

## Beobachtungen der Sonnenflecken.

In der Abhandlung zum Programme des Jahres 1862 habe ich mein Verfahren bei der Beobachtung und Berechnung der Sonnenflecke, wie es anfangs angewendet wurde, ausführlich erörtert und darauf die Resultate des ersten Beobachtungsjahres 1861 angegeben. Diese Resultate betrafen vornehmlich die Rotationselemente. Von unserm Erdkörper wissen wir, dass er sich in 24 Stunden Sternzeit einmal um seine Axe dreht, dass also jeder Meridian stündlich einen Winkel  $= 360^{\circ} : 24$  beschreibt, mithin der stündliche Rotationswinkel  $15^{\circ}$  beträgt. Nehmen wir an, dass sich die Sonne in  $25\frac{1}{4}$  Tagen um ihre Axe drehe, so würde der tägliche Rotationswinkel  $360^{\circ} : 25\frac{1}{4} = 14^{\circ} 16'$  betragen und jeder auf der Sonnenfläche sich auszeichnende Punkt, namentlich ein dunkeler Sonnenfleck, müsste täglich um  $14^{\circ} 16'$  fortzurücken scheinen, wenn die Erde im Weltraume still stände, dagegen um beiläufig  $1''$  weniger mit Berücksichtigung der Fortbewegung unseres Erdkörpers. Wären die Sonnenflecke feste Punkte der Oberfläche des Sonnenkörpers, so würde man für den Rotationswinkel und zugleich für die Lage des Sonnenäquators immer genau übereinstimmende Resultate erhalten müssen, wenn man auch verschiedene Flecke und in verschiedenen Jahren beobachtete. Es ist in jener Abhandlung gezeigt, dass solche einfachen Verhältnisse nicht stattfinden, sondern dass eine Abhängigkeit des Rotationswinkels von der heliographischen Breite hervortritt, nämlich die dem Sonnenäquator nahen Flecke weit überwiegend sehr grosse Werthe für den Rotationswinkel ergeben, und je weiter ein Fleck vom Aequator absteht, desto kleiner der aus ihm hergeleitete Rotationswinkel ist. Indem danach die Bestimmung der Rotationselemente aus den Sonnenflecken als eine sehr trügerische erschien, zeigte sich wieder eine günstige Aussicht durch Anwendung einer Beziehung, welche ich bei

der Berechnung eines im September und October des Jahres 1861 erschienenen Flecks bemerkt hatte, insofern solche Flecke die grösste Wahrscheinlichkeit der Ortsbeständigkeit für sich haben, welche in zwei Perioden erschienen sind und correspondirende heliocentrische Breiten gezeigt haben, d. h. auf die Ektiptik bezogen dieselbe Breite bei gleichen Längen. Der aus obigem Fleck erhaltene Rotationswinkel  $14^{\circ} 17.7$  wurde bis auf weiteres als Rotationswinkel der Sonne betrachtet und bei jedem Fleck, der einen grösseren Rotationswinkel ergeben hatte, angenommen, dass eine Ortsveränderung im Sinne der Rotation stattgefunden habe; ebenso für einen kleineren Rotationswinkel eine der Rotation entgegengesetzt gerichtete Ortsveränderung. Diese Ortsveränderungen wurden kürzer als Weststurm und Oststurm bezeichnet, und liessen sich damit die Beziehungen mit den Worten aussprechen, dass am Aequator Weststürme, in höheren Breiten Oststürme vorherrschend seien, und auf jeder der beiden Halbkugeln in einer Mittelzone wechselnde Stürme von geringer Geschwindigkeit herrschten. Dies wurde in der folgenden Programm-Abhandlung des Jahres 1863 mit den Beobachtungen des Jahres 1862 verglichen, wobei die beiden Hauptrichtungen der Stürme, West für die Nähe des Aequators und Ost für die entfernteren Breiten, so entschieden hervortraten, dass es nicht einmal nöthig war, die einzelnen Rotationswinkel zu Mittelwerthen zu vereinigen. In dieser zweiten Abhandlung wurde dann untersucht, ob eine Annäherung an den Aequator oder das Gegentheil bei den Flecken vorherrschend sei, wobei aber kein Resultat erzielt wurde; ferner wurden manche spezielle Resultate angegeben, namentlich das gleichzeitige Auftreten von Stürmen verschiedener Stärke in nahe gelegenen Gegenden. Es wurde auch versucht, die Ortsveränderung von den Gestaltsänderungen zu sondern und als Resultat hingestellt, dass eine Aenderung in der Geschwindigkeit der Stürme allemal auch Gestaltsänderungen bedinge. Weiter wurde eine Vergleichung der Herschelschen und Kirchhoff'schen Hypothese zu Gunsten der letzteren angestellt.

