns keine längere Ertragslisten über Getreide zur Verfügung, um entscheiden zu können, ob dessen Erträge in ihrem Wechsel einer bestimmten Gesetzmässigkeit unterworfen sind oder nicht. Den Angaben Eisenlohr's ist kein grosses Gewicht beizulegen, da sie nur allgemein ausgedrückt sind und die Worte: schlecht, reich, u. s. w. erst in Zahlen umgesetzt werden mussten. Die Untersuchung längerer Ertragsreihen ist sehr wünschenswerth; um so mehr, als jede Pflanze den verschiedenen Witterungsverhältnissen gegenüber ihr eigenthümliches Verhalten zeigt und als wir alsbald bei einer weitverbreiteten Pflanze auf eine entschiedene Periodicität ihrer Erträge stossen.

Wie verschieden sich Pflanzen unter sonst gleichen Verhältnissen verhalten können, zeigen uns die Erträge der Kartoffeln in Preussen für die gleiche Zeit, für welche wir oben die Weizen- und Roggenerträge anführten. Die Kartoffeln gaben grössere Erträge um 1848 und nach 1860; während aber die Getreideerträge von dem grössten Maximum um 1848 durchgehends abnahmen, nahmen die Kartoffelerträge gegen 1870 hin zu. (Im Mittel betragen sie von 1846—50: 0,72, 1851—55: 0,59, 1856—60: 0,79, 1861—65: 0,89, 1866—70: 0,83 einer Mittelernte). Wir erblicken in einem solchen Verhalten verschiedener, sich als Nahrungsmittel ergänzender Pflanzen einen bedeutsamen Wink zu gründlichen Untersuchungen, sowohl vom wissenschaftlichen, als oekonomischen Standpunkte aus.

Nach den kurzen uns für Preussen zu Gebote stehenden Zusammenstellungen der Gewichte von Weizen und Roggen würde, entsprechend dem von Herschel für die englischen Weizen erträge gefundenen Resultate — niedere Preise zur Zeit der Fleckenmaxima —, das Körnergewicht während der Fleckenmaxima am grössten sein. 1849 und 1859 waren die Körnergewichte am grössten, 1856 am kleinsten.



Nach den Angaben über die Wiesenerträge der ersten Heuernte von Calèves in Savoyen (*Annuaire météorol.*), für welche gegeben wird:

1866	1867	1868	1869	1870	1871	
4350	3800	3200	3100	1450	3350	Kilogramm pro Hectare,

fielen das Ertragsmaximum zur Zeit des Fleckenminimums von 1867. Auffallenderweise erinnern die an Wiesenerträgen reiche Jahre 1877 und 1878 wieder an die Nähe des Minimums. Gleichfalls übereinstimmend verhalten sich hierzu die (a. a. O.) für den Staat Ohio veröffentlichten Heuerträge. Diese hatten ebenfalls um 1866 ein Maximum erreicht und betragen im Mittel 1859—61: 1,17, 1862—64: 1,09, 1865—67: 1,29, 1868—70: 1,14, 1871—72: 1,03 Tonnen pro Acre.

Ein auffallendes Resultat ergeben die Erträge derjenigen Pflanze, welche nach Dante (*Fegfeuer* XXV) „den Saft, dem die Sonnenwärme verbunden, zu Wein läutert“, nämlich der Weinrebe. So unregelmässig im Allgemeinen die Wiederkehr guter Jahre vertheilt erscheint, so bestimmt ergibt sich aus dem uns vorliegenden Beobachtungsmaterial, dass der Wechsel im Reichthume und der Güte der Erträge nicht gesetzlos ist.

Die beiden uns bekannt gewordenen hierher gehöriger eingehenderen Untersuchungen von Hahn in Leipzig (in *Bezieh. d. Sonnenfl. zu den meteorol. Erschein.*, Leipzig 1877) und von Schuster (in *Zeitschr. d. östr. meteorol. Gesellsch.* 1877), in welchen nur die besten Jahrgänge von Deutschlands Weinerträgen: 1783, 1784, 1811, 1822, 1834, 1846, 1857 bis 1859, 1865 und 1868 zu Grunde gelegt sind und zu dem gleichlautenden Resultate führten: *die besten Weinjahre gehören den Sonnenfleckenminimums an*, beschränken sich auf ein zu geringes Beobachtungsmaterial, um entscheidend sein zu können, wesshalb Hahn die Untersuchung weiter auszuführen empfiehlt. In dem gleichen Jahre war der Verfasser durch die Weinerträge zu einem entscheidenderen Resultate gelangt, als er mit den im 1. Bande der *Zeitschr. des K. preussischen statist. Bureaus* und in Meitzner's Werke *Der Boden Preussens* enthaltenen Angaben über die Erträge der Weinberge in Preussen bekannt geworden war. Diese Erträge in Eimern (à 68,7 Liter) pro Morgen (0,26 Hectare) enthält die folgende Tabelle, in welcher wir die 5 jährigen Mittel und deren Abweichungen vom allgemeinen Mittel beifügen.



Jahr.	Erträge.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.	Jahr.	Erträge.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.
1820	2,03	—	—	1843	2,33	4,5	— 2,5
21	0,69	—	—	44	3,93	6,5	— 0,5
22	11,19	5,0	— 2,0	45	5,36	5,9	— 1,1
23	5,70	6,2	— 0,8	46	13,53	8,5	+ 1,5
24	5,35	9,2	+ 2,2	47	10,09	8,8	+ 1,8
25	8,20	7,9	+ 0,9	48	7,95	9,1	+ 2,1
26	15,65	10,1	+ 3,1	49	6,90	7,5	+ 0,5
27	4,55	10,0	+ 3,0	1850	6,68	7,0	0,0
28	16,45	8,6	+ 1,6	51	5,77	6,8	— 0,2
29	5,16	6,2	— 0,8	52	7,64	5,7	— 1,3
1830	0,80	6,3	— 0,7	53	7,07	5,1	— 1,9
31	3,67	5,1	— 1,9	54	1,93	4,6	— 2,4
32	5,28	7,1	+ 0,1	55	3,82	5,0	— 2,0
33	10,35	9,5	+ 2,5	56	3,13	5,8	— 1,2
34	15,43	10,9	+ 3,9	57	9,95	7,4	+ 0,4
35	12,65	10,8	+ 3,8	58	10,75	7,8	+ 0,8
36	—	8,8	+ 1,8	59	9,07	8,1	+ 1,1
37	4,51	6,8	— 0,2	1860	5,94	7,9	+ 0,7
38	2,74	4,6	— 2,4	61	4,62	7,1	+ 0,1
39	7,06	4,4	— 2,6	62	8,92	6,4	— 0,6
1840	4,24	5,1	— 1,9	63	7,14	—	—
41	3,25	4,6	— 2,4	64	5,40	—	—
42	8,05	4,3	— 2,7				

Diese, namentlich für die 5 jährigen Mittel und deren Abweichungen vom allgemeinen Mittel auffallend regelmässig verlaufende Ertragsreihe zeigt verschiedene Maxima: 1826—27, 1834—35, 1846—48, 1857—61 und Minima: 1830—31, 1842—43 und 1854. Die vier Maxima 1827, 1835, 1847 und 1859 liegen im Mittel um 10,7, die drei Minima 1830, 1841 und 1854 im Mittel um 12 Jahre auseinander. Diese Intervalle zwischen den Maxima und Minima entsprechen nahe den 11,1 jährigen Sonnenfleckenperioden. In der That gehen die Maxima der Erträge den Fleckenmaximas von 1830, 1837, 1848 und 1860, die Minima der Erträge derjenigen der Flecken von 1834, 1844 und 1856 um etwas, im Mittel um nahe 2 Jahre voraus. Wie ferner durchschnittlich die Fleckenmaxima den Minimas um  $4\frac{1}{2}$  Jahre nachfolgen, so ist es auch bei den Weinerträgen der Fall. Auffallenderweise waren sogar die Erträge um 1837 grösser als um 1848 und 1860, wie dies entsprechend bei der Anzahl der Sonnenflecken der Fall war. Diese sich auffallend an die Veränderlichkeit der Sonnenflecken anschmiegende Variabilität der Erträge steht für Preussen nicht vereinzelt da, wie in Folgendem weiter ausgeführt wird.



TABELLE DER WEINERTRÄGE IN:

Jahr.	Zell (Baden).		Volnay.		Württemberg.		Nassau.		Jahr.	Zell (Baden).		Volnay.		Württemberg.		Nassau.	
	E.	M.	E.	M.	E.	M.	E.	M.		E.	M.	E.	M.	E.	M.	E.	M.
1800	2	—	—	—	—	—	—	—	1839	4	4,8	6,8	22,9	2,1	2,1	3637	33
1	2	—	—	—	—	—	—	—	40	6	4,0	44,7	21,5	3,2	1,9	3305	33
2	2	3,6	—	—	—	—	—	—	41	2	3,6	21,9	—	1,1	2,0	2381	34
3	4	3,6	—	—	—	—	—	—	42	4	3,6	27,4	—	2,4	1,8	5644	33
4	8	4,0	—	—	—	—	—	—	43	2	2,8	—	—	1,2	1,4	2244	32
5	2	4,4	—	—	—	—	—	—	44	4	3,6	—	—	0,9	1,7	2866	27
6	4	4,8	—	—	—	—	—	—	45	2	4,4	—	—	1,4	1,9	2879	53
7	4	4,0	—	—	—	—	—	—	46	6	5,2	—	—	2,4	2,5	9750	59
8	6	4,4	—	—	—	—	—	—	47	8	5,6	—	—	3,6	2,4	8567	60
9	4	4,8	—	—	—	—	—	—	48	6	6,4	16,4	—	4,1	2,5	5272	63
1810	4	4,8	5,5	—	—	—	—	—	49	6	5,6	17,3	—	0,7	2,4	3743	52
11	6	4,0	2,2	—	—	—	—	—	1850	6	5,2	12,7	13,6	1,8	2,0	4268	44
12	4	3,6	27,4	9,6	—	—	—	—	51	2	4,8	11,7	11,7	1,6	1,5	4275	42
13	2	3,2	10,9	9,9	—	—	—	—	52	6	4,0	9,9	9,1	1,7	1,6	4436	36
14	2	2,4	2,2	9,7	—	—	—	—	53	4	3,2	6,7	8,0	1,7	1,5	4438	36
15	2	2,0	6,8	5,6	—	—	—	—	54	2	3,2	4,9	7,6	1,4	1,5	791	31
16	2	2,4	1,4	8,9	—	—	—	—	55	2	3,2	7,0	8,9	1,2	1,9	3661	41
17	2	2,8	6,8	10,3	—	—	—	—	56	2	4,4	9,7	12,4	1,4	2,8	2324	48
18	4	2,4	27,4	10,3	—	—	—	—	57	6	4,4	16,1	14,3	3,9	—	9161	58
19	4	2,4	9,1	11,4	—	—	—	—	58	10	4,4	24,5	16,9	5,2	—	8092	62
1820	2	3,6	6,8	13,3	—	—	—	—	59	2	4,4	—	17,7	—	—	5920	61
21	2	4,4	6,8	9,2	—	—	—	—	1860	2	4,4	17,2	17,7	—	—	5400	59
22	6	4,0	16,4	8,7	—	—	—	—	61	2	3,6	12,9	17,1	—	—	2052	52
23	8	4,8	6,7	8,6	—	—	—	—	62	6	4,0	16,1	18,1	—	—	8049	45
24	2	6,0	6,7	13,8	—	—	—	—	63	6	4,0	22,3	20,6	—	—	4550	50
25	6	5,2	6,4	16,0	—	—	—	—	64	4	5,2	22,0	23,6	18,7	—	2801	62
26	8	5,6	32,8	20,1	—	—	—	—	65	2	5,2	29,9	23,7	28,0	—	7435	59
27	2	6,0	27,4	24,3	3,1	—	—	—	66	8	5,6	27,8	23,4	44,5	33,2	8250	72
28	10	5,2	27,4	23,1	4,9	—	—	—	67	6	5,2	16,3	24,2	28,4	35,8	6473	75
29	4	4,0	27,4	17,8	1,1	2,3	—	—	68	8	—	20,9	23,2	46,5	34,9	10845	—
1830	2	4,4	1,4	13,4	0,9	2,2	225	—	69	2	—	25,9	22,2	31,7	37,8	4796	—
31	2	3,6	5,5	11,2	1,4	1,7	2701	—	1870	—	—	25,8	22,8	23,6	22,9	—	—
32	4	4,4	5,5	12,3	2,6	2,5	2830	43	71	—	—	21,9	21,1	8,8	15,6	—	—
33	6	5,2	16,4	20,8	2,6	3,3	7956	59	72	—	—	19,3	20,1	3,7	15,7	—	—
34	8	5,6	32,8	26,3	4,8	3,4	8864	65	73	—	—	13,7	23,0	10,0	21,3	—	—
35	6	6,4	43,8	32,0	5,2	3,5	7260	61	74	—	—	25,3	22,1	32,4	25,0	—	—
36	4	6,0	32,8	30,1	1,8	3,2	3564	48	75	—	—	34,9	23,2	51,8	—	—	—
37	8	5,2	34,2	24,9	3,1	2,6	2603	40	76	—	—	17,4	—	27,8	—	—	—
38	4	5,2	6,8	25,1	0,9	2,2	1814	30	77	—	—	24,5	—	—	—	—	—

Für: Zell im Grossherzt. Baden sind (nach der Zeller Weinchronik von E. Basler, in *Annal. d. Oenologie* von Blankenhorn und Rösler, B. II) die Erträge nach folgender Skala eingetragen: 10 sehr viel, 8 über mittel, 6 mittel, 4 unter mittel, 2 wenig.

Volnay, Côte d'Or, Ertrag in Hectoliter pro Hectare (nach Boussingault, *Landwirthschaft in ihrer Beziehung zur Chemie*, u. s. w. deutsch von Graeger 1854).

Württemberg, Ertrag in Eimern (zu 2,94 Hectoliter) pro Morgen (zu 0,32 Hectare) (nach O. Hübner, *Jahrb. der Statist., Journ. d'agricult. prat.* und Kolb, *Handbuch d. Statist.*).

Grossherzogthum Hessen, Ertrag in Hectoliter pro Hectare (nach Kolb, a. a. O. und *Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde in Darmstadt*, III Folge, No. 170 und 181—192).

Nassau, Ertrag in Stück (zu 1200 Liter) für das ganze Land, bei einer Weinbergfläche von 2800 Hectaren (nach Sartorius, *der Nassauische Weinbau in Zeitsch. d. K. preuss. stat. Büreaus*, Jahrg. 11, 1871).



Die Tabelle enthält neben den Ertragsreihen noch die 5 jährigen Mittel; die ersteren in den mit *E*, die letzteren in den mit *M* bezeichneten Columnen. Wir entheben folgende *Maxima der Weinerträge*:

Zell. . . . .	1808	—	1826	1835	1848	1858	1868
Volnay. . . . .	—	1820	1826	1835	—	—	—
Frankreich. . .	—	—	—	—	1849	1858	1867
Württemberg. .	—	—	1827	1835	1848	1858	—
Hessen. . . . .	—	—	—	—	—	—	1868
Nassau. . . . .	—	—	—	1834	1848	1858	1868
Mittel	1808	1820	1826	1835	1848	1858	1868

Die Sonnenfleckenmaxima waren eingetreten

1804 1816 1830 1837 1848 1860 1871,

somit entsprechen diesen je ein Maximum der Weinerträge. Auf die ersten Maxima (1808 und 1828) ist kein zu grosses Gewicht zu legen, weil dafür zu wenige Ertragsreihen vorliegen. Das beste Ertragsjahr um jene Zeit für Zell war 1804, das somit mit dem Maximum der Flecken zusammenfiel. Für Volnay waren die Erträge um 1812 noch über dem Mittelwerthe. Nach den für Karlsruhe von O. Eisenlohr (a. a. O) veröffentlichten Zusammenstellungen waren daselbst Ertragsmaxima um 1810 und 1827, also nahe wie für Zell. Eine längere Ertragsreihe, jedoch nur in allgemeiner Bezeichnung, für die Zeit von 1600 bis 1862 veröffentlichte Pfau-Schellenberg (in *Statistik über Weinlauf und Rebbau*, 1863) für das St. Gallnische Rheinthal. Bezeichnet man ausserordentliche grosse Erträge mit 10, sehr reiche mit 8, reiche mit 6, mittelmässige mit 4, sehr geringe mit 2, so erhält man, die mit der obigen Zusammenstellung übereinstimmenden Zeiten der Maxima-Erträge um 1808, 1826, 1836, 1847 und 1858 und für das vorige Jahrhundert 1705, 1721, 1727, 1752, 1763, 1775, 1781 und 1792 und ähnlich für die Erträge der Reben am Zürichsee, im Kanton Thurgau und Schaffhausen. Alle diese Maxima liegen mehr oder weniger den Fleckenmaxima der Wolf'schen Periode nahe und werden bestätigt und ergänzt durch die noch folgenden Untersuchungen über die Weinqualitäten. Vergleicht man diese Maxima mit den Fleckenmaximas, so folgten jene diesen im vorigen Jahrhunderte etwas (im Mittel um 1,5 Jahr) nach, und gingen in diesem Jahrhunderte etwas (um 1,6 Jahre im Mittel) voraus; für beide Jahrhunderte wird der Unterschied aufgehoben so dass man annehmen muss: *hohe Fleckenstände begünstigen den Ertrag des Weinstockes.*



Die Durchführung der Untersuchung für die Minimalerträge führt zu dem übereinstimmenden Resultate, dass zur Zeit geringer Fleckenstände weniger Wein wächst. Die grössten Abweichungen kamen vor im Beginne dieses Jahrhunderts, in jener Zeit in welcher die Längen der Fleckenperioden sehr stark vom Mittel abweichen und für welche weder die Wärme- noch die Regenveränderlichkeit diejenige Uebereinstimmung mit der Fleckenvariabilität zeigt, welche für vorhergehende und nachfolgende Zeiten aufgefunden wurden, wie in späteren Abschnitten gezeigt werden wird. Auf den Widerspruch unseres Resultates mit jenem von Hahn — Schuster kommen wir zurück, wenn wir gesehen haben, dass nicht nur für das Rheingebiet und Frankreich das oben Gesagte seine Berechtigung hat. Stehen uns aus andern Erdgegenden auch nur kurze Ertragsreihen zur Verfügung, so widerspricht doch keine derselben unserem Gesetze.

In Bessarabien wurden nach A. Salomon (in *Annal. der Oenolog.*) geerntet

1851	36,6	} Millionen Liter Wein.
52	32,9	
53	—	
54	32,9	
55	23,9	
56	12,6	
57	20,7	

Das Fleckenminimum fiel auf 1856.

Auf der Domäne „Livadia“, Südküste der Krim, erntete die Kaiserin von Russland (*Annal. d. Oenol.*).

1862	20008
63	30573
64	31781
65	10638
66	36563
67	40796
68	64892
69	74786

Liter Wein, mit dem Minimalertrage im Jahre 1865, also etwa zwei Jahre vor dem Fleckenminimum.



In Nikata, Insel Krim, war der Weinertrag (*Ann. d. Oenol.*).

1858	12,9	1863	9,1	1868	24,6
59	12,9	64	11,0	69	28,9
60	13,2	65	6,1	70	13,8
61	8,8	66	13,2	71	16,5
62	9,7	67	15,2		

Hectoliter pro Hectare, mit den Maximis um 1859 und 1869 und dem Minimum von 1863.

Im Staate Ohio, Nord-Amerika wurden (nach dem *Fahresberichte des Staatssecretärs* für 1873) geerntet

1865	41,8
66	21,4
67	39,8
68	19,1
69	14,9
1870	236,7
71	91,9
72	24,9

Gallonen Wein. Hier fällt das Maximum wieder dem Maximum von 1871 nahe.

Auf Madeira waren die Erträge, nach Von Reden (*Deutschland und Europa*)

1846	14259
47	19487
48	13730
49	13556
1850	13873

Pipen Wein. Diese Werthe entsprechen, wie alle vorhergehenden, dem oben Gefundenen, dass durchschnittlich um die Zeit der Fleckenmaxima die Weinerträge grösser sind, als zur Zeit der Fleckenminima. Bei fünfjährigen Mitteln tritt das Gesetz durchweg deutlich hervor.

Da im grossen Ganzen guten Erträge auch gute Qualitäten des Weines entsprechen, so führt uns die Untersuchung der Erträge hinsichtlich der Qualität zu ähnlichen Resultaten.

Eine sehr vollständige Zusammenstellung der Erträge des Weinstockes gibt Sartorius (a. a. O.) für Nassau, welcher wir schon oben die Ertragsmengen



entnahmen. Uebersetzt man die in Worten gegebenen Werthe in Zahlen nach der Scala:

0 nichts	8 mittelmässig und viel
1 sehr sauer unbrauchbar	9 ziemlich gut
2 sehr schlecht	10 gut und wenig
3 schlecht und wenig	11 gut und viel
4 schlecht und viel	12 sehr gut und wenig
5 gering und wenig	13 sehr gut und viel
6 gering und viel	14 Hauptwein
7 mittelmässig und wenig	15 extra gut,

so erhält man folgende Tabelle:

Jahre.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1690	10	3	3	3	11	3	4	7	3	11
1700	13	11	8	8	14	3	15	11	8	7
10	11	10	11	2	8	11	3	8	14	15
20	8	1	8	14	13	2	13	11	10	11
30	1	9	3	8	8	4	11	10	14	8
40	4	12	3	8	9	10	12	12	15	15
50	15	13	4	11	11	8	2	6	2	11
60	12	13	11	4	8	7	13	3	4	4
70	5	6	7	8	11	11	5	4	10	10
80	10	13	2	13	10	4	4	2	11	7
90	8	3	4	3	10	3	10	4	11	2
1800	10	11	10	8	11	0	13	12	11	4
10	8	15	8	4	8	11	0	1	10	11
20	4	2	15	4	2	10	11	10	8	2
30	2	10	8	11	15	12	7	5	7	10
40	5	7	8	5	5	4	15	6	12	5
50	5	5	7	7	2	9	5	15	11	12
60	5	10	15	5	3	15	5	7	11	8
70	11	7	10	0 <sup>1)</sup>						

Berechnet man die 5 jährigen Mittel dieser Reihe, so erschen wir daraus, wie aus den in Taf. I graphisch dargestellten Werthen derselben, zeitweise — 1700 bis 1780 und 1830 bis 1870 — einen auffallend ausgeprägten regelmässigen Wechsel zwischen Maxima und Minima der Erträge, der nur zwischen 1780 und 1830 weniger hervortritt. Wir entheben der Reihe folgende Wendepunkte der Maxima

1704 18 25 38 49 61 73 82 1834 47 57 69,  
welchen entsprechen die Sonnenfleckenmaxima  
1705 18 27 38 50 61 70 80 1837 48 60 71.

<sup>1)</sup> Für 1870 bis 1873 ist die Reihe von Sartorius ergänzt nach Von Sonnenberg (in *Schweiz. Obst. und Weinbau-Monatsschr.* 1878).



Zu einem übereinstimmenden Resultate führen die Minima der Weinerträge, wenn die Qualitäten vorwiegend in Betracht kommen. Im vorigen Jahrhundert fielen die reicheren Erträge für Nassau genauer mit den von Wolf bestimmten Fleckenmaxima zusammen, als in diesem Jahrhundert, in welchem sie etwas früher eintraten, wie wir oben für die Ertragsreihen ohne Rücksicht auf die Qualität der Weine fanden. Zu dem gleichen Resultate führt die Untersuchung der von Sartorius (a. a. O.) mitgetheilten Classification der Weinjahre nach den drei Gruppen: Haupt-, gute und Fehl-Jahre.

Beziffern wir die Jahrgänge

	mit ausgezeichneten Wein	mit 10
„	sehr gutem	„ „ 8
„	gutem	„ „ 6
„	mittelmässigem	„ „ 5
„	schlechtem	„ „ 4
„	sehr schlechten	„ „ 2,

so erhalten wir aus den uns zur Verfügung stehenden Weinlisten von Nassau, Maingegend, Baden, Deutschland im Allgemeinen, Schweiz (Cantone: Schaffhausen, Thurgau, St. Gallen, Zürich, Graubünden), Volnay, Italien und Portugal für die Jahre 1700 bis 1870 folgende Zusammenstellung:

Jahre.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1700	6	7	4	6	8	4	9	5	6	0
10	6	6	8	5	5	8	4	6	9	8
20	4	4	6	6	7	3	9	8	6	7
30	5	6	6	6	6	6	8	5	7	6
40	3	8	4	6	6	6	8	7	7	10
50	6	5	7	8	5	5	3	3	6	5
60	9	7	7	2	4	5	9	4	5	5
70	5	5	5	6	6	6	5	6	6	5
80	4	6	6	7	7	4	6	5	5	6
90	7	7	3	5	5	6	5	5	7	2
1800	7	6	7	5	7	2	5	4	5	3
10	5	9	5	3	3	5	2	4	6	7
20	5	4	9	5	5	8	5	7	6	4
30	6	6	7	5	9	6	5	3	6	5
40	6	6	6	3	6	5	9	4	7	6
50	3	4	5	6	7	6	6	8	6	8
60	3	8	7	6	5	9	4	4	9	8

Durch Berechnung der 5 jährigen Mittel gelangt man zu den Maxima der Weinqualitäten

1705	14	28	35	48	60	68	76	83	89
1803	11	23	(Mittel aus 1821 u. 25)			33	46	58	69.



Während nach den obigen Untersuchungen die grössten Weinmengen um die Zeit der Sonnenfleckenmaxima wuchsen, verschieben sich bei den Erträgen in Bezug auf die Qualität die günstigeren Jahre mehr dem Minimum zu, so dass im Mittel die besten Weine im zweiten Jahre nach dem Sonnenflecken-Minimum gewachsen sind. In der That fallen von den besten Weinjahren: 1676, 78, 83; 1704, 12, 15, 18, 26, 36, 46, 60, 66, 83; 1804, 11, 19, 22, 34, 46, 57, 59, 65, 68 dreizehn nahe den Fleckenminimas, acht näher den Maximas derselben und zwei zwischen Maxima und Minima hinein. Ganz besonders nahe den Minimas der Flecken fielen die Jahre mit vortrefflichen Weinen: 1783, 1811, 1822, 1834, 1846, 1857 und 1865, wie Hahn und Schuster (a. a. O.) richtig bemerken.

Einzelne ausnahmsweise günstige Jahre, deren besonders vortheilhafte Witterungsverhältnisse einen weit über das Mittel hervorragenden Ertrag ermöglichen, sind wenig geeignet um bestimmte Resultate daraus abzuleiten; ebenso wird allgemeinen Angaben, wie sie bei den Weinqualitäten nur vorkommen können, weniger Gewicht beizulegen sein, als den bestimmten Zahlen, wie sie für dieses Jahrhundert für die Weinquantitäten vorliegen, welchen eine gewisse Zuverlässigkeit nicht abgesprochen werden kann. Gelten diese Werthe für grössere Gebiete, wodurch das Alter und die Bearbeitungs- und Unterhaltungsverhältnisse der Weinberge eliminirt werden, dann wird die Wahrscheinlichkeit der Sicherheit des Resultates noch erhöht. Stützen wir uns desshalb wesentlich auf die auf S. 77 gefundenen Resultate, so erhalten wir

von 1705 bis 1792 = 87 = 8.10,9 Jahre,  
 von 1826 bis 1868 = 42 = 4.10,5 „

wenn man zwischen 1727 und 1752 noch ein Maximum einschiebt, wie es so entschieden in der Nassauischen Reihe vorkommt. Für die letztere Reihe, die allerdings die Quantitäten mit den Qualitäten gemischt enthält, ergeben sich

von 1704 bis 1782 = 78 = 7.11,1 Jahre,  
 von 1834 bis 1869 = 35 = 3.11,6 „

Zwischen 1782 und 1835, in welcher Zeit die Temperaturen und Niederschläge, namentlich während der stark gestörten Fleckenperiode 1788 bis 1804, sich auffallend abnormal verhalten, entfernt sich die Nassauische Reihe am meisten von dem sonst auffallend regelmässigen Wechsel zwischen guten und geringen Erträgen. Für die Zeit von 1834 bis 1869 fällt die Abnahme der höchsten Erträge entsprechend den an Höhe abnehmenden Fleckenmaxima auf. Schieben wir zwischen 1782 und 1835, die durch die oben mitgetheilten



Zusammenstellungen hinreichend gerechtfertigten Maxima 1792, 1808 und 1820 (oder nach der Nassauischen Reihe 1823) ein, so erhalten wir

von 1704 bis 1869 = 165 = 15.11,0 Jahre,  
somit die 11 jährige Periode.

Wir gelangen zu dem Schlusse, dass *die Weinerträge nach Perioden sich ändern, welche den Sonnenfleckenperioden an Länge gleich kommen, dass die Maxima der Quantitäten nahe mit den Maxima der Sonnenflecken zusammenfallen, während die Qualitäten sich mehr den Minimas anschliessen und denselben kurz nachfolgen.*

Wie oben angeführt fand Weilenmann, dass in den Jahren 1864 bis 1871 für die Schweiz die mittlere Jahrestemperatur in der Weise variirte, dass zur Zeit der Sonnenflecken-Minimajahre dieselbe etwas höher war.

Celoria war noch 1873 (s. *Rendiconti del R. Istituto Lombardo*, 1873) bei der Untersuchung der Mailänder Beobachtungen zu einem negativen Resultate gekommen. Temperaturbeobachtungsreihen von einzelnen Orten eigenen sich, wie leicht einzusehen, schon der localen Verhältnisse halber, und wären sie mit noch so guten Instrumenten und mit der grössten Sorgfalt während vieler Jahrzehnte ausgeführt, nicht dazu um bestimmte Schlüsse zu ziehen, die für andere Gegenden ebenso gelten sollen, wenn es sich um so kleine Differenzen handelt, wie sie im vorliegenden Falle sich voraussichtlich zeigen müssen. Ist der periodische Wechsel nicht ganz bestimmt ausgeprägt, dann werden Widersprüche nicht ausbleiben, wie wir sie im Vorhergehenden schon gefunden und später noch mehrfach finden werden.

So findet man, wenn aus den Temperaturmittel der einzelnen Jahre fünfjährige Mittel gebildet werden,

für Paris:      Temperaturminima mit den Fleckenminima übereinstimmend:  
1767, 1775, 1798, 1843;

Temperaturmaxima mit Fleckenminima: 1785, 1810, 1823, 1834;

Wien:      Temperaturmaxima mit den Fleckenminima übereinstimmend:  
1823, 1834, 1844 und nachher das Gegentheil;

Stockholm: 1769 stimmen überein Fleckenmaximum und Temperaturminimum, 1778 Fleckenmaximum und Temperaturmaximum, 1788 Fleckenmaximum mit Temperaturminimum und zwischen 1790 und 1804 waren die Temperaturen wieder hoch während des tiefen Fleckenminimums.



Vergleicht man diese Zusammenstellungen für Paris, Wien und Stockholm, dann ergeben sich die grössten Widersprüche.

W. Köppen in St. Petersburg suchte, 1873, ein bestimmtes Resultat zu erlangen, indem er den einzig richtigen Weg einschlug die Temperaturverhältnisse grosser Ländercomplexe zu untersuchen. Seiner Abhandlung <sup>1)</sup> (in *Zeitschr. d. östr. Gesellsch. für Meteorol.* B. VIII, N°. 16 und 17) entnehmen wir Folgendes:

Mehr oder minder lange Beobachtungsreihen standen ihm zur Verfügung:

1)	Vorder-Indien . . . . .	von 4 Stationen
2)	Hinder-Indien u. Sunda-Inseln . . . . .	„ 6 „
3)	Tropisches America . . . . .	„ 6 „
4)	Gemässigtetes Süd-Amerika . . . . .	„ 3 „
5)	Süd-Afrika . . . . .	„ 2 „
6)	Australien . . . . .	„ 8 „
7)	China u. Japan . . . . .	„ 3 „
8)	Mittelmeergebiet . . . . .	„ 32 „
9)	Südliche Vereinigte Staaten Nord-Amerika's . . . . .	„ 9 „
10)	Westen der Vereinigten Staaten . . . . .	„ 5 „
11)	Westliches Mittel-Europa, zwischen Alpen u. + 50°. . . . .	„ 14 „
	nebst mehreren Württembergischen u. vielen Schweizerischen Stationen.	
12)	Oestreich . . . . .	von 9 Stationen
13)	Süd-Russland . . . . .	„ 19 „
14)	Südwest-Sibirien . . . . .	„ 7 „
15)	Ost-Sibirien . . . . .	„ 5 „
16)	Inneres der Vereinigten Staaten Nord-Amerika's . . . . .	„ 10 „
17)	Atlantische Staaten . . . . .	„ 15 „
18)	Britische Inseln . . . . .	„ 9 „
19)	Norddeutschland u. Niederlande . . . . .	„ 24 „
20)	Nordwest-Russland . . . . .	„ 11 „
21)	Nordost-Russland und Ural . . . . .	„ 9 „
22)	Nordwest-Amerika . . . . .	„ 2 „
23)	Nordost-Amerika . . . . .	„ 6 „
24)	Island . . . . .	„ 2 „
25)	Nord-Europa . . . . .	„ 9 „

<sup>1)</sup> W. Köppen begann 1869 an der Zusammenstellung des Materiales zu dem hier in Frage stehenden Aufsätze; nahm 1871 in St. Petersburg die Arbeit wieder auf und vollendete sie 1873 zur vorläufigen Mittheilung in der oben genannten Zeitschrift, Augustheft. N°. 16.



Aus dieser grossen Anzahl von Stationen bildete Köppen alsdann 5 grosse Gruppen, umfassend:

- a) Tropen: Vorder-Indien, trop. Amerika, Hinter-Indien, (letzteres für 1804—47 und Amerika 1858—60 mit  $\frac{1}{2}$  Gewicht);
- b) Subtropen: Mittelmeergebiet, China, Japan, Californien, südliche Vereinigten Staaten und Australien (mit ganzem), Süd-Afrika u. Süd-Amerika (mit  $\frac{1}{2}$  Gewicht).
- c) Wärmerer gemässiger Gürtel: Mittel-Europa, westl. u. östliche Hälfte, Süd-Russland, Südwest- u. Ostsibirien (beide mit  $\frac{1}{2}$  Gewicht), Californien, innere und östliche Vereinigten Staaten.
- d) Kälterer gemässiger Gürtel: Gross-Britannien, Nord-Deutschland, Nordwest-Russland, Ural, Südwest- u. Ostsibirien, Sitcha, innere und östliche Vereinigten Staaten.
- e) Kalter Gürtel: Sitcha, Nordost-Amerika (Gewicht = 2), Island, Nord-Europa (Gewicht bis 1852 = 2); Ost-Russland, West- u. Ost-Sibirien.

Diesen 5 Gruppen wurden noch zugefügt:

das *Mittel der 4 ekotropischen Gürtel* (den kalten mit  $\frac{1}{2}$  Gewicht) und das *Mittel der schon vor 1820 vertretenen Ländergebieten* — Europa und Neu-England.

Für diese Gebiete wurden berechnet:

die Abweichungen vom Mittel in Graden Celsius, welche in folgender Tabelle enthalten sind:



Jahre.	Epochen der Fleckenwechsel.	Tropen.	Subtropen.	Warmer gemässiger Gürtel.	Kalter gemässiger Gürtel.	Kalter Gürtel.	Mittel der Ekotropen.	Mittel der schon vor 1820 vertretenen Reihen von Europa u. Neu-England.				
								1750	1786	1810	1820	
1820		-0,31	+0,41	-0,36	-0,45	-0,18	-0,14	-0,26	1750	+0,57	1786	-0,85
21		+0,56	+0,23	+0,18	+0,20	+0,72	+0,28	+0,27	51	-0,12	87	+0,07
22		+0,31	+1,53	+0,93	+0,96	+1,50	+1,19	+1,46	52	+0,63	88	Max. -0,12
23	Min.	+0,44	+0,25	-0,15	-0,38	+0,34	-0,03	-0,15	53	+0,46	89	+0,16
24		+0,20	+0,82	+0,77	+0,75	+0,66	+0,76	+0,59	54	-0,06	1790	+0,31
25		+0,18	+0,45	+0,74	+0,82	+0,81	+0,69	+0,70	55	Min. -0,43	91	+0,61
26		+0,12	+0,91	+0,29	+0,69	+1,31	+0,73	+0,82	56	+0,20	92	-0,06
27		+0,03	+0,55	+0,54	+0,63	+0,82	+0,61	+0,24	57	+0,04	93	+0,40
28		+0,21	+0,94	+0,50	+0,43	+0,27	+0,57	+0,35	58	-0,81	94	+1,00
29		-0,14	-0,75	-0,85	-0,70	-0,31	-0,70	-1,32	59	+0,39	95	0,00
1830	Max.	-0,59	+0,58	+0,23	+0,22	+0,14	+0,31	-0,22	1760	-0,15	96	+0,23
31		+0,49	-0,69	-0,35	-0,29	-0,52	-0,45	+0,20	61	Max. +0,38	97	+0,70
32		+0,61	-0,11	-0,63	-0,31	-0,61	-0,39	-0,38	62	-0,18	98	Min. +0,48
33		+1,04	+0,12	+0,14	+0,33	-0,10	+0,15	+0,04	63	-0,50	99	-1,14
34	Min.	+0,08	+0,68	+0,70	+0,72	+0,07	+0,61	+0,85	64	+0,38	1800	+0,17
35		-0,55	-1,01	-0,49	-0,18	-0,54	-0,56	-0,33	65	-0,17	1	+0,70
36		-0,46	-0,63	-0,29	-0,09	-0,07	-0,30	-0,23	66	Min. -0,58	2	+0,33
37	Max.	-0,70	-0,47	-0,77	-0,46	-0,43	-0,55	-0,70	67	-0,86	3	-0,18
38		-0,27	-0,94	-0,88	-0,54	0,00	-0,67	-0,99	68	-0,68	4	Max. -0,01
39		-0,46	+0,25	-0,18	-0,11	+0,06	0,00	-0,03	69	-0,24	5	-0,59
1840		+0,04	-0,23	-0,69	-0,44	-0,54	-0,47	-0,74	1770	Max. -0,34	6	+0,47
41		+0,11	-0,12	-0,09	-0,18	-0,21	-0,14	+0,40	71	-0,81	7	+0,15
42		+0,44	-0,25	-0,41	-0,14	-0,40	-0,29	-0,30	72	+0,41	8	-0,47
43	Min.	+0,30	-0,07	+0,03	+0,40	+0,35	+0,15	+0,32	73	+0,33	9	-0,42
44		+0,04	+0,18	-0,22	-0,26	-0,39	-0,14	-0,39	74	+0,21	1810	-0,30
45		+0,17	+0,18	-0,04	-0,18	-0,13	-0,03	-0,43	75	Min. +0,80	11	Min. +0,75
46		+0,02	+0,41	+0,94	+0,77	+0,66	+0,71	+0,83	76	-0,09	12	-1,06
47		-0,37	+0,09	-0,32	-0,12	+0,31	-0,06	-0,12	77	-0,37	13	-0,25
48	Max.	-0,05	-0,01	+0,18	+0,11	+0,07	+0,09	+0,30	78	Max. +0,67	14	-0,93
49		-0,09	-0,05	-0,06	-0,14	-0,07	-0,05	-0,18	79	+1,30	15	-0,36
1850		-0,08	-0,14	-0,38	-0,58	-0,35	-0,37	-0,40	1780	+0,18	16	Max. -0,94
51		-0,05	+0,09	+0,21	+0,32	+0,85	+0,26	+0,10	81	+0,96	17	-0,30
52		-0,06	+0,07	+0,12	+0,09	+0,06	+0,09	+0,22	82	-0,41	18	+0,27
53		+0,23	+0,03	+0,03	-0,30	-0,10	-0,08	-0,14	83	+0,33	19	+0,50
54		+0,25	+0,08	+0,26	+0,62	+0,68	+0,37	+0,10	84	-1,05	1820	-0,26
55		+0,30	+0,26	+0,19	-0,02	+0,26	+0,16	-0,56	85	Min. -0,85		
56	Min.	-0,01	-0,16	-0,36	-0,20	-0,02	-0,21	-0,32				
57		-0,22	-0,15	-0,26	-0,05	-0,11	-0,15	+0,26				
58		-0,28	0,00	-0,11	+0,17	+0,35	+0,07	-0,17				
59		-0,28	-0,16	+0,34	+0,66	+0,13	+0,26	+0,72				
1860	Max.	+0,40	+0,08	-0,22	-0,41	-0,20	-0,19	-0,27				
61		-0,25	-0,13	-0,07	-0,10	-0,22	-0,12	+0,14				
62		-0,30	+0,04	0,00	-0,58	-0,93	-0,29	+0,13				
63		-	-0,18	+0,58	+0,84	-0,16	+0,33	+0,83				
64		-	-0,09	-0,34	0,00	+0,69	-0,03	-0,51				
65		-	+0,17	+0,15	0,00	-0,21	+0,06	+0,29				
66		-	+0,15	+0,31	+0,32	-0,67	+0,13	+0,47				
67	Min.	-	+0,14	+0,28	+0,11	+0,66	+0,25	-0,18				
68		-	+0,12	+0,39	+0,48	-0,02	+0,28	+0,62				
69		-	+0,04	+0,38	+0,55	+0,21	+0,31	+0,37				
1870		-	+0,05	-0,32	-0,45	-	-0,23	-0,46				
71	Max.	-	-	-0,62	-0,42	-	-	-1,30				



Köppen entwarf nun mit Hülfe der aufgeführten Zahlen eine Curventafel (die im Originale abgedruckt ist), wobei jedoch die Originalzahlen eines jeden Jahres ersetzt sind durch die Mittel aus der den betreffenden Jahren entsprechenden Zahl und der halben Summe der Zahlen des vorhergehenden und nachfolgenden Jahres (also durch Triennialmittel mit doppeltem Gewichte des mittleren Jahres).

Die so entworfenen Curven — die Mittel als Ordinaten, die Zeit als Abscissen — zeigen sofort die grosse Uebereinstimmung der Temperaturwechsel mit den Fleckenwechsel bis etwa zum Jahre 1854. In den Tropen tritt das Maximum der Wärme  $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$  Jahr vor dem Fleckenminimum ein; ausserhalb der Wendekreise verspätet es sich gegen das letztere, in den vierziger Jahren bis um mehr als 3 Jahre. Dabei nimmt die Regelmässigkeit und Grösse der Schwankung von den Tropen, wo sie auf's schönste ausgebildet ist, nach den Polen hin ab, so dass z. B. die in den übrigen Gürteln am stärksten ausgeprägte Schwankung in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts in der Curve des kalten Gürtels gar nicht mehr zu erkennen ist.

Folgender Vergleich der Epochen der Wendepunkte für die Temperatur und die Sonnenflecken erläutert das Verhältniss der beiden Erscheinungen näher.

	Minimum der Temperatur.		Maximum der Sonnenflecken.	Minimum der Temperatur.		Minimum der Sonnenflecken.
	Tropen.	Ektropen.		Tropen.	Ektropen.	
1.	—	1815,5	1816,4 <sup>1)</sup>	1822,5	1825,8	1823,3
3.	1830,1	1831,9	1829,9	1833,1	1834,2	1833,9
5.	1836,4	1837,8	1837,2	1842,8	1846,4	1843,5
7.	1847,6	1750,3	1848,1	1854,7	—	1856,0
9.	—	(1861,6)	1860,1	—	(1868,7)	1867,2

Die Längen der Sonnenfleckenperioden sind veränderlich und ebenso ist der Zeitraum zwischen dem Minimum und Maximum durchweg viel kürzer, als zwischen Maximum und Minimum. Im Allgemeinen spiegeln sich diese Gesetze (nach Köppen) auch in den Temperaturänderungen ab, wie folgende Uebersicht der Intervalle zwischen den Wendepunkten zeigt.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Sonnenflecken . . . . .	6,9	6,6	4,0	3,3	6,3	4,6	7,9	
Temperatur:	(Tropen . . . . .	—	7,6	3,0	3,3	6,4	4,2	7,1
	(Ektropen . . . . .	10,3	6,1	2,3	3,6	8,6	3,9	—

<sup>1)</sup> Wir haben die neuesten Bestimmungen Wolf's zur Correctur der von Köppen benützten Epochen verwendet.



Von einer zufälligen Uebereinstimmung kann bei einem solchen Parallelismus beider Zahlenreihen nicht die Rede sein.

Bei einer derartigen Uebereinstimmung der Temperaturen- und Fleckencurven innerhalb des Zeitraumes 1820—1854 sind die grossen Störungen höchst auffallend, welche in dem Verhältniss bei der Erscheinungen vor und nach dieser Zeit auftreten.

Um den normalen Gang der Temperatur in der Fleckenperiode aus den Daten des Zeitraumes festzustellen, in welchem derselbe am freiesten von fremden Einflüssen gewesen zu sein scheint, theilte Köppen für den Zeitraum 1820—1854 die Perioden der Sonnenflecken zwischen jedem Maximum und Minimum in 6, zwischen jedem Minimum und Maximum in je 5 Theile, wodurch er nach den Curven für die Tropen und eine solche für die Ektropen (Mittel derselben) die Werthe für Intervalle erhielt, welche im Mittel gleich einem Jahre sind, aber zwischen 0,7 und 1,3 Jahre schwanken. Um die Verschiedenheit der mittleren Temperatur der drei benützten Perioden zu eliminiren, brachte er noch eine Correction an, die bestimmt wurde durch die Differenz der beiden übereinander greifenden Curvenstücke von circa 2 Jahren Länge am Anfang und Ende des benützten Zeitraumes, wobei die secularé Aenderung proportional der Zeit angenommen wurde. Die so erhaltenen Correcturen übersteigen nicht: für die Tropen  $\pm 0^{\circ},01$ , für die ektropischen Zonen  $\pm 0^{\circ},03$  C. Folgendes sind die corrigirten und zugleich auf das Mittel = 0 (durch Abzug von  $0^{\circ},03$  an allen Zahlen beider Reihen) reducirten Werthe

	Flecken- Minim.	1	2	3	4	Flecken- Maxim.	1	2	3	3	5	Flecken- Minim.
Tropen	+0,33	+0,15	-0,04	-0,21	-0,28	-0,32	-0,27	-0,14	+0,08	+0,30	+0,41	+0,33
Ektropen	+0,17	+0,23	+0,25	+0,18	0,00	-0,23	-0,28	-0,21	-0,17	-0,07	+0,12	+0,17

Die Curve für die Tropen verläuft sehr regelmässig und erreicht ihr Maximum etwa 0,9 Jahre vor dem Minimum der Sonnenflecken, ihr Minimum etwa 0,1 Jahre vor deren Maximum. Die trotz dem reicheren Materiale noch manche Unregelmässigkeiten zeigende Curve der Ektropen weist das Maximum 1,7, das Minimum 0,9 Jahre nach den betreffenden Wendepunkte der Fleckenperiode auf. Die Amplituden der Schwankungen sind:

Tropen . . . . .  $0^{\circ},73$ , Ektropen . . . . .  $0^{\circ},54$  C. oder  
 Subtropen . . . . .  $0^{\circ},59$ , wärmerer gemässiger Gürtel  $0^{\circ},63$ ,  
 kälterer gemässiger Gürtel.  $0^{\circ},63$ , kalter Gürtel . . . . .  $0^{\circ},57$ .

Um die Störungen in dieser Periodicität besser übersehen zu können, eliminirte Köppen den so ermittelten normalen periodischen Gang aus den direct gefun-



denen Jahresmitteln, indem er die Abweichungen der beobachteten von den berechneten Temperatur-Werthen bestimmte. Um letztere für die Mitte eines jeden Jahres festzustellen, trug er die Curve des normalen Ganges zwischen die von Wolf angegebenen jeweiligen Wendepunkte der Fleckenperiode ein und bestimmte die gesuchten Werthe aus dieser Curve, wodurch er folgende Abweichungen der beobachteten von den berechneten Werthen erhielt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1800	+0,50	+0,26	-0,07	+0,27	-0,33	+0,67	+0,29	-0,44	-0,52	-0,48
10	+0,52	-1,31	-0,49	-1,09	-0,37	-0,76	-0,02	+0,53	+0,69	-0,05
20	+0,52	+1,04	-0,26	+0,49	+0,41	+0,48	+0,47	+0,60	-0,50	+0,56
30	-0,30	-0,37	-0,01	+0,34	-0,79	-0,33	-0,33	-0,42	+0,21	-0,32
40	-0,08	-0,35	-0,01	-0,38	-0,32	+0,48	-0,14	+0,28	+0,17	-0,13
50	+0,46	+0,23	-0,02	+0,33	+0,02	-0,44	-0,44	-0,14	+0,24	+0,07
60	+0,12	-0,08	+0,48	+0,06	+0,03	-0,01	+0,01	0,00	+0,11	-0,15

Ob diese Störungen Wirkungen einer der 11jährigen Periode völlig fremden Ursache, oder ob sie der Ausdruck gesetzmässiger Modificationen im Auftreten der Periode selbst sind, vermag Köppen nicht zu entscheiden. Das erstere erscheine näherliegend, für das letztere spreche die Wiederkehr analoger Störungen in verschiedenen Perioden. So ist das Auftreten einer secundären Depression um die Zeit des Maximums und die Spaltung des letzteren, welche die Periode in den fünfziger Jahren ganz unkenntlich macht, auch früher, namentlich in den zwanziger Jahren — in den arktischen Gegenden auch in den 30er Jahren, in der Curve der langjährigen Reihen auch in den 40er Jahren — in schwächerem Masse vorgekommen; so stimmen auch im dem Rückwärtsdrängen des Maximums durch unmittelbar darauf folgende kalte Jahre die Maxima von 1811 und 1834 überein u. s. w. Der Unvollkommenheit des Beobachtungsmateriales ist, nach Köppen, ein solches Verhalten nicht zuzuschreiben.

Der Ueberblick über den Zeitraum 1800—1871 zeigt einen Abschnitt von circa 40 Jahren mit starker periodischer Schwankung, — 1815 bis 1854 —, eingefasst von zwei anderen mit grosser Störung — etwa 1792—1815 und 1854—1866. Ob nach 1866 die Periode wieder klar erscheint, muss die Erfahrung zeigen.

Fassen wir, sagt Köppen, den Zeitraum vor 1800 in 's Auge, so finden wir so wunderbare Anomalien im Temperaturgange, dass *wir an jeder Feststellung eines periodischen Ganges verzweifeln und namentlich die Existenz irgend eines Zusammenhanges mit der Erscheinung der Sonnenflecken leugnen müssten, wenn nicht die Ergebnisse der Jahre 1816—54 gar zu eindringlich*



*denselben uns darthun würden.* Wir finden hier alles Mögliche, von völliger Gleichgültigkeit des Temperaturganges gegen die gleichzeitigen Aenderungen der Sonnenflecken (1750—1771) und einem kurz dauernden engen Zusammengehen beider (1772—77), bis zu einer grossen und höchst regelmässigen Schwankung der Temperatur (1777—1790), welche zu der Sonnenfleckencurve in genau dem umgekehrten Verhältniss steht gegen das für 1816—1854 gefundene. Nach Köppen's Ansicht kann aber ein solches Verhalten weder einzig in der Unvollkommenheit der Temperaturbeobachtungen, noch in etwaiger Ungenauigkeit der Bestimmung der Epochen der Sonnenfleckenwechsel gesucht werden. Vorläufig müsse die Lösung des Räthsel der Zukunft überlassen bleiben <sup>1)</sup>.

Köppen's Resultate seiner Untersuchung sind von grösstem Interesse; können aber keineswegs vollkommen befriedigen, da sie in Bezug auf einen abhängigen Gang beider Erscheinungen — des Wechsels in der Häufigkeit der Sonnenflecken und der Temperaturänderung an der Erdoberfläche — theils zu positivem, theils zu negativem Schlusse führen.

Im December 1873 veröffentlichte Wolf (s. *Astronom. Mittheil.* N<sup>o</sup>. XXXIV) ein Nachuntersuchung der Köppen'schen Arbeit, wobei er bis 1739 zurückgeht, wodurch die Umkehrung am Schlusse des vorigen Jahrhunderts vollkommen bestätigt wird. Wolf sagt (S. 145): „Würde diese Umkehrung, welche für mich, nach meinen frühern Arbeiten nicht gerade etwas Ueberraschendes hat, dagegen jetzt viel genauer präcisirt worden ist, zu irgend einer anderen Zeit eintreffen, so wäre ich ganz geneigt an meinem früheren Schlusse festzuhalten, dass die Temperaturreihe und die Sonnenfleckenreihe in keinem engern Zusammenhange stehen, — *da sie aber gerade auf die Zeit trifft, wo sich auch die Sonnenfleckencurve und die mit ihr fortwährend parallel laufende Variationscurve gegenüber dem mittleren Gange, welcher statt den Maxima's von 1778 und 1789 Minima's verlangen würde, in auffälligster Weise umkehren, so kommt es mir vor, dass es sehr voreilig wäre, einen solchen Zusammenhang zu verwerfen, und dass gegentheils eher anzunehmen ist, dass wir hier vor einem der merkwürdigsten Räthsel stehen, dessen Lösung nach allen Seiten hin grosses Licht verbreiten könnte.*“

<sup>1)</sup> Köppen findet, dass die meisten grossen negativen Anomalien sich in Reihen einordnen, welche sich in Differenzen von Vielfachen der Zahl 9 bewegen und zwar derartig, dass längere Zeit ein Intervall von 27 mit einem von 18 Jahren abwechselt.

	1740	1767	1785	1812	1830	1859.	
Unterschied	27	18	27	18	27		Alsdann hätte 1875 wieder kalt sein sollen, was als eingetroffen anzusehen ist. Unserm Zwecke kann es nicht entsprechen in diesen Theil der Köppen'schen Arbeit näher einzutreten.



In der neuesten Zeit, 1877, veröffentlicht Hahn in Leipzig (*Ueber die Beziehungen der Sonnenfleckenperioden zu meteorolog. Erscheinungen*, von Dr. F. G. Hahn. Leipzig 1877.8) eine etwas abweichende Untersuchung der Köppen'schen Resultate, welcher wir Folgendes entheben:

Zieht man für die fünf Zonen die Summen der in den *betreffenden Gruppen sich vorfindenden negativen Abweichungen von der Summe der positiven ab*, so ergeben sich, bei *dreijährigen Gruppierung* (Maxima- oder Minima-Jahre und die beiden vorher und nachher zunächst gelegenen Jahre in die Rechnung gezogen)

für die Sonnenflecken-Maxima (1829, 1837, 1848, 1860):

7 positive und 17 negative Reste;

für die Sonnenflecken-Minima (1823, 1833, 1844, 1856, 1867):

18 positive und 10 negative Reste;

bei *fünffähriger Gruppierung*

für die Sonnenflecken-Maxima:

9 positive und 14 negative Reste;

für die Sonnenflecken-Minima:

23 positive und 7 negative Reste.

Durch Gruppierung der Köppen'schen Abweichungszahlen nach fleckenreichen (Relativzahl nach Wolf  $> 90$ ) und nach fleckenarmen (Relativzahl  $< 10$ ) Jahren fand Hahn

Fleckenreiche Jahre	Tropen Abweich.	Ektropen Abweich.	Fleckenarme Jahre	Tropen Abweich.	Ektropen Abweich.
1836	—0, 46	—0, 30	1820	—0, 31	—0, 14
1837	—0, 70	—0, 55	1821	0, 56	0, 28
1838	—0, 27	—0, 67	1822	0, 31	1, 19
1847	—0, 37	—0, 06	1823	0, 44	—0, 03
1848	—0, 05	0, 09	1824	0, 20	0, 76
1849	—0, 09	—0, 08	1833	1, 04	0, 15
1859	—0, 28	0, 26	1855	0, 30	0, 16
1860	0, 40	—0, 19	1856	—0, 01	—0, 21
1870	—	—0, 23	1867	—0, 22	—0, 15
Mittel	—0, 22 $\pm 0,082$	—0, 19 $\pm 0,070$	Mittel	+0, 21 $\pm 0,099$	+0, 22 $\pm 0,110$

Dieser dem Köppen'schen Resultate günstigen Zusammenstellung fügt Hahn bei: „Der ziemlich hohe Betrag des wahrscheinlichen Fehlers für die Mittelwerthe weist auch wieder auf die Veränderlichkeit des Characters der Wärme-curve hin, die sich mehrfach in den Temperaturreihen zeigt“. Stellt man die



von Köppen gegebenen Werthe nach drei- und fünfjährigen, die Epochenjahre der Fleckenveränderlichkeit umgebenden Gruppen zusammen, so erhält man für die Temperaturmittel:

	3jährige		5jährige Gruppen	
	Maxima	Minima	Maxima	Minima der Flecken.
Tropen . . . . .	-0,19	+0,20	-0,26	+0,29
Ektropen . . . . .	-0,26	+0,15	-0,18	+0,22
Europa und	1750—1800 +0,02	-0,17	-0,01	-0,04
Neuengland	1800—1871 -0,30	+0,10	-0,26	+0,07
	1750—1871 -0,16	-0,02	-0,08	+0,02

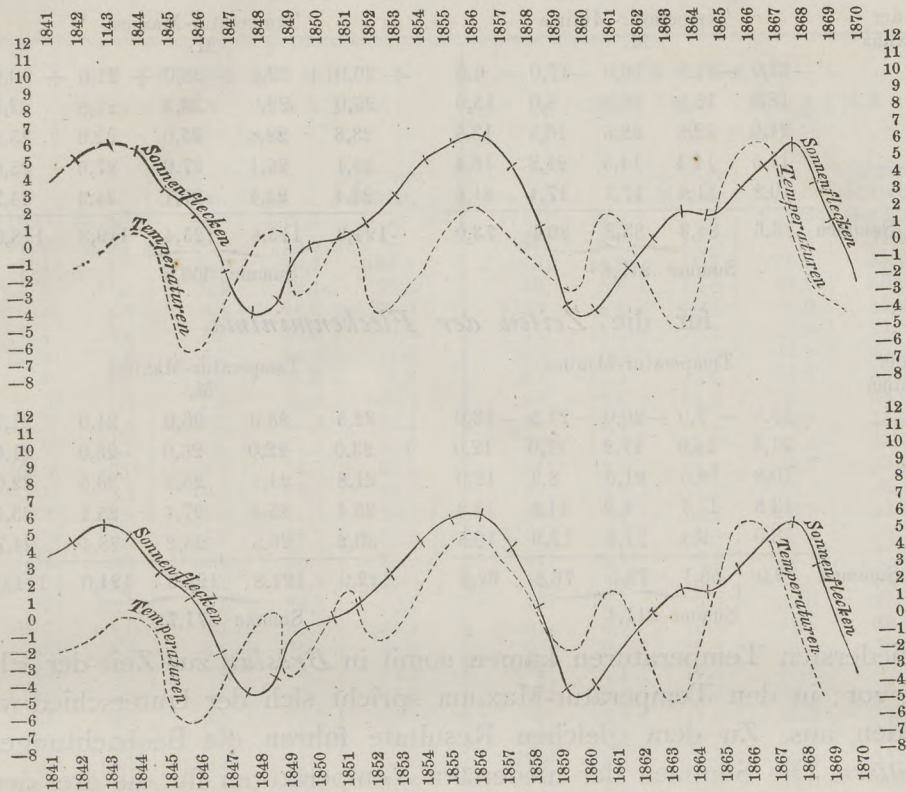
Dem Köppen'schen Resultate sind *günstig*: die Summen der Abweichungen der Temperatur in den Tropen und Ektropen für 1800 bis 1871; *ungünstig* sind die Summen des vorigen Jahrhunderts, wie nicht anders zu erwarten war.

B. J. Stone veröffentlichte 1871 (s. *Proceed. of the Roy. Soc. of London* V. XIX) seine Resultate der Untersuchungen der Temperaturen, welche von 1841 bis 1870 am *Cap der guten Hoffnung* beobachtet wurden.

Die Beobachtungen von 1841 bis 1851 wurden an dem „Meteorologischen Observatorium“ der *Capstadt* angestellt. Nach dem Brande desselben (11. März 1852) wurden sie in dem hölzernen Baue daneben bis 1858, Aug. 31 fortgesetzt und von da an bis 1870 auf der Sternwarte.

An angeführtem Orte ist, leider nur in kleinem Masstabe, eine graphische Darstellung der Temperaturcurve gegenüber der umgekehrten Sonnenfleckencurve veröffentlicht. Wir geben in folgender Skizze eine Copie des im Originale enthaltenen Holzschnittes, welche uns zeigt, dass die jährlichen Temperaturänderungen am Cap der guten Hoffnung einen Verlauf nehmen, der eine gewisse Aehnlichkeit mit der umgekehrten Sonnenfleckencurve zeigt, dass somit zur Zeit vermehrter Fleckenthätigkeit die mittleren Jahrestemperaturen niedriger waren, als zur Zeit der Fleckenminima und umgekehrt, welchem Resultate das Köppen'sche entspricht.





Die zweite, der ersten sehr ähnliche Curve, ist für die Zeit von 1852 bis 1858, während welcher in dem provisorischen Observatorium beobachtet wurde, von Stone mit einer Correctur versehen worden. Die Temperaturen sind in Fahrenheit'schen Graden angegeben. Stone hält die meteorologischen Verhältnisse der Capstadt für einfacher als die englischen und dadurch zu derartigen Untersuchungen geeigneter. Leider stehen uns die Beobachtungreihen selbst nicht zur Verfügung.

Nach Galle's Zusammenstellung (Galle, *Grundzüge der Schlesischen Klimatologie*, Breslau 1857) liegen uns die *Minimal-* und *Maximaltemperaturen* für *Breslau* von 1791 bis 1854 vor, die wir unten im Zusammenhange wiedergeben. Ordnet man dieselben nach Flecken-Maxima und Minima, nach unserer wiederholt angewandten Weise, so erhalten wir



## für die Zeiten der Fleckenmaxima

Epochen der Fleckenmaxima	Temperatur-Minima M.					Temperatur-Maxima M.					
	1804	-12,0	-21,0	-16,0	-17,0	-6,0	+ 26,0	+ 22,5	+ 23,0	+ 21,0	+ 20,4
1816	18,3	15,0	12,5	8,0	15,0	25,0	22,0	23,3	23,8	22,5	
1830	21,0	22,5	22,5	16,5	13,8	23,8	22,8	25,0	22,6	25,4	
1837	11,5	14,4	14,5	21,2	16,4	25,1	25,1	27,0	27,6	25,0	
1848	10,8	11,4	17,7	17,4	21,8	24,4	23,4	27,1	24,3	24,7	
Summen	73,6	84,3	83,2	80,1	73,0	124,3	115,8	125,4	119,3	118,0	
		Summe 247,6					Summe 360,5				

## für die Zeiten der Fleckenminima

Epochen der Fleckenminima	Temperatur-Minima					Temperatur-Maxima M.					
	1798	-13,0	-7,0	-20,0	-21,5	-13,0	22,5	23,0	26,0	24,0	21,2
1811	21,4	14,0	17,2	17,0	12,0	23,0	22,0	26,0	23,0	21,0	
1823	10,8	14,0	21,5	8,9	12,0	21,8	24,5	23,3	23,5	22,0	
1834	13,8	11,7	8,2	11,5	14,4	25,4	25,8	27,4	25,1	25,1	
1844	13,0	9,4	11,6	17,9	10,8	30,2	26,5	23,2	28,4	24,7	
Summen	72,0	56,1	78,5	76,8	62,2	122,9	121,8	125,9	124,0	114,0	
		Summe 211,4					Summe 371,7				

Die niedersten Temperaturen kamen somit in *Breslau* zur Zeit der Fleckenmaxima vor; in den Temperatur-Maxima spricht sich der Unterschied weniger entschieden aus. Zu dem gleichen Resultate führen die Beobachtungen von *Leobschützen*. Die Summen der niedersten Temperaturen für die drei den Sonnenflecken-Maxima zunächst liegende Jahre verhalten sich zu jenen der den Minima zunächst liegenden

für *Leobschützen* wie 183,9 : 160,9. und

für *Paris* . . . . „ 192,4 : 155,5 für die letzten 6 Perioden.

Dieses Resultat führte zu der Untersuchung der 3 grössten, uns augenblicklich zur Verfügung stehenden Beobachtungsreihen der *niedersten* und *höchsten* Jahrestemperaturen — für *Paris*, *Bremen* und *Breslau*. Wir entnehmen die Beobachtungen für *Paris* dem *Annuaire météorol. p. l'an 1876*, für *Bremen* den *Abhandl. d. naturwissenschaftl. Vereins zu Bremen, Beilagen N<sup>o</sup>. 4 u. 5*; für *Breslau* der oben angeführten Arbeit Galle's und berechnen wieder, neben dem Mittel aus den 3 Stationen, die fünfjährigen Mittel.



TEMPERATUR- MINIMA MAXIMA für Paris.					TEMPERATUR- MINIMA MAXIMA für Paris.				
		5 jährige Mittel.		5 jährige Mittel.		5 jährige Mittel.		5 jährige Mittel.	
1699	- 3,7	—	+27,5	+ —	1746	-10,9	-13,3	+32,8	+32,9
1700	3,7	—	26,5	—	47	15,9	12,7	34,4	34,3
1701	1,8	- 5,1	23,7	+26,0	48	14,0	11,7	36,9	35,2
2	11,8	6,4	28,1	26,5	49	9,6	12,0	36,9	36,0
3	4,3	6,4	24,0	28,0	1750	8,1	10,4	35,0	35,9
4	10,6	7,7	30,0	30,5	51	12,5	10,3	36,9	35,6
5	3,7	6,0	34,3	31,8	52	7,8	11,5	33,8	35,3
6	8,1	5,8	36,2	32,2	53	13,4	13,0	35,6	35,4
7	3,4	7,5	34,3	30,4	54	15,6	12,5	35,0	34,9
8	3,4	8,7	26,2	30,3	55	15,6	13,7	34,7	35,7
9	18,7	8,7	21,2	28,6	56	10,6	13,7	35,6	35,5
1710	10,0	8,7	33,7	28,1	57	13,1	12,1	37,7	35,2
11	8,1	10,0	27,8	28,5	58	13,7	11,2	34,3	35,8
12	4,3	8,0	31,5	30,3	59	7,5	10,1	33,7	35,4
13	9,0	7,7	28,7	29,6	1760	—	9,5	37,7	35,0
14	8,4	10,0	30,3	28,9	61	6,2	9,2	33,7	35,9
15	8,7	10,2	31,5	28,9	62	11,2	8,0	35,6	36,7
16	19,7	8,5	22,8	30,2	63	12,5	9,2	39,0	37,1
17	5,0	7,5	31,2	31,4	64	6,2	10,5	37,5	38,0
18	0,8	5,7	35,0	33,2	65	9,6	11,3	46,0	37,6
19	3,1	3,6	36,8	34,3	66	13,1	11,8	37,8	36,9
1720	0,0	3,6	40,0	33,8	67	15,0	11,8	33,8	36,7
21	9,3	5,5	28,7	33,1	68	15,0	11,6	35,3	35,7
22	4,6	4,8	28,7	32,6	69	6,2	11,7	36,9	35,2
23	10,3	5,6	31,2	31,0	1770	8,7	10,9	35,0	35,8
24	0,0	5,4	34,6	31,8	71	13,5	9,8	35,0	36,6
25	4,0	5,0	31,8	33,0	72	—	10,4	36,8	35,9
26	8,1	4,2	32,8	33,0	73	10,6	11,0	39,4	36,2
27	2,8	7,3	34,6	32,7	74	8,8	12,8	33,7	35,8
28	6,2	7,7	31,2	32,7	75	—	12,8	—	35,6
29	15,3	9,3	33,4	33,5	76	19,1	11,3	33,1	34,8
1730	5,9	8,2	31,8	32,7	77	—	11,8	36,1	34,9
31	6,2	7,7	36,9	32,9	78	5,9	11,5	36,2	34,9
32	7,5	5,6	30,1	34,2	79	10,6	8,5	34,4	35,2
33	3,4	5,0	32,5	34,2	1780	10,6	9,3	35,0	35,7
34	5,0	4,6	39,9	34,2	81	7,1	12,0	34,4	35,7
35	3,1	4,1	31,4	34,7	82	12,5	12,4	38,7	34,8
36	4,0	4,9	37,0	35,6	83	19,1	12,4	36,3	33,8
37	5,0	5,2	33,1	34,0	84	12,6	13,6	29,6	32,8
38	7,5	7,0	36,9	33,8	85	10,9	12,2	30,3	31,3
39	6,2	7,9	33,7	33,2	86	13,0	9,5	29,1	30,8
1740	12,5	10,3	28,4	33,8	87	5,4	11,2	31,5	31,0
41	8,7	9,2	33,8	32,9	88	5,4	12,1	33,7	32,0
42	16,5	11,5	36,2	32,2	89	21,5	11,9	30,3	32,8
43	8,1	11,8	32,5	32,6	1790	15,0	13,4	34,6	32,9
44	11,8	12,3	30,0	32,4	91	7,7	14,5	34,1	33,5
45	14,0	12,2	30,6	32,1					



	TEMPERATUR-MINIMA.					TEMPERATUR-MAXIMA.				
	Paris.	Breslau.	Bremen.	Mittel.	5jähr. M.	Paris.	Breslau.	Bremen.	Mittel.	5jähr. M.
1792	-14.0	-15.4	—	-12.1	-14.0	+31.1	+25.0	—	+32.2	+33.7
93	7.6	15.0	—	13.8	13.3	38.4	27.0	—	36.7	33.2
94	7.5	12.0	—	7.8	12.5	30.5	23.0	—	31.1	32.5
95	23.5	17.3	—	17.8	10.9	29.5	22.5	—	31.9	32.9
96	13.4	13.0	—	11.0	11.2	29.5	23.0	—	30.6	32.0
97	3.1	7.0	—	3.9	12.4	34.5	26.0	—	34.6	31.6
98	17.6	20.0	—	15.6	11.2	31.8	24.0	—	31.9	31.9
99	13.1	21.5	—	13.7	10.7	30.0	21.2	—	29.2	32.2
1800	13.1	13.0	—	11.8	12.3	35.5	23.5	—	33.4	33.9
1	10.1	10.3	—	8.5	12.1	28.0	24.0	—	32.0	33.6
2	15.5	12.0	—	11.8	11.2	36.4	26.0	—	38.2	34.2
3	15.4	21.0	—	14.7	11.1	36.7	22.5	—	35.2	33.8
4	8.2	16.0	—	9.4	10.2	33.3	23.0	—	32.0	33.9
5	10.2	17.0	—	11.0	9.0	28.0	21.0	—	31.3	33.7
6	3.9	6.0	—	4.0	8.3	35.6	20.4	—	33.1	32.9
7	7.4	6.5	—	5.9	8.8	33.6	26.5	—	34.3	32.6
8	12.2	15.0	—	11.1	8.8	36.2	23.5	—	33.6	32.9
9	9.6	21.4	—	11.9	10.0	31.2	23.0	—	30.6	33.3
1810	12.3	14.0	—	11.0	11.0	30.7	22.0	—	31.9	31.5
11	10.3	17.2	—	11.1	10.3	31.0	26.0	—	35.0	30.9
12	10.6	17.0	—	11.0	10.4	32.8	23.0	—	26.7	32.0
13	7.0	12.0	—	7.5	10.2	29.7	21.0	—	30.5	31.9
14	12.5	18.3	—	12.3	10.1	33.8	25.0	—	36.1	30.8
15	10.3	15.0	—	10.2	9.4	30.0	22.0	—	31.5	31.7
16	10.8	12.5	—	9.5	9.9	27.9	23.3	—	29.5	32.4
17	9.4	8.0	—	7.5	8.5	31.0	23.8	—	31.0	32.5
18	6.4	15.0	—	8.2	9.3	34.5	22.5	—	34.1	33.1
19	6.3	12.0	—	7.2	9.3	31.3	28.0	—	36.7	33.3
1820	14.3	21.8	—	14.2	9.6	32.2	23.6	—	34.0	34.2
21	11.6	10.8	—	9.6	10.8	31.0	21.8	—	31.0	33.7
22	8.8	14.0	—	8.8	10.5	33.8	24.5	—	35.2	33.3
23	14.6	21.5	—	14.4	9.2	31.3	23.3	—	31.5	33.5
24	4.8	8.9	—	5.4	9.7	35.2	23.5	—	35.0	34.3
25	8.0	12.0	—	8.0	10.4	36.3	22.0	—	34.6	34.3
26	11.7	19.0	—	12.1	9.8	36.3	22.5	—	35.0	34.8
27	12.7	17.5	—	12.3	11.8	33.8	24.8	—	35.4	34.5
28	7.8	21.0	—	10.9	+13.3	32.0	23.8	—	34.0	34.4
29	17.0	22.5	-15.1	15.6	13.1	31.3	22.8	+23.1	33.5	34.2
1830	17.2	22.5	15.1	15.7	12.2	31.0	25.0	25.3	33.8	34.4
31	10.3	16.5	11.6	11.0	11.7	29.5	22.6	22.7	34.5	34.5
32	5.9	13.8	8.4	8.0	9.5	35.0	25.4	27.6	36.3	35.4
33	8.5	11.7	8.0	8.1	8.0	29.8	25.8	26.7	34.4	36.0
34	4.0	8.2	4.9	4.9	7.7	32.6	27.4	27.1	38.2	36.5
35	9.6	11.5	5.8	7.8	7.8	34.0	25.1	26.7	36.9	36.6
36	10.0	14.4	8.9	9.5	6.4	34.3	25.1	26.2	36.5	37.2
37	8.9	14.5	7.6	8.7	10.1	31.1	27.0	24.9	37.1	36.5
38	19.0	21.2	15.1	16.0	10.9	34.3	27.6	27.6	37.3	35.9
39	8.1	16.4	6.1	8.5	11.5	33.1	25.0	24.5	34.6	36.0
1840	13.2	18.9	10.7	12.2	11.6	33.0	22.6	21.3	34.1	35.7
41	13.1	17.8	12.4	12.3	9.3	33.2	29.8	23.6	36.9	35.3
42	10.0	13.0	8.0	8.8	8.3	36.6	30.2	25.3	35.5	35.4
43	4.0	9.4	4.4	4.9	8.8	34.3	26.5	23.1	35.4	36.0
44	9.3	11.6	8.0	8.3	8.2	30.8	23.2	21.8	35.1	36.0
45	11.8	17.9	14.2	9.7	8.2	30.5	28.4	25.8	36.9	36.1
46	14.7	10.8	6.7	9.5	9.6	35.9	24.7	25.8	37.1	35.9
47	7.9	11.4	10.7	8.7	10.0	34.5	23.4	26.7	36.3	35.8
48	9.7	17.7	13.3	11.6	10.5	31.0	27.1	22.2	34.3	35.4
49	7.3	17.4	12.4	10.5	9.8	31.4	24.3	24.0	34.7	34.8
1850	7.0	21.8	14.7	12.1	9.2	33.0	24.7	24.0	34.7	34.8
51	6.3	9.0	6.7	6.3	9.3	30.4	23.6	24.0	34.1	34.9
52	7.0	8.2	3.1	5.3	9.0	34.5	24.2	25.8	36.3	35.2
53	14.0	17.0	11.1	12.3	9.4	31.4	25.9	23.1	34.9	35.1



	TEMPERATUR-MINIMA.					TEMPERATUR-MAXIMA.				
	Paris.	Breslau.	Bremen.	Mittel.	5jähr. M.	Paris.	Breslau.	Bremen.	Mittel.	5jähr. M.
1854	- 9,0	-12,2	-10,7	- 9,2	-10,0	+33,5	+24,8	+25,3	-36,1	+ 35,0
55	13,3	—	14,7	14,0	10,8	30,4	—	24,5	34,0	35,0
56	6,6	—	12,0	9,3	10,3	33,3	—	22,7	33,6	35,5
57	6,6	—	11,6	9,1	10,6	36,2	—	24,9	36,5	35,9
58	9,8	—	9,8	9,8	9,4	35,3	—	26,7	37,6	34,9
59	16,2	—	5,8	11,0	9,8	34,5	—	27,1	37,9	33,9
1860	7,8	—	8,0	7,9	10,1	27,8	—	21,8	29,8	34,3
61	10,0	—	12,4	11,2	9,0	32,7	—	23,1	33,6	33,9
62	9,4	—	11,6	10,5	8,9	30,6	—	23,1	32,6	32,6
63	2,5	—	6,2	4,4	9,3	35,8	—	23,6	35,4	34,0
64	10,1	—	10,7	10,4	7,8	29,4	—	22,7	31,6	34,3
65	8,0	—	12,4	10,2	7,3	31,8	—	27,6	36,9	34,9
66	2,1	—	4,9	3,5	8,2	33,1	—	24,9	35,1	35,0
67	9,0	—	6,7	7,9	7,9	33,0	—	25,3	35,4	35,6
68	11,1	—	7,1	9,1	8,1	34,0	—	25,8	36,0	35,1
69	9,0	—	8,0	8,6	11,0	31,1	—	25,8	34,6	35,5
1870	11,2	—	12,0	11,6	11,1	33,1	—	24,4	34,8	36,1
71	21,3	—	14,7	18,0	10,5	33,9	—	26,2	36,6	36,3
72	2,6	—	14,2	8,4	10,3	34,4	—	23,9	38,4	37,1
73	5,2	—	7,1	6,1	—	37,2	—	24,9	37,1	37,3
74	8,8	—	5,8	7,3	—	38,4	—	26,2	38,8	—
75	—	—	—	—	—	35,8	—	—	35,8	—

Zur Bestimmung der Mittel sind die einzelnen Beobachtungsreihen auf die Mittel der Pariser Beobachtungen reducirt, um die einzelnen Reihen mehr gleichwerthig in Rechnung bringen zu können. Die Mittel sind somit theils grösser, theils kleiner, als sie aus den wahren Temperaturen gefunden würden.

Unter Benützung der 5 jährigen Mittel und mit Berücksichtigung der wahren Mittel erhalten wir, wenn die Flecken-Maxima und Minima gegenüber gestellt werden, folgende Epochen der *Temperatur-Maxima* und *Minima*.

Minimal-Jahrestemperaturen:

Maxima: 1704, (10,17) 23 29 46 55 67 75 84 92 (97, 99) 1810, (21), 28 39 56 70  
 Minima: 1706, (13) 20 26 35 50 62 71 79 86 95 1806 17 (24) 34 43 (64—66)

Epochen der Fleckenperioden:

Maxima 1705 18 27 39 50 61 70 78 88 1804 16 30 37 48 60 71  
 Minima 1712 23 34 45 55 66 75 85 98 1811 23 34 43 56 67

Maximal-Jahrestemperaturen:

Maxima 1706 (12) 19 (27) 35 49 64 73 80 93 1802 26 35 56  
 Minima 1710 23 30 44 54 69 76 87 97 (11,14) 23 40 61

Die unterstrichenen Zahlen sind bestimmt hervortretende Wendepunkte, die eingeklammerten weniger entschieden ausgeprägte.



Es entsprechen oder fallen nahe zusammen

Minima der niedersten Temperaturen	10 mal mit Max.	5 mit Minim.	} der Sonne- flecken.
Maxima „ „ „	4 „ „ „	8 „ „	
Minima „ höchsten Temperaturen	6 „ „ „	9 „ „	
Maxima „ „ „	6 „ „ „	5 „ „	

*Es sind demnach niedere Wintertemperaturen am häufigsten zur Zeit der Fleckenmaxima, am seltensten zur Zeit der Fleckenminima; die höchsten Sommertemperaturen kommen wenig oder kaum häufiger zur Zeit der Fleckenmaxima vor, und die niedersten Temperaturen der Maxima etwas häufiger zur Zeit der Fleckenminima.*

*Die niedersten Temperaturen würden demnach dem Köppen'schen Gesetze ent —, die höchsten Temperaturen aber widersprechen, insofern als auf so geringes Material ein Urtheil gestützt werden kann. Eigenthümlich ist die Häufigkeit niederer Temperaturen (im Winter und auch im Sommer) im Anfange des vorigen und jetzigen Jahrhunderts, während die Maxima um die Mitte des vorigen und jetzigen Jahrhunderts eintraten.*

In *Annuaire météorol.* pour l'an 1876 wird bemerkt, dass Winter mit niederer Temperatur häufig eine grosse Anzahl von Frosttagen zählen, so für Paris

1788—89	bei einem Minimum von	—21°,5	86 Frosttage.
1794—95	„ „ „ „ „	—23°,5	64 „ „
1829—30	„ „ „ „ „	—17°,2	76 „ „
1837—38	„ „ „ „ „	—19°,0	77 „ „

Umgekehrt zählen Winter mit weniger niederer Temperatur häufig auch eine geringe Anzahl von Frosttagen, so, wieder für Paris,

1821—22	bei einem Minimum von	—3°,7	10 Frosttage, aber auch
1850—51	bei einer Minimaltemperatur von nur	—3°,5	40 Tage, während
1868—69	bei	—9°,0	nur 14 Frosttage zählte.

Da die kalten Winter mit einer grossen Anzahl Frosttagen durchweg den Flecken-Maxima angehören, so sei in Folgendem noch eine kleine entsprechende Untersuchung aufgenommen.



FROSTTAGE ZU PARIS.

Winter.	Summe der Frosttage.	Aufeinander folgende Frosttage.	Winter.	Summe der Frosttage.	Aufeinander folgende Frosttage.	Winter.	Summe der Frosttage.	Aufeinander folgende Frosttage.	Winter.	Summe der Frosttage.	Aufeinander folgende Frosttage.
1788— 89	86	38	1810—11	29	11	1832—33	42	9	1854—55	58	17
1789— 90	36	6	1811—12	47	10	1833—34	27	5	1855—56	42	7
1790— 91	34	7	1812—13	63	11	1834—35	37	6	1856—57	59	14
1791— 92	48	12	1813—14	70	10	1835—36	53	22	1857—58	63	12
1792— 93	40	15	1814—15	31	15	1836—37	62	14	1858—59	49	6
1793— 94	31	42	1815—16	66	7	1837—38	77	33	1859—60	60	16
1794— 95	64	13	1816—17	37	5	1838—39	54	19	1860—61	53	20
1795— 96	24	17	1817—18	35	11	1839—40	48	20	1861—62	50	15
1796— 97	61	7	1818—19	28	9	1840—41	61	26	1862—63	32	8
1797— 98	34	33	1819—20	57	21	1841—42	49	28	1863—64	41	8
1798— 99	65	21	1820—21	54	22	1842—43	55	9	1864—65	61	9
1799—1800	50	7	1821—22	10	3	1843—44	49	13	1865—66	14	5
1800— 1	22	7	1822—23	53	21	1844—45	79	15	1866—67	30	11
1801— 2	41	18	1823—24	32	8	1845—46	15	4	1867—68	31	19
1802— 3	47	10	1824—25	34	7	1846—47	69	10	1868—69	14	9
1803— 4	39	7	1825—26	37	12	1847—48	35	19	1869—70	51	12
1804— 5	53	8	1826—27	53	33	1848—49	17	4	1870—71	52	15
1805— 6	37	8	1827—28	28	9	1849—50	59	25	1871—72	59	13
1806— 7	45	7	1828—29	56	21	1850—51	40	7	1872—73	26	8
1807— 8	75	13	1829—30	76	43	1851—52	55	11			
1808— 9	33	11	1830—31	39	9	1852—53	44	13			
1809— 10	51	24	1831—32	53	17	1853—54	64	19			

Eine Zusammenstellung der drei je die Epochen der Flecken-Maxima und Minima umschliessenden Jahre ergibt die Anzahl der Frosttage zu Paris für die

7 Flecken-Maxima	7 Flecken-Minima
im Mittel 49	45

Um die Zeit der Fleckenmaxima würden etwas mehr, um die Zeit der Fleckenminima etwas weniger Frosttage eintreten, und die Wendepunkte der Häufigkeit der kalten Tage vor den entsprechenden Wendepunkten der Fleckenperiode etwas (ein bis zwei Jahre, mit der mittleren Anzahl von 51 bis 56 Frosttagen) voraus gehen. Zu einem entsprechenden Resultate führt auch die Untersuchung der durch die Ermittlung der fünfjährigen Mittel ausgeglichenen Reihe.

In ähnlicher Weise ergeben die entsprechenden Zusammenstellungen der für Paris in jedem Winter *aufeinander gefolgten kalten Tage*, wodurch der Dauer der Kälteperioden der Winter Ausdruck gegeben wird, für die

7 Flecken-Maxima	7 Flecken-Minima
im Mittel 15	13

aufeinanderfolgende kalte Tage während der drei den Epochen zunächst gelegenen Jahren.







Wir haben nun noch zweier Beobachtungsreihen zu gedenken, welche ganz andern Richtungen angehören, als diejenigen der im Vorhergehenden besprochenen.

In einem Artikel: *On Heat of Sunshine at London during the years 1855 to 1874*, registered by Campell's method, by H. E. Roscoe and B. Steward, in *Proceed. of Roy. Soc. B.* 23, Juni 1875, werden die Resultate 20 jähriger Beobachtungen niedergelegt, die wir auszugsweise hier folgen lassen.

Zur Beobachtung wurde ein Mahagoniholzblock benützt, der sphärisch ausgehöhlt und worin eine Linse eingepasst war, durch welche die Sonnenstrahlen einfallen und dadurch aus dem Holze, je nach der Temperatur mehr oder weniger Masse ausbrennen konnten. Der Verlust wurde durch Wägung der Menge einer aus Wachs und Olivenöl bestehenden Masse bestimmt, welche nothwendig war, um den ausgebrannten Raum wieder auszufüllen. Es ergab sich als Resultat:

#### Sonnenhitze während der sechs Monate

	vor dem Solstitium.	nach
1855.....	7,808.....	3,450
56.....	1,095.....	1,225
57.....	1,093.....	0,445
58.....	19,485.....	22,954
59.....	20,653.....	30,868
1860.....	12,990.....	19,433
61.....	10,393.....	16,975
62.....	8,624.....	20,885
63.....	5,910.....	24,205
64.....	4,120.....	15,138
65.....	10,071.....	18,040
66.....	6,785.....	19,005
67.....	9,785.....	23,460
68.....	15,435.....	13,755
69.....	6,770.....	24,443
1870.....	9,750.....	22,000
71.....	15,680.....	16,785
72.....	5,170.....	14,505
73.....	3,653.....	25,538
74.....	8,905.....	20,573
	184,174	353,680

Die Sonnenwärme ist demnach nach dem Solstitium grösser als vorher, was mit der Erfahrung und der grösseren chemischen Wirkung der Sonnenstrahlen im Herbste gegenüber jenen im Frühjahre correspondirt. Die Sonnenflecken-Minima-Jahre 1855, 1857, 1868 machen eine Ausnahme.

Ordnet man nach halben Jahren — Sommer und Winter getrennt —, dann erhält man für die Sonnenhitze



Mittleres Datum.	Grösse.	Mittleres Datum.	Grösse.
Juni 1855	11,258	Juni 1865	28,111
Dec. "	4,545	Dec. "	24,825
Juni 1856	2,318	Juni 1866	25,790
Dec. "	2,316	Dec. "	28,790
Juni 1857	1,538	Juni 1867	33,245
Dec. "	.....	Dec. "	38,895
Juni 1858	42,438	Juni 1868	29,190
Dec. "	43,607	Dec. "	20,525
Juni 1859	51,521	Juni 1869	31,213
Dec. "	43,858	Dec. "	34,193
Juni 1860	32,423	Juni 1870	31,750
Dec. "	29,826	Dec. "	37,680
Juni 1861	27,368	Juni 1871	32,465
Dec. "	25,599	Dec. "	21,955
Juni 1862	29,509	Juni 1872	19,675
Dec. "	26,795	Dec. "	18,158
Juni 1863	30,115	Juni 1873	29,191
Dec. "	28,325	Dec. "	34,443
Juni 1864	19,258	Juni 1874	29,478
Dec. "	25,209	.....	.....

Die ersten fünf Zahlen müssen getrennt betrachtet werden, da eine Wasserlinse zur Verwendung kam. Das Minimum von 1856 und 1857 schliesst sich, nach den Verfassern, gut dem Sonnenflecken-Minimum von 1856 an. Für die übrig bleibenden 33 Werthe beträgt das Mittel 30,468.

Es betragen aber die Werthe

Dec. 1858	43,607	} Mittel 46,329. Für dieses Fleckenmaximum somit über dem Mittel.
Juni 1859	51,521	
Dec. 1859	43,858	
Dec. 1869	34,193	} Mittel 34,541. Für dieses Maximum der Flecken noch über dem Mittel, aber nicht so bestimmt.
Juni 1870	31,750	
Dec. 1870	37,680	
Juni 1866	25,790	} Mittel 29,275. Für dieses Fleckenminimum kleiner als das Mittel.
Dec. 1866	28,790	
Juni 1867	33,245	

Die Verfasser finden: *Dass für London mehr Wärme zur Zeit der Fleckenmaxima, als zur Zeit der Fleckenminima sich bemerkbar mache.* Dieses Resultat stimme überein mit den Beobachtungen von De la Rue, Stewart und Loewy am Observatorium zu Kew, wonach zur Zeit der Maxima mehr Tage hell genug zur Aufnahme von Sonnenbildern seien, als zur Zeit der Fleckenminima.

Aus den Beobachtungen des *Radcliffe Observatoriums* und zu *Eccles* bei Manchester aus den Jahren 1859—1866 kam Baxendell (B. IV, N. Ser., der *Memoirs of the Literary and Philos. Soc. of Manchester*) zu dem Schlusse: *Die Intensität der Sonnenhitze wächst und nimmt ab, gerade wie die Zahl der Sonnenflecken.*



Henry F. Blanford in Calcutta (s. *Nature* Vol. XII u. daraus in *Heis Wochenschrift* 1875 u. in *Zeitschr. f. Meteor.* von Jelinek u. Hann, B. X, 1875, N<sup>o</sup>. 17) untersuchte die Strahlungsbeobachtungen derjenigen Indischen Stationen, an welchen die gleichen Instrumente während der gleichen Monate zweier auf einanderfolgenden Jahre zur Verwendung kamen und nahm daraus die Beobachtungen aller jener Tage, an welchen durchschnittlich nicht mehr als ein Fünftel Wolkenbedeckung beobachtet war. Die Differenz der Mittel eines jeden Paares ist bezeichnet mit + bei Steigen und — bei Fallen. Als dann sind die Differenzen aller Stationen aus den entsprechenden Monaten zusammengestellt geworden, um daraus, mit Rücksicht auf die algebraischen Zeichen, ein neues Mittel zu bilden. Die benützten Stationen sind:

Port Blair auf den Andaman-Inseln,  
Cuttak in Orissa,  
Chittagong und Silchar in Ost-Bengalen,  
Dacca, Jessore, Berhampore auf dem Gangesdelta,  
Házáribágh, 2000 Fuss über dem Meere, in West-Bengalen,  
Patna und Monghyr am Ganges in Benhar,  
Roorkee, 900' hoch, am Nordwest-Himálaya.

Das mittlere Steigen und Fallen der Strahlungstemperatur in den auf einanderfolgenden Jahren ist in folgender Tabelle enthalten. Die Temperaturen sind in Fahrenheit'schen Graden gegeben.

Monate.	Anzahl der Stationen.	1868 1869	Stat.	1869 1870	Stat.	1870 1871	Stat.	1871 1872	Stat.	1872 1873	Stat.	1873 1874
Januar	3	+1,6°	5	+2,4	5	+1,3	7	-3,8	4	+0,4	8	-5,3
Februar	3	+8,0	5	-0,9	5	+0,8	7	-3,8	4	+2,1	8	-3,6
März	3	+9,0	4	+1,1	5	+2,8	7	-2,3	5	-0,7	8	-1,7
April	3	+7,5	4	+1,1	8	-0,2	6	+0,2	6	-2,6	8	-0,2
Mai	2	+9,1	4	+1,1	8	-2,2	4	+2,6	7	-0,7	8	-2,5
Octob.	4	-4,5	4	+8,4	7	-1,7	4	+4,0	8	-4,7	8	+2,7
Novemb.	5	-2,2	5	+1,3	7	-0,6	4	+3,5	8	-3,6	8	+0,8
Decemb.	5	+1,2	5	+2,3	7	-0,6	4	+2,2	8	-2,9	8	+0,9
Jahr		+3,7		+2,1		-2,2		+0,3		-1,6		-1,1

Mit Ausnahme einer Unregelmässigkeit für 1871 entspricht die Reihe ziemlich genau derjenigen der Sonnenflecken; sie entspricht so genau (sagt Blanford), als man erwarten kann, wenn man bedenkt wie gross die Störungen sind, welche durch die Diathermanität der Atmosphäre bei solchen Beobachtungsreihen eintreten.



Da der Schluss nicht ganz zufriedenstellend war, so untersuchte Blanford noch die Beobachtungen von Darjiling (7000 Fuss engl. über dem Meere). Aus diesen Beobachtungen wurden für jede Monats-Hälfte drei Insolationsmaxima ausgewählt und mit den entsprechenden Maximaltemperaturen verglichen und die mittleren Differenzen als Effect der Sonnenstrahlung betrachtet. Die Beobachtungen sind alle mit einem und demselben Thermometer angestellt.

Monatliche mittlere Differenzen  
der höchsten Sonnen- und Lufttemperaturen zu Darjiling.

Monate	1870	1871	1872	1873	1874	1875
Januar	—	57,8	67,6	59,3	57,8	62,3
Februar	—	62,2	62,8	62,3	56,5	60,3
März	—	63,3	63,5	62,0	58,2	57,8
April	—	64,2	62,2	62,8	55,7	60,2
Mai	62,2	67,8	66,8	63,8	57,8	—
Juni	67,0	68,0	67,3	62,5	59,2	—
Juli	63,3	66,2	65,7	60,8	56,3	—
August	70,8	65,7	66,8	60,0	57,8	—
September	71,5	69,3	63,7	62,3	59,3	—
October	65,5	68,2	70,0	63,3	60,9	—
November	62,5	67,3	62,5	57,3	63,3	—
December	59,0	66,3	59,0	53,8	60,5	—
Jahr	[63,4]	65,5	64,9	60,8	58,6	—

Von einigen Unregelmässigkeiten abgesehen, die sehr wahrscheinlich aus der noch unausgeglichenen Verschiedenheit der Luft-Absorption herkommen, scheint es Blanford kaum zweifelhaft, dass der Gang des Wechsels der Werthe parallel der Fleckenänderung verläuft, wie Baxendell aus seinen Forschungen ableitet. Der Sonnenstrahlungswechsel scheint gross genug, um auf irdische Phänomene eine ganz bedeutende Influenz auszuüben, wie sie Meldrum's und Köppen's Untersuchungen verlangen. Deren Sätze werden somit bestätigt.

In Indien gehen Lufttemperatur und Feuchtigkeit stets einen entgegengesetzten Gang, da bei grosser Feuchtigkeit grosser Wolkenüberzug und häufig Regen ist und umgekehrt; somit ein geringerer Betrag der Wärmestrahlung auf die Erdoberfläche und desto grössere Abkühlung der Erdoberfläche durch Abdunstung. Bei der grossen Wasseroberfläche der Erde muss der Haupteffect vermehrter Sonnenstrahlung Vermehrung des Wassergehaltes der Atmosphäre



sein, was durch Meldrum's und Lockyer's Entdeckung bestätigt zu sein scheint. Somit ist erklärlich (sagt Blanford weiter) dass in den Tropen Lufttemperatur und Sonnenstrahlung einen entgegengesetzten Gang verfolgen.

Die Beobachtungen Roscoe's, Steward's, Baxendell's und Blanford's würden ergeben, dass die Sonne zur Zeit grösserer Fleckenthätigkeit mehr Wärme ausstrahle als zur Zeit der Fleckenminima.

Wenn nun auch die Erklärung versucht wird, die letzteren Resultate mit den Köppen'schen mit Hülfe der Bewölkung und der Verdampfung in Einklang zu bringen, so ist der Widerspruch doch nicht ganz gehoben. Wie widersprechend überhaupt noch die Resultate einzelner Untersuchungen sind, möge noch Folgendes zeigen.

Balfour-Stewart untersucht (in *Proceed. of the Roy. Soc.* 1877, B. XXV, N<sup>o</sup>. 178) die Temperatur-Beobachtungen des Observatoriums zu Kew und gelangt zu dem Resultate, dass die Temperaturwechsel in ähnlichen Sinne erfolgen, wie die Fleckenwechsel. Es wären:

für die Sonnenflecken (nach De la Rue, Balfour-Stewart, Loewy)			für die Temperatur zu Kew (nach Balfour-Stewart)		
Minimum	April	1856	Minimum	Januar	1856
Maximum	Sept.	1859	Maximum	Juli	1859
Minimum	Febr.	1867	Minimum	Mai	1866
ferner nach weiteren Beobachtungen					
Maximum	?	1870	Maximum	Octob.	1870
Minimum	?	1875 (?)	Minimum	etwa Ende	1875.

Es waren die mittleren Jahrestemperaturen (in Graden Fahrenh.) zu Kew:

1855	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
12 <sup>o</sup> ,9	12,7	13,9	14,4	14,5	12,8	13,9	12,5	14,7	14,6	15,0	13,6	14,2	15,5	14,3	15,6	14,0	14,0	13,6	14,2	13,3
Mittel 14 <sup>o</sup> ,0.																				

Balfour-Stewart ist der Ansicht, dass, wenn ein Zusammenhang zwischen Temperaturen der Erde und den Sonnenflecken, auch nicht für bewiesen, dann doch für wahrscheinlich gehalten werde, die Abweichungen in den Zeiten von 1859 bis 1866 als durch locale Einflüsse hervorgerufen betrachtet werden können, welche verschwänden, sobald die hinreichende Anzahl von Stationen in Betracht gezogen würden. Er hält indessen selbst die Zusammenstellung von Temperaturen und Flecken in dieser Abhandlung mehr für eine allgemeine Beziehung, da man noch nicht als bewiesen annehmen dürfe, dass meteorologischen Erscheinungen bestimmte Erscheinungen auf der Sonne entsprechen,



wie oben voraus gesetzt werde. Später hält Steward für möglich, dass Sonne und Mond gleichzeitig auf die Temperaturen der Erde influiren, wobei der Mond mitunter derartig wirke, dass die Sonnenthätigkeit zeitweise verdeckt werde.

Aus den oben angeführten Beobachtungsreihen für Kew liessen sich zwei Maxima für 1859 und 1869 herauslesen, wenn das Maximum um 1864 als Störung angesehen werden könnte, welche eine Aehnlichkeit mit der magnetischen Störungen von 1864 zeigen würde; trotzdem aber würden die Curven nicht genau mit der Sonnenfleckencurve übereinstimmen, da das Fleckenmaximum auf 1871 und nicht auf 1869 fiel. Dem Maximum von 1860 würde sogar ein Minimum entsprechen. Mit Köppen's Untersuchung würden die Beobachtungen von Kew insofern übereinstimmen, als für den gleichen Zeitraum auch seine Untersuchungen grosse Störungen zeigen. Der ganze Gang der Temperaturen würde aber demjenigen, wie ihm Köppen fand, widersprechen, da nach ihm Temperaturen und Flecken den entgegengesetzten Gang verfolgen sollten.

Sehr eingehend hat sich in der neuesten Zeit Hahn mit der Frage einer etwaigen Abhängigkeit der Temperaturen der Erde von der Fleckenthätigkeit auf der Sonne beschäftigt. Wir entnehmen dessen weiter oben schon benützten Werke (*Ueber die Beziehungen d. Sonnenfleckenperiode zu meteorol. Erscheinungen*, Leipzig 1877.8), in welchem er sich bei den Temperaturen namentlich die Untersuchung der Temperaturen der einzelnen Jahreszeiten, insbesondere des Sommers und Winters zur Aufgabe stellt, nur die wichtigsten Resultate. Vor Allem gelangt er zu der Ansicht, dass die Trennung nach Jahreszeiten keine müssige Arbeit sei und verdiene eingehender durchgeführt zu werden; dann findet er, dass die Resultate seiner Untersuchungen günstig für strengere und längere Winter zur Zeit der Fleckenmaxima, für mildere und kürzere Winter zur Zeit der Minima sei, während wärmere Sommer häufiger seien zur Zeit weniger Sonnenflecken und kühlere Sommer mehr den fleckenreichen Jahren angehören. Diese Gesetzmässigkeit trete mehr für die östliche Halbkugel, als für die westliche hervor, deren Gebiete mit hinlänglichen Beobachtungsreihen, die östlichen Staaten der Nordamerikanischen Union, im ganzen Jahre etwas zu kühl seien. Ferner treten die wärmeren Sommer stets mehrere Jahre nach den entsprechenden Minimas auf und zeige sich die von uns mehrfach betonte Umkehrungsperiode zwischen 1780 bis 1820 auch hier.

Auf S. 90 sagt Hahn: „Die befriedigende Ausfüllung der von mir angedeuteten Lücken muss der Zukunft überlassen bleiben. Indessen lässt sich auch schon aus der Gesamtsumme der gegenwärtig vorhandenen Untersuchungen *der Satz mit Sicherheit ableiten: „„Es besteht in der That eine nachweisbare Beziehung* (sei sie direct oder indirect) *zwischen dem wechselnden Fleckenstande*



der Sonne und den Temperaturverhältnissen der Erde''', als auch der andere: „Geringere Thätigkeit auf der Sonne, welche sich für uns in der geringeren Menge der Sonnenflecken äussert, bedingt höhere Wärme auf der Erdoberfläche und umgekehrt folgen auf Zeiten grosser Thätigkeit und reicher Fleckenbildung auf der Sonne Perioden niedrigerer Temperatur auf der Erde'''.

Ueber die Umkehrung oder Störung zwischen 1780 und 1820, die von Köppen, Wolf und A. mehrfach bei den Temperaturen und Niederschlägen berührt wurde, welche sich in unserer oben mitgetheilten Untersuchung der Weinjahre wiederzufinden scheint, die dagegen bei dem Polarlichte ganz sicher nicht vorhanden ist, äussert sich Hahn dahin, dass diese Umkehrung oder Störung die Annahme sehr nahe lege, es sei dieselbe ein periodisch wiederkehrendes Phänomen. Darüber, ob diese Umkehrung wirklich existirt, oder nur Folge mangelhaften Beobachtungsmaterialies in Folge der sehr bewegten Zeiten von 1789 bis 1815 ist, müssen zukünftige Untersuchungen entscheiden; was aber die Beziehungen der kalten und warmen Sommer und Winter zu den Sonnenflecken anbelangt, so sind unsere oben niedergelegten Untersuchungsergebnisse den Hahn'schen nur günstig. Die sich anschliessenden Untersuchungen Hahn's über grössere Perioden in den Temperaturänderungen sind zwar interessant, aber bei unserm heutigen Beobachtungsmaterialie haben sie wenig Aussicht auf ein bestimmtes Resultat.

Hahn veröffentlichte 1878 (in *Zeitschr. d. östreich. Gesellsch. f. Meteorologie*, Febr. 1878) als Ergänzung zu seinen (a. a. O. niedergelegten) Untersuchungen die Resultate, welche er aus der Bearbeitung der Temperaturbeobachtungen von Leipzig für die Jahre 1830—1877 erhalten hatte. Unter anderem fand er, „dass die Grösse der jährlichen Amplitude, sowie das absolute Minimum einen mit der (11 $\frac{1}{3}$  jährigen) Sonnenfleckenperiode übereinstimmenden Gang in der Weise zeigen, dass: a) das Fleckenmaximum *regelmässig* von einem bis zwei Jahren mit grosser Amplitude und tiefem Minimum begleitet wird:

Fleckenmaxima . . . .	1829	1837	1848	1860	1870
Amplitudenmaxima . .	1830	1838	1850	1861	1871
Höchste Kältegrade . .	1830	1838	1850	1861	1870 und 1871.

b) Amplituden und Kältegrade in den Jahren nach dem Fleckenmaximum rasch absinken, um sich dann zu einem zweiten (secundären) Maximum — entsprechend den Nebenmaximas der Polarlichter und dem langsameren Abnehmen der Fleckenzahlen — zu erheben: 1845, 55, 65, 75. In einzelnen Fällen überstieg das Nebenmaximum das Hauptmaximum. In der kurzen Fleckenperiode 1829—37 trat es gar nicht ein. Die Minima der Amplituden



sind nicht in dem Grade deutlich ausgeprägt wie die Maxima; dagegen spricht sich in der Dauer und Anzahl der Kälteperioden auch das Minimum auf das schönste aus und correspondirt genau mit den Fleckenminimas'.

Unerwähnt dürfen wir nicht lassen die von Piazzi-Smith (in *Astronom Observ. made at the Royal Observ. Edinburgh*, Vol. XIV, 1870—77) veröffentlichten Resultate seiner in Tiefen von 7,8, 1,2 und 0,9 Metern angestellten *Erdtemperatur-Beobachtungen zu Edinburgh* von 1837 bis 1876, wonach die Maxima in die Jahre 1846,5, 1858,0 und 1868,7, also kurz nach den Fleckenminimas fielen, wie dies aus Edinburger und Schottischen Beobachtungen für die Lufttemperatur ähnlich stattgefunden habe. Ferner fand er, dass den Jahren mit den höchsten Temperaturen die strengsten Winter fast unmittelbar vorausgingen.



# HYDROMETEORE.

---

Viel später als die Untersuchungen über einen den Sonnenfleckenperioden entsprechenden Wechsel der Temperaturen an der Erdoberfläche, begannen die Untersuchungen über einen derartigen Wechsel in der Häufigkeit oder der Menge der atmosphärischen Niederschläge.

Eine derartige, schon oben berührte Arbeit, die eine grosse Menge von Beobachtungen in die Untersuchung zog, lieferte der Verfasser, 1868 (in B. 13 der *Vierteljahresschrift d. Zürch. Naturf. Gesellsch.*), in welchem das Verhalten der Hydrometeore gegenüber dem Polarlichte, also indirekt auch gegenüber den Sonnenflecken untersucht wird. Das Resultat war: *Es ist keinerlei Beziehung zwischen der Häufigkeit der Sonnenflecken und Hydrometeore der Erdatmosphäre dargethan.*

Nachdem Ch. Meldrum auf Mauritius, 1872, die mit der Häufigkeit der Sonnenflecken zusammenhängende Periodicität der Cyklonen im Indischen Meere nachzuweisen versucht hatte, muthmasste er, dass Jahre, welche sich durch Häufigkeit der Cyklonen auszeichnen, auch grössere Niederschlagsmengen aufzuweisen haben müssten. Er untersuchte, da ihm aus dem Gebiete der Cyklonen die Regenmengen fehlten, die jährlichen Regenmengen benachbarter Gebiete und zwar von Adelaide, für die Jahre 1839—1869, von Port Louis auf Mauritius, für 1853—1871, und von Brisbane für 1860—1871.

Für Port Louis erhält man, wenn zu den Regenmengen der Fleckenmaxima und Minima-Jahre, noch die Niederschläge des vorhergehenden und nachfolgenden Jahres hinzu genommen werden:

	Minimum	Maximum	Minimum
	1856	1860	1867
Mittel	1120 mm.	1446 mm.	1022 mm.

und als Resultat: Ueberschuss der Niederschlagsmengen zur Zeit des Fleckenmaximums 1860.



Setzt man zu beiden Seiten der Epochen 2 Jahre, statt einem Jahre, hinzu, dann erhält man

Minimum	Maximum	Minimum
1854—1858	1858—1862	1865—1869
Mittel 1053 mm.	1192 mm.	1118 mm.,

somit ein ähnliches Resultat wie oben.

Für Adelaide erhielt Meldrum, bei dreijährigen Gruppen,

Minimum	Maximum	Minimum
1844	1848	1856
Mittel 448 mm.	616 mm.	586 mm.

und bei Gruppen von je 5 Jahren

Mittel 509 mm.	604 mm.	539 mm.,
----------------	---------	----------

also ebenfalls Ueberschuss der Niederschläge zur Zeit des Maximums.

Die Beobachtungen von Brisbane und P. Louis, in 3 jährige Gruppen getheilt, ergeben:

Jahr.	Regenmengen.		Jahr.	Regenmengen.		Jahr.	Regenmengen.		Jahr.	Regenmengen.	
	P. Louis.	Brisbane.		P. Louis.	Brisbane.		P. Louis.	Brisbane.		P. Louis.	Brisbane.
1860	1147	1418	1863	849	1778	1866	522	946	1869	1386	1411
1861	1746	1794	1864	613	1224	1867	914	1580	1870	1158	2038
1862	721	718	1865	1136	612	1868	1630	914	1871	1057	1185
Mittel	1205	1310		866	1205		1022	1147		1200	1545

Beide Reihen ergeben, ausser einer auffallenden Uebereinstimmung zwischen den Beobachtungen der beiden Stationen, die meisten gefallenen Regenmengen zur Zeit der Maxima der Sonnenflecken und der Cyklonen und umgekehrt. Meldrum publicirte seine Untersuchung zum ersten Male in: *On a supposed Periodicity of the Rainfall, read for the Meteorol. Soc. of Mauritius* 10. Oct. 1872.

Am Schlusse seiner Abhandlung sagt Meldrum: „Man wird zugeben, dass wenigstens ein Fall einer vermutheten Periodicität (— grössere Niederschlagsmengen zur Zeit der Fleckenmaxima, geringere zur Zeit der Fleckenminima —) aufgefunden und dass es in hohem wünschenswerth ist, die Frage weiter zu verfolgen.

Lockyer (in „*Nature*“ B. VII) zieht in Betracht: die Beobachtungen vom Cap der guten Hoffnung, welche sich folgendermassen gruppiren:



Jahr.	Max.	Jahr.	Min.	Jahr.	Max.	Jahr.	Min.	Jahr.	Max.
1847	569 mm.	1854	508 mm.	1859	932 mm.	1866	488 mm.	1869	820 mm.
1848	589 „	1855	622 „	1860	739 „	1867	582 „	1870	711 „
1849	584 „	1856	493 „	1861	645 „	1868	506 „	—	—
Mittel	581 „	Mittel	541 „	Mittel	772 „	Mittel	525 „	Mittel	765 „

ferner die Beobachtungen von Madras, welche sich gruppieren

Minimum	Jahr	mm.	Maximum	Jahr	mm.
	1843	1041		1847	2057
	1844	1143		1848	1016
	1845	991		1849	1372
Mittel	1058		Mittel	1428	

Diese Zahlen entsprechen ebenfalls dem Meldrum'schen Resultate.

Obigen Resultaten ähnlich verhalten sich die Regenmengen wie sie für 10 Stationen Grossbritanniens und Irlands von G. J. Symons (in „Nature“ B. VII) zusammengestellt wurden, und zwar, um die localen Einflüsse zu eliminiren, in den Mitteln aller 10 Stationen:

Durchschnittliche Regenmengen an 10 Stationen  
in Grossbritannien und Irland.

1815	689 mm.	1825	675 mm.	1835	725 mm.	1845	708 mm.	1855	593 mm.
16	743 „	26	604 „	36	851 „	46	751 „	56	658 „
17	755 „	27	750 „	37	623 „	47	655 „	57	653 „
18	771 „	28	839 „	38	689 „	48	914 „	58	579 „
19	774 „	29	729 „	39	794 „	49	724 „	59	725 „
1820	623 „	1830	783 „	1840	626 „	1850	669 „	1860	847 „
21	760 „	31	820 „	41	851 „	51	678 „	61	685 „
22	676 „	32	666 „	42	649 „	52	903 „	62	771 „
23	790 „	33	755 „	43	772 „	53	695 „	63	684 „
24	785 „	34	623 „	44	603 „	54	567 „	64	562 „
Mittel	736,3	Mittel	724,4	Mittel	718,3	Mittel	726,4	Mittel	675,7.

Gruppirt man nach 3 oder 5 Jahren um die Epochen der Fleckenminima und Maxima

	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
	1833	1837	1844	1848	1856	1860
3 jähr. Gruppen	681	721	694	764	653	752 mm.
5 jähr. Gruppen	718	736	697	743	610	721 „

so fielen zur Zeit der Maxima entschieden grössere Regenmengen, als zur Zeit der Minima.



Nach Symons erhalten wir

Jahre der Fleckenmaxima . . . . .	1837	1848	1860	1871
Jahre mit grossen Niederschlagsmengen . .	1836	1848	1860	1872
Niederschlagsmenge . . . . .	851	914	847	864 mm.
Procente <i>über</i> der normalen . . . . .	19	28	18	20
Jahre der Fleckenminima . . . . .	1833	1844	1855	1867
Jahre mit geringer Niederschlagsmengen . .	1834	1844	1858	1868
Niederschlagsmenge . . . . .	623	603	579	732 mm.
Procente <i>unter</i> der normalen . . . . .	13	16	19	2

Unter Benützung der Arbeit von Symons gibt J. Jelinek bei der Besprechung der Arbeiten von Meldrum, Lockyer und Symons (*Zeitschr. d. östr. Gesellsch. f. Meteorologie* B. VIII, 1873) folgende Zusammenstellung der Beobachtungen einer Anzahl über die Erdoberfläche vertheilter Stationen.

DURCHSCHNITTLICHE NIEDERSCHLAGSMENGE AUS 3 JAHREN.

	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
	1833	1837	1844	1848	1856	1860	1867
Guernsey . . . . .	—	—	836	962	819	1038	985
Greenwich . . . . .	524	609	600	607	548	662	710
Sandwich, Orkney . . . . .	—	—	943	1008	799	1047	1053
Tarn, Bassin de St. Ferriol. . . . .	697	610	796	614	911	773	—
Toulouse . . . . .	635	637	836	615	714	641	—
Bagès-Béost (Basses Pyrénées) . . . . .	—	—	1456	913	1176	778	—
Courçon (Charente Infér.) . . . . .	507	728	738	572	739	787	—
Paris . . . . .	460	567	565	534	467	553	572
Genf . . . . .	634	705	903	802	866	837	872
Grosser St. Bernhard . . . . .	1455	2081	1365	1371	958	1056	1145
Rom . . . . .	534	719	737	709	954	816	723
Palermo . . . . .	579	534	617	662	671	595	494
Calcutta . . . . .	—	—	1704	1665	1724	1781	1981
Algier . . . . .	—	—	953	965	725	705	—
Oran . . . . .	—	—	475	458	658	370	—
Philadelphia . . . . .	1040	1053	1064	—	—	—	—
Fort Columbus, N. Y. . . . .	—	1143	948	1129	—	—	—
New Bedford, Mass. . . . .	1041	904	1049	926	—	—	—
Barbadoes . . . . .	—	—	1386	1340	1445	1580	—

„Bei unbefangener Würdigung der Daten der vorstehenden Tafel“, sagt Jelinek, „wird man darin kaum eine Bestätigung des Zusammenhanges der Sonnenflecken-Periode mit den jährlichen Regenmengen zu erkennen vermögen“. In der Originaltabelle von Symons geben von 23 Stationen nicht weniger als 8 (Tarn, Toulouse, Bagès-Béost, Genf, Jerusalem, Oran, Toronto, New Bedford) geradezu das entgegengesetzte Resultat: stärkere Regenmengen zur Zeit der Fleckenminima; 8 Stationen geben ein schwankendes Resultat.



Meldrum ist gegenüber solchen Resultaten der Ansicht, dass möglicherweise einige Oertlichkeiten derartigen Untersuchungen günstiger seien; Symons äussert die Ansicht, es möge die Wirkung der Cyklonen mehr darin bestehen die Oertlichkeit, wo der Niederschlag erfolgt, als das totale Quantum des Niederschlages selbst zu ändern.

In dem gleichen Artikel gibt Jelinek noch folgende Zusammenstellung:

DURCHSCHNITTliche NIEDERSCHLAGSMENGE AUS 3 JAHREN.

(Die ganzen Zahlenreihen 1832—1870 sind im Originale enthalten).

	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Mittel.	Der Hypothese	
	1833	1837	1844	1848	1856	1860	1867		<i>günstig.</i>	<i>ungünstig.</i>
Bremen . . . . .	632	841	790	751	680	825	665	749	6	1
Tilsit . . . . .	595	658	674	625	617	719	930	684	4	3
Arnstadt . . . . .	457	510	568	536	465	484	526	507	4	3
Breslau . . . . .	338	237	347	394	421	615	591	420	3	4
Stuttgart . . . . .	557	642	669	623	564	593	643	614	4	3
Hohen-Weissenberg . . . . .	539	571	671	407	480	731	—	566	4	2
Bodenbach . . . . .	625	688	673	590	543	640	669	633	4	3
Prag . . . . .	340	433	496	474	402	476	409	436	5	2
Kremsmünster . . . . .	790	877	1042	1011	1019	968	1166	978	2	5
Klagenfurt . . . . .	709	1034	1190	1085	825	887	979	964	4	3
Triest . . . . .	—	—	1065	1030	1132	1019	989	1043	1	4
Mailand . . . . .	974	1149	1226	1032	1068	942	817	1031	4	3
Petersburg . . . . .	293	456	517	428	338	416	580	433	3	4
Jekaterinburg . . . . .	—	396	307	405	215	281	449	342	4	2
im Ganzen . . . . .									52	42

Günstig oder ungünstig ist das Resultat genannt, wenn die Mittelzahl — Mittel aus der mittleren dem Minimum und dem Maximum entsprechenden Regenhöhe — für ein Minimum unter der durchschnittlichen Niederschlagshöhe zurückblieb oder für ein Maximum diese Höhe überstieg.

Jelinek überlässt es der individuellen Beurtheilung, ob die vorstehenden Zahlen der von Meldrum aufgestellten Hypothese günstig seien oder nicht. Für Europa wenigstens, geht seine Ansicht dahin, dass bei dem geringen Ueberwiegen der günstigen Fälle keine praktischen Witterungs-Vorausbestimmungen auf längere Zeit möglich sind.

In *Monthly Notices* der meteorolog. Gesellsch. auf Mauritius gibt (1873) Meldrum folgende Zusammenstellung:



		Regenmengen in Zoll engl.		
		Maximazeit.	Minimazeit.	Differenz.
Christiania . . . . .	1839—63	137,5	116,9	+ 20,6
Aberdeen . . . . .	1829—68	341,4	305,3	+ 36,1
Arbroath (Schottland) . .	1843—68	164,4	157,9	+ 6,5
Deanston House (Schottl.).	1837—65	233,1	205,2	+ 27,9
Inveresk (Schottland) . .	1852—65	85,8	76,8	+ 9,0
Haddington (Schottland) .	1836—64	158,6	148,0	+ 10,6
Greenwich . . . . .	1815—69	389,6	379,5	+ 10,1
Brüssel . . . . .	1833—61	268,6	245,0	+ 23,6
Toronto . . . . .	1854—69	102,2	106,9	— 4,7
Calcutta . . . . .	1853—71	210,4	218,8	— 8,4
Madras . . . . .	1843—49	175,0	125,0	+ 50,0
Demerara . . . . .	1846—56	331,5	275,9	+ 55,6
Mauritius . . . . .	1854—72	310,1	254,1	+ 56,0
Brisbane. . . . .	1860—71	124,5	98,3	+ 26,2
Natal. . . . .	1858—67	81,4	91,9	— 10,5
Cap d. g. Hoffnung. . .	1842—69	172,5	133,7	+ 38,8
Adelaide. . . . .	1839—60	72,8	61,6	+ 11,2
Carbeth (Schottland) . .	1815—59	532,2	490,0	+ 42,2
Summe . . . . .		3892	3491	+ 401.

Diese Zusammenstellung unterstützt die Hypothese von Meldrum und Lockyer, da unter 18 Stationen 15 günstig und nur 3 ungünstig sind und der Ueberschuss des Niederschlages für die sonnenfleckreichen Jahre nahe zu 12 % der Regenmenge, 3691 engl. Zoll, wie sich dieselbe im Durchschnitte für die Perioden der Maxima und Minima der Sonnenflecken herausstellt.

In einem im September 1873 in der Versammlung der British Association zu Bradford gehaltenen Vortrage bemerkt Meldrum, (siehe *Nature* 1873) nachdem er ausführlich über die Periodicität der Cyklonen berichtet hatte, dass er mit Hülfe der Arbeiten von Lockyer, Symons und Jelinek 93 Niederschlagsreihen aus verschiedenen Theilen der Erde untersucht habe und finde, dass — wenige Ausnahmen abgerechnet — mehr Regen in den Maxima-, als in den Minima-Jahren der Sonnenflecken fällt. Von 3 asiatischen Stationen sind 2 indische günstig, 1 (Jerusalem) ungünstig. Australien, Afrika und Amerika sind günstig; in Europa ist Frankreich das einzige Land, welches ungünstige Ergebnisse lieferte. „Nimmt man die längsten verfügbaren Beobachtungsreihen für mehrere Stationen, so kommt die Periodicität zum Vorschein und ich



(Meldrum) bin der Ansicht, dass die Thatsachen nachdrücklich für die Existenz einer periodischen Aenderung der Niederschlagsmengen auf der ganzen Erde sprechen".<sup>1)</sup>

Im gleichen Jahre, 1873, veröffentlicht Celloria in Mailand (in *Rendiconti del R. Istituto Lombardo*, 1873) eine Untersuchung der Mailänder Beobachtungen und gelangt zur dem Schlusse, dass sich für die Niederschläge noch weniger als für die Temperaturen ein von der Sonnenfleckenperiode abhängiger Gang nachweisen lasse.

In N<sup>o</sup>. XXXIV seiner *Astronomischen Mittheilungen* (Decemb. 1872) untersucht, auf die von Meldrum und Celloria gefundenen Resultaten hin, Wolf zunächst die Mailänder Regenbeobachtungen (1764—1872) mit dem gleichen negativen, mindestens unentschiedenen Resultate, wie das von Celloria gefundene; dann aber für die Zeit von 1840 bis 1863 die Beobachtungen der Niederschläge zu Christiania, Aberdeen, Arbroath, Deanstone House, Haddington, Carbeth-Guthrie, Greenwich, Brüssel, Cape, Adelaide mit einem Resultate, das zwar ebenfalls wenig entschieden war, aber doch *mehr für als gegen* Meldrum sprach.

In N<sup>o</sup>. XXXV der soeben genannten Mittheilungen kommt Wolf nochmals auf die Meldrum'schen Untersuchungen mit den Worten zurück: „In Folge meiner vorhergehenden Mittheilung (N<sup>o</sup>. XXXIV) von Fritz auf einige, von ihm bereits in dieser Richtung früher schon mit Erfolg (zu verschiedenen nicht veröffentlichten Untersuchungen) benützten längeren Regenmengen-Serien aus dem vorigen Jahrhundert aufmerksam gemacht, welche in Paris, Bordeaux, Upminster und Zwanenburg erhalten wurden, habe ich dieselbe" u. s. w.

Das Resultat dieser, wie des Verfassers früherer Untersuchung, worauf wir zurück kommen, war: *Von 1723 bis 1766 entsprach jedem Minimum eine kleinere Regenmenge, als dem vorhergehenden oder nachfolgenden Maximum*, so dass also um die Mitte des vorigen Jahrhunderts das von Meldrum für die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts gefundene Gesetz ebenfalls Gültigkeit hatte, ja sich noch entschiedener aussprach; *dass dagegen vor 1723 und nach 1766 eine Umkehrung eintrat*. Wolf constatirte ferner: *Die Regenminima treten, auch zu der Zeit, wo die beiden Curven im Allgemeinen parallel laufen, um etwa 1½ Jahre früher auf als die Fleckenminima, die Regenmaxima aber*

<sup>1)</sup> Meldrum fügt bei: Wenn die Periodicität der Cyklonen und der Regenfälle vollständig festgestellt ist, so sollte eine entsprechende Periodicität der Temperatur existiren und die angenommene Variation der Sonnenwärme dürfte die indirecte Ursache der Periodicität der Nordlichter und magnetischen Störungen sein (a. a. O.).



um etwa  $1\frac{1}{2}$  Jahre später als die Fleckenmaxima, und während bei den Sonnenflecken die Curven wesentlich rascher aufsteigen als absteigen, zeigt sich bei der Regencurve, wenigstens von 1723 bis 1766, gerade das umgekehrte Verhältniss.

In der Versammlung der Americ. Association for the advancement of Science, 23. Meeting, held at Hartford, Conn., August 1874, las John Brocklesby eine Abhandlung in welcher er die von Ch. Schott, von Smithsonian Institution publicirte Arbeit „On the rainfall in the United States“ in Bezug auf einen Zusammenhang ihrer Schwankungen mit der Periodicität der Sonnenflecken eingehend untersucht.

Er findet für die mittlere jährliche Häufigkeit der Sonnenflecken nach Wolf's Relativzahlen 38 pro Jahr und unterscheidet Jahre mit grösserer und geringerer Häufigkeit. Diesen Gruppen stellt er die entsprechenden Regenmengen im Verhältniss zum Mittel gegenüber. Die 107 Stationen mit den längsten und vertrauenswerthesten Messungen sind in 8 natürliche Gruppen zusammengefasst. Die Häufigkeit der positiven und negativen Abweichungen der Regenmengen vom Mittel für alle 8 Gruppen, je nachdem die Zahl der Sonnenflecken über oder unter dem Mittel war, wird durch folgende Zahlen wiedergegeben, wobei die Perioden mit einer Frequenz der Sonnenflecken über dem Mittel unterstrichen sind.

<u>1804—5</u>	1806—15	<u>1816—17</u>	1818—26	<u>1827—31</u>	1832—34
+ 0	6	0	6	12	5
— 1	4	2	12	4	7
<u>1835—40</u>	1841—45	<u>1846—52</u>	1853—57	<u>1858—64</u>	1865—67
+ 6	12	31	8	31	15
— 29	19	18	28	15	3

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Summen für die Jahre in welchen die Sonnenfleckenfrequenz das Mittel übersteigt 80 + und 69 —, für die Jahre mit geringerer Fleckenhäufigkeit 52 + und 73 — ergeben, dass somit in den Jahren mit grösserer Frequenz der Sonnenflecken eine, wenn auch nur geringe Tendenz zu einer Ueberschreitung der mittleren Jahressumme des Regenfalles vorhanden ist.

Bei einer zweiten Methode gruppirt er, wie Meldrum, die Regenmengen nach Perioden von 5 oder 3 Jahren welche den Fleckenmaxima und Minima entsprechen.

Von den in die Jahresreihe von 1808 - 1862 fallenden 5 Maxima und 5 Minima der Sonnenflecken zeigen *einen Ueberschuss der Regenmenge: 3 Maxima,*



einen Mangel 2; während der 5 Minima war aber die Regenmenge durchgängig unter dem Mittel. Der mittlere Ueberschuss der Regenmengen in den Jahren der grössten Sonnenflecken-Häufigkeit ist im Mittel aller Gruppen allerdings nur + 0,04 % der mittleren jährlichen Regenmenge, das mittlere Deficit für die Jahre mit der geringsten Frequenz der Flecken ist — 0,10 %.

In *Proceedings of the Royal Society*, Vol. XXIV, N°. 168 1876 kommt Ch. Meldrum auf seine Untersuchung zurück, welcher Abhandlung wir Folgendes entnehmen.

Betrachtet man die einzelnen Jahre der Maxima und Minima der Sonnenflecke, so findet man, dass der Regen in den Maximum-Jahren den in den Minimum-Jahren in jedem Gebiete übertrifft und daher auch in allen Gebieten zusammengekommen. Der mittlere jährliche Ueberschuss beträgt für

Grossbritannien . .	1,94	Europa (continent). . .	3,64
Amerika . . . . .	5,17	Indien . . . . .	8,98
Australien . . . . .	6,23	im Mittel . . . . .	6,23 Zoll engl.

Unter 9 Maximum-Jahren ist in Grossbritannien 7 mal der Regen grösser als in den entsprechenden 7 Minima-Jahren; auf dem europäischen Continente sind in ähnlicher Weise von 7 Maxima 6 günstig, in Amerika von 6 5, in Indien von 6 4 und in Australien von 3 2.

Vergleicht man die mittleren Regenmengen sämtlicher Stationen, so ergibt sich ein durchschnittlicher jährlicher Ueberschuss von 7,01 Zoll zu Gunsten der Fleckenmaxima-Jahre und dass von 9 Maxima 7 günstig sind.

Hieraus folgt, dass der Ueberschuss nicht von abnormen und zufälligen schweren Regen in einem oder zweien Jahren der Fleckenmaxima herrührt, sondern offenbar der Ausdruck eines Gesetzes ist. Die Jahre der meisten Sonnenflecken sind auch im Allgemeinen die regenreichsten in jedem Welttheile, aus welchem die Regenmengen für eine genügende Anzahl von Jahren bekannt sind.

Untersucht man nach dreijährigen Perioden für die Maxima und Minima der Flecken, so findet man 91,3 Procent günstiger Maximum- und Minimum-Perioden mit Regenzunahme zur Zeit der Fleckenmaxima und Regenabnahme zur Zeit der Fleckenminima. Von den neun feuchtesten und neun trockensten Jahren liegen 77,8 % innerhalb zweier Jahre der Epochen der Sonnenflecken-Maxima und Minima.

Ordnet man den Regenfall der Stationen nach Fleckenperioden von Minimum zu Minimum (das Maximum in der Mitte) so findet man ein Steigen gegen das Maximum hin und von da ab wieder ein Fallen der Mengen vollständig



günstig in 78,6 % der in Betracht gezogenen Perioden, und in einzelnen Fällen theilweise günstig.

Der Vergleich für die beiden den Maxima und Minima zunächst gelegenen Jahre gibt noch ein günstiges Verhältniss von 77,8 % für alle Stationen.

Wie zu erwarten, sind die *Pegelstände der Flüsse* ähnlichem Wechsel unterworfen. Meldrum findet zur Zeit der Maxima die Flusshöhen im Mittel um 16,2 Zoll grösser, als zur Zeit der Minima. Von 13 Maxima sind nur 3 ungünstig. Bei 3 jähriger Gruppierung sind 79,4 % günstig; es steigen die Flüsse in der Regel mit der Menge der Sonnenflecken. Von den fünfzehn Jahren mit den höchsten Pegelständen liegen 60 % innerhalb zweier Jahre der Fleckenmaxima, von den Jahren mit den geringsten Pegelständen liegen 61,5 % innerhalb zweier Jahre der Fleckenminima.

Das Verhältniss zwischen den Regemengenwechsel zur Zeit der Fleckenmaximas gegenüber den Fleckenminimas findet Meldrum für die ganze Erde nahezu gleich; ferner seien die Jahre der Fleckenmaxima und Minima charakterisirt durch starke Schwankungen der Regemengen und Pegelstände (letztere namentlich zur Zeit der Minima).

Gehen die beiden Erscheinungen nahe parallel, so müssen sich auch die Abschnitte der Perioden bei beiden Erscheinungen ähnlich verhalten:

	Länge der Perioden.	Intervall von Max. zu Min.	von Min. zu Max.	
Sonnenflecken . . . . .	11,1 Jahre	7,4 Jahre	3,7 Jahre	
Regemengen.	Grossbritannien . . . . .	10,8—11,3 „	6,8 „	3,9 „
	Europa (Continent) . . . . .	11 „	5,2 „	5,3 „
	Amerika . . . . .	11 „	5,2 „	5,3 „
	Indien. . . . .	10,8 „	5,8 „	4,5 „
	Australien . . . . .	10,7 „	5,5 „	4,7 „
	Mittel . . . . .	11 „	5,8 „	4,8 „

Für die *ganze Erde* findet Meldrum

Regemengen . . . . .	10,6 Jahre	6,0 „	4,9 „
Pegelstände . . . . .	11 „	6,8 „	3,8 „

Ein direkter Vergleich der Regemengen mit Wolf's Relativzahlen führt Meldrum, für die gesammte Erde und die Periode von 77 Jahren, zu der Beziehung

$$\Delta R = +0,05745 \Delta r,$$

wobei  $\Delta R$  die Differenz der Regemengen vom Mittel,

$\Delta r$  die Differenz der Wolf'schen Relativzahlen vom Mittel bezeichnen.



Diese Gleichung gibt eine mittlere jährliche Differenz von 5,03 Zoll zu Gunsten des Fleckenmaximums.

Für die Periode von 116 Jahren (1756—1871) berechnet Meldrum für die Pegelstände, ähnlich wie vorher

$$\Delta P = + 0,12266 \Delta r,$$

wobei die Pegelstände der Maximumszeit jene der Minimumszeit um 12,69 Zoll (in Durchschnitte) übertreffen.

Meldrum bemerkt weiter: Je zahlreicher die Beobachtungen, desto deutlicher wird ein Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und dem Regenfall sich zeigen. 1872 habe er nur 3 Stationen zur Verfügung gehabt, welchen Lockyer noch diejenigen der Capstadt und von Madras zugefügt habe; jetzt gebiete er über 144; anfänglich seien die Beobachtungen nur 10—45 jährige gewesen, jetzt umfassen die Regenbeobachtungen 7, die Pegelbeobachtungen 13 Perioden der Sonnenflecken. Die Regenschwankungen sind am grössten in den Tropen und scheinen mit zunehmender Breite abzunehmen. Letzteres müsse weiter geprüft werden. Die Lage der Calmen und veränderlichen Gürtel unterlägen vielleicht einer secularen Schwankung.

Dem Gesetze selbst günstig seien namentlich die dem Meere nahe gelegenen Stationen, welche den vollen Winden ausgesetzt sind, während die im Lande gelegenen ungünstigeren, durch Berg und Thal abgelenkten Winden ausgesetzt seien. Man müsse somit die günstigen Stationen von den ungünstigen absondern.

Eine vollständige Beweisführung für den Zusammenhang der Sonnenflecken und Regenwechsel erfordere eine vollständige Abhängigkeit der Schwankungen der Regenmengen von jenen der Sonnenflecken. So weit die Beobachtungen reichen, sagt Meldrum, gehen beide Erscheinungen parallel; es können aber zwei verschiedene Ursachen existiren, welche bedingen, dass die beiden Erscheinungen nur zeitweise nahezu parallel gehen; die Möglichkeit dafür scheine ihm aber ferne zu liegen und um, wenn möglich, sie noch unwahrscheinlicher zu machen, möchte es wünschenswerth sein, die Werthe der Sonnenflecken und des Regens für jeden Tag und Monat zu vergleichen.

Meldrum ist der Ansicht, dass eine grössere Anzahl Sonnenflecken (als Cyklonen aufgefasst), vermehrte Thätigkeit des Erdmagnetismus, grössere Häufigkeit der Cyklonen und grössere Regenmengen von einer vermehrten Wärmethätigkeit der Sonne — höherer Temperatur und Wärmeausstrahlung — abhängig sein könne. Diese Frage scheint ihm einige Stütze darin zu finden, dass George Airy in einer Versammlung der Institution of Civil-Engineers einige übereinstimmende Bemerkungen gemacht habe und dass Blanford (nach



*Nature*, B. XII) die Sonnenstrahlung zur Zeit der grösseren Anzahl von Sonnenflecken und der grösseren Menge von Niederschlägen stärker gefunden habe, als im umgekehrten Falle. Dass die regenreichsten Jahre diejenigen mit der grössten Sonnenstrahlung sein sollten, habe er (Meldrum) niedergelegt in einem am 16. Januar 1873 in der Meteorolog. Society of Mauritius verlesenen Berichte.

Bevor wir auf die Beobachtungen, welche Blanford discutirte, zu sprechen kommen, müssen wir uns noch etwas mit den Regenmengen und Pegelständen beschäftigen.

Wir lassen zunächst die Mittel der Regen- und Schnee-Niederschlagsmengen folgender Stationen folgen:

Paris .....	1689—1871	Catherinburg.....	1836—1870
Upminster.....	1697—1714	Louvain.....	1837—1848
Bordeaux.....	1714—1784	Lüttich.....	1833—1863
Zwanenburg.....	1743—1841	Gent.....	1839—1863
Upsala.....	1739—1762	Christiania.....	1839—1863
Abo.....	1750—1761	Washington, Ark.....	1840—1859
Lund.....	1753—1773	Melbourne.....	1840—1862
Sienna.....	1755—1763	St. Louis.....	1840—1861
Mailand.....	1764—1777	Gersdorf.....	1839—1858
Montpellier.....	1767—1784	Harburg.....	1840—1855
Franeker.....	1771—1783	Worms.....	1838—1846
Genf.....	1796—1867	Zürich.....	1837—1867
Breslau.....	1799—1870	Sandwich-Mause.....	1841—1859
Hohen-Peissenberg.....	1792—1850	Eppingen.....	1844—1868
Karlsruhe.....	1779—1824	Calw.....	1843—1868
Joyeuse.....	1805—1827	Sydney.....	1841—1872
Strassburg.....	1806—1859	Cap d. g. Hoffnung.....	1846—1870
Macao.....	1812—1831	Muscatine, Jorva.....	1848—1868
Bayreuth.....	1824—1836	Barbados.....	1847—1872
10 Stationen Gr. Britanniens..	1815—1864	St. Francisco, Ca.....	1849—1871
Bombay.....	1817—1828	Versailles.....	1847—1856
Gr. St. Bernhard.....	1818—1867	Utrecht.....	1849—1858
Stuttgart.....	1825—1870	Wien.....	1848—1866
Arnstadt.....	1827—1867	Dresden.....	1853—1866
Island.....	1830—1836	Urbana, O.....	1852—1864
Bremen.....	1839—1871	Emden.....	1851—1863
Brüssel.....	1833—1865	Münster.....	1853—1863
Providence, Rh. Is.....	1833—1858	Port Louis, Mauritius.....	1857—1871
Tilsit.....	1832—1870	Upsala.....	1855—1862
Prag.....	1832—1870	Cleveland, O.....	1856—1865
Kremsmünster.....	1832—1870	Lissabon.....	1855—1871
Klagenfurt.....	1832—1870	Philadelphia.....	1855—1871
St. Petersburg.....	1832—1870	Brisbane.....	1860—1871



## Fünfjährige Mittel der Niederschlagsmengen in Millimeter.

1691	550	1728	460	1765	482	1802	488	1839	570
92	556	29	446	66	482	3	494	1840	554
93	536	1730	446	67	490	4	468	41	552
94	564	31	422	68	470	5	494	42	552
95	536	32	410	69	492	6	508	43	542
96	534	33	410	1770	516	7	504	44	536
97	514	34	434	71	500	8	522	45	544
98	510	35	446	72	502	9	542	46	536
99	508	36	444	73	514	1810	552	47	528
1700	510	37	442	74	510	11	554	48	530
1	498	38	456	75	486	12	544	49	538
2	504	39	442	76	476	13	536	1850	552
3	482	1740	412	77	466	14	532	51	558
4	482	41	410	78	454	15	526	52	558
5	476	42	378	79	448	16	516	53	546
6	466	43	366	1780	450	17	538	54	540
7	498	44	392	81	468	18	532	55	512
8	506	45	412	82	474	19	522	56	518
9	530	46	424	83	490	1820	508	57	502
1710	558	47	446	84	518	21	532	58	516
11	574	48	478	85	540	22	532	59	524
12	516	49	466	86	540	23	538	1860	538
13	514	1750	480	87	520	24	550	61	542
14	464	51	492	88	470	25	580	62	524
15	414	52	488	89	450	26	598	63	502
16	386	53	470	1790	490	27	588	64	508
17	390	54	476	91	448	28	608	65	524
18	400	55	470	92	466	29	624	66	526
19	410	56	462	93	450	1830	592	67	538
1720	418	57	472	94	424	31	588	68	550
21	384	58	480	95	364	32	554	69	540
22	398	59	486	96	394	33	524	1870	514
23	406	1760	490	97	404	34	504	71	512
24	400	61	504	98	448	35	524		
25	404	62	508	99	462	36	522		
26	456	63	504	1800	468	37	546		
27	476	64	482	1	468	38	572		

Damit die einzelnen, namentlich kürzeren Reihen möglichst wenig Störung in die gesammte Reihe zu bringen vermögen, wurden dieselben alle auf das Mittel von 500 mm. reducirt. Die noch vorhandenen starken Abweichungen sind theils durch die Beobachtungsreihen bedingt, die nicht immer das gleiche Zutrauen verdienen mögen, theils aber auch, namentlich für dieses Jahrhundert dadurch, dass der Bequemlichkeit halber mitunter nur annähernd auf 500 reducirt wurde. Eine starke Beeinflussung konnte indessen hierdurch nicht hervorgebracht werden; um so weniger, als gerade die kürzeren Reihen am sorgfältigsten reducirt wurden. Aus sämmtlichen erhaltenen Summenmitteln wurden dann fünfjährige Mittel berechnet und dadurch die oben angeführte Reihe erhalten.

Diese Reihe liefert dem früher, auf S. 115, mitgetheilten ähnlichen Resultate; bestätigt jedoch mehr das Meldrum'sche Resultat, als es demselben widerspricht, da für die meisten der 11 jährigen Perioden die Mengen der Niederschläge etwas grösser sind in den Zeiten der Sonnenflecken-Maxima, als zur Zeit der



Sonnenflecken-Minima. Sie zeigt aber zugleich auch die Umkehrung des Verhältnisses in anderen Zeiten.

Die Regenmengen sind grösser zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima, kleiner zur Zeit der Sonnenflecken-Minima von 1720 bis 1776 und von 1817—1844 und noch einigermassen, wenn man von Verspätungen absieht, bis 1863. Von 1690 bis 1720, von 1774 bis 1817 und nach 1863 treten dagegen Verhältnisse ein, die entweder keine Beziehung zwischen beiden Erscheinungen anzudeuten scheinen, oder geradezu in das vorhin angegebene Verhältniss umschlagen, so dass fleckenreiche Jahre ärmer an Niederschlägen gewesen wären. Wir müssen aber zunächst bemerken, dass die Reihe ohne Gewicht für die Bestimmung derartiger Gesetze bleiben muss für die Zeit von 1691 bis 1697, da hierfür nur die Beobachtungen von Paris zu Gebote stehen; ebenso muss die Zeit von 1786 bis 1798 ausser Betracht fallen, obgleich hierfür wieder eine Uebereinstimmung stattzufinden scheint. Für diese Zeit konnten wir fast nur die Beobachtungen von Zwanenburg benützen, in welcher selbst wieder die Werthe für die Jahre 1787 und 1788 fehlen. Auf derartige vereinzelt stehende Reihen ist keinerlei Gewicht zu legen! Widersprechen ja doch bei den Polarlichtern einzelne Reihen dem scharf ausgesprochenen Gesetze! Auch nach 1863 darf man kein allzu bedeutendes Gewicht auf unsere Reihe legen, da von jener Zeit an die einzelnen Beobachtungsreihen abbrechen und schliesslich nur noch sehr wenige übrig bleiben.

Sehr auffallend ist dann aber die Umkehrung von 1777 bis 1786 und von 1799 bis 1817, da für die erstere Periode die gleichen Beobachtungsreihen zur Verfügung stehen wie vorher und nach 1799 theils die gleichen Beobachtungsreihen von früher fortgesetzt werden, theils neue Reihen auftreten, die später wieder dem Gesetze des parallelen Ganges der Niederschlagsmengen und Sonnenflecken Ausdruck geben. Geleugnet kann indessen nicht werden, dass sich die Gesamtreihe dann am meisten zu Gunsten von Meldrum ausspricht, wenn das Beobachtungsmaterial am homogensten ist; wenn die Mittel also am zuverlässigsten werden.

Stellen wir die Zahlen der Tabelle nach dreijährigen Gruppen für die Epochen der Maxima und Minima der Sonnenflecken (das Jahr der Epochen und das vorhergehende und nachfolgende umfassend) zusammen, dann betrug der mittlere Regenfall für die

10	Maxima	473	10	Minima des 18. Jahrhunderts	468 Millimeter
6	Maxima	541	6	Minima des 19. Jahrhunderts	535
16	Maxima	499	16	Minima des 18. u. 19. Jahrhunderts	493



Diese Summen ergeben höchstens ein sehr unbedeutendes Mehr zu Gunsten der Sonnenflecken-Maxima; solche Differenzen würden das Meldrum'sche Gesetz nicht zu stützen vermögen. Stellen wir die Regenmengen für die Jahre 1720 bis 1776 und von 1817 bis 1864 in gleicher Weise zusammen, so erhalten wir die Mittel für die

Flecken-Maxima	Minima
511	479,

wodurch das Resultat sich eher zu Gunsten der Meldrum'schen Gesetzes gestaltet.

Bei derartigen Zusammenstellungen können die Summendifferenzen nie sehr bedeutend ausfallen, da die Wendepunkte des Wechsels der Menge von Niederschlägen und von Sonnenflecken, selbst in sehr gut übereinstimmenden Reihen, nie zusammenfallen, sondern wechselweise sich voraneilen oder nachfolgen, wie folgende unserer Tabelle entnommenen Jahre der Wendepunkte beider Erscheinungen zeigen.

Regenmaxima.	Fleckenmaxima.	Differenzen.
1727 . . . . .	1727 . . . . .	0
1738 . . . . .	1739 . . . . .	— 1
1751 . . . . .	1750 . . . . .	+ 1
1762 . . . . .	1761 . . . . .	+ 1
1770 . . . . .	1770 . . . . .	0
1829 . . . . .	1830 . . . . .	— 1
1838 . . . . .	1837 . . . . .	+ 1
1851 . . . . .	1848 . . . . .	+ 3
1861 . . . . .	1860 . . . . .	+ 1

Regenminima.	Fleckenminima.	Differenzen.
1732 . . . . .	1734 . . . . .	— 2
1743 . . . . .	1745 . . . . .	— 2
1756 . . . . .	1755 . . . . .	+ 1
1768 . . . . .	1766 . . . . .	+ 2
1820 . . . . .	1823 . . . . .	— 3
1834 . . . . .	1834 . . . . .	0
1847 . . . . .	1843 . . . . .	+ 4
1857 . . . . .	1856 . . . . .	+ 1

Den übrigen, in dieser Zusammenstellung fehlenden Epochen des Wechsels der Fleckenhäufigkeit entsprechen keine ausgeprägten Wendepunkte des Wechsels der Niederschlagsmengen.



Wesentlich verschieden gestalten sich die Resultate, wenn man die Niederschlagsbeobachtungen aller derjenigen Stationen ausstösst, welche wesentlich andere Resultate ergeben, als die Meldrum'sche Hypothese zu ihrer Bestätigung bedarf. Dass dieses der Fall ist ersah der Verfasser, als er die fünfjährigen Mittel der folgenden Stationen: 10 englische, Paris, Brüssel, Bremen, Stuttgart, Arnstadt, Tilsit, Genf, Klagenfurt, München, Mailand, Kremsmünster, St. Petersburg und Catherinenburg berechnete und graphisch auftrug.

Die Regenmengen ergaben entschiedene Maxima für

10 englische Stationen. . . . .	1829 . . . . .	1849	1861	. . . . .
Paris . . . . .	1829	1837	1849	1860 1868
Brüssel . . . . .	. . . . .	1838	1850	1861 . . . . .
Bremen . . . . .	. . . . .	1836	1850	1861 1868
Stuttgart . . . . .	1830	1838	1849	1860 . . . . .
Arnstadt . . . . .	1829	1839	1850	1860 . . . . .

In der That verhalten sich für diese Stationen die Mengen der in Millimeter angegebenen Niederschläge zur Zeit der Fleckenmaxima zu jenen der Fleckenminima im Mittel aus den den Epochen zunächst gelegenen drei Jahren wie 625 zu 586. Dieses Verhältniss würde noch günstiger geworden sein, hätte man auf die Verschiebungen der Maxima und Minima der Niederschläge gegenüber jenen der Sonnenflecken Rücksicht genommen, d. h. hätte man die jeweiligen Maximal- und Minimalwerthe der Niederschlagsreihen zu Grunde gelegt. Anders ist das Verhalten der Niederschläge der näher den Alpen, oder im östlichen Europa gelegenen Stationen. Die Maxima traten ein für

Tilsit . . . . .	. . . . .	1840	1853	1867 . . . . .
Genf . . . . .	1829 . . . . .	1842	1854	. . . . .
Klagenfurt. . . . .	. . . . .	1847	. . . . .	1869 . . . . .
München . . . . .	. . . . .	. . . . .	1851	1860 1872
Mailand . . . . .	. . . . .	1844	1858	. . . . .
Kremsmünster . . . . .	. . . . .	. . . . .	1851	1867 . . . . .
St. Petersburg . . . . .	. . . . .	1843	. . . . .	1869 . . . . .
Catherinenburg . . . . .	. . . . .	1838	1848	1861 1868 . . . . .

Für München, Klagenfurt und Catherinenburg nähern sich die Maxima der Niederschläge der Zeit nach jenen der Sonnenflecken. Bei München findet sich jedoch noch ein kleines Maximum 1866 und um 1870 ein Minimum; bei Klagenfurt fehlt zwischen 1847 und 1869 jedes Maximum und bei Catherinenburg ist das Maximum von 1861 nur schwach ausgeprägt.



Die Mittel der Niederschläge dieser acht Stationen verhielten sich während der drei den Maxima und Minima der zunächst gelegenen Jahre wie 775 zu 754. Der Unterschied beträgt somit nur noch 2,7%, während die zuerst angeführte Gruppe einen Unterschied von 6,2% ergab. Lässt man die Stationen Klagenfurt und Catherinenburg ausser Betracht, dann werden die entsprechenden Mittel für die noch bleibenden 6 Stationen (Tilsit, Genf, München, Mailand, Kremsmünster und St. Petersburg) 792 und 787. Durch Ausschluss der Genfer Beobachtungen um 1830 würde schon das Verhältniss umgekehrt werden. Ch. Meldrum zeigt in einer Publication vom 9. December 1877 (*Sunspots and Rainfall*) dass bei den Stationen Madras, Bombay, Melbourne, Mauritius, Brisbane, Demerara, Adelaide, Hobarton, Sydney, Philadelphia, Edinburgh, Breslau, Paris, Prag, Münster, Rom, Christiania, Brüssel, St. Petersburg, Berlin, Greenwich, Athen, Wien, Bonn, Nicolaieff, Lissabon, Palermo und Utrecht, sich das Gesetz der vermehrten Regenfälle zur Zeit der Fleckenmaxima mehr oder weniger entschieden zeige, dass sich aber für die Stationen Calcutta, Toronto, Genf, Mailand, Kremsmünster und Königsberg ein umgekehrtes Verhalten ergebe. Für Calcutta werden wir später sehen, dass auch dafür das Meldrum'sche Gesetz, wie für andere Stationen Geltung hat, wenn die Wintermonate allein in Betracht gezogen werden.

Obiges beweist wohl zu Genüge, dass bei allen den hier nothwendigen Untersuchungen die Beobachtungsreihen nicht zu kurz sein dürfen, so wie dass auch bei der Auswahl der Stationen auf die Lage derselben und auf die an denselben herrschenden locale Einflüsse Rücksicht zu nehmen ist. Wir werden sehen, wie schon vorhin angedeutet, dass sogar die Untersuchung der Jahresmittel nicht genügt, sondern dass auf die Vertheilung der Regenmengen während des Jahres Rücksicht zu nehmen ist. Eine für Europa probeweise vorgenommene derartige Untersuchung führte indessen zu keinem Resultate.

Dem soeben angeführten Aufsätze Meldrum's (*Sunspots and Rainfall*) entheben wir noch folgende Zusammenstellung der Abweichungen vom Mittel in engl. Zollen des periodischen Regenfalles für die angegebenen Stationen.