Zu den Messungen wurde im Jahre 1862, wie in der zweiten Abhandlung angegeben ist, statt des Stahlringmicrometers eine Glasplatte mit drei eingeschliffenen concentrischen Kreislinien angewendet. Eine weitere Aenderung kam in den nächsten Jahren nicht vor. Im Anfange des Jahres 1865 traf das siebentüssige Fernrohr ein, zu dessen Anschaffung und Aufstellung mir von Sr. Majestät dem Könige die Kosten bewilligt worden waren. Das schöne Instrument erhielt seinen Platz in einem kleinen hölzernen Gebäude zu ebener Erde. Weil in Rücksicht auf die sehr beträchtlichen Mehrkosten eine Drehkuppel vermieden werden musste, so wurde das Gebäude mit Laden und Dachklappen eingerichtet und das parallactische Stativ mit Rollen versehen.

Nachdem eine Kante des Fussgestelles den von Ost nach West gezogenen Linien des Fussbodens parallel gestellt ist, ist mit hinreichender Genauigkeit die für Messungen erforderliche parallactische Aufstellung erreicht. Alsdann werden die drei Rollen in die Höhe geschraubt, so dass nunmehr das Stativ auf breiter Grundfläche ruht. Diese Einrichtung erwies sich als nothwendig, denn obgleich das Gewicht des Stativs einige Centner beträgt und also die Rollen einen starken Druck auszuhalten haben, so liess sich doch nachweisen, dass das auf den Rollen stehende Stativ kleine Verschiebungen erfahren hatte, wenn die Schrauben zur Bewegung des Fernrohrs einige Zeit hindurch gedreht worden waren. Wenn aber die Rollen in die Höhe geschraubt sind, so kann ich mich auf den unveränderlichen Stand durchaus verlassen.

Den für das Observatorium gewählten Platz musste ich bald vertauschen, weil mir die freie Aussicht nach Süden durch Neubauten völlig genommen werden sollte. Hier traten die städtischen Behörden helfend ein, indem sie, geleitet vom Interesse für die Wissenschaft, einen günstig gelegenen alten Wartthurm zu unbeschränkter Benutzung mir überliessen und auch die Kosten zum Ausbau bewilligten. Die Bedachung des Thurmes war längst eingestürzt; hier wurde ein Gewölbe von Stein eingespannt, ein ebener Fussboden von Cement hergestellt und darüber das bisherige hölzerne Gebäude eingemauert. Von den ursprünglichen Treppen im Innern des Thurmes, welche mehrere mit Heizvorrichtung versehene Gemächer verbunden haben mussten, war keine Spur mehr vorhanden; diese Treppen sind also ganz neu aufgeführt. Es war zu erwarten, dass der Thurm mit seinen gewaltigen Mauern, deren Dicke unten 8 Fuss und oben in 60 Fuss Höhe noch  $6\frac{1}{2}$  Fuss beträgt, die nöthige Festigkeit haben werde, was sich auch bei den Messungen herausgestellt hat. Die colossale Steinmasse bleibt unbeweglich, wenn auch in der anliegenden ungepflasterten Strasse ein schwer beladener Wagen fährt, indessen bei hart gefrorenem Fussboden dieser Strasse wird doch das Mauerwerk durch einen schweren Wagen in feines Zittern versetzt. Einen sehr erheblichen Vortheil habe ich in dem jetzigen Observatorium dadurch, dass die Sonnenbeobachtungen gar nicht durch den Rauch von Schornsteinen beeinträchtigt werden.