Cyclus der Sonnenflecken-Periode. (Das Maximum der 11 jährigen Periode fällt auf das 5. Jahr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grossbritannien, Europa, Amerika, Australien (1833 bis 1867)	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—
Cap der guten Hoffnung (1844—68) (Mittel 24,10 Zoll)	0,90	1,25	0,57	0,85	1,35	1,14	0,70	0,28	0,09	0,68	1,05
Mauritius, Cap Melbourne, Adelaide und Sydney (1857—67, Mittel 33,7 Zoll)	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—
Bombay (1824—67, Mittel 72,36 Zoll)	1,72	2,29	0,38	3,03	2,61	3,15	4,26	0,82	2,86	3,98	3,38
Paris (1811—67, Abweichung vom Mittel von 508,7 Millimeter in Millimetern)	1,69	1,36	1,32	3,09	8,36	6,38	0,03	1,18	1,38	5,06	5,77
	1,86	6,03	5,81	1,26	7,28	3,21	2,41	3,82	0,69	1,89	0,33
	2,3	20,3	22,2	15,3	47,5	40,0	12,6	17,0	23,3	22,7	2,0



Auf Mauritius zeichneten sich durch grosse Trockenheit aus die Jahre 1832—34, 1841—43, 1854—56 und 1865—67, während besonders nass waren die Jahre 1847—50, 1859—61 und 1869—73.

Aus seinen Zusammenstellungen leitet Meldrum die durchschnittliche Länge der Regenperioden zu 10,6 Jahre ab. Dieses ist eine Abweichung von der Wolf'schen Periodenlänge welche nicht auffallen kann, wenn man berücksichtigt wie kurz die meisten der von Meldrum benützten Beobachtungsreihen der Niederschläge sind. Einzig die Reihe für Paris umfasst 64 Jahre, alle andern sind kürzer und umfassen nicht selten nur 11 Jahre.

Stellen wir die Beobachtungen der Regenmengen aus niederen und südlichen Breiten zusammen, dann erhalten wir Resultate welche sich dem Meldrum'schen Gesetze sehr günstig zeigen.

Für Macao und Bombay erhalten wir (nach der Reduction beider Beobachtungsreihen auf das gleiche Mittel) die fünfjährigen Mittel für die Jahre

	1813	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
5 jährige Mittel.....	35	49	47	51	50	51	55	53	50	46	45	57	54	61	62	59	48
Abweichung vom Mittel	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	—
	17	3	5	1	2	1	3	1	2	6	7	5	2	9	10	7	4

Wir erhalten demnach Regenmaxima 1819 und 1827, gegenüber den Fleckenmaxima von 1816 und 1830.

Die Stationen Adelaide, Melbourne, Sydney, Port Louis, Insel Bourbon, Brisbane und Cap der guten Hoffnung ergeben

Jahr.	Mittel.	Abweich. vom Mittel.	Jahr.	Mittel.	Abweich. vom Mittel.	Jahr.	Mittel.	Abweich. vom Mittel.
1840	47	— 4	1851	46	— 5	1862	56	+ 5
41	48	— 3	52	45	— 6	63	52	+ 1
42	50	— 1	53	45	— 6	64	47	— 4
43	51	0	54	46	— 5	65	49	— 2
44	52	+ 1	55	48	— 3	66	46	— 5
45	52	+ 1	56	49	— 2	67	47	— 4
46	53	+ 2	57	52	+ 1	68	53	+ 2
47	53	+ 2	58	53	+ 2	69	56	+ 5
48	53	+ 2	59	56	+ 5	70	55	+ 4
49	48	— 3	60	55	+ 4	71	56	+ 5
50	47	— 4	61	57	+ 6			

Diese Reihe ergibt die Maximas der Niederschläge für die Jahre 1847, 1860—61, 1870, die Minimas für 1852—53 und 1866, gegenüber den Fleckenmaximas von 1848, 1860, 1871 und den Minimas von 1856 und 1867.



Hier haben wir somit eine ausgesprochene Gesetzmässigkeit mit mehr Regenfall zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima. Bei der Beschränktheit der Niederschlags-Reihen, dürfen wir kein grosses Gewicht auf die Differenzen der Epochen der Wechsel beider Erscheinungen, die am grössten während der Minimazeiten sind, legen. Es verhalten sich die geringsten Niederschlagsmengen zu den grössten (wenn man je zwei Jahre der Minima und Maxima zusammenfasst) wie 46:55 oder nahe wie 5:6.

Eine Untersuchung der Beobachtungen von 43 Stationen — 30 in Europa, 10 in Nord-Amerika, 3 in Asien — in Bezug auf einen etwaigen periodischen Wechsel der *Regen- und Schneetage* oder des *Verhältnisses der Tage mit Regen zu jenen mit Schneefall* führte zu einem durchaus negativen Resultate.

Gruppirt man die Beobachtungen zwischen 1750 und 1872 zu je drei Jahren um die Epochen der Wendepunkte der Sonnenflecken-Perioden, dan kommen auf das Jahr im Mittel

	<i>Regen- und Schneetage</i>	
	während der Sonnenflecken- Maxima.	Minima.
im 18. Jahrhundert . . . . .	109	116
„ 19. „ . . . . .	154	152
in beiden Jahrhunderten . . . . .	136	135;

ferner vertheilen sich die *Verhältnisse der Regentage zu den Tagen mit Schnee*

im 18. Jahrhundert. . . . .	3,40	3,36
„ 19. „ . . . . .	4,66	4,80
in beiden Jahrhunderten . . . . .	4,26	4,26

Eine Gruppierung zu je fünf Jahren ergibt sowohl bei den Summen der Regen- und Schneetage, wie bei den Verhältnissen derselben die gleichen neutralen Resultate, was sehr auffallend ist, da, namentlich für das Verhältniss der Regen- zu den Schneetagen, die Voraussetzung gerechtfertigt erscheint, dass die Veränderlichkeit der Jahrestemperaturen sich geltend machen sollte. Das Studium für eine grosse Anzahl von Stationen kann hier allein zu einem bestimmten Resultate führen <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Dass die Anzahl der Regentage innerhalb gewisser Perioden schwanken und veränderlich sein mag, zeigen folgende Beispiele:

Es betrug die Anzahl der Regentage im Mittel pro Jahr:

in Berlin.			Kremsmünster.				
1701—10	90	1751—60	121	1771—80	87	1811—20	94
11—20	124	61—70	91	81—90	95	21—30	101
21—30	135	71—80	112	91—1800	80	31—40	103
31—40	130	81—90	129	1801—10	84	41—50	120
41—50	126	91—1800	154				



Man erhält beispielsweise für

	Sonnenflecken-Maxima.	Minima.
Paris (1796—1852) . . . . .	5,9	6,3
Bremen (1818—1865). . . . .	7,3	8,0
Karlsruhe (1800—1830). . . . .	5,5	6,9
10 Stationen des Staates New-York (1822—1850)	5,2	5,2,

als Verhältnisse der Regen- zu den Schneetagen, somit für die westeuropäischen Orte etwas weniger Schneetage im Verhältniss zu den Regentagen um die Zeit der Fleckenminima.

Wählen wir die Stationen des Indischen Archipels — Batavia, Buitenzorg, Banjermassing — und vervollständigen die Beobachtungen an diesen Orten mit jenen von Surabaya und einigen anderen Orten des Archipels, dann erhalten wir für die Anzahl der Regentage in 5 jährigen Mittelsummen:

Jahr.	Mittel.	Abweich. vom Mittel.	Jahr.	Mittel.	Abweich. vom Mittel.	Jahr.	Mittel.	Abweich. vom Mittel.
1831	214	+ 2	1840	203	— 9	1849	208	— 4
32	218	+ 6	41	212	0	50	210	— 2
33	214	+ 2	42	212	0	51	206	— 6
34	221	+ 9	43	207	— 5	52	205	— 7
35	235	+ 13	44	201	— 11	53	200	— 12
36	236	+ 24	45	215	+ 3	54	193	— 19
37	228	+ 16	46	213	+ 1	55	195	— 17
38	234	+ 22	47	206	— 6	56	197	— 15
39	222	+ 10	48	200	— 12			

Man könnte etwa ein Maximum um 1837 aus dieser Reihe herauslesen; es zeigen sich aber eher die von Zollinger für den Indischen Archipel vermutheten, nur wenige Jahren umfassenden Perioden, da wir Maxima eintreten sehen in den Jahren 1837, 1841, 1845 und 1850.

Strachey untersuchte 1877 (in *Proceed. of the Roy. Soc.*, B. XXVI, N<sup>o</sup>. 181) den Regenfall von Madras hinsichtlich der Uebereinstimmung des Wechsels der jährlich fallenden Regenmengen mit dem Wechsel der Sonnenflecken-Häufigkeit. Nachdem er nach elfjährigen Perioden, dann nach Perioden von 5 bis 14 Jahren und endlich nach Gruppen von 5, den Sonnenflecken-Maxima und Minima zunächst liegenden Jahren die Beobachtungsreihen geordnet hatte, gelangte er zu einem negativen Resultate. Ohne dass er die Möglichkeit einer mit den Sonnenflecken-Perioden übereinstimmenden periodischen Veränderlichkeit irdischer Erscheinungen in Frage stellen oder bestreiten will, geht seine Ansicht,



in welcher er durch die Untersuchung der Regenfälle zu Bombay, Calcutta und Greenwich bestärkt wird, dass irgend eine Periodicität nicht hinreichend begründet sei. Er sucht dann an den täglichen Barometerschwankungen zu Madras zu zeigen, wie regelmässig eine bestimmte Gesetzmässigkeit wiederkehre.

Strachey übersieht, dass bei den meteorologischen Erscheinungen bis jetzt Niemand für eine Gesetzmässigkeit eingetreten ist, die sich gegenüber den Sonnenflecken mit gleicher Regelmässigkeit zeigt, wie bei der magnetischen Variation oder wie bei den Barometerschwankungen, namentlich in niederen Breiten, in Bezug auf eine Tagesperiode; dass es sich vielmehr nur um Unterschiede in den Summen mehrjähriger Mittel handeln kann. Strachey's Untersuchungsverfahren können nicht zum Ziele führen, da die Periode von 11,11 Jahren nur den durchschnittlichen Werth der Fleckenperioden wiedergibt, während die einzelnen Perioden sehr starke Längenschwankungen zeigen.

Strachey gibt für Madras die Werthe der jährlichen Regenmengen in ihren Abweichungen vom 64 jährigen Mittel von 48,5 Zoll englisch:

1813 — 3,4	1829 — 11,6	1845 — 10,5	1861 — 11,3
14 — 16,1	1830 — 16,1	46 + 31,3	62 — 10,3
15 + 7,5	31 — 4,2	47 + 32,5	63 + 6,1
16 — 7,4	32 — 30,1	48 + 6,3	64 — 1,3
17 + 15,1	33 — 11,4	49 — 8,7	65 — 6,9
18 + 27,7	34 — 9,5	1850 — 11,6	66 + 2,9
19 — 12,2	35 — 7,0	51 + 15,8	67 — 24,1
1820 + 21,5	36 — 3,8	52 + 24,2	68 — 7,1
21 — 1,4	37 + 0,8	53 — 12,7	69 — 16,2
22 + 11,1	38 + 3,8	54 — 5,3	1870 + 25,6
23 — 21,9	39 + 4,5	55 — 16,2	71 + 7,8
24 — 14,8	1840 + 10,1	56 — 1,5	72 + 25,2
25 + 7,5	41 + 9,8	57 + 4,4	73 + 3,3
26 + 12,2	42 — 12,0	58 0	74 + 14,4
27 + 39,9	43 + 1,8	59 + 6,6	75 — 11,4
28 — 10,6	44 + 16,9	1860 — 20,9	76 — 27,0

Berechnet man die Ausgleichung der Reihe mittelst 5 jährigen Mittel, so erhält man eine sehr regelmässig verlaufende Reihe mit ausgeprägten Maxima der Regenmengen in den Jahren um 1819, 1827, 1847 und 1871 und weniger ausgeprägten um 1839 und 1858. Die ebenso bestimmt ausgesprochenen Minima der Regenfälle traten ein um 1823, 1832, 1842, 1855 und 1867. Vergleicht man diese Zahlen mit den Epochen der Fleckenmaxima 1816, 30, 37, 48,



60 und 71, wie mit jenen der Minima 1823, 34, 43, 56 und 67, so fällt sofort die auffallende Uebereinstimmung der Häufigkeit der Regenmengen für Madras und der Sonnenflecken auf. Während die Minima beider Erscheinungen fasst gleichzeitig eintrafen, fanden bei deren Maxima grössere Unterschiede, bis zu drei Jahren, statt; die bald positiven bald negativen Werthe heben sich jedoch fast vollständig auf.

J. N. Lockyer und W. W. Hunter zeigen (in *Sunspots and Famines in Nineteenth century* N<sup>o</sup>. 9, 1877), dass nicht nur im Ganzen, sondern auch während der N.-O.-Monsuns, wie während der S.-W.-Monsuns in Madras mehr Wasser zur Zeit der Fleckenmaximas, als zur Zeit der Minimas fällt. Die vorkommenden Abweichungen, welche sich bei den Niederschlägen in Madras als eine Art Doppelschwankung während des 11 jährigen Cyclus zeigen, glaubt J. A. Broun (*Nature* B. 16) durch die Lage des Ortes in Bezug auf die Monsuns erklären zu sollen.

Zu dem entsprechenden Resultate kam Meldrum (in *Nature*, B. 17, 1878) bei die Untersuchung der Regenmengen von Madras in einer Erwiderung auf eine Abhandlung von W. W. Hunter in Allanton, Lancashire, (in *Nature*, B. 17, 1877), worin dieser das Gesetz der Vermehrung der Niederschläge bei der Zunahme der Sonnenflecken nur für einzelne Gegenden gelten lassen wollte. Hunter fand nämlich das in folgender Tabelle zusammengedrückte Resultat:

	Minimum-Gruppe: 11., 1. u. 2. Jahr.	Mittel-Gruppe: 3., 4., 9. u. 10. Jahr.	Maximum-Gruppe: 5., 7. u. 8. Jahre des Sonnenflecken- Cyclus.	
Eilfjähriger Cyclus der Sonnenfleckenperiode, nach Wolf's Relativzahlen.....	12,6	43,5	76,8	Allgemein die Periodicität zeigend.
Eilfjähriger Cyclus des Regenfalles zu Madras.....	40,3	49,0	53,5	
Eilfjähriger Cyclus des Regenfalles von drei Stationen an dem Indischen Ocean.....	Madras 40,3	49,0	53,5	
	Bombay 68,8	71,9	75,2	
	Capstadt 21,1	23,6	27,9	
	43,4	48,1	52,2	
Nord-Amerika.				
Mittel aus elf Stationen der Ostküstenstaaten (+ 40° bis + 45°).....	40,2	41,6	40,1	Nicht die Periodicität zeigend.
Mittel aus sieben Stationen der Inlandstaaten (+ 38° bis + 48°).....	35,3	35,8	34,6	
San Francisco, Westküste-Station (+ 38°) (21 Jahre)...	22,9	19,9	22,3	
Mittel aus drei Stationen der Südstaaten (+ 30° bis + 33°)	47,0	51,2	49,1	Spur der Periodicität.

(Die Regenmengen sind in englischen Zollen gegeben).



Meldrum berechnete folgende Tabelle, in welcher je die Abweichungen vom Mittel eingetragen sind:

Jahre des Cycles..	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					Max.						
Wolf's Relativzahlen..	-31,7	-19,5	+3,5	+28,8	+39,5	+29,5	+10,8	-4,9	-14,8	-21,2	-19,4
Regenmengen in Madras (1813 bis 1867)	-2,48	+2,36	+5,99	+3,89	-2,63	-3,05	-0,85	+1,34	+1,55	-2,03	-4,08
Regenmengen in Gross- britannien, 54 Stationen (1824-1867)	-2,22	-1,67	+0,04	+1,16	+1,05	+1,46	+1,28	+0,89	+0,43	-0,73	-1,03
Regenmengen auf dem Continente von Europa, 42 Stationen . . . . . (1824-1867)	-0,76	-1,73	-1,22	+0,44	+1,18	+0,97	+1,08	+0,60	-0,45	-0,36	+0,62
Regenmengen in Ame- rika, 32 Stationen . . . . . (1824-1867)	-2,73	-0,88	+0,91	+0,53	+0,24	+1,34	+2,03	+0,84	-0,27	-0,66	-1,24
Edinburgh, Paris und New Bedford . . . . . Mittel (1824-1867)	-2,11	-1,10	-0,54	+1,15	+1,83	+3,05	+1,87	+0,59	-0,88	-1,57	-0,25

(Die Regenmengen sind in englischen Zollen berechnet).

Diese zu Gunsten Meldrum's sprechenden Zahlen haben entschieden gegenüber jenen Hunter's voraus, dass sie sich auf eine grosse Anzahl von Stationen stützen, während sich Hunter mit wenigen und selbst mit einzelnen begnügt.

Eine interessante Ergänzung zu Obigem bildet die von E. Bonavia (in *Nature*, B. 17, S. 61) veröffentlichte Beobachtungsreihe der jährlichen Regenmengen zu Lucknow, der hochgelegenen Hauptstadt von Audh:

1867 Fleckenminimum	1871 65,0 Zoll	1875 43,5 Zoll
68 27,6 Zoll engl.	72 41,4 „	76 23,6 „
69 41,9 „	73 35,1 „	77 11,7 „
70 64,6 „	74 51,4 „	(bis zum 20 Oct.).

1877 war in Lucknow der Regenfall während der Regenzeit so gering, dass ein grosser Theil der Pflanzen nicht gedieh und Hungersnoth zu befürchten war.

Folgendes zeigt, dass die einfache Untersuchung der Jahresmittel nicht immer genügt um den periodischen Wechsel einer Erscheinung nachzuweisen.



E. D. Archibald (in *Nature*, Aug. u. Sept. 1877) vermuthet, dass wenn Hunter den trocknen Jahren in Süd-Indien eine 11 jährige, mit den Regengen in Madras correspondirende Periode unterlegen kann, während Blanford's Untersuchungen der Stationen Bangalore, Mysore, Bombay, Nagpore, Jubelpore und Calcutta, *nur* für Nagpore eine analoge cyclische Variation ergeben, der Widerspruch dadurch zu lösen sei, *dass ein sehr bemerkenswerther Cyclus in dem Winter-Regenfall Nordindiens zwischen dem 20. und 30. Breitengrade existire, welcher jenem des Sonnenflekcencyclus entgegengesetzt verläuft.* Die Feststellung eines cyclischen Wiederkehres des Ausfalles der Winterregen, wie 1860—61 (Fleckenmaximum), wäre seiner Meinung nach nicht ohne Werth für die Verwaltung der Nordwestprovinzen und des Punjab. Theoretisch könne man, nach seiner Ansicht, die vermehrten Winterregen in Nord-Indien durch grössere Intensität der Sonnenstrahlung zur Zeit der Fleckenminima (Blanford fand das Gegentheil, s. S. 103) und der dadurch bedingten Stärke des oberen Antipassates erklären.

Für Calcutta ergeben die Beobachtungen der Regengen für die Jahre 1837—1876 und die Wintermonate November bis mit März

	Minimum.	Maximum.										Minimum.
	11	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11
Sonnenflecken- Jahre.	1876	77	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	1865	66	51	57	59	60	61	62	63	64	65	65
	1854	55	45	46	48	49	50	51	52	53	54	54
	1843	44	..	..	37	38	39	40	41	42	43	43
Regengen in Millimeter	164	151		113		128		156		216		

Die Gesetzmässigkeit zeigt sich in den einzelnen Fleckenperioden in folgender Weise:

Periode.	Maximumgruppe				Minimumgruppe			
	9., 10., 11., 1. und 2.				5., 6., 7., 8. Jahr des Cyclus.			
1833—43	. . . . .	157	. . . . .	54				
1844—54	. . . . .	174	. . . . .	109				
1855—65	. . . . .	128	. . . . .	108				
1866—76	. . . . .	164	. . . . .	123				
Mittel	. . . . .	156		99				

Die Jahre der absoluten Fleckenminima (1834, 44, 56, 67) ergeben im Mittel 120, die der absoluten Maxima (1837, 48, 60, 70) im Mittel 72 Millimeter.



Gleichzeitig und unabhängig von Archibald fand Hill aus den Beobachtungen von Benares, Allahabad, Agra, Bareilly, Dehra, Roorkee, Mussoorie und Naini-Tal, seit 1861, *dass in den Jahren des Maximums der Sonnenflecken der Sommerregenfall über und der Winterregenfall unter dem Mittel blieb, während in den Minimumjahren das Umgekehrte statt fand.* Für die totale Regenmenge war in den Jahren 1861, 69, 70 und 71 die Summe 14 % über dem Mittel der ganzen Periode, in den Minimumjahren 1866 bis 68 um 4 % darunter. Bei den Winterregen blieben die Summen in der ersten Zeit 21 % unter dem Mittel, während sie in der letzten Zeit das Mittel um 20 % überstiegen.

Archibald und Hill finden die Anzahl der Beobachtungsstationen zu gering und die Beobachtungszeit zu kurz, um die Gesetze vollständig constatiren zu können.

Archibald stellt noch zusammen für:

Calcutta, Regensummen der Wintermonate Januar, Februar und März.

Jahre der Fleckenminima	1842—44	1854—56	1865—67	1875—77	Summe
Regenmengen in Millim.	198	185	328	371	1082
Jahre der Fleckenmaxima	1836—38	1847—49	1859—61	1869—71	Summe
Regenmengen . . . . .	90	170	163	248	671

Dehra (1861—77), Monate December, Januar, Februar.

Jahre der Minima	1865—67	1875—77	Jahre der Maxima	1861—63	1869—71
Regenmengen in Mm.	561	338	Regenmengen in Mm.	66	267

Diese Zahlen bestätigen das oben Gesagte. Das Umgekehrte tritt ein, wenn für Dehra der Regenfall für die Zeit der SW—Monsuns, Juni bis October, untersucht wird.

Fleckenmaxima . .	1861—62	1869—71	Fleckenminima	1865—67	1875—76
Mittlerer Regenfall	2310	2098		1577	1819

Die Jahressummen zeigen selbstverständlich keine grosse Unterschiede.



Besteht wirklich die Beziehung, dass vermehrter Fleckenthätigkeit auf der Sonne reichlichere atmosphärische Niederschläge auf der Erde entsprechen, dann müssten die *Pegelstände der Flüsse* ein getreueres Abbild solcher periodischer Wechsel wiedergeben, als die Zusammenstellung einer Reihe von Beobachtungen von Niederschlägen, da die Flüsse die Sammler grosser Wassermassen sind, während die Beobachtungsreihen der Niederschläge nur einzelnen Orten der grossen Gebiete angehören, wobei locale Einflüsse eine bestimmte Gesetzmässigkeit bedeutend zu ändern oder zu verwischen vermögen.

Der Verfasser veröffentlichte, 1874, (in *Vierteljahresschrift d. Züricher naturf. Gesellsch.*, Jahrg. 19) die Untersuchungen der periodischen Veränderlichkeit der Pegelstände der Flüsse: Seine bei Paris, Rhein bei Emmerich und Germersheim, der Elbe bei Magdeburg, der Oder bei Küstrin, der Weichsel bei Kurzebrack und der Donau bei Orsorva und fand die Wasserstände derselben am grössten in den Jahren

1785, 1797, 1806, 1816, 1829, 1838, 1845, 1853, 1869,

am kleinsten in den Jahren

1793, 1801, 1824, 1834, 1842, 1850, 1864.

Ein Vergleich dieser Zahlen mit den Epochen des Wechsels der Fleckenhäufigkeit ergab für die Zeit von 1785 bis 1844 eine nahe Uebereinstimmung der höchsten Pegelstände mit den höchsten Fleckenständen, für die Zeit von 1844 bis 1867 jedoch eine ähnliche Umkehrung, wie sie sich bei den Zusammenstellungen der Niederschläge für eine Reihe Beobachtungsstationen ergab. Hahn (a. a. O.) ist jedoch der Ansicht, dass eine solche Umkehrung nicht so deutlich ausgesprochen sei, wenn man bedenke, dass das Maximum der Kälte, Regenmengen u. s. w. erst mehrere Jahre nach dem Maximum der Flecken eintrete.

Fügen wir den in der angeführten Untersuchung benutzten Beobachtungsreihen noch die Pegelstände des Rheines bei Mainz und der Weser bei Bremen bei, lassen aber die Beobachtungen des Rheines bei Germersheim weg, so erhalten wir folgende Tabelle. Zur Berechnung der 5 jährigen Mittel wurden sämtliche in Metern angegebene Pegelstände auf das gleiche Mittel reducirt.



	Elbe.	Seine.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Gesamtmittel.		Elbe.	Seine.	Rhein.	Oder.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Gesamtmittel.
1728	2,39	—	—		1765	2,57	1,02	—	—	1,27	+ 0,05
29	2,79	—	—		66	2,37	0,64	bei	—	1,29	+ 0,07
1730	2,85	—	1,29	+ 0,07	67	2,63	0,95	Emme-	—	1,29	+ 0,07
31	2,64	—	1,25	+ 0,03	68	2,58	1,09	rich.	—	1,42	+ 0,20
32	2,79	0,82	1,22	0,00	69	3,19	1,55	—	—	1,45	+ 0,23
33	2,25	0,89	1,24	+ 0,02	1770	3,77	1,97	4,72	—	1,50	+ 0,28
34	2,87	1,08	1,19	— 0,03	71	3,76	1,55	3,77	—	1,49	+ 0,27
35	2,84	1,59	1,25	+ 0,03	72	2,83	1,57	3,45	—	1,46	+ 0,24
36	2,77	0,75	1,31	+ 0,09	73	2,51	1,12	3,14	—	1,35	+ 0,13
37	3,23	1,74	1,34	+ 0,12	74	2,83	1,74	3,45	—	1,27	+ 0,05
38	2,86	1,17	1,36	+ 0,14	75	2,83	1,01	3,78	—	1,34	+ 0,12
39	3,15	1,21	1,41	+ 0,19	76	2,51	—	3,14	—	1,38	+ 0,16
1740	2,96	1,74	1,34	+ 0,12	77	2,83	1,03	3,14	—	1,33	+ 0,11
41	3,02	1,13	1,32	+ 0,10	78	2,83	1,25	3,39	1,57	1,37	+ 0,15
42	2,81	0,80	1,31	+ 0,09	79	2,37	1,09	2,83	1,54	1,39	+ 0,17
43	2,74	0,99	1,25	+ 0,03	1780	2,61	1,41	3,31	1,72	1,29	+ 0,09
44	2,73	1,30	1,23	+ 0,01	81	3,33	0,99	3,22	1,39	1,30	+ 0,10
45	3,47	1,11	1,27	+ 0,05	82	2,48	1,41	3,05	1,32	1,30	+ 0,10
46	2,33	1,19	1,29	+ 0,07	83	2,98	1,23	3,26	1,76	1,26	+ 0,04
47	2,64	1,33	1,29	+ 0,07	84	2,17	1,22	3,05	1,54	1,31	+ 0,09
48	3,09	0,98	1,25	+ 0,05	85	2,63	0,74	2,86	1,75	1,33	+ 0,11
49	2,99	1,25	1,34	+ 0,12	86	2,83	1,31	3,35	1,99	1,28	+ 0,06
1750	2,63	0,87	1,31	+ 0,09	87	2,30	1,70	3,03	1,64	1,36	+ 0,14
51	2,68	2,00	1,29	+ 0,07	88	2,45	1,05	2,86	1,48	1,31	+ 0,09
52	2,37	1,08	1,26	+ 0,04	89	2,83	1,60	4,05	1,88	1,22	+ 0,00
53	2,56	1,13	1,29	+ 0,07	1790	1,94	0,95	2,60	1,06	1,19	— 0,03
54	2,65	1,09	1,28	+ 0,06	91	1,98	1,25	2,86	0,99	1,18	— 0,04
55	2,93	1,01	1,31	+ 0,09	92	2,08	1,70	3,84	0,98	1,04	— 0,18
56	2,89	1,80	1,37	+ 0,15	93	2,23	1,06	2,71	1,41	1,10	— 0,12
57	2,70	1,21	1,34	+ 0,12	94	1,20	0,78	2,67	1,26	1,14	— 0,08
58	2,33	1,37	1,39	+ 0,17	95	2,38	1,29	3,32	1,23	1,09	— 0,13
59	2,26	1,00	1,29	+ 0,07	96	2,25	1,23	2,85	1,29	1,11	— 0,11
1760	2,77	1,62	1,25	+ 0,03	97	2,13	1,00	2,67	1,05	1,22	0,00
61	2,56	0,92	1,18	— 0,04	98	2,49	1,01	2,71	1,76	1,15	— 0,07
62	2,49	0,95	1,27	+ 0,05	99	2,57	1,57	3,32	1,64	1,17	— 0,05
63	2,53	1,01	1,21	— 0,01	1800	1,72	0,64	2,14	0,90	1,22	0,00
64	3,05	1,58	1,27	+ 0,05	1	2,31	1,54	3,45	1,43	1,17	— 0,05

## Quellen:

für Seine bei Paris: Arago's *sämmtl. Werke*, B. 16.

für Elbe bei Magdeburg, Rhein bei Emmerich, Oder bei Küstrin, Weichsel bei Kurzebrack. Donau bei Orsova: G. Wex, *Ueber die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen, in Oestreich. Ingenieurzeitschrift* 1873, meistens nach Berghaus.

für Rhein bei Mainz: *Notizblatt d. Ver. f. Erdkunde zu Darmstadt*, III. Folge, Heft 14.

für Weser bei Bremen: *Beilage N<sup>o</sup>. 3, 4, 5 zu d. Abhandl. d. naturw. Ver. zu Bremen.*



	Elbe	Seine.	Rhein.	Oder.	Weser.	Weichsel.	Donau.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.
	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.		
1802	2,13	1,80	2,79	1,23	—	—	—	1,18	— 0,04
3	2,35	0,59	2,64	1,32	—	—	—	1,28	+ 0,06
4	2,89	1,31	3,36	1,84	—	—	—	1,29	+ 0,07
5	3,02	1,37	3,27	1,55	—	—	—	1,29	+ 0,07
6	2,67	1,57	3,44	1,55	—	—	—	1,31	+ 0,09
7	2,33	1,44	2,88	1,48	—	—	—	1,31	+ 0,09
8	2,06	1,12	2,90	1,28	—	—	—	1,22	0,00
9	1,94	1,63	3,22	1,32	—	2,23	—	1,11	— 0,11
1810	1,63	1,10	2,67	1,02	—	1,66	—	1,08	— 0,14
11	1,64	1,26	2,55	0,82	—	1,16	—	1,16	— 0,06
12	2,27	1,47	2,83	0,97	—	2,01	—	1,10	— 0,12
13	1,87	0,92	2,55	1,48	—	2,53	—	1,14	— 0,08
14	1,72	1,04	2,67	1,21	—	2,23	—	1,30	+ 0,08
15	1,91	0,84	2,49	1,10	—	2,53	—	1,35	+ 0,13
16	2,29	2,35	3,88	1,50	1,76	3,06	—	1,28	+ 0,06
17	2,08	1,59	3,56	1,32	1,73	2,54	—	1,24	+ 0,02
18	1,64	1,28	2,60	1,14	1,48	2,25	—	1,22	0,00
19	2,21	0,95	2,07	1,20	0,71	1,88	—	1,14	— 0,08
1820	1,65	1,15	2,37	1,25	0,95	2,35	—	1,05	— 0,17
21	2,33	1,18	3,15	1,35	1,40	2,91	—	1,00	— 0,22
22	1,85	0,75	2,19	0,94	1,20	1,86	—	1,05	— 0,17
23	1,71	1,02	2,62	0,93	0,70	1,83	—	1,05	— 0,17
24	2,17	1,62	3,54	0,89	1,17	2,05	—	0,97	— 0,25
25	1,97	1,14	2,62	0,87	1,21	2,03	—	1,00	— 0,22
26	1,76	0,77	1,92	1,01	0,95	1,87	—	1,07	— 0,15
27	2,23	1,07	3,07	1,19	1,22	1,86	—	1,12	— 0,10
28	2,41	1,17	2,59	1,41	1,61	1,99	—	1,19	— 0,03
29	2,45	1,41	2,83	1,74	1,77	2,99	—	1,29	+ 0,07
1830	2,41	1,07	3,02	1,48	2,04	2,28	—	1,23	+ 0,01
31	2,51	1,43	3,43	1,73	1,62	2,12	—	1,21	— 0,01
32	1,56	0,72	1,84	1,05	1,01	1,52	—	1,10	— 0,12
33	1,98	1,25	2,59	1,31	1,15	1,79	—	0,99	— 0,23
34	1,79	0,87	2,09	0,93	1,31	1,69	—	0,93	— 0,29
35	1,29	0,92	2,08	0,52	1,01	1,26	—	1,05	— 0,17
36	1,49	1,95	—	—	0,87	1,49	—	1,06	— 0,16
37	2,25	1,72	—	—	1,69	2,26	—	1,13	— 0,09
38	2,19	1,11	bei	—	1,50	1,92	—	1,20	— 0,02
39	2,33	1,55	Mainz.	—	1,30	2,26	—	1,25	+ 0,03
1840	1,86	1,13	1,37	—	1,23	2,79	2,65	1,15	— 0,07
41	2,01	1,67	1,66	—	1,55	1,86	2,69	1,19	— 0,03
42	1,39	0,80	1,11	—	1,09	0,93	2,44	1,19	— 0,03
43	2,25	1,21	1,78	—	1,70	1,78	3,16	1,27	+ 0,05
44	2,43	1,25	1,71	—	1,80	2,99	3,40	1,28	+ 0,06
45	1,99	1,54	1,76	—	1,20	2,47	3,53	1,35	+ 0,13
46	1,99	1,53	1,86	—	1,20	2,37	3,16	1,26	+ 0,04
47	2,14	1,18	1,50	—	0,71	1,63	3,27	1,22	0,00
48	1,65	1,26	1,32	—	0,90	1,27	2,57	1,21	— 0,01
49	1,83	1,10	1,38	—	1,24	1,54	2,49	1,20	— 0,02
1850	2,35	1,21	1,67	—	1,48	2,12	3,35	1,23	+ 0,01
51	2,38	1,21	1,81	—	1,48	1,90	3,38	1,36	+ 0,14
52	2,01	1,28	1,64	—	1,41	1,41	3,09	1,39	+ 0,17
53	2,09	1,57	1,67	—	1,58	2,52	3,78	1,39	+ 0,17
54	2,20	1,48	1,37	—	1,01	2,35	2,39	1,35	+ 0,13
55	2,37	1,60	1,85	—	1,71	3,09	3,09	1,23	+ 0,01
56	1,88	1,59	1,45	—	1,44	1,62	2,45	1,03	— 0,19



	Elbe.	Seine.	Rhein.	Weser.	Weichsel.	Donau.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.
	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.		
1857	1,44	0,86	0,82	0,57	1,44	2,07	0,95	- 0,27
58	1,57	0,34	0,86	0,07	1,30	2,18	0,95	- 0,27
59	1,57	—	1,31	0,41	1,01	2,62	0,95	- 0,27
1860	2,07	—	2,09	0,98	2,04	3,36	0,99	- 0,23
61	1,83	—	1,49	1,15	1,35	2,45	1,03	- 0,19
62	1,62	—	1,37	1,02	0,75	2,05	1,05	- 0,17
63	1,49	—	1,41	0,88	0,11	1,58	0,94	- 0,28
64	1,39	—	1,36	0,84	1,26	2,68	0,87	- 0,35
65	1,28	—	1,10	0,53	1,26	2,20	0,98	- 0,24
66	1,28	—	1,67	0,50	0,77	1,81	1,06	- 0,16
67	2,17	—	2,24	1,60	2,25	2,98	1,06	- 0,16
68	1,88	—	1,65	1,09	1,77	2,62	1,16	- 0,06
69	1,70	—	1,63	0,90	0,99	2,39	1,27	+ 0,05
1870	—	—	1,52	1,00	1,83	3,33	1,17	- 0,05
71	—	—	1,52	1,41	1,94	3,33	1,15	- 0,07
72	—	—	1,60	0,46	—	—	1,32	+ 0,10
73	—	—	1,60	0,47	—	—	—	—
74	—	—	1,78	0,99	—	—	—	—

Gesamtmittel 1,22<sup>1)</sup>.

Die Zusammenstellung nach dreijährigen, den Epochen der Maxima und Minima der Sonnenflecken entsprechenden Gruppen ergibt für

	Flecken- Maxima.	Minima.
im 18. Jahrhundert . . . . .	1,34	1,26
„ 19. „ . . . . .	1,19	1,08
für die Gesamtreihe . . . . .	1,26	1,18.

Das Resultat wäre: *Zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima fließt etwas mehr, zur Zeit der Sonnenflecken-Minima etwas weniger Wasser aus den Flüssen Europas ab.* Unsere Mittel ergeben die Verhältnisse  $1,26 : 1,18 = 1,05 : 1,00$ . Die Unterschiede würden allerdings bedeutender, wenn die Epochen der Minima und Maxima der Pegelstände, die nicht immer genau mit jenen der Sonnenflecken übereinstimmen, in Betracht gezogen würden, statt der Epochen der letzteren. Unsere Zusammenstellung ergibt für die Maxima- und Minima-Epochen der Pegelstände folgende Jahre, welchen wir die Epochen der Sonnenflecken entgegenstellen.

<sup>1)</sup> Das Gesamtmittel der Pegelstände der Seine (1732--1858), worauf wir die Mittel der übrigen Pegelstände reducirten, beträgt 1,225 Meter.



Maxima der Pegelstände.	Maxima der Sonnenflecken.	Minima der Pegelstände.	Minima der Sonnenflecken.
1739	1739	1734	1734
1749—50	1750	1743—44	1745
1757	1761	1752—53	1755
1770	1770	1762	1766
1777 (1776—79)	1778	1774	1775
1787	1788	1783	1785
1806	1804	1792	1798
1815	1816	1810	1810
1829	1830	1824	1823
1839	1837	1834	1834
1849 (Mittel 1) (1846 u. 52)	1848	1841	1843
1861	1860	1858	1856
1869	1871	1864	1867

Der Nil, ein Fluss, dessen Gebiet nahezu dem dritten Theile von ganz Europa gleich kommt, der einen grossen Theil der in Central-Afrika fallenden Wassermassen auf fast dem kürzesten Wege, fast genau in der Richtung des Meridians, dem Mittelländischen Meere zuführt, der zum grössten Theile durch die periodisch fallenden Regen der Tropen gespeist wird und dessen Wasserstände, so lange als der Nil geschichtlich bekannt ist, gewaltigen Schwankungen unterworfen sind, sollte einer der geeignetsten Flüsse zur Untersuchung der periodischen Veränderlichkeit der Niederschläge sein. In der *Statistique de l'Egypte*, Année 1873; p. l. *Ministère de l'Intérieur* (Cairo 1873) sind die Maximalwasserstände für die Jahre 1825 bis 1872 veröffentlicht, wie sie sich nach den Beobachtungen des Nilometers der Insel Roda ergaben. Eine Untersuchung derselben ergibt sofort, dass ein periodisches Verhalten bei dem Wechsel der Hochwasserstände gar nicht zu verkennen ist, wie folgende Zusammenstellung der Maximal-Pegelstände des Niles<sup>2)</sup>, welchen die 5jährigen Mittel und deren Differenzen gegenüber dem allgemeinen Mittel beigefügt sind, zeigen.

<sup>1)</sup> Die starke Vermehrung der Wassermengen von 1852 fällt recht auffallend mit der Erhöhung der Sonnenfleckenzahlen um jene Zeit, wie mit dem secundären Maximum der Polarlichter zusammen.

<sup>2)</sup> Nach einem von Herrn Director J. Hann in Wien freundlichst besorgten Auszuge aus dem Originale.



Jahr.	Pegelstand		Diffe- renzen.	Jahr.	Pegelstand		Diffe- renzen.	Jahr.	Pegelstand		Diffe- renzen.
	in Metern.	5 jährige Mittel.			in Metern.	5 jährige Mittel.			in Metern.	5 jährige Mittel.	
							6,86 ±				6,86 ±
1825	5,80	—	6,86	1841	7,60	7,25	+ 0,39	1857	6,48	6,63	— 0,23
26	6,95	—	±	42	7,64	7,24	+ 0,38	58	6,40	6,93	+ 0,07
27	6,70	6,69	— 0,17	43	6,70	6,97	+ 0,11	59	6,32	6,96	+ 0,10
28	6,40	6,80	— 0,06	44	6,60	6,96	+ 0,10	1860	7,67	7,07	+ 0,21
29	7,60	6,78	— 0,08	45	6,32	6,85	— 0,01	61	7,90	7,41	+ 0,55
1830	6,35	6,72	— 0,14	46	7,55	7,05	+ 0,19	62	7,04	7,33	+ 0,47
31	6,75	6,59	— 0,27	47	7,10	7,27	+ 0,41	63	8,11	7,20	+ 0,34
32	6,50	6,48	— 0,38	48	7,70	7,30	+ 0,44	64	5,95	7,29	+ 0,43
33	5,75	6,44	— 0,42	49	7,68	7,34	+ 0,48	65	7,02	7,17	+ 0,31
34	7,26	6,33	— 0,53	1850	6,46	7,19	+ 0,23	66	8,31	6,72	— 0,14
35	5,92	6,19	— 0,67	51	7,77	7,21	+ 0,35	67	6,46	7,21	+ 0,35
36	6,20	6,32	— 0,54	52	6,35	7,18	+ 0,32	68	5,87	7,39	+ 0,53
37	5,80	6,20	— 0,66	53	7,77	7,13	+ 0,27	69	8,40	7,21	+ 0,35
38	6,40	6,55	— 0,31	54	7,55	7,12	+ 0,26	1870	7,92	7,44	+ 0,58
39	6,70	6,83	— 0,03	55	6,20	7,15	+ 0,29	71	7,38	—	—
1840	7,64	7,20	+ 0,34	56	7,75	6,92	+ 0,06	72	7,65	—	—

Diese Zahlen geben entschiedene Minima um 1835, 1845, 1857 und 1866 und Maxima um 1828, 1841, 1849, 1861 und 1870. Während die Jahre in welchen das Hochwasser des Niles unter dem Mittel blieb, den Minimajahre der Sonnenflecken nahe lagen, traten die grössten Ueberschwemmungen zur Zeit der Fleckenmaxima ein. Die wesentlichste Ausnahme bilden die hohen Wasserstände um 1841, welche volle vier Jahre dem Fleckenmaximum nachfolgen. Auffallend sind die niederen Wasserstände vor 1840, welche, mit Ausnahme von zwei, alle unter dem Mittel der letzten 48 Jahre blieben, wie die Maximalwerthe der Flecken vor der Periode 1837—70 ebenfalls bedeutend zurück geblieben waren. Die starken Schwankungen der Maximalwasserstände (5,75 M. 1833 und 8,40 M. 1869) scheinen noch nicht die extremsten zu sein, da Plinius (*Hist. Nat.* V) angibt, dass die bekannt gewordenen Extreme 18 Ellen (8,4 M.) unter dem Kaiser Claudius und 5 Ellen (2,33 M.) vor dem Tode des Pompejus vorgekommen seien, während bei 12 Ellen (5,6 M.) Hunger, bei 15 Ellen (7,0 M.) Sicherheit der Erträge eingetreten sei und 16 Ellen (7,5 M.) schon Jubel hervorriefen. Für die heutigen Ernten sind Pegelstände auf Roda unter 6 Meter ungenügend, über 7 Meter reichlich <sup>1)</sup>).

<sup>1)</sup> Shaw (in *Voyages*) gibt nach den Beobachtungen Gabrieli's eine Zusammenstellung der Tage von 1692 bis 1721 an welchen der Nil jährlich den höchsten Stand erreichte. Die fünfjährigen Mittel der Reihe ergeben entschieden spätes Eintreten derselben um 1695, 1704 und 1718 zur Zeit der Fleckenmaxima, frühes Eintreten um 1699 und 1705, also zur Zeit der Fleckenminima. Ob hohe Wasserstände spätes Eintreten der Ueberschwemmungmaxima bedingen, vermögen wir nicht zu entscheiden, da uns nur die wenigen Beobachtungen Girard's, welche allerdings bestätigend sind, vorliegen.



G. M. Dawson untersuchte, 1874, (*Nature*, April 1874) die Secularvariation der grossen amerikanischen Seen. Nach ihm geben die Beobachtungen Kingston's des Wasserstandes des Ontario-Sees zu Toronto

	1855	1856	1857	—	1859	1860	1861	—	1866	1867	1868	
Jahresmittel.....	17,8	20,6	27,5	—	28,6	18,3	27,4	—	9,3	19,7	4,6	Zoll
Mittel aus je 3 Jahren		21,7				24,7				11,2		engl.
entsprechend dem Flecken-Minimum						Maximum				Minimum.		

Genau dasselbe Verhältniss ergeben die gleichzeitigen Beobachtungen der U. S. Lake Survey für den Ontario-, Superior-, Michigan- und Erie-See. Dem Jahre 1837, welches die grösste bekannte Intensität des Fleckenstandes auf der Sonne zeigte, folgten im Jahre 1838 die höchsten bekannten mittleren Wasserstände des Ontario- und Erie-Sees. Da die grossen Seen in den Aenderungen ihres Niveaus wahrscheinlich sehr nahe die Aenderungen der jährlichen Niederschlagsmengen ihres ganzen Einlaufgebietes abspiegeln, so läge in der Uebereinstimmung der Periode dieser Schwankungen mit jenen der Sonnenflecken ein weiterer Beleg für die von Lockyer und Meldrum ausgesprochenen Ansichten.

Seen und Flüsse mit kleinen Einlaufgebieten sind wenig zu derartigen Untersuchungen geeignet. Die uns zu Gebote stehenden Pegelstände des Bodensees bei Friedrichshafen von 1827 bis 1854 (nach *Jahresb. d. Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg*, Jahrg. 11) und jene des Genfer-Sees bei Genf (nach Plantamour in *Notices sur la Hauteur des eaux du lac*, Genève 1874) ergeben keine bestimmte Beziehung zu dem in den vorhergehenden Wasserständen der europäischen Flüsse, des Niles und den amerikanischen Seen sich abspiegelnden Meldrum'schen Gesetze. Es findet eher eine Umkehrung statt, indem bei Bodensee und Genfersee Maximalwasserstände in die Jahre um 1830, 1845, 1855, 1867 fallen. Da die Wasserstände bei beiden Seen zwischen 1840 bis 1850 und zwischen 1863 bis 1875 die höhern, um 1835 und 1858 die niederen waren, so lässt sich keine Beziehung zu den Sonnenflecken ableiten. Die Alpen mit ihren localen Niederschlägen und ihren eigenthümlichen Veränderungen in Firnen und Gletschern machen sich hierbei jedenfalls in einer Weise geltend, welche nur durch weitläufige Untersuchungen aufzuklären wäre.

Nach den Pegelständen zu Heilbronn (*Jahresb. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg*, Jahrg. 11) entsprechen die Wasserstände des Neckars von 1828 bis 1847 dem Gesetze vermehrter Niederschlagsmengen zur Zeit der Fleckenmaxima. In den Jahren 1847 und 1848 waren zwar die Wassermengen geringer, als nach diesem Gesetze verlangt würde; allein die sehr hohen Wasserstände von 1850 und 1851 können als verspätete angesehen werden.



Aehnlich verhielten sich die Pegelstände des Maines bei Hanau (s. *Bericht der Wetterauischen Gesellschaft f. gesammte Naturkunde*, 1874). 1851 war der mittlere Wasserstand des Maines ungewöhnlich hoch.

Die Pegelstände des Rheines bei Basel (s. *Schweiz. Meteorol. Beobachtung.*) und bei Germersheim (s. Wex, *Die Wasserabnahme in Quellen, Bächen und Flüssen*, a. a. O.) zeigen von 1856 an einen eigenthümlichen Sprung, so dass man beim ersten Ueberblicke der Reihen versucht wird auf eine Aenderung der Pegelscalen zu schliessen. Für Basel waren die Pegelstände im Mittel von 1828 bis 1855: 1,92, von 1856 bis 1865: 1,57, für Germersheim von 1840 bis 1855: 1,11, von 1856 bis 1867, 0,71 Meter. Die oben angeführten Pegelstände bei Mainz, nach dem der Neckar und der Main ihre Wassermassen dem Rheine noch zugeführt haben, lassen wenig mehr von der auffallenden Verminderung der mittleren Wasserstände erkennen. Wie die oben mitgetheilte Tabelle der Pegelstände mitteleuropäischer Flüsse zeigt und wie Alfred Jentzsch (in *Schrift. d. Phys. ökon. Gesellsch. zu Königsberg* 1876) für die Weichsel nachweist, stehen die um 1856 verminderten Wassermengen des Oberrheines nicht vereinzelt. Sogar in den Pegelständen der Ostsee zu Memel, Pillau, Colberg, Stralsund, Wismar und Travemünde (s. *Das Niveau der Ostsee* in *Petermann's geogr. Mittheil.* 1875) spiegeln sich die niederen Wasserstände von 1855 an ab. Durch Berechnung der fünfjährigen Mittel findet man die höchsten Wasserstände der Ostsee, während der Jahre 1848 bis 1874, um 1850 und um 1868, mit einer schwachen, das Mittel nicht erreichenden Erhebung um 1861. Das Hauptminimum fiel auf 1863. Nach Béla Széchényi (*Petermann's geogr. Mittheil.* 1877) begann der Neusiedlersee von 1854 an sich zu entleeren, war 1868 trocken und begann von 1869 an sich wieder zu füllen. Diese eigenthümliche Abweichung der Jahresmittel der Pegelstände während eines längeren Zeitabschnittes für ganze Flussgebiete oder einzelne Flusstheile ist weiterer eingehenden Untersuchungen werth und zeigt, wie vorsichtig man sein muss Beobachtungsreihen zu benützen, welche sich nur über einzelne Decennien erstrecken oder nur für begränzte Gebiete Geltung haben.

Das Resultat unserer Untersuchung widerspricht nicht dem alten rheinischen Sprüchwort: „Kleiner Rhein gibt guten Wein“ indem trockene Jahre ebenso öfters den Zeiten der Fleckenminimas nahe vorkommen, als Jahrgänge mit vortrefflichem Rebensaft.

Gedeiht in trocknen warmen Jahren die Traube vortrefflich, dann leiden gleichzeitig alle Pflanzen, welche mehr Wasser bedürfen. Die in den letzten Jahren in Indien und China in der Folge ausserordentlicher, 1874 in Bengalen, 1877 in nördlichen Indien eingetretener Trockenheit ausgebrochene, in der



ersten Hälfte des Jahres 1878 noch fortdauernden furchtbare Hungersnoth forderte, nach den von Meldrum gefundenen Resultaten, zur Untersuchung auf, in wie fern grosse Dürren etwas Periodisches in ihrem Auftreten zeigen.

Nach Meldrum (*Vortrag in der Meteor. Gesellsch. auf Mauritius*, Dec. 1876) hatte Mauritius

<i>trockene Perioden</i>	1841—44	1854—56	1864—67
<i>nasse Perioden</i>	1847—49	1859—61	1870—73.

Auf Mauritius kamen auch im vorigen Jahrhundert Perioden der Dürre vor, trotzdem die Insel lange nicht so entwaldet war, als heute <sup>1)</sup>.

W. W. Hunter (*The Cycle of Draught and Famine in Southern India*, in *Nature* 1877 und *Sun-Spots and Famines in Nineteenth Century* N<sup>o</sup>. 9, 1877) zeigt, dass von sechs Jahren grosser Trockenheit in diesem Jahrhundert, welche den Jahren der Hungersnoth in Süd-Indien vorausgingen, fünf (1811, 1824, 1833, 1866 und 1877) mit Sonnenflecken-Minimas zusammenfielen, während das sechste (1854) einem Jahre mit wenigen Sonnenflecken entspricht; dass somit, durch Regenmangel, wie in den Jahren 1810, 1823, 1832, 1853, 1865 und 1876, hervorgerufene Missernten und Hungerjahre in Süd-Indien nach Perioden von nahe 11 Jahren wiederkehren.

Nach J. Cernik waren grosse Ueberschwemmungen des Tigris in den Jahren 1831 und 1849 (in Petermann, *Geogr. Mittheil.*, Ergänzungsh. N<sup>o</sup>. 44).

Derartige, die Vermehrung der Niederschläge zur Zeit der Fleckenmaxima, die Verminderung der Niederschläge zur Zeit der Fleckenminima bestätigende Angaben finden sich noch manche, wie folgende, theilweise recht auffallende Beispiele zeigen.

Höchst merkwürdig und dadurch sehr wichtig für unsere vorliegende Untersuchungen sind einige auf die Niederschläge in Süd-Afrika sich beziehende Bemerkungen, auf welche aufmerksam zu machen Herr Dr. Hahn in Leipzig die Freundlichkeit hatte, in: *David Livingstone's Missionary travels and researches in South-Afrika*, London 1857, 8<sup>o</sup> (Deutsch von H. Lotze, Leipzig 1858, 8<sup>o</sup>). Vor Allem fällt auf, dass in den Gegenden der Kalahari-Wüste, an deren Ostrande die Bakuenen wohnen, in den letzten Zeiten die Trockenheit zugenommen hat. Die Bakuenen (zwischen — 24<sup>o</sup> und — 25<sup>o</sup> und 26<sup>o</sup> östl. Gr.), die, nach den Aussagen des Missionars Moffat um 1808 noch zahlreiche Viehheerden halten konnten und Tausende von Vieh tränkten, mussten der

<sup>1)</sup> Die oben mitgetheilten grossen Unterschiede in den Nilwasserständen zeigen, dass das Ausrotten der Wälder nicht die einzige Ursache wiederkehrender Dürren ist.



Trockenheit halber dasselbe abgehen lassen. Die Kalahari-Wüste (in  $-22^{\circ}$  bis  $-28^{\circ}$  u.  $18^{\circ}$  bis  $26^{\circ}$  östl. Gr.) ist vielfach von Flussbetten durchschnitten, welche früher Wasser hatten. „In den Jahren, in welchen Regen in ungewöhnlicher Menge fällt (erzählt Livingstone auf S. 48) sind im nördlichen Theile der Kalahari unabsehbare Strecken Landes mit Kaffergurken (Wassermelonen, Cucumis caffer) bedeckt. Früher war dies alle Jahre der Fall und die Bakuenen schickten *jährlich* Handelsgesellschaften nach dem See Ngami ( $-20\frac{1}{2}^{\circ}$ ). *Jetzt kommt diese Ergiebigkeit kaum einmal alle zehn bis eilf Jahre vor. Die drei letzten Male fielen mit ausserordentlich nassen Jahren zusammen* <sup>1)</sup>. Dann erfreuten sich Menschen und Thiere an den reichen Vorräthen”.

Livingstone, der 1840 nach Afrika reiste, liess sich 1843 im Mabotsathale ( $-25^{\circ} 14'$  u.  $26^{\circ} 30'$  O.) und dann 1845 in Chonuane und Kolobeng ( $-24^{\circ} 10'$  u.  $25^{\circ} 24'$  O.) nieder. Im Frühjahr 1852 reiste er an das Cap der guten Hoffnung, von wo er im Juni wieder nach Norden aufbrach. Im ersten Jahre des Aufenthaltes zu Chonuane (1845) begann eine der Perioden der Dürre, wie sie in Afrika selbst in den allerbegünstigsten Gegenden vorkommen. In den beiden folgenden Jahren fiel wieder so wenig Regen, dass die Menge, für beide Jahre zusammen genommen, keine 10 Zoll betrug. Der Kolobeng trocknete aus. Im vierten Jahre kam das Getreide wegen Mangel an Regen nicht zur Reife. Die Luft war so trocken, dass Nadeln lange im Freien liegen konnten ohne zu rosten und dass die verdünnte Schwefelsäure der galvanischen Batterie verdampfte. Mangel an Nahrungsmittel war die Folge solcher Trockenheit. Ein Fluss bei Lelepole, nahe dem südlichen Wendekreis, hatte 1842 noch viel Wasser, später trocknete er aus. Der Lopepe ( $-23^{\circ}$ ) hatte ebenfalls 1842 noch viel Wasser; 1849 konnte kaum das Vieh darin getränkt werden und 1853 im Januar war er trocken. Kuruman ( $-27\frac{1}{2}^{\circ}$  u.  $24^{\circ}$  O.) hat eine immerwährende Quelle, welche, nach Moffat, 1808 6 bis 7 engl. Meilen unterhalb noch zur Bewässerung diente; 1852 war dies unmöglich. Der Kuruman-District ( $-27^{\circ}$  bis  $28^{\circ}$ ) soll vor nicht langer Zeit gerade so bewässert gewesen sein, wie das Land nördlich des Ngami-Sees ( $-20\frac{1}{2}^{\circ}$  u.  $23^{\circ}$  O.). Als aber Livingstone 1852 zum vierten Male an dem Ostrande der Kalahari nach Norden reiste, bildete ein ungewöhnlicher Regenfall den Schluss eines Cyclus von 11 bis 12 Jahren, nach welchem diese Erscheinung dreimal stattgefunden haben soll. Die Folge war eine ausserordentlich reiche Melonenernte <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> „It happens commonly once every ten or eleven years and for the least three times its occurrence has coincided with an extraordinarily wet season”. Livingstone a. a. O.

<sup>2)</sup> „A larger fall of rain than usual had occurred in 1852 and that was the completion of a cycle of eleven or twelve years, at which the same phenomenon is reported to have happened on three occasions. An unusually large crop of melons had appeared in consequence. Livingstone a. a. O., p. 121).



Behm (in „*Süd-Afrika im Jahre 1858*“, in *Petermann's geogr. Mittheil.* 1858) gibt noch die Ergänzung, dass auch die Damaras (in  $-20^{\circ}$  bis  $22^{\circ}$  u.  $14^{\circ}$  bis  $19^{\circ}$  O.) nahe der Westküste darüber klagen, dass es nicht mehr soviel regene als früher und ein rheinischer Missionär (*Bericht d. Rhein. Missionsgesellschaft.* 1850, N<sup>o</sup>. 10) berichtet damit übereinstimmend, dass der Kuisip ( $-23^{\circ}$  u.  $14\frac{1}{2}$  bis  $17^{\circ}$  O.) in den Jahren 1848 und 1849 während der Regenzeit das Meer erreichte; seit *elf* Jahren zum ersten Male.

Diese Notizen erreichen eine um so grössere Bedeutung, als sie aus einer Gegend stammen, in welcher die meteorologischen Verhältnisse sich weit einfacher zu verhalten scheinen als in Europa und als die Aussprüche einer Zeit angehören, in welcher Niemand Beziehungen der Sonnenflecken und Niederschläge zum Gegenstande einer Untersuchung gemacht hatte und als die Mittheilungen theilweise von ungebildeten Eingeborenen herkommen. Dass die Mittheilungen dem Meldrum'schen Gesetze entsprechen, unterliegt keinem Zweifel; sie stimmen mit den von Maclear am Cap der guten Hoffnung erhaltenen Beobachtungsreihe der Niederschläge ziemlich überein (s. S. 305).

In Central-Afrika tritt, nach Livingston, ebenfalls die Regenlosigkeit periodisch auf; zwischen dem 10. und 15. Grade südlicher Breite alle zehn bis fünfzehn, zwischen dem 15. bis 20 Grade südlicher Breite etwa alle fünf Jahre (*Narrative of an Exped. to the Zambesi*, 1858—64).

Im Norden von Afrika kommen gleichfalls periodisch mehrere trockene Jahre hintereinander vor, wie wir beispielsweise sehen, dass in Cairo (nach Destouches) 1835: 60, 1836: 25, 1837: 50, dann aber 1838: nur 27 und 1839 gar nur 8 mm. Regen fielen, dass es 1877 am Gebel Dara (östlich von Heluan am Nil) in zwei, am Gebel el Duchan in 4 Jahren nicht geregnet hatte (Schweinfurth). Die uns vorliegenden Beobachtungen der Regenmengen von Alexandria, umfassen nur 10 Jahre und stimmen in den Beobachtungen von Hardcastle und Pirona nicht vollständig überein, wesshalb kein Gewicht auf die unzureichende Reihe zu legen ist. Im Lande der Tuareg vergehen manchmal 6 bis 12 Jahre ohne Regen (nach Duveyries).

In Santa Fé, Süd-Amerika fiel nach Charles Darwin (Reise eines Naturforschers) von 1827 bis 1830 und noch ähnlich bis 1832 so wenig Regen, dass in den ersten Jahren selbst die Disteln ausblieben. In der Provinz Buenos Ayres sollen allein etwa 1 Million Thiere zu Grunde gegangen sein. Darwin bemerkt: „Diese Zeiten der Dürre scheinen in gewissem Grade periodisch zu sein; nach den mitgetheilten Zahlen betragen die Zwischenzeiten ungefähr *fünfzehn* Jahre“. Auch in Chile kommen solche periodische Wechsel von trocknen und nasser Jahren vor. Während in den Jahren 1833 und 1834 fast kein Regen fiel, war



im Juli 1835 der Copiapó derartig wasserreich, dass er das Meer erreichen konnte, was seit etwa dreissig Jahren nicht der Fall war.

In einem grossen Theil der nordamerikanischen Union zeichneten sich die Sommer 1855, 1864 und 1874 durch grosse Trockenheit aus (C. V. Riley).

Für Australien theilt Emil Jung (in *Geogr. Grundzüge von Süd-Australien*, in *Petermann's geogr. Mittheil.* 1877) mit: „Man hat die Theorie aufgestellt, dass das Eintreten und die Intensität der Niederschläge Australiens mit dem magnetischen Cyclus von  $11\frac{1}{3}$  Jahren zusammenfalle. Gewiss ist, dass nach einigen guten Jahren der Regenfall in den nächsten mehr und mehr abnimmt, bis die Dürre plötzlich durch reiche Regengüsse unterbrochen wird. Die letzte grosse Dürre trat 1865 ein; dann folgten gute Zeiten bis 1872, seit welcher Zeit mehr oder weniger Trockenheit herrschte. In Süd-Australien war 1875 ein sehr trockenes Jahr mit grossem Wassermangel“.

Dies bestätigt Todd (s. *Zeitschrift d. östr. Gesellsch. f. Meteorol.* 1877). Nach der dem Viehstande verderblichen Trockenheit von 1865 traten reichliche Regenfälle in den Jahren 1870 bis 1872 im ganzen Innern von Süd-Australien ein. Nach 1872 wurde der Regen südlich des 19. und 20. bis 32. Breitengrade seltener und 1875 und 1876 spärlich zwischen dem 24. und 30. Parallel. Im südlicheren Theile der Colonie fiel indessen 1875 mehr Regen. In dem centralen und tropischen Theile der Colonie war von 1871 bis 1872 eine aussergewöhnliche nasse Periode. Zu Port Darwin, an der Nordküste, fielen nach Little

1871—72	1872—73	1873—74	1874—75
1976	1581	1462	1422 mm. Regen.

Für die *Feuchtigkeit der Luft* liegen uns folgende, für die Untersuchung passenden Beobachtungsreihen vor. Für Karlsruhe war die Feuchtigkeit in Graden des Deluc'schen Hygrometers (nach Eisenlohr, *Klima von Karlsruhe*):

	Grade.	Abweichung vom Mittel.		Grade.	Abweichung vom Mittel.		Grade.	Abweichung vom Mittel.
1808	60,69	— 0,69	1816	72,97	+10,59	1824	56,40	— 4,98
9	62,17	+ 0,79	17	60,10	— 1,28	25	54,50	— 6,88
1810	64,21	+ 2,83	18	59,42	— 1,96	26	55,76	— 5,62
11	65,64	+ 4,26	19	59,53	— 1,85	27	55,69	— 6,69
12	69,14	+ 7,76	1820	57,73	— 3,65	28	57,27	— 4,11
13	71,28	+ 9,90	21	58,46	— 2,92	29	59,77	— 1,61
14	71,25	+ 9,87	22	53,45	— 7,93	1830	59,39	— 1,99
15	71,26	+ 9,88	23	55,47	— 5,91	Mittel	61,38	

Wenn auch diesen Werthen kein grosses Gewicht beizulegen ist, da sie mit einem Fischbeinhygrometer erhalten wurden und da von 1817 an ein neues Hygrometer zur Anwendung kam, so ist die Veränderlichkeit der Anzahl von



Graden nach einer Art Periode von Interesse. Wir finden ein Maximum um 1814—15, ein Minimum um 1823—24 und dann wieder Zunahme der Feuchtigkeit; also eine gewisse Uebereinstimmung mit der Veränderlichkeit der Pegelstände — Maxima um die Zeit der Sonnenflecken-Maxima (1816 und 1830), Minima um die Zeit der Fleckenminima (1798 und 1823).

Nach Wild (*Repert. f. Meteor.*, B. IV) war die absolute Feuchtigkeit in Millimetern

Jahr	1837	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Barnaul.....	—	—	—	—	—	5,10	5,07	4,90	4,78	5,16	5,02	3,99	4,47	4,14	—	4,76
Bogoslowk.....	—	—	4,76	—	4,46	4,20	4,93	4,48	4,13	4,20	4,50	4,22	4,21	4,27	4,45	4,18
Catherinenburg....	4,46	4,44	4,57	4,79	4,64	4,51	5,02	4,51	4,52	4,75	4,91	4,49	4,71	4,45	5,05	4,61
Lugan.....	—	6,53	5,90	6,16	6,69	6,54	6,85	6,28	6,02	6,20	6,31	5,82	5,82	6,20	6,48	6,31
Nertschinsk.....	—	—	—	—	—	—	—	4,24	—	—	—	4,37	4,10	4,20	4,01	4,01
Slatoust.....	—	—	—	—	—	4,75	5,12	4,83	4,94	4,85	5,01	4,35	4,65	4,45	5,11	4,62
Petersburg.....	5,60	5,55	5,87	5,18	5,97	5,67	5,76	5,56	5,36	6,04	6,08	5,93	—	—	6,10	5,43
Mittel	5,03	5,51	5,28	5,29	5,39	5,13	5,49	5,26	4,96	5,20	5,97	4,74	4,66	4,62	5,19	4,83
5 jährige Mittel	—	—	5,31	5,32	5,32	5,31	5,25	5,21	5,39	5,23	5,11	5,04	5,04	4,81	4,87	4,99

Jahr	1853	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Barnaul.....	4,77	5,15	4,94	5,34	—	5,12	5,36	4,83	5,17	4,93	5,65	5,04	5,17	5,10	5,16	5,15
Bogoslowk.....	4,44	4,78	4,17	4,26	3,96	4,43	4,87	4,42	4,45	4,01	4,57	4,45	4,19	4,50	4,73	4,58
Catherinenburg....	—	5,04	4,62	4,67	4,27	4,67	4,97	4,67	4,82	4,39	5,13	5,01	4,66	4,88	5,17	5,03
Lugan.....	6,34	6,81	6,33	6,03	5,98	5,93	6,14	6,26	5,99	5,40	5,53	5,58	5,27	5,34	5,57	5,58
Nertschinsk.....	4,04	4,26	4,05	4,43	3,93	4,33	4,18	4,08	4,43	4,14	4,22	4,15	4,05	4,39	4,38	4,45
Slatoust.....	5,03	5,00	4,86	4,66	4,43	4,72	4,91	4,60	4,74	4,39	4,90	4,60	4,58	5,02	5,19	4,98
Petersburg.....	5,67	5,74	5,65	5,45	5,58	5,69	5,83	5,68	5,59	5,06	6,13	5,71	5,59	6,00	5,19	5,71
Mittel	5,05	5,25	4,96	4,98	4,69	4,98	5,19	4,92	5,03	4,62	5,16	4,93	4,80	5,03	5,06	5,07
5 jährige Mittel	5,06	5,02	4,99	4,97	4,96	4,95	4,96	4,95	4,98	4,93	4,91	4,91	4,50	4,98	—	—

Gruppieren wir die Mittelwerthe der einzelnen Jahre und Orte zu je dreien um die Epochenjahre der Sonnenflecken-Maxima und Minima, so erhalten wir im Mittel für

Sonnenflecken-Maxima		Minima.	Maxima.		Minima.
Adrianopel.....	5,29	5,60	Peking.....	7,68	7,61
Baku.....	9,95	10,17	Petersburg.....	5,74	5,59
Barnaul.....	4,83	5,09	Sitcha.....	6,13	6,32
Bogoslowk.....	4,44	4,44	Slatoust.....	4,71	4,88
Catherinenburg.....	4,67	4,95	Tiflis.....	7,72	7,61
Kosmodemiansk.....	4,70	5,22	Fort Uralsk.....	4,78	5,23
Lugan.....	6,39	6,37	Nertschinsk.....	4,23	4,26
Mitan.....	6,41	6,39	Mittel.....	5,81	5,94
Orenburg.....	5,21	5,42			



Hiernach hätten wir etwas mehr Feuchtigkeit zur Zeit der Sonnenflecken-Minima, als zur Zeit der Fleckenmaxima. Dies ist im Mittel aus den Beobachtungen von 16 und bei 10 Stationen der Fall, während bei 6 Stationen die Differenz gleich Null war, oder das Gegentheil eintrat. Mit dem Resultate von Karlsruhe würden übereinstimmen die von: Lugan, Mitau, Peking, Petersburg, Tiflis; alle anderen widersprechen. Ein Ueberblick über die Mittel und 5 jährigen Mittel der Zusammenstellungen für 7 Stationen und die Jahre 1837 bis 1868 ergibt, dass für eine Periodicität, und gar für eine auf den Sonnenflecken-Perioden bezügliche, sich daraus nicht ableiten lässt. Auffallend ist jedoch, dass auch bei dieser Reihe, wie bei derjenigen von Karlsruhe in der ersten Zeit höhere Werthe vorkommen, als später.

Auch folgende Beobachtungsreihe von St. Louis, Missouri, (in *Zeitschr. der östreich. Meteor. Gesellsch.* B. IX)

	1861	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
	69,8	69,9	70,5	67,4	70,9	69,2	67,2	67,1	73,1	68,0	69,4	72,9	Mittel 69,6
Abweichung vom Mittel	+0,2	+0,3	+0,9	-2,2	+1,3	-0,4	-2,4	-2,5	+3,5	-1,6	-0,2	+3,3	

ist nicht geeignet ein Gesetz erkennen zu lassen. Sie würde insofern mit jener von Karlsruhe übereinstimmen, als zur Zeit des Minimums (1867) die Werthe kleinere waren.

Da nach Wild Feuchtigkeit und Bewölkung in inniger Beziehung stehen (*Repert.* B. II S. 251), so sollte die Feuchtigkeit zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima; mindestens für Mittel-Europa, etwas grösser sein, als zur Zeit der Fleckenminima, da dies, wie wir später sehen werden, bei der Bewölkung der Fall ist.



## H A G E L.

Nach den Berichten der Versicherungsgesellschaften gegen Hagelbeschädigung waren in Deutschland und in der Schweiz in den Jahren 1869 bis 1873 Gegenden vom Hagelschlage betroffen worden, welche früher zu den ungefährlichen zählten. Schon im Mai 1874 veröffentlichte der Verfasser, zuerst in der *Schweiz. landwirthschaftl. Zeitschrift*, N<sup>o</sup>. 6 in aller Kürze, dann ausführlicher in N<sup>o</sup>. 11 der gleichen Zeitschrift und in der *Vierteljahresschrift der Naturforsch. Gesellschaft in Zürich* über den Hagel, dass diese Erscheinung in Bezug auf die Häufigkeit eine periodische sei und dass nach der Untersuchung von den grösseren Beobachtungsreihen von Mailand, Udine, Wien, Klagenfurt, Einsiedeln, Frankfurt a/M., Darmstadt, Bremen, Riga, Kopenhagen, Boston, Shetland, Cuba, Providence, Rh. I., Washington, Ark. die Häufigkeit mit den Sonnenflecken wechselt und in den Jahren 1819, 1828, 1837, 1848 und 1861 Maxima, 1824, 1832, 1843 und 1854 die Minima erreichte, wonach um 1871 wieder ein Maximum eintreten musste, wie dies die Berichte der Hagelversicherungsgesellschaften zu constatiren schienen. Allerdings konnten die Erfahrungen von 1870 bis 1873 eben so gut für einen Wechsel in der geographischen Vertheilung der Hagelfälle, als für einen Wechsel in der Häufigkeit sprechen. Mag beides der Fall sein, so sprechen doch folgende (a. a. O. veröffentlichten) Zusammenstellungen für Letzteres. Die Tabellen enthalten die jährlichen Hagelfälle für diejenigen Orte, welche, den Beobachtungszeiten nach, je mit einander combinirt werden konnten; dann die Summen der Hagelfälle der zusammengestellten Orte, die fünfjährigen Mittel dieser Summen und endlich die Abweichungen vom Gesamtmittel.



I								II						
Jahr.	Mailand.	Udine.	Wien.	Prag.	Summe.	5jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.	Jahr.	Stuttgart.	Bremen.	Basel.	Summe.	5jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.
1806	2	6	0	6	14	—	—	1829	6	7	4	17	—	—
7	1	9	1	1	12	—	—	1830	8	2	5	15	—	—
8	2	5	0	2	9	13	— 4	31	4	1	2	7	12	0
9	2	6	0	6	14	13	— 4	32	2	2	4	8	10	— 2
1810	1	8	3	5	17	15	— 2	33	4	7	1	12	11	— 1
11	2	6	0	6	14	16	— 1	34	2	7	0	9	12	0
12	1	6	2	11	20	16	— 1	35	1	16	1	18	12	0
13	1	9	0	6	16	18	+ 1	36	1	9	2	11	13	+ 1
14	0	8	1	4	13	19	+ 2	37	1	8	2	11	14	+ 2
15	3	8	1	15	27	20	+ 3	38	3	13	2	18	12	0
16	3	10	0	6	19	20	+ 3	39	4	6	0	10	13	+ 1
17	2	7	0	15	24	23	+ 6	1840	2	6	2	10	13	+ 1
18	3	4	2	9	18	21	+ 4	41	9	4	3	16	10	— 2
19	1	6	3	15	25	21	+ 4	42	5	5	0	10	10	— 2
1820	3	7	0	9	19	18	+ 1	43	2	4	0	6	10	— 2
21	2	8	0	7	17	17	0	44	3	6	0	9	11	— 1
22	2	3	1	7	13	16	— 1	45	2	6	2	10	12	0
23	1	4	0	5	10	14	— 2	46	7	13	1	21	11	— 1
24	1	9	2	9	21	13	— 4	47	5	6	2	13	13	+ 1
25	1	2	0	4	7	14	— 3	48	1	2	0	3	13	+ 1
26	1	6	2	5	14	15	— 2	49	4	9	4	17	12	0
27	4	5	2	5	16	15	— 2	1850	3	6	2	11	11	— 1
28	1	8	4	6	19	15	— 2	51	6	7	1	14	13	+ 1
29	0	6	2	9	17	16	— 1	52	4	6	2	12	11	— 1
1830	1	6	1	3	11	16	— 1	53	4	5	1	10	11	— 1
31	3	4	2	9	18	16	+ 1	54	0	5	4	9	10	— 2
32	1	7	2	7	17	14	— 3	55	2	9	0	11	10	— 2
33	0	2	2	11	15	16	— 1	56	5	4	1	10	9	— 3
34	2	2	1	3	8	15	— 2	57	1	4	1	6	11	— 1
35	1	7	1	12	21	15	— 2	58	1	5	1	7	13	+ 1
36	2	6	0	4	12	17	0	59	3	14	4	21	14	+ 2
37	4	10	4	3	11	18	+ 1	1860	2	18	3	23	16	+ 4
38	3	6	7	5	21	20	+ 3	61	0	11	2	13	17	+ 5
39	3	5	3	4	15	22	+ 5	62	4	7	3	14	15	+ 3
1840	4	5	3	19	31	23	+ 6	63	2	10	2	14	Mittel	
41	2	4	6	11	23	Mittel		64	1	8	1	10	12	
42	3	9	4	11	27	17								

III								III											
Jahr.	Cuba.	Stuttgart.	Bremen.	Chiswick u. London.	Boston, England.	Providence R. I.	Summe.	5jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.	Jahr.	Cuba.	Stuttgart.	Bremen.	Chiswick u. London.	Boston, England.	Providence R. I.	Summe.	5jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.
1833	0	4	7	3	2	1	17	—	—	45	2	2	6	0	1	1	12	16	+ 2
34	2	2	7	0	2	1	14	—	—	46	3	7	13	2	2	0	27	16	0
35	1	1	16	1	2	3	24	17	+ 2	47	3	5	6	2	4	2	22	19	+ 4
36	0	1	9	2	2	1	15	17	+ 2	48	1	1	2	1	1	0	6	19	+ 4
37	0	1	8	2	4	0	15	17	+ 2	49	9	4	9	2	1	3	28	18	+ 3
38	0	3	13	1	1	0	18	14	— 1	1850	0	3	6	1	3	0	13	16	+ 1
39	0	4	6	0	0	3	13	14	— 1	51	2	6	7	0	2	2	19	17	+ 2
1840	0	2	6	0	0	1	9	13	— 2	52	3	4	6	0	2	1	16	15	0
41	0	9	4	1	0	0	13	11	— 4	53	8	4	5	0	0	1	18	15	0
42	0	5	5	1	0	1	12	12	— 3	54	2	0	5	1	1	2	11	Mittel	
43	0	2	4	0	0	3	9	11	— 4	55	0	2	9	1	2	0	14	15	
44	1	3	6	0	0	1	11	14	— 1										



IV										V						
Jahr.	Klagenfurt.	Frankfurt/M.	Darmstadt.	Bremen.	Kopenhagen.	Riga.	Summe.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.	Jahr.	Cuba.	Providence R. I.	Washington Arkausts.	Summe.	5 jährige Mittel.	Abweichung vom Mittel.
1851	3	5	5	7	7	2	29	—	—	1840	0	1	1	2	—	—
52	0	1	6	6	4	4	21	—	—	41	0	0	1	1	—	—
53	3	2	0	5	3	5	18	24	— 1	42	0	1	1	1	2	— 3
54	3	2	0	5	4	6	20	22	— 3	43	0	3	1	4	2	— 3
55	4	4	[3]	9	5	6	31	23	— 2	44	1	1	1	3	3	— 2
56	4	1	[3]	4	5	5	22	23	— 2	45	2	1	1	4	4	— 1
57	2	8	3	4	1	4	22	26	+ 1	46	3	0	2	5	4	— 1
58	3	3	5	5	1	5	22	26	+ 1	47	3	2	2	7	6	+ 1
59	3	2	7	14	5	4	35	27	+ 2	48	1	0	1	2	6	+ 1
1860	0	5	2	18	2	4	31	26	+ 1	49	9	3	1	13	6	+ 1
61	3	8	0	11	0	5	27	25	0	1850	0	0	1	1	6	+ 1
62	0	4	0	7	1	5	17	26	+ 1	51	2	2	2	6	7	+ 0
63	0	5	1	10	5	8	29	Mittel		52	3	1	1	5	5	0
64	2	[4]	7	8	2	4	27	25		53	8	1	0	9	5	
										54	2	2	1	5	Mittel	
										55	0	0	1	1	5	

Die eingeklammerten [ ] Zahlen sind die Mittel der Hagelhäufigkeit zur Ergänzung der Lücken.

Aus diesen Tabellen ergeben sich die Jahre grösster Häufigkeit nach den Combinationen:

I	1817	1830	1840	—	—
II	—	—	1837	1848	1861
III	—	—	1836	1848	—
IV. V	—	—	—	1848	1859
Mittel . . .	1817	1830	1838	1848	1860.

Diese Jahre grösster Häufigkeit des Hagelfalles fallen genau oder nahe zusammen mit den Sonnenflecken-Maxima von 1817, 1829, 1837, 1849 und 1860, woraus folgt, dass das Jahr 1871, als Jahr eines Sonnenflecken-Maximums wieder eine Periode häufigen Hagelfalles bestimmen sollte. In der That war um 1871 die Häufigkeit der Hagelfälle auffallend gross, wie im Eingange dieses Abschnittes bemerkt wurde. Wie den Jahren der Sonnenflecken-Maxima häufigere Hagelfälle entsprechen, so waren, nach vorstehenden Tabellen auch in den Jahren der Sonnenflecken-Minima von 1810, 1823, 1834, 1844 und 1856 die Anzahl der Hagelfälle seltener. Um 1867 sollten die Hagelfälle demnach ebenfalls seltener gewesen sein, was zwar aus obigen Tabellen nicht, wohl aber aus späterem ersichtlich ist.

Wechseln auch die Hagelfälle in den einzelnen Jahren für die einzelne Orte nicht mit der gleichen Regelmässigkeit wie die Sonnenflecken, so haben wir hier dennoch eine Erscheinung, für welche die genaue Erforschung der Perio-



TABELLE DER HAGELHÄUFIGKEIT.

Main data table with columns for years 1801-75 and rows for various regions: SPANIEN und PORTUGAL, FRANKREICH, ITALIEN u. Adriatisches Meer, BELGIEN und HOLLAND, OESTREICH, SÜD-DEUTSCHLAND, SCHWEIZ, NORDD-DEUTSCHLAND, GROSSBRITANNIEN, SCANDINAVIEN u. RUSSLAND, NORD-AMERIKA, ASIEN, AFRIKA. Includes sub-rows for 5-year averages and specific cities.

\* (Die grossen Zahlen für 1866, 67 u. 73 geben Tage mit Graupeln).



TABELLE DER HAGELHÄUFIGKEIT.

Main data table with columns for years 1801-75 and rows for various regions: SPANIEN und PORTUGAL, FRANKREICH, ITALIEN u. Adriatisches Meer, BELGIEN und HOLLAND, OESTREICH, SÜD-DEUTSCHLAND, SCHWEIZ, NORDD-DEUTSCHLAND, GROSSBRITANNIEN, SCANDINAVIEN u. RUSSLAND, NORD-AMERIKA, ASIEN, AFRIKA. Includes sub-rows for specific cities and 5-year averages.

\* (Die grossen Zahlen für 1866, 67 u. 73 geben Tage mit Graupeln).



dicität von der grössten practischen Bedeutung ist, wesshalb die Veröffentlichung längerer Beobachtungsreihen, namentlich solche über Hagelbeschädigungen, sehr gewünscht werden muss.

Auf die Verschiebungen der Maxima und Minima der Hagelerscheinung gegenüber den Sonnenflecken-Maxima oder Minima, wie namentlich um 1840 und 1850, kommen wir später zurück. Für jetzt sei nur bemerkt, dass durchweg einem raschen Steigen der Anzahl der Sonnenflecken eine rasche Zunahme des Hagels, einer raschen Abnahme der Sonnenflecken eine starke Abnahme der Hagelhäufigkeit entspricht und dass bei relativ geringerer Zu- oder Abnahme der Flecken die Hagel relativ stärker zu- oder abnehmen.

Aus dem spärlich veröffentlichten und bis jetzt gesammelten Beobachtungsmateriale stellen wir zunächst folgende Tabelle zusammen. (Siehe Tabelle).

Trotzdem die einzelnen Beobachtungsreihen viel zu unvollkommen und zu wenig gleichartig sind, um zu Untersuchungen, wie die vorliegende vollkommen zu genügen, da selten Schadenhagel von kleinem Hagel oder Graupeln ausgeschieden und da Hagel, die den Beobachtungsstationen nahe fielen nicht berücksichtigt sind, ergeben sich doch aus den meisten Reihen die Perioden. Die Reihen selbst sind, wie die nebenstehende Tabelle klar zeigt, aus der Summirung der Beobachtungen der einzelnen Ländergebieten entstanden, nachdem die einzelnen Reihenwerthe zunächst auf einen gleichen Massstab gebracht waren. Die *fünfjährigen Mittel* der Jahressummen, die gezogen wurden, um die Unregelmässigkeiten einigermaßen auszugleichen, im Vereine mit einigen weiteren Notizen und Ergänzungen, ergeben folgende Resultate.

Für Spanien gestattet die einzige und kleine Reihe von Madrid keinen Schluss, höchstens einen dem Obigen entgegengesetzten; das *Ann. del Observ. de Madrid*, 1868, sagt uns aber, dass in den Jahren 1829, 1859, 1860 (2 mal) und 1864 Spanien von verheerendem Hagel heimgesucht war.

Für Frankreich geben unsere fünfjährigen Mittel Maxima in den Jahren 1804, 1822, 1827, 1835, 1841, 1850, 1858.

Vereinigen wir die 6 Stationen des Rhône-Departements mit den 12 Stationen der Departements Loiret, Loir et Cher, Seine et Marne (Rhône-Departement: Brullioles, Thurins, St. Martin de Cornas, Chaussan, Echaldas, Régnié; die übrigen Departements-Orte: Epieds, Villamblin, Saint Pérvy-le-Combe, Montbouy, Châtillon-sur-Cher, La Chapelle-Saint-Martin, Lorges, Pouilleé, Villebout, Tousson, Mondreville, Provins), so erhalten wir für *Schadenhagel* in Frankreich folgende Reihen:



	1836.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	59.	60.	61.	62.	63.	64.	65
Rhône.....	0	0	2	4	4	6	6	0	3	0	0	0	6	0	6	7	0	0	1	1	4	5	3	6	5	2	0	0	8	4
Loiret,																														
Loire u. Cher,	2	2	1	4	0	4	3	3	4	4	0	3	4	6	5	5	10	5	1	5	5	2	9	8	6	5	2	0	1	0.
Seine u. Marne																														
Summe.....	2	2	3	8	4	10	9	3	7	4	0	3	10	6	11	12	10	5	2	6	9	7	12	14	11	7	2	0	9	0
5jährige Mittel —	--	3,8	5,4	6,8	6,8	6,6	6,6	4,6	3,4	4,8	4,6	5,0	8,2	8,9	8,8	8,0	7,0	6,4	5,8	7,2	9,6	10,6	10,2	9,2	6,8	5,8	4,4	--	--	

Aus diesen fünfjährigen Mitteln ergeben sich die Maxima 1841, 1850, 1858—59.

Für Italien erhalten wir Maxima in den Jahren: 1816—17, 1838, (schwach ausgedrückt 1847), 1857, 1869;

für Belgien und Holland: 1838—39, 1846, 1859, 1869 und ganz entschieden 1860 und 1868—1869 aus der Reihe für Gesamt-Holland.

Für Oestreich waren Maximajahre: 1804, 1819, 1826, (schwach 1840), 1848, (schwach 1860), 1870;

für Süddeutschland: 1818, 1830, 1840, 1849, 1868, wobei namentlich für Württemberg die Maxima sich entschieden zeigen. In einer Besprechung unserer Veröffentlichungen vom Jahre 1874, bemerkt das *Württembergische Wochenblatt für Land- und Forstwirtschaft* vom 10. April 1875: Dass nicht nur 1828, 1837, 1847, 1848 und 1859, sondern auch die ersten Jahre des laufenden Jahrzehntes, also um 1871 viel Hagel brachten, dass daher für Württemberg eine Annäherung der hagelreichen Jahre an die Jahreszahlen der Sonnenflecken-Maxima anzuerkennen sein dürfte.

In der Schweiz waren Maximajahre: 1810, 1819, 1829—30, (schwach 1836), 1850, 1858, 1867—68. Besonders auffallend treten die Maxima bei Basel und Einsiedeln hervor.

Für Norddeutschland waren Maximajahre: 1837, 1849, 1859, 1868; Leipzig erlitt grossen Schaden um in den Jahren 1850 und 1860; eigentliche Hagel zwischen 1861 und 1870 keine, 1870: 1, 1871: 1, 1872: 2, 1873: 0;

für Grossbritannien 1848, 1870;

für Scandinavien aus den einzelnen Reihen für Kopenhagen: 1850, 1870, für Finnland (128 Stationen) 1858—59.

Für Russland entsprechen die wenigen Beobachtungszahlen etwa den Maximajahren 1818 und 1827, wenn man 1822 vorläufig ausnimmt, da wir später darauf zurück zukommen haben; die Finnischen Beobachtungen, wie wir vorher sahen, ergeben das Maximum von 1858—59 und die 16 russischen Stationen ein Maximum von 1871.

Die drei Stationen Amerikas geben die Maxima von 1827, 1835, 1847 und 1851 (im Mittel 1849).



Für Ostindien dürften 1830, 1837, 1849—50 und für Nord-Afrika 1859—60 als Maximajahre angesehen werden.

Eine Zusammenstellung aller angeführten Maxima führt zu den Jahren grösster Hagelhäufigkeit

1804, 1818, 1828, 1838, 1849, 1859, 1869,

welche mit den Jahren der Sonnenflecken-Maxima

1804, 1816, 1829, 1837, 1848, 1860, 1870

nahe zusammen fallen.

Verbindet man die Beobachtungen der Stationen Oxford, Prag, Riga, Kopenhagen, Bern, Zürich, Kärnthen, Darmstadt, Frankfurt a/M., Bremen, Brüssel und Wien,

	1858	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Summen . . . . .	48	81	72	76	43	58	44	38	74	63	72	61	72	56	58
5jährige Mittel	4,0	6,7	5,3	5,5	4,9	4,3	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,4	5,3	4,7	4,9,

so erhält man bestimmt die Maxima für 1860 u. 1869; und bei der Verbindung der Stationen: Bremen, Brüssel, Emden, Krakau, Kopenhagen, Wien

	1843	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Summen . . . . .	30	34	41	48	38	28	24	39	39	27	29	55	21	27	16	20	42	35	31	26
5jährige Mittel	—	—	4,7	4,7	5,9	5,9	5,6	5,2	5,2	4,3	5,7	5,3	4,9	4,6	4,2	4,7	5,0	5,3	5,8	5,1
	1863	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73									
Summen . . . . .	32	22	19	30	30	46	42	34	24	36	40									
5jährige Mittel	4,6	4,3	4,4	4,5	5,6	6,1	5,9	6,2	6,3	—	—									

erhält man die Maxima für 1848, 1860—61 u. 1870—71.

Diese Beispiele zeigen, dass bei der Verbindung von Reihen, welche die gleichen Zeiträume umfassen, die Maxima, und zwar zu den Zeiten der Sonnenflecken-Maxima, noch entschiedener hervortreten, als bei der Combination von Reihen, die ganz verschiedenen Zeiten angehören, wie das in unserer tabellarischen Zusammenstellung der Fall ist. Dies ist auch die Ursache, wesshalb sich aus den zuerst angeführten Zusammenstellungen, welche allerdings theilweise die zuletzt angeführten Reihen enthalten, die Wendepunkte der Perioden so entschieden ergeben.

Unsere Zusammenstellungen bestätigen somit für das 19. Jahrhundert das Gesetz, dass zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima die Hagelfälle häufiger sind, als zur Zeit der Fleckenminima.

Untersuchen wir nun das spärliche Beobachtungsmaterial aus älteren Zeiten.



Zunächst besitzen wir aus dem 18. Jahrhundert für Neuenburg, Schweiz, eine ziemlich vollständige Beobachtungsreihe für die Zeit von 1700 bis 1746. Für diesen Ort wurden Hagelfälle notirt:

	1700	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jahressummen	0	0	4	0	13	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3
5 jährige Mittel	—	—	3,4	3,4	3,6	2,8	3,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0	0	0,4	1,0	1,8	2,2

	1720	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Jahressummen	4	2	2	0	0	3	2	0	1	3	4	1	2	3	3	2	0	2	2	6
5 jährige Mittel	2,6	2,2	1,6	1,4	1,4	1,0	1,2	1,8	2,0	1,8	2,2	2,6	2,6	2,2	2,0	2,0	1,8	2,4	2,2	2,4

	1840	41	42	43	44	45	46
Jahressummen	1	1	3	3	0	0	3
5 jährige Mittel	2,6	2,8	1,6	1,4	1,8	—	—

Die Maxima fallen auf... 1704, 1720, 1731, 1740,

Die Sonnenflecken-Maxima 1705, 1718, 1727, 1739.

Ferner vermögen wir noch zusammen zu stellen

	1760	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Mailand.....	—	—	—	5	1	1	2	0	0	1	1	2	0	0	3	0	0	1	1	1
Gurzelen.....	—	—	—	—	—	—	—	1	7	3	4	4	1	1	2	1	1	1	2	0
Petersburg....	—	4	5	2	1	4	1	0	0	0	3	3	5	3	3	2	3	5	1	5
Böhringen....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bern	1	4	1
5 jährige Mittel	—	—	—	2,3	2,2	1,3	1,8	1,9	1,8	1,9	2,2	2,1	2,0	1,7	1,4	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8

	1780	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	1800	1	2	3	4	5	
Mailand..	0	1	3	3	3	1	1	0	2	2	2	1	2	2	1	3	0	4	2	1	3	1	1	2	—	—	
Gurzelen..	1	1	0	1	1	0	2	1	0	0	0	1	2	1	3	4	0	1	1	0	0	2	—	—	—	—	
Petersburg.	2	6	4	1	3	4	3	4	7	3	5	11	2	4	3	5	5	2	6	3	9	—	—	—	—	—	
Böhringen .	9	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mannheim..	—	3	3	1	1	6	2	5	1	1	6	11	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Andex....	—	0	6	2	4	1	8	9	8	13	3	6	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
München..	—	3	5	5	1	4	2	10	5	5	2	12	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hohen- Peissenberg	—	4	3	1	3	0	3	9	7	7	4	4	5	—	8	2	7	16	14	—	11	10	11	17	7	9	
Sagan.....	—	5	14	1	5	9	12	7	1	7	0	18	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Bern.....	1	2	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Pfungen...	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5 jährige Mittel	..	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	2,0	1,8	1,9	2,1	1,9	2,0	1,7	1,9	2,1	2,0	—



Diese Stationen ergeben Hagelmaxima in den Jahren 1762, 1770, 1780, 1789 (schwach) und dann ein unregelmässiges Steigen gegen 1804, bedingt durch den starken Einfluss der Reihe von Hohen-Peissenberg. Die Minima fallen entschieden auf 1765, 1775, 1784.

Die entsprechenden Sonnenflecken-Maxima fielen auf die Jahre 1761, 1769, 1778, 1788, die Minima auf 1766, 1775, 1784.

Die Stationen: Mailand, Gurzelen, St. Petersburg für sich zusammengestellt ergeben ein Maximum für 1789 bis 93, die Stationen: Mannheim, Andex, München, Hohen-Peissenberg, Sagan für 1789.

Trotz der kurzen und geringen Anzahl von Beobachtungsreihen, zeigt sich somit auch im vorigen Jahrhunderte die grössere Hagelhäufigkeit um die Zeit der Sonnenfleckenhäufigkeit.

Eine, allerdings unvollständige, Sammlung bedeutender Schadenhagel aus dem vorigen Jahrhundert ergibt folgende Summenreihe:

	1700	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jahressummen	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	3	0	4	4	2
5 jährige Mittel	—	—	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4	0,2	0,8	0,6	1,4	2,2	2,6	3,2	3,6
	1720	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Jahressummen	6	2	2	8	6	3	1	2	4	1	2	1	1	2	0	1	3	1	1	3
5 jährige Mittel	3,2	4,0	4,8	4,2	4,0	4,0	3,2	2,2	2,0	2,0	1,8	1,4	1,2	1,0	1,4	1,4	1,2	1,8	2,2	2,2
	1740	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Jahressummen	3	3	1	2	2	1	0	1	1	2	3	5	4	2	0	2	6	2	0	0
5 jährige Mittel	2,2	2,4	2,2	1,8	1,2	1,2	1,0	1,0	1,4	2,4	3,0	3,2	2,8	2,6	2,8	2,4	2,0	2,0	2,8	2,8
	1760	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Jahressummen	6	6	3	16	5	5	5	3	9	5	5	4	4	8	4	5	6	3	4	4
5 jährige Mittel	3,0	6,2	7,2	7,0	6,8	6,8	5,4	5,4	5,4	5,2	5,4	5,2	5,0	5,0	5,4	5,2	4,4	4,4	3,8	4,8
	1780	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Jahressummen	2	11	9	9	7	4	4	3	10	1	3	5	4	0	0	1	1	0	1	0
5 jährige Mittel	5,0	7,0	7,6	8,0	7,0	5,4	5,6	4,4	4,2	4,4	4,6	2,6	2,4	2,0	1,2	0,4	0,6	0,6	0,6	1,0
	1800	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Jahressummen	1	3	5	0	0	0	1	2	0	0	0	2	2	1	0	1				
5 jährige Mittel	2,0	1,8	1,8	1,6	1,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	—	—				

Diese Reihe zeigt Maxima um: 1707, 1722, 1728 (schwach), 1741, 1751, 1762, 1768 (schwach), 1782, 1789, 1801, also trotz der Unvollkommenheit schliessen sich dieselben den Sonnenflecken-Maxima von 1705, 1718, 1727, 1739, 1750, 1761, 1769, 1778, 1788 und 1804 gut an. Was hierbei sehr auffällt, ist, dass die Hagelfälle auch wieder nach einer grösseren Periode hinsichtlich



der Häufigkeit und Grösse zu wechseln scheinen. *Genau wie im ersten und letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts Sonnenflecken und Nordlichter häufiger waren als zu Anfang und Ende und in der Mitte, so zeigt auch unsere Reihe zwei solcher Hauptmaxima (1720—1730 und 1770—1790).*

Weiter rückwärts sind wohl kaum mehr Beobachtungsreihen von Hagelerscheinungen für längere Zeiträume vorhanden. Wir müssen uns mit den grossen Hagelfällen begnügen, welche in Chroniken oder Sammelwerken enthalten sind. Was dem Verfasser zusammeln möglich war, soll noch hier benützt werden.

Im 17. Jahrhundert kamen grosse Hagelfälle vor 1608, 16, 20, 22, 23, 24, 1626, 27, 30, 33, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 1653, 55, 56, 61, 62, 64, 66, 68, 69, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 83, 85, 86, 1687, 88, 89, 92, 93, 95, 97.

Ordnet man diese Zahlen nach Wolf's Perioden, so fällt das mittlere Maximum der grossen Hagelfälle entschieden wieder mit dem mittleren Sonnenflecken-Maximum zusammen.

Man erhält für die 11 Jahre der Periode für 5 jährige Mittel

2,7 2,8 2,8 4,0 4,2 4,2 4,8 5,6 4,6 4,0 3,2,

wobei das Maximum der Sonnenflecken-Periode der Mitte der Reihe, als der unterstrichenen Zahl entspricht.

Ausser der grossen Anzahl von Zahlenreihen, die oben angeführt, für das genannte Gesetz sprechen, könnten wir noch eine grosse Anzahl von Details über die Beobachtungen beibringen; wir wollen uns indessen mit folgenden begnügen. Zeiten häufiger und grosser Hagelfälle waren 1718 bis 1721; — 1718 ausgedehnter Hagel über die Azorischen Inseln, Frankreich und England —, 1728—30, 1739—40, 1749—52, 1760—64, namentlich aber 1768—73 und dann 1778—1781, — 1778 grosser verheerender Hagelschlag über Franken und Sachsen. Dem Maximum von 1788 gehört der grosse Hagelfall an, der (Juli 13) in Frankreich allein 1039 französische Pfarreien schädigte und sich von den Pyrenäen bis nach Dänemark ausdehnte. Zwischen 1793 und 1802 scheinen, wenigstens in Mittel-Europa, keine sehr grossen Hagelfälle vorgekommen zu sein. Für dieses Jahrhundert müssen wir bekennen nur über sehr ungleichartiges Detailsmaterial zu verfügen. Einigermassen vollständig ist das von Stark für die Jahre 1816 bis 1837 über Hagelfälle Zusammenge stellte. Trotzdem zeigt sich auch in dem ungleichartigen Materiale die Periodicität. Die von uns aufgefundenen grösseren Hagelschläge vertheilen sich folgendermassen:



1815: 1		1845: 4	
1816: 2		1846: 5	
1817: 5		1847: 2	
1818: 13	Mit sehr grossem Hagel.	1848: 4	
1819: 12		1849: 1	
1820: 15		1850: 5	
1821: 12		1851: 7	
1822: 25		1852: 4	
1823: 16		1853: 2	
1824: 22		1854: 3	
1825: 18		1855: 2	
1826: 17		1856: 2	
1827: 22	Mit sehr ausgedehnten Hagelfällen; im Dep. Charente 60, bei Sainlong 40 Orte verhagelt.	1857: 4	
1828: 23		1858: 6	
1829: 32		1859: 7	
1830: 13		1860: 6	2 mal gross in Spanien; im Walde von Orleans zum ersten male seit Menschengedenken; in Leipzig erster grosser Hagel seit 1850.
1831: 20		1861: 3	
1832: 9		1862: 2	
1833: 5		1863: 3	
1834: 19		1864: 5	
1835: 14		1865: 2	
1836: 7		1866: 1	In Peking seit 1838 wieder der ersten Hagelfall.
1837: 20	Sehr viel u. ausgedehnter Hagel; auf Philä in Aegypten sehr gross. (Hier endigt die Beobachtungsreihe von Stark).	1867: 2	
1838: 2		1868: 3	Viel und grosser Hagel.
1839: 3		1869: 12	Hagel an Orten wo er sonst selten, wie in Cully, Waadt.
1840: 0		1870: 6	Zu Czaslau zum ersten male seit Menschengedenken; Californien seit 1856 nicht mehr so stark.
1841: 4		1871: 8	
1842: 6		1872: 11	Riga sehr bedeutend, wie seit 1795 nicht mehr.
1843: 3		1873: 8	In diesem Jahre in Aegypten mehrere Mal.
1844: 3		1874: 6	

Nach Tessier waren in Frankreich die Jahre mit den grössten Hagelfällen 1186, 1360, 1593, 1788. Sie fielen zusammen mit Zeiten grosser Nordlichter.

Dass auch die Erfahrungen der Hagelversicherungs-Gesellschaften dem periodischen Wechsel nicht widersprechen zeigt folgende Zusammenstellung:



**Hannövrise Hagelschäden-**  
**Versicherungsgesellschaft**  
(nach Hübner, *Jahrb. d. Statistik*).

**Allgemeine Schweizerische**  
**Hagelversicherungs-Gesellschaft.**  
(*Statist. Jahrb. v. Bern*).

Jahr.	Auf 100 Versicherte Beschädigte.	Auf 100 Thaler Versicherung, Groschen Entschädigung.	Verhältniss des Schadens zum Versicherungs- kapital.
1833	4,17	23,1	—
34	9,11	13,3	—
35	2,52	2,2	0,076
36	6,25	2,5	0,031
37	0,94	28,3	0,025
38	6,55	5,2 (Max.)	0,013
39	16,78	20,8	0,010
1840	10,56	11,3	0,010
41	6,86	7,0	0,021
42	5,52	5,6	0,029
43	5,70	7,7	0,004
44	6,57	27,5	0,003
45	8,39	11,6	0,120
46	9,91	12,5	0,005
47	9,76	21,3	0,029
48	19,14	41,5 (Max.)	0,007
49	13,94	25,4	0,034
1850	20,18	28,3	0,063
51	13,13	20,2	0,040
52	11,59	18,2	0,040
53	18,74	22,3	0,053
54	—	—	0,062

**Magdeburger Gesellschaft**  
(nach Circular N°. 21 der Gesellschaft).

**Magdeburger Gesellschaft**  
im Kanton Bern.  
(*Berner Statist. Jahrb.*).

Jahr.	Zahl der Hagel- schaden.	Schaden in % der Ver- sicherungs- summen.	5 jährige Mittel.	Gezahlte Dividende.	Hagel- schläge in der Schweiz.	Verhältniss des Schadenersatzes zu den Prämien.
1854	1488	0,83	—	5%	—	—
55	5914	1,64	—	—	—	—
56	19910	1,67	1,44	—	—	—
57	8689	0,94	1,44 Max	—	—	0,30
58	8540	1,11	1,02	—	—	0,78
59	4931	0,85	0,92	—	—	0,59
1860	2487	0,51	0,96	5	—	2,49
61	4147	1,21	0,91	—	152	0,26
62	3643	1,13	0,83	—	218	0,40
63	3996	0,85	0,84	—	205	1,39
64	2528	0,43	0,75 Min.	16	213	0,69
65	1617	0,57	0,82	16	127	0,12
66	2400	0,79	0,82	16	186	0,60
67	4212	1,45	0,90	—	158	0,48
68	5282	0,86	0,97	5 $\frac{3}{4}$	312	0,35
69	4309	0,84	1,02	8	169	1,21
1870	4176	0,89	1,01	8	275	0,60
71	4176	1,06	1,07 Max	6 $\frac{1}{3}$	—	3,18
72	9525	1,40	1,02	—	—	0,41
73	8324	1,16	—	—	—	0,63
74	4387	0,61	—	—	—	—



Selbstverständlich geben diese Reihen nur ein annäherndes Bild, da die versicherten Localitäten nach Zahl und Grösse, nach Lage und Culturart wechseln; ausserdem sind bei der Magdeburger Liste die Rückversicherungssummen schon abgezogen. Maxima und Minima nähern sich den Sonnenflecken-Maxima und Minima und die grössten Dividenden gehören den Minimajahren an. Berechnet man die mittlere Grösse des Wechsels der Häufigkeit, so beträgt das Verhältniss des Minimums zum Maximum (im Mittel) 0,7 : 1.

Beim Vergleiche der Zusammenstellungen über die Hagelfälle mit den Sonnenflecken-Relativzahlen zeigen sich im Gange des Wechsels bei der Erscheinungen Unterschiede, in der Art, dass sich hie und da die Anzahl der Hagelfälle über die zu erwartenden Mittelzahlen erheben und dass öfter um die Zeit der Fleckenminima ein Hageljahr eintrifft, das sich durch Häufigkeit und Grösse des Hagels auszeichnet. Die ersteren Ausnahmen werden selbst durch eine grosse Anzahl von Beobachtungsstationen nicht ausgemerzt und scheinen ebenso characteristisch für den Hagel, als für die Polarlichter zu sein. Steigt die Zahl der Sonnenflecken rasch, so nehmen die Hagelfälle schnell zu, wie in der ersten Zusammenstellung für 1826, für 1837 u. s. w.. Wenn die Anzahl der Sonnenflecken sich rasch vermindert, dann nimmt auch die Hagelhäufigkeit ab; wenn aber die Flecken relativ weniger zu- oder abnehmen, dann nehmen die Hagelfälle im ersten Falle ab, im letzten Falle erheben sie sich wieder rasch. Ersteres bemerkte man in den Jahren 1845 und 1846, letzteres von 1851 bis 1853. Im Jahre 1851 waren die Hagelschläge besonders häufig gegenüber dem vorhergehenden Fleckenmaximum von 1849, ebenso von 1872 gegenüber 1870, eine Erscheinung, die bei den Polarlichtern genau so war. Aehnliche Verspätungen kamen 1840 und sehr häufig auch früher vor. Solche, gewissermassen secundäre Maxima kommen bei den Sonnenflecken, bei dem Polarlichte und bei den magnetischen Variationen vor, wie wir früher sahen. Ausser diesen Unregelmässigkeiten kommen noch häufig, vielleicht regelmässig, um die Zeit der Fleckenminima Ausnahmen vor. Es waren

Fleckenminima.....	1724	1734	1745	1755	1766	1775	1784	1798	1810
Jahre mit viel Hagel	1722 1723	—	—	1756	—	1774 1775	1785	—	1812
Fleckenminima.....		1823	1834	1843	1856	1867			
Jahre mit viel Hagel		1822 1823	1834 1835	1844	1854 1855	1867			

Diese Anomalien entsprechen 1722, 1774, 1822 dem vorher Gesagten, indem die Fleckenstände relativ hoch blieben, oder sich etwas erhoben; 1756, 1785, 1834, 1844 der Fleckenzunahme; fallen aber 1822, 1855, 1867 mit den Minimas



der Flecken zusammen. Diese letzteren Ausnahmen lassen sich erklären durch die hohen Temperaturen der betreffenden Sommer. Die nähere Untersuchung dieser wirklichen oder vielleicht nur scheinbaren Ausnahmen würde uns hier zu weit vom Ziele abführen.

Unsere Untersuchung eines etwaigen periodischen Wechsels der Häufigkeit und Grösse des Hagels führt, nach Obigem, zu dem Resultate, dass

*die Hagelerscheinung eine periodisch veränderliche ist, welche mit den Sonnenflecken gleichzeitig die Maxima und Minima erreicht; gleichzeitig scheinen sich die grösseren, namentlich die 55 jährigen Perioden der Sonnenflecken darin abzuspiegeln, wie die Reihe bedeutender Schadenhagel aus dem vorigen Jahrhunderte, die grosse Häufigkeit des Hagels in den 30. Jahren und in den letzten 10 Jahren darzulegen scheinen.*

Zur definitiven Untersuchung müsste ein Hagelkatalog, ähnlich den Nordlichtkatalogen, angelegt werden, da bei dem Hagel, wie bei den Nordlichtern einzelne Reihen sich nicht immer dem Gesetze fügen. Ist dies schon bei dem Nordlichte nicht immer der Fall, dann wird es noch weniger von einer Erscheinung zu erwarten sein, die so local auftritt wie der Hagel.



## GLETSCHER.

Keine Erscheinung würde sich mehr zu einer Untersuchung hinsichtlich einer etwaigen Periodicität der meteorologischen Erscheinungen eignen, als der Längenwechsel der *Gletscher*, da sich in der Verlängerung oder Verkürzung der gewaltigen Eisströme nicht eine oder einzelne Erscheinungen des meteorologischen Processes der Erde, sondern so ziemlich alle für die den Gletscher umgebenden geographischen Bezirke eintretenden Witterungsverhältnisse ganzer Reihen von Jahren abspiegeln. Leider fanden die Längenveränderungen der Gletscher in früheren Zeiten so wenig Beobachtung, dass wir nur sehr spärliches Beobachtungsmaterial besitzen <sup>1)</sup>.

Die Gletscher wechseln ihre Längen in der Weise, dass bald ein Zurückziehen, bald ein Vorstossen des untern Endes von oder nach dem wärmeren Tieflande hin stattfindet. Die Ursache dieses Längenwechsels liegt theils direkt, theils indirekt in der herrschenden Temperatur der Gletscherumgebung, da der wesentlich dabei in Betracht kommende Factor, der Wechsel der auf den Höhen sich ablagernden Niederschläge, ebenso von den auf der Erde herrschenden Wärmeverhältnissen abhängig ist, als der direkte Einfluss der Sonnenbestrahlung, welche je nachdem sie auf den Gletscher zu wirken vermag, denselben mehr oder minder rasch abschmilzt. In dem *Vorrücken* (Stossen) und *Zurückgehen* der *Gletscherenden* spiegeln sich demnach die Jahrestemperaturen, die Niederschlagsmengen, die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, die Bewölkung, die Windrichtungen und somit sogar die Luftdruckschwankungen ab, wozu als wichtigster Factor hinzutritt, dass, mindestens bei grösseren Gletschern, die Einflüsse der einwirkenden Erscheinungen für ganze Reihen von Jahren sich geltend machen, so dass wir bei der Beobachtung des unteren

<sup>1)</sup> Der Verfasser veröffentlichte eine die Längenänderung der Gletscher und deren Beziehung zu den Sonnenflecken betreffende, im Jahre 1863 begonnene, Untersuchung in der *Vierteljahrsschrift d. Naturf. Gesellsch. Zürich*, B. XVII, 1872.



Gletscherrandes die Summen ganzer Beobachtungsreihen vereinigen, welche sonst nur durch kaum zuübersehende Zahlentabellen darstellbar wären. A. Mousson nennt (in *Die Gletscher der Gegenwart*) sehr treffend den Gletscher: ein *höchst empfindliches Meteoroscop*, das nur durch riesenhafte Verlängerungen und Verkürzungen sein Gleichgewicht findet.

Da das höchst mangelhafte Material nicht geeignet ist einen bestimmten Aufschluss zu geben, so begnügen wir uns mit folgender übersichtlichen Zusammenstellung der Epochen des Vorrückens und Rückzuges der *Alpengletscher*.

#### Vorrücken.

- 1575..... Grindelwald-Gletscher.  
 1595..... Getrôz-Gletscher.  
 1599—1601 Vernagt-Gletscher. Max. 1601.  
 1600..... Grindelwald-Gletscher.
- 1608—1610 Tiroler-Gletscher.  
 1626..... Vernagt-Gletscher.  
 1636..... Bies- (oder Weisshorn)-Gletscher.  
 1677..... Vernagt-Gletscher.  
 1680..... See-Ausbruch am Vernagt-Gletscher.  
 Max. 1681.
- 1710..... Tiroler-Gletscher.  
 1716..... Grossen-Gletscher.
- [1732..... Rothelch-Gletscher noch nicht bestehend.]  
 1736..... Bies-Gletscher.
- 1757—..77 Rhone-Gletscher.
- 1770—..72 Vernagt-Gletscher. Max. 1772.  
 1770—..79 Unterer Grindelwald-Gletscher.  
 1780..... Rosenloui-Gletscher.  
 1786..... Bies-Gletscher.
- Nach 1811 Ein kleiner Gletscher am Galenstock.  
 1812—..17 Monte-Rosa-, Montblanc-, Distel-,  
 Lys-, wie fast alle Gletscher.  
 1815—..17 Tiroler-Gletscher allgemein, Rhone-  
 Gletscher.  
 1815—..18 Getrôz-, Bosson-Gletscher; Suld-  
 Langen-, oberster Martellthall-  
 Ferner, Glacier d'Argentière,  
 Suld-Ferner Max. 1818; Glac.  
 d'Argentière Max. 1818 u. 1819.  
 1816..... Palue-, de Bois-Gletscher.  
 1817—..22 Glacier du Tour, Schwarzenberg-  
 Gletscher. Allgemeines Maximum  
 des Stossens: 1822.

#### Rückzug.

- 1540..... Die Alpen-Gletscher gingen zurück.
- 1602..... Begann der untere Grindelwald-  
 Gletscher zurück zu gehen. Er  
 hatte damals die grösste bekannt-  
 gewordene Ausdehnung gehabt;  
 sein Minimum erreichte er 1750.
- 1719..... Allgemeiner Rückzug der Alpen-  
 Gletscher.
- 1750..... Unterer Grindelwald-Gletscher am  
 kleinsten.  
 1760—..65 Vernagt-Gletscher.  
 1767..... Brenva-Gletscher, (Ende des Rück-  
 zuges).
- 1799..... Leitergletscher.  
 1811..... Monte Rosa-, Montblanc- und  
 Rhone-Gletscher.
- 1818—..20 Leiter-Gletscher.



## Vorrücken.

- 1819..... Bosson- und Bies-Gletscher.  
 1820—..22 Vernagt-Gletscher.  
 1820—..29 Leiter-Gletscher.
- 1826..... Glacier de Bois. Max. 1826.  
 1826—..30 Montblanc-, Monte Rosa-, Ober-  
 Aar-Gletscher.  
 1828—..30 Rhone-, Unter-Aar-Gletscher.  
 1831..... Albigna-Gletscher.
- 1833—..36 Allgemeines Stossen der Gletscher.
- 1834..... Gurgler-Ferner am längsten.  
 1836—..37 Monte Rosa-, Montblanc-, Rhone-  
 Gletscher; Glaciers de Paneyrossaz  
 und Martinets.  
 1839..... Aare-Gletscher (einer).  
 Zwischen 1840 bis 1860 ziemlich  
 allgemeines Stossen der Gletscher.
- 1840..... Karlseisfeld am Dachstein.  
 1840—..45 Vernagt-Gletscher.  
 1841..... Aletsch-Gletscher.  
 1842..... Oberer Grindelwald-Gletscher.  
 1842—..46 Brenva-Gletscher. Max. 1843.  
 1843—..45 Vernagt-Gletscher.  
 1843—..48 Monte Rosa-, Montblanc-Gletscher.  
 1845—..48 Vernagt-Gletscher.
- 1848..... Hüfifirn.  
 1849..... Schwarzberg-Gletscher.  
 1849—..51 Gorner-Gletscher.  
 1850—..53 Unterer Grindelwald-Gletscher.
- 1850—..53 Bosson-Gletscher.  
 1851—..54 Glacier d'Argentière.  
 1851—..57 Gorner-Gletscher. Maximum des  
 Wachsens: 1852.
- 1856..... Steinen-Gletscher.  
 1856..... Gepaatsch-Ferner am grössten;  
 ebenso Karlseisfeld.  
 1859..... Rothmoos-Gletscher.  
 1860..... Alle Gletscher in Fend.

## Rückzug.

- 1821—..24 Monte Rosa-; Montblanc-Gletscher.  
 1822..... Rhone-Gletscher; allgemein begin-  
 nender Gletscherrückzug, der bis  
 etwa 1840 dauert.
- 1827..... Rhone-Gletscher.
- 1829—..48 Leiter Gletscher.
- 1834..... Rhone-Gletscher.
- 1837..... Beginn des Rückzuges der Mont-  
 blanc und Monte Rosa-Gletscher.  
 1839—..42 Monte Rosa-, Montblanc-, Aare-  
 Gletscher (einer), Bagnethal-  
 Gletscher, Remi-Gletscher.
- 1840..... Brenva-, Hinterrheinthal-, Rhein-  
 wald-Gletscher.  
 1841..... Viesch-Gletscher, Remi-Gletscher  
 im Ganterthal.
- 1844..... Marzollgrat-Gletscher; Gletscher im  
 Hinterrheinthal.  
 1844—..46 Findelen-Gletscher.  
 1848..... waren einige Tiroler-Gletscher schon  
 etwas im Schwinden.
- 1851..... Findelen-Gletscher (stark).
- 1852..... Monte Rosa-, Montblanc-, Hinter-  
 rheinthal-Gletscher.  
 1853..... Bosson-Gletscher.  
 1854..... Oberer Grindelwald-, grosser  
 Aletsch-Gletscher, Glaciers du  
 Tour u. des Bois.
- 1856..... Rhone-Gletscher, Sulden-Ferner.  
 1857..... Karlseisfeld, Kloben-Ferner.  
 1859..... Albigna-Gletscher.  
 1860..... Unterer Grindelwald-Gletscher, Ver-  
 nagt-Gletscher.
- 1860—..76 Tödi-, Sardona-, Kärpf-Gletscher.  
 1865..... Gorner-, Kander-, Ortler-Gletscher.  
 1866..... Bosson- und die meisten Mont-  
 blanc-Gletscher.



## Vorrücken.

- 1869..... Schwarzberg-Gletscher.  
 Um 1870 sollen, wenn auch nur auf kurze Zeit, die Gletscher gestossen haben.
- 1871..... Neuer Ferner am Niederjoch.
- 1872..... Nalpspass-Gletscher.
- 1873—..74 Sonaden-Gletscher, um 14 Meter.

## Rückzug.

- 1866 u. 67 Unterer Grindelwald-Gletscher, sehr stark; die Ortler- und andere Alpen-Gletscher.
- 1866—..70 Gorner-Gletscher, 90 Meter.
- 1868—..75 Rhone-Gletscher.
- 1870..... Hüfi-, Trift-, Rheinwald-, Gorner-Gletscher.
- 1871..... Gepaatsch-Ferner; alle Dachstein- u. Tiroler Centralalpen-Gletscher.
- 1871—..73 Hüfifirn.
- 1872—..75 Karlseisfeld.
- 1872..... Grindelwald-Gletscher, sehr stark; Ober-Sulzbacher- und Schlatten-Gletscher.
- 1873—..74 Mittelberg-Gletscher, die meisten Schweizer- und Tiroler-Gletscher.
- 1874—..75 Rückzug vieler Schweizer-Gletscher, Zmutt-, Kander-, Rhone-Gletscher, Gletscher des Piz Aul und im Val Ufiern.

Stellt man aus diesem spärlichen Materiale so gut als möglich die Maxima und Minima zusammen, so erhält man

MAXIMA der GLETSCHER. SONNENFLECKEN.				MINIMA der GLETSCHER. SONNENFLECKEN			
Haupt-Stossen.		Secundäres		Haupt-Schwinden.		Secundäres	
	1575	—		1540	—		
1595 bis 1610	1600	—		1602	—		
	1609	1605 (?)					
1677 „ 1681	1679						
1710 „ 1716	1714	1718		1750 bis 1767	1765	1766	
1760 „ 1786	1773	1778		1800 „ 1812	1811	1811	
1811 „ 1822	1816	1816			1822	1823	
	1828	1830			1834	1834	
	1836	1837			1844	1843	
	1850	1848			1854	1856	
	1859	1860		1865 — 1875	1866	1867	
	1870	1871			1873		

Gleich den Alpen-Gletschern sind die Gletscher anderer Gebirge ähnlichem periodischen Wechsel unterworfen, wie aus den, allerdings spärlichen, Beobachtungen verschiedener Reisenden hervorgeht.

In Norwegen stiessen die *Fustedalsbræer* um 1745 sehr stark; 1822 und 1854 waren sie im Rückzuge. Bei Hardanger und Sandtorv stiessen die Gletscher



um 1807, während sie 1871 zurückgingen (L. v. Buch, Naumann, Durocher, Verkrüzen).

Auf Spitzbergen stiess ein Gletscher in der *Mijenbucht* in den Jahren 1860 bis 1864 ganz gewaltig; ebenso stiessen die gewaltigen Gletscher an der Ostküste des Nordlandes um 1863 sehr stark, während vor 1861 der Gletscher *Veteran* in der Lommelbai zurückgegangen war (Nordenskiöld, Karlsen, Chydenius). In der Mohnbai schienen (nach Von Henglin) 1870 die Gletscher im Rückzuge begriffen.

In Grönland war der *Assakak*-Gletscher zwischen 1850 und 1875 im Rückzuge; der *Sorkak*-Gletscher, welcher 1850 im Rückzuge war, stiess vor 1875 sehr stark (Rink, Helland).

Auf Island stiess um 1846—47 der *Falljökul* am Fusse des Mydals sehr stark (Sartorius).

In Hochasien entleerte sich 1841 ein Gletschersee an den Quellen des *Schayok*; 1869 stiess ein Gletscher des Karakorum so stark, dass er eine Gebirgsstrasse unpassirbar machte (Shaw). Die Gletscher *Lahóls* waren in den Jahren 1856 und 1857 im Rückzuge begriffen (A. v. Schlagintweit).

Der Vergleich beider Erscheinungsreihen zeigt, dass durchgehends die Gletscher zur Zeit der Fleckenmaxima am meisten vorrücken oder am längsten sind; dass umgekehrt den Fleckenminimas das Zurückgehen oder die geringste Länge der Gletscher entspricht, dass aber auch bedeutende Abweichungen, durch lokale und Witterungsverhältnisse bedingt, stattfinden. Kann nun auch nicht erwartet werden, dass, namentlich bei grossen Gletschern ein vollkommen paralleler Gang eintritt, da bei letzteren Verspätungen sich zeigen müssen, so genügen doch die jetzigen Angaben nicht, um einen im Allgemeinen parallelen Gang beider Erscheinungen, wie wir ihn für *wahrscheinlich* halten, bestimmt nachzuweisen. Dazu müssen über Jahrzehnte sich erstreckenden Messungen vorgenommen werden, wie dies augenblicklich bei einigen Gletschern der Schweiz im Werke ist.

Ein paralleler Gang beider Erscheinungen würde bedingen: weniger Wärme und mehr Niederschläge oder mindestens scharf hervortretend, ein Ueberwiegen der Niederschläge oder eine Verminderung der Wärme für sich allein zur Zeit der Fleckenmaxima.

In den Abschnitten über Temperatur, Niederschläge und Windrichtungen findet sich eine hinlängliche Menge von Beobachtungs-Resultaten, welche zum Beweise dienen, dass die Gletscher wirklich den Veränderungen der Temperaturen und dem Wechsel der Menge der Niederschläge entsprechend sich ausdehnen oder verkürzen. Besonders geeignet zum Vergleiche sind die Tabellen über die Pegelstände der Flüsse. Nur einige Ergänzungen mögen eingefügt sein.



Nach A. Favre blieben in den Jahren 1808 bis 1817, mit Ausnahme von 1811, die Temperaturen im nordwestlichen Europa unter dem Mittel. Aus den Prager Beobachtungen ergibt sich, dass dorten von 1813 bis 1816 kein Sommer im Mittel  $15^{\circ}$  erreichte, dass von 1817 bis 1820 kein Sommer unter  $15^{\circ}$  blieb, während in den Jahren 1822 bis 1828 die Temperaturen zwischen  $15,2$  und  $17,2$ , 1835 bis 1845 zwischen  $13,0$  und  $15,9^{\circ}$  schwankten. Die letzte Periode war somit kühl, was Dove bestätigt, indem nach seinen Zusammenstellungen der Zeitabschnitt 1828 bis 1834 warm, der von 1835 bis 1839 kühl war. Nach Stotter waren die Jahre 1819 bis 1822 und 1842 bis 1845 für Innsbruck etwas feuchter und kühler als im Mittel. Diese das oben Gesagte bestätigende Notizen werden durch das Folgende bis zur neuesten Zeit ergänzt.

L. Gruner (in *Compt. rend.* T. LXXXII) untersuchte, 1876, gestützt auf einen Ausspruch von Ch. Martins von 1865, (dass das Stossen der Gletscher des Montblanc's 1854 aufhörte, dass von 1854 bis 1865 der Bossons-Gletscher um 332, der Des Bois-Gletscher um 188, der Gletscher de l'Argentière um 181 und der von Tour um 520 zurückgegangen sei und dass die Gletscher am Südabhänge des Montblanc in den oberen Theilen den Massivs am Col du Geant in gleicher Weise zurückgingen, wie gestützt auf den Ausspruch von De Billy in der *Geolog. Gesellschaft*, 1866, dass, gleich den Gletschern am Montblanc, auch jene des Wallis, des Berner Oberlandes, Graubündtens und Tirols zurückgehen, wobei allerdings der Gorner-Gletscher erst 1859 zu stossen aufhörte, während der Findelen-Gletscher schon 1844 zurückging, was auch anderwärts<sup>1)</sup> beobachtet wurde und sich durch die Lage, Grösse der Gletscher, Grösse des Einzugsgebietes u. s. w. erklären lasse), die Temperaturen und Niederschlagsmengen nach den Zusammenstellungen Plantamour's für Genf und den grossen St. Bernhard.

	Mittlere Temperatur.	Niederschlag.	Schneehöhe.
Genf	{ 1826—60 + $9^{\circ},16$	0,825 Meter	—
(405 M. hoch)	{ 1861—74 + $9^{\circ},79$	0,741 "	—
Grosser St. Bernhard	{ 1841—60 — $2^{\circ},04$	1,287 "	10 Meter (genaue Messung schwierig)
(2475 M. hoch)	{ 1861—74 — $1^{\circ},12$	1,083 "	4,85 "

Für die Alpengegend hätten wir somit in der letzten Periode höhere Temperaturen und weniger Niederschläge, bei allgemein warmen und trocknen Sommern, 1863, 64 und 65 und, nach Plantamour, von 1861 bis 1868 andauernde Temperaturerhöhung und öfters eintretenden schneearmen Wintern.

<sup>1)</sup> Nördlich des Grimselpasses ging der Aare-Gletscher noch vorwärts, während der Rhône-Gletscher längst zurückging; 1876 aber gingen nach einem Briefe Studer's, bemerkt Gruner, alle Gletscher an der Grimsel, wie im Zermathale gleich den übrigen zurück.



## EISVERHÄLTNISSE.

Die Eisverhältnisse im arktischen Polarmeere untersuchte 1875 Dr. Joseph Chavanne in Wien (s. Petermann, *Geogr. Mittheil.*, 1875. S. 134 u. 245) in Bezug auf die etwaigen periodischen Veränderungen.

Nachdem er den Verlauf der Temperaturen der nördlichen Erdgebieten für 1800 bis 1874 an einer sehr grossen Anzahl von Beobachtungen —

für 22 Stationen des Gebietes des Amerikanischen Kältepoles,

3	”	”	”	der Hudsonsbai,
1	Station	”	”	” Nordamerikanischen Seen,
3	Stationen	”	”	” ” Ostküste,
9	”	”	”	” Behringstrasse und Alaska,
5	”	”	”	von Grönlands Westküste,
2	”	”	”	” ” Ostküste,
8	”	”	”	des Golfstromes,
3	”	”	”	von Mittel-Europa,
8	”	”	”	” Nord-Europa,
6	”	”	”	” West-Sibirien,
1	Station	”	”	” Süd-Sibirien,
3	Stationen	”	”	der Asiatischen Ostküste,
3	”	”	”	des ” Kältepoles —

geprüft hat, kommt er zu dem Resultate:

„Es ist bekanntlich eine von zahlreichen Theoretikern aufgestellte Ansicht, dass zwischen der Periodicität der Sonnenflecken, Nordlichter und des Temperaturganges eine Uebereinstimmung sich zeige und zwar wurde die Existenz einer 11 jährigen Periode nachzuweisen gesucht. Für den Zeitraum von 1810 bis 1850 schien eine solche Uebereinstimmung für den Gang der Temperatur zu bestehen, obwohl sich im Eintritt des Maximums und Minimums gegenüber jenen Phasen beiden Sonnenflecken Verspätungen von 1 bis 2 Jahren zeigten; zieht man jedoch den Temperaturgang der letzten fünf Decennien des 18. Jahrhunderts in Betracht, so *verschwindet* jeder solcher Zusammenhang und lässt



sich die 11 jährige Periode nicht aufrecht erhalten. Es lässt sich mit grosser Bestimmtheit Folgendes constatiren: *Sowohl negative, als auch positive Anomalien halten in ihrer Aufeinanderfolge sowohl innerhalb der einzelnen Gruppen, als auch in ihrem wechselseitigen (intermittirenden) Auftreten in den verschiedenen Gruppen-Perioden ein, welche ein Vielfaches von drei bilden, und zwar ist die Wiederkehr von Anomalien (positiver oder negativer), welche den Betrag der mittleren Veränderlichkeit der Temperatur für die einzelnen Gruppen mehr oder minder übersteigen, abwechselnd die zweite oder dritte Potenz von drei, während die geringeren Anomalien innerhalb dieser Perioden in Zeitabschnitten von 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 u. s. w. Jahren folgen*<sup>1)</sup>. Um Missverständnissen vorzubeugen muss ich gleich hier bemerken, dass, wenn gleich in der Hauptsache diese Periode den Charakter eines Gesetzes hat, selbstverständlich innerhalb der Aufeinanderfolge geringere Anomalien stattfinden (die aber nur in einer durch die Primzahlen und deren Vielfache ausgedrückten Periode Platz greifen). Die Tragweite dieser gesetzmässigen Aufeinanderfolge wird um so grösser, wenn, wie nachgewiesen wird, die *Eisverhältnisse im arktischen Polarmeere derselben Periodicität unterliegen; dieselbe Periodicität, dieselbe Aufeinanderfolge hat auch bei den Nordlichtern und der Dauer der Eisbedeckung der Flüsse statt.*"

Hinsichtlich der Tabellen müssen wir auf Chavanne's Originalarbeit verweisen. Wir entheben denselben:

Fünfjährige Mittel der Temperatur-Abweichungen vom Mittel für die oben angeführten Stationengruppen.

WINTER.					SOMMER.										
1802	-1,7°	1820	-0,4°	1838	-0,5°	1856	+0,3°	1802	-0,3°	1820	-0,2°	1838	0,0°	1856	0,0°
3	-2,4	21	+0,4	39	-0,8	57	+0,3	3	-0,5	21	+0,1	39	+0,3	57	-0,1
4	-2,6	22	+0,3	1840	-0,6	58	+0,5	4	-0,5	22	+0,5	1840	+0,6	58	-0,1
5	-2,5	23	+0,5	41	+0,2	59	+0,2	5	-0,3	23	+0,3	41	+0,6	59	+0,1
6	-1,5	24	+0,7	42	-0,3	1860	+0,2	6	-0,1	24	+0,9	42	+0,5	1860	-0,2
7	-1,8	25	+0,6	43	-0,4	61	-0,2	7	0,0	25	+0,9	43	+0,5	61	-0,4
8	-1,4	26	+0,5	44	-0,1	62	-0,6	8	-0,1	26	+1,0	44	+0,5	62	-0,3
9	-1,4	27	+0,2	45	-0,1	63	-0,6	9	-0,3	27	+0,9	45	+0,6	63	-0,4
1810	-1,5	28	+0,3	46	-0,5	64	-0,8	1810	-0,5	28	+0,6	46	+0,4	64	-0,7
11	-2,0	29	0,0	47	-0,6	65	-1,0	11	-0,3	29	+0,5	47	+0,3	65	-0,4
12	-1,6	1830	+0,3	48	-0,5	66	-0,7	12	-0,2	1830	-0,5	48	+0,1	66	-0,3
13	-1,8	31	+0,7	49	-0,3	67	-0,8	13	+0,5	31	-0,7	49	+0,1	67	-0,4
14	-1,8	32	+0,4	1850	-0,3	68	-0,8	14	+0,6	32	-1,1	1850	+0,2	68	-0,2
15	-1,9	33	+0,5	51	-0,2	69	-1,0	15	+0,6	33	-1,1	51	+0,1	69	+0,2
16	-2,1	34	+0,4	52	+0,3	1870	-0,3	16	+0,6	34	-1,4	52	+0,3	1870	+0,2
17	-1,3	35	-0,2	53	+0,6	71	+0,2	17	0,0	35	-0,7	53	+0,3	71	+0,3
18	-1,5	36	-0,8	54	+0,5	72	0,0	18	-0,3	36	-0,6	54	+0,1	72	+0,2
19	-1,5	37	-0,2	55	+0,3			19	-0,5	37	-0,3	55	+0,2		

1) „Nach dieser constatirten Erscheinung erklärt sich auch die Verspätung des Eintritts von Maximum und Minimum der Temperatur im Vergleiche zu den Sonnenflecken, die letzteren sind eben durch 9 oder 12 Jahre getrennt" (Chavanne).



Sechsjährige Mittel<sup>1)</sup> der Abweichung der eisfreien Zeit der Flüsse vom Mittel, für: Dwina (1734—1853), Ob und Jenisei (1752—1853), Lena (1815—1853), Angara (1725—1853), St. Lorenzostrom (1815—1868).

1727—30	— 5 Tage	1763—66	— 6 Tage	1799—1802	— 4 Tage	1835—38	+ 3 Tage
1730—33	+ 2 "	66—69	— 7 "	1802—	5 — 4 "	38—41	+ 5 "
33—36	+ 5 "	69—72	— 6 "		5 — 8 — 5 "	1841—44	+ 3 "
36—39	+ 4 "	1772—75	— 3 "		8 — 11 — 5 "	44—47	+ 3 "
39—42	— 1 "	75—78	— 2 "	1811—	14 — 1 "	47—50	+ 1 "
1742—45	0 "	78—81	0 "		14— 17 + 2 "	1850—53	+ 1 "
45—48	+ 1 "	1781—84	— 1 "		17— 20 + 2 "	53—56	+ 8 "
48—51	— 2 "	84—87	— 5 "	1820—	23 + 1 "	56—59	+ 6 "
1751—54	— 1 "	87—90	— 4 "		23— 26 — 1 "	59—62	— 3 "
54—57	— 3 "	1790—93	— 5 "		26— 29 — 5 "	1862—65	— 5 "
57—60	— 9 "	93—96	— 3 "		29— 32 — 2 "	65—68	— 3 "
1760—63	— 8 "	96—99	— 1 "	1832—	35 + 2 "		

Chavanne gibt folgende Zusammenstellung:

Maxima der positiven Temperatur-Anomalien	Minima der Nordlicht-zahlen.	Günstige Eisverhältnisse		Maxima der negativen Temperatur-Anomalien.	Maxima der Nordlicht-zahlen.	Ungünstige Eisverhältnisse	
		im Grönländischen Meere.	in der Baffins-Bai.			im Grönländischen Meere.	in der Baffins-Bai.
	1733 (1738)				1730, 32 1741	1741	
	1745	1745					
	1751	1751				1759	
	1756—58	1754, 56			1762	1762	
	1764—66	1765, 66				1771	
	1770	1769			1774		
	1775—77	1775					
	1780—81	1780					
	1784				1785, 86	1786	
	1793—99						
	1805	1804 u. 6					
	1804—14	1813					1821, 24
	1820—23	1822, 23	1819, 20, 23, 29		1830		1830 (34)
	1832—35	1837	1832, 33, 38	1844	1839, 42		1842
1847	1847		1847				1845
1850	1850		1850, 52	1849	1848		1848, 49
1856 (60)	1855—56	1855		1854			1853 bis 55
1862, 65, 71	1868	1867—68, 71	1867, 71	1859			1857, 60
				1863		1864	1863
				1869		1873	1866

Wenn wir nach den Tabellen und graphischen Darstellungen die von Chavanne gegebenen Werthe zusammenstellen, dann erhalten wir für die Maxima und Minima:

<sup>1)</sup> Hier mussten sechsjährige Mittel genommen werden, da Chavanne nur dreijährige Summen veröffentlichte.



Abweichungen der Wintertemperaturen vom normalen Mittel.

	MAXIMA.								MINIMA.									
Mittel-Europa.....	1807	16	24	33	42	52	58	67	—	1804	12	20	31	38	46	55	62	70
Nord-Europa.....	1807	16	24	32	<u>42</u> <sup>1)</sup>	52	58	64	—	1804	<u>11</u>	19	28	37	47	55	61	70
Golfstrom-Gebiet.....	—		27		<u>45</u>	52	58	64	70	—	—	—	—	37	49	55	61	<u>67</u> *
Nord-Amerik. Ostküste..	—	12*19*	30*	<u>40*46*</u>	55	—	—	—	—	—	16*	22	34*	—	46	55		
Nord-Amerik. Seengebiet.	—	—	26	34	<u>40*46*</u>	—	—	—	—	—	—	22	31	37	<u>43*50*</u>			
Südliches Sibirien.....	—	—	25	37	<u>43</u>	—	—	—	—	—	—	34*	40	<u>46</u>				
Asiatischer Kältepol.....	—	—	—	31	<u>40</u>	53	—	—	—	—	—	<u>28</u>	37	<u>46</u>				
West-Grönland.....	—	—	—	—	<u>45</u>	55	61	—	74	—	—	—	—	<u>49</u>	57	<u>65*</u>		
Westküste Nord-Amerikas	—	—	—	—	<u>40*46*</u>	54	<u>61</u>	—	—	—	—	—	—	36	<u>43*50*</u>	58	<u>66*</u>	
West-Sibirien.....	—	—	—	—	43	52	58	—	—	—	—	—	—	39	46	56	62	
Mittel	1807	16	25	33	43	52	59	65	72	1804	13	21	32	38	47	56	63	69.

Stossen wir die mit \* bezeichneten Extreme aus, so erhalten wir die Mittel:

1807	16	25	33	43	52	59	65	72	1804	12	21	30	38	47	56	62	70
------	----	----	----	----	----	----	----	----	------	----	----	----	----	----	----	----	----

Es waren

Sonnenflecken-	(Maxima	1804	16			60	70	1804	16	30	37	48	60	71
	(Minima	1811		23	34	43	67	—	11	23	34	56		

Nach dieser Zusammenstellung würden die Winter mit höherer Temperatur etwas im Uebergewicht sein zur Zeit der Sonnenflecken-Minima, die Winter mit niedriger Temperatur dagegen würden etwas mehr zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima eintreffen, was mit Köppen's Untersuchungen übereinstimmen würde.

Da wir nach Chavanne erhalten:

Wärmere Winter.

1807	16	25	32	43	52	69	65	72
------	----	----	----	----	----	----	----	----

Kältere Winter.

1804	12	21	30	38	47	56	62	70
------	----	----	----	----	----	----	----	----

so betragen die Zwischenzeiten

9	9	7	11	9	7	6	7
---	---	---	----	---	---	---	---

im Mittel

8,1 Jahre.

8	9	11	6	9	9	4	8	Jahre
---	---	----	---	---	---	---	---	-------

im Mittel

8,3 Jahre.

Den kältern Wintern	1804	12	21	30	38	47	56	62	70	
folgten wärmere Winter	1807	16	25	32	43	52	59	65	72,	
also nach Jahren		3	4	4	2	5	5	3	3	2
		im Mittel nach 3,4 Jahren <sup>2)</sup> .								

1) Besonders hervortretende Maxima oder Minima sind unterstrichen.

2) Nervander in Helsingfors hatte 1842 an Kupfer und Lenz die Mittheilung gemacht, dass er in dem Auf- u. Zugehen der Newa und anderer Russischer Flüsse eine Periode entdeckt habe, die beinahe 7 Jahre (2 x 3,4 Jahre (?)) umfasse (Pogg. Ann. B. 68. S. 190).



Diese Perioden stimmen nicht mit den Sonnenflecken-Perioden; sie stimmen aber auch insofern nicht überein, als in den einzelnen Gruppen sich warme Winter mit kalten vertauschen, ohne dass eine bestimmte Gesetzmässigkeit sich zeigt.

*Eisfreie Zeit* hatte die Dwina bei Archangelsk

Max.	<u>1743</u>	54	65	71	80	89	95	<u>1801</u>	7	25	32
Min.	<u>1737</u>	48	60	68	77	86	92	99	?	<u>1810</u>	21 28.

Von diesen Jahren fallen 9 (4 der Maxima und 5 der Minima) nahe den Epochen der Sonnenflecken-Minima; und 9 (5 der Minima und 4 der Maxima) nahe den Sonnenflecken-Maxima, während 3 sich neutral verhalten. In Bezug auf eine Beziehung zu den Sonnenflecken ergäbe sich somit wieder kein bestimmtes Resultat.

Setzt man für die Zeit von 1807 bis 1825 eine Doppelperiode, so erhalten die von Chavanne bestimmten Perioden für die Eisfreie Zeit der Dwina eine Länge von 8,1 Jahren aus den Maximas bestimmt, von 9,4 Jahren, wenn aus den Minimas bestimmt. Würde aber, der kurzen Perioden um 1800 halber, für die Reihe der Maxima eines der schwachen ausfallen, so bekäme man die Periodenlängen zu 8,9 Jahren oder schiebt man in der Minima-Reihe eine Periode ein, so erhält man statt 9,4 8,6 Jahre. Diese Zahlen geben immerhin noch erhebliche Differenzen für die Länge einer mittleren Periode. Diese nähert sich indessen auffallend der oben aus den Wintertemperaturen bestimmten.

Für die *Nordlichter* bestimmt Chavanne die

Maxima	<u>1729</u>	41	47	53	62	73	87	<u>1802</u>	15	30	40	50	63
Differenzen		12	6	6	9	11	14	15	13	15	10	10	13
Minima	<u>1733</u>	44	50	56	68	78	98	<u>1810</u>	20	34	43	57	67
Differenzen		11	6	6	12	10	10	12	10	14	9	14	10

Aus beiden Reihen ergeben sich die mittleren Längen von 11,17 Jahren, welche genau mit den von Wolf für die Sonnenflecken und vom Verfasser für die Polarlichter gefundenen übereinstimmen.

Untersuchen wir die von uns berechneten fünfjährigen Mittel, so können wir etwa folgende Epochen der Wechsel in den Temperaturen und der eisfreien Zeit der Flüsse — bei letzteren namentlich bestimmt — herausheben:



Sonnenflecken.		Temperaturen. Abweichungen vom Mittel.				Eisfreie Zeit der Flüsse.		Sonnenflecken.	
		Winter.		Sommer.					
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1804			1804		1802	1734	1728	1727	
	1811	1809		1808	1810	1743	1740	1739	1734
				1814			1749	1750	1745
1816			1815		1819	1752	1758	1761	1755
	1823	1824				1764	1767	1770	1766
			4829	1826		1779	1778	1778	
1830		1832			1834	1788	1785	1788	1785
	1834						1791		
1837			1837			1797			1798
	1843	1841		1840			1806	1804	
1848			1848		1849	1818	1827	1816	
	1856	1854		1854		1839	1848	1830	
1860			1865		1864	1854	1848	1837	
	1867		1868				1863	1848	1856
1871		1871		1870				1860	1867.

Diese Tabelle ergibt:

Warme Winter: 5 mal nahe den Sonnenflecken-Minima,  
1 „ (1871) nahe den „ Maxima.

Kalte Winter: 6 mal nahe den Sonnenflecken-Maxima,  
1 „ „ „ „ Minima.

Mittlere Periodenlänge: 11,2 Jahre.

Diese Resultate entsprechen nicht der Ansicht von Chavanne; unterstützen aber sehr die Arbeiten Köppens.

Die *warmen* und *kalten Sommer* verhalten sich indifferent gegenüber den Sonnenflecken-Perioden, da sie meistens wechselnd mit mittleren Fleckenständen zusammenfallen; in vereinzelt Fällen das gleiche, in andern das entgegengesetzte Resultat ergebend, wie die Temperaturen der Winter.

Die eisfreie Zeit nordischer Flüsse ergibt:

Maxima: 6 mal zur Zeit der Flecken-Minima,  
6 „ „ „ „ „ Maxima.

Minima: 6 mal zur Zeit der Flecken-Maxima,  
3 „ „ „ „ „ Minima,  
2 „ Neutralität.



Im Ganzen stimmen diese letzteren Resultate Köppen zu und gegen Chavanne. Leider besitzen wir nicht alle Beobachtungsreihen die Chavanne benützte, sondern nur dessen dreijährige Mittel, um nach unserer gewohnten Weise zu rechnen. Trotz der überwiegenden Uebereinstimmung mit den Fleckenperioden ergäben die Reihen der 5 jährigen Mittel Perioden von über 13 Jahren, wobei möglicherweise durch die Art zu rechnen einige Maxima und Minima vermischt sind.

*Hauptminima* traten ein um 1760 und 1810, also 50 Jahre aus einander; *Hauptmaxima* um 1734, 1780, 1839, im Mittel 52,5 Jahr aus einander. Letztere Hauptepochen fallen auffallend nahe zusammen mit den Hauptminima und Hauptmaxima der Sonnenflecken und Polarlichter.

Nach Draper (s. *Zeitschr. f. Meteorol.* v. Jelinek u. Haun, B. 9) war der Hudson mit Eis bedeckt:

Jahr.	Tage.	5 jährige Mittel.	Jahr.	Tage.	5 jährige Mittel.	Jahr.	Tage.	5 jährige Mittel.
1817—18	108	—	1834—35	100	98	1851—52	105	85
18—19	110	—	35—36	125	101	52—53	91	91
19—20	102	107	36—37	111	109	53—54	85	100
1820—21	123	103	37—38	94	102	54—55	108	98
21—22	92	97	38—39	116	99	55—56	111	96
22—23	90	89	39—40	65	88	56—57	93	96
23—24	78	79	1840—41	109	95	57—58	82	91
24—25	60	78	41—42	47	90	58—59	85	85
25—26	75	75	42—43	136	92	59—60	85	86
26—27	86	79	43—44	95	90	1860—61	80	92
27—28	75	80	44—45	74	103	61—62	100	91
28—29	100	81	45—46	100	94	62—63	109	93
29—30	63	86	46—47	111	91	63—64	82	95
1830—31	82	87	47—48	89	91	64—65	94	96
31—32	111	82	48—49	82	85	65—66	90	—
32—33	80	89	49—50	73	84	66—67	103	—
33—34	73	98	1850—51	69	84			

Diese Tabelle gibt für die Anzahl der Tage mit Eisbedeckung:

Maxima um 1819 (1830) 1836 1845 1853 1861  
 Minima 1824 1841 1849 1859,

während die Sonnenflecken hatten:

Maxima 1816 1830 1837 1848 1860  
 Minima 1823 1834 1844 1856.

Es fallen somit die Maxima und Minima des Eisbedeckung des Hudsonflusses bald nahe mit den Fleckenmaxima zusammen — die Maxima 4 mal, 2 mal nicht, die Minima nur einmal — bald wechseln sie; indessen scheint sich die Tendenz



geltend zu machen, wenn man aus einer Reihe schliessen darf, dass den Fleckenmaxima Winter mit anhaltenderer Kälte nachfolgen. Der fleckenreichen Zeit um 1837 entsprechen längere Eisbedeckungen.

Die Donau war (nach *Uebers. d. Witter. in Oestreich*) zwischen den Flüssen Sereth und Pruth von 1838—1840 an 166, von 1841—43 an 168, von 1844—46 an 70, von 1847—49 an 138, von 1850—52 an 92, von 1853—55 an 25, von 1856—58 an 131, von 1859—62 an 167 Tagen mit Eis bedeckt. Hierbei fallen die Maxima der Eisbedeckung auf 1840, 1849 und 1858, also nahe den Sonnenflecken-Maxima, die Minima der Eisbedeckung auf 1845, 1854, also nahe den Fleckenminimas.

Fügen wir noch das Wenige an, was wir über *Treibeisbeobachtungen* in den Oceanen zur Verfügung haben.

Während im vorigen Jahrhundert —44° 10' die geringste bekannt gewordene Breite war, in welcher 44° 25' O. Gr. von dem Munitionsschiffe „*Guardian*“ Treibeis gesehen wurde und während solches selten unter —42° wahrgenommen worden sein soll, begegneten zum Schlusse des Jahrhunderts, 1789, die holländischen Kriegsschiffe „*Merkur*“ und „*Schwalbe*“ dem Eise noch in —38° 45' und das Schiff „*Thetis*“ in —37° 22' (in nahe 40° O. Gr.).

1816 war in Folge des Treibeises in Pennsylvanien und Massachusetts der Mais nicht zur Reife gekommen. 1816, 1817 und 1818 war Treibeis im atlantischen Ocean häufig in niederen Breiten.

1817 war dagegen der nördliche Theil dieses Oceans sehr eisfrei. Kapitän Ocken, Brigg „*Eleonore*“, erreichte unter +72° die grönländische Ostküste und erst in +80° Eis. William Scoresby fand die Insel Jan Mayen (+74°) 1817 sehr eisfrei. Nach Arago (*Sämmtliche Werke* B. 9) gelangte 1817 das Schiff „*Neptun*“, von Aberdeen bis +83° 20' bei Spitzbergen, ohne auf Eis zu stossen.

1818 am 19. Januar traf die Brigg „*Ann de Poole*“ bei Newfoundland Eis; die Brigg „*Funchal*“ war am 17. Januar in +47½° auf solches gestossen. Am 2. April sah Parry Eis in +44½° des atlantischen Oceans. Ende März sah die Kriegsschaluppe „*The Fly*“ solches in +42°. Im Juli trieb das Eis auf der Höhe von Cuba und im October nach Beaufort, unter +46½°.

1822, Mai 22, beobachtete Couthouy Eis in +42° 10' und 44° 50' W. Gr., mitten im Golfstrom und dann bei der Newfoundlandbank.

1828, April 2, Eis in —35° 50' und 18° 15' O. Gr. von den Schiffen „*Harmonie*“ (französische Flagge) und „*Constancia*“ (spanische Flagge) und ferner im April von dem Schiffe „*Eliza*“ in —37° 31' u. 18° 17' östl. Gr. beobachtet.

1829, April, in —39° 13' u. 48° 46' O. Gr. von dem ostindischen Compagnieschiffe „*Farquharson*“ gesehen.



1831, Aug. 17, in + 36° 10' u. 39° W. Gr. von Couthouy;  
 1834, März, in — 37° u. 49° 50' W. Gr. von H. M. S. „Pylades“;  
 1841, März, von Couthouy in — 53° 10' u. 104° 50' W. Gr. beobachtet.  
 (Bis hierher meist nach *Arago's sämmtl. Werken* B. 9).

1846 trieb im Atlantic im Frühling und Sommer das Eis sehr weit südlich;  
 die Brigg „*La Concorde*“ traf sehr hohe und grosse Massen in + 43° 30'.