Zu den Messungen mit dem siebenfüssigen Fernrohr wurde eine Ringmicrometerplatte mit 6 eingeritzten Kreislinien und ein Fadenmikrometer, ferner zur Zeichnung der Gruppen ein feines Glasnetz angeschafft. Eine spätere Bewilligung der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin wurde verwandt für Anschaffung eines grossen Glasnetzes mit zugehörigem Ocular und zur Beschaffung einer guten astronomischen Uhr. Letztere ist von dem hiesigen Uhrmacher Dettmann angefertigt und hat sich vorzüglich bewährt. Bei dem grossen Glasnetze habe ich die ganze Sonne im

Felde, und wird durch die feinen Linien desselben der Durchmesser der Sonne in beiläufig 110 Theile getheilt. Man kann zwar bei der Beobachtung mit einem solchen Netze ohne grosse Mühe erreichen, dass das eine System der Linien genau der täglichen Bewegung parallel ist, indessen finde ich es doch bequemer, die Messung schon zu beginnen, nachdem eine nur annähernd richtige Einstellung erreicht ist, und die Abweichung, welche sich bei einem Durchgange durch das ganze Liniensystem ergibt, beim Positionswinkel in Rechnung zu stellen. Die Messung wird in der Regel sowohl für Rectascension als auch für Declination auf beide gegenüberstehenden Sonnenränder bezogen, so dass aus dem halben Unterschiede allemal AR. und Decl. erhalten wird, welche durch Rechnung den Abstand vom Mittelpunct der Sonnenscheibe und den wie erwähnt zu corrigirenden Positionswinkel ergeben. Der Abstand der Linien beträgt  $17\frac{1}{2}$  Bogensekunden und wird diese Constante bei Mittagsbeobachtungen für Rectascension angewendet, dagegen darf sie dann wegen der Strahlenbrechung nicht auch für Declination benutzt werden. Es ist aber klar, dass durch die Beziehung der Messung auf die beiden gegenüberstehenden Sonnenränder der Einfluss der Strahlenbrechung selbst bei niedrigstem Sonnenrande mit grösster Leichtigkeit berücksichtigt werden kann. — Einer Messung mit dem Netz, wie oben beschrieben worden, oder einer Messung von AR. und Decl. mit dem Ringmicrometer pflege ich vorangehn und folgen zu lassen eine Messung des Abstandes vom nächsten Sonnenrande und zwar gewöhnlich nur mit dem Netz, dagegen wenn ich die nöthige Zeit dazu habe mit dem Fadenmikrometer. Letzteres ist zu einem genauen Orte unerlässlich, wenn der Fleck dem Sonnenrande sehr nahe ist. Ueberhaupt aber ist neben der Bestimmung von A. R. und Decl. die Messung des Abstandes vom nächsten Rande nicht blos zur Erhöhung der Genauigkeit des Ortes, sondern auch zur Controlle der ganzen Messung sehr zu empfehlen. — Man hat die Anwendung des Positions-Fadenmikrometers vorgeschlagen, so dass nur für den Abstand vom nächsten Rande eingestellt wird; der Apparat giebt dann auch sogleich den Positionswinkel. Gewiss ist dies Verfahren sehr bequem, aber es ist dabei nicht möglich den Positionswinkel mit hinreichender Genauigkeit zu erhalten, weil derselbe abhängig ist von dem schwer zu bestimmenden Punkte, in welchem der Sonnenrand eine gerade Linie berührt.

Aus dem Abstände  $e'$  vom Mittelpuncte der Sonnenscheibe und dem Positionswinkel  $p$  werden die heliographischen Oerter eines Flecks durch folgende Formeln erhalten:

$$\text{für den heliocentrischen Abstand } e \text{ vom } \left. \begin{array}{l} \text{Mittelpuncte der Sonnenscheibe:} \\ \sin (e + e') = \frac{e'}{R} \end{array} \right\}$$

für den Uebergang von unserem }  $\text{tg } \eta = \cos \odot \text{ tg } \varepsilon.$   
 Aequator auf die Ekliptik

für die heliocentrische Breite  $\sin \beta = \sin \varrho \cdot \cos (p + \eta)$

für die heliocentrische Länge  $\text{tg } \lambda' = \text{tg } \varrho \cdot \sin (p + \eta)$

wobei  $\lambda'$  vom Mittelpunkte der Sonnenscheibe gezählt ist, und folgt damit die vom  $\gamma$  Punkte gezählte heliocentrische Länge  $\lambda = \odot \pm 180^\circ - \lambda'$

Für die Lage des Sonnenäquators nehmen wir jetzt  $i = 6^\circ 58'$ ;  $\Omega = 74^\circ 37' 15''$  (1868,0). Die heliographischen Längen werden nicht vom  $\Omega$  Punkte, sondern von dem  $90^\circ$  rückwärts liegenden Punkte gezählt, so dass die heliographischen Längen  $l$  um beiläufig  $16^\circ$  grösser sind als die heliocentrischen Längen  $\lambda$ .

$$\text{u. } \sin w = \sin \beta; \quad \text{u. } \cos w = \cos \beta \cdot \cos (\lambda + 15^\circ 22' \dots)$$

für die heliographische Breite  $\sin b = \text{u. } \sin (w + i)$

für die heliographische Länge  $\text{tg } l = \frac{\cos w}{\cos (w + i)} \cdot \text{tg } (\lambda + 15^\circ 22' \dots)$

Diese heliographischen Längen, mit dem Rotationswinkel der Sonne (jetzt angesetzt  $= \frac{360^\circ}{25,234} = 14,26646 = 14^\circ 15' 59''$ ) auf bestimmte Epochen, bezogen werden Normallängen genannt. Solche Epochen sind 1866 Jan. 11,964 = Juli 7,602 = 1867 Jan. 25,474 = Mai 6,410 = Mai 31,644 = Dec. 19,516 = 1868 Jan. 13,750. Dabei ist der wegen Aberration corrigirte mittlere Berliner Mittag = 0,5 gesetzt; die zuletzt angeführte Epoche bezeichnet also Januar 13 Nachmittags 6 Uhr mittl. Berliner Zeit nach Abzug der Aberrationszeit.

Durch die Ortsberechnung der Sonnenflecke und zugleich durch die Betrachtung der Gebilde mit einem vorzüglichem Fernrohr, besonders auch durch die sorgfältige Beachtung, in welcher Weise die Veränderungen vor sich gehn, werden vielerlei spezielle Resultate gewonnen, aus denen allgemeinere Ansichten und Gesetze aufgesucht werden müssen. Ebenso auf anderen Wegen z. B. durch Beobachtung der totalen Sonnenfinsternisse, durch die Spectralanalyse u. s. w. erfahren wir spezielle Resultate anderer Art. Durch die Vereinigung aller bisher gefundenen Resultate lässt sich zwar schon Einiges über die physische Beschaffenheit der Sonne aufstellen; indessen bevor dies mit völliger Sicherheit und in erfolgreicher Weise geschehen kann, müssen doch noch manche Verbindungsglieder aufgefunden, manche Streitpunkte erledigt werden, wie auch bei den Resultaten meiner Untersuchungen, welche ich ihrer Zeitfolge nach angebe, erwähnt werden wird.

Die im Jahre 1863 zur Bestimmung des Rotationswinkels  $\xi$  geeignet befundenen Flecke ergeben folgende Tabelle:

N <sup>o</sup>	60	Mai 10 bis Mai 18	aus 5 Oertern	$b = + 22^{\circ} 1'$	$\xi = 13,7507$
„	102	Aug. 11 bis Aug. 18	aus 5 „	$b = - 18^{\circ} 43'$	$\xi = 13,8665$
„	17	Fbr. 14 bis Fbr. 20	aus 6 „	$b = - 16^{\circ} 30'$	$\xi = 13,9003$
„	116	Spt. 27 bis Oct. 2	aus 5 „	$b = + 15^{\circ} 30'$	$\xi = 13,8411$
„	21	Fbr. 21 bis Fbr. 24	aus 3 „	$b = + 15^{\circ} 20'$	$\xi = 14,1917$
„	89	Juli 6 bis Juli 12	aus 5 „	$b = + 13^{\circ} 29'$	$\xi = 14,1118$
„	16	Fbr. 14 bis Fbr. 19	aus 5 „	$b = - 12^{\circ} 53'$	$\xi = 14,1540$
„	41	März 31 bis April 7	aus 4 „	$b = - 11^{\circ} 33'$	$\xi = 14,1676$
„	37	März 25 bis April 1	aus 3 „	$b = + 10^{\circ} 33'$	$\xi = 14,6303$
„	44	April 14 bis April 23	aus 7 „	$b = + 9^{\circ} 59'$	$\xi = 14,2154$
„	121=130	Oct 6 bis Nov. 2	aus 5 „	$b = - 9^{\circ} 50'$	$\xi = 14,1418$
„	45=61=74	Apr. 14 bis Juni 15	aus 13 „	$b = + 9^{\circ} 45'$	$\xi = 14,1891$
„	95	Juli 27 bis Aug. 6	aus 7 „	$b = + 8^{\circ} 38'$	$\xi = 14,1812$
„	19	Fbr. 21 bis Fbr. 24	aus 3 „	$b = - 8^{\circ} 15'$	$\xi = 14,2107$
„	70	Mai 26 bis Juni 3	aus 4 „	$b = - 8^{\circ} 7'$	$\xi = 14,3179$
„	65=79	Mai 26 bis Juni 28	aus 9 „	$b = + 7^{\circ} 42'$	$\xi = 14,3473$
„	124	Oct. 18 bis Oct. 24	aus 5 „	$b = - 7^{\circ} 36'$	$\xi = 14,2820$
„	100	Aug. 9 bis Aug. 15	aus 5 „	$b = - 6^{\circ} 25'$	$\xi = 14,2025$
„	59. 72.	Mai 10 bis Juni 11	aus 8 „	$b = - 4^{\circ} 44'$	$\xi = 14,3565$
„	147	Dec. 13 bis Dec. 44	aus 4 „	$b = - 4^{\circ} 12'$	$\xi = 14,3020$
„	86	Juli 29 bis Aug. 6	aus 6 „	$b = + 2^{\circ} 50'$	$\xi = 14,4809$
„	39	März 31 bis April 7	aus 4 „	$b = + 1^{\circ} 4'$	$\xi = 14,6547$

Es ist früher in Betreff der Beobachtungen der Jahre 1861 und 1862 schon angeführt, dass die speziellen Angaben für dieselben in den Altonaer astronomischen Nachrichten zu finden sind, und zwar beziehn sich darauf die ersten neun Aufsätze, welche in den Nummern 1315 bis 1418 stehn. Die erste Hälfte der Beobachtungen des Jahres 1863 ist im zehnten Aufsätze in Nr. 1437 ausführlich behandelt und wollen wir daraus noch folgendes hervorheben: Bei den in zwei Rotationsperioden beobachteten identischen Flecken Nr. 59 und 72 (No. 59 beob. Mai 10 bis Mai 15 und Nr. 72 beob. Juni 3 bis Juni 11) ergab die erste Periode allein einen grösseren, die zweite allein einen kleineren Werth für  $\xi$  als der Mittelwerth, welchem sich sämmtliche Oerter anschliessen. Umgekehrt war es bei den in zwei Rotationsperioden (Mai 26 bis Juni 4 und Juni 23 bis Juni 23) beobachteten identischen Flecken Nr. 65 bis Nr. 79. — Bei

dem in drei Rotationsperioden (April 14 bis April 20, Mai 11 bis Mai 18, Juni 10 bis Juni 15) beobachteten Fleck Nr. 45 = 61 = 74 fand während der 62 Tage eine Abnahme der heliographischen Breite von  $10\frac{1}{2}$  bis  $8\frac{1}{2}$  Grad statt, und hätte man in Rücksicht auf das allgemeine Gesetz erwarten können, dass die Perioden einzeln behandelt wachsende  $\xi$  ergäben; es ist daher bemerkenswerth, dass die einzelnen  $\xi$  abnehmen, nämlich aus Nr. 45 folgt 14,296 bei  $10\frac{1}{2}$  Grad Breite, aus Nr. 61  $\xi = 14,083$  bei  $9\frac{1}{2}$  Grad Breite und aus Nr. 74  $\xi = 13,966$  bei  $8\frac{1}{2}$  Grad Breite.