1862 bewirkten im Juni die im Atlantic treibenden Eismassen eine bedeutende  
 Abkühlung in Europa (Heis, *Wochenschrift* 1862).

Die Dampfer der *Norddeutschen Lloyd* trafen von 1860—1867 während 374  
 Fahrten zwischen dem Kanale und New-York 64 mal auf Eis, meistens im März,  
 Mai und Juli und in den Jahren 1863 u. 64; am seltensten 1861 u. 67 (*Gaea* B. 7).

W. von Freeden (*Mittheil. aus der Norddeutschen Seewarte*, Heft IV, 1872)  
 gibt folgende Zusammenstellung:

Eis wurde gesehen														Summe.	Länge w. Green.	Anzahl der Schiffe. Reisen.	
in den Monaten		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
1860	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	3	47°—51°	4	30
61	—	—	—	—	4	3	1	2	—	1	—	—	—	11	45—53	4	30
62	4	—	9	1	—	3	1	—	—	1	1	—	—	20	42—59	4	42
63	2	3	2	3	—	2	—	2	—	—	—	—	—	14	45—59	5	41
64	2	1	1	—	4	3	3	1	—	—	—	—	—	15	46—55	5	41
65	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	42—53	6	47
66	—	—	—	—	1	1	3	—	—	—	—	—	—	5	37—58	6	72
67	2	—	4	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	9	51—62	8	61
68	2	3	3	2	6	14	8	4	5	2	4	—	—	53	37—56	10	95
69	3	6	—	2	5	2	1	1	—	—	—	—	—	20	46—58	11	109

Eisfreie Polynien im Sibirischen Eismeere fanden Leontjew 1764, Hederström 1810, Pschenitzyn 1811 auf verschiedenen Punkten. Nach von Kuhn war dieses Meer wieder stark eisfrei im Jahre 1871.

Diese, wenn auch sehr unvollständige Zusammenstellung ergibt, dass die Treibeismassen durchweg häufiger zur Zeit der Fleckenmaxima oder kurz nachher, so 1789, 1816—18, 1828, 29, 1831, 1862—64, 1868, 69 in niederen Breiten zu treffen sind, als zur Zeit der Fleckenminima, wie 1822, 1834, 1846. Letztere Jahre hatten warme Frühjahre.

Nach Köppen waren in höhern nördlichen Breiten in den Jahren 1789, 1816, 17, 29, 62, 63, 68 die Temperaturen unter dem Mittel;  
 in den Jahren 1764, 1811, 18, 22, 28, 31, 34, 46, 64, 69 über dem Mittel <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Nach Köppen war auch 1777 die Temperatur in höhern Breiten weit unter dem Mittel geblieben, als schon im Juni und Juli das holländische Schiff „*Wilhelmina*“, mit 4 andern Schiffen an der gewöhnlichen Walfischstation (+ 78° bis 80°) einfroren, wodurch, nachdem am 20. Aug. 2 Schiffe, am 7. Sept. 1 Schiff, am 14. Sept. die „*Wilhelmina*“, am 11. Oct. (in + 64°) das letzte Schiff vom Eise zerdrückt wurde, 300 bis 400 Seeleute dem Treibeise preisgegeben waren. Von diesen retteten sich etwa 140 nach den dänischen Colonien Westgrönlands.



Für Island war, nach Thorlacius, die Temperatur von 1846 bis 1859 mit Ausnahme von 1848 über, nach 1859 bis 1870 und namentlich 1866 unter dem Mittel.

Nach Chavanne's Zusammenstellungen aus hohen Breiten wären allerdings alle Winter, mit Ausnahme von jenem von 1822 kälter, als das Mittel gewesen, wogegen die Sommer wärmer als im Mittel waren in den Jahren 1822, 28, 1829, 46 u. 64.

Dass indessen die Temperaturen nicht allein massgebend sein können ist an und für sich klar. Nach Lyell kommen alle 4—5 Jahre ungeheure Eisblöcke von Grönland (richtiger von den die grönländische Küste entlang herabtreibenden Eismassen) gegen die Küste von Island, wodurch die Ernte zu Grunde geht, da die durch das Abschmelzen des Eises entstehenden Nebel alles Reifen verhindern.

Dieser von Lyell angegebene Wechsel in der Eistriefft erinnert sehr an die von Zollinger für den Indischen Archipel gemuthmasste Periode geringerer und häufigerer Niederschläge, welcher entsprechend auch die Gewitter mehr oder minder zahlreich auftreten. Logan hatte für die gleichen Gegenden, wenn auch aus kürzeren Beobachtungen auf eine Periode von 5 bis 6 Jahren geschlossen.

Im Indischen Archipel waren *trockene Jahre*

1816, 1821—22, 1828, 1833, 1838, 1842—43, 1846.

Diese Zahlen erinnern gewiss sehr an die oben angeführten Jahre mit nach niederen Breiten vorgeschobenen grossen Eismassen (s. Zollinger, in *Vierteljahresschrift d. naturf. Gesellschaft in Zürich*, 1854, B. III; Logan: „*Sketch of the physic. Geogr. a. Geology on the Malay peninsula*“, in *Journ. of the Ind. Archip.* 1848).

Schliesslich darf nicht vergessen werden, welchen grossen Einfluss die herrschenden Winde auf die Eisverhältnisse der Meere ausüben. Sollen bestimmte Resultate für die hier in Betracht gezogenen Erscheinungen über ihr periodisches oder nichtperiodisches Verhalten erzielt werden, dann müssen weit umfassendere Beobachtungen der ganzen meteorologischen Verhältnisse der hohen Breiten vorhanden sein, als dies bis jetzt der Fall ist.



# LUFTDRUCK.

Auf die Möglichkeit des Zusammenhanges zwischen dem Wechsel der Häufigkeit der Sonnenflecken und den *Veränderungen des Luftdruckes der Erdatmosphäre* machte Wolf im Jahre 1863 (in *Mittheilungen über die Sonnenflecken*, N<sup>o</sup>. XV, S. 141) aufmerksam. Er bemerkte:

„Es hat mich lebhaft frappirt im *Annuaire de Bruxelles* 1863 (p. 191—192) folgende von dem sel. Kreil zusammengestellten Angaben über den *Ueberschuss des mittleren Barometerstandes im Juli über den im Juni* zu finden.

Er betrug in

	Wien.	Mailand.	Prag.	Kremsmünster.
1770—1779	+0 <sup>m</sup> ,24	+0 <sup>m</sup> ,41	—	—
1780—1789	+0,25	+0,07	—	—
1790—1799	—0,19	—0,16	—	—
1800—1809	—0,48	—0,43	—0 <sup>m</sup> ,62	—
1810—1819	—0,07	—0,15	—0,18	—
1820—1829	+0,13	+0,23	—0,08	+0 <sup>m</sup> ,28
1830—1839	+3,34	+0,13	+0,43	+0,43
1840—1849	+0,16	+0,12	+0,18	+0,28
1850—1859	+0,11	0,00	+0,02	—0,04

und Kreil schloss daraus, es zeige sich in diesen Ueberschüssen eine 60 jährige Welle, — hätte aber gewiss auch nichts gegen eine 56 jährige Welle. Es ist nämlich merkwürdig, dass die in diesen Zahlen so klar hervortretenden beiden Maxima und das Minimum grade auf die beiden Hauptmaxima und das Hauptminimum der Sonnenflecken fallen, auf welche die grosse Sonnenflecken-Periode von circa 56 Jahren gebaut wurde“.

Schon vor etwa 30 Jahren kam Lamont in München zu der Ansicht, dass die tägliche Variation des Erdmagnetismus durch das electriche Verhalten der Sonne gegenüber der Erde sich erklären lasse. Später wurde er durch die täglichen Oscillationen des Barometerstandes zu dem Ausspruche bewogen: „*Ich habe die Ueberzeugung, dass die Ebbe und Fluth der Atmosphäre durch die Anziehung oder eine der Anziehung analoge Kraft der Sonne hervor gebracht wird*“ (s. *Annal. d. München. Sternwarte*, Supplementb. III, 1859).



1859 sucht dann Lamont, in einem Briefe an Quetelet, noch nachzuweisen, dass der in der Formel der Barometerstands-Aenderung nothwendige Coëfficient des Ebbe- und Fluthgliedes, wie die Meeresfluth, gegen die Pole hin abnehme. Lamont verfolgte diese Hypothese der electricischen Einwirkung der Sonne später weiter, wie beispielsweise die *Wochenberichte der Münchener Sternwarte* (für 1865 No. 13, für 1866 N<sup>o</sup>. 28) darthun.

Carl Hornstein, Director der k. k. Sternwarte in Prag bemerkt (in *Sitzungsber. d. mathem.-naturwissensch. Classe*, B. LXV, S. 391): „Es scheint mir, dass der Beweis dafür hergestellt sei, dass das Ebbe- und Fluthglied wirklich der Electricität der Sonne seinen Ursprung verdankt, wenn eine innige Beziehung zwischen den täglichen oder anderen Schwankungen des Luftdruckes und den Perioden der Sonnenflecken und Nordlichter als Thatsache nachgewiesen werden kann.“

Unter Benützung der Wolf'schen Sonnenflecken-Relativzahlen und der Loomis'schen Nordlichter-Tabellen entwickelt Hornstein Formeln und bestimmt die grosse Periode, welche er als die Hauptperiode ansehen mögte, während die Wolf'schen 11jährigen Perioden nur bei einzelnen Erscheinungen sich geltend machen, bei andern aber ziemlich zurücktreten, bei den

$$\begin{array}{ll} \text{Sonnenflecken zu } T = 74,5 \text{ Jahre und die} \\ \text{Zahl der „ „ } 37,3 + 17,5 \sin (y + 279^\circ), \\ \text{Nordlichtern zu } T = 65\frac{2}{3} \text{ Jahre und die} \\ \text{Zahl der „ „ } 29,0 + 24,6 \sin (y + 215^\circ). \end{array}$$

In beiden Formeln ist  $y = 0$  für das Jahr 1740<sup>1)</sup>.

Für beide Erscheinungen setzt Hornstein die Länge der grossen Periode zu (rund) 70 Jahren und ändert die Formeln

$$\begin{array}{l} \text{für die Zahl der Polarlichter: } 27,8 + 24,1 \sin (y + 250^\circ) \\ \text{„ „ „ „ Sonnenflecken: } 39,1 + 17,2 \sin (y + 250^\circ). \end{array}$$

Diese Formeln geben folgende Werthe:

Jahr.	Nordlichter.	Sonnenflecken.	Jahr.	Nordlichter.	Sonnenflecken.	Jahr.	Nordlichter.	Sonnenflecken.
1740	5	23	1790	41	48	1840	45	51
50	7	24	1800	20	34	50	52	56
60	25	37	10	5	23	60	41	48
70	45	51	20	7	24	70	20	34
80	52	56	30	25	37	80	5	23

<sup>1)</sup> Wir wollen hier bemerken, dass wir uns mit den *Hornsteinschen Formeln* nicht ganz einverstanden erklären können, da sie auf Hauptmaxima zu Anfang des 18. Jahrhunderts führen, was bei den Sonnenflecken nicht, bei den Nordlichtern aber noch weniger der Fall war. Um einen Anschluss an die Wirklichkeit zu erzielen, müssen die Constanten geändert werden.



Die Bestimmung der Werthe des Coëfficienten des Ebbe- und Fluthgliedes für Prag, München und Oxford aus stündlichen Beobachtungen des Barometerstandes ergab für:

Jahr.	Prag.	München.	Jahr.	Prag.	München.	Oxford.
	Pariser Linien.	Pariser Linien.		Pariser Linien.	Pariser Linien.	Englische Linien.
1841	—	0",115	1857	0",118	0",102	—
42	0",117	0,118	58	0,113	0,103	0",129
43	0,122	0,117	69	0,110	0,109	—
44	0,107	0,111	1860	0,102	0,098	0,121
45	0,122	0,121	61	0,108	0,106	0,133
46	0,108	0,118	62	0,094	0,098	0,112
47	0,109	—	63	0,080	0,105	0,123
48	0,103	0,105	64	0,088	0,103	0,117
49	0,085	0,102	65	0,100	0,102	0,118
1850	0,092	0,125	66	0,094	0,085	0,123
51	0,097	0,114	67	0,087	—	0,118
52	0,113	0,111	68	0,098	—	0,139
53	0,100	0,097	69	0,105	—	—
54	0,112	0,115	1870	0,104	—	—
55	0,111	0,095	71	0,085	—	—
56	0,111	0,099				

Nach Aufstellung der Formeln:

$$\text{für Prag } k = 0",097 + 0",012 \sin(y + 250^\circ),$$

$$\text{für München } k = 0,093 + 0,018 \sin(y + 250^\circ), \text{ wobei } k = \text{Werth}$$

des Coëfficienten des Ebbe- und Fluthgliedes, ergibt sich:

*Die aus den stündlichen Barometerbeobachtungen seit 1841 von Jahr zu Jahr sich ergebenden Werthe des Coëfficienten  $k$  des atmosphärischen Ebbe- und Fluthgliedes für Prag und für München werden sehr befriedigend dargestellt durch die Voraussetzung, dass  $k$  die längere (70 jährige) Periode mit den Polarlichtern und Sonnenflecken gemein hat und gleichzeitig mit diesen Erscheinungen sein Maximum und Minimum erreicht.*

Aehnlich wie bei diesen täglichen Schwankungen zeigt sich auch in den jährlichen Schwankungen des Barometerstandes das Gesetz des parallelen Ganges der drei Erscheinungen aus den weit längeren Beobachtungsreihen von Prag, Mailand, Wien und München, wobei bis 1763 zurückgegangen werden konnte.

Die jährlichen Schwankungen des Barometerstandes lassen sich darstellen durch die Formeln:

$$\text{für Prag } 17",78 + 0",86 \sin(y + 250^\circ),$$

$$\text{„ Mailand } 15,88 + 0,48 \sin(y + 250^\circ),$$

$$\text{„ Wien } 16,39 + 1,01 \sin(y + 250^\circ),$$

$$\text{„ München } 15,29 + 1,67 \sin(y + 250^\circ).$$



Der Vergleich des graphischen Auftrages, zeigt hier, wie bei den täglichen Schwankungen, dass es erlaubt ist, den Satz aufzustellen:

*Die aus den Beobachtungen seit 1763 erhaltenen Werthe der jährlichen Schwankung des Barometerstandes in Prag, Mailand, Wien und München werden sehr befriedigend dargestellt durch die Voraussetzung, dass die jährliche Schwankung des Luftdruckes die längere (70jährige) Periode mit den Nordlichtern und Sonnenflecken gemein hat und gleichzeitig mit diesen Erscheinungen ihr Maximum oder Minimum erreicht (Hornstein).*

Die jährliche Schwankung des Barometerstandes betrug (in Pariser Linien):

Jahr.	Mailand.	Wien.	Jahr.	Prag.	Mailand.	Wien.	München.	Jahr.	Prag.	Mailand.	Wien.	München.
1763	14 <sup>''</sup> ,7	—	1800	14 <sup>''</sup> ,85	14 <sup>''</sup> ,8	15 <sup>''</sup> ,25	—	1837	17 <sup>''</sup> ,83	17 <sup>''</sup> ,42	17 <sup>''</sup> ,45	16 <sup>''</sup> ,2
64	14,0	—	1	14,27	17,5	14,14	—	38	18,02	20,25	16,91	—
65	12,2	—	2	17,18	16,4	16,54	—	39	15,74	16,28	13,89	—
66	13,2	—	3	15,60	14,5	14,39	—	1840	17,92	17,19	17,13	—
67	11,6	—	4	14,84	13,8	14,60	—	41	18,04	17,34	18,68	16,6
68	18,0	—	5	19,62	21,9	19,95	—	42	16,23	14,97	14,98	15,1
69	14,5	—	6	21,71	16,7	19,55	—	43	19,79	19,95	18,88	18,6
1770	17,9	—	7	17,18	16,7	14,70	—	44	19,75	16,31	18,46	16,6
71	16,2	—	8	16,13	14,4	14,66	—	45	20,51	18,06	18,87	18,8
72	14,8	—	9	16,76	14,6	15,53	—	46	19,53	18,43	18,14	19,0
73	13,3	—	1810	16,23	14,4	14,27	—	47	17,65	16,03	15,75	16,4
74	17,2	—	11	16,96	14,0	15,11	—	48	17,93	18,01	16,18	16,0
75	14,2	16 <sup>''</sup> ,02	12	14,91	15,0	14,74	—	49	17,01	17,47	17,65	16,6
76	16,6	15,58	13	15,72	11,9	12,93	—	1850	20,81	16,18	18,73	15,7
77	17,2	15,55	14	14,50	17,2	13,25	—	51	15,63	—	14,07	13,5
78	20,5	17,92	15	16,95	14,5	13,51	—	52	20,15	—	18,38	15,2
79	17,3	18,55	16	18,50	15,4	16,24	—	53	18,17	—	17,77	16,5
1780	14,5	16,08	17	18,86	15,1	17,43	—	54	19,79	—	18,55	18,3
81	14,3	15,62	18	16,21	14,0	15,41	—	55	21,07	—	20,70	19,0
82	19,4	19,49	19	14,84	13,0	13,60	—	56	21,52	—	21,01	18,8
83	16,6	16,12	1820	18,53	16,5	15,84	—	57	17,69	—	—	17,2
84	18,2	19,09	21	25,15	19,0	22,89	—	58	19,10	—	—	16,5
85	16,6	17,23	22	16,17	14,7	14,70	—	59	18,83	—	—	17,1
86	15,5	17,11	23	20,15	19,4	16,40	—	1860	16,61	—	—	17,0
87	16,0	16,51	24	17,74	18,3	16,69	—	61	17,08	—	—	14,9
88	15,2	15,50	25	21,17	18,4	20,08	17 <sup>''</sup> ,9	62	19,17	—	—	14,6
89	15,0	18,35	26	15,42	14,7	15,86	14,0	63	18,42	—	—	15,2
1790	14,0	14,44	27	15,84	15,6	15,26	14,0	64	17,75	—	19,76	15,5
91	15,5	15,75	28	17,68	21,7	16,27	15,1	65	17,29	—	17,35	15,1
92	14,5	17,27	29	17,18	15,6	19,39	14,0	66	16,99	—	15,77	17,2
93	12,4	11,56	1830	15,69	15,7	16,74	13,9	67	18,32	—	15,95	—
94	15,3	15,02	31	15,24	14,2	12,57	13,2	68	16,82	—	16,81	—
95	14,9	14,97	32	15,18	12,3	13,25	12,0	69	19,75	—	16,89	—
96	17,6	14,70	33	19,34	13,5	17,12	15,4	1870	17,51	—	—	—
97	15,9	15,41	34	18,12	16,2	15,96	14,2	71	15,92	—	—	—
98	17,3	16,38	35	19,61	17,87	18,27	16,0					
99	15,5	14,77	36	18,10	17,63	15,01	16,3					

Ordnen wir nach Gruppen von 3 Jahren, welche je den Wendepunkten der 11 jährigen Perioden am nächsten liegen, dann erhalten wir:



## SONNENFLECKEN-MAXIMA:

	Prag.	Mailand.	Wien.	München.
1769—71	—	48 <sup>''</sup> ,6	52 <sup>'''</sup> ,02	—
1777—79	—	55,0	50,36	—
1787—89	—	46,2	58,94	—
1803—5	50 <sup>'''</sup> ,06	50,2	47,18	—
1815—17	54,31	45,0	58,70	41 <sup>'''</sup> ,1
1829—31	48,11	45,5	49,37	48,5 <sup>2)</sup>
1836—38	54,15	55,30	49,58	49,0
1847—49	52,59	51,51	—	49,0
1859—61	52,52	—	—	—
1870—72 <sup>1)</sup>	53,18	—	—	—
Mittel	52,13	49,8	52,02	46,9

## SONNENFLECKEN-MINIMA:

1765—67	—	37 <sup>'''</sup> ,0	47 <sup>'''</sup> ,15 <sup>3)</sup>	—
1774—76	—	48,0	53,43	—
1784—86	—	50,3	46,56	—
1797—99	—	47,7	44,12	—
1810—12	48 <sup>'''</sup> ,10	43,4	45,79	—
1822—24	54,06	52,4	50,53	48 <sup>'''</sup> ,9
1833—35	54,94	52,92	52,32	50,3
1842—44	55,77	51,24	60,26 <sup>4)</sup>	55,0
1855—57	60,28	—	48,53	—
1866—68	52,13	—	—	—
Mittel	54,21	47,9	49,85	51,4

Während die Mittel der dreijährigen Summen für Mailand und Wien etwas grösser sind zur Zeit der Fleckenmaxima, als zur Zeit der Fleckenminima, ist das Verhältniss bei Prag und München umgekehrt. In der eilfjährigen Periode tritt somit das *Hornstein'sche Gesetz* nicht bestimmt heraus, wie Hornstein selbst bemerkt, indem er die grosse Periode für die wichtigere hält.

Die graphischen Darstellungen Hornstein's zeigen in einzelnen Zeitabschnitten, wie 1778, 1805 recht frappante Uebereinstimmungen zwischen dem Gange der Barometerstände und den Sonnenflecken; in vielen Zeitabschnitten aber auch das bestimmte Gegentheil.

Für die grosse Periode ist die Uebereinstimmung des Ganges des Barometerstandes mit jenem der Sonnenflecken-Veränderlichkeit, soweit als dies aus den Beobachtungen von nur 4 Stationen geschlossen werden kann, für die Jahresperioden sehr wahrscheinlich; es bedarf aber weiterer Untersuchungen zur bestimmten Begründung. Die Länge der grossen Periode ist jedoch genauer zu bestimmen, da 76 Jahre höchstwahrscheinlich zu viel sind. Für die kleinere (11 jährige) Periode ist das Gesetz, wie selbst Hornstein bemerkt, aus den 4 Reihen nicht nachzuweisen oder abzuweisen.

1) Da 1872 fehlt, so wurde die Gruppe 1869—71 aufgenommen.  
 2) Da 1838 fehlt, so wurde die Gruppe 1835—37 aufgenommen.  
 3) Da 1774 fehlt, so wurde die Gruppe 1775—78 aufgenommen.  
 4) Da 1857 fehlt, so wurde die Gruppe 1854—57 aufgenommen.



1873 veröffentlichte Hornstein (*Sitzungsber. d. mathem. naturw. Classe d. k. Akad. zu Wien*, B. LXVII Abth. II) eine Methode um aus den täglichen Oscillationen des Barometerstandes die Rotationszeit der Sonne zu bestimmen. Er fand die synodische Rotationszeit der Sonne (nach den Prager Barometerstand-Beobachtungen von 1870) zu 25,82, die siderische zu 24,12 Tage. Broun fand aus den Tagesmitteln in Singapore (1841—1845) für die beiden Werthe 25,83 und 24,13 Tage.

Hornstein ist der Ansicht, dass der Einfluss der Sonnenrotation auf Erscheinungen auf der Erde wahrscheinlich genauere Resultate für die Rotationszeit der Sonne ergebe, als die astronomischen Beobachtungen und dass derselbe Einfluss auf den Barometerstand zu einer wichtigen Stütze für die Ansichten über das Wesen der Electricität werden könne.

Hahn (a. a. O.) kommt durch Untersuchung der Barometerbeobachtungen von Leipzig und Hohenpeissenberg zu dem ähnlichen Resultate, wie Hornstein. Die höchsten Jahresmittel fielen für Leipzig auf 1839, für Hohenpeissenberg auf 1834.

Augenblicklich stehen uns noch die mittleren Barometerstände von Bremen (nach *Beilage zu den Abhandl. des naturwissensch. Vereins zu Bremen*) und Emden (nach Prestel, *Klima Ostfrieslands*) zur Untersuchung zur Verfügung. In Folgendem stellen wir dieselben mit den 5 jährigen Summen und Differenzen gegen das allgemeine Mittel zusammen.

		BREMEN.			EMDEN.					BREMEN.			EMDEN.		
		330 par. Lin.		Abweich. vom Mittel.	330 par. Lin.		Abweich. vom Mittel.			330 par. Lin.		Abweich. vom Mittel.	330 par. Lin.		Abweich. vom Mittel.
		+	+		+	+				+	+		+	+	
1829		—	—	—	—	—	—	1850	8,41		+0,05	6,60		—0,20	
1830	7,48			—0,88	—	—	—	51	8,54		+0,18	6,92		+0,12	
31	7,60			—0,76	—	—	—	52	8,57	8,49	+0,21	6,40	6,59	—0,40	
32	9,22	8,23		+1,14	—	—	—	53	7,95		—0,41	6,20		—0,60	
33	8,55			+0,19	—	—	—	54	8,99		+0,63	6,92		+0,12	
34	8,59			+0,23	—	—	—	55	8,23		—0,13	6,71		—0,09	
35	9,41			+1,05	—	—	—	56	8,51		+0,15	6,76		—0,04	
36	8,77			+0,41	—	—	—	57	8,90	8,94	+0,54	7,60	7,22	+0,80	
37	9,05	8,94		+0,69	—	—	—	58	9,74		+1,38	7,81		+1,01	
38	8,06			—0,30	—	—	—	59	8,61		+0,25	6,85		+0,05	
39	9,01			+0,65	—	—	—	1860	7,75		—0,61	5,98		—0,82	
1840	9,04			+0,68	—	—	—	61	8,25		—0,11	7,02		+0,22	
41	8,40			+0,04	—	—	—	62	8,62	8,33	+0,26	7,36	6,95	+0,56	
42	8,90	8,66		+0,54	—	—	—	63	8,68		+0,32	7,57		+0,77	
43	8,38			+0,02	—	—	—	64	8,37		+0,01	7,65		+0,85	
44	8,56			+0,20	6,11		—0,69	65	8,40		+0,04	7,30		+0,50	
45	6,45			—1,91	5,89		—0,91	66	7,49		—0,87	6,19	6,92	—0,61	
46	5,74			—2,62	6,42	6,38	—0,42	67	8,13	8,08	—0,23	6,73		—0,07	
47	7,39	7,23		—0,97	7,16		+0,36	68	8,51		+0,15	6,74		—0,06	
48	7,94			—0,42	6,30		—0,50	69	7,76		—0,60	—		—	
49	8,65			+0,29	6,82		+0,02	1870	8,12		—0,24	—		—	
		Mittel 338,36			—					335,80			—		



Für Bremen fielen die höchsten Barometerstände in die Jahre 1832 bis 1835; erst 1858 kehrt ein sehr hoher Barometerstand wieder. Die fünfjährigen Mittel sind für die Gruppe der letzten dreissiger Jahre so hoch wie für die letzten Jahre der fünfziger Jahre; die tiefsten Zahlen fallen in die zweite Gruppe der vierziger Jahre. Wenn in den Emdener Zahlen manche Abweichungen vom Mittel vorkommen, die zu der Bremer Reihe schlecht stimmen, was bei so nahe bei einander liegenden Stationen, nicht allein durch locale Abweichungen zu erklären sein dürfte, so stimmen doch die fünfjährigen Summen gut überein und auch für Emden finden wir ein Maximum für die letzten Jahre des sechsten Jahrzehnts (1857—59). Eine Uebereinstimmung im Wechsel der mittleren Barometerstände mit jenem der Sonnenflecken zeigt sich nicht bestimmt. Zwar entsprechen hohe Barometerstände den Maxima der Sonnenflecken von 1837 und 1859; sie entsprechen aber nicht 1848 und 1870. Da aber dem secundären Maximum von 1850 bis 1852, dem auch relativ sehr hohe Polarlichterzahlen entsprechen, wie der etwas gestörten Sonnenflecken-Periode von 1863—64 hohe Barometerstände entsprechen, so sind weitere Untersuchungen in dieser Richtung, unter Zugrundelegung grösserer Beobachtungsreihen aus andern Ländern als nur aus Mittel-Europa, gerechtfertigt und nothwendig um die Richtigkeit des Hornstein'schen Gesetzes vollständig zu begründen oder zu modificiren <sup>1)</sup>.

Dies wird um so nothwendiger, als L. A. Forssman in Upsala, 1871 in seiner Abhandlung: „*Des Relations de l'aurore boréale et des perturbations magnétiques avec les phénomènes météorologiques*“ (in *Nova acta regiae societatis scientiarum Upsaliensis*, Ser. III, Vol. VIII, 1873) zu dem merkwürdigen Resultate gelangt, dass:

1) Un certain mouvement du baromètre *prédomine* dans les perturbations magnétiques d'une grande intensité et dans les aurores boréales s'étendant au-delà de la zone propre à ces phénomènes.

2) Ce mouvement est opposé dans les parties différentes du continent européen-asiatique et probablement aussi du continent américain.

3) La limite entre ces régions part d'un point situé au Nord de l'Ecosse, et se dirige au SE. vers la Mer Noire.

4) Pendant l'aurore boréale et la perturbation, le baromètre est en hausse

<sup>1)</sup> Während der Correctur dieses Bogens ersehen wir (in *Nature* B. 18, Sept. 1878), dass Fred. Chambers in Bombay aus den Barometerbeobachtungen für Bombay zu einem dem Obenstehenden entgegengesetzten Resultate gelangt, dass nämlich hohen Sonnenfleckenständen niedere Barometerstände und umgekehrt entsprechen.



ou à un maximum dans la région NE., tandis qu'il est en baisse ou à un minimum dans la partie SO.

5) Dans la région SO., le baromètre est prépondéramment en hausse ou en baisse, suivant que le composant horizontal est très-haut ou très-bas. Le contraire a probablement lieu dans la région NE.

Bestätigen weitere Untersuchungen obige von Forssman bei der Untersuchung der grossen Störungen und Nordlichtern gefundene Sätze, dann müssten sich, aller Wahrscheinlichkeit nach, die gleichen oder ähnlichen Verhältnisse bei einer etwaigen Abhängigkeit der Barometerstände von den Sonnenflecken oder bei Beziehungen beider Erscheinungen hinsichtlich des Wechsels, ebenfalls geltend machen.

Ein derartiges Gesetz für die Barometerstände müsste selbstverständlich eine Abspiegelung finden in der Veränderlichkeit der Windrichtungen.

Der Wichtigkeit halber fügen wir noch die wichtigste Tabelle Forssman's bei, welche die magnetischen Störungen der Horizontalcomponente und die Barometerstände enthält.

Stationen.	Art der horizontalen Störungen.	Periode.	Zahl der Tage mit Störungen.	Mittel der Barometerstände über (+) oder unter (--) dem Mittel.							Störungstage nach
				Tage vor			Nordlichttag.	Tage nach			
				3	2	1		1	2	3	
Upsala . . . . .	+	1842-57	22	0,0	-0,6	-0,7	-2,0	-2,8	-2,0	-2,8	Greenwich Observations.
	-	1841-54	71	-1,2	-0,7	-0,9	0,0	0,0	-0,4	0,0	
St. Petersburg	+	1842-57	22	-0,5	0,0	-0,6	-2,4	-3,7	-3,2	-3,8	"
	-	1843-57	46	-1,0	-1,4	-0,4	0,0	-0,6	-1,3	-1,6	
Makerstoun . . .	+	1843-46	48	0,0	+1,3	+2,0	+2,5	+3,1	+2,9	+4,1	Makerstoun Observ.
	-	1843-46	48	+1,5	+1,4	+1,1	+1,1	+0,4	0,0	+1,2	
Greenwich . . . .	+	1842-57	21	+2,1	0,0	0,0	+1,5	+2,7	+3,5	+5,0	Greenwich Observ.
	-	1853-57	73	+2,0	+1,8	+1,7	+1,1	0,0	0,0	+0,8	
München . . . . .	+	1846-55	60	0,0	+0,1	+0,7	+1,0	+1,3	+1,8	+1,2	Lamont, Ann. d. Münch. Sternw.
	-	1846-54	50	+3,2	+1,5	+0,8	0,0	+0,3	+1,2	+2,2	
Wien . . . . .	+	1842-57	21	+0,7	+1,2	0,0	+0,5	+1,3	+0,9	+0,7	Greenwich Observ.
	-	1841-55	77	+2,1	+1,5	+0,9	+0,2	0,0	+0,3	+0,6	
Rome . . . . .	+	1865-68	48	+0,8	0,0	+0,1	+0,9	+0,9	+1,0	+1,2	Bull. meteor. d. Observ. d. Coll. Rom.
	-	1865-68	48	+1,7	+2,1	+1,9	+0,7	0,0	+0,2	+1,1	

Forssmann gibt im Originale noch eine Tabelle, ohne Ausscheidung der positiven und negativen Störungen der Horizontalkraft, wobei die Stationen: Barnaul, Jekatherinburg, St. Petersburg, Upsala, Christiania, Makerstoun, Greenwich, Utrecht, Helder, Brest, Wien, Rom, Lissabon, Lougan, Toronto und Sitka berücksichtigt sind. In den Tabellen der gesehenen Nordlichter sind die Beobachtungen der Stationen Haparanda, Upsala, Wien, Greenwich und Toronto aufgenommen.



# W I N D E.

Charles Meldrum, Director des meteorologischen Observatoriums auf der Insel Mauritius hielt 1872 in der *Versammlung der britischen Gesellschaft zur Förderung der Naturwissenschaften zu Brighton* einen Vortrag, in welchem er den Nachweis liefern wollte, dass die *Cyklonen des indischen Oceans*, zwischen dem Aequator und dem 25. Breitengrade südlich, in den Jahren der Sonnenflecken-Minima seltener, als in den Jahren der Fleckenmaxima seien.

Die damals von Meldrum gegebenen Summen waren

1847 4	1854 3	1861 8	1868 2
1848 <sup>1)</sup> 6	1855 4	1862 7	1869 3
1849 5	1856 1	1863 —	1870 3
1850 —	1857 3	1864 —	1871 <sup>1)</sup> 4
1851 —	1858 4	1865 3	1872 7
1852 —	1859 5	1866 5	
1853 —	1860 <sup>1)</sup> 8	1867 2	
	1861 8	1868 2	
	1862 7	1869 3	

	} 8		
15	} 15	} 15	} 14
	} 21	} 9	
	} 32	} 15	

Wenn Meldrum, nach einer Gruppierung der vorstehenden Zahlen zu dem Schlusse kam, dass obiges Gesetz bewiesen sei, so kam Wolf, nach einer eingehenden Untersuchung (s. *Astronomische Mittheilungen* N<sup>o</sup>. XXI, Dec. 1872) zu dem Resultate: „Es sei der parallele Gang zwischen der Häufigkeit der Cyklonen und Sonnenflecken durch die vorliegenden Zahlen doch noch kaum mit hinlänglicher Sicherheit dargethan um weitere Schlüsse darauf zu bauen“. Wolf hält die weitere Untersuchung um so wünschenswerther, als einerseits die Sache merkwürdig genug sei und auch die Erfahrung nicht dagegen spreche. So lag nach Meldrum in den Jahren 1847—1848 und 1860—1863 der Hafen von St. Louis gedrängt voll beschädigter Schiffe, während in den Jahren 1855—57 und 1866—68 nur sehr wenige solcher eintrafen.

<sup>1)</sup> Maximajahre der Sonnenflecken waren 1848, 1860 und 1871.



Im September 1873, in der Versammlung der *British Association zu Bradford*, ergänzte Meldrum (s. *Nature*, 1873) seine früheren Angaben, welche nur solche Cyklonen einschlossen, wodurch Schiffe entmastet wurden, in folgender Weise.

In der Zusammenstellung aufgenommen wurden alle Cyklonen von der Stärke 9—12, vom heftigen Sturme („Stronggale“) bis zum Orkane. „Stronggales“ entsprechen der Stärke 9 der Beaufort'sehen Scala, „Wholegales“ der Stärke 10, „Stormes“ der Stärke 11 und „Hurricanes“ der Stärke 12.

Sonnen- flecken.	Jahre.	Stürme mit der Stärke:				Totalzahl der Cyklonen.	Zahl der Cyklonen in den Perioden der Max. u. Min.
		12, Orkane	11	10	9		
	1847	5	0	0	0	5	
Max.	48	6	2	0	0	8	26
	49	3	2	3	2	10	
	1850	4	3	1	0	8	
	51	4	2	1	0	7	
	52	5	0	3	0	8	
Min.	53	1	1	5	1	8	13
	54	3	1	0	0	4	
	55	3	2	0	0	5	
	56	1	0	2	1	4	
	57	2	1	1	0	4	
Max.	58	3	1	3	2	9	39
	59	3	2	6	4	15	
	1860	7	4	2	0	13	
	61	5	2	2	2	11	
	62	4	2	2	2	10	
Min.	63	5	2	1	1	9	21
	64	2	2	1	0	5	
	65	2	2	3	0	7	
	66	1	4	2	1	8	
	67	0	4	2	0	6	
Max.	68	3	2	2	0	7	35
	69	3	1	3	2	9	
	1870	2	1	5	3	11	
	71	3	2	3	3	11	
	72	6	5	1	1	13	
	73	4	5	3	0	12	

Die Jahressummen von 1847—50 hält Meldrum für weniger vollständig, als später, nachdem die *meteorologische Gesellschaft auf Mauritius* sich die Aufgabe gestellt hatte eine *Sturmstatistik* herzustellen. Zweifellos sei, dass nicht allein um 1860 und 1872, sondern auch um 1848 die Zahl und Stärke der Cyklonen grösser waren, als um die Jahre 1856 und 1867.

Meldrum ist der Ansicht, dass die nun gegebenen Resultate im Wesentlichen correct sind und dass auf nicht zu verkennende Art auf eine enge Verbindung zwischen Sonnenflecken oder Sonnencyklonen und terrestrischen Cyklonen, die von einem Beobachter auf einem anderen Planeten „*Erdflecken*“ genannt werden könnten, hingewiesen werde.



Meldrum gibt (in *Monthly Notices of Meteorolog. Soc. of Mauritius*, Dec. 1876) folgende Zusammenstellung über Anzahl, Dauer und Ausdehnung der Cyklonen im Indischen Ocean zwischen dem Aequator und 34. Grade südlicher Breite:

	Anzahl pr. Jahr.	Dauer in Tagen.	Relative Ausdehnung.		Anzahl pr. Jahr.	Dauer in Tagen.	Relative Ausdehnung.
1856	6	20	1,00	1866	8	44	2,26
57	5	19	1,04	67	6	27	1,57
58	12	39	2,37	68	9	34	2,14
59	14	48	3,94	69	10	36	2,47
1860	13	61	11,14	1870	16	62	3,13
61	12	72	12,23	71	13	46	3,13
62	14	57	9,53	72	12	48	4,12
63	9	59	6,18	73	11	46	3,09
64	7	36	4,00	74	12	46	2,82
65	8	28	2,78	75	8	30	1,39

Die Fläche der Ausdehnung 1,00 entspricht 1,222000 Quadratmeilen engl. Diese Zusammenstellung zeigt eine auffallende Aehnlichkeit in dem Wechsel der Zahlen mit dem Wechsel der Fleckenveränderlichkeit, wobei jedoch um das Fleckenmaximum von 1860 die von den Cyklonen durchlaufenen Flächen auffallend grösser sind, als um 1871. Die Originaltabelle ergibt für die letzte Periode wesentlich geringere Radien der Sturmwirbel. Für die Kraft der Cyklonen besteht nach Meldrum das gleiche Gesetz: Maximum zur Zeit der grössten Fleckenhäufigkeit.

Aus einer „chronologischen Tabelle“ des *Mauritius-Almanach* für 1869 entnimmt Meldrum folgendes *Verzeichniss von Hurricanen* auf Mauritius, die wahrscheinlich solche waren, welche auf der Insel durch Zerstörungen bemerkenswerth machten.

Jahr.	Zahl der Hurricane.	Jahr.	Zahl der Hurricane.	Jahr.	Zahl der Hurricane.	Jahr.	Zahl der Hurricane.
1731	1	1773	1	1818	1	1834	1
1754	1	1786	1	1819	2	1836	1
1760	1	1806	1	1824	2	1844	1
1766	1	1807	2	1828	1	1848	1
1771	1	1815	1	1829	1	1850	1
1772	1					Summe	24

Meldrum bemerkt hierzu, dass, wenn auch nicht zu viel Nachdruck auf die Beobachtungen einer beschränkten Localität zu legen sei, es doch zum Nachdenken auffordere, wenn von 24 Hurricanen 17 in oder nahe an Jahren von Sonnenflecken-Maximas und nur 7 in Jahre der Minimas fallen.

Ordnen wir die Cyklonensummen von 1847 bis 1873 nach Sonnenflecken-



Perioden, mit Gruppierung um die Maxima und Minima der Flecken, dann erhalten wir

Max.							Min.							
—	—	5	8	10	8	7	8	4	5	4	9	15		
4	9	15	13	11	10	9	5	7	8	6	7	9		
7	9	11	11	13	12	—	—	—	—	—	—	—		
Mittel	5,5	9,0	10,3	10,6	11,3	10,0	8,0	6,5	5,5	6,5	5,0	5,5	9,0	13,0

In *Reise der Fregatte „Eugenie“ um die Erde*, 1851 und 1853, S. 271 werden *sehr verheerende Stürme* auf Mauritius aufgeführt für die Jahre

1730, 31, 46, 54, 60, 72, 73, 88, 1807, 8, 18, 19, 24, 36, 50.

Von diesen Stürmen entfallen 9 in Maximumjahre oder in Jahre welche denselben nahe liegen, 6 in die Zeiten der Fleckenminima.

Ergänzen wir die oben aufgeführte Tabelle Meldrum's durch jene der Fregatte „*Eugenie*“, und ordnen nach Maxima- und Minima-Epochen der Sonnenflecken, dann erhalten wir (von 1730—1850):

Max.							Min.							
—	—	—	1728	—	1	1	1	—	—	1734	—	—	—	
—	—	1	1761	—	—	—	—	—	—	1745	1	—	—	
—	—	—	1770	—	—	—	—	—	1	1755	—	—	—	
—	—	—	1788	1	1	1	—	—	1	1775	—	—	—	
—	1	—	1804	—	—	—	—	1	—	1785	—	—	—	
—	—	—	1816	—	1	2	—	—	—	1810	1	—	1	
—	—	1	1830	—	1	2	2	1	—	1823	—	—	—	
—	1	1	1837	—	—	—	—	—	—	1834	2	—	—	
—	—	1	1848	—	—	—	—	—	—	1844	1	1	—	
—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	
Mittel	0,0	0,2	0,4	0,2	0,1	0,5	0,7	0,3	0,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1

Während unsere Zusammenstellung für die Jahre 1847—1873 dem Resultate Meldrum's ganz entschieden günstig ist, tritt das Gesetz bei unserer letzter Zusammenstellung, 1730—1850, nicht oder höchstens nur schwach hervor. Indessen auf die letztere Zusammenstellung ist wegen der Unvollständigkeit des Materiales nur ein geringes Gewicht zu legen.

Nicht unwichtig ist noch die von Meldrum mitgetheilte Notiz: Baron Grant, in seiner *Geschichte von Mauritius* S. 194 bedauert die Zerstörung der Wälder um Port Louis, „weil die Stadt hierdurch der Heftigkeit der Winde sowohl als der Hitze (?) der Winde ausgesetzt wurde“. In einer Note setzt Grant hinzu:



„Diese Uebelstände sind aber vollständig aufgehoben, wenn es wahr ist, dass das *Aufhören der Hurricane* seit 1789 durch die starke Verminderung der Wälder bewirkt worden ist“. Diese, etwa 1801 oder wenig später veröffentlichte Notiz würde zu Gunsten des grossen Minimums zwischen 1788 und 1804, das 1798 eintraf sprechen. Meldrum bemerkt weiter, dass sich ähnliche Thatsachen von der Insel Bourbon und aus anderen Ländergebieten anführen liessen <sup>1)</sup>.

Das von Meldrum erhaltene Resultat bestimmte A. Poey in Havanna die *Cyklonen der Antillen* in ähnlicher Weise zu untersuchen (s. *Compt. rend. T. LXXVII p. 1223*). Für die Antillen und den Nordatlantischen Ocean gibt er folgende Zusammenstellung:

Jahr.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1750	0	6	1	1	1	1	3	2	1	2
1760	0	2	1	0	0	4	7	0	3	2
1770	1	1	7	2	3	5	2	1	2	1
1780	7	4	4	0	3	7	5	10	5	0
1790	2	2	5	1	1	2	3	0	0	1
1800	2	1	2	1	4	2	6	2	0	5
1810	6	0	2	7	0	6	2	3	8	5
1820	0	4	3	0	2	2	3	6	4	1
1830	7	5	3	3	2	5	1	13	8	8
1840	4	3	6	3	5	5	3	2	5	4
1850	8	2	2	3	2	3	1	2	2	3
1860	0	0	3	1	1	2	1	2	0	0
1870	7	3	0	1	—	—	—	—	—	—

Poey summirt je die zwei Summen der benachbarten Jahre, wodurch er findet, dass während 12 Maxima der Sonnenflecken 10 mal die Maxima der Cyklonen nahe damit zusammenfallen, dass bei 11 Minimas der Flecken die Cyklonenminima nur 5 mal übereinstimmen.

Die *Epochen der Maxima* welche übereinstimmen sind:

Stürme.....	1750,5	1772,5	1780,5	1786,5	1806,5	1818,5	1830,5	1838,5	1850,5	1870,5
Sonnenflecken <sup>2)</sup>	1750,0	1769,9	1779,5	1789,0	1804,0	1816,8	1829,5	1837,2	1848,6	1870,7
Unterschied. ...	+0,5	+2,6	+1,0	-2,5	+2,5	+1,7	+1,0	+1,3	+1,9	-0,2

Nach Ausstossung der negativen Differenz von 1786,5 verspätet sich das Maximum der Cyklonen um 1,4 Jahre im Durchschnitte; mit Hinzuziehung dieser negativen Differenz nur um 1 Jahr.

<sup>1)</sup> Auf der Insel *Réunion* (früher Isle de Bourbon) sollen die Orkane von 1751, 1772, 1774, 1806, 1829 und 1850 die stärksten bekannt gewordenen Verheerungen an den Plantagen und Waldungen hervorgerufen haben.

<sup>2)</sup> Poey benützt selbstverständlich noch die älteren Werthe der Wolf'schen Fleckenepochen.



Für die *geringste Häufigkeit* sind die Epochen:

Stürme.....	1754,5	1798,5	1822,5	1832,5	1856,5
Sonnenflecken.....	1755,5	1798,5	1823,2	1833,8	1856,2
Unterschied.....	- 1,0	0,0	- 0,7	- 1,3	+ 0,3

Die Sturmminima eilen hier um 0,5 Jahr den Sonnenflecken-Minima voraus.

Gleicht man die Unregelmässigkeiten der ersten Poey'schen Tabelle durch dreijährige Summenbildung aus, so erhält man folgende Tabelle ausgeglichener Zahlen für die Cyklonen der Antillen und des nördlichen atlantischen Oceans:

Jahr.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1750	—	<u>7</u>	8	3	3	5	6	6	5	3
1760	4	<u>3</u>	3	<u>1</u>	4	11	11	10	5	6
1770	4	<u>9</u>	10	<u>12</u>	10	10	8	5	4	10
1780	12	<u>15</u>	8	7	10	15	22	20	15	7
1790	<u>4</u>	<u>9</u>	8	7	4	6	5	3	1	3
1800	<u>4</u>	5	4	7	7	<u>12</u>	10	8	7	11
1810	11	8	9	9	13	<u>8</u>	11	13	<u>16</u>	13
1820	9	7	7	5	4	7	11	13	<u>11</u>	12
1830	13	<u>15</u>	11	8	10	8	19	22	29	<u>20</u>
1840	15	<u>13</u>	12	14	13	13	10	10	11	<u>17</u>
1850	<u>14</u>	12	7	7	8	6	6	5	7	5
1860	<u>3</u>	3	<u>4</u>	5	4	4	5	3	2	7
1870	10	10	<u>4</u>	—	—	—	—	—	—	—

Diese Tabelle, in welcher die Fleckenmaxima durch Unterstreichen marquirt sind, gewährt einen besseren Ueberblick, als die frühere. Wir kommen später auf dieselbe zurück <sup>1)</sup>).

Poey will ebenfalls in der Intensität der Orkane eine Uebereinstimmung mit den Sonnenflecken finden. Ferner sollen die vielfach im October auftretenden Cyklonen — 1751 1 mal sehr stark, 1780 4 mal, 1837 und 1846, beide sehr bedeutend, 1870 3 mal — mit Sonnenflecken-Maxima im October zusammenfallen, während die Wirbelstürme höherer Breiten Fleckenmaximas im December entsprechen sollen. Der starken und häufigen Orkane um 1837—39 und 1780 halber glaubt Poey auch in den Cyklonen die von Wolf und dem

<sup>1)</sup> Poey findet für Paris und Fécamp und für den Indischen Ocean die Stürme nach den entsprechenden Gesetzen, wie in den Antillen vertheilt; für die Beobachtungen der Dampfer des *Norddeutschen Lloyd*, welche von Freedon zusammenstellte, fand er das Maximum zu Zeit des Fleckenminimums (*Compt. rend. B.* 77, S. 1222 u. 1343, 1873).



Verfasser aufgenommene 55 jährige Periode wieder zu finden. Das Fehlen der Orkane in den Antillen im Jahre 1860, sucht Poey dadurch zu erklären, dass die beiden correspondirenden Hemisphären der Sonne und der Erde in direkter Beziehung zu einander stehen, da auch 1860 mehr Flecken auf der südlichen Halbkugel der Sonne sichtbar gewesen seien und hier grosse Flecken lange Dauer gehabt haben. Selbst verständlich ist das vorliegende Material zu solchen Untersuchungen, selbst wenn diese alle vollständig berechtigt wären, viel zu dürftig. Wir müssen uns damit begnügen nur die aller rohesten Untersuchungen vorzunehmen.

Ordnen wir die Zahlen der ersten Tabelle Poey's von den Maxima und Minima aus, so dass die Epochenwerthe in der Mitte liegen, so erhalten wir für die 3 Jahre vor und nach dem Maximum und für dieses

Jahre	3	2	1	Max.	1	2	3
Mittel	3,3	2,5	3,1	3,6	2,6	4,5	2,4

entsprechend für die Minima

Jahre	3	2	1	Min.	1	2	3
Mittel	2,5	2,3	3,0	2,5	2,5	3,2	3,6

Ordnen wir jetzt die ausgeglichenen Summen für je 3 Jahre, nach der Tabelle auf S. 190, so erhalten wir:

3.	2.	1.	Max.	1.	2.	3.	3.	2.	1.	Min	1.	2.	3.
—	—	—	7	8	3	3	8	3	3	5	6	6	5
5	3	4	3	3	1	4	1	4	11	11	10	5	6
10	5	6	4	9	10	12	10	12	10	10	8	5	4
10	8	5	4	10	12	15	15	8	7	10	15	22	20
15	22	20	15	7	4	9	6	5	3	1	3	4	5
4	7	7	7	12	10	8	1	3	11	8	9	9	13
9	13	8	11	13	16	13	9	7	7	5	4	7	11
13	11	12	13	15	11	8	13	15	11	8	10	8	19
10	8	19	22	29	29	20	15	13	12	14	13	13	10
13	10	10	11	17	14	12	7	8	6	6	5	7	5
5	7	5	3	3	4	5	4	4	5	3	2	7	10
2	7	10	10	10	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	8,7	9,2	9,6	9,2	12,2	9,8	8,4	8,4	7,8	7,4	5,9	8,4	9,8

Beide Summirungen sind der Meldrum-Poey'schen Hypothese günstig; namentlich aber die letztere Zusammenstellung, indem hierbei dem Maximum grössere, dem Minimum kleinere Zahlen entsprechen. In beiden Fällen, beim Maximum, wie beim Minimum der Flecken, folgen aber die Epochen der Cyklonen jenen der Flecken nach. Wir haben noch beizufügen, dass wir bei den letzten Zusammenstellungen die neuesten Epochenwerthe der Wolf'schen Relativzahlen benützten.



Ist das Gesetz begründet, dass vermehrter Fleckenthätigkeit auf der Sonne häufigere Bildung von Cyklonen auf der Erde entsprechen, dann müssen nach der Vereinigung der Meldrum'schen Zahlen mit den Poey'schen die Resultate noch schärfer heraustreten.

Jahre.....	1847	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
Cyklonen südlich } des	5	8	10	8	7	8	8	4	5	4	4	9	15	
Cyklonen nördlich } Aequators	2	5	4	8	2	2	3	2	3	1	2	2	3	
Summen .....	7	13	14	16	9	10	11	6	8	5	6	11	18	
Jahre.....	1860	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
Cyklonen südlich } des	13	11	10	9	5	7	8	6	7	9	11	11	13	12
Cyklonen nördlich } Aequators	0	0	3	1	1	2	1	2	0	0	7	3	0	1
Summen .....	13	11	13	10	6	9	9	8	7	9	18	14	13	13

Die ganze Summenreihe ist der Hypothese entschieden günstig, da um 1849, 1860 und 1870, zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima, die meisten Cyklonen vorkamen. Ordnen wir nach Perioden, so erhalten wir

	Fleckenmax. 1848						Fleckenmax. 1871							
	7	13	14	16	9	10	11	6	8	5	6	11	18	13
	18	13	11	13	10	6	9	9	8	7	9	18	14	13
Mittel	12,5	13,0	12,5	14,5	9,5	8,0	10,0	7,5	8,0	6,0	7,5	14,5	16,0	13,0

Durch das Ziehen mehrjähriger Mittel würden sich die Unregelmässigkeiten vermindern, die Zeiten der Sonnenflecken-Maxima jedoch durch grössere Häufigkeit der Cyklonen ausgezeichnet bleiben.

*Im indischen, wie im atlantischen Ocean treten mit zunehmender Fleckenmenge — insofern das vorliegende Beobachtungsmaterial zu derartigen Untersuchungen als genügend angesehen werden könnte — die Cyklonen häufiger auf, um zu den Zeiten der Fleckenminima seltener zu werden.* Aehnlich dem Auftreten sehr grosser Sonnenflecken selbst nahe den Minimas, treten jedoch selbst in den Minimazeiten sehr verheerende Cyklonen auf, müssen wir hinzufügen.

Weniger vollständig sind die Zusammenstellungen der *Tyfoons des Chinesischen Meeres*. Nach Piddington gibt Dove (in *Gesetz der Stürme*) für

1780	1	1809	1	1819	1	1826	1	1832	2	1837	1
1797	1	1810	1	1820	1	1829	2	1833	1	1839	2
1803	2	1812	1	1821	1	1831	4	1835	2	1841	3

Nach Maxima und Minima der Sonnenflecken geordnet, ergeben sich für die 5 zunächst liegenden Jahre:



MAXIMA.					MINIMA.				
1776—1780	—	—	—	1	1796—1800	—	1	—	—
1802—1806	—	3	—	—	1809—1813	1	1	—	1
1814—1818	—	—	—	—	1821—1825	1	—	—	—
1828—1832	—	2	—	4	1832—1836	2	1	—	1
1835—1839	1	—	1	—	1841—1845	3	—	—	—
Summen	1	5	1	4	Summen	7	3	0	2
Fünfjährige Summe	16				Fünfjährige Summe	12			
Dreijährige Summe	10				Dreijährige Summe	5			

Trotz aller Unvollkommenheit der Reihe, lässt sich aus diesen Zahlen schliessen, dass in der That auch im Chinesischen Meere zur Zeit der Fleckenmaxima mehr Tyfoons vorkommen, als zur Zeit der Fleckenminima.

Eine Untersuchung der jährlichen Anzahl heftiger Winde für die gemässigte Zone nach den Beobachtungen der Stationen: Augsburg, Bremen, Fünfkirchen, Hamm, Krakau, Vigevano, Wien für die Jahre 1813 bis 1874, sowie der älteren, von A. Pilgram (in *Untersuch. über d. Wahrscheinliche der Wetterkunde*, Wien 1788) gesammelten für die Jahre 1602 bis 1785, ergab wohl, dass zur Zeit zahlreicher Sonnenflecken die Luft etwas heftiger bewegt war, aber mit einem so geringen Uebergewicht und so starkem Wechsel, dass die Untersuchung fast resultatlos zu nennen ist. Um 1830, 1848 und vor 1870 waren die Stürme etwas häufiger, etwas seltener 1824, 1840 und 1854; dagegen waren um das Fleckenminimum von 1834 wie um jenes von 1867 mehr Stürme, als um die Maxima von 1837 und 1871. Möglicherweise würde das Resultat ein anderes, wenn alle localen Gewitterstürme ausgeschieden würden, was leider in den uns vorliegenden Beobachtungsreihen entweder nicht möglich oder schwierig ist, wenn nicht eine gewisse Willkür herrschen soll.

Von besonderem Interesse, namentlich ihrer Vollständigkeit halber, ist folgende, von Rühlmann (in *Allgem. Maschinenlehre* B. I) veröffentlichte Tabelle nach den Beobachtungen von Krieg in Cuxhaven:

Jahr.	Mittlere Geschwindigkeit des Windes in Hamburger Fussen = 0,286 Meter,											Anzahl der Beobachtungstage.
	0 bis 5'	5'—10'	10'—15'	15'—20'	20'—25'	25'—30'	30'—35'	35'—40'	40'—45'	45'—50'	50'—55'	
1851	17	72	97	79	52	31	9	5	2	—	—	364
1852	5	70	94	72	52	29	24	12	5	2	—	365
1853	36	72	90	60	47	24	14	16	4	—	—	363
1854	48	99	84	68	37	14	9	2	—	—	—	361
1855	65	112	85	57	26	10	5	3	—	—	2	365
1856 Minimum der	45	136	96	45	23	16	4	1	—	—	—	366
1857 Sonnenflecken	65	150	77	46	16	6	4	1	—	—	—	365
1858	46	139	90	54	22	9	4	1	—	—	—	365
1859	17	92	93	78	46	26	12	1	—	—	—	365
1860 Maximum der	16	77	102	81	45	26	14	5	—	—	—	366
1861 Sonnenflecken	21	103	96	67	45	19	11	3	—	—	—	365



Wenn irgend das Gesetz berechtigt ist, dass häufigern Sonnenflecken heftigere Winde entsprechen, dann spricht gewiss diese Tabelle dafür. Wir sehen die schwächere Winde am häufigsten vertreten zur Zeit des Minimums, die stärkern zur Zeit der Maxima. Wie ferner bei den Polarlichtern die Jahre 1852 und 53 wieder stärker auftraten, als unmittelbar nach dem Maximum von 1848, was wieder dem schwachen Abnehmen der Sonnenflecken in jener Zeit entspricht (— es waren die Relativzahlen  $\frac{1848}{124} \frac{49}{96} \frac{50}{66} \frac{51}{64} \frac{52}{54} \frac{53}{39}$ ), so treten auch gerade in jener Zeit wieder die kräftigeren Luftbewegungen auf<sup>1)</sup>.

Weniger regelmässig zeigt sich der Verlauf des Wechsels der Windstärke der folgenden, von Rühlmann (a. a. O.) veröffentlichten Tabelle der Saline Dürrenberg, *Regierungsab. Merseburg*. Es treten auch hierin die heftigere Bewegungen der Atmosphäre um die Zeit der Maxima hervor; der Wechsel aber ist weniger regelmässig.

Jahr.	Sturm.	Windstundenzahl.		Windstille.	Summa.
		Scharfer Wind.	Schwacher Wind.		
1852	10	1282	6286	1206	8784
1853	17	805	5640	2298	8760
1854	12	1440	5802	1506	8760
1855	2	859	5766	2133	8760
1856	1	1051	5866	1866	8784
1857	0	492	5829	2439	8760
1858	17	895	5561	2287	8760
1859	21	817	5930	1992	8760
1860	15	640	5756	2372	8784
1861	8	685	5751	2316	8760

Galle (*Grundzüge d. Schles. Klimatologie*) stellt folgende Intensitäten des Windes zusammen:

<sup>1)</sup> Auffallende Aehnlichkeit besitzen die Reihen für die grössere Geschwindigkeiten mit den Polarlichterzahlen, da auch diese um 1860 hinter den Zahlen von 1848 bis 1853 zurückgeblieben sind.



Jahr.	Breslau.	Leob- schützen.	Zapplau.	Mittel.	Jahr.	Breslau.	Leob- schützen.	Zapplau.	Neisse.	Klein Kiegnitz.	Mittel.
1791	0,18	—	—	0,18	1823	0,32	0,43	0,39	—	0,37	0,38
92	0,20	—	—	0,20	24	0,36	0,75	0,32	1,04	0,54	0,60
93	0,15	—	—	0,15	25	0,46	0,79	0,47	0,56	0,48	0,53
94	0,24	—	—	0,24	26	0,24	0,54	0,40	0,35	0,35	0,37
95	0,29	—	—	0,29	27	0,49	0,72	0,13	0,37	0,51	0,44
96	0,20	—	—	0,20	28	0,52	0,71	0,36	0,40	0,53	0,50
97	0,39	—	—	0,39	29	0,28	0,52	0,35	0,34	0,40	0,38
98	0,45	—	—	0,45	1830	0,53	0,66	0,24	0,46	0,51	0,48
99	0,56	—	—	0,56	31	0,37	0,66	—	0,44	0,46	0,47
1800	0,52	—	—	0,52	32	0,28	0,50	—	0,30	0,44	0,38
1	0,43	—	—	0,43	33	0,43	0,59	—	0,65	0,33	0,50
2	0,53	—	—	0,53	34	0,58	0,73	—	1,08	0,37	0,69
3	0,39	—	—	0,39	35	0,52	0,70	—	0,91	0,37	0,62
4	0,25	—	—	0,25	36	0,56	0,70	—	0,49	0,43	0,55
5	0,42	0,35	—	0,39	37	0,36	0,57	—	0,44	0,41	0,45
6	0,51	0,40	—	0,46	38	0,37	0,49	—	0,46	—	0,44
7	0,53	0,35	—	0,44	39	0,37	0,45	—	0,55	—	0,46
8	0,36	0,29	—	0,33	1840	0,41	0,64	—	0,33	—	0,46
9	0,43	0,38	—	0,36	41	0,32	0,62	—	0,21	—	0,40
1810	0,29	0,23	—	0,26	42	0,36	0,54	—	0,38	—	0,41
11	0,45	0,36	—	0,46	43	0,48	0,65	—	0,38	—	0,50
12	0,52	0,44	—	0,48	44	0,45	0,67	—	0,38	—	0,50
13	0,58	0,45	—	0,52	45	0,42	0,74	—	0,42	—	0,52
14	0,47	0,49	—	0,48	46	0,39	0,73	—	0,45	—	0,52
15	0,55	0,46	—	0,51	47	0,35	0,75	—	0,53	—	0,54
16	0,52	0,49	—	0,51	48	0,45	0,69	—	0,55	—	0,56
17	0,54	0,50	—	0,52	49	0,71	—	—	0,75	—	0,73
18	0,25	0,35	—	0,30	1850	0,74	—	—	0,91	—	0,83
19	0,31	0,28	—	0,30	51	0,58	—	—	—	—	0,58
1820	0,30	0,34	0,17	0,27	52	0,47	—	—	—	—	0,47
21	0,49	0,45	0,19	0,38	53	0,15	—	—	—	—	0,15
22	0,31	0,43	0,30	0,35	54	0,50	—	—	—	—	0,50

Stellt man die Werthe der einzelnen Reihen nach Gruppen von je drei Jahren für die Fleckenmaxima und Minima zusammen, so ergeben die Beobachtungen für Breslau und Leobschützen nach diesen Zusammenstellungen ein schwaches Mehr (1,04 und 1,08 : 1) der Stärke des Windes für die Zeiten der Sonnenflecken-Maxima. Der Unterschied verschwindet für die Mittel der 5 Stationen vollständig. Betrachtet man aber die Reihe der Mittel genau, so ergeben sich für die Maxima der Windstärken die Jahre 1801, 1815, 1825, 1835 und 1849, also ebensoviele Maxima, als Sonnenflecken-Maxima, nur dass diese meistens später (1804, 1816, 1830, 1837 und 1848) eintraten. Durch diese Verschiebung erklärt sich auch das vorhergehende negative Resultat.

Weiter stehen uns noch zur Verfügung die Messungen der Windgeschwindigkeiten von Greenwich (1842—1868), Cap der guten Hoffnung (1842—1855) und Oxford (1858—1866) (erstere aus: *Greenwich magnet. a. meteorol. Observ.*, letztere aus: *Meteorol. Papers of Board of Trade*), wovon nur die Reihe von



Greenwich benützlich ist, während die anderen der Kürze halber zu keinem Entscheide geeignet sind.

Greenwich.		Greenwich.		Greenwich.	
1842	—	1851	9,5	1860	10,1
43	—	52	10,6	61	10,0
44	13,0	53	8,7	62	10,0
45	12,8	54	9,9	63	10,3
46	10,9	55	8,7	64	9,5
47	11,7	56	9,9	65	9,3
48	13,3	57	8,5	66	11,5
49	10,0	58	8,7	67	11,8
1850	10,5	59	9,3	68	12,2

Englische Meilen pro Stunde

Diese Reihe zeigt, namentlich wenn 5 jährige Mittel berechnet werden, verschiedene Maxima um 1840, 1860 und 1848, während ein Hauptminimum auf 1857 und kleinere auf 1846 und 1865 fielen; sie entspricht somit dem Mel-drum'schen Gesetze.

Henry Jeula untersuchte 1877 (*Nature*, Sept. 1877) gemeinschaftlich mit Hunter die Verluste des *englischen Lloyd*. Sie fanden, dass die Procente des Verlustes von versicherten Schiffen des Vereinigten Königreiches um 17 % grösser waren in den zwei Jahren des Sonnenflecken-Maximums (dem 11. und 1. des Fleckencyclus) als während der zwei Jahre des Minimums. Nach Lloyd's *Loss-Book* war der totale Verlust in den zwei Jahren des Fleckenmaximums um 15 % grösser, als in den zwei Jahren des Minimums. Ebenso entsprechen die Zu- und Abnahme der Schiffsverluste für die Jahre 1855 bis 1876 der Zu- und Abnahme der Flecken.

Die *Hamburger Seeversicherungs-Gesellschaften* (nach Hübner's *Jahrbuch d. Statistik*) hatten Schadenverluste in Procent der Versicherung:

1836	1,17 %	1843	1,35 %	1850	1,46 %
37	1,28 „	44	1,28 „	51	1,24 „
38	1,13 „	45	1,73 „	52	1,59 „
39	1,14 „	46	1,28 „	53	1,27 „
1840	1,15 „	47	1,05 „	54	1,25 „
41	1,15 „	48	1,85 „	55	1,17 „
42	1,16 „	49	1,24 „	56	1,27 „

Die Verluste waren somit auch hier am grössten um 1837 und 1848 bis 1852, also zur Zeit der Fleckenmaxima. 1845 bildet eine Ausnahme <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Diese Vermehrung der Verluste zur See erinnern lebhaft an die Meinung vieler Seeleute, dass Polarlichter, welche am häufigsten zur Zeit der Fleckenmaxima sind, Sturm verkünden.



Um eine Trennung des zusammengehörigen Stoffes zu vermeiden, können wir erst jetzt auf eine Arbeit von Joseph Baxendell in Manchester eintreten, welche eigentlich den vorhergehenden Abschnitten hätte eingeflochten werden sollen. Baxendell hatte schon 1864 der Philosophical Society zu Manchester eine Abhandlung „über periodische Aenderungen in der magnetischen Beschaffenheit der Erde und der Vertheilung der Temperatur auf ihrer Oberfläche“ vorgelegt, in welcher er die Hypothese aufstellt, dass Aenderungen in den magnetischen Verhältnissen der Erde entsprechende Aenderungen in der Richtung und Geschwindigkeit der grossen atmosphärischen Strömungen hervorbringen. Da sich zeigt, dass der Erdmagnetismus in Beziehungen zu den Sonnenflecken steht, so sollten sich auch in den atmosphärischen Erscheinungen ähnliche Beziehungen zeigen.

1872 legte Baxendell der genannten Gesellschaft zu Manchester eine entsprechende Abhandlung: „Ueber die Aenderungen in der Vertheilung des Luftdruckes der Temperatur und des Regenfalles bei verschiedenen Winden während einer Sonnenflecken-Periode“<sup>1)</sup> vor, in welcher er zunächst die *Publicationen des Radcliffe Observatoriums zu Oxford über Winddrehung* benützt. Er findet für die Jahre 1858 bis 1868, während welcher Zeit die mittlere Gruppenzahl der Sonnenflecken 135 betrug und wovon die Jahre 1858 bis 1862 mehr Flecken als das Mittel, die Jahre 1863 bis 68 weniger Flecken als das Mittel aufwiesen, dass die barischen Windrosen für jede der beiden Gruppen nicht vollständig übereinstimmen, wobei aber die Differenzen nicht regellos sind, sondern sich gesetzmässig von einem Maximum bei NO. zu einem Minimum bei SW. ändern. Er fand

#### Differenzen des Luftdruckes in englischen Zollen.

##### GRUPPE I — GRUPPE II.

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
+ 0,010	+ 0,089	+ 0,063	+ 0,057	- 0,017	- 0,115	- 0,105	+ 0,005

Untersucht man die Werthe des Luftdruckes für die einzelnen Jahre, welche der Richtung NO., O. und SO. entsprechen gegenüber den Werthen von SW. und W., so ergibt sich:

<sup>1)</sup> Siehe Auszug in *Zeitschrift d. östreich. meteorol. Gesellsch.* B. IX.



## Differenzen des Luftdruckes bei NO., O. u. SO. und SW. u. W.

1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
+0,199	+0,141	+0,226	+0,061	+0,073	+0,012	-0,044	-0,007	-0,053	-0,150	+0,09

Das Maximum von 1860 fällt mit dem Fleckenmaximum, das Minimum von 1867 mit dem Fleckenminimum zusammen. In dem ersteren Jahre (1860) trat die Erscheinung eines grösseren Luftdruckes bei östlichen und eines niederen Luftdruckes bei westlichen und südwestlichen Winden viel deutlicher hervor, als während des Minimums von 1867. Ebenso erhält man für die

## Differenzen des mittleren Luftdruckes bei nordwestlichen und südwestlichen Winden:

1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
0,221	0,238	0,231	0,229	0,109	0,103	0,122	0,083	0,038	0,066	0,074

und somit eine gute Uebereinstimmung dieser Zahlen mit den von De la Rue, Steward und Loewy abgeleiteten Flächenzahlen der Sonnenflecken.

Da der mittlere Luftdruck während der beiden Perioden für sämtliche Windrichtungen derselbe (29,744 Zoll) ist, so beträgt die Summe der Unterschiede der jedem Winde entsprechenden Stände des Luftdruckes von diesem Mittel in der ersten Gruppe 0,755, in der zweiten bloß 0,530 Zoll. Baxendell will es scheinen, *als ob die Kräfte, welche die Bewegungen der Atmosphäre hervorbringen, in den Jahren grösster Sonnenthätigkeit energischer wirken, als in jenen eines Minimums derselben.*

Ganz ähnliche Resultate wie beim Luftdrucke findet Baxendell nun auch bei der *Temperatur* und beim *Niederschlag*.

## Differenzen der Temperatur in Fahrenheit'schen Graden.

## GRUPPE I — GRUPPE II.

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
-0,1	+0,2	-2,3	-2,7	-1,5	+0,4	0,0	-0,5



## Temperatur-Differenzen bei SW.- u. S.-, SO.-Winden:

1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
+0,35	+0,75	+2,20	+0,85	+0,25	-0,30	-0,75	-1,80	-2,10	-3,70	-0,45

## Temperatur-Differenzen bei NO. und SW.-Winden:

-1,15	-0,75	+0,05	-0,50	-0,85	-1,90	-2,75	-4,30	-3,45	-6,75	-2,15
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

In beiden Fällen trat ein Maximum 1860, ein Minimum 1867 ein. Baxendell scheint es demnach, dass die Vertheilung der Temperatur bei verschiedenen Winden in ähnlicher Weise wie beim Luftdrucke durch die Aenderungen, welche in der Sonnen-Activität stattfinden, wesentlich beeinflusst sind.

Beim *Niederschlage* wurde analog gefunden:

## Differenzen des Niederschlages.

## GRUPPE I — GRUPPE II.

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
+0,60	+0,77	+0,17	-2,44	-3,46	+6,04	+2,36	-0,48

Unterschiede des Niederschlages bei Winden aus SO. u. S.  
und bei Winden aus SW. u. W.:

1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
-5,2	-2,16	-9,98	-4,54	-9,31	+3,46	+3,12	+11,78	+15,60	+8,16	+6,21

Der Betrag des Niederschlages war somit bei SW.- u. W.-Winden ohne Ausnahme grösser als bei SO.- u. S.-Winden, während der Jahre in welchen die Zahl der Sonnenflecken über dem Mittel war; das Gegentheil fand statt, wenn die Zahl der Sonnenflecken unter dem Mittel war.

Wir haben somit, trotz dem unregelmässigen Character der Niederschläge eine überraschende Uebereinstimmung mit den beim Luftdrucke und den Temperaturen gewonnenen Resultaten.



Baxendell empfiehlt stetige Beobachtung der meteorologischen Vorgänge auf der Erde und der Fleckenthätigkeit auf der Sonne zu vergleichenden Untersuchungen.

In einer weitem Abhandlung: „Ueber die Vertheilung des Niederschlages zu St. Petersburg bei verschiedenen Winden während der Sonnenflecken-Periode (1854—1864)“ untersucht Baxendell die Niederschlagsverhältnisse von St. Petersburg und erhielt:

Unterschied des Niederschlages in engl. Zollen.

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Calmen.
—0,28	—1,48	+0,77	+0,10	+0,24	+0,13	+0,45	—0,93	—0,44

Werden die Reihen mit positiven Zeichen mit jenen mit negativen Zeichen verglichen, so erhält man:

Niederschlagsmengen: A) bei W.-, SW.-, S.-, SO.-, O.-, und  
B) bei NO.-, N.-, NW.-Winden.

	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864
A)	8,55	8,70	10,98	6,50	8,92	14,95	12,12	15,87	10,46	11,52	18,37
B)	4,03	7,03	3,98	6,25	2,74	2,18	3,57	3,29	3,29	3,61	11,82
A : B)	2,03	1,23	2,75	1,04	3,22	6,86	3,39	4,76	3,17	3,19	1,58
Dreijährige Mittel	—	2,00	1,67	2,34	3,71	4,49	5,00	3,77	3,71	2,64	—
Gruppen der Sonnenflecken }	—	79	34	98	188	205	211	204	160	124	—

Gruppe A enthält die Niederschlagsmengen der Winde der ersten Gruppe (W., SW., S., SO. und O.); die Gruppe B in der zweiten Zeile, die Niederschlagsmengen der Winde NO., N. und NW.; die dritte Zeile enthält das Verhältniss A : B; die fünfte gibt die in je dreijährigen Mitteln gegebenen Ausgleichungen und die letzte Reihe die Schwabe'schen Gruppennzahlen. Baxendell sagt: „Man wird von der Uebereinstimmung in dem Gange der beiden letzten Zahlenreihen überrascht sein“. Selbstverständlich hätte man statt der im Originale benützten Schwabe'schen Gruppennzahlen der Sonnenflecken auch Wolf's Relativzahlen oder irgend eine andere gute Beobachtungreihe benutzen können.



1868 veröffentlichte R. Main in Oxford (s. *Results of Meteorological Observations*, Oxford 1868) das Resultat einer Untersuchung der Windbeobachtungen zu Oxford, wobei er zu dem Schlusse kam, dass die jährliche mittlere Windrichtung einen gewissen Zusammenhang mit dem Wechsel der Häufigkeit der Sonnenflecken zeige, und die Windrichtung gegen das Fleckenminimum hin etwas südlicher werde. In dem letzteren Theile der Periode überwiegt der Westwind aus südlicheren Richtungen, um gegen das Fleckenmaximum hin wieder breiter zu werden.