Bei dem Fleck Nr. 44 ergab sich durch die Rechnung eine beträchtliche Aenderung der  $\xi$  für April 17, so dass der Fleck vor diesem Tage einem heftigen Weststurm, nacher aber einem starken Oststurm unterworfen sein musste, wobei wegen der Kleinheit des Flecks keine Gestaltsänderungen in Betracht zu ziehn waren. Die Ursache, welche Apr. 17 bei Nr. 44 die angeführte Veränderung hervorbrachte, kann sich nicht auf einen kleineren Bezirk beschränkt haben; es ist nämlich auffallend, dass der 7° entfernte Fleck Nr. 45 an jenem Tage eine beträchtliche Verlängerung seiner Gestalt erfuhr. Von dem Fleck Nr. 65 ist in dem bezeichneten Aufsätze folgende Beschreibung geliefert: Ein grosser Doppelfleck mit gemeinschaftlichem Hofe stand Mai 24 am Ostrande der Sonnenscheibe. Die beiden Kerne veränderten sich nur wenig, erfuhren aber dennoch dem Augenschein nach eine starke Bewegung. Es war nämlich ausser Zweifel, dass die Trennungslinie einer Drehung unterworfen war, so dass der anfangs östliche Kern mehr und mehr südlich von dem andern zu stehn kam. Juni 3 war der nunmehr südliche Kern etwas grösser als der andere; Juni 4 am Westrande war die Trennung nicht mehr vollständig zu bemerken. Als dieser Fleck = Nr. 79 in der folgenden Rotationsperiode wiederkehrte, zeigte er ein nicht minder merkwürdiges Verhalten. Der Kern, welcher Juni 22 abgerundet war, erfuhr Juni 23 eine östliche Verlängerung, welche Juni 24 abgelöst war. Darauf Juni 25 wurde bemerkt, dass sich auch der Hof zu theilen begann, und Juni 26 hatten der Hauptfleck wie der abgelöste Fleck jeder einen besonderen Hof. Der Abstand zwischen beiden Flecken vergrösserte sich allmählig. Eine Theilung, wie sie hier beschrieben ist, kömmt häufig vor und wird als ein wichtiges Moment zur Erklärung der Sonnenflecken noch weiter erwähnt werden.

Im eilften Aufsätze findet man die vom Juli bis September des Jahres 1863 beobachteten Flecke. Unter diesen waren die beiden Flecke Nr. 95 und Nr. 96 merkwürdig durch Beständigkeit ihrer Gestalt und durch eine so grosse Verschiedenheit ihrer Ortsveränderung, dass diese schon durch den blossen Anblick zu erkennen war. Der Abstand beider Flecke betrug 7 Grad. Eine dritte östlichere Gruppe Nr. 97 hinzunehmend hatte man drei einander nahe und doch getrennte Gebiete, in denen ver-

schiedene Stürme nachweisbar waren. Der zwölfte Aufsatz in Nr. 1471 der astr. Nachr. enthält die übrigen bis zum Ende des Jahres 1863 beobachteten Flecke. Der Fleck Nr. 147 hätte von Wichtigkeit sein können, wenn er bei günstigerer Witterung hätte häufiger beobachtet werden können. Er schien nämlich die für Bestimmung der Rotationselemente aufgestellte Bedingung zu erfüllen und die am Ende des Jahres 1861 gefundenen Elemente als annähernd richtige zu bestätigen.

Ueber die heliographische Vertheilung der Sonnenflecke ist gesagt: „Es ist auffallend, dass der dritte Quadrant sehr wenig besetzt ist. Die Flecke des Jahres 1863, auf einer Karte verzeichnet, zeigen überhaupt auch nach der heliographischen Länge keine gleichmässige Vertheilung, sondern weite Flächenräume bleiben fleckenleer, während an mehreren Stellen eine merkwürdige Anhäufung stattfindet.“ — Diese Bemerkung ist der Vorläufer zur späteren Einführung der sogenannten Fackelbezirke.