Als Poëy, 1873, an die Akademie der Wissenschaften in Paris berichtete, dass nicht allein für die Stationen Paris und Fécamp das Zusammenfallen heftiger Stürme mit dem Maximum der Sonnenflecken stattfindet, sondern auch für die Antillen; dass dagegen für den hohen Norden des Atlantic sich mehr ein Zusammenhang der Stürme mit dem Fleckenminimum herausstelle, bemerkt er: aus den Mittheilungen des Directors der deutschen Seewarte in Hamburg, Von Freeden, über 829 von den Dampfschiffen auf der Reise von Europa nach Nord-Amerika (La Manche bis New-York) beobachteten Stürmen gehe hervor, dass diejenigen, bei welchen der Polarstrom das Uebergewicht hat, dem Fleckenminimum, diejenigen, bei welchen der Aequatorialstrom das Uebergewicht behält, dem Sonnenflecken-Maximum entsprechen (s. *Compt. rend.* B. 77, 1873, S. 1222 u. 1343, und Heis *Wochenschrift*, N<sup>o</sup>. 6, 1874).

Im *Neujahrsblatt d. naturf. Gesellsch. in Zürich für 1875*, bemerkte der Verfasser: „*Windrichtungen, Windstärken* u. dgl. zeigen in manchen Beobachtungsreihen ein so eigenthümliches Verhalten, dass eingehende Untersuchungen sehr gerechtfertigt sind und die Veröffentlichung solcher sehr wünschbar wäre“. So nehmen beispielsweise in einer für Cincinnati, Ohio, bestehenden Zusammenstellung der Windrichtungen von 1814 bis 1828 die Jahressummen der Westwinde zu und von da 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 SW. bis NW.) in die Jahre 1829, 1836, 1846; 1861 und 1867, also nahe mit den Sonnenflecken-Maxima zusammen. Mit Hülfe der folgenden Tabelle wollen wir nun die Richtigkeit des obigen Ausspruches untersuchen.



	Zwauenburg.		Hohen-Peissenberg.	New-Haven, Conn.	Cincinnati, Oh.	Bremen.	Udine.	Arnstadt.	Breslau.	Leob-schützen.	Neisse.	Klein Kiegnitz.		Bremen.	Arnstadt.
	Tage mit Winden aus SW-NW		Tage mit Winden aus SW-NW	Tage mit Winden aus SW-NW			Westwinde in Procenten.	Verhältniss der Ost- zu Westwinde.	Mittlere Windrichtung in Graden, von Süd (= 0) durch W nach N u. O gezählt.					Tage der Winde zwischen SW bis NW.	Verhältniss der Ost- zu Westwinden.
1743	190	1800	102	—			—		27°	—	—	—	1856	218	132
44	196	1	104	—			—		33	—	—	—	57	187	96
45	170	2	113	—			—		42	—	—	—	58	219	113
46	190	3	131	—			2		51	—	—	—	59	219	141
47	168	4	139	211			6		57	—	—	—	1860	224	145
48	174	5	124	197			12		66	106°	—	—	61	227	174
49	171	6	146	199			13		45	70	—	—	62	214	119
1750	191	7	180	220			14		69	90	—	—	63	247	—
51	178	8	163	200			12		51	108	—	—	64	215	—
52	199	9	165	205			16		53	92	—	—	65	205	—
53	198	1810	166	201			12		61	105	—	—	66	220	—
54	206	11	—	191			21		55	86	—	—	67	245	—
55	195	12	—	195			17		72	100	—	—	68	214	—
56	183	13	212	193			17		60	97	—	—	69	233	—
57	201	14	165	194	313		19		80	98	—	—	1870	222	—
58	159	15	199	191	228		17		78	93	—	—	71	187	—
59	172	16	208	196	241		18		89	84	—	—	72	224	—
1760	217	17	—	188	210		17		87	100	—	—	73	219	—
61	179	18	216	174	219		4		101	86	—	—	74	254	—
62	168	19	178	177	221		20		94	73	—	—			
63	176	1820	192	174	231		20		95	92	—	—			
64	191	21	217	—	226		17		68	76	—	—			
65	176	22	204	—	245		16		72	83	—	—			
66	167	23	177	—	268		15		66	72	—	95°			
67	188	24	224	—	257		13		75	79	105°	103			
68	161	25	203	—	243		15		86	87	99	108			
69	180	26	176	—	236		17		107	85	101	106			
1770	195	27	195	—	246		13	O : W = 100 zu	86	80	88	97			
71	174	28	219	—	283		14		94	87	115	96			
72	157	29	118	—	274	214	12	144	111	80	129	102			
73	167	1830	211	—	273	232	10	164	103	71	114	97			
74	161	31	205	—	268	189	10	138	84	72	121	96			
75	210	32	185	—	263	211	14	109	101	86	127	103			
76	152	33	211	—	235	210	12	136	82	85	119	91			
77	159	34	183	—	251	245	10	116	108	50	126	106			
78	188	35	187	—	260	244	10	116	100	63	124	91			
79	166	36	213	—	242	242	7	175	93	87	105	92			
1780	187	37	202	—	273	218	9	129	115	82	111	95			
81	184	38	197	—	267	207	9	123	97	82	123	—			
82	196	39	201	—	258	207	8	107	109	82	130	—			
83	161	1840	195	—	246	225	8	107	85	83	136	—			
84	166	41	211	—	226	202	8	127	69	58	120	—			
85	189	42	173	—	209	209	14	119	101	58	124	—			
86	180	43	218	—	195	214	—	154	102	55	117	—			
		44	206	—	211	249	—	148	109	68	105	—			
		45	211	—	214	206	—	157	111	88	106	—			
		46	185	—	160	223	—	126	101	29	100	—			
		47	197	—	179	226	—	125	93	84	118	—			
		48	188	—	182	200	—	132	75	64	112	—			
1792	152	49	208	—	—	215	—	139	119	38	107	—			
93	129	1850	206	—	—	210	—	156	115	—	99	—			
94	136	51	—	—	—	236	—	216	115	—	—	—			
95	136	52	—	—	—	220	—	146	74	—	—	—			
96	99	53	—	—	—	185	—	92	48	—	—	—			
97	109	54	—	—	—	221	—	176	97	—	—	—			
98	102	55	—	—	—	200	—	107	—	—	—	—			



## Zusammenstellung der 5jährigen Mittel für Cincinnati und Bremen.

	Cin- cinnati.	Bremen.		Cin- cinnati.	Bremen.		Cin- cinnati.	Bremen.
1814	—	—	1834	250	230	1854	—	209
15	—	—	35	252	232	55	—	202
16	228	—	36	259	231	56	—	209
17	224	—	37	260	224	57	—	209
18	224	—	38	257	220	58	—	213
19	222	—	39	254	214	59	—	215
1820	228	—	1840	241	212	1860	—	221
21	236	—	41	227	213	61	—	226
22	245	—	42	217	220	62	—	222
23	248	—	43	211	216	63	—	220
24	250	—	44	198	220	64	—	226
25	250	—	45	192	224	65	—	220
26	253	—	46	189	221	66	—	223
27	256	—	47	—	214	67	—	227
28	262	—	48	—	215	68	—	220
29	269	—	49	—	217	69	—	216
1830	272	—	1850	—	219	1870	—	217
31	263	211	51	—	213	71	—	221
32	258	217	52	—	214	72	—	—
33	255	219	53	—	212	73	—	—

Die Zusammenstellung der 5jährigen Mittel ergibt *Maxima der Westwinde* für Cincinnati in den Jahren 1830 und 1837, *Minima* in den Jahren 1819 und 1834 und dann gegen Schluss der Reihe 1846. Für Bremen ergeben sich die *Maxima der Westwinde* in den Jahren 1830, 1835, 1846, 1861, 1867, die *Minima* auf 1832, 1840, 1855, 1864, also grössentheils nahe den entsprechenden Wendepunkten der Sonnenflecken-Perioden. Sehen wir nun wie sich die dreijährigen Gruppen verhalten.

## SONNENFLECKEN-MAXIMA.

	Zwanen- burg.	Hohen- Peissen- berg.	New- Haven.	Cin- cinnati.	Bremen.	Udine.	Arn- stadt.	Breslau.	Leob- schützen.	Neisse.	Klein- Kriegnitz.
1749—51	540	1803—5 394	—	—	—	20	—	174°	—	—	—
1760—62	564	1815—17 623 <sup>1)</sup>	575	889	—	52	—	254	277°	—	—
1769—71	549	1829—31 534	—	815	635	32	446	298	223	364°	295°
1777—79	513	1836—38 612	—	782	667	25	427	305	251	339	—
		1847—49 595	—	—	641	—	396	287	186	337	—
		1859—61 —	—	—	670	—	460	—	—	—	—
		1870—72 —	—	—	633	—	—	—	—	—	—
Mittel	542	Mittel 552	575	829	649	32	432	264	234	245	295

## SONNENFLECKEN-MINIMA.

1744—46	556	1797—99	313	—	—	—	—	—	—	—	—
1754—56	584	1810—12	—	587	770	—	50	—	188	291	—
1765—67	531	1822—24	605	—	770	—	44	—	235	234	—
1774—76	523	1833—35	581	—	746	699	32	368	290	198	369
1784—86	535	1842—44	597	—	615	672	—	421	312	181	346
		1855—57	—	—	—	605	—	335	—	—	—
		1866—68	—	—	—	679	—	—	—	—	—
Mittel	546	Mittel 524	587	710	659	42	375	256	226	357	288

<sup>1)</sup> Statt der Tagessumme für 1817 musste 1818 genommen werden.



Nachdem für Cincinnati und Bremen Gefundenen sollten für die nördliche Halbkugel die Westwinde — alle Winde zwischen Südwest und Nordwest — in den Maximajahren der Sonnenflecken überwiegend wehen.

Unsere letzte Zusammenstellung ergibt aber nun:

*Ueberschuss zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima* für Hohen-Peissenberg, Cincinnati, Arnstadt,

*Ueberschuss zur Zeit der Sonnenflecken-Minima* für Zwanenburg, allerdings sehr gering, für Bremen und Udine und bei der kurzen Beobachtungsreihe von New-Haven. Bei Bremen würden mit Berücksichtigung der Verspätungen und Verfrühungen sich ebenfalls die Westwinde zur Zeit der Fleckenhäufigkeit etwas im Ueberschusse befinden.

Die Sächsischen Stationen Breslau, Leobschützen und Kiegnitz ergeben, dass zur Zeit der Fleckenmaxima die Windrichtungen etwas nördlicher sind, als zur Zeit der Fleckenminima; die Winkeldifferenzen sind aber äusserst gering und schlagen für Neisse in das Gegentheil um.

Die *mittleren Windrichtungen* waren:

	Breslau.	Leobschützen.	Neisse.	Kiegnitz.
zur Zeit der Fleckenmaxima	88°	78°	115°	98°
„ „ „ Fleckenminima	85°	75°	119°	96°.

Wenn demnach die Winde auch zur Zeit der Fleckenmaxima etwas breiter wehen; so ist, wenigstens für Europa, der Unterschied kein sehr grosser.

Hahn (a. a. O.) gelangt mittelst der Zwanenburger Beobachtungsreihe, indem er die Summen aller Winde aus SO., S., SW. u. W. mit den Summen aller übrigen vergleicht, zu dem Resultate: dass 1) die Zahlen für die Frequenz des Polarstromes etwas grösseren Schwankungen unterlagen, als diejenigen des Aequatorialstromes (Differenz der Extreme 118 und 98) und 2) dass in Zwanenburg zur Zeit der Fleckenmaxima der Polarstrom weniger häufig beobachtet wurde, als bei den Fleckenminima. Er gibt folgende Zusammenstellung:

Maxima der Flecken.	Minima der Polarstromfrequenz.	Minima der Flecken.	Maxima der Polarstromfrequenz.
1750	1751 $\Delta + 1$	1745	1748 $\Delta = + 3$
1761	1760 „ $- 1$	1755	1757 $+ 2$
	0	1766	1765 $- 1$
			$+ 1,3.$

Während so die Wendepunkte nahe stimmen, bemerkt Hahn, dass die Untersuchung der Zahlenreihen nach Gruppen von 5 oder 3 Jahren *kein* mit-



theilenswerthes Resultat lieferte. Die graphische Darstellung der ausgeglichenen Zahlen in Hahn's Werk zeigt indessen bei aller Entschiedenheit doch nur eine theilweise Uebereinstimmung im Gange. Während zeitweise Fleckenminima mit Polarstrommaxima übereinstimmen (1760—70) findet für 1743 bis 1760 eher das Gegentheil statt.

Die von Hahn benützte unvollständige Zusammenstellung aus der Schouw'schen Windtabelle für Kopenhagen von 1751 bis 1823 führte zu keinem Resultate. Die vollständige Reihe (in Schouw's *Beiträgen zur vergleichenden Meteorologie*) ergibt etwas mehr westliche Winde zur Zeit der Fleckenminima. Schouw selbst bemerkt, dass er vergebens nach einem Gesetze des Wechsels der östlichen und westlichen Winde gesucht habe.

Wir wollen zunächst noch einige uns zur Verfügung stehenden Beobachtungen über Windrichtungen zusammenstellen:

CINCINNATI.				BREMEN.					CINCINNATI.			BREMEN.						
Tage mit Wind aus	N.	S.	SW.	N. bis SO.	S. bis NW.	N.	S.	SW.	N.	S.	SW.		N. bis SO.	S. bis NW.	N.	S.	SW.	
																		1814
15	27	59	106	1830	135	230	7	8	112	2	6	165	53	165	200	9	15	88
16	13	59	153	31	162	203	18	14	83	1	3	169	54	163	233	12	13	86
17	31	62	145	32	141	225	8	13	92	0	6	173	55	149	216	13	17	66
18	26	48	159	33	147	218	11	8	92	0	12	143	56	136	230	11	12	89
19	19	47	127	34	112	253	13	8	100	5	4	133	57	160	205	6	18	81
1820	15	46	110	35	128	237	14	13	96	0	2	158	58	135	230	6	11	86
21	11	25	119	36	105	261	7	14	115	0	9	133	59	136	229	6	10	91
22	2	16	132	37	133	232	11	14	90	1	1	161	1860	128	238	4	14	119
23	5	10	150	38	147	218	4	11	97	1	4	165	61	121	244	5	7	105
24	4	17	136	39	151	214	11	7	99	0	4	134	62	144	221	2	7	108
25	2	13	142	1840	128	238	7	12	108	4	10	105	63	111	254	3	7	127
26	0	19	124	41	148	217	9	16	104	4	15	103	64	145	221	5	6	77
27	4	5	138	42	142	223	9	14	95	12	31	108	65	150	215	7	10	86
28	3	3	186	43	137	228	14	13	91	32	37	94	66	136	229	7	9	118
				44	106	260	8	11	74	22	28	102	67	112	253	8	7	100
				45	147	218	6	12	75	26	46	103	68	147	219	10	5	87
				46	124	241	9	18	84	29	57	69	69	128	237	8	4	79
				47	123	242	10	16	85	31	62	86	1870	128	237	8	15	75
				48	146	220	9	20	88	35	57	78	71	166	199	10	12	84
				49	134	231	11	16	77	—	—	—	72	125	241	3	17	138
				1850	145	220	15	9	74	—	—	—	73	133	232	11	13	127
				51	110	255	11	19	100	—	—	—	74	98	267	16	13	130

Stellen wir wieder nach dreijährigen Gruppen für die Fleckenmaxima und Minima zusammen, so erhalten wir:



für Cincinnati während der drei Jahre der

Fleckenmaxima.	Nord-	Süd-	Südwest-Winde.	
1815—17	71	188	404	Tage
1829—31	5	12	489	„
1836—38	2	14	459	„
1847—49 <sup>1)</sup>	95	176	233	„
Mittel	43	98	396	„

Fleckenminima.	Nord-	Süd-	Südwest-Winde.	
1822—24	11	43	418	„
1833—35	5	18	434	„
1842—44	66	96	304	„
Mittel	27	52	385	„

für Bremen

Fleckenmaxima.	Nord-	Süd-	Südwest-	Nord bis Südost-	Süd bis Nordwest-	Winde.
1829—31	38	37	289	452	653	Tage
1836—38	22	39	302	385	711	„
1847—49	30	52	250	403	693	„
1859—61	15	31	315	385	711	„
1870—72	21	44	297	419	677	„
Mittel	25	41	291	409	689	„

Fleckenminima.	Nord-	Süd-	Südwest-	Nord bis Südost-	Süd bis Nordwest-	Winde.
1833—35	38	29	288	387	708	„
1842—44	31	38	260	397	711	„
1855—57	30	47	236	445	651	„
1866—68	25	21	305	395	701	„
Mittel	31	34	272	402	694	„

Nach dieser Zusammenstellung waren also für Cincinnati die Nord- und Süd-Winde beträchtlich, die Südwest-Winde — die am häufigsten vorkommenden — wenig häufiger zur Zeit der Fleckenmaxima, als zur Zeit der Fleckenminima.

Für Bremen waren zur Zeit der Fleckenmaxima die Süd-, Südwest- und Nord- bis Südostwinde etwas häufiger, als zur Zeit der Fleckenminima; die Nordwinde aber etwas häufiger zur Zeit der Fleckenminima und ebenso, aber auch nothwendigerweise, wenn die Winde der entgegengesetzten Richtung zur Zeit der Maxima etwas häufiger waren, die Süd- bis Nordwestwinde etwas häufiger zur Zeit der Fleckenminima. Beider Orte Windsysteme haben somit, mit

<sup>1)</sup> Da für Cincinnati die uns vorliegende Beobachtungsreihe nur bis 1848 reicht, so sind die Zahlen der Jahre 1846—48, anstatt der Jahre 1847—49 oben zusammengezählt.



Ausnahme der Nordwinde, Aenlichkeit in der Vertheilung während der Wendepunkte der Fleckenperiode. Für Bremen würde zur Zeit der Fleckenmaxima die Polarströmung etwas dominiren. Dieses letztere Resultat widerspricht dem von Hahn für Zwanenburg gefundenen. Wir selbst aber verzichten auf die Entscheidung der Frage, ob zur Zeit der Fleckenmaxima der Polarstrom vorwalte oder nicht, nicht nur schon wegen des Widerspruches, der sich aus den beiden Reihen von Zwanenburg und Bremen ergibt, sondern schon desshalb, weil wir auf einzelne Reihen kein Urtheil gründen dürfen und weil in unserer Zusammenstellung die Differenzen gar zu gering sind. Die Süd- und Südwestwinde scheinen aber zur Zeit der Fleckenmaxima etwas häufiger aufzutreten, als zur Zeit der Sonnenflecken-Minima.

Die Zwanenburger Beobachtungen (nach Woltmann, *Beiträge zur Hydraul. Architectur*) ergeben:

Windecurs:	N.	S.	N.	S.	N.	S.		
1743	25	43	1758	21	38	1773	27	70
44	42	42	59	17	50	74	27	48
45	15	42	1760	20	39	75	23	49
46	14	44	61	25	57	76	33	51
47	21	33	62	29	52	77	32	43
48	24	30	63	31	62	78	37	41
49	24	35	64	30	59	79	33	48
1750	19	45	65	29	60	1780	27	34
51	26	33	66	30	61	81	49	40
52	31	43	67	36	56	82	27	38
53	19	31	68	30	63	83	44	33
54	18	31	69	34	52	84	29	35
55	22	36	1770	31	55	85	46	34
56	17	41	71	45	42	86	43	30
57	20	24	72	39	57			

Geordnet nach Gruppen von drei Jahren, erhalten wir für die Mittel der Sonnenflecken-Maximajahre:

Nordwinde: 30      Südwinde: 45;

für die Mittel der Minimajahre:

Nordwinde: 29      Südwinde: 44,

somit verschwindend kleine Differenzen, wenn schon in den Reihen sich die Tendenz nicht zu verbergen scheint, dass vor oder um die Minima von 1745, 1755, 1766, 1775, 1785 die Nordwinde etwas seltener, die Südwinde etwas häufiger und umgekehrt um die Maxima von 1750, 1761, 1770, 1788 die Nordwinde etwas häufiger, die Südwinde etwas seltener auftraten.

Sehr eingehend untersuchte in der neuesten Zeit (*Sitzungsbericht d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien*, vom 21. Juni 1877) C. Hornstein in Prag die *Abhän-*



gigkeit des Windes von den Perioden der Sonnenflecken an den Beobachtungen von Oxford und Prag.

Aus den Oxforder Beobachtungen findet er: Drehung der mittleren Windrichtung vom Sonnenflecken-Maximum gegen das Minimum hin von West mehr gegen Süd und umgekehrt vom Minimum gegen das Maximum hin, Drehung der mittleren Windrichtung im umgekehrten Sinne, also Uebereinstimmung mit Main.

Für Prag findet Hornstein: 1) Aenderung der mittleren Jahrescomponente [ $\alpha = v \cdot \cos w$  (N.—W.)] übereinstimmend mit Wolf's Relativzahlen; Aenderung der mittleren jährlichen Windrichtung, welche fast genau denselben Gang zeigt, wie  $\alpha$ , in dergleichen Weise. 2) Aenderung der Jahrescomponente  $\beta = v \cdot \sin w$  (O.—W.) im entgegengesetzten Sinne der Wolf'schen Relativzahlen und da für Prag  $w = 270^\circ$  nie sehr weit verschieden ist, so ist  $v = -\beta$  und damit die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit ebenfalls für Prag übereinstimmend mit Wolf's Relativzahlen wechselnd. 3) Uebereinstimmung der Resultate für Prag und Oxford.

Wir lassen nun die von Hornstein zusammengestellten Werthe folgen:

OXFORD.			PRAG.			
Jahr.	Wolf's Relativzahlen.	Mittlere Windrichtung.	Windescomponenten		Mittlere Wind-	
			"	$\beta$	Geschwindigkeit $v$	Richtung $w$
1849	96		-0m,081	-0m,775	0m,778	264°,2
1850	67		-0,133	-0,936	0,944	261,9
51	65		-0,393	-0,610	0,724	237,2
52	54		-0,383	-0,539	0,662	234,6
53	39		-0,147	-0,300	0,334	243,9
54	21		-0,312	-0,920	0,973	251,3
55	7		-0,121	-0,378	0,396	252,2
56	4		-0,314	-0,615	0,690	243,0
57	23		-0,039	-0,525	0,526	265,8
58	55		0,021	-0,690	0,690	271,8
59	94	S 52°,9 W	-0,045	-1,028	1,028	267,5
1860	96	70,0	-0,239	-1,012	1,040	256,7
61	77	51,1	-0,180	-1,043	1,057	260,2
62	59	51,3	-0,050	-0,445	0,448	263,6
63	44	40,5	0,169	-0,760	0,778	282,5
64	47	19,4	0,013	-0,410	0,410	271,8
65	31	15,4	-0,134	-0,400	0,422	251,5
66	16	12,1	-0,387	-0,516	0,646	233,1
67	7	24,1	0,061	-0,726	0,729	274,8
68	37	38,2	0,054	-0,884	0,885	273,5
69	74	79,9	0,009	-0,787	0,789	270,7
1870	139	93,1	0,197	-0,903	0,925	282,3
71	111	26,5	0,116	-0,767	0,776	278,6
72	102	63,0	-0,320	-0,604	0,684	242,1
73	66	59,9	-0,210	-0,868	0,893	256,4
74	45	54,2	-0,020	-0,733	0,733	268,4
75	17	38,2	0,008	-0,647	0,647	269,3



Diese Resultate müssen jedenfalls uns, trotz dem oben Gesagten, bestimmen anzunehmen, dass für manche Stationen das von Main für Oxford, wie oben für Cincinnati und Bremen und die sächsischen Stationen gefundene, wenn auch nur schwach ausgeprägte Gesetz besteht, dass zur Zeit der Fleckenmaxima die Windrichtungen im Mittel von jenen zur Zeit der Minima verschieden sind.

Nicht ohne Notiznahme darf bleiben, der eigenthümliche Wechsel in der Häufigkeit der Winde für die Station Cincinnati während der Zeit von 1818 bis 1848, der nicht auf Unregelmässigkeit der Beobachtung beruhen kann, da er nicht in allen Reihen hervortritt und sich in manchen Reihen umgekehrt zeigt. Die Reihen der Nord-, Süd-, Ost- und Westwinde zeigen nämlich Maxima im Anfang und Ende, um die Jahre 1817 und 1846, ein tiefes Minimum um 1834, während die Reihen der Nordost-, Nordwest-, Südost- und Südwestwinde sich umgekehrt verhalten. Die Bremer Beobachtungen enthalten ähnliche Wechsel, die aber nur theilweise mit jenen von Cincinnati harmoniren und nicht so scharf hervortreten. Für Cincinnati müsste während der Zeit von 1817 bis 1846 eine Schwankung in den Windrichtungen innerhalb eines Octanten sich vollzogen haben, was allenfalls einer grösseren Periode entsprechen könnte.

E. Quetelet (in *Sur l'état d. l'atmosph. à Bruxelles*, pendant l'année 1865) gibt die Anzahl der Winddrehungen, wie sie zu Greenwich beobachtet und von Airy zusammengestellt wurden. Airy fand:

Umdrehungen.		Umdrehungen.	
1841 . . . . .	+ 5,4	1851 . . . . .	+ 19,1
42 . . . . .	+ 13,1	52 . . . . .	+ 8,8
43 . . . . .	+ 20,7	53 . . . . .	- 1,9
44 . . . . .	+ 21,7	54 . . . . .	+ 6,8
45 (10½ Monat)	+ 8,9	55 . . . . .	+ 10,8
46 . . . . .	+ 1,8	56 . . . . .	+ 16,1
47 . . . . .	+ 11,0	57 . . . . .	+ 14,7
48 . . . . .	+ 12,1	58 . . . . .	+ 24,1
49 . . . . .	+ 23,3	59 . . . . .	+ 14,0
1850 . . . . .	+ 15,9	1860 . . . . .	- 2,1

Quetelet bemerkt: „Les années 1846, 1843 und 1860 sont tout à fait anormales, et sont peut-être les termes extrêmes d'une période septennale, comme le remarque ce savant astronome.“

Wir bemerken, dass sich diese Reihe, ihrem Verlaufe nach, wie der Kürze halber, nicht zu einem Vergleiche mit der Sonnenflecken-Curve eignet.



Buyss-Ballot stellt (in *Ann. von Poggend.* B. 68, 1846) noch aus den Beobachtungen von Musschenbroek die *Winddrehungen* und *Sprünge* (plötzliche Wechsel in die entgegengesetzte Richtung) für Zwanenburg zusammen:

Drehung. Sprünge.			Drehung. Sprünge.			Drehung. Sprünge.		
1729	106	—	1743	104	21	1757	45	15
1730	38	15	44	53	24	58	97	11
31	40	15	45	—	—	59	144	25
32	28	18	46	—	—	1760	58	9
33	3	19	47	—	—	61	86	15
34	95	1	48	—	—	62	7	17
35	61	17	49	81	31	63	56	25
36	6	18	1750	50	19	64	23	27
37	3	17	51	—10	16	65	52	19
38	76	15	52	128	21	66	90	27
39	90	15	53	27	23	67	28	8
1740	33	21	54	90	18	68	67	19
41	106	11	55	45	21	69	44	14
42	71	19	56	62	23			

Buyss-Ballot bemerkt: Je genauer die Windrichtungen aufgezeichnet werden, um so weniger Sprünge kommen vor.

Da Fleckenmaxima in den Jahren 1739, 1750, 1761, Minima in den Jahren 1734, 1744, 1755, 1766 eintraten, so ergeben sich bei einer Zusammenstellung nach dreijährigen Gruppen, für die Maxima im Mittel 52 Umdrehungen und 17 Sprünge und für die Minima im Mittel 58 Umdrehungen und 15 Sprünge. Die Minima würden etwas mehr Umdrehungen und weniger Sprünge aufweisen; die ganze Reihe aber ist sehr unregelmässig und wohl auch gar nicht sicher genug, um sich zu bestimmten Schlüssen zu eignen.



## BEWÖLKUNG.

---

Wenig gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass die später, im letzten Abschnitte, näher anzuführende Beobachtung Schwabe's und Wolf's, wonach vorzugsweise zur Zeit der Sonnenflecken-Minima ein Zerspringen der Sonnengläser vorkommt, oder dass gar der von Schwabe beobachtete grössere Glanz der Sonne hauptsächlich von dem Zustande der Erdatmosphäre abhängt; indessen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Zustand der Erdatmosphäre zur Zeit der Minima etwas verschieden von demjenigen der Maximazeiten hinsichtlich der Heiterkeit oder, besser gesagt, der häufigeren Aufheiterung ist. In Folgendem stellen wir zusammen, was in dieser Richtung bis jetzt zu erforschen war.

Schwabe (in *Astron. Nachr.* N<sup>o</sup>. 638) sagt: „Wenn irgend die Sonnenflecken Einfluss auf unsere Witterung haben sollten, scheinen sie nach meinen zwanzigjährigen Beobachtungen eher wolkige, als heitere Tage hervorzubringen“. Während er aus seinen meteorologischen und Sonnenflecken-Beobachtungen nur höchstens die Andeutung entnehmen zu können glaubte, dass *fleckenreiche Jahre weniger heitere Tage zählten als fleckenarme*, gelangte H. J. Klein in Köln (s. *Gaea* B. 8) zu der gegentheiligen Ansicht, indem es ihm schien, *als wenn die Quantität der Bewölkung im Laufe einer 11 jährigen Periode einem solchen Wechsel unterliege, dass zur Zeit der Sonnenflecken-Minima weit mehr trüber Himmel beobachtet wird, als in den Jahren mit vielen Sonnenflecken*. Hierdurch ist also nichts bewiesen.

Da Schwabe nur selten aus anderen Ursachen, als wegen trübem Himmel, nicht beobachtete, so mögen zunächst die Anzahl der Tage zusammengestellt sein, an welchen er keine Sonnenbeobachtungen machen konnte. Er beobachtete nicht



1826 an 88 Tagen	1841 an 82 Tagen	[1856] an 45 Tagen
27 „ 92 „	42 „ 58 „	57 „ 41 „
28 „ 84 „	[43] „ 41 „	58 „ 30 „
29 „ 121 „	44 „ 46 „	59 „ 22 „
<u>1830</u> „ 148 „	45 „ 33 „	<u>1860</u> „ 34 „
31 „ 126 „	46 „ 51 „	61 „ 43 „
32 „ 96 „	47 „ 89 „	62 „ 48 „
33 „ 98 „	<u>48</u> „ 88 „	63 „ 35 „
[34] „ 92 „	49 „ 80 „	64 „ 41 „
35 „ 121 „	1850 „ 57 „	65 „ 58 „
36 „ 166 „	51 „ 57 „	66 „ 16 „
<u>37</u> „ 197 „	52 „ 29 „	[67] „ 53 „
38 „ 163 „	53 „ 66 „	68 „ 65 „
39 „ 160 „	54 „ 31 „	
1840 „ 103 „	55 „ 52 „	

Ein Ueberblick über diese Reihe — die Jahre der Maxima der Flecken sind unterstrichen, die der Minima sind eingeklammert — zeigt sofort die grössere Anzahl von Tagen an welchen nicht beobachtet wurde zur Zeit der Maxima von 1830, 1837, 1848. In dem letzten Jahrzehnt der Schwabe'schen Beobachtungen zeigt sich der Ueberschuss nicht mehr so entschieden, da erst 1861 und 1862 die höhern Zahlen vorkommen

Zwischen 1849 und 1858, in welcher Zeit Wolf durch Schwabe'sche Beobachtungen seine Relativzahlen ergänzte, fehlen letztere

1849	50	51	52	53	54	55	56	57	58
an 42	24	19	13	29	11	26	17	26	16

Tagen.

Zwischen 1859 und 1876 konnte weder Wolf noch seine Assistenten in Zürich wegen trüber Witterung die Sonne beobachten

1859 an 90 Tagen	1866 an 67 Tagen	1873 an 62 Tagen
1860 „ 92 „	67 „ 66 „	74 „ 62 „
61 „ 81 „	68 „ 92 „	75 „ 86 „
62 „ 76 „	69 „ 101 „	76 „ 89 „
63 „ 90 „	1870 „ 89 „	77 „ 58 „
64 „ 74 „	71 „ 93 „	
65 „ 69 „	72 „ 71 „	

Auch diese Reihen zeigen mehr Tage ohne Beobachtungen für die Maximazeiten von 1849, 1860 und 1870, als für die Minimazeiten 1856, 1867 und vor 1876.



F. G. Hahn (in *Ueber die Beziehungen der Sonnenflecken-Periode zu den meteorol. Erscheinungen*, 1877) kommt durch die Untersuchungen der Beobachtungen von Leipzig, 1830—60, und von Münster, 1858—74 zu dem Resultate: dass das Maximum der Sonnenflecken von trüben und zugleich kalten, das Minimum von heiteren und durch hohe Wärme ausgezeichneten Sommern begleitet wird; dass aber die Richtigkeit dieses Satzes sich für das ganze Jahr nicht nachweisen lasse, dass vielmehr gerade die Maximalwinter sich durch strenge Kälte und durch besonders andauernde Heiterkeit des Himmels auszeichnen, wobei indessen ein regelmässiger Wechsel, wie bei den Sommern, nicht zu erkennen sei. Für den Sommer also habe Schwabe recht gehabt.

Nach der Beilage N<sup>o</sup>. 4 zu den *Abhandl. d. naturf. Vereins zu Bremen*, hatte Bremen:

	Heitere Tage.	Trübe Tage.	Heitere Tage.	Trübe Tage.	Heitere Tage.	Trübe Tage.		
1829	33	138	1845	43	93	1861	14	97
30	45	141	46	24	98	62	20	109
31	55	158	47	30	109	63	21	84
32	44	139	48	31	109	64	41	107
33	51	129	49	22	114	65	37	95
34	58	108	1850	17	103	66	33	89
35	48	170	51	15	124	67	15	102
36	38	176	52	20	96	68	37	105
37	22	150	53	23	110	69	25	102
38	50	152	54	42	97	1870	35	107
39	39	147	55	21	121	71	31	95
1840	38	138	56	36	107	72	7	54
41	42	146	57	45	103	73	4	58
42	54	125	58	44	75	74	20	107
43	51	150	59	22	87			
44	25	127	1860	7	100			

In Gruppen von je 3 Jahren gebracht umfassten:

Heitere Tage.				Trübe Tage.			
die Flecken-Maxima.		Minima.		Maxima.		Minima.	
1829—31	133	1833—35	157	1829—31	437	1833—35	407
1836—38	110	1842—44	130	1836—38	478	1842—44	402
1847—43	83	1855—57	102	1847—49	332	1855—57	331
1859—61	43	1866—68	85	1859—61	284	1866—68	296
1870—72	73			1870—72	256		
Mittel	88		118		357		359.



Für Bremen sind zur Zeit der Minimas die heitere Tage entschieden häufiger, als zur Zeit der Maximas. Bei den trüben Tagen sind die Mittel gleich; für die ersten Perioden, 1829—1844, überwiegen zur Zeit der Maxima die trüben Tage; das Maximum von 1860 verhält sich eher umgekehrt und bei dem Maximum von 1871 gehen die Jahre mit mehr trüben Tagen eher dem Maximum etwas voraus — 1867—70. Im grossen Ganzen entsprechen für Bremen den Zeiten der Fleckenmaxima doch mehr trübe Tage, als den Zeiten der Minima.

In Galle's Grundzuge der *Schlesischen Klimatologie* (Breslau 1857) sind für Breslau, Leobschützen, Neisse und Klein-Kiegnitz folgende grössere Reihen *heiterer Tage* aufgeführt.

Jahre.	Heitere Tage zu					Jahre.	Heitere Tage zu				
	Breslau.	Leob- schützen.	Neisse.	Klein Kiegnitz.	Mittel.		Breslau.	Leob- schützen.	Neisse.	Klein Kiegnitz.	Mittel.
1791	—	—	—	—	—	1823	53	76	—	131	87
92	118	—	—	—	118	24	42	79	83	120	80
93	98	—	—	—	98	25	52	107	78	112	87
94	130	—	—	—	130	26	88	56	90	116	87
95	128	—	—	—	128	27	78	117	89	106	98
96	156	—	—	—	116	28	42	101	65	95	76
97	112	—	—	—	112	29	71	108	98	113	98
98	94	—	—	—	94	1830	72	101	108	95	94
99	73	—	—	—	73	31	63	69	91	83	77
1800	127	—	—	—	127	32	112	92	114	111	107
1	90	—	—	—	90	33	94	74	87	65	80
2	145	—	—	—	145	34	106	103	116	67	101
3	121	—	—	—	121	35	97	84	75	60	79
4	107	—	—	—	107	36	70	80	71	49	68
5	88	47	—	—	67	37	42	67	76	49	59
6	109	52	—	—	81	38	46	60	99	—	68
7	92	63	—	—	78	39	35	59	100	—	65
8	116	68	—	—	92	1840	32	65	131	—	76
9	87	47	—	—	67	41	33	94	—	—	64
1810	112	67	—	—	90	42	73	83	125	—	94
11	105	63	—	—	84	43	92	70	87	—	83
12	73	37	—	—	55	44	93	38	81	—	71
13	59	46	—	—	53	45	82	44	104	—	77
14	68	41	—	—	55	46	51	61	108	—	77
15	54	43	—	—	49	47	56	74	107	—	79
16	59	31	—	—	45	48	47	62	73	—	61
17	60	26	—	—	43	49	30	—	68	—	49
18	73	48	—	—	61	1850	53	—	62	—	58
19	62	47	—	—	55	51	49	—	—	—	49
1820	56	38	—	—	47	52	88	—	—	—	88
21	64	53	—	—	59	53	101	—	—	—	101
22	89	87	—	—	88	54	83	—	—	—	83



Es waren heitere Tage in je drei Jahren

	während der Maximazeit		Minimazeit der Sonnenflecken.	
	zu Breslau.	im Mittel der 4 Stationen.	zu Breslau.	im Mittel der 4 Stationen.
1803—5	316	316	1797—99	279
1815—17	173	137	1810—12	299
1829—31	206	269	1822—24	184
1836—38	158	195	1833—35	297
1847—49	133	189	1842—44	258
Mittel	197	221		262
				254

Auch hier sehen wir ein entschiedenes Ueberwiegen der Anzahl heiterer Tage zur Zeit der Minima der Sonnenflecken, gegenüber den Maximazeiten;

für Breslau . . . . . im Verhältniss von 1 : 1,33,  
 für die 4 Stationen „ „ „ 1 : 1,15, während es oben war  
 für Bremen . . . . . „ „ „ 1 : 1,34.

Sind auch die Angaben über heitere oder trübe Tage im Allgemeinen nicht so zuverlässig, als auf durch Messung erhaltene Zahlen gegründete Beobachtungen, so zeigen doch die aufgeführten Beobachtungen, dass für Mittel-Europa Schwabe im Rechte bleibt. *Es überwiegen durchweg die Zahlen der heiteren Tage in den Minimajahren der Sonnenflecken, jene der Maximajahre.* Wenn nach Hahn im Winter das Verhältniss nicht so klar hervortritt, so ist dies nicht auffallend, da kalte Tage, die zur Maximazeit häufiger auftreten, durchweg heller sind.

Diesen Resultaten stehen für England gegenüber die Beobachtungen De la Rue's, Stewart's und Lowey's, welche an dem Observatorium zu Kew die Beobachtung gemacht haben, dass zur Zeit der Maxima mehr Tage zur Aufnahme von Sonnenbildern hell sind, als zur Zeit der Fleckenminima, und die Erklärung H. E. Roscoe's u. Stewart der grössern Wärmeentwicklung der Sonne für London, während der Maximazeit, welche sie der grösseren Anzahl heiterer Tage zuschreiben wollen (s. *Proceed. of Roy. Soc.* B. 23).

Ältere und neuere Beobachtungen ergaben eine gewisse Beziehung der Polarbanden zu den Polarlichtern. Wenn diese Beziehung nachgewiesen ist, dann müssen sich bei den Polarbanden auch periodische Veränderungen zeigen, welche der Veränderlichkeit der Sonnenflecken entsprechen, da die Polarlichter ganz bestimmt den Sonnenflecken parallel in Häufigkeit und Grösse wechseln.



Sehr schön fasst Humboldt (in seinem *Kosmos*, namentlich in B. IV. S. 145) die Beziehungen des *Cirrus-Gewölkes* in Bezug auf Richtung, Lage zum magnetischen Pole, wie hinsichtlich ihres Auftretens vor und nach den Polarlichtern auf. Indessen reicht das Erkennen der Beziehungen der Wolkenbildung und namentlich der Cirrusstreifen zu dem Polarlichte in die vergangenen Jahrhunderte zurück. Schon Frobesius (in *Aurorae borealis*, 1739) spricht sich über das Verhalten des Nordlichtes zu den Wolkenbildungen aus. Ausführlich erwähnt dann Barhow, Pastor in Oerland bei Drontheim, (in *Richtig angestellte und aufrichtig mitgetheilte Observationes vom Nordlicht*, 1751) der Polarbanden bei der Besprechung seiner Nordlichtbeobachtungen. Er fand: Mit dem Nordlichte haben diese Wolkengebilde gemein: die Lage, Bogen, Striemen, die Winkel, die grosse Höhe über den Wolken, die Aenderung von Ort und Gestalt, das Vergehen an einem Orte und Entstehen an einem andern; dahingegen stimmen nicht überein: der Mangel an innerer Bewegung und die allgemeine Verbreitung über den ganzen Himmel. P. Hell (in *Aurora borealis*, 1777) fand in Lappland Obiges bestätigt und beobachtete das öftere Sichtbarsein der Cirri vor und nach dem Nordlichte. Cramer, 1785 (*Entstehung des Nordlichtes*), dann Meyer (*Abhandlung vom Nordlicht*) und Musschenbroek bestätigen gleichfalls. In diesem Jahrhunderte waren es namentlich Richardson der im hohen Norden Amerikas, Wrangel der im nordischen Sibirien, Bravais der im äussersten Norden Norwegens beobachtete, welche genaue Beobachtungen über die Beziehungen von Polarbanden und Nordlicht veröffentlichten, die bei allen Nordlichttheorien weit mehr gewürdigt werden sollten, als es seither geschah. Winnecke, der 1858—1864 zu Pulkowa beobachtete, gelangte zu der Ansicht, dass die Cirruswolken häufig die Träger der Nordlichterscheinungen seien.

W. Stevenson (s. *Lond., Edinb. and Dublin phitos. Mag.* B. 6) beobachtete zu Dunse in Südschottland:

	Jahr	1840	41	42	43	44	45	46	47
Cirribänder . . . . .		166	190	98	57	54	32	16	19
Cirrifibern. . . . .		—	42	57	23	30	22	7	7
Summen beider		166(?)	232	155	80	84	52	23	26

ausserdem noch

Gebrochene oder un- regelmässige Cirren }	0	0	0	67	50	50	72	40
Unregelmässige Fibern	—	0	0	70	61	54	81	45
Polarlichter . . . . .	38	43	42	9	10	13	10	16



Die Summen der Cirribänder und Fibern gehen, wie die Zahlen zeigen, auffallend mit den beobachteten Polarlichtern für Dunse parallel, weniger allerdings mit den Sonnenflecken, deren Minimum 1843,5 und deren Maxima 1837,2 und 1848,1 waren. Von 1840 an ist zwar die Abnahme der Häufigkeit bis 1846 scharf ausgesprochen; die Zunahme nachher fehlt. Es muss aber hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass locale Zustände der Atmosphäre das Gesetz, selbst für das Polarlicht, dessen Maximum mit dem Sonnenflecken-Maximum zusammenfiel, zu verhüllen vermögen. Vielleicht spricht sich in den obigen Reihen die grössere Mehrzahl trüber Tage um das Maximum aus; vielleicht auch weniger aufmerksame Beobachtung, als in den ersten Jahren.

Weber in Peckeloh erhielt nach seinen Beobachtungen (s. Heis, *Wochenschrift für Astron.*) folgende Zusammenstellung:

Jahr.	Polarbanden.	Lichtprocesse.	Nordlicht.
1862	96	30	10
1863	68	23	7
1864	90	29	10
1865	99	31	16
1866	69	21	9
1867	57	10	3
1868	50	5	3

Da hier die Maxima der Sonnenflecken 1860,1 1870,6, und das Minimum 1867,2 in Betracht kommen und ausserdem das Jahr 1864 hinsichtlich der Flecken und der Variation der Declinationsnadel höhere Werthe zeigte, als bei stetiger Abnahme der Werthe der Fall hätte sein sollen, so stimmt diese Reihe für Vermehrung und Verminderung der Polarbanden im gleichen Sinne wie bei den Sonnenflecken.

Eine längere Reihe stand H. Klein behufs Lösung der hier in Frage stehenden Aufgabe zu Gebote. Er vermogte, mit Hülfe der in Köln von Garthe angestellten Beobachtungen, mindestens für diesen Ort den parallelen Gang beider Erscheinungen — ihr gleichzeitiges Häufiger- und Seltenerwerden — nachzuweisen.

H. Klein gibt (in *Zeitschr. d. östreich. Gesellsch. für Meteorologie* 1872) folgende Zusammenstellung:

	Cirrus.			Cirrostratus.			Cirrocumulus.			Summe.
	6h	2h	10h	6h	2h	10h	6h	2h	10h	
1850—52	47	51	24	60	67	60	23	10	16	358
1853—55	36	31	22	70	73	43	3	0	2	280
1856—58	59	74	31	70	32	20	22	22	7	337
1859—61	114	117	55	69	54	26	25	10	5	475
1862—64	151	106	104	64	36	23	3	5	3	495
1865—67	100	73	52	55	27	13	0	0	0	320
1868—70	82	74	92	97	38	28	0	0	0	411.
										28



Diese Zusammenstellung ergibt: „*dass die Cirruswolken bezüglich ihrer Häufigkeit in verschiedenen Jahren eine Periodicität zeigen, der Art, dass sie zahlreicher in den Jahren der Sonnenflecken-Maxima als in den Jahren der Sonnenflecken-Minima auftreten*“.

Wolf (*Astronom. Mittheil.* N°. XXX) bildet für dieselben Jahresgruppen die Summen seiner Fleckenzahlen und erhält nach der Berechnung mittelst der Formel

$$285,5 + 0,637 \Sigma r,$$

wobei  $r$  seine Relativzahlen für die Sonnenflecken sind, folgende Tafel:

Jahre.	$\Sigma r.$	Cirri		Diff.
		beobacht.	berechn.	
1850—52	178,6	358	399	— 41
1853—55	63,6	280	326	— 46
1856—58	76,7	337	335	+ 2
1859—61	272,4	475	459	+ 16
1862—64	150,9	495	382	+ 113
1865—67	58,0	320	322	— 2
1868—70	263,9	411	454	— 43.

Die grösste Differenz kommt wieder zu der Zeit vor, in welcher die Sonnenflecken-Curve und die magnetischen Erscheinungen, selbst die Polarlichter, von dem normalen Gange abweichen — für 1864 zu hoch sind —, wesshalb Wolf nicht nur keinen Zweifel in die von Klein hervorgehobene Periodicität setzen, sondern einen Beweis weiter dafür finden will, dass Cirruswolken und Polarlicht wirklich nahe verwandt sind.

Später (in *Astron. Nachr.* 1915) hat Klein seine Zahlen noch etwas abgeändert, indem er im Verhältniss zu der Bewölkung die Zahlensummen corrigirte, womit jedoch Wolf (in *Astron. Mittheil.* XXXIII) sich nicht ganz einverstanden erklärt und wodurch an dem Resultate nichts Wesentliches geändert wurde <sup>1)</sup>.

Mehr oder minder direkt in Verbindung mit den Cirrigewölken stehen die optischen Erscheinungen um Sonne und Mond, welche unter dem Namen: *Höfe, Halos, Nebensonnen, Nebenmonde* u. s. w. bekannt sind.

Die Verwandtschaft besteht darin, dass die genannten optischen Erscheinungen durch in der Atmosphäre schwebende Eisnadeln bedingt sind, während die Cirri aus Eisnadeln oder aus stark überkühltem Wasserdampfe bestehen

<sup>1)</sup> Die Polarbanden haben mit den Polarlichtern auch die jährliche Periode gemein. Für Peckeloh fielen für die Jahre 1862—69 die Maxima in die Monate April und October, die Minima in die Monate Juli und December.



müssen. Dass letzteres der Fall ist, kann kaum angenommen werden, da das durchgehende Licht in ihnen wie im Prisma gebrochen wird und farbige Ringe um Mond oder, und dies namentlich, um die Sonne erzeugt. Es verrathen sich sogar mit unter die feinsten Cirren nur dadurch, dass die farbigen Ringe sich um die Sonne zeigen. Da nun weiter längst bekannt ist, dass Polarlichter und Ringe, Höfe, Nebensonnen und Nebenmonde häufig mit einander vorkommen — man selbst die Ringe von dem Augenblick an beobachtete in welchem ein Nordlichtstrahl vor dem Monde vorbeiging — so kam Sophus Tromholdt zu Horsens, Dänemark, auf die Idee die genannten optischen Erscheinungen in Bezug auf die Häufigkeit des Vorkommens in verschiedenen Jahren zu untersuchen (s. Heis, *Wochenschrift f. Astron.* 1874 N°. 43). Er stellte alle in seines Vaters meteorologischen Tagebuch enthaltenen Notizen über Sonnenhöfe und Nebensonnen, sowie die verwandten Erscheinungen, zusammen, wodurch er folgende Beobachtungsreihe erhielt, welcher wir die, an den gleichen Orten, beobachteten Nordlichter, der Zahl nach, gegenüberstellen.

Jahre	1857	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
Sonnenhöfe u. s. w.	7	15	27	24	20	16	19	9	42	29	18	18	24	28	47	32	36
Nordlichter. . . . .	2	5	13	7	11	9	4	4	18	13	7	5	17	22	22	18	15.

Die Beobachtungen beziehen sich auf: Blankenese (bis Aug. 1857), Oldenburg in Holstein (bis Nov. 1863) und Randers (bis 1873). In der Jahresperiode zeigen die Sonnenhöfe u. s. w. ein Maximum im April, eines im September und zwei Minimas im Juli oder August und zu Anfang des Jahres, also nahe übereinstimmend mit den entsprechenden Wendepunkten der jährlichen Periode der Nordlichter und Cirren.

In den Jahresreihen treten ganz entschieden die Maxima der Jahre 1859 und 1860, sowie von 1871 mit jenen der Sonnenflecken hervor. Das dritte Maximum von 1865 entspricht dem oben mehrfach erwähnten abnormalen Gange der Sonnenflecken-Veränderlichkeit und des Erdmagnetismus. Dass die Tromholdt'sche Reihe der optischen Erscheinungen um die Sonne der Nordlichterscheinung hinsichtlich der Aenderung der Jahressummen ähnlich verlaufen muss, ist bei dem parallelen Gange der Sonnenflecken und Polarlichter (— Jahressummen —) nicht auffallend; recht auffallend aber bleibt die Ähnlichkeit der beiden von Tromholdt gegebenen Reihen für die an den gleichen Orten beobachteten Polarlichter und Sonnenhöfe und ähnlichen Erscheinungen. Beide Reihen verhalten sich genau, wie die oben von Stevenson angeführten Reihen für Polarlichter und Cirrengebilde; nur nehmen bei Tromholdt die



beiden Reihen gegen das Maximum von 1871 hin wieder normal zu, während die Stevenson'schen Reihen gegen das Maximum von 1848 hin stets abnehmen. Für die Theorie des Nordlichtes bleibt die Tromholdt'sche Zusammenstellung eine sehr beobachtenswerthe.

Wir stellen nun noch einige Reihen von Beobachtungen der optischen Erscheinungen um Sonne und Mond zusammen, die durch feine Eisgebilde in der Erdatmosphäre bedingt sind.

August in Stark in Augsburg (s. dessen *Meteorol. Jahrb.*) beobachtete *Ringe und Höfe um Mond und Sonne*:

1813	53	1818	25	1823	35	1828	31	1833	25
14	74	19	38	24	18	29	49	34	24
15	98	1820	45	25	26	1830	43	35	28
16	50	21	37	26	24	31	28	36	31
17	68	22	42	27	20	32	22	37	27.

Diese zu Augsburg beobachtete Reihe zeigt deutlich Maxima um 1816, 1830 und 1837, also zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima. Allerdings schiebt sich für 1821 noch eine Erhöhung der Zahlen ein, die nahe dem Sonnenflecken-Minimum von 1823 liegt, der aber in der Fleckencurve eine relative Erhebung entspricht. Die Berechnung der 5jährigen Mittel führt zu Maxima der Sonnenhöfe u. s. w. für 1815 und 1829.

Für Wien fanden wir verzeichnet (in *Littrow's Kalender für alle Stände*):

	Sonnenhöfe.	Nebensonnen.	Mondhöfe.	Nebenmonde.	Summe.
1864	15	7	22	4	46
65	29	14	21	2	66
66	26	25	16	2	69
67	20	14	20	0	54
68	32	24	49	3	108
69	26	34	42	3	105
1870	39	55	51	4	149
71	60	49	36	3	148
72	60	38	68	8	172
73	48	40	58	7	153
74	55	44	78	7	185

Für Wien scheint das Minimum der Sonnenflecken von 1867, wie das Maximum von 1871,2 ebenfalls sich in den genannten Erscheinungen, namentlich in jenen der Sonne, abzuspiegeln. Die hohe Zahl des Jahres 1874, welche durch die Mondhöfe bedingt ist, mag vielleicht der relativ grossen Häufigkeit der Sonnenflecken in dem gleichen Jahre entsprechen<sup>1)</sup>, möglicherweise auch durch

1) Die Relativzahlen waren 1871: III; 1872: IO2; 1873: 66; 1874: 45; 1875: I7; 1876: II.



sehr schwache Erscheinungen bedingt sein, die mitgezählt, früher vielleicht vernachlässigt wurden.

Für Dresden gibt Hahn (a. a. O. nach *Bruhn's Meteor. Beobacht. Sachsens*) folgende Zusammenstellung:

	Jahr	1856	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
Sonnenhöfe. . . . .		0	0	0	0	2	7	4	1	0	0	0	1
Mondhöfe. . . . .		0	1	6	4	5	8	7	7	2	0	9	4
Nebensonnen u. Monde		0	1	2	4	7	8	6	3	1	0	0	0
Summe		0	2	8	8	14	23	17	11	3	0	9	5.

Diese Dresdener Reihe lehnt sich, wenn auch vielleicht nicht alle Erscheinungen notirt sind, was in den ersten Jahren der Fall gewesen zu sein scheint, sehr gut an die Sonnenflecken-Periode mit ihrem Maximum von 1860,1 an.

Für den Staat New-York stellt Hough (*Results of a series of Meteorol. Observat. made in the State of New-York, 1855*) zusammen:

	Sonnenhöfe.	Mondhöfe.	Summe.		Sonnenhöfe.	Mondhöfe.	Summe.
1826	—	3	3	1838	11	14	25
27	—	—	—	39	7	19	26
28	3	8	11	1840	22	33	55
29	1	8	9	41	36	15	51
1830	4	14	18	42	58	30	88
31	8	11	19	43	46	40	86
32	1	5	6	44	32	31	63
33	9	8	17	45	38	23	61
34	8	14	22	46	40	33	73
35	12	11	23	47	39	37	76
36	2	14	16	48	32	29	61
37	11	15	26	49	35	25	60.

Diese Reihen, die in der Periode 1826 bis 1839 keineswegs auf Vollständigkeit Ausspruch machen können, wie die Zahlen muthmassen lassen, und wie bestimmt daraus hervorgeht, dass 1830 von 34, 1848 von 45 Stationen Nordlichterbeobachtungen eingetragen sind, schmiegen sich, im grossen Ganzen mit den Maximas von 1830—31, 1842, 1846—47 ziemlich den Fleckenperioden an, wenn dies auch nicht mit der Bestimmtheit geschieht, wie bei einzelnen der vorhergehenden Reihen.

Historisch interessant, da nicht direkt mit den Sonnenflecken verglichen werden kann, ist die Zusammenstellung von Sonnen- und Mondhöfen und andern in dieses Gebiet gehörigen Erscheinungen, welche von Tycho Brahe



auf Uraniaburg, Insel Hween, beobachtet wurden (s. *Tyge Brahes Meteorol. Dagbog, hold paa Uraniborg for Aarene 1552—1597*, Kjöbenhavn 1876. 8). Die Summen, welchen wir zugleich die von demselben Beobachter an dem gleichen Orte gesehenen Nordlichter beisetzen, waren:

1583	5	bei	18	Nordlichtern	1590	6	bei	15	Nordlichtern
84	4	„	16	„	91	1	„	4	„
85	5	„	3	„	92	0	„	0	„
86	5	„	5	„	93	2	„	0	„
87	6	„	3	„	94	0	„	1	„
88	14	„	5	„	95	0	„	0	„
89	10	„	5	„	96	2	„	0	„

Die Nordlichter hatten ihre Maxima um 1580 und 1590 erreicht; somit auch die Sonnenflecken. Die von Tycho Brahe beobachteten Sonnen- und Mondhöfe schliessen sich demnach gut der Periode an. Nach 1590 wurden die Nordlichter allgemein seltener.

Die jährliche Vertheilung der von Tycho Brahe beobachteten Erscheinungen gibt ein Maximum im März und ein Minimum im Juli. Die Summen der 12 Monate waren:

Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
7	9	11	4	4	1	0	3	2	8	2	9,

die der oben angeführten im Staate New-York beobachteten waren:

97	114	112	108	104	57	43	38	47	45	63	66,
----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	-----

wobei sich gleichfalls nur ein Maximum im März und ein Minimum im Juli oder August zeigt, während Tromholdt zwei Maxima und zwei Minima, wie bei den Nordlichtern, beobachtete.



## ATMOSPHERISCHE ELECTRICITÄT.

W. von Bezold kam in seiner Untersuchung: Ueber gesetzmässige Schwankungen in der Häufigkeit der Gewitter (*Sitzungb. d. math. physik. Classe d. bayerischen Akademie* B. IV, Jahrg. 1874) zu den Resultaten:

„Hohe Temperaturen sowohl, als fleckenfreie Sonnenoberfläche bedingen gewitterreiche Jahre. Da nun die Maxima der Sonnenflecken mit der grössten Intensität des Polarlichtes zusammenfallen, so folgt, dass beide Gruppen von electricischen Erscheinungen — Gewitter und Polarlichter — einander gewissermassen ergänzen, so dass gewitterreiche Jahre nordlichtarmen entsprechen und umgekehrt“.

„Der Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Gewittern kann einfach Folge der von der Fleckenbildung abhängigen Insolation sein; er bedingt somit keineswegs die Annahme einer unmittelbaren electricischen Wechselwirkung zwischen Erde und Sonne. Die Aenderung der Insolation tritt nach Köppen in verschiedenen Breiten nicht gleichzeitig, sondern succesive auf. Die Gewitter-Erscheinungen hingegen hängen nicht nur von den Temperaturverhältnissen des betreffenden Ortes ab, sondern auch von dem Zustande der Atmosphäre an weit entfernten, einer andern Zone angehörenden Punkten. Auf diese Weise dürfte die vermittelnde Stellung, welche die Gewittercurve zwischen den Flecken- und Temperaturcurven einnimmt, vielleicht einmal ihre Erklärung finden“.

„Die Hauptminima der Gewitterfrequenz fallen auf 1780, 1786, 1813 und 14, 1837, 1856 und 57. Auch 1842 trat ein Minimum ein, welches dem absoluten sehr nahe kommt, aber nicht vollkommen gleich ist. Das letztere gilt jedoch nur von den ausgeglichenen Zahlen, da die Relativzahlen selbst 1843 ihren absolut geringsten Werth seit 1814 bis zur neuesten Zeit erreichten. Die Blitzschlagcurve fällt ebenfalls 1843 am tiefsten“.

„Auch für Sachsen scheint der Blitzschlag 1842 und 1843 ein Minimum erreicht zu haben (*Ueber die Blitzschläge auf Gebäude im Königreich Sachsen; Protokolle der 75. Hauptversammlung d. sächsisch. Ingenieur- und Architekten-Vereines*)“.



„Die Hauptminima 1786, 1842 oder 1843 dürften so ziemlich mit den Endpunkten der grossen Wolf'schen Sonnenflecken-Periode von circa 56 Jahren zusammenfallen, eine Periode, welche man namentlich in der Curve der zündenden Blitze, finden möchte und die gewiss auch in der Gewittercurve noch ordentlich auftreten würde, wenn man etwas homogenere Materialien zur Verfügung hätte“.

Folgende Tabelle gibt die aus den Beobachtungen der Stationen: Arvavaralja, Aschaffenburg, Barnaul, Basel, Bern, Bistriz, Debreczin, Gurzelen, Hermannstadt, Innsbruck, Karlsruhe, Katherinberg, Krakau, Kremsmünster, Leipzig, Linz, Mailand, Ofen, Peissenberg, Petersburg, Pilsen, Prag, Regensburg, Salzburg, Stuttgart, Sutz, Wien, Wilten, Zürich, von v. Bezold abgeleiteten *Relativzahlen und ausgeglichenen Zahlen für die Häufigkeit der Gewitter*, welche ihn zur Aufstellung der angegebenen Gesetzmässigkeit führten.

Jahr.	Relativ- zahlen.	3jährige Mittel.	Jahr.	Relativ- zahlen.	3jährige Mittel.	Jahr.	Relativ- zahlen.	3jährige Mittel.
1764	257	—	1799	162	165	1834	186	167
65	219	219	1800	193	173	35	165	168
66	182	216	1	147	170	36	143	150
67	282	259	2	193	176	37	152	147
68	292	280	3	171	190	38	136	151
69	254	353	4	228	191	39	173	163
1770	212	214	5	137	156	1840	173	176
71	177	197	6	144	185	41	195	176
72	222	202	7	189	184	42	142	153
73	188	204	8	208	192	43	132	154
74	219	223	9	163	179	44	185	168
75	267	231	1810	182	182	45	173	181
76	170	187	11	199	187	46	193	180
77	141	165	12	167	169	47	164	173
78	210	172	13	144	146	48	170	167
79	128	152	14	129	146	49	163	173
1780	143	150	15	182	170	1850	196	188
81	188	171	16	158	176	51	199	204
82	167	191	17	206	182	52	224	207
83	243	220	18	157	183	53	179	187
84	225	209	19	212	190	54	168	171
85	142	159	1820	180	194	55	169	151
86	128	136	21	203	211	56	134	147
87	144	146	22	260	231	57	152	147
88	169	164	23	203	210	58	149	160
89	175	169	24	175	176	59	192	168
1790	156	175	25	154	173	1860	139	154
91	212	190	26	190	185	61	146	169
92	197	177	27	228	218	62	181	165
93	139	176	28	226	206	63	152	158
94	247	207	29	146	173	64	146	151
95	192	207	1830	176	169	65	162	154
96	196	209	31	189	178	66	157	164
97	249	219	32	160	160	67	180	—
98	179	192	33	133	153			

Diese Reihen haben manche Aehnlichkeit mit unsere auf S. 225 folgenden.



Unter Benützung der Beobachtungen von: Archangel, Basel, Brüssel, Christiania, Cincinnati, Einsiedeln, Gent, Grossröhrsdorf, Krakau, Kremsmünster, Leipzig, Mailand, Moskau, Paris, Prag, Trient, Udine, Urbana, Oh., Wien und Stift-Wilten, für den Zeitraum von 1800 bis 1865, fand der Verfasser (s. *Vierteljahrsschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich*, B. 13), 1868, dass sich kein ausgeprägter ähnlicher Wechsel in den Reihen der jährlich beobachteten Anzahl der Gewitter zeige, wie er bei den Polarlichtern und Sonnenflecken vorkommt, möge man die Untersuchung über wenige oder viele über die Erde verbreitete Orte ausdehnen, dass somit keinerlei Beziehung zwischen der Häufigkeit der Sonnenflecken und den Gewittern dargethan sei.

H. Klein findet (in seiner *Monographie über das Gewitter*, Graz, 1871), dass die Gewitter eine grössere Periode zeigen.

Wir stellen zunächst die Jahresmittel (in abgerundeten Zahlen) wie die fünfjährigen Mittel der Gewittertage zusammen, wie sie sich ergeben aus den publicirten Beobachtungen von:

Archangel.	Hanau.	Riga.
Banjermassing.	Ittendorf.	Rossinière.
Basel.	Karlsruhe.	Scans.
Berlin.	Kendal.	Semipalatinsk.
Bremen.	Keswick.	Scara.
Brüssel.	Klagenfurt.	Stans.
Buitenzorg.	Königsberg.	Stuttgart.
Christiania.	Kremsmünster.	Surabaja.
Cincinnati.	Krakau.	Trient.
Darmstadt.	Leipzig.	Triest.
Dresden.	Louvain.	Udine.
Eiland Decima.	St. Louis.	Urbana.
Einsiedeln.	Lüttich.	Uhleaborg.
Emden.	Mailand.	Vigevano.
Frankfurt a/M.	Mannheim.	Washington, Ark.
Fünfkirchen.	Moskau.	Wien.
Genf.	Hohen-Peissenberg.	St. Wilten.
Gent.	St. Petersburg.	Zappelau.
Grossröhrsdorf.	Paris.	Zittau.
St. José.	Prag.	
Hamburg.	Providence, Rh. Is.	



Jahr.	Mittel.	5 jährige Mittel.	Jahr.	Mittel.	5 jährige Mittel.	Jahr.	Mittel.	5 jährige Mittel.	Jahr.	Mittel.	5 jährige Mittel.
1755	16	—	1786	24	19,2	1817	20	20,0	1848	18	20,2
56	18	—	87	22	20,8	18	18	20,0	49	19	19,4
57	34	19,6	88	16	20,4	19	24	20,8	1850	22	20,0
58	12	20,4	89	24	20,2	1820	21	22,6	51	19	20,2
59	18	21,2	1790	16	19,8	21	21	23,6	52	22	20,0
1760	20	17,4	91	23	20,6	22	29	23,0	53	19	19,4
61	22	16,6	92	20	18,2	23	23	22,0	54	18	19,6
62	15	16,2	93	20	17,4	24	21	22,0	55	19	19,4
63	8	16,6	94	12	15,6	25	16	21,0	56	20	19,6
64	16	15,8	95	12	15,6	26	21	21,2	57	21	20,8
65	22	16,0	96	14	14,8	27	24	20,6	58	20	20,6
66	18	18,0	97	20	14,6	28	24	21,4	59	24	20,8
67	16	19,0	98	15	14,4	29	18	21,6	1860	18	20,6
68	18	18,6	99	12	15,4	1830	20	20,4	61	21	20,2
69	21	18,6	1800	11	15,6	31	22	18,6	62	20	18,2
1770	19	18,8	1	19	18,8	32	18	19,0	63	18	19,2
71	18	19,8	2	21	20,0	33	15	18,4	64	14	20,0
72	18	20,6	3	20	19,9	34	20	18,0	65	23	21,0
73	23	21,2	4	22	19,6	35	19	18,0	66	25	22,0
74	25	21,2	5	17	19,4	36	18	18,6	67	25	23,2
75	22	21,2	6	18	20,0	37	18	18,6	68	23	23,0
76	18	19,8	7	20	19,4	38	18	19,6	69	20	22,0
77	18	19,0	8	23	19,8	39	20	18,8	1870	22	21,6
78	16	19,2	9	19	21,4	1840	19	18,8	71	20	22,4
79	21	20,4	1810	19	21,4	41	19	18,2	72	23	23,0
1780	23	20,8	11	26	20,0	42	18	18,2	73	27	23,2
81	24	22,0	12	20	19,2	43	15	18,4	74	23	—
82	20	21,0	13	16	19,6	44	21	19,0	75	23	—
83	22	20,0	14	15	17,8	45	22	20,0	—	—	—
84	16	20,0	15	21	17,8	46	23	20,6	—	—	—
85	18	20,4	16	17	18,2	47	19	20,2	—	—	—

Wir stellen in folgender Tabelle die Gewitter-Beobachtungen noch geographisch gruppirt zusammen, um übersehen zu können, in wiefern die periodischen Aenderungen von den Localitäten abhängig zu sein scheinen.

Petersburg, Scara, Uhleaborg.			Petersburg, Scara, Uhleaborg.			Berlin, Karlsruhe, Kremsmünster.		Petersburg, Scara, Uhleaborg.			Berlin, Karlsruhe, Kremsmünster.	
Jahr.	Mittel.	5 jährige Mittel.	Jahr.	Mittel.	5 jährige Mittel.	Mittel.	5 jährige Mittel.	Jahr.	Mittel.	5 jährige Mittel.	Mittel.	5 jährige Mittel.
1755	16	—	1767	14	19,6	—	—	1779	24	25,2	18	18,4
56	18	—	68	16	18,8	22	—	1780	24	21,2	15	18,8
57	34	19,6	69	28	19,2	16	—	81	18	21,6	29	20,8
58	12	20,2	1770	18	20,4	20	18,4	82	22	19,6	18	20,8
59	18	20,6	71	20	23,2	18	17,2	83	20	18,4	24	22,0
1760	20	17,6	72	20	23,6	16	17,6	84	14	22,0	18	18,4
61	22	16,4	73	30	22,8	16	18,8	85	18	23,2	20	—
62	16	15,2	74	31	22,8	19	18,4	86	36	—	12	—
63	8	15,6	75	14	27,2	25	18,4	87	28	—	—	—
64	10	15,4	76	20	24,8	16	18,0	—	—	—	—	—
65	22	15,2	77	42	23,6	16	18,0	—	—	—	—	—
66	18	16,0	78	18	25,6	14	15,6	—	—	—	—	—



		Südl. d. Alpen. Mailand, Trient, Triest, Udine, Vigevano.		Alpen u. nördl. davon. Altenburg in Nied. Oest, Basel, Einsiedeln, Genf, Fünfkirchen, Ittendorf, Klagenfurt, Hohen-Feissenberg, Stans, Rossinière, Wien, Stift Wilten.		Central-Europa. Darmstadt, Dresden, Frankfurt a/M., Hanau, Grossröhrsdorf, Krakau, Karlsruhe, Krensmünster, Leipzig, Mannheim, Prag, Paris, Schneekoppe, Stuttgart, Zappellau, Zittau.		Nordsee-Küstenland. Bremen, Brüssel, Emden, Hamburg, Gent, Leuven, Lüttich.		Nördl. Europa, nebst England. Archangel, Applegarth-Manse, Boston, Christiania, Königsberg, Kopenhagen, London u. Chiswick, Moskau, Petersburg, Sandwick-Manse.		Amerika. Cincinnati, St. José, St. Louis, Providence, Rh. Isl., Urbana, Oh., Washington, Ark.	
		Mittel	5jähr. M.	Mittel	5jähr. M.	Mittel	5jähr. M.	Mittel	5jähr. M.	Mittel	5jähr. M.	Mittel	5jähr. M.
1801	19	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	—
2	12	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	—	—
3	17	17,0	—	—	—	21	21,2	—	—	—	—	—	—
4	16	17,6	—	—	—	28	20,4	—	—	—	—	—	—
5	21	19,8	—	—	—	15	20,2	—	—	—	—	—	—
6	22	21,2	—	—	—	15	20,2	—	—	—	—	—	—
7	23	21,4	—	—	—	22	17,6	—	—	—	—	—	—
8	24	23,8	—	—	—	21	18,4	—	—	—	—	—	—
9	27	25,4	—	—	—	15	20,4	—	—	—	—	—	—
1810	23	25,6	—	—	—	19	19,6	—	—	—	—	—	—
11	30	25,4	—	—	—	25	19,0	—	—	—	—	—	—
12	24	25,0	—	—	—	18	18,4	—	—	—	—	—	—
13	23	26,4	8	—	—	18	18,2	—	—	—	—	—	—
14	25	24,8	9	—	—	12	16,6	—	—	12	—	—	—
15	30	23,4	19	13,0	—	18	18,4	—	—	27	—	—	—
16	22	23,6	17	15,4	—	17	18,6	—	—	30	18,6	—	—
17	17	23,6	12	18,4	—	27	21,0	—	—	15	23,4	—	—
18	24	23,0	20	19,0	—	19	22,6	—	—	9	22,6	—	—
19	25	23,6	24	19,4	—	24	23,4	—	—	36	20,6	—	—
1820	27	23,6	22	22,0	—	26	24,2	—	—	23	21,8	—	—
21	25	26,2	19	21,8	—	21	24,6	—	—	20	26,4	—	—
22	27	25,0	25	21,2	—	31	23,6	—	—	21	24,4	—	—
23	27	23,6	19	20,6	—	21	21,4	—	—	32	23,8	—	—
24	19	23,8	21	20,0	—	19	21,2	—	—	24	23,4	—	—
25	20	24,6	13	19,4	—	15	21,6	—	—	22	22,0	—	—
26	26	24,0	22	19,6	—	20	21,2	—	—	18	20,2	—	—
27	31	24,4	22	19,0	—	33	22,8	—	—	14	18,6	—	—
28	24	24,2	20	20,4	—	27	23,4	—	—	23	17,4	—	—
29	21	23,6	18	21,4	—	17	23,2	19	—	16	15,4	—	—
1830	19	20,6	20	20,6	—	18	20,8	20	—	16	14,6	—	—
31	23	19,0	27	20,2	—	21	19,0	14	15,4	8	12,2	—	—
32	16	18,8	18	20,6	—	21	20,8	13	15,2	10	12,2	—	—
33	16	18,6	18	21,2	—	18	20,4	11	14,0	11	11,6	—	—
34	20	17,4	20	19,8	—	26	19,4	18	13,4	16	13,8	—	—
35	18	18,4	23	19,8	—	16	18,6	14	14,2	13	14,2	32	—
36	17	18,4	20	19,8	—	16	18,6	11	15,2	19	15,4	6	—
37	21	18,4	18	19,4	—	17	18,2	18	15,2	12	15,8	12	15,6
38	16	19,8	18	19,2	—	18	18,4	15	14,8	17	15,0	14	13,4
39	20	20,2	18	18,8	—	24	19,0	18	15,6	18	14,8	14	15,8
1840	25	20,4	22	20,0	—	17	17,8	12	15,2	9	15,8	21	16,4
41	19	19,8	18	19,0	—	19	17,0	15	15,0	18	15,8	18	17,4
42	22	18,6	24	18,6	—	11	16,2	16	14,6	17	15,4	15	19,0
43	13	19,4	13	18,6	—	14	16,8	14	15,4	17	17,8	19	18,6
44	19	20,6	16	20,8	—	20	17,0	16	15,8	16	19,0	22	18,2

29\*



	Südlich der Alpen.		Alpen und nördlich davon.		Central-Europa.		Nordsee-Küstenland.		Nördliches Europa nebst England.		Amerika.		Banjermassing, Buitenzorg, Eiland Decima, Surabaja.		Banjermassing, Buitenzorg, Surabaja.	
	Mittel.	5jähr. Mittel.	Mittel.	5jähr. Mittel.	Mittel.	5jähr. Mittel.	Mittel.	5jähr. Mittel.	Mittel.	5jähr. Mittel.	Mittel.	5jähr. Mittel.	Mittel.	5jähr. Mittel.	Mittel.	5jähr. Mittel.
1845	24	21,0	22	20,6	20	18,2	16	15,2	21	20,2	19	17,8	24	—	26	—
46	25	22,0	29	22,8	20	19,0	17	15,4	24	20,4	16	17,0	16	—	25	—
47	24	22,4	23	25,8	17	17,6	13	14,6	23	20,8	20	15,8	16	19,6	32	27,4
48	18	21,8	24	28,0	18	17,2	15	14,8	18	20,6	12	18,0	15	20,4	28	27,8
49	21	20,2	36	26,8	13	16,8	14	14,0	18	19,2	12	20,0	27	21,6	26	26,6
1850	21	19,6	28	26,4	18	18,8	15	15,6	20	18,4	30	19,2	28	22,6	28	24,4
51	17	18,6	23	26,0	18	19,4	13	16,0	17	18,6	26	20,6	22	24,0	19	23,2
52	21	16,2	21	22,8	27	20,2	21	16,0	19	19,0	16	22,0	21	23,4	21	22,4
53	13	15,6	22	22,0	21	21,0	17	16,2	19	20,0	19	19,4	22	22,2	22	21,0
54	9	14,8	20	22,2	17	22,2	14	16,8	20	20,2	19	17,0	24	21,2	22	20,6
55	18	15,2	24	22,4	22	20,4	16	17,0	25	22,8	17	17,0	22	22,2	21	21,6
56	13	16,6	24	22,4	24	19,4	16	17,6	18	21,8	14	17,4	17	21,0	17	20,4
57	23	19,8	22	24,6	18	20,4	22	19,8	32	22,2	16	17,4	27	—	26	—
58	20	19,6	22	23,6	16	19,4	20	20,0	14	21,0	21	21,2	16	—	16	—
59	25	19,8	31	23,0	22	18,4	25	21,4	22	21,2	19	22,4	—	—	—	—
1860	17	18,4	19	23,2	17	18,4	17	21,2	19	19,0	36	23,2	—	—	—	—
61	14	17,4	21	23,2	19	18,6	23	20,2	19	20,4	20	22,2	—	—	—	—
62	16	14,4	23	21,4	18	17,0	21	16,8	21	18,0	20	21,6	—	—	—	—
63	15	13,0	22	22,0	17	17,4	15	17,6	21	18,0	16	18,4	—	—	—	—
64	10	13,6	22	22,8	14	18,0	8	17,2	10	19,0	16	18,2	—	—	—	—
65	10	16,0	22	24,0	19	19,8	21	18,0	19	18,4	20	18,0	—	—	—	—
66	17	16,6	25	27,2	22	21,6	21	19,4	24	18,8	19	19,2	—	—	—	—
67	28	16,6	29	28,4	27	23,2	25	20,6	20	20,2	19	21,6	—	—	—	—
68	18	17,0	38	32,0	26	23,4	22	19,8	21	20,0	22	22,8	—	—	—	—
69	10	15,8	28	31,4	22	23,2	14	19,4	17	—	28	23,8	—	—	—	—
1870	12	12,6	40	31,6	20	24,4	17	18,4	18	—	26	24,8	—	—	—	—
71	11	—	22	31,6	21	22,8	19	17,2	—	—	24	25,2	—	—	—	—
72	12	—	30	29,4	23	23,4	20	17,8	—	—	24	25,4	—	—	—	—
73	—	—	38	—	28	—	16	—	—	—	24	22,2	—	—	—	—
74	—	—	17	—	25	—	17	—	—	—	29	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—

Die einzelnen Reihen ergeben folgende Epochen der Maxima und Minima der Gewitter, wobei die scharf ausgeprägten Epochen durch Unterstreichen der Zahlen hervorgehoben sind.