Die Flecke des Jahres 1864, welche zur Bestimmung des denselben zugehörigen Rotationswinkels geeignet waren, ergaben folgende Resultate:

Nr 79 = 90	von Juni 8 bis Juli 11 aus 7 Oertern	b = - 15° 8' ; $\xi$ = 14,0221
„ 113a	von Sept. 3 bis Sept. 14 aus 5 „	b = + 12° 10' ; $\xi$ = 14,1173
„ 45	von Apr. 8 bis Apr. 14 aus 3 „	b = - 11° 18' ; $\xi$ = 14,2077
„ 113b=121c	von Sept. 10 bis Oct. 4 aus 4 „	b = + 11° 10' ; $\xi$ = 14,2913
„ 3	von Jan. 15 bis Jan. 17 aus 3 „	b = + 11° 9' ; $\xi$ = 14,111
„ 107	von Aug. 9 bis Aug. 15 aus 4 „	b = + 10° 15' ; $\xi$ = 14,1727
„ 44 = 70	von Apr. 8 bis Mai 7 aus 5 „	b = - 9° 53' ; $\xi$ = 14,3360
„ 135	von Nov. 4 bis Nov. 11 aus 4 „	b = + 9° 50' ; $\xi$ = 14,2485
„ 35	von März 21 bis März 26 aus 4 „	b = + 9° 44' ; $\xi$ = 14,1844
„ 33	von März 17 bis März 26 aus 8 „	b = - 8° 56' ; $\xi$ = 14,2503
„ 5 = 15	von Jan. 17 bis Fbr. 21 aus 3 „	b = - 8° 6' ; $\xi$ = 14,4426
„ 124	von Oct. 2 bis Oct. 11 aus 5 „	b = - 6° 36' ; $\xi$ = 14,346
„ 58	von Apr. 20 bis Apr. 25 aus 5 „	b = - 5° 13' ; $\xi$ = 14,3131
„ 1 = 11	von Jan. 4 bis Fbr. 1 aus 4 „	b = - 4° 0' ; $\xi$ = 14,2870
„ 116	von Sept. 20 bis Sept. 22 aus 3 „	b = + 2° 38' ; $\xi$ = 14,670
„ 32	von März 13 bis März 20 aus 5 „	b = + 1° 18' ; $\xi$ = 14,559
„ 60	von Apr. 21 bis Apr. 23 aus 3 „	b = - 0° 43' ; $\xi$ = 14,730

Von diesen Flecken finden sich mehrere in dem 13. Aufsätze, die übrigen in den nächst folgenden Aufsätzen. Mit dem 14. Aufsätze beginnen die möglichst vollständigen Tabellen der heliographischen Vertheilung, die Ortsangaben aller Fleckengruppen enthaltend.

Dies wurde dadurch ausführbar, dass sich auch Professor Heis in Münster an den Beobachtungen regelmässig betheiligte und mir seine Beobachtungen zur Berechnung und Veröffentlichung überliess; insbesondere wurden dadurch vielfach solche Tage gedeckt, an denen ich ungünstiger Witterung wegen nicht hatte beobachten können. Auch mehrere Wiener Beobachtungen wurden mir zugesandt, unter denen eine den Fleck Nr. 30 betreffende Beobachtungsreihe von besonderer Wichtigkeit ist. Es handelt sich hier um eine in den Nachmittagsstunden des 12. März eingetretene Bedeckung zweier Sonnenflecke durch einander. Herr Dr. E. Weiss berichtet darüber ausführlich in den astron. Nachr. No. 1471 und erwähnt, dass März 12 um 2 $\frac{1}{4}$  Uhr von zwei auf einander folgenden Flecken der nachfolgende zum Theil von der Penumbra des vorangehenden bedeckt worden sei, und zwar „die etwas dunklere Perumbra des vorangehenden Flecks schien einen Theil der helleren des folgenden zu überdecken.“ Ich hatte diese Fleckengruppe wohl an anderen Tagen, aber nicht März 12 beobachten können, erhielt dann am Ende des Jahres eine von Herrn Weber in Peckelow am 12. März [aber nicht zur angegebenen Stunde] angefertigte Zeichnung, welche mich in dem Zweifel be stärkte ob die Schlussfolgerung der Bedeckung hinreichend begründet sein dürfte. Nachdem ich dies in meinem 17. Aufsätze erwähnt hatte, fand ich Gelegenheit, mit dem Herrn Dr. Weiss jenen interessanten Fall mündlich zu besprechen. Danach wurde ich eher geneigt, meine Bedenken fallen zu lassen, welche vornehmlich dadurch rege erhalten waren, dass so vielfach und namentlich von Herschel über gesehene Vertiefungen und Erhöhungen Aussagen vorliegen, die durchaus unstatthaft sind, zumal unserer enormen Entfernung von der Sonne auch nicht durch die stärkste Vergrösserung eines Fernrohrs entgegengewirkt werden kann, wir also immer nur ein Bild auf ebener Fläche sehen. Die bezeichnete Beobachtung wäre ein solcher Fall, wo man nach anderweitigen Merkmalen auf ein räumliches Uebereinander schliessen könnte.

Der 15. Aufs. enthält die Einführung der Fackelbezirke. Es ist von jeher bemerkt worden, dass die Fleckengruppen zugleich mit Fackeln auftreten, d. h. mit intensiv hellen Stellen, welche sich weithin aderartig verzweigen. Die Fackeln werden auch ohne Flecke gesehen, niemals aber bedeutendere Flecke ohne Fackeln. Im Juni 1862 machte Schwabe in den astr. Nachr. Nr. 1368 bekannt, dass er zwei Fleckengruppen gefunden zu haben glaube, von denen namentlich die eine viele Sonnenrotationen aushielt und ziemlich beständig blieb in den Formen; dann traten Aenderungen ein, die Gruppe blieb aus, aber an ihrer Stelle fand sich regelmässig ein grosses Lichtgewölk. Schwabe denkt sich die Sonne als einen dunklen gebirgigen Weltkörper, und die Fackeln als Ablagerung des Lichtstoffs an den Gebirgen. Er war nun auch davon überzeugt, dass

er von den Fackeln oder von dem Lichtgewölk, wie er es nennt, genau dieselben Ringgestalten wieder erkannt habe, also dass Aussicht vorhanden sei, durch derartige Beobachtungen feste Punkte auf der Sonnenoberfläche aufzufinden. Zu diesem Resultat habe er einige zwanzig Jahre gebraucht, weil er anfangs geglaubt habe, die Flecken und Lichtwolken erschienen nach Ort und Form zufällig. Dass die Angaben Schwabe's falsch sind, habe ich schon in meinem siebenten Aufsätze in den astr. Nachrichten Nr. 1398 nachgewiesen, gleichwohl ist in die populären Schriften und namentlich in Littrow's „Wunder des Himmels“ 5. Auflage pag. 307 die Notiz übergegangen, dass Schwabe in den Jahren 1861 und 1862 eine Fleckengruppe 18 oder vielleicht sogar 22 Male habe wiederkehren sehn. Ich habe gezeigt, dass durchaus nicht die Angaben Schwabe's auf ein und dieselbe Gruppe bezogen werden können, sondern dass durch die verschiedenen Gruppen, welche er zu verschiedenen Zeiten beobachtet und für identisch gehalten hat, eine ungeheure Fläche eingenommen wird, welche in der Breite 12 Grad und in der Länge nicht weniger als 78 Grad beträgt. Der Irrthum Schwabe's war dadurch entstanden, dass er auf die Identität der Gruppen nur nach dem Erscheinen am Ostrande geschlossen hat. Die Widerlegung war mir sehr leicht, weil ich nach meinen Messungen die Ortsbestimmungen hatte. Obwohl auf falsche Voraussetzungen sich stützend hatte Schwabe in der Hauptsache einen glücklichen Griff gethan, aber ich hatte doch noch viele Rechnungen auszuführen, um es klar herauszufinden und weiter zu entwickeln. Die heliographische Vertheilung der bis zum September 1864 erschienenen Flecke lag mir schon berechnet vor, als ich veröffentlichte, dass die meisten Fleckengruppen sich in Fackelbezirke mit angebbarer Begrenzung einreihen liessen, dass zwar diese Fackelbezirke von längerer Dauer seien, als die einzelnen Gruppen, indessen ebenso ihre Zeit des Entstehens und Verschwindens haben. Bald ergab sich auch, dass die Fackelbezirke beträchtliche Ortsveränderungen erfahren. — Von besonderem Interesse war der dritte Quadrant, welcher sich im Jahre 1863 so auffallend leer an Flecken gezeigt hatte. Hier trat im Jahre 1864 nördlich vom Aequator