## EPOCHEN DER MAXIMA.

Hauptreihe.....	1759	1767	schwach,	1774	1781	1787	1810	1821	1829	1839	1846	1859	1867—68
Petersburg, Scara, u. s. w.	1759	—		1775	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Berlin, Kremsmünster, u. s. w.	—	—		1773	1783	—	—	—	—	—	—	—	—
Südl. d. Alpen.....	—	—		—	—	—	1810—13	1821	—	1840	1847	1859	1868
Alpen u. nördl. davon	—	—		—	—	—	—	1821	1829	1840	1848	1858	1869
Central-Europa.....	—	—		—	—	—	1809	1821	1828	1839	1847	1854	1868
Nordsee-Küste.....	—	—		—	—	—	—	—	—	1839 (1844)	1859	—	1867
Nord-Europa.....	—	—		—	—	—	—	1821	—	(1839)	1847	1856	1867
Amerika.....	—	—		—	—	—	—	—	—	1842	1852	1860	1872
Sunda-Inseln mit Eiland Decima	—	—		—	—	—	—	—	—	—	1851	—	—
Sunda-Inseln.....	—	—		—	—	—	—	—	—	—	1848	—	—
Mittel 1759 [1767]				1774	1782	1787	1810	1821	1829	1840	1848	1858	—

## EPOCHEN DER MINIMA.

Hauptreihe.....	1764	1776—77	1786	1798	1815	—	1834—35 (tiefstes Min.)	—	1854	1862	1870	
Petersburg, Scara, u. s. w....	1765	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Berlin, Kremsmünster, u. s. w.	—	1778	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Südl. d. Alpen.....	—	—	—	—	1818	—	1834	—	1843	1854	1863	1870
Alpen u. nördlich davon....	—	—	—	—	—	1837	—	—	1842	1853	1862	—
Central-Europa.....	—	—	—	1807	1814	1824	1837	—	1842	1849	1862	—
Nordsee-Küste.....	—	—	—	—	—	—	1834	—	1842	1849	1863	1871
Nord-Europa.....	—	—	—	—	—	—	1833 (tief.)	—	1850	1863	—	—
Amerika.....	—	—	—	—	—	—	1838	—	1847	1855	1865	—
Mittel	1764	1777	1786 (1803?)	1816	1825	—	1835	—	1843	1852	1863	1870

Vergleichen wir die so eben zusammengestellten Epochen mit jenen der Sonnenflecken, so erhalten wir:

Gewittermaxima:	}	Gesamtreihe	1759, 67, 74, 81, 87,	1810, 21, 29, 39, 46, 59, 67-68
		Mittel	1759, (67), 74, 82, 87,	1810, 21, 29, 40, 48, 58, 68.
Sonnenflecken- (am nächsten liegende)	}	Maxima	1761, — — — —	— — 30, 37, 48, 60, —
		Minima	— 1766, 75, 85,	1811, 23, — — — 56, 67.
Gewitterminima:	}	Gesamtreihe	1764, 76-77, 86, 98,	1815, — 24, 35, — 54, 62, 70
		Mittel	1764, 77, 86, (1803),	1816, 25, 35, 43, 52, 63, 70.
Sonnenflecken-	}	Maxima....	1761, 78, 88, —	1816, — — — — 60, 71
		Minima....	1766, 75, 85, 98, (1804),	— 1823, 34, 43, 56, — —



Wir ersehen, dass in der *allgemeinen Reihe*:

Gewittermaxima	mit	Fleckenmaxima	unter	12	Fällen	5	mal	nahe
"	"	Fleckenminima	"	12	"	6	"	"
Gewitterminima	"	Fleckenmaxima	"	9	"	4	"	"
"	"	Fleckenminima	"	9	"	5	"	"

übereinstimmen. Diese Verhältnisse stellen sich bei den *Mitteln*:

Gewittermaxima	stimmen	mit	Fleckenmaxima	unter	11	Fällen	4	mal	nahe
"	"	"	Fleckenminima	"	11	"	7	"	"
Gewitterminima	"	"	Fleckenmaxima	"	11	"	4	"	"
"	"	"	Fleckenminima	"	11	"	7	"	"

Dieses Verhältniss spricht mit sehr unbedeutendem Gewichte *zu Gunsten Bezdol's* und damit gegen das vom Verfasser 1868 gefundene Resultat.

Eine Vergleichung der Maxima und Minima der einzelnen Reihen, welche oben zur Anführung gelangten, ergibt noch weniger entschiedene Resultate, indem bald Gewittermaxima mit Fleckenminima, Gewitterminima mit Fleckenmaxima und umgekehrt zu gleichen Zeiten ganz oder nahezu eintreten. Bevor wir uns die obige Tabelle der Gewitterhäufigkeit nach dieser Richtung hin etwas näher ansehen, sei bemerkt, dass sich ergeben für die drei den Fleckenmaximas und Minimas zunächst gelegenen Jahren im Mittel Gewitter:

		Sonnenflecken-Maxima	Minima.
aus den einfachen Mitteln	{ für das 18. Jahrhundert	19	19
	{ „ „ 19. Jahrhundert	20	21
	{ „ „ beide Jahrhunderte	19,7	20,2.
aus den fünfjährigen Mitteln	{ für das 18. Jahrhundert	18,9	18,3
	{ „ „ 19. Jahrhundert	20,4	20,4
	{ „ „ beide Jahrhunderte	19,8	19,6.

Die Differenzen der Mittel sind derartig gering, dass von einem eigentlichen Uebergewichte keine Rede sein kann. Wenn nach den Mitteln etwas mehr Gewitter auf die Zeit der Minima der Flecken treffen (20,2 gegenüber 19,7), so kehrt sich das Verhältniss bei den 5 jährigen Mitteln um.

*Unsere Untersuchung ergibt somit, dass die Gewittermaxima und Minima nicht an die entsprechenden Epochen der Sonnenflecken, sei es in übereinstimmender oder in umgekehrter Weise, gebunden sind.*

In den Gewitterreihen sind indessen starke Wechsel in der mittleren Häufigkeit nicht zu verkennen, wie die Zahlen und noch übersichtlicher die graphische Darstellung derselben zeigen.

Um dem Wechsel in den Periodenlängen, wie in der Häufigkeit noch etwas mehr hervorzuheben, stellen wir noch folgende Tabelle zusammen:



## GEWITTERMAXIMA.

Gruppen:	Südlich der Alpen.	Alpen und nördlich davon.	Central-Europa.	Nordsee-Küste.	Nord-Europa.	Amerika.	Epochen der Sonnenflecken.	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Max.	Min.
	1812						1804,2	1810,6
	1821	1821 1829	1821 1828		1821		1816,1	1823,3
				1839 [1844]		1842	1829,9	1833,9
	1847	1848	1854		1847 1856	1842	1837,2	1843,5
	1859 1867, 68	1858 1869	1868	1859 1867	1867	1852 1860 1870	1848,1	1856,0
							1860,1	1867,2
							1870,6	

## GEWITTERMINIMA.

							1804,2	1810,6
	1818		1814 1824				1816,1	1823,3
		1827					1829,9	1833,9
	1834			1834	1833	1838	1837,2	1843,5
		1842	1842	1849	1850	1847 1855	1848,1	1856,0
	1854 1863	1852 1862	1862	1863	1863	1865	1860,1	1867,2
							1870,6	

Die Reihe I gibt Hauptmaxima: 1812, 21, 47, 59, 68; Hauptminima: 1818, 34, 54, 63.  
 " " II " " 1821, 48, 68; " 1840.  
 " " III " " 1821, 28, 54, 68; " 1814 u. 1842.  
 " " IV " " 1839, 59, 67; " 1834, dann zunehmend bis 1867.  
 " " V " " 1821, 56; " 1833.  
 " " VI " " Von 1821 nehmen die Zahlen bis 1833 ab, dann wieder zu bis 1856.  
 und Hauptminima wie in der obenstehenden Tabelle, wobei indessen  
 die Zahlen von 1838 an bis 1870 stets zunehmen.

Hauptmaxima und Minima entsprechen in dieser Tabelle bald den Sonnenflecken-Maxima, bald deren Minima mehr oder weniger genau, so dass sich keine scharf ausgesprochene Gesetzmässigkeit kund gibt.

Zieht man noch die Gesamtreihe der Haupttabelle in Betracht, so traten tiefe Minima ein 1763, 1798, 1835, mit den Distanzen 35 und 37 Jahren. Diesen Minimas entsprechen die Hauptmaxima 1781, 1821, 1868 mit den Distanzen 40 und 47, im Mittel 43,5 Jahren.

Wir kommen später auf diese Gewitterreihen zurück. Für jetzt dürfte das wichtigste Resultat sein: Um 1780, namentlich aber um 1821 waren die Gewitter



häufiger als um 1760, 1798 und um 1835. Seit letzterer Zeit nahmen sie bis zur neuesten Zeit wieder zu. Falls die zu Grunde gelegten Reihen von Beobachtungen als genügend zu derartigen Untersuchungen angesehen werden dürfen, könnten die sich ergebenden Wechsel in der Häufigkeit der Gewitter als nicht übereinstimmend mit dem Wechsel der Sonnenflecken angesehen werden <sup>1)</sup>. Wir haben, wie schon bemerkt, hierauf zurückzukommen.

Hahn (in *Ueber die Beziehungen der Sonnenflecken-Periode zu den meteorologischen Erscheinungen*, 1877) findet (s. S. 160) durch seine Untersuchungen keine Spur einer eilfjährigen Periode bei den ihm zur Verfügung stehenden Gewitterreihen und verweist auf die oben angeführte Arbeit des Verfassers, die ebenfalls zu einem negativen Resultate führte. Hahn trägt Bedenken gegenüber einer sich zur Sonnenfleckenperiode umgekehrt verhaltenden Gewitterperiode, da andere Erscheinungen, wie namentlich die Polarlichter, dann aber Cyklonen und Hagel, die alle unter Entwicklung von Electricität entstehen, sich nicht unabhängig von den Gewittern denken liessen und doch ihre Maxima und Minima entweder bestimmt (Polarlichter) oder doch wahrscheinlich (Cyklonen, Hagel) gleichzeitig mit jenen der Sonnenflecken erreichen.

Nach den Zusammenstellungen Zollinger's (in *Vierteljahrsschrift d. naturf. Gesellsch. in Zürich*, Jahrg. III), würden sich im Indischen Archipel die Gewitter nach 4 oder 5 jährigen Perioden mehr oder minder häufig zeigen. Für Buitenzorg (Java) waren Maximajahre 1846 und 1851, von welchen an die Gewitter jährlich abnahmen.

Setzt man voraus, was annähernd richtig ist, dass den Regenmengen die Anzahl der Gewitter entspricht, dann waren für Batavia die Maxima der Gewitter in den Jahren 1829, 1834, 1839, 1843 und 1847.

Nach Logan (*Sketch of the phys. Geogr. of the Malay Peninsula*, in *Journ. of the Indian Archipel*, 1848) waren zu Pulo-Pinang trockne Jahre: 1816, 1821—22, 1842—43, somit wohl auch gewitterarm.

Stellen wir die Gewitter den Sonnenflecken-Maxima und Minima gegenüber, dann erhalten wir:

Minima der Gewitter.	Minima oder Maxima der Flecken.
1816 . . . . .	1816 Maximum
1821—22 . . . . .	1822 Minimum
1833 . . . . .	1834 Minimum
1838 . . . . .	1837 Maximum
1842—43 . . . . .	1843 Minimum
1855 . . . . .	1856 Minimum.

<sup>1)</sup> Sicher stimmen die von uns aufgefundenen Minimas nicht mit den oben angeführten, wie sie Bezdold gab, überein. Wir fanden die Gewitterminimas:

1764, 77, 98, 1816, 25, 35, 43, 52, 63, 70;  
 Bezdold: — 1780, 86, — 1813-14, — 37, 42, 56, 57, — —.



Darnach würden die Sonnenfleckenperioden je zwei Gewitterperioden umfassen, was nicht für einen parallelen oder entgegengesetzten Gang beider Erscheinungen spricht.

In „*Memorabilia Tigurina* oder Chronik der Denkwürdigkeiten des Kantons Zürich, 1850 bis 1860, von G. v. Escher“, (Zürich 1870 in 4), wird auf S. 240 angeführt, dass im Kanton Zürich durch Blitzschlag Feuersbrünste entstanden:

1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1858	1859	1860
13	7	6	2	1	0	1	4	8	5.

Diese Reihe ist so auffallend dem Verlaufe der Sonnenfleckencurve parallel, dass der Zufall fast ausgeschlossen erscheint. Sie widerspricht somit dem Bezold'schen Gesetze und unterstützt die Anschauung von Hahn. V. Bezold selbst gibt (in *Poggendorff's Annalen der Phys.* 1869, No. 4) 1869 eine Zusammenstellung der in Bayern, rechts des Rheines, von 1844 bis 1865 vorgekommenen, durch Blitzschläge entstandenen Brandfälle in folgender Tabelle, in welcher die beiden Reihen fünfjährigen Mittel von uns beigefügt sind:

Jahr.	Blitzschläge nach Bezold.	Blitzschläge nach dem Regierungsblatte.	Versicherte Gebäude nach Tausenden.	Fälle pro Million Gebäude			
				nach Bezold.		nach dem Regierungsblatte.	
					5 jährige Mittel.		5 jährige Mittel.
1833	—	17	1021	—	—	16,6	—
34	—	57	1025	—	—	55,7	—
35	—	48	1061	—	—	45,3	33,7
36	—	15	1083	—	—	13,9	35,2
37	—	40	1085	—	—	36,9	30,5
38	—	26	1085	—	—	24,0	29,1
39	—	35	1088	—	—	32,2	31,5
1840	—	42	1090	—	—	38,6	28,3
41	—	28	1095	—	—	25,6	27,8
42	—	23	1098	—	—	21,0	25,7
43	—	24	1102	—	—	21,8	24,5
44	24	24	1109	21,7	—	21,7	29,5
45	40	38	1115	36,0	—	34,1	30,8
46	53	55	1121	47,4	31,7	49,1	31,6
47	32	31	1128	28,6	32,3	27,5	31,7
48	29	29	1133	25,6	30,4	25,6	30,1
49	27	25	1136	24,0	27,0	22,0	26,8
1850	30	30	1139	26,3	30,6	26,4	30,4
51	35	37	1142	30,7	36,6	32,4	36,8
52	53	52	1144	46,5	38,9	45,4	39,0
53	63	66	1144	55,3	41,2	57,5	42,7
54	41	38	1147	36,0	48,1	33,1	49,4
55	43	52	1152	37,4	51,0	45,1	51,9
56	75	76	1156	65,2	49,8	65,7	50,8
57	71	67	1159	61,2	52,2	57,8	54,8
58	57	61	1163	49,1	54,0	52,5	55,1
59	56	62	1171	47,9	51,9	52,9	52,8
1860	55	55	1180	46,6	49,8	46,6	51,8
61	65	64	1183	55,1	54,2	54,1	55,1
62	60	63	1193	50,4	54,9	52,8	55,4
63	84	83	1206	70,0	59,4	68,8	60,4
64	63	67	1226	52,5	—	54,7	—
65	86	89	1244	69,4	—	71,5	—



Im 4 Bande, Jahrg. 1874, der *Sitzungsb. d. math.-phys. Classe d. k. b. Acad. d. Wissensch. zu München* theilt von Bezold noch folgende Jahressummen der Blitzschläge pro Million Gebäude in Bayern, rechts des Rheines, für 1865 bis 1872 mit:

1865	71,5	1869	65,8
66	39,6	70	60,7
67	77,5	71	88,0
68	112,4	72	80,6.

Die Reihe der Blitzschläge, wie sie durch das Regierungsblatt veröffentlicht ist — und für die betreffende Zeit in Uebereinstimmung damit auch die Bezold'sche — ergibt häufige Blitzschläge in den Jahren 1834, 1840, 1846, 1853, 1856, 1863, 1868, während sie seltener waren 1836, 1842—43, 1849, 1860.

Von Bezold findet, dass seit Ende der dreissiger Jahre die Blitzschläge häufiger geworden sind und mögte, da die Peissenberger und Münchener Beobachtungen von Gewittern einen entsprechenden Verlauf nehmen, eine Periode von circa 90 Jahren vermuthen. Unsere fünfjährigen Mittel bestätigen die Zunahme der Blitzschläge während der Periode 1843 bis 65 und zeigen Maxima 1836, 1847 und 1858 und 1863, Minima 1843, 1849 und schwach 1860. Die Hauptreihe von 1833 bis 1865 zu Grunde gelegt, könnte man die *Maxima* verlegen auf

1834—35, 1846, 1856, 1868;

die *Minima* auf

1842—43 1848 und 1860.

Da die *Sonnenflecken-Minima* eintrafen:

1833,9 1843,5 1856,0 1867,2,

die *Flecken-Maxima* aber

1837,2 1848,1 1860,1 1870,6,

so würde sich das Verhältniss etwas zu Gunsten der von Bezold'schen Resultate — dass Sonnenflecken und Gewitter der Zahl nach in umgekehrten Verhältnisse stehen — zeigen.

Für Sachsen (Königreich) folgert von Bezold (a. a. O.) aus den von Gutwasser veröffentlichten Angaben über die zündenden Blitzschläge eine Uebereinstimmung mit den für Bayern von ihm gefundenen Resultaten, sowohl hinsichtlich der Zunahme seit 1842 bis 1844, als hinsichtlich eines dem Fleckenwechsel entgegengesetzten Ganges. Wir geben hier die sächsischen Angaben Gutwasser's, ergänzt für 1849 bis 1858 (nach *Hübner's Jahrb. d. Statistik*), nebst



den von Bezold'schen dreijährigen Mitteln, wobei jedesmal dem mittleren Jahre ein zweifaches Gewicht beigelegt ist, wieder:

Blitz- schläge. Mittel.			Blitz- schläge. Mittel.			Blitz- schläge. Mittel.			Blitz- schläge. Mittel.		
1841	14	—	1850	37	39	1857	59	70	1864	70	77
42	9	12	51	21	47	58	37	66	65	103	92
43	16	12	52	62	62	59	64	47	66	92	100
44	8	11	53	40	54	1860	77	75	67	112	113
45	14	—	54	21	39	61	83	72	68	138	116
..	..	..	55	34	48	62	44	59	69	76	103
1849	21	—	56	55	68	63	64	61	70	122	106
									71	105	—

Wie schon bemerkt zeigt die kurze Reihe zündender Blitzschläge im Kanton Zürich ein entgegengesetztes Verhalten. Die uns zu Gebote stehenden Auszüge aus den Assecuranzlisten der Kantone Bern, Luzern, Thurgau und Zürich (s. *Schweiz. Statistik und Statistik des Kantons Bern*) ergeben folgende Anzahl von zündenden Blitzen, wodurch das v. Bezold'sche Resultate keine Stütze findet:

Zündende Blitzschläge in den Kantonen Thurgau und Zürich:

1809	2	1816	3	1823	3	1830	4
10	3	17	1	24	1	31	7
11	4	18	1	25	0	32	4
12	3	19	4	26	2	33	6
13	2	20	3	27	2	34	3
14	0	21	3	28	4		
15	1	22	7	29	3		

in den Kantonen Bern, Luzern, Thurgau und Zürich:

1835	20	1842	17	1849	22	1856	13
36	19	43	5	50	14	57	10
37	7	44	13	51	28	58	13
38	7	45	12	52	27	59	29
39	13	46	24	53	19	1860	19
40	15	47	14	54	5		
41	11	48	14	55	8		

im Kanton Bern:

1861	7	1864	4	1867	5	1870	17
62	8	65	6	68	21	71	18
63	11	66	10	69	18	72	6
							30*



Durch die Berechnung der fünfjährigen Mittel gelangt man zu den Maximas: 1811, 1820, 1831, 1841, 1851, 1859, 1869, welche 4 mal nahe den Fleckenmaximas, 2 mal nahe den Minimas und 2 mal zwischen Maxima und Minima in der Mitte liegen. Auch die beständige Zunahme der Blitzschläge seit 1834 kann nicht aus dieser Liste gefolgert werden.

In *Württemberg* vertheilten sich:

	1855	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Blitzschläge	8	11	27	9	32	29	28	38	20	34
Zündende Blitze	1	1	9	3	9	9	4	11	7	9

Die *Württembergische* kurze Liste lässt keine Beurtheilung zu.

Die aus unserer Zusammenstellung hervorgehende grosse Periode findet durch folgende Untersuchungen eine weitere Unterstützung.

Gutwasser in Dresden gelangte unabhängig von Bezold zu dem Resultate, dass früher im Königreich Sachsen die zündenden Blitze verhältnissmässig selten vorkamen, dass die Zahl derselben bis in die neueste Zeit bedeutend zunahm. Nach H. Brämer (*Gaa.* B. VIII) betrogen die zündenden Blitze, so weit sie den Listen von 14 Versicherungsgesellschaften enthoben werden konnten, in: Schlesien, Herzogth. Altenburg, Herzogth. Oldenburg, Kurmark und Niederlausitz, Magdeburg, Halberstadt (Umgebung), Provinz-Posen, Westphalen, Rheinprovinz, Bayern rechts des Rheines:

1856—60:	1076;	1861—65:	1261;	1866—69:	1670.
also per Jahr:	215		252		418
in <i>Württemberg</i> :	31		33		48

Im Ganzen kamen auf je 1000 Brände:

1856—60	:	78,2	} Brände durch Blitzschlag.
1861—65	:	77,8	
1866—69	:	97,1	

Also ebenfalls Bestätigung der Zunahme der zündenden Blitzschläge.

Die in den 30er Jahren geringere Anzahl von Gewittern wird bestätigt durch Klein's Untersuchungen der Gewitterhäufigkeit. Diese Zeit geringerer Gewitterhäufigkeit fällt zusammen mit dem Maximum der grösseren Sonnenfleckenperiode um 1837. Hierauf lässt sich indessen keine Folgerung bauen, da während des Hauptmaximums gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die Gewitter sehr häufig waren, wie unsere oben aufgeführten Tabellen zeigen; anderer Untersuchungen gar nicht zu gedenken.



Hinsichtlich der *Luft-Electricität* fand A. Wislizenus nach seinen zu St. Louis am Mississippi angestellten Versuchen (s. *Transact. of the Acad. of scienc. of St. Louis*, B. II u. f.) eine periodische Aenderung in den Jahresmitteln der täglichen atmosphärischen Electricität, welche auf einen Cyclus von 10 oder 11 Jahren schliessen liesse, wodurch die Electricitäts-Reihe eine gewisse Aehnlichkeit mit der Sonnenflecken-Reihe erlange.

Seine Beobachtungen ergaben:

Jahr	1861	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	Mittel
Electricität	8,4	8,4	9,2	6,8	5,7	5,2	4,6	2,5	3,0	4,5	4,5	4,6	5,6
Differenz gegen das Mittel	+2,8	+2,8	+3,6	+1,2	+0,1	-0,4	-1,0	-3,1	-2,6	-1,1	-1,1	-1,0	

Von einem parallelen Gange der Zahlenreihen beider Erscheinungen — Sonnenflecken und Luftelectricität — kann indessen nur sehr bedingt die Rede sein, wenn nicht weitere Beobachtungen gründlichere Bestätigung liefern sollten, da die den oben angeführten Jahren entsprechenden Sonnenflecken Relativzahlen sind:

Jahre	1861	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Relativzahlen	77	59	44	47	31	16	7	37	74	139	111	102,

wobei namentlich das 1871 eingetretene Maximum der Flecken, noch keine entsprechende Zahl der Luftelectricität trifft, da 1862 und 1863 den Wolf'schen Relativzahlen weit höhere Zahlen der Electricität gegenüberstehen, als der Maximalzahl 139 von 1870 oder 1871.

Des Vergleiches halber lassen wir hier die jedenfalls gleich zuverlässige Beobachtungsreihe Quetelet's für Brüssel, nebst den 5-jährigen Mitteln folgen. Die Zahlen geben Grade des Peltier'schen Electrometers. Einzig die Zahlen des Jahres 1852 dürften etwas unzuverlässig erscheinen, da die Beobachtungen der Monate Januar bis März etwas unsicher waren.

Jahr.	Grade.	5-jährige Mittel.	Jahr.	Grade.	5-jährige Mittel.	Jahr.	Grade.	5-jährige Mittel.
1845	36	—	1853	34	32,2	1861	38	36,2
46	30	—	54	35	32,8	62	37	35,6
47	31	30,8	55	35	34,2	63	36	34,6
48	31	29,6	56	34	34,0	64	32	33,2
49	27	29,8	57	33	34,0	65	30	32,6
1850	29	28,8	58	33	34,0	66	31	32,2
51	31	29,4	59	35	34,8	67	34	32,4
52	26	31,0	1860	35	35,6	68	34	—
						69	33	—



Diese Zahlen berechnete Quetelet ferner in Proportionaltheilen, wobei 2000 = 72°,5 Peltier und die Beobachtungen negativer Electricität unberücksichtigt gelassen wurden. Er erhielt

		Differenz gegen das Mittel.			Differenz gegen das Mittel.			Differenz gegen das Mittel.
1845	267	+74	1854	175	-18	1863	221	+28
46	202	+9	55	253	+60	64	176	-17
47	225	+32	56	185	-8	65	141	-52
48	162	-30	57	192	-1	66	131	-62
49	118	-75	58	177	-16	67	196	+3
50	156	-47	59	225	+32	68	172	-21
51	167	-26	60	231	+38	69	222	+29
52	105	-88	61	268	+75	Mittel	193.	
53	201	+8	62	263	+70			

Diese Zahlenreihen ergeben einen Wechsel in der Stärke der Electricität der Atmosphäre für die einzelnen Jahre, der sehr beträchtlich ist und ein Haupt-Minimum um 1850 (nach der Reihe 5-jähriger Mittel 1850) und ein Haupt-Maximum 1861 ergibt. Ein kleineres Maximum zeigen die Zahlen der Jahre 1855, ein kleineres Minimum 1857. Um 1865—66 trat ein tieferes Minimum ein. Es stimmen weder die Längen der Perioden, noch die Wendepunkte mit jenen der Sonnenflecken überein. Wenn auch die Brüsseler Reihe, wie jene von St. Louis, nach 1861 abnehmende Zahlen zeigt, so gehen die wenigen correspondirenden Werthe so wenig parallel, dass nicht auf einen übereinstimmenden Gang ohne Weiteres geschlossen werden kann. Fortgesetzte Beobachtungen müssen hier entscheiden.



## SECUNDÄRE ERSCHEINUNGEN.

Ausser den in Betracht gezogenen Erscheinungen der Atmosphären bleiben noch einige übrig, von welchen wir hier absehen müssen, weil sie theils eine untergeordnete Bedeutung haben, theils innig mit den behandelten zusammen hängen, oder doch davon abhängig sind, theils weil uns das nothwendige Beobachtungsmaterial nicht zur Hand ist oder spärlich oder gar nicht vorhanden ist. Wir nennen hier: *Durchsichtigkeit der Luft, Höhe der Wolken, Nebel, Thau, Verdunstung, Wettersäulen, Localwinde, Meeresströmungen, Veränderlichkeit der Isothermen, Isobaren, Ozon* u. s. w.

Für Ozon liegen uns folgende Beobachtungen gerade vor: Emden (nach Prestel: *Klima von Ost-Friesland*):

1857	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5,51	6,25	5,67	6,35	5,72	6,36	7,62	7,34	6,49	7,31	6,46	6,73	6,47	6,00	7,90
Mittel = 6,35.														

Abweichung von Mittel:														
-0,84	-0,10	-0,68	0,00	-0,53	+0,01	+1,27	+0,99	+1,14	+0,96	+0,11	+0,38	+0,12	-0,35	-1,45

Hiernach könnte es scheinen, als sei zur Zeit der Fleckenminima der Ozongehalt der Luft geringer, als zur Zeit der Fleckenmaxima.

Klagenfurt (in *Zeitschr. d. östr. meteor. Gesellsch.*, B. IX):

1854	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
6,25	7,12	7,87	7,68	8,10	7,18	7,60	7,30	7,40	7,34	
Abweigung von Mittel	-0,81	+0,06	+0,81	+0,61	+1,04	+0,12	+0,54	+0,24	+0,34	+0,31
1864	65	66	67	68	69	70	71	72	73	
8,35	8,80	8,24	7,52	7,08	5,68	5,67	4,90	5,30	5,65	Mittel = 7,06.
+1,29	+1,74	+1,18	+0,46	+0,02	-1,38	-1,39	-2,16	-1,76	-1,41	

Diese Reihe gibt gleichfalls Maxima zur Zeit der Sonnenflecken-Minima und umgekehrt Minima zur Zeit der Flecken-Maxima.

Umgekehrt verhalten sich die Beobachtungen (nach Bruhns, *Result. d. meteor. Beob. in Sachsen*) für



Mittel.	ZWICKAU.		GREIZ.	
	am Tage (6 <sup>h</sup> bis 6 <sup>h</sup> ).	in der Nacht (6 <sup>h</sup> bis 6 <sup>h</sup> ).	am Tage (6 <sup>h</sup> —6 <sup>h</sup> ).	in der Nacht (6 <sup>h</sup> —6 <sup>h</sup> ).
1865	2,5	1,7	—	—
66	3,1	1,7	—	—
67	3,0	2,3	—	—
68	3,2	1,9	2,0	0,6
69	4,0	2,9	2,3	1,1
70	5,0	3,3	3,3	2,1
71	5,5	2,0	1,9	0,6
72	3,3	1,9	1,0	1,4
73	1,7	2,0	1,9	3,0

Hier hätten wir vermehrten Ozongehalt zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima. Selbst wenn man die Zuverlässigkeit der Beobachtungen nicht in Zweifel ziehen wollte, könnten die letzten Reihen das Resultat nicht influiren, da zu einem bestimmten Ausspruche mehr und längere Beobachtungsreihen nothwendig sind. Es bleibt das Resultat somit ein unentschiedenes.

Obwohl wir im Verlaufe unserer Untersuchung das Pflanzenleben nicht ausser Betracht liessen, verzichteten wir auf die Berücksichtigung des Thierlebens, wenn schon uns für Zugvögel und Wanderthiere manche Beobachtungen zu Gebote stehen. So interessant es ist, zu constatiren, dass z. B. Heuschrecken häufiger in der Nähe der Flecken-Minimajahre auftreten (s. Hahn, *Bezieh. d. Sonnenfl. zu den meteor. Erschein.* und eine Notiz des Verfassers in No. XLVI von *Wolf's Astron. Mittheilungen* 1878), so wenig lohnend ist es dennoch das doch immerhin noch spärliche Beobachtungsmaterial über das Thierleben schon jetzt discutiren zu wollen. Ist einmal die Abhängigkeit der Witterungserscheinungen von dem Sonnenfleckenwechsel erwiesen, dann ergeben sich die Resultate für das Pflanzen- und Thierleben von selbst, da dieses stets von den Witterungsverhältnissen abhängig bleibt.

Unserer Ansicht nach sind die Pflanzen günstiger zu solchen Untersuchungen, als die Thiere, welche sich häufig den Witterungseinflüssen zu entziehen wissen und bei welchen in ihrem Thun und Treiben leichter Abweichungen vom Normalen durch kurz andauernde abnormale Witterungsverhältnisse hervorgerufen werden können, als bei den Pflanzen. Dass entschieden ausgesprochene periodische Aenderungen der meteorologischen Erscheinungen selbst in dem Leben und Getriebe der Menschheit von Einfluss sich zeigen müssten, ist selbstverständlich. So lange aber die Hauptfragen nicht vollständig beantwortet sind, so lange halten wir es für überflüssig auf die secundären Zeit zu verwenden.



# ERDINNERES und SONNENSYSTEM.

(*Weltsystem*).

Der Vollständigkeit halber fügen wir dieser Untersuchung über die Beziehungen der meteorologischen Erscheinungen zu den Sonnenflecken noch an, welche *Beziehungen des Erdfesten* und anderer *Weltkörper zu den Sonnenflecken* vermuthet und untersucht wurden.

E. Kluge in Chemnitz, 1863, (in *Ueber Synchronismus und Antagonismus von vulkanischen Eruptionen u. s. w.*, Leipzig 1863, 8° u. *Ueber einige neue Forschungen auf dem Gebiete des Vulkanismus*, in *Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch.*, Jahrg. 1863) fand, dass die *periodisch veränderliche Häufigkeit der Erdbeben und Vulkanausbrüche in umgekehrtem Verhältniss zu einer gleich langen Sonnenflecken-Periode stehen*, so dass an Sonnenflecken reiche Jahre weniger, an Sonnenflecken arme Jahre mehr Ausbrüche von Vulkanen und allgemeine Erdbeben befürchten lassen <sup>1)</sup>.

Bei den vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben könnte noch der in den Bergwerken vorkommenden *schlagenden Wetter* gedacht werden. Zu einer derartigen Untersuchung fehlen uns leider die statistischen Materialien fast vollständig. Robert Scott und William Galloway (in *Proceed. of Roy. Soc.* N°. 134 1872) stellten für England zusammen:

	Explosionen.	Unglückliche Explosionen.
1868	154	44
1869	192	47
1870	179	67.

<sup>1)</sup> Poey untersuchte die *Erdbeben der Antillen und Mexicos* und die ihm bekannt gewordenen *Vulkanausbrüche der ganzen Erde* und findet höchstens eine geringe Differenz in der Vertheilung zu Gunsten der Sonnenflecken-Minima; eher aber gleichförmige Verhältnisse für Fleckenmaxima und Minima, also ein negatives Resultat (*Compt. rend. B.* 78. 1874. S. 51).



Selbstverständlich genügt die Zunahme der Unglücksfälle gegen das Fleckenmaximum von 1871 nicht zur Begründung eines Ausspruches.

Von Erscheinungen, welche andern Planeten, als der Erde, angehören und möglicherweise zu den die Fleckenbildung bedingenden Ursachen auf der Sonne in irgend welcher Beziehung stehen könnten, kennen wir zwei: *das Eigenlicht der Venus* und *die Veränderungen in der Hülle Jupiters*.

In den Jahren 1721, 26, 39, 59, 96, 1806 (3 mal), 1825, 65 u. 71 (2 mal) sahen Kirch, Derham, A. Mayer, Hahn, Harding, Schröter, Gruithuisen, Engelmann und Winnecke die dunkle Seite der Venus in hellem Lichte erleuchtet, was sich auf ein unserm Erdpolarlichte entsprechendes Eigenlicht der Venus zurückführen liesse. Einige Unterstützung fände diese Deutung dadurch, dass die Erscheinungen meistens in solche Zeiten fielen, in welchen das Polarlicht häufig die Erde erleuchtete.

Der rein hypothetischen Anschauung, dass das Eigenlicht der Venus dem irdischen Polarlichte entspreche, gegenüber steht die *Veränderlichkeit der Jupiterhülle*. Die Vorgänge an den äusseren Partien Jupiters können direkt beobachtet werden und es liegt in hohem Grade die Wahrscheinlichkeit vor, dass die sich verändernden Gebilde einer Wolkenhülle in der Atmosphäre Jupiters angehören. Schon Gruithuisen in München hatte 1839 an dem Ansehen Jupiters Veränderungen erkannt; er konnte aber wegen Mangel an Beobachtungsmaterial zu keinem Resultate hinsichtlich einer etwaigen Periodicität gelangen. 1867 (Juli 5) schrieb Schwabe an Wolf, (s. *Wolf's Nekrolog Schwabe's*): „Wenn ich nicht irre, finden auch grössere und kleinere Perioden und Veränderungen in den Jupiterstreifen statt. Wenn ich 50 Jahre jünger wäre, würde ich diese Beobachtungen fortsetzen; allein in meinem 78. Jahre kann ich kein Resultat hoffen.“ 1872 machte A. C. Ranyard in London (in *Monthly Not.*, Vol. 31) auf einen Zusammenhang zwischen den Veränderungen in der Form und Farbe der *Streifen der Jupiteratmosphäre* und in der *Aequatorialzone derselben auftretenden eiförmigen Flecken* zur Zeit der Sonnenflecken-Maxima aufmerksam und suchte seine Vermuthung durch ältere Beobachtungen zu belegen. Lohse, auf der Sternwarte zu Bothkamp, sammelte und veröffentlichte (*Bothkamper Beobacht.*, Heft II. Die zeitweise sich an der Jupiteroberfläche sich zeigende röthliche Färbung hält Lohse für Aufheiterungen in der wasserdampfhaltigen Hülle Jupiters) das ihm zugängliche und erhaltbare spärliche Beobachtungsmaterial, mit Hülfe dessen, wenn auch nicht mit unbedingter Gewissheit, dann doch mit grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden darf: *Die genannten Vorgänge in der Jupiteratmosphäre stehen mit dem Sonnenflecken-Maxima in Beziehung.*



Sonnen- flecken- Maxima.	JUPITERBEOBACHTUNGEN.	Sonnen- flecken- Minima.	JUPITERBEOBACHTUNGEN.
1649	1647 keine Streifen, aber Wolken sichtbar. Hevel.		
1788,1	1786 auffallende Veränderungen der Jupiteroberfläche. — Schröter.		
	1787 Auftreten eines merkwürdigen lichten weissen Fleckens. — Schröter.		
	1791 feine weisse Wölkchen über gelbem Grunde; Aequatorialzone röthlich gelb. — Von Hahn.	1798,5	1796 und 1797 keine Veränderungen. — Schröter.
1804,2	1805 Neubildung zweier Streifen. — Sternwarte zu Coimbra.		1799 bis 1803 keine auffallende Veränderungen. — Fritsch.
1816,4	1816 grosse Veränderung des Streifens. — Gruithuisen.	1810,6	} .... Fehlen die Beobachtungen.
	1817 Jupiter mit feinen Wölkchen besät. Gruithuisen.	1823,3	
1829,9	.... Fehlen alle Beobachtungen.		
1837,2	1838 starke Umwandlungen der Streifen; helle ovale Stellen in der Aequatorialzone. — Galle. Aequatorialzone röthlich gelb. — Gruithuisen.	1833,9	1832—1836 keine Eigenthümlichkeiten.
	1839 Streifen sehr ausgeprägt. — Galle. Aequatorialzone röthlich gelb. — Gruithuisen.		
1848,1	1848 während die Zeichnungen von J. Schmidt in Athen für diese Zeit keine charakteristischen Eigenthümlichkeiten aufweisen, zeigen die Bond'schen Beobachtungen eine grosse Unregelmässigkeit der grossen Anzahl von Streifen.	1843,5	} .... Um diese Zeiten grosse Mattigkeit und zum Theil geringe Zahl der Streifen. — Schmidt.
1860,1	1860 eigenthümliche rundliche, helle Wolken. — Huggins, Schmidt, Secchi.	1856,0	
	1861 u. 1862 die eigenthümliche Gebilde in letzterem Jahre am stärksten. Schmidt.	1867,2	
1870,6	1870, 1871 u. 1872 bedeutende Veränderungen; weisse helle Stellen südlich vom Aequator; kleine den Sonnenflecken ähnliche Stellen; röthliche Aequatorialzone. — Sternwarte zu Bothkamp, Tacchini.		
	1873 zeigt sich der Uebergang zu Minimum. Sternwarte zu Bothkamp, Schmidt.		

Diese Zusammenstellung spricht jedenfalls für Ranyard's Muthmassung.

Noch weiter dehnt Bruhns in Leipzig die Beziehungen der Sonnenflecken zu andern Weltkörpern aus, wenn er die Planeten verlässt und zu den *Kometen* übergeht. Er fand, 1867 (in *Astronom. Nachrichten* N<sup>o</sup>. 1631), dass, *wenigstens im laufenden Jahrhundert*, (abgesehen von den periodischen Kometen) *zur Zeit der Sonnenflecken-Minimas weniger Kometen sichtbar gewesen seien, als zu anderen Zeiten*. Wolf der (in N<sup>o</sup>. XXIII seiner *Astronom. Mittheil.* 1867)



die Kometen des Galle'schen Verzeichnisses untersucht, kommt zu einem nicht sonderlich mit dem Bruhn'schen übereinstimmenden Resultate.

„Auf 198 (124) Kometen, welche die 255 (66) Jahre von 1609 (1798) bis 1863 beschlagen, fallen:

51 (33) auf 69 (18) fleckenarme Jahre (je das Jahr der Minimumsepoche, das Jahr vorher und nachher) oder 0,74 (1,85) pro Jahr,

38 (27) auf 48 (11) ihnen folgende mittlere Jahre oder 0,79 (2,45) per Jahr,  
45 (23) auf 69 (18) fleckenreiche Jahre (je das Jahr der Maximumsepoche, das vorhergehende und nachfolgende) oder 0,65 (1,28) per Jahr,

64 (41) auf 69 (19) ihnen folgende mittlere Jahre oder 0,93 (2,16) per Jahr; also

zwischen 1609 und 1863 die grösste durchschnittliche Zahl auf die den Sonnenflecken-Maximas folgenden Jahre, ohne, wie Wolf launig bemerkt, dass er jedoch etwa desswegen zu der vor alten Zeiten von Marius geäusserten Ansicht zurückkehren möchte, es seien die Kometen von der Sonne ausgespeite, für uns zuvor als Sonnenflecken sichtbare Schlacken.“

Auffallend ist immerhin, dass für das 9., 11., 14., 15. und selbst für das 16. Jahrhundert zahlreiche und grosse Kometen (23 bis 35 pro Jahrhundert) neben zahlreichen und grossen Nordlichtern und für das 9., 11., 14. und 16. Jahrhundert, mit grosser Sicherheit als Sonnenflecken zu deutende Erscheinungen sich, aufgezeichnet finden, während für das 17. Jahrhundert, das nur wenige brillante Nordlichter aufzuweisen hatte, nur 12 Kometen angeführt werden. Nebenbei bemerkt, würde diese Beziehung der Kometen zu den Sonnenflecken einen alten, namentlich am Rheine verbreiteten Volks-(Aber-)Glauben zerstören helfen, nach welchem Kometenjahre gute Weinjahre wären, da, nach Köppen's Resultat, die an Sonnenflecken armen Jahre — die wärmere Jahre — die guten Weinjahre sein müssten.

1867 war Johnstone Stoney (in *Proceed. of the Royal Soc. B. XVII, N<sup>o</sup>. 105*) zu der Ansicht gekommen, es lasse sich die  $11\frac{1}{3}$  jährige Periode durch einen Meteoriten-Schwarm mit der gleichen Umlaufszeit erklären, wenn man annehme, dass der Schwarm im Perihel durch die Sonnenatmosphäre hindurchgehe. Nicht ohne Interesse ist hier die Bemerkung, dass der bekannte Novemberstrom, dessen Umlaufszeit zu 33,3 Jahren angenommen wird, in den Jahren 1766, 1799, 1833 und 1866 und somit auch 1666, 1699, 1733, also stets nahe der Fleckenminimazeit der Erde nahe kam.



Cassini hielt, 1688, sogar das *Zodiakallicht* für eine von den Sonnenflecken abhängige Erscheinung. Die neueste Zeit vermogte indessen nichts derartiges zu constatiren.

So lange gemeinschaftliche Ursachen in unserm Sonnensysteme gedacht werden können, welche sich gleichzeitig in dem ganzen Systeme bemerkbar zu machen vermögen, oder, wenn wir die Ursache der Vorgänge auf der Erde und, der als sehr wahrscheinlich anzunehmenden, auf dem Jupiter in der Sonne selbst suchen dürfen, gewinnt das periodische Wechseln der einzelnen Erscheinungen noch nicht das Interesse des allgemein Kosmischen. Dieses tritt aber sofort ein, wenn wir die Zusammenstellung, mit einigen Ergänzung wiedergeben, welche 1866 der Verfasser (in seinem Aufsätze: *Die Perioden der Sonnenflecken, des Polarlichtes und des Erdmagnetismus im Programm des Eidgenöss. Polytechnikums* in einer Note auf S. XXIV) publicirte. Er stellte nämlich die *neu erschienene Sterne* mit den Sonnenflecken und Polarlichtern zusammen.

Grosse Sonnenflecken, Sonnenverdunkelungen, welche auf grosse Flecken deuten und Hauptflecken-Maxima.	Grosse Maxima der Nordlichter.	Neue Sterne erschienen:
370—400	400	369, 386, 389, 393
807—841	800—871	827
974	910—955	945
	992—1030	1012
1186—1205, 1241 (?)	1200—1204, 1226—1270	1203, 1230, 1245, 1264
1547, 1588, 1593, 1596	1517—1596	1572, 1578, 1584
1607	1599—1615	1604, 1609
1660, 1675	1655—1690	1670
1835—1871 (Hohe Maxima waren 1848 und 1860).	1836—1872	1848, 1860, 1866, 1877.

Wenn auch dem Zufalle hierbei das volle Feld eingeräumt werden darf, so bleibt immerhin auffallend, dass neue Sterne durchweg in Zeiten hoher Fleckenstände oder grosser Nordlichter erschienen. Ganz, namentlich seit dem 16. Jahrhunderte, darf auch nicht angenommen werden, dass die gleichzeitige bessere Beobachtung in den einzelnen Zeiten die Ursache sei. Sehen wir doch das 18. Jahrhundert, trotz aller Beobachtung, ganz in den Hintergrund treten.



Von den mit dem Fleckenwechsel verknüpften Vorgängen auf der *Sonne* selbst ist noch wenig bekannt. 1859 machte Carrington (in *Monthly Notices of Astron. Soc.*, B. 19) darauf aufmerksam und wurde von Wolf (*Mittheil. üb. d. Sonnenflecken* N°. X) zunächst und dann durch weitere Beobachtungen (vergleiche Spörer's Tabelle auf S. 9) bestätigt, dass mit Ende des Minimums der Fleckenbildung die Flecken in höhern Breiten der Sonne aufzutreten beginnen, um während des Ablaufens der Periode in niederen und niederen Breiten zu erscheinen und zwar, wie der Verfasser (s. Wolf, *Mittheil. üb. d. Sonnenflecken* N°. XVII) zuerst zeigte, nicht in continuirlichem Gange, sondern durch in beiden Hemisphären wechselweises Einsetzen neuer Gruppenmassen, welche sich nach 3 bis 5 Jahren dem Aequator nähern, um mit dem neuen Minimum den Kreislauf von neuem in höhern Breiten zu beginnen. 1873 schien es Secchi, als ob bei geringerer Flecken- und Protuberanzen-Entwicklung der Sonnendurchmesser grösser als im umgekehrten Falle sei (*Bull. meteor.*). Wagner (in *Vierteljahresschr. d. astron. Gesellsch.*) und Auwers (*Ueber eine angebliche Veränderlichkeit des Sonnendurchmessers*) fanden die Veränderungen unbegründet. Wolf dagegen (in N°. XXXIV seiner *Astron. Mittheil.*) gelangte zu dem Resultate, dass sich in der Masklyné'schen Beobachtungsreihe deutliche Spuren der Veränderlichkeit des Sonnendiameters mit dem Fleckenstande zeige.

Nach Tacchini (in *Compt. rend.* B. LXXXIV, 1877) nehmen die Metalleruptionen auf der Sonne entsprechend den Flecken zu und ab.

Nach Secchi (*Die Sterne*) steht fest, dass die gelbliche Zone am Sonnenrande, welche durch die Absorption der Sonnenatmosphäre verursacht wird, während der Fleckenmaxima grösser erscheint, als zur Zeit der Fleckenminima.

Normann Lockyer gelangte durch die Beobachtung der Sonnenfinsterniss von 1878 zu der Ansicht, dass zur Zeit der Fleckenminima die Protuberanzen seltener und schwächer sind, die Corona aber weit heller sei, als zur Zeit der Fleckenmaxima.



# ZUSAMMENSTELLUNG DER WICHTIGSTEN RESULTATE.

---

Ueberblicken wir nun die Zusammenstellung der zahlreichen Untersuchungen, welche leider beinahe alle der Ergänzung und in den meisten Fällen noch sehr der gründlichen Bearbeitung bedürfen, was auszuführen nicht nur die Kräfte eines Einzelnen übersteigen würde, sondern auch bei dem vorliegenden nicht immer geeigneten und häufig, der Zeitdauer, wie der Lage der Stationen nach, unvollständigen Beobachtungsmaterial bis jetzt nur theilweise möglich ist, wodurch der Zukunft ein grosses und lohnenswerthes Feld der Untersuchung gesichert bleibt, so ergeben sich, wie wir in den einzelnen Abschnitten sahen, theils bestimmte, theils aber auch sehr unbestimmte, ja mitunter widersprechende Resultate.

Bevor wir zur Besprechung der einzelnen Abschnitte übergehen, müssen wir uns die Sonnenflecken- und Polarlichter-Beobachtungen, welche als Basis aller unserer Forschungen dienen, noch etwas näher ansehen.

Die wichtigste Reihe für die Darstellung des Wechsels der Häufigkeit und Grösse der Sonnenflecken bilden die Wolf'schen Relativzahlen. Vergleicht man dieselben mit den auf anderen Beobachtungs- und Berechnungsmethoden beruhenden Werthen für die gleiche Erscheinung von Schwabe, Spörer, Warren de la Rue, Secchi, Stark, u. s. w., so gewahrt man eine Uebereinstimmung hinsichtlich der Wendepunkte der Perioden und der relativen Werthigkeiten, welche den Wolf'schen Zahlen das volle Zutrauen sichern muss. Die Brauchbarkeit zu Untersuchungen, wie die hier in Frage stehenden, wird erhöht durch die in bescheidenen Gränzen sich bewegenden Grössen der Zahlen, trotzdem in denselben der Zahl und Grösse der Flecken Ausdruck gegeben ist <sup>1)</sup>. Für die letzten 170 Jahren dürfen die Relativzahlen, die durch die Polarlichter noch

---

<sup>1)</sup> Vergleiche *Wolf's Astronomische Mittheilungen*, N<sup>o</sup>. XXXIII, S. 130.



einer weiteren Controlle unterworfen sind, als sichere Führer dienen. Vor 1750 nimmt allerdings die Sicherheit mehr und mehr ab, je weiter wir zurückgehen, da das Beobachtungsmaterial spärlicher wird. Für manche Zeitabschnitte gelang es indessen Wolf soviel Material zu sammeln, dass ein grosser Theil der Periodenwendepunkte bis zu dem Jahre 1610 rückwärts als hinlänglich genau genug bestimmt angesehen werden kann, um mindestens die Anzahl der kleineren Perioden feststellen zu können.

Anerkennen wir Wolf's System und seine Zahlen, so müssen wir selbstverständlich auch an seinen Perioden und an den von ihm bestimmten Wendepunkten festhalten. Wolf hat in der neuesten Zeit sich dadurch verdient gemacht, dass er die Relativzahlenreihe von 1700 an bis jetzt durch Mittelziehen aus je 12 Monaten ausgeglichen und (in N<sup>o</sup>. XLII seiner *Astron. Mittheil.*) publicirt hat. Wir glaubten aber stets die nicht ausgeglichenen Relativzahlen in Betracht ziehen zu sollen, da in den ausgeglichenen Zahlenreihen manche Eigenthümlichkeiten verschwinden oder doch verwischt werden, welche nicht der Sonnenflecken-Veränderlichkeit allein, sondern auch derjenigen der Polarlichter, Hagel und wohl auch anderen Erscheinungen angehören. Diese Eigenthümlichkeiten beziehen sich namentlich auf den nicht immer regelmässigen Verlauf des Wechsels der Veränderlichkeit. Es treten bald Sprünge, bald Verzögerungen in der Ab- oder Zunahme der Flecken ein; es zeigen sich secundäre Maxima oder Minima u. s. w.

Die Wendepunkte der 11,11 jährigen Periode nahmen wir, wie sie Wolf mit Hilfe seiner ausgeglichenen Zahlen bestimmte. Für die längere Periode bleiben wir bei der Länge von 55,6 Jahren, wie sie früher von Wolf aus den Sonnenflecken, dann von Verfasser, 1863, aus den Polarlichtern bestimmt wurde und wie sie sich bei den wiederholten Untersuchungen der Polarlichter-Beobachtungen stets bestätigt fand. Sollte die Länge derselben in der Zukunft eine Correctur erfahren, so wird sie nach unserem Dafürhalten nicht wesentlich geändert werden und sicher für die letztvergangenen 150 Jahre wenig Einfluss auf die Richtigkeit oder Unrichtigkeit unserer Untersuchungen ausüben können. Noch 1867, gelegentlich der neuen Untersuchung der Sonnenflecken-Beobachtungen von 1700 bis 1751, sagt Wolf (in *Astronom. Mittheil.* N<sup>o</sup>. XXIII): „Interessant ist, dass das kleinste Maximum auf 1705,5, d. h. gerade  $110 = 2.55$  Jahre vor dem niedrigen Maximum von 1816 fällt und mit ihm fast gleiche Höhe annimmt; denn obschon die Unsicherheit des Maasstabes nicht vergessen werden darf, so liegt doch hierin ein neues Belege für die Existenz der grösseren Sonnenflecken-Periode von 55 Jahren, welche sich so schön in der Häufigkeit des Nordlichtes abspiegelt“.



Stellen wir die kleinen Maxima von 1705 und 1816 gegenüber, dann erhalten wir folgende Zusammenstellung der Wolf'schen Sonnenflecken-Maxima:

—	—	1615,5	1625,5	1639,5	1649,0	1660,0	1675,0	1685,0	1693,0
1705,5	1718,2	1727,5	1738,7	1750,3	1761,5	1769,7	1778,4	1788,1	1804,2
1816,4	1829,9	1837,2	1848,1	1860,1	1870,6	—	—	—	—

mit den mittleren Differenzen

110,9	111,7	110,9	110,8	110,3	110,8	109,7	103,4	103,1	111,2.
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Letztere Werthe ergeben das allgemeine Mittel  $109,3 = 2.54,65^1$ ), oder wenn nur solche Werthe benützt werden, welche zwei grosse Perioden umfassen,  $(1615,5-1837,2; 1625,5-1848,1; 1639,5-1860,1 \text{ und } 1649,0-1870,6) = 110,7 = 2.55,4$  Jahre.

Stellen wir nun die Relativzahlen obiger Maxima, von 1700 an, zusammen, so erhalten wir:

Maxima	1705,5	1718,2	1727,5	1738,7	1750,3	1761,5	1769,7	1778,4
Relativz.	48,6	50,0	<u>90,0</u>	85,0	68,2	75,0	79,4	<u>94,8</u>
Max.	1778,1	1804,2	1816,4	1829,9	1837,2	1848,1	1860,1	1870,6
Relat. z.	92,8	70,0	45,5	59,0	<u>138,3</u>	124,3	95,7	139,1

und somit aus den Hauptmaximas 1727,5, 1778,4 und 1837,2 ebenfalls eine grosse Periode von 56 jährige Periode.

Von den weitem Perioden, wie sich aufgestellt wurden: 178 Jahre (Wolf), 233 Tage (Wolf), 27 Tage (Wolf), 584 Tage (De la Rue, Stewart und Loewy), u. s. w. sahen wir ab, da sie auf jeden Fall für unsere Untersuchungen untergeordnete Bedeutung haben, so lange für die Hauptperioden noch so manche Zweifel hinsichtlich eines von den Sonnenflecken abhängigen Ganges anderer Erscheinungen bestehen und berechtigt sind.

Wir haben bei unseren Untersuchungen sehr häufig von Gruppierungen Gebrauch gemacht, welche die Beobachtungswerthe während drei oder fünf den Wendepunkten zunächst gelegenen Jahre umfassen. Bei entschieden ausgeprägtem parallelen Gange oder gerade entgegengesetztem Wechsel einer Erscheinung gegenüber dem Wechsel der Sonnenflecken, müssten sich in einer entsprechenden Gruppierung nach 3 oder 5 Jahren der Wechsel entschieden

<sup>1)</sup> Die Länge der Periode von 2.54,65 ist allerdings etwas kürzer, als die oben angenommene, was in der Benutzung der Perioden von 1660—1685 begründet sein mag. Auffallend ist die Uebereinstimmung mit der vom Verfasser (in *Astronom. Mittheil.* N°. XXVII) aus den Jupiter-Saturn-Störungen bestimmten von 54,6 Jahren.



bekunden, wie dies bei den Sonnenflecken und den Polarlichtern der Fall ist. Gruppirt man die Relativzahlen Wolf's von 1705 bis 1871, so erhält man für die Mittel

	Maxima.	Minima.
bei einer Gruppierung von 3 Jahren	74 82 66	13 9 20
	Mittel $\frac{74}{3}$	Mittel $\frac{14}{3}$
bei einer Gruppierung von 5 Jahren	47 74 82 66 48	21 13 9 20 43
	Mittel $\frac{63}{5}$	Mittel $\frac{21}{5}$

Die Mittel der Zahlen behaupten ihr entschiedenes Uebergewicht zu Gunsten der Maxima bei beiden Gruppierungen und ebenso bestimmt nehmen die Zahlen vom Maximum aus nach beiden Seiten hin ab, vom Minimum aus nach beiden Seiten hin zu.

Wird für das Polarlicht die gleiche Gruppierung vorgenommen, dann erhält man für die ausgeglichenen Jahressummen der in Europa von 1700 bis 1875 beobachteten Nordlichter (s. S. 27) die Reihen zur Zeit der

	Sonnenflecken-Maxima.	Minima.
fünfjährige Mittel	97 111 121 109 105	83 71 80 89 111
dreijährige Mittel	$\frac{109}{3}$	$\frac{83}{3}$
	114	80.

Diese Zahlenunterschiede würden noch etwas grösser sein, wenn statt der ausgeglichenen, die wahren Werthe genommen worden wären.

Unbedingt ist an einer derartigen scharfen Uebereinstimmung nicht festzuhalten, da, wie schon aus den Köppen'schen Untersuchungen über die Temperaturen hervorgeht, und bei anderen Erscheinungen wahrscheinlich wird, Verschiebungen der Wendepunkte gegenüber jenen der Sonnenflecken-Perioden eintreten können, welche die Maxima und Minima der Zahlenreihen früher oder später eintreten lassen. In solchen Fällen müssen eingehendere Untersuchungen die etwa bestehenden Beziehungen oder die Unabhängigkeit der Erscheinungen aufklären.

Die Resultate aus einzelnen, namentlich kurzen Beobachtungsreihen sind stets mit grosser Vorsicht aufzunehmen, da es, wie wir in verschiedenen Abschnitten wiederholt sahen, nur zu häufig vorkommt, dass die eine Reihe ein bestimmtes Gesetz zu zeigen scheint, während die andere Reihe zu einem entgegengesetzten Resultate führt. Aus den Beobachtungen der Sonnenflecken,



der Polarlichter, der magnetischen und meteorologischen Erscheinungen liessen sich zahlreiche Beispiele anführen, wie sehr die Verschiedenheit des Zustandes der Atmosphäre in den einzelnen Jahren, die localen Verhältnisse, die Qualität der Instrumente und Apparate, die Ausdauer der Beobachter, die Regelmässigkeit der Beobachtungen u. s. w. sich in den einzelnen Beobachtungsreihen geltend machen. Unsere zahlreichen Zusammenstellungen von Untersuchungen bestätigen, dass aus einzelnen, namentlich kürzeren Beobachtungen nur in seltenen Fällen auf eine bestimmte Gesetzmässigkeit geschlossen werden kann; sie zeigen aber auch, dass, wenn ein Gesetz wirklich besteht, jede Vervollständigung des Beobachtungsmaterials und die Vervollkommnung der Beobachtungen dasselbe mehr und mehr bestätigen, wie dies namentlich seit den letzten Jahrzehnten für die magnetische Declinations-Variation und für das Polarlicht der Fall war.

In unserer Abhandlung fällt das ganze Gewicht auf die Untersuchung eines etwaigen parallelen Ganges irgend einer der in Frage kommenden irdischen Erscheinungen mit den Vorgängen auf der Sonne während der Hauptperioden; wir müssen trotzdem wiederholt einer kleinen Periode gedenken, welche sich im Erdmagnetismus, in der Temperatur, in der Veränderlichkeit des Luftdruckes, bei den Polarlichtern, und wenn dieses wirklich der Fall ist, wohl auch in anderen Erscheinungen, abzuspiegeln scheint. Es ist dies die Periode von 26 oder 27 Tagen, wie sie sich aus verschiedenen Beobachtungen ableitet.

Aus den Temperaturen fand Buys-Ballot, wie früher angeführt, eine Periode von 27,682 Tagen; der Verfasser (s. Anmerkung auf S. 65) 27,6868 Tage aus den Fleckenbeobachtungen. Hornstein fand aus den Schwankungen des Luftdruckes 25,82 Tage und Broun ebenfalls daraus 25,83 Tage (s. oben S. 182), während letzterer aus den magnetischen Schwankungen nahe 26 Tage für die kleine Periode berechnete. Nimmt man diese Zahlen für die synodische Rotationszeit der Sonne, dann liegen die daraus berechneten Werthe für die siderische Rotationszeit der Sonne innerhalb der Grenzen der beobachteten Werthe, — soweit dies aus den Fleckenbeobachtungen möglich ist und als mit der Wirklichkeit übereinstimmend angenommen werden kann —. Wir erhalten die Werthe für die wahre Rotationszeit der Sonne: 25,74 und 24,12 Tage. Diese Werthe weichen allerdings mehr von einander ab, als man erwarten sollte. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass wir möglicherweise mit verschiedenen, von einander unabhängigen Werthen zu rechnen haben: mit der wahren Rotationszeit der Sonne und mit Werthen, welche durch die Periodicität und die Bewegungen der Flecken bedingt sind und nicht nothwendigerweise mit einander übereinstimmen müssen, da ausserhalb der Sonne liegende Einflüsse den Fleckenwechsel dieser kleinen Perioden ebensowohl bedingen können, wie denjenigen der grossen.



Gehen wir nun zur Zusammenstellung der erhaltenen Resultaten über, so zeigt sich *zuerst* ganz unzweifelhaft, dass die tägliche Variation der magnetischen Declination sich mit der Häufigkeit der Sonnenflecken ändert, dass beide Erscheinungen ihre Maxima und Minima gleichzeitig erreichen und dass selbst die grosse (56 jährige) Fleckenperiode, soweit als aus den zuverlässigen Beobachtungen geschlossen werden kann, sich in der Variation abspiegelt, indem bei den längeren Reihen, wie für München und Mailand, um 1837, entsprechend den Sonnenflecken-Relativzahlen die Werthe grösser waren, als bei den folgenden Maximas. Entsprechend waren durchweg um 1870 die Werthe der Variation, wie jene der Sonnenflecken, wieder grösser als 1848 und 1860. Eingehend spricht sich Wolf über die Beziehungen der Variation zu den Sonnenflecken aus in den oben, in den betreffenden Abschnitten angeführten Quellen und in *Mémoire sur la période commune à la fréquence des taches solaires etc.* in *Trans. of Royal Astron. Soc.*, B. XLIII, 1877.

Ueber die von Loomis und J. A. Broun (in neuester Zeit noch von Faye in Paris) gegen Wolf gebrachten Einwürfe hinsichtlich der Richtigkeit der Periodenlängen und der von ihm bestimmten Wendepunkte vor 1837, haben wir schon auf S. 15 das Nöthige gesagt. Die Einwürfe sind um so weniger zu berücksichtigen, als sich kein hinreichendes Beobachtungsmaterial beibringen lässt, um die von Wolf mit grosser Mühe bestimmten Epochenwerthe der Wendepunkte der Sonnenflecken-Veränderlichkeit umzustossen und als ein einfaches Rückwärtsrechnen, wie es Broun ausführte, eine Willkührlichkeit ist, die um so weniger gestattet sein kann, als die bis jetzt bekannten Variations-Perioden nicht von gleicher Länge waren und nicht durch eine Formel von bestimmter Gesetzmässigkeit und mit innigem Anschlusse an die Beobachtung dargestellt werden können. Bis jetzt müssen wir uns damit begnügen die schöne Uebereinstimmung des Ganges beider Erscheinungen — magnetische Variation und Sonnenflecken-Häufigkeit — erkannt zu haben; eine Uebereinstimmung die eine so vollständige ist, dass sich die Werthe der einen Erscheinung aus der anderen berechnen lassen, wenn wir uns an dem Zeitabschnitte halten, für welche genaue Beobachtungen vorliegen.

Für die anderen Elemente des Erdmagnetismus — Aenderungen der Inclination und Intensität, Störungen u. s. w., in kleineren und grösseren Perioden — ist das wenige Hierhergehörige und uns Bekannte oben mitgetheilt worden. Auffallend ist, dass in den verschiedenen Elementen des Erdmagnetismus sich nirgends die Uebereinstimmung der Veränderlichkeit in parallelem Gange mit den Sonnenflecken so bestimmt ausspricht, als bei der Declinations-Variation.



Unserer Ansicht nach wird die Zeit zur Untersuchung aller Elemente des Erdmagnetismus, in Bezug auf eine Abhängigkeit von den Sonnenflecken oder denselben entsprechenden Störungen, erst dann gekommen sein, wenn die in den letzten Jahrzehnten begonnenen Beobachtungen noch für längere Zeit und für eine grössere Anzahl von Stationen fortgesetzt und die grossen Perioden der Sonnenflecken genauer bekannt sind. Bis heute vermögen wir nicht einmal einen Einblick in die Veränderungen des für das practische Leben wichtigsten und am längsten beobachteten Veränderungen des Erdmagnetismus, der secularen Declinationsänderung, zu gewinnen. Schon die Feststellung der Hauptwendepunkte hat ihre Schwierigkeit und es differiren die Bestimmungen derselben, selbst für nahe bei einander gelegenen Orte, mehr, als man erwarten sollte, woran allerdings in nicht unerheblichem Masse die mit oft sehr unvollkommenen Instrumenten erhaltenen und durch willkürlich zu jeder Tages- oder Jahreszeit angestellten Versuchen erhaltenen Beobachtungsergebnisse die Hauptschuld tragen. So fand beispielsweise Ferdinand Seeland (in *Jahrb. d. naturh. Landes-Museums in Kärnthen*, 1868) den Eintritt des westlichen Maximums der Declination für Paris 1799, London 1805, Bleiberg (Kärnthen) 1791, Lölling 1802, Kremsmünster 1815, Wien 1817, Schemnitz 1799.

In den *Annalen der Hydrographie*, 1876, wird gezeigt, dass man für die jährliche Veränderlichkeit des Erdmagnetismus erst bei mehrere Jahrzehnten umfassenden Beobachtungsreihen zu übereinstimmenden Mittelwerthen für die einzelnen Stationen gelangt.

Obschon nicht direct hierher gehörig, ist doch von Interesse die Einschaltung des Resultates, zu welchem J. A. Broun (*Nature*, B. XIII) gelangte, da er bei dem Luftdrucke eine ähnliche, sich der Rechnung nicht entziehende Störung zu berücksichtigen hatte. Die Variationen der täglichen mittleren magnetischen Kraft rühren von Ursachen her, welche ausserhalb der Erde liegen und hängen ab von den Bewegungen der Sonne und des Mondes. Alle hauptsächlichsten Schwankungen dieser Kraft können für jeden Tag in den 12 Monaten unter der Hypothese berechnet werden, dass die Wirkungen der genannten Weltkörper durch das ganze Jahr für dieselbe Position in Beziehung zur Erde constant sind und dass die grossen magnetischen Störungen (welche von Polarlichtern begleitet sind) durch Wirkungen bedingt werden, welche von bestimmten Theilen der Sonnenoberfläche ausgehen, da sehr viele von ihnen sich in Intervallen von 26 Tagen wiederholen, wenn derselbe Punkt der Sonne der Erde gegenübersteht. Es scheint aus anderen Untersuchungen (von Hornstein) hervor zu gehen, dass die Rotation der Sonne auf die Erdatmosphäre ebenfalls ausgesprochene Wirkungen ausübt. Ausgeschlossen bleibt hierbei nicht, dass,



wie oben angedeutet für die kleinere Fleckenperiode, ausser der Sonne liegende Ursachen eine solche 26 tägige Periode zu erzeugen vermögen.

Bestätigen sich die Resultate Broun's und die von Wolf (in N<sup>o</sup>. 17 seiner *Mittheil. Sonnenflecken* und N<sup>o</sup>. 38 seiner *Astron. Mittheil.*) niedergelegten Sätze: *Es ist zu vermuthen, dass etwas mit der Sonnendeclication Zusammenhängendes einen entschiedenen Einfluss auf die Grösse der täglichen Bewegung der Magnetnadel ausübt* und: *Es ist interessant, dass eine für die Mailänder Variation berechnete Formel bis auf wenige Grade den der Mitte eines Monats entsprechende Winkel der betreffenden Rectascension der Sonne wiedergibt*, dann dürfte die Vermuthung nahe liegen, dass in nicht zu ferner Zeit ein bedeutender Fortschritt in der Theorie des Erdmagnetismus zu erwarten ist.

Die Beziehungen des *Polarlichtes zu den Sonnenflecken* glauben wir in dem betreffenden Abschnitte derartig dargelegt zu haben, dass wir hier nur die Resultate einzuschieben nöthig haben. Kurz zusammengefasst heissen diese: *Das Polarlicht steht in einer bestimmten Beziehung zu der Fleckenbildung auf der Sonne, da beide Erscheinungen nach grösseren Perioden von nahe 56 Jahren, welchen je 5 secundäre Perioden von nahe 11 Jahren untergeordnet sind, in der Weise an Zahl und Grösse wechseln, dass zur Zeit der reichsten Fleckenbildung das Polarlicht am häufigsten und grossartigsten sich entwickelt und dass umgekehrt die Minima beider Erscheinungen zusammenfallen; dass die Hauptmaxima der Sonnenflecken sich dabei weniger auszeichnen, als dies bei den Polarlichtern der Fall ist, und dass plötzliche Vermehrung oder Verminderung der Thätigkeit auf der Sonne von einem noch energischeren Wechsel in der Erscheinung der Polarlichter begleitet ist.*

Ueber die Berechtigung der 55 jährigen Periode können Zweifel erhoben werden — Klein hält 67 Jahre dafür für wahrscheinlicher, Hornstein glaubt 70 Jahre <sup>1)</sup> annehmen zu sollen —, wenn man die letzten 150 Jahre berücksichtigt und namentlich das Ende der jetzt ablaufenden Hauptperiode nicht abgewartet werden soll. Zieht man aber die ältesten, theilweise sehr scharf fixirbaren Periodenepochen in Betracht, dann kann eine erhebliche Verlängerung der secularen Periode nicht angenommen werden; wenn wir auch durchaus nicht bestreiten wollen, dass 2 oder vielleicht noch mehrere etwa 56 Jahre lange Perioden zu Hauptperioden zusammenzufassen sind. Wir stimmen hierin

<sup>1)</sup> Hornstein findet aus den *Sonnenflecken* die Periodenlänge zu 74,5, aus den *Nordlichtern* zu 65,6 Jahre. Abgesehen von der Länge der Periode, scheint uns die Verschiedenheit der grossen Perioden für beide Erscheinungen, nach dem oben Geschehenen, sehr unwahrscheinlich.



mit Wolf überein, der ebenfalls die genauere Bestimmung der grossen Perioden von den fortgesetzten Sonnenflecken-Beobachtungen erwartet. Die kürzeren Perioden — die jährlichen und die von der Sonnenrotation abhängigen — haben für unsern Zweck wenig Interesse. Die jährliche Periode kann erst dann von Bedeutung werden, wenn einmal bestimmt nachgewiesen ist, dass die Sonnenflecken-Veränderlichkeit von dem Erdjahre abhängig ist; die zweite, die kurze Periode von 26 bis 28 Tage mittlerer Länge ist bei den Polarlichtern ebenso in der Länge variabel, wie bei den Sonnenflecken, bei welchen die Längendifferenzen oft sehr bedeutend ausfallen können. Legen wir grosse und weit ausgedehnte Nordlichter zu Grunde, so können wir beispielsweise folgende Reihen anführen:

Tage mit grossen Nordlichtern.		Länge der Perioden.	Tage mit grossen Nordlichtern.		Länge der Perioden.
1846	Sept. 22	27 Tage = 1.27	1869	April 15	28 Tage = 1.28
	Oct. 19	29 " = 1.29		Mai 13	235 " = 9.27
	Nov. 17	22 " = 1.22	1870	Jan. 3	29 " = 1.29
	Dec. 9	100 " = 4.25		Febr. 1	235 " = 9.27
1847	März 19	194 " = 7.28		Sept. 24	30 " = 1.30
	Sept. 29	25 " = 1.25		Oct. 24	26 " = 1.26
	Oct. 24	54 " = 2.27		Nov. 19	85 " = 3.28
	Dec. 17	66 " = 2.33	1871	Febr. 12	56 " = 2.28
1848	Febr. 21	240 " = 9.27		April 9	214 " = 8.27
	Oct. 18	30 " = 1.30		Nov. 9	87 " = 3.29
	Nov. 17	30 " = 1.30	1872	Febr. 4.	
	Dec. 17.				
Summe 817 Tage = 30.27,23			Summe 1025 Tage = 38.26,95.		

Der mittlere Werth gäbe 27,09 Tage, also ein Werth der innerhalb den oben angegebenen Grenzen liegt, aber von dem von Hornstein aus den Barometerständen ermittelten (25,82 Tage) stark abweicht, dagegen sich dem von Buys-Ballot und aus den Sonnenflecken ermittelten Werthen (27,687 Tagen) mehr nähert. Letzterem Werthe nähert man sich noch mehr, wenn aus den obenstehenden Reihen alle jene Erscheinungen ausgestossen werden, bei welchen durch zu grosser Entfernungen der Daten die Anzahl der Perioden fraglich werden könnte. Man erhält alsdann 27,56 Tage und wenn man alle Erscheinungen von 1846 Sept. 22 bis 1872 Febr. 4 in die Rechnung einführt, dann erhält man für die mittlere Länge der kleinen Perioden, je nachdem man 335 oder nur 334 solcher zählt, 27,66 oder 27,74 Tage. Diesen Zahlen kann man mit Recht eine gewisse Willkürlichkeit vorwerfen, da die Anzahl kleiner Perioden, welche zwischen zwei oft Jahre lang auseinander liegenden Nordlichtern zu zählen sind, sich nicht genau bestimmen lässt, wenn man nicht eine hypothetische Länge von vorn herein einführt.



Wir ziehen vor noch folgende Zusammenstellung solcher Nordlichter zu benutzen, die in kurzen Perioden eine Wiederkehr anzudeuten schienen:

1729 Nov. 16—1730 Febr. 15 = 91 = 3.30 Tage	1840 Sept. 21—1840 Dec. 21 = 91 = 3.30 Tage
1740 Oct. 7—1740 Nov. 2 = 26 = 1.26 "	1843 April 5—1843 Mai 6 = 31 = 1.31 "
1739 März 29—1739 Mai 1 = 33 = 1.33 "	1846 Sept. 22—1846 Nov. 17 = 56 = 2.28 "
1750 Jan. 6—1750 Febr. 3 = 28 = 1.28 "	1846 Nov. 9—1846 Dec. 9 = 22 = 1.22 "
1763 Oct. 17—1764 März 5 = 139 = 5.28 "	1847 Sept. 29—1847 Oct. 24 = 25 = 1.25 "
1769 Oct. 24—1770 Jan. 18 = 86 = 3.29 "	1847 Oct. 24—1847 Dec. 17 = 54 = 2.27 "
1777 Jan. 28—1777 Febr. 27 = 30 = 1.30 "	1848 Oct. 18—1848 Nov. 17 = 30 = 1.30 "
1779 Febr. 10—1779 März 14 = 32 = 1.32 "	1848 Nov. 17—1848 Dec. 17 = 30 = 1.30 "
1779 Sept. 18—1779 Nov. 13 = 56 = 2.28 "	1848 Dec. 17—1849 Jan. 14 = 28 = 1.28 "
1779 Nov. 13—1780 Febr. 29 = 138 = 5.28 "	1851 Sept. 19—1852 Jan. 19 = 122 = 4.30 " = 5.24
1783 März 29—1783 April 27 = 30 = 1.30 "	1858 März 13—1858 April 10 = 28 = 1.28 "
1784 Sept. 15—1784 Nov. 15 = 61 = 2.30 "	1859 Febr. 22—1859 April 21 = 27 = 1.27 "
1787 Oct. 6—1787 Nov. 8 = 31 = 1.31 "	1859 Aug. 28—1859 Sept. 24 = 27 = 1.27 "
1788 Sept. 24—1788 Oct. 22 = 28 = 1.28 "	1860 März 12—1860 April 9 = 28 = 1.28 "
1788 Oct. 22—1789 März 27 = 156 = 6.26 "	1860 Aug. 8—1860 Sept. 6 = 29 = 1.29 "
1789 Oct. 19—1789 Nov. 14 = 26 = 1.26 "	1861 März 9—1861 April 7 = 29 = 1.29 "
1835 Nov. 17—1836 April 22 = 157 = 6.26 "	1861 Oct. 10—1861 Nov. 7 = 28 = 1.28 "
1837 Jan. 25—1837 Febr. 18 = 24 = 1.24 "	1869 April 15—1869 Mai 13 = 28 = 1.28 "
1837 Oct. 18—1837 Nov. 12 = 25 = 1.25 "	1870 Jan. 3—1870 Febr. 1 = 29 = 1.29 "
1839 Sept. 3—1839 Oct. 22 = 49 = 2.25 "	1870 Sept. 24—1870 Oct. 24 = 30 = 1.30 "
1839 Oct. 22—1840 Jan. 3 = 73 = 3.24 "	1870 Oct. 24—1870 Nov. 19 = 26 = 1.26 "
1840 Jan. 3—1840 Febr. 6 = 34 = 1.34 "	1871 Febr. 12—1871 April 9 = 56 = 2.28 "
1840 Febr. 6—1840 April 24 = 78 = 3.26 "	1871 Nov. 9—1872 Febr. 4 = 87 = 3.29 "
1840 April 24—1840 Mai 29 = 35 = 1.35 "	
Mittel 27,66 Tage	Mittel 28,51 oder 27,68.

Zählen wir von 1851 Sept. 19 bis 1852 Jan. 19 4 Perioden, so erhalten wir für die mittlere Länge 27,99 Tage; zählen wir aber 5 solcher, so erhalten wir 27,68 Tage, welche Länge mit der aus den Sonnenflecken gefundenen genau übereinstimmt.

Bei einer solchen Uebereinstimmung muss sich die Frage aufwerfen: „Wie verhält sich die Zeit des Aufleuchtens grosser Polarlichter zu derjenigen des Erscheinens grosser Flecken?“ Dass dem Erscheinen grosser Flecken Polarlichter entsprechen und dass gerade grosse Polarlichter den Fleckenmaxima entsprechen, unterliegt keinem Zweifel; es scheint aber die grösste Entfaltung des Erdlichtes nicht genau an das Maximum der jeweiligen Fleckenentwicklung gebunden zu sein, sondern um einige Tage variiren zu können. 1836 Oct. 18 folgte das Fleckenmaximum einen Tag nach dem Nordlichte; 1837 Febr. 18 folgte es 4 Tage nach; 1848 Nov. 17 ging das Fleckenmaximum 2 Tage voraus; 1861 März 9 war der Fleckenstand 4 Tage vorher am höchsten u. s. w. Aus uns vorliegenden Studien mögten wir urtheilen, dass raschen Veränderungen im Fleckenstande die grossen Erdlichterscheinungen mehr entsprechen als nur dem hohen Fleckenstande. E. Loomis (in Silliman, *Americ. Journ.* Ser. II. B. 50, 1870) fand für Polarlicht und magnetische Störungen Maxima der Flecken am Tage der Erscheinungen. Er erhielt die Vertheilung der Wolf'schen Relativ-



zahlen im Durchschnitte für 251 Polarlichter, der Jahre 1850—1853, für 6 Tage vorher und 6 Tage nachher.

														Nordlichttage
48,9	49,3	74,4	49,5	52,5	52,5	<u>56,3</u>	53,2	47,1	48,6	47,5	41,8	47,6		

Weniger entschieden ist die Zusammenstellung hinsichtlich eines Maximums, welche der Verfasser (in B. XV der *Vierteljahrsschr. Naturf. Gesellsch. zu Zürich*, 1870) gab. Diese über 21 Tage sich ausdehnende, die Jahre 1848—1870 umfassende Reihe ist:

														Nordlicht- tage						
89	73	91	79	73	86	87	89	94	71	<u>93</u>	93	80	83	72	56	82	79	76	72	66

Der Unterschied in der Höhe der Relativzahlen-Mittel ist verursacht durch die Theile der Perioden, welche benützt wurden. Loomis benützte die Wolf'schen Zahlen für 1850—1853, der Verfasser wesentlich die Maxima von 1848, 1860 u. später, wie aus der bedeutenden Höhe seiner Zahlenmittel hervorgeht. Bei unserer Reihe tritt indessen das Maximum der Flecken ebenfalls deutlich hervor; zugleich aber auch der rapide Wechsel der Fleckenthätigkeit, den wir ebenfalls gefunden zu haben annehmen müssen.

*Den parallelen Gang der Polarlichter-Erscheinung mit jenem der Sonnenflecken sehen wir überall bestätigt.*

Bei den Untersuchungen der Beziehungen der *meteorologischen Verhältnisse der Erde zu dem Wechsel der Sonnenflecken* war kein anderes Verfahren möglich, als die wichtigsten Erscheinungen der Reihe nach mittelst des vorliegenden Beobachtungsmaterials zu vergleichen. So geschah es in den neuesten Zeit mit vervollständigtem Beobachtungsmaterial, so mussten wir verfahren, obgleich wir uns nicht ganz mit dieser Methode einverstanden erklären können, da ihr manche Mängel anhaften. Wir sind sogar von deren Unzulänglichkeit überzeugt. Die heute bekannten Wirkungen der Sonnenstrahlung lassen sich eintheilen in Licht-, Wärme- und chemische Wirkungen. In wiefern diese Wirkungen sich mit der Fleckenhäufigkeit ändern, ist nicht bekannt; wir finden in der uns bekannten Literatur, wie die verschiedenen Zusammenstellungen zeigen, nur vereinzelt stehende Versuche über die directe Wärmewirkung; keine aber einige Zeit andauernde über das Verhalten der Licht- und chemischen Wirkung, trotzdem diese von hoher Wichtigkeit wären. Diesen Wirkungen schliessen sich die electricen und magnetischen an, von welchen wir nicht einmal zu bestimmen vermögen, ob wir dieselben für direct oder indirect wirkende halten müssen. Dass aber die Strahlungsverhältnisse nicht constant sind, wenn man



die Ursache nicht auf unsere Erdatmosphäre zurückführen will, scheinen die Beobachtungen von Schwabe und Wolf zu beweisen.

1856, October 27, schrieb Schwabe an Wolf (s. Wolf, *Mittheilungen u. d. Sonnenflecken*, N<sup>o</sup>. III, 1857): „Ich glaube bemerkt zu haben, dass die Sonne mehr Lichtglanz hat, wenn sie fleckenfrei ist, als in den Jahren wo sie sehr viele besitzt. Meine Sonnengläser sind auch in den Jahren 1833, 1834 und 1835 zerplatzt.“ In der gleichen Nummer bemerkt Wolf, dass ihm in den Jahren 1855 und 1856 wiederholt Sonnengläser zersprungen seien, was von 1848 bis 1854 nie vorgekommen war.

Wir sollten die gesammten Strahlungsverhältnisse der Sonne und ihre Wirkungen in Betracht ziehen können<sup>1)</sup>; wir müssen uns aber begnügen, wie oben bemerkt, einzelne Erscheinungen in Untersuchung zu ziehen, wobei uns zur Verfügung stehen: die meteorologischen Erscheinungen und die davon abhängigen Erscheinungen der organischen Welt. Nach unserm heutigen Wissen sind für die meteorologischen Erscheinungen wieder die Wärmewirkungen der Sonne die wichtigsten, welche dann noch durch die Bewegung und Form der Erde, wie durch die Vertheilung von Wasser und Land, durch die Form der Continente und, wenn auch in beschränkteren Masse durch das vegetabilische Leben und selbst durch die Culturwerke des Menschen beeinflusst werden. Die meteorologischen Erscheinungen stehen untereinander wieder in innigster Beziehung und modificiren sich gegenseitig derartig, dass immer die eine auf die andere zurückwirkt, wodurch bestimmte Gesetze, welche der einen Erscheinung eigenthümlich sind, abgeändert oder verdeckt werden müssen, wodurch man bei einer und derselben Erscheinung, je nachdem man Beobachtungen aus verschiedenen Theilen der Erdoberfläche oder aus verschiedenen Jahreszeiten, selbst aus verschiedenen Jahren, den Untersuchungen zu Grunde legt, zu verschiedenartigen, ja zu widersprechenden Resultaten gelangen kann. Da wir hier nicht näher in die Besprechungen solcher Verhältnisse eintreten können, so müssen wir uns damit begnügen an die Gesetze der Wärmetheorie und der Erhaltung der Kraft zu erinnern, wodurch jede Verdunstung, jeder Niederschlag, jede Bewegung der Atmosphäre ihren Einfluss und zwar einen häufig unterschätzten Einfluss ausüben muss. Wir dürfen nie staunen, wenn die Resultate aus den Beobachtungen der Tropen oder aus Erdgegenden in welchen die meteorologischen Verhältnisse durch Vertheilung von Land und Wasser und

<sup>1)</sup> Ueber die Schwierigkeit der hierhergehörigen Versuche, wie der unbedingt nothwendigen Bestimmung der in Betracht zu ziehenden Extinction der Erdatmosphäre spricht sich H. E. Roscoe in seiner *Spectralanalyse* aus.



des letzteren Strömungen, wie der Form der Continente halber, einfacher sein können als in anderen Gegenden, nicht übereinstimmen mit jenen aus europäischen Beobachtungen; wir dürfen nicht staunen wenn die Beobachtungen der Inseln oder Küsten zu andern Resultaten führen, als solche aus dem Innern grosser Continente; wenn die Resultate von den Ostküsten nicht genau übereinstimmen mit jenen der Westküsten u. s. w.. Da wir aber weder im Stande sind in vollkommener Weise die geographischen Verhältnisse zu berücksichtigen, da hierzu ein weit ausgedehnteres Beobachtungsmaterial nothwendig ist, als wir es bis jetzt besitzen und weit eingehendere Studien erfordert werden, noch die meteorologischen Erscheinungen gemeinschaftlich aufzufassen, so müssen wir uns bei den Untersuchungen mit der oben angegebenen, wenn auch unvollkommenen Methode begnügen und die einzelnen Erscheinungen für sich untersuchen.

Als William Herschel daran dachte die Pflanzen seiner Untersuchung zu unterbreiten und ausdrücklich bemerkte (s. Herschel's Brief in *Bode's Jahrb. für 1807*): „es könne das Gedeihen des Weizens nur für ein bestimmtes Land in's Auge gefasst werden und es sei gleichgültig ob Weizen, Reis, Zuckerrohr oder „Brodfrucht zur Untersuchung gewählt werde“, war er sich bewusst, dass unter sonst gleichen Verhältnissen, da für ein bestimmtes Land die localen Einflüsse als constant angenommen werden dürfen, der Einfluss veränderter Thätigkeit der Sonne sich bei den Pflanzen geltend machen müsse und dass, wenn auch die Sonnenstrahlung nicht den einzigen wirksamen Factor bilde, das Wachstum der Pflanze einen entschiedenen Einblick in die Veränderungen des Sonneneinflusses gewähren müsse. Leider standen ihm nur die Preise von Pflanzen und von diesen wieder die des Weizens, als die am genauesten aufgezeichneten, zur Verfügung. Die Preise des Weizens, wie die aller Nahrungs- oder Luxuspflanzen hängen allerdings wesentlich, aber bei weitem nicht allein, von der Fruchtbarkeit der Jahre ab. Da sich aber der Einfluss derselben zu allen Zeiten geltend machen muss und da im vorigen Jahrhundert die Handelsbewegungen mit Cerealien weit beschränkter waren als heute, so dürfte für die damalige Zeit noch eher ein richtiges Resultat zu erwarten gewesen sein, als wenn man sich heutigen Tages auf eine Untersuchung der Fruchtpreise verlassen wollte. Die Fruchtbarkeit selbst, die aus den Erträgen ermittelt werden kann, bildet ohne Frage eine weit sicherere Basis für derartige Untersuchungen. Allein noch heute besitzen wir nur ein sehr spärliches brauchbares Beobachtungsmaterial über die Erträge aus einer grossen Anzahl von Jahren. In der Hypothese, dass zur Zeit der Minima oder Maxima der Sonnenflecken das Wachstum am grössten sei, liegt eine Voraussetzung, die gar nicht begründet ist. Das



Wachsthum der Pflanzen ist abhängig von den ihnen zugeführten Wärme-, Licht- und Wassermengen und erfahrungsgemäss sind die heissen trocknen Jahre nicht die fruchtbarsten. Würden demnach nur erhöhte Temperaturen wirken, dann müssten die Epochen der Wendepunkte mit höheren Temperaturen noch lange nicht die fruchtbarsten sein. Selbst bei bedeutend erhöhter Wärmestrahlung der Sonne würde bei vermehrter Trübung der Erdatmosphäre das Wachsthum nicht begünstigt werden. Ebenso müssen die einzelnen Pflanzen je nach ihrem Bedürfnisse an Wärme, Feuchtigkeit oder Trockenheit variiren. Beispiele hierfür lassen sich leicht in den Ertragsreihen verschiedener Pflanzen für die gleichen Gegenden finden und finden sich schon in dem auf S. 73 über die Erträge von Weizen, Roggen und Kartoffeln in Preussen Angeführten.

Nachdem hier, wie schon auf S. 69 Gesagten können die Preise kein befriedigendes Resultat liefern, was in der That auch der Fall ist. Wir gelangten (S. 69) zu dem Resultate: *Für das 18. Jahrhundert waren zur Zeit der Fleckenminima die Fruchtpreise etwas höher als zur Zeit der Maxima wie Herschel gefunden hatte; für das 19. Jahrhundert fand das Gegentheil statt.* Verbindet man die Preise der beiden Jahrhunderte, dann wird das Resultat ein neutrales. Die theuersten Zeiten fielen auf 1710, 1770, 1812 und 1855. Die Untersuchung führt ebenfalls zu keinem Resultate, wenn man die Maxima oder Minima der Preise in Bezug auf ihre etwaige Lage zwischen den Maxima und Minima der Sonnenflecken zu bestimmen sucht.

Aus den angeführten und einigen andern Beobachtungen über den Beginn der Ernte und Weinlese ergibt sich gleichfalls kein bestimmtes Resultat. Den Beobachtungen zu Château de Denainvilliers und im Waadtlande zu Folge, verspäten sich Ernten und Weinlesen zur Zeit der Fleckenminima etwas, welches Resultat im Einklange mit den von Köppen und Meldrum gefundenen Resultaten — höhere Temperatur und weniger Regen zur Zeit der Fleckenminimas — stehen würde, da man in trocknen warmen Jahren die Weinlese möglichst lange hinaus schiebt. Das Resultat für Maulern ist allerdings widersprechend. Hier könnte sich schon das trockenere Klima des letzteren Ortes geltend machen, welches einen geringeren Einfluss auf das frühere Einernen zur Zeit der Maxima äussern muss, als in den westlichen Gegenden Europas mit den zweifach grösseren Niederschlagsmengen.

Günstigere Resultate, als die Erntezeit, sollten die Zeiten des ersten Blühens und des Reifens geben. Die kürzere Reihe von Tomaschek ergibt zwar kein bestimmtes Resultat; um so entscheidender aber zeigen sich die Karlsruher Beobachtungen, welche ergeben, dass in den etwas regnerischeren und kühleren



Zeiten der Fleckenmaxima Blüthe- und Reifezeit etwas später eintreten, als zur Zeit der Minima.

Bestimmter scheinen uns die Resultate zu sein, welche die Weinerträge in Preussen, Nassau, Württemberg, Baden und der Schweiz ergeben, welchen sich die Wiesenerträge von Calèves und einigermaßen auch die Weizen-, Roggen- und Kartoffelerträge in Preussen anschliessen würden.

Für den Wein ergaben sich die grösseren Erträge in den warmen und feuchteren Jahren in der Nähe der Fleckenmaxima, namentlich kurz vor denselben; die besten Weinjahre hinsichtlich der Qualität werden aber die warmen Jahre sein, die, den Untersuchungen über die Temperaturen nach, häufiger zur Zeit der Fleckenminima eintreten. Wäre die 11,1 jährige Periode überall gleich scharf ausgeprägt, dann müssten zwischen den Jahren 1782 und 1834, welchen ein bestimmter periodischer Wechsel in den Weinerträgen vorhergeht und nachfolgt, noch gute Jahre gewesen sein: um 1793, 1804, 1815 und 1825. Während der langen Sonnenflecken-Periode 1788 bis 1804 war im Rheingau (Nassau) die Lage der Weinproduzenten nie beneidenswerth, indem kein Jahrgang über mittelmässig oder gut war, dann folgen aber sehr gute Weinjahre 1806, 1811 und 1822 (für Karlsruhe im fünfjährigen Mittel 1809 u. 1826) und Jahre mit guten Weinen und mitunter auch grossem Ertrage vor 1804, 1811 bis 1819 und um 1826. Wenn wir Nassau gross genug halten dürfen, um aus einer einzigen Beobachtungsreihe schliessen zu können, wobei uns allerdings die Erträge in Preussen, welchen die nassauischen noch nicht zugezählt wurden, und in Baden, im oberen Rheingebiete, in Frankreich und am schwarzen Meere nicht widersprechen, so würden die Weinerträge im grossen Ganzen mit den Sonnenflecken periodisch veränderlich sein. Selbstverständlich kann dies nur für den grossen Durchschnitt der Fall sein und müssten Störungen, wie in dem Gange der Sonnenfleckenveränderlichkeit, gewärtigt werden. Dass die warmen Jahre in der Regel gute Weinjahre sind, beweisen die Jahrgänge 1811, 1822, 1834, 1846, 1857 und 1868. Ein Vergleich der Zahlen oder der graphischen Aufträge zeigt in der That ein auffallendes Anpassen der Köppen'schen Temperaturreihen für Amerika und Europa an unsere Ertragsreihen. Ferner erinnern die aufgezählten guten Weinjahre an die von Piazzi Smith in Edinburgh beobachteten Maxima der Erdtemperaturen (s. S. 108). Die Verspätungen gegenüber den Sonnenflecken-Minima gehören beiden Reihen gemeinschaftlich an. Dass bei verschiedenen Pflanzen verschiedene Resultate zu Tage treten müssen, ist an und für sich klar. Pflanzen, welche grosse Feuchtigkeit verlangen, werden in Jahren mit reichen Niederschlägen am besten gedeihen, wenn die Temperaturverhältnisse nicht gar zu abnorm sind. Nach unserer



Ansicht ist eine zukünftige Ertragsstatistik ein ergiebiges Feld, um Untersuchungen wie die vorliegenden auch dem praktischen Leben fruchtbringend zu machen.

Für die Untersuchungen der Beziehungen der Temperaturen zu den Sonnenflecken sind die Resultate Köppen's — *zeitweises Zusammentreffen der Temperaturmaxima mit Fleckenminima und der Temperaturminima mit Fleckenmaxima* und zeitweises Umkehren dieser Verhältnisse, namentlich gegen Ende des vorigen und im Beginne dieses Jahrhunderts — höchst merkwürdig, während die Verspätungen in höheren Breiten, unserer Ansicht nach, weniger auffallend sind. Wolf (*Astron. Mittheil.* N<sup>o</sup>. XXXIV) ist der Ansicht: „*dass es voreilig sei einen Zusammenhang zu verwerfen; dass wir im Gegentheile eher vor einem Räthsel zu stehen scheinen, dessen Lösung nach allen Seiten hin grosses Licht verbreiten könnte*“. Wir selbst gehen einen Schritt weiter und sind der Meinung, dass die Temperaturen für die niederen Breiten sich den kleinen Fleckenperioden namentlich zur Zeit des ausgeprägteren Fleckenwechsels anschliessen; dass sie aber für höhere Breiten durch den Einfluss der anderen, von der Wärme abhängigen Erscheinungen, namentlich der Niederschläge, verdeckt werden. Für den ersten Satz sprechen die Beobachtungen vom Cap der guten Hoffnung, welche wir in graphischem Auftrage im Texte oben wiedergaben, trotzdem auch an dieser Station sich die fremden Einflüsse bereits geltend machen, so wie eine kurze Reihe für Chili.

Dafür, dass in höhern Breiten bei den Temperaturen derartige Einflüsse anzunehmen sind, scheint der Vergleich der graphisch (s. Tafel II) eingetragenen 5 jährigen Mittel der Köppen'schen Reihe für Europa und Amerika mit den 5 jährigen, meistens aus den Beobachtungen von Stationen aus höheren Breiten erhaltenen Mitteln der Niederschläge (s. Tafel III) zu sprechen, da wir erhalten:

Niedere Temperaturen:	1769	1784	1814	1831	1838	1855
Viel Regen . . . . . :	1763—73	1785	1812	1828	1839	1852
Hohe Temperaturen :	1750	1779	1794	1824	1832	1848 1864
Weniger Regen . . . . :	1750	1779	1795	1820	1834	1848 1864.

Da nun durchweg zur Zeit der Fleckenmaxima mehr Regen fällt, als zur Zeit der Minima, so sehen wir in beiden Erscheinungen fast gleichzeitige starke Abweichungen von den Gesetzen und finden die Umkehrungen namentlich stark in den Jahren 1780 bis 1810, in einer Zeit, in welcher die Fleckenperioden eine Störung erlitten zu haben scheinen. Leider ist für diese Zeit das Beobachtungsmaterial sehr spärlich vorhanden, so dass ein Theil der Unregelmässigkeit wohl auch hierin begründet sein könnte. Für die Niederschläge müssen wir



für jene Periode unsere Zusammenstellung geradezu für ungenügend erklären, indem uns für die Jahre 1787 und 1788 sogar jede Regenmessung fehlt. Zwanenburg steht isolirt für 1786 und von 1789 bis 1795. Vor 1715 stehen uns nur die Reihen für Paris und Upminster zu Gebote.

Im grossen Ganzen stimmen die einzelnen Resultate, wie sie aus Anderer, wie sie aus unsern Untersuchungen hervorgegangen sind, zu Köppen's Hauptgesetz; es stimmen damit die Untersuchungen von Fritsch, Gautier, Weilenmann, die Untersuchung der Karlsruher, Pressburger Beobachtungen, der Maximal- und Minimaltemperaturen und Frosttage von Breslau, Paris, Bremen, Leobschützen u. s. w. überein. Nicht übereinstimmend sind allerdings die Beobachtungen von San José mit seinen bedeutenden Niederschlägen, von St. Louis, Kew u. s. w., für welche nur kurze Beobachtungsreihen vorliegen.

Die Beobachtungen von Roscoe und Steward in London, welche dem Köppen'schen Gesetze zu widersprechen scheinen, stimmen mit jenen von Blanford in Indien überein, indem sie grössere Strahlungswärme um die Zeit der Fleckenmaxima ergeben. Wie oben mehrfach angeführt, und wie auch Blanford will, liessen sich die Gegensätze zwischen den Strahlungsbeobachtungen und Thermometerbeobachtungen durch die Verdunstungs- und Niederschlagsverhältnisse erklären; durch mehr helle Tage, wie Roscoe und Bandell wollen, aber nur dann, wenn bei mehr hellen Tagen zur Zeit der Maxima mehr helle Nächte anzunehmen wären, um die Ausstrahlung in dieser Zeit zu vermehren. Dass wir aber zu einem anderen Resultate hinsichtlich der hellen Tage kommen, werden wir später sehen. Ein weiterer Einwurf bilden wohl auch die oben angeführten Fälle des Zerspringens der Blendgläser zur Zeit der Fleckenminima. Den Beobachtungen von Blanford können wir kein grosses Gewicht beilegen; weil die Beobachtungsreihen zu kurz und das Verfahren der Beobachtung selbst hinsichtlich eines exacten Resultates angegriffen werden kann. Hinsichtlich der Resultate von Roscoe und Steward mögten wir nicht unbeachtet lassen: den grossen Wechsel in den Werthen von einem Jahre zum andern, wie die Kürze einer Beobachtungsreihe, für welche, bei der Art und Weise wie sie erhalten wurde, jedenfalls die Fortführung über mehrere Fleckenperioden bedingt ist. Um die gefundenen Widersprüche zu lösen, holt sich Balfour-Stewart den Mond zur Hülfe, der in der neueren Zeit wieder vielfach in die Untersuchungen hineingezogen wird <sup>1)</sup>, wenn andere Erklärungsweisen den Dienst versagen.

<sup>1)</sup> Fleuriot de Langle in *Études sur les Ouragans*, Paris 1876, 8, sucht die atmosphärischen Erscheinungen, namentlich die heftigeren Luftbewegungen wesentlich auf den Einfluss des Mondes zurückzuführen. Auf S. 40 werden die Sonnenflecken-Perioden nur kurz erwähnt.



Wir glauben die Widersprüche — wir wiederholen dieses — einfacher durch die Veränderlichkeit der Niederschlagsmengen in Folge veränderter Temperaturverhältnisse erklären zu sollen, wobei zur Zeit der Fleckenmaxima die Niederschläge reichlicher würden, weil mehr Wärme den Meeren und den feuchten Länderstrecken zugeführt wird, wie schon Herschel wollte und wie die Versuche von Roscoe und Blanford dann doch bestätigen würden. Zur Verdampfung einer bestimmten Wassermenge ist eine entsprechende Wärmemenge nothwendig, welche allerdings bei der Condensation des Wasserdampfes zu Wolken und Regen oder Schnee wieder frei wird; allein unbedingt wird ein Theil der frei werdenden Wärme in Arbeit umgesetzt, ein anderer Theil dient zur Schmelzung der Eiskrystalle der höheren Regionen, ein Theil — und nicht der unerheblichste — strahlt in den Weltraum aus, ein anderer Theil wird auch wohl in Electricität umgesetzt und nach vermehrten Niederschlägen erfordert die an der Erdoberfläche vor sich gehende Verdunstung und Schmelzung des Schnees entsprechende Wärmemengen.

Dieser, nach verschiedenen Richtungen hin nothwendige Wärmeverbrauch ist jedenfalls gross genug, um solche Temperatur-Erniedrigungen hervorzurufen, welche genügen, um, bei den geringen, hier in Frage kommenden Temperaturdifferenzen, das absolute Wärmemass zur Zeit der Fleckenmaxima soweit herabzudrücken, dass die Epochen der Wärmeminima oder Maxima vertauscht erscheinen können.

Dieser Fall müsste namentlich in niederen Breiten und dem Meere nahe gelegenen Gegenden eintreten, während in regenlosen Gebieten das Gegentheil stattfinden sollte. Leider fehlen uns längere Beobachtungsreihen aus letzteren Gegenden.

Für Cairo traten Temperaturmaxima zur Zeit der Fleckenmaxima ein:

1857	1858	1859	1860	1861	1868	1869	1870	1871	1872	1873
20,3	21,1	21,1	21,7	21,0	21,7	21,6	21,8	21,5	21,8	22,0° C.

Die grössere Häufigkeit der Cyclonen, Stürme, Hagelwetter, u. s. w. zur Zeit der Fleckenhäufigkeit liessen sich ebenfalls durch grösseren Wärmeverbrauch — Umsatz der Wärme in Arbeit — erklären; die Vermehrung des Springens der Beobachtungsgläser (Blendgläser) müsste man unbekanntem Ursachen zuschreiben, wenn man als solche nicht etwa eine grössere Aufhellung unserer Erdatmosphäre zur Zeit der Fleckenminima annehmen wollte. Vieles könnte klarer werden, wenn unsere Kenntnisse in der Solarphysik fortgeschrittenere wären; wenn wir nur einmal eine Ahnung davon hätten, durch welche Ursachen die Flecken während des Minimums in höheren Sonnenbreiten aufzutreten



beginnen, um während des Verlaufes der Periode in stets niederen Breiten zu erscheinen und durch welche Ursachen der grosse Wechsel in der Grösse und Häufigkeit der Sonnenflecken bedingt ist.

Die *Niederschläge* sind, nach unseren Zusammenstellungen, *entschieden bedeutender zur Zeit der Fleckenmaxima, als zur Zeit der Fleckenminima*. Das Gesetz zeigt sich, entsprechend wie bei den Temperaturen, um so schärfer ausgeprägt, je einfacher die Witterungsverhältnisse der Beobachtungsstationen sind. Trotzdem die europäischen Beobachtungen nur theilweise dem obigen Gesetze entsprechen, zeigen die aus den *Flüssen abfliessenden Wassermassen ebenfalls einen Ueberschuss über das Mittel zur Zeit der Fleckenmaxima*. Für Europa tritt das für die südliche Erdhälfte bestimmt ausgeprägte Gesetz in den westlichen, dem Atlantic näher gelegenen Gegenden schärfer hervor, als für die mittleren. Für die östlichen, trockneren Ländergebiete scheint die Vermehrung des Regens zur Zeit der Fleckenmaxima wieder deutlicher ausgesprochen zu sein. Für St. Petersburg betragen die Niederschlagsmengen für die Maximazeiten der Flecken — je die 3 den Maximaepochen zunächstliegende Jahre zusammengefasst — im Mittel aus den Jahren 1832 bis 1870 472, für die Minimazeiten nur 394 Millimeter. Die entsprechenden Mittel verhalten sich für Catherinenburg wie 347 : 325. Schon in Ungarn machten sich die Jahre 1860 und 1870 durch reichlichere Niederschläge bemerkbar. In Ungarisch-Altenburg fielen im Mittel von 1859 bis 1861 561, von 1864 bis 1866 371 Millimeter. Von Jahre 1867 an (mit 561 mm.) nahmen die Regemengen wieder zu. Aehnlich wie für Europa scheint sich die Vertheilung der Niederschläge im nördlichen Amerika zu verhalten.

Nach unserer Zusammenstellung (s. S. 122) ergeben sich starke Abweichungen vom Mittel beim Beginne und zu Ende des 18. Jahrhunderts. Es fallen diese Abweichungen in diejenigen Zeiten, für welche wir die wenigsten Beobachtungen aufzufinden vermogten. Auf die grossen Wellen, welche die graphische Darstellung (s. Tafel III) am besten zeigt, und Minima für 1720 bis 1740 und für 1790 bis 1800 ergeben, darf kein erhebliches Gewicht gelegt werden, da sie bei genauer Reduction aller Beobachtungsreihen auf ihre Mittelwerthe und dieser wieder auf einen gemeinsamen Mittelwerth, anstatt wie der Bequemlichkeit halber geschah, nur annähernd zu rechnen, mindestens bedeutend verringert würden und da ferner den alten Messungen keineswegs der Werth beigelegt werden darf, wie den neueren. Die *Mittel der Flusswassermengen* halten sich in der That nahe auf der gleichen Höhe. Immerhin ist nicht ohne Interesse, dass die grösseren Niederschlagsmengen den grossen Sonnenflecken-Maxima entsprechen oder doch nahe damit zusammenfallen.



Unsere Zusammenstellungen zeigen, dass der Details-Untersuchung, sowohl hinsichtlich der Jahresmittel, als der Vertheilung der Niederschläge in den einzelnen Jahreszeiten, wie der sporadisch auftretenden aussergewöhnlich starken, oder unter auffallenden Umständen erfolgenden Niederschläge <sup>1)</sup> ein grosses Feld offen steht. Bei starken Widersprüchen, wie sie für Aegypten sich zeigen, woselbst um 1870—71 (zu Alexandria) weniger Regen fiel, als in allen den Fleckenminimas näher gelegenen Jahren, werden weitere Fragen angeregt, in wiefern z. B. die trockene Umgebung im Westen des ohnehin wasserarmen Landes von Einfluss auf die Verminderung des Regens — etwa durch vermehrte Verdunstung — während des Sonnenflecken-Maximums sein könne, in wiefern zu dieser Umkehrung bei den Niederschlägen die sich für Cairo bemerkbar machende Umkehrung des Temperatugesetzes, da hier die Temperaturen ebenfalls zur Zeit der Fleckenmaxima etwas höher zu sein scheinen, in Beziehung steht, u. s. w.. Alle derartige eingehendere Untersuchungen werden erst dann möglich, wenn aus allen Erdtheilen vollständigere, vollkommener und längere Reihen der Beobachtungen von Niederschlägen vorhanden sein werden, als jetzt.

Es könnte scheinen als sei der Wechsel der Häufigkeit und Grösse der Niederschläge und dessen etwaige Periodicität am einfachsten durch die Beobachtung der Pegelstände der Flüsse nachzuweisen. Dieses wäre richtig, wenn das Einlaufgebiet keinerlei Aenderungen erfahren würde, wenn die Flussquerschnitte constant blieben und wenn weder die Vertheilung der Niederschläge nach Zeit und Menge, noch die Verdunstung in den verschiedenen Jahren wesentliche Aenderungen erfahren würden. Da aber namentlich Letzteres nicht der Fall ist, so darf die Veränderlichkeit der in den Flüssen abfliessenden Wassermassen

<sup>1)</sup> Wegen ihrer um 1870—71 eingetretenen Maxima sind beispielsweise beachtenswerth folgende Niederschläge:

Auf Barbados fielen während der Cyclonen:

1868	Mai	12	in 24 Stunden	188 mm.	Regen
1871	Jan.	6	„ „ „	380	„ „
1872	Febr.	16	„ „ „	296	„ „
1873	Jan.	7	„ „ „	282	„ „
1874	März	27	„ „ „	157	„ „ ;

zu San Juan auf Portorico war die grösste innerhalb 24 Stunden gefallenen Regenmenge:

1868	im October	55 mm.
1869	„ Juli	102 „
1870	„ November	126 „
1871	„ October	64 „



nicht ausser Betracht gelassen werden, indem die sich auf die Pegelstände gründenden Untersuchungen um so unsicherer werden, als die Ursachen selbst mehr oder weniger unbekannt bleiben und die Veränderungen sich nicht in bestimmten Massen ausdrücken lassen.

Berghaus behauptete in den 40. Jahren, nach den Beobachtungen der Pegelstände der Oder von 1778 bis 1835 und der Elbe von 1728 bis 1836, dass die Wassermassen dieser Flüsse beständig abgenommen hätten und dass, wenn die Abnahme gleiche Fortschritte mache, wie seit 1781, dann schon 1860 auf der Elbe weniger tiefgehende Schiffe verwendet werden könnten. Auf der Wolga sollen zu Beginn des 18. Jahrhunderts nach Gasparin (*Cours d'agricult.*, Paris 1844) die Schiffe 300 Tonnen geführt haben, jetzt nicht mehr als 180 Tonnen.

G. Wex berechnete 1873 (in *Zeitschr. d. östr. Ingenieurver.*) die Abnahme der Flüsse in 100 Jahren:

Rhein	bei Emmerich . . . . .	24,88 Zoll
„	„ Düsseldorf . . . . .	6,66 „
„	„ Köln . . . . .	7,91 „
„	„ Germersheim . . . . .	59,39 „
Elbe	„ Magdeburg . . . . .	16,85 „
Oder	„ Küstrin . . . . .	17,45 „
Weichsel	„ Marienwerder . . . . .	26,20 „
Donau	„ Wien . . . . .	18,39 „
„	„ Orsowa . . . . .	55,06 „

Nach H. Marié Davy (*Annuaire météorol. p. l'an 1873*) wird in Frankreich ebenfalls darüber geklagt, dass die Ströme im Sommer weniger Wasser führen als ehemals und dass eine grosse Menge von Quellen verschwunden seien.

Die auffallenden Unterschiede in den von Wex gefundenen Zahlen, namentlich wenn sie bei einem Flusse, wie bei dem Rheine bei 4 Stationen oder bei der Donau bei 2 Stationen, so bedeutend von einander abweichen, deuten schon genügend darauf hin, dass die Zahlen mindestens mit Misstrauen aufgenommen werden müssen; ganz abgesehen davon, dass bei solchen Abnahmen, wie sie für Emmerich, Germersheim und Orsowa gefunden wurden, die Schifffahrt auf den mitteleuropäischen Flüssen schon längst sehr beschränkt oder ganz unmöglich geworden sein müsste, während die Erfahrung lehrt, dass heute bei Emmerich tiefgehende Schiffe passiren, als beim Beginn der freien Rheinschifffahrt im Jahre 1831. Aus den Pegelständen der Seine bei Paris



folgerte Bellgrand (*Ann. d. Ponts et Chauss.* 1846, 1852 und 1857), dass, anstatt einer fortdauernden Abnahme der Wassermengen, bei der Seine zwei, zwischen Perioden mit niedrigen Wasserständen eingeschlossene, durch Wasserreichthum ausgezeichneten Perioden eingetreten waren. Zwischen 1777 u. 1800 sank der mittlere Wasserstand der Seine nur einmal unter Null des Pegels, zwischen 1800 und 1827 ist dies durchschnittlich in jedem dritten Jahre der Fall gewesen; zwischen 1827 und 1857, wenn man die nicht gerade als „trockene“ zu bezeichnende Jahre 1843, 1854 und 1856 ausser Betracht lässt, sank die Seine nur einmal innerhalb 10 Jahren unter Null. Von 1857 bis 1867 sank sie dagegen jedes Jahr unter Null und wenn man bis zum Beginne des 17. Jahrhunderts zurückgeht, so findet man kein Beispiel eines derartigen niederen Wasserstandes. Marié Davy ist der Ansicht, dass sich in der Veränderlichkeit der Wasserstände zweierlei Einflüsse geltend machen: 1) eine von den speciellen Verhältnissen Frankreichs unabhängige Periodicität, 2) eine fortschreitende Verminderung der Wassermenge, die ohne Zweifel den Fortschritten der Bodencultur und den Veränderungen in den Verhältnissen der Wasserläufe zuzuschreiben ist. Nach den Untersuchungen von Raulin, Gasparin und Marié Davy schliessen sich den wechselnden Pegelständen die Anzahl der Regentage und der Mengen der Sommerniederschläge besser an, als die im Seinegebiete gefallenen mittleren jährlichen Regentmengen.

Die Ursache des Nichtübereinstimmens der abfliessenden und der niederfallenden Wassermengen und somit auch die Abnahme des abfliessenden Wassers, so weit es sich nicht durch die periodischen Veränderungen der Niederschlagsmengen erkennen lässt, ist abhängig: 1) von der Verdunstung, welche von der Bodenbearbeitung abhängt, wobei dieselbe im Walde grösser als im unbebauten Lande, im Walde aber kleiner als in bebauten, namentlich als bei Wiesen oder bei mit Futterkräuter bepflanzttem Boden ist, 2) von den Wassermengen welche noch zum Abflusse in den Boden gelangen und 3) von der Wassermenge, welche von dem Boden abfliesst.

Damit wäre der Weg gebahnt zur Erklärung der hie und da beobachteten Abnahme der Wassermassen der Flüsse. Vermehrter Getreidebau, noch mehr aber die in stetiger Zunahme begriffenen Cultivirung der Futterpflanzen vermindern durch Verdunstung, die Vermehrung der auf einem Bodenabschnitte gezogenen Producte, welche ihrem Gewichte entsprechenden Wassermengen beanspruchen, wie die stets abnehmende Brache, vermindern weiter durch Wasseraufnahme die den Flüssen zulaufenden Wassermassen und erklären die namentlich im Sommer vorkommende Verminderung der Wassermengen der Flüsse und Quellen, ohne dass die ganze Schuld der Abnahme der Wassermassen



der Flüsse auf die, allerdings ebenfalls nachtheilig wirkende, Ausrottung der Wälder abgeladen werden muss. Bezieht die Cultur aus einem Wasserlauf-Gebiete noch weitere Wassermengen, ausser denjenigen welche sie direkt den atmosphärischen Niederschlägen entnimmt, zu Bewässerungszwerken, dann kann die Verminderung der Wassermassen von Bächen und Flüssen so weit gehen, dass die Bette zeitweise austrocknen, wie dies in Spanien und Italien vorkommt. Jetzt überschwemmt der Nil die unteren Ufer seines Laufes wie vor Tausenden von Jahren, als das Reich der Pharaonen noch blühte und die Prachtgebäude ägyptischer Cultur sich in seinen Fluthen spiegelten; sollte aber einst eine höhere Cultur das obere Nilgebiet beherrschen, sollte einstens der Pflug dorten heimisch werden, dann muss die Bewässerung daselbst dem Flusse soviel Wasser entziehen, dass die Aegyptische Cultur, soll sie nicht ganz gefährdet werden, zu bessern Wasserheb- und Bewässerungsmaschinen greifen muss, als die heutigen Tages benützten Schadufs und Saquiahs sind.

Wie schon in dem Abschnitte über die Niederschläge mehrfach angedeutet wurde, scheinen ausser den kurzen Perioden noch längere zu bestehen, innerhalb welchen die fallenden Regen- und Schneemengen einem gewissen Wechsel unterworfen sind. Da zu derartigen Untersuchungen die längeren Beobachtungsreihen nur in geringer Anzahl vorhanden sind, so mögen noch folgende Beispiele angeführt werden, welche die Veränderlichkeit wohl anzeigen, aber weit davon entfernt sind eine bestimmte Gesetzmässigkeit zu zeigen, da sich die einzelnen Reihen mitunter widersprechen

PARIS (Arago).		PADUA (Lorenzoni).		ZWANENBURG (Niewe Verhandl.).		GENE (Biblioth. univers.).	
Jahr.	Mittel in mm.	Jahr.	Mittel in mm.	Jahr.	Mittel in mm.	Mittel in mm.	
1689—1698	527	.....	..	1751—	60	793	..
1699—1708	485	.....	..	1761—	70	770	..
1709—	18 493	.....	..	1771—	80	641	..
1719—	28 358	.....	..	1781—	90	669	..
1729—	38 389	1725—1761	883	1791—1800		571	882
1739—	48 424	.....	..	1801—	10	574	843
1749—	54 514	1762—	98 908	1811—	20	602	737
1773—	85 544	.....	..	1821—	30	Bremen	732
1805—1814	483	1799—1835	832	1831—	40	698	758
1815—	24 496	.....	..	1841—	50	756	897
1825—	34 499	1835—	71 833	1851—	60	626	830
1835—	44 513	.....	..	1861—	70	644	825
1845—	53 537	.....	..	.....	..	..	..



wie

GIBRALTAR (Kelaart).		CAIRO (Arago u. A.).		BATAVIA (Zollinger).		BUIITENZORG (Zollinger).	
Jahr.	Mittel in mm.	Jahr.	Regentage im Mittel.	Jahr.	Regentage im Mittel.	Jahr.	Regentage im Mittel.
1812—36	725	1798—1800	5,5	1829—39	151	1842—49	213
1837—45	795	1835—1839	12,5	1840—50	133	1850—57	190
1853—58	1185	1857—1861	13,3	.....	..	.....	..
1864—71	790	.....	..	.....	..	.....	..

Werden im Laufe der Zeit genaue Register für grössere Landesgebiete und lange Zeitperioden über Regenfall, Verdunstung, Pegelstände, über Culturen und deren Veränderungen geführt, dann wird sich ausscheiden lassen, welchen Einfluss auf die Veränderlichkeit der Wassermassen der Flüsse periodische Aenderungen der Niederschläge, welchen Antheil die Bodencultur und welchen Antheil die Stromveränderungen besitzen. Die Veränderlichkeit der Niederschläge selbst kann nur eine periodische sein, weil im anderen Falle nicht nur das Meeresniveau, sondern auch die klimatischen Verhältnisse, die Bodencultur und das ganze vegetabilische und animalische Leben im Laufe der Zeit bedeutende Aenderungen erfahren müssten. In allen Ländern in welchen die Natur die Bewässerung selbst besorgt, wie im untern Nilthale und im mittleren Europa, sind keine derartige Aenderungen nachzuweisen; wo die Veränderungen sich zeigten, wie in Indien, in Messopotamien, verschuldete die Nachlässigkeit der Einwohner die Veränderungen, indem sie die von den Vorfahren angelegten Bewässerungswerke verfallen liessen. Vorläufig vermögen wir nur die Niederschlagsmengen genauer zu messen. Wir müssen uns desshalb mit den in dem betreffenden Abschnitte über die Beziehungen der Niederschlagsmengen zu den Sonnenflecken erhaltenen Resultaten begnügen, dass *im Allgemeinen auf der Erde zur Zeit der Fleckenmaxima mehr Niederschläge stattfinden und mehr Wasser aus den Flüssen abläuft als zur Zeit der Sonnenflecken-Minima.*

Die vorkommenden Abweichungen müssen wir einstweilen den localen Einflüssen und Mangel an Beobachtungsmaterial zuschreiben. Einen Theil der unbefriedigend lassenden Resultate dürfen wir mangelhafter Messung zuschreiben; sei diese bedingt durch schlechte Construction des Messapparates, durch unrichtige Aufstellung, durch Bequemlichkeit in der Aufnahme, wodurch die verdunsteten Mengen ausser Betracht fallen u. s. w.. *Wir selbst sind der Meinung und zwar aus oben angegebenen Gründen, dass die Niederschläge uns ein richtigeres Bild allenfallsiger Periodicität zu geben mögen, als die Temperaturen, welche viel zu viel durch andere Erscheinungen, namentlich durch Niederschläge und Verdunstung beeinflusst werden.*



Für die *Feuchtigkeit der Luft* ergibt sich aus den uns zur Verfügung stehenden Beobachtungsreihen kein bestimmtes Resultat. Da relative und absolute Feuchtigkeit von den Temperatur- und Verdunstungsverhältnissen an der Erdoberfläche abhängen, so werden die betreffenden Untersuchungen erst dann von grösserem Werthe sein, wenn die Fragen über die Abhängigkeit oder den parallelen oder entgegengesetzten Gang der Temperaturen und Niederschlägen definitiv entschieden sein werden und wenn für die Feuchtigkeit eine hinlängliche Anzahl guter Beobachtungen vorhanden sein wird.

Für den *Hagel* darf, aller Erfahrung nach, als gesetzmässig angenommen werden, dass zur Zeit der *Sonnenflecken-Maxima* mehr Hagelfälle vorkommen, als zur Zeit der *Minima*. Uebersehen darf allerdings nicht werden, dass grosse und häufige Hagelfälle in den Jahren mit heissen Sommern, welche den Fleckenminima angehören, nicht selten sind und gerade in solchen heissen Jahren durch energischere Bildung aufsteigender Luftströme hervorgerufen werden.

So interessant die Untersuchungen über die *Gletscher* genannt werden müssen und wie richtig auch die Anschauung sein mag, dass die Veränderlichkeit der grossen Eismassen der Gletscher zu Untersuchungen, wie die vorliegenden, sich eigenen, so müssen wir doch, trotzdem die gegebene Zusammenstellung des Stossens und Zurückgehens der Gletscher sich ganz ordentlich den Fleckenperioden anschmiegt, genauere Messungen und Beobachtungen auch aus anderen Gegenden der Erde, als nur aus den Alpen abwarten, bevor endgültig entschieden werden kann.

Für die *Eisverhältnisse* der hohen Breiten genügt das vorliegende Beobachtungsmaterial ebenfalls nicht, um auch nur ein einigermaßen zuverlässiges Gesetz aufzufinden. Ob wirklich auch dorten die Eisbildung zur Zeit der Fleckenmaxima beträchtlicher ist, als zur Zeit der Minima, wie aus den vorliegenden Zusammenstellungen hervorzugehen scheint, wird erst dann entschieden, wenn Jahrzehnte lange Beobachtungen aus der Nähe der Polarbecken vorliegen. Solche werden vorläufig erst angestrebt.

Bei der *Veränderlichkeit des Luftdruckes* müssen wir uns vorläufig mit dem von Hornstein aufgefundenen Gesetze begnügen, dass *dieselbe den grossen Perioden der Polarlichter und Sonnenflecken parallel geht*. Das Forssman'sche Resultat, dass der Luftdruck rechts und links von bestimmten Linien sich verschieden verhalte, bedarf nach unserer Ansicht noch sehr der Bestätigung durch die Untersuchung längerer und andere Erdgebiete umfassende Beobachtungen. Wir verkennen keineswegs die Wichtigkeit der Arbeit von Forssman und den Einfluss der Gestaltung der Continente, sowie der Vertheilung von Land und Wasser; wir können uns aber nicht entschliessen auf Grund localer



und relativ nicht langer Beobachtungen ein Gesetz von so eigenthümlicher Art als begründet anzusehen.

Die *Stürme* und *heftige Winde*, wie überhaupt stärkere Luftbewegungen, scheinen überall zur Zeit der *Sonnenflecken-Maxima* häufiger, als zur Zeit der *Minima* zu sein; namentlich dürfte das Gesetz für die grossen Luftbewegungen als bestehend angesehen werden und stünde im Einklange mit den Veränderungen der Temperaturen und Niederschläge. Dass man aber auch hierbei vorsichtig sein muss, beweist die Zusammenstellung *grosser Sturmfluthen der Nordsee*. Solche traten ein 1717, 1720, 1736, 1751, 1756, 1775, 1791, 1800, 1817, 1824, 1845, 1877 und davon fallen 5 in Zeiten der Fleckenmaxima, 7 in deren Minima. Diese grossen Sturmfluthen würden somit dem Meldrum'schen Gesetze widersprechen<sup>1)</sup>. Das Meldrum'sche Gesetz wird ausserdem durch das Resultat, dass *grosser Sonnenflecken-Häufigkeit energischere Bewegungen unserer Erdatmosphäre entsprechen*, unterstützt, wie Baxendell fand. Dessen Resultate der Untersuchungen von Temperaturen und Niederschlägen stehen mit dem Gesagten im Einklange.

Ob Woltmann's *Windstillentabelle*, die mit sehr niederen Zahlen 1743 beginnt und mit relativ hohen 1786 endigt, ganz zuverlässig ist, müssen wir dahin gestellt sein lassen. Auffallend ist, dass während des Minimums der grossen Sonnenflecken-Periode — während der Jahre 1750 bis 1768 — die Windstillen am seltensten gewesen sein sollen, was gegen Meldrum und Baxendell sprechen würde.

Hinsichtlich der *Windrichtungen* können wir uns für ein allgemein gültiges Resultat nicht entscheiden, wir müssen uns mit den Zusammenstellungen begnügen, wonach, unter Anderm, für einzelne Stationen zur Zeit der Fleckenmaxima breitere Winde wehen.

*Heitere Tage* scheinen zur Zeit der *Fleckenminima*, wenigstens für *Mittel-Europa*, häufiger zu sein, als zur Zeit der *Fleckenmaxima*. Den widersprechenden englischen Beobachtungen ist der kurzen Zeitdauer halber kein grosses Gewicht beizulegen.

<sup>1)</sup> Nach Poey (*Compt. rend. B. 77. 1873, S. 1343*) widersprechen die von v. Freeden zusammengestellten Stürme, welche die Schiffe des *Norddeutschen Lloyd* zwischen dem englischen Canale und New-York erlebten, ebenfalls dem Meldrum'schen Gesetze, das Minimum derselben auf 1860, das Maximum auf 1866 bis 1867 fiel. Es betragen aber auch die Anzahl der Fahrten 1860 nur 30, 1868 aber 95. Dividirt man die Anzahl der Stürme durch die Anzahl der Fahrten, so erhält man zwischen 1860 und 1867 Stürme pro Fahrt: 0,8; 0,8; 2,0; 3,0; 2,5; 1,5; 2,7; 2,0, somit eine etwas andere Vertheilung, als bei Poey.



Die grösseren Verluste der Seeversicherungsgesellschaften, des englischen Lloyd, wie der Hamburger Gesellschaften, sprechen zu Gunsten des Meldrum'schen Sturmgesetzes.

Die Cirrengewölke sind häufiger zur Zeit der Fleckenmaxima und stehen in bestimmter Beziehung zu der Anzahl der Polarlichter und ebenso darf angenommen werden, dass optische Erscheinungen um Sonne und Mond, die allerdings häufig durch Cirren hervorgerufen werden, zur Zeit der Fleckenmaxima häufiger sind.

Die Untersuchungen der Gewitterreihen ergeben kein bestimmtes Resultat. Obschon starke Wechsel in der Häufigkeit nicht zu verkennen sind, so lässt sich doch keine bestimmte Beziehung zwischen diesem und dem Wechsel der Häufigkeit der Sonnenflecken erkennen. Die einzelnen Reihen ergeben sogar widersprechende Resultate. Auch hier sind vollständigere Cataloge zur Entscheidung nothwendig. Von den Blitzschlägen und der atmosphärischen Electricität gilt das Gleiche.

Auffallend ist, dass gerade bei den Gewittern sich kein bestimmtes Resultat ergibt, da doch anzunehmen ist, dass Veränderungen der Strahlungsverhältnisse der Sonne nicht ohne Wirkung auf die Electricität der Erde bleiben sollten.

Hinsichtlich der secundären Erscheinungen und den Beziehungen der Sonnenflecken zu nicht meteorologischen Erscheinungen der Erde, verweisen wir auf den betreffend Abschnitt.

Als Gesamtergebniss finden wir: Dass bestimmte Beziehungen bestehen zwischen der Veränderlichkeit der Sonnenflecken, der Variation der magnetischen Declination und dem Polarlichte; dass Beziehungen zwischen dem Wechsel der Sonnenflecken-Häufigkeit und den meteorologischen Erscheinungen der Erde sehr wahrscheinlich sind. Hierbei bleibt die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die sich zeigende Uebereinstimmung in der Veränderlichkeit der in Frage stehenden Erscheinungen nur die Folge der auf sie wirkenden gemeinschaftlichen Ursachen ist, ohne dass eine direkte Beziehung stattfinden müsste; ja es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass mehrere Ursachen gemeinschaftlich einwirken, wodurch das zeitweise Uebereinstimmen und dann die darauf folgende Umkehrung, welche sich allerdings vorläufig noch auf das nicht immer genügende Beobachtungsmaterial zurückführen liesse, ihre Erklärung fänden. Die Beziehungen meteorologischer Erscheinungen zu den Sonnenflecken treten am stärksten hervor bei den Temperaturen und bei den davon abhängigen Niederschlagsmengen und Bewegungen der Lufthülle der Erde, während für andere Erscheinungen sichere Resultate, grossentheils aus Mangel an genügendem Beobachtungsmaterial, nicht erhaltbar sind, oder



die erhaltenen Resultate der einzelnen Beobachtungsreihen sich widersprechen. Selbst da wo bestimmte Resultate sich zeigen, wie bei dem Erdmagnetismus, bei den Polarlichtern, namentlich aber bei den Temperaturen, bei den Niederschlägen und bei den atmosphärischen Bewegungen müssen erweiterte Untersuchungen noch Vieles aufklären und manche Widersprüche lösen. Sind erst die Hauptfragen beantwortet, dann werden sich diejenigen von untergeordneter Bedeutung und für die übrig bleibenden Erscheinungen im Laufe der Zeit und an der Hand von besserem und entsprechenderem Beobachtungsmateriale von selbst lösen.

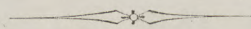
Der Einwurf, es sei der Unterschied der Ausstrahlung der Sonne in den Fleckengebieten oder ausserhalb derselben nicht gross genug, um Temperaturunterschied auf der Erde zu erzeugen, welche sich noch bestimmt nachweisen lassen, kann nicht von den vergleichenden Untersuchungen zwischen den Erscheinungen auf der Sonne und solchen auf der Erde abhalten. Nach den Bestimmungen von Henry, 1845, (s. *Phil. Mag.* Ser. III, B. XXVIII) mittelst eines Fleckens von über 1000 englischen Meilen (1610 Kilometer) Durchmesser verhielt sich die Ausstrahlung des Fleckens zu jener der Umgebung, im Mittel aus 12 Versuchen wie 2,8 : 3,3 oder wie 0,85 : 1. S. P. Langley fand 1877 aus 36 Messungen an Kernen und Höfen von Flecken im Mittel die Strahlung der Kerne zu  $0,54 \pm 0,05$ , der Höfe zu  $0,80 \pm 0,01$ , wenn die Strahlung der benachbarten Photosphäre gleich der Einheit gesetzt wird und berechnet, indem er die Fleckengrössen nach De la Rue, Stewart und Loewy zu Grunde legte, die grösste Verminderung der Wärmeausstrahlung der Sonne zur Zeit der Fleckenmaxima um einen Werth der zwischen  $\frac{1}{10}$  und  $\frac{1}{11}$  % liegt. Nimmt man die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche zwischen  $+14$  bis  $+16^\circ$  und diejenige ohne die Sonnenstrahlung zu  $-56^\circ$  (Fourier's Werth), so würde die Aenderung der Temperatur an der Erdoberfläche in Folge der Sonnenflecken, voraus gesetzt, dass die Flecken die Aenderung allein bedingen und der übrige Theil der Photosphäre keinerlei Veränderungen erleidet,  $0,063^\circ$ , bei der Annahme einer Temperatur des Weltraumes von  $-130^\circ$  (nach Pouillet  $-142^\circ$ , nach Fröhlich  $-127$  bis  $-131^\circ$ )  $0,14^\circ$  C. betragen. Solche Beträge sind allerdings gering und betragen höchstens  $\frac{1}{4}$  der von Köppen aus den Temperaturbeobachtungen gefundenen Unterschiede. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass uns vollkommen unbekannt ist, welche Veränderungen hinsichtlich der Strahlung bei dem Wechsel der Fleckenstände auf der Sonne selbst vorgehen; dass der Gesamtbetrag der von der Sonne der Erde zugesandten Wärme so bedeutend ist, dass selbst kleine Bruchtheile dieses Betrages noch eine ansehnliche Grösse erreichen und dass die ungeheuere Menge der in Folge



der Sonnenwärme an der Erdoberfläche und in der Erdatmosphäre aufgespeicherten Arbeit nur der Auslösung durch geringe Kräfte bedarf, um zur Entfaltung zu gelangen. Hierin sehen wir einen wesentlichen Grund, der gebietet auf die Untersuchungen der Niederschläge und atmosphärischen Bewegungen ein grösseres Gewicht zu legen, als auf die Untersuchungen der Temperaturen, deren messbaren Werthe in Folge des Umsatzes der Wärme in Arbeit, wie durch Ausstrahlung in den Weltraum stark verändert werden und zu sehr verschiedenartigen Resultaten führen müssen. Wirken ausser einer direkten Einwirkung von Vorgängen auf der Sonne noch andere Einflüsse auf die Veränderlichkeit der irdischen Erscheinungen ein und sind die eigenthümlichen periodischen Wechsel, welche wir auf der Sonne und Erde an physikalischen Vorgängen beobachten, von ausserhalb diesen Weltkörpern liegenden Ursachen abhängig, dann liegt um so weniger Grund vor sich, durch etwaige Misserfolge in den Untersuchungen abschrecken zu lassen.

Die Ergründung der Beziehungen von Vorgängen auf der Sonne, soweit sich dieselben durch Beobachtung der Sonnenflecken, Fackeln, Protuberanzen u. s. w. verfolgen lassen, zu Erscheinungen auf der Erde oder auf anderen Gliedern des Sonnensystemes erfordert, durch die Anlage von Sammlungen und Catalogen, so wie durch die Bearbeitung des Beobachtungsmateriales, soviel Zeit und Mühe, dass, soll die Lösung der in Frage stehenden Aufgabe eine vollkommene werden, nur die Vereinigung der sich dafür interessirenden Kräfte und ein Arbeiten nach gemeinschaftlichem Plane, bei voller Theilung der Arbeit, zum Ziele führen kann. Wird einstens einheitlich gearbeitet, dann kann die Zeit nicht ausbleiben, in welcher die bestehenden Beziehungen nicht nur vollständig erkannt, sondern auch fruchtbringend für das praktische Leben werden; wir werden erfahren ob die Erde und die übrigen Glieder des Sonnensystemes direkt dem Einflusse der Thätigkeit in den Hüllen oder an der Oberfläche der Sonne unterworfen sind oder ob die uns beobachtbaren Vorgänge auf der Sonne und die Erscheinungen auf den Planeten ihre Veränderlichkeit gemeinschaftlichen Ursachen verdanken, welche durch das Sonnensystem selbst bedingt sind, oder gar in kosmischen Wirkungen gesucht werden müssen.

Möge die Zeit nicht mehr ferne sein, in welcher von diesem Theile der kosmischen Physik die letzten Schleier fallen.





## ERKLÄRUNG DER TAFELN.

### Tafel I. Graphische Darstellung:

- 1) der Declinations-Variation für Paris, Christiania u. Bombay, nach der Tabelle auf S. 11;
- 2) der fünfjährigen Mittel der Polarlichtertabelle auf S. 27;
- 3) der Weinerträge in Nassau, S. 80.

### „ II. Graphische Darstellung von:

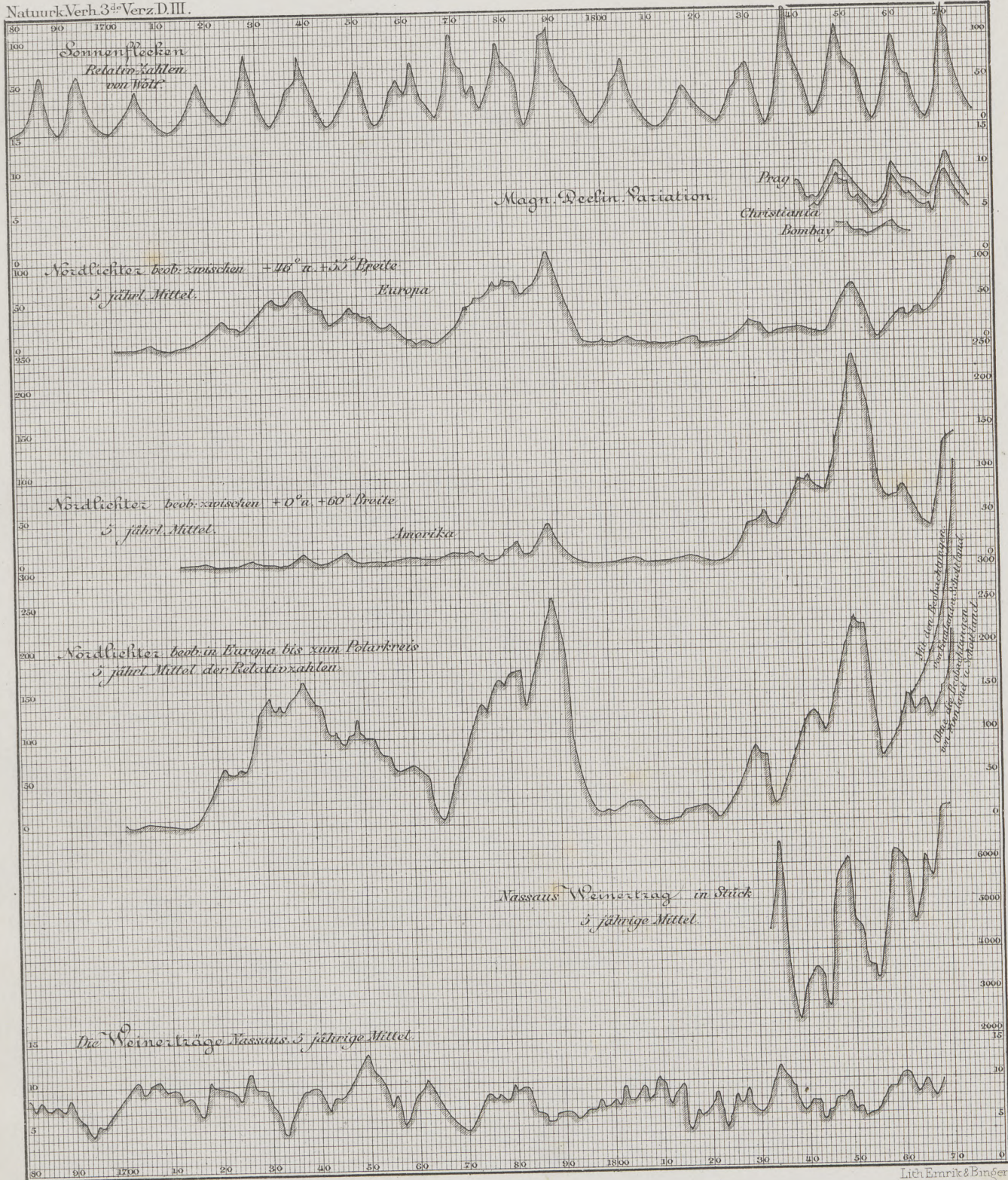
- 1) Köppen's Temperaturwerthe der Tabelle auf S. 86;
- 2) Temperatur-Maxima und Minima der Stationen: Paris, Breslau u. Bremen, Tab. S. 95;
- 3) Eisbedeckung des Hudsonflusses, Tabelle S. 173.

### „ III. Graphische Darstellung der Tabellenwerthe:

- 1) der Niederschläge, S. 121;
- 2) der Pegelstände, S. 135;
- 3) der Hagelfälle, S. 151.

Am Kopfe aller drei Tafeln sind die Wolf'schen Relativzahlen der Sonnenflecken aufgetragen.  
In allen Tafeln sind die Jahre als Abscissenwerthe, die Werthe der Tabellen als Ordinaten  
eingezeichnet.

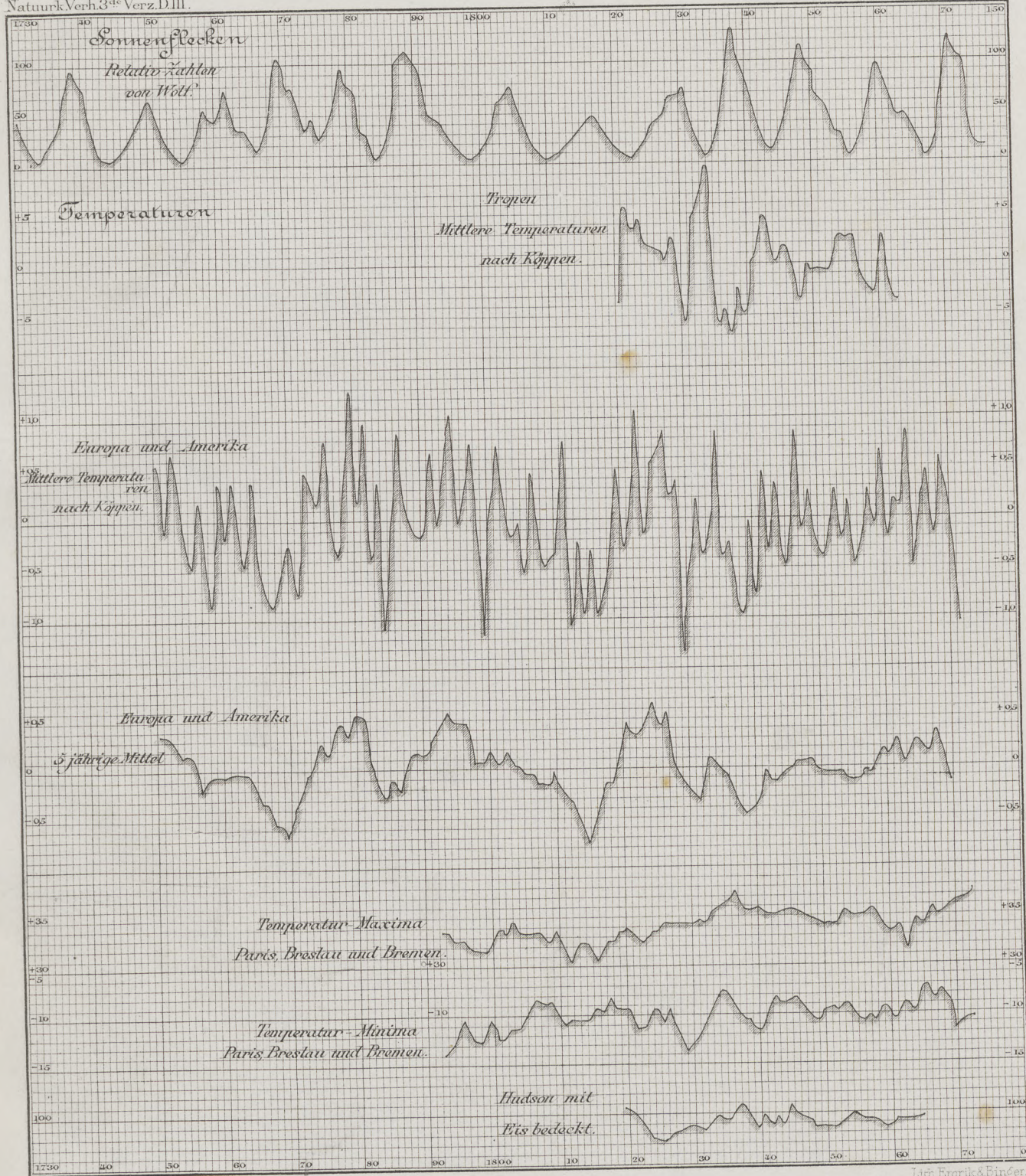










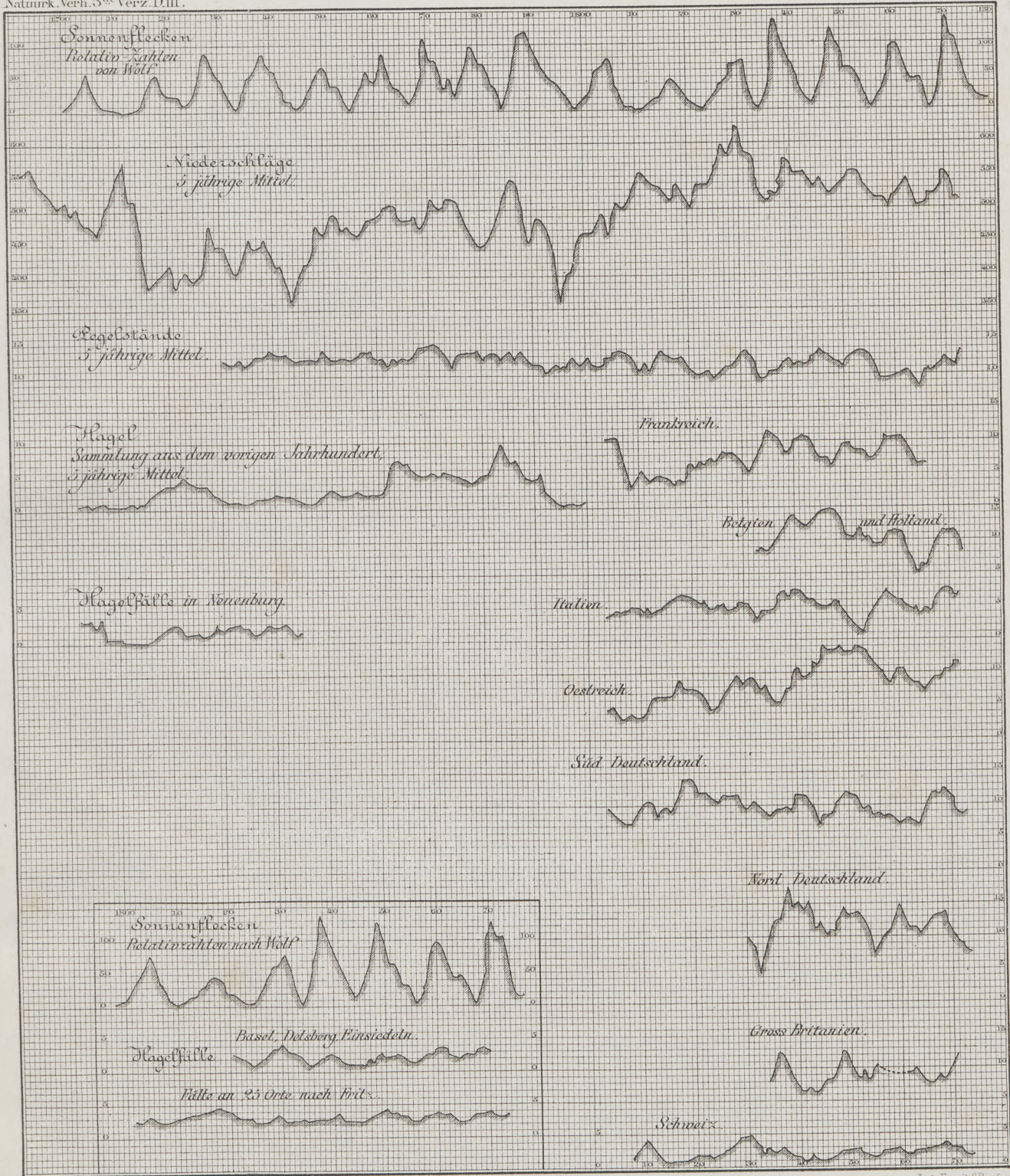


Lith. Erarik & Binger.









Lith. Enrik & Binger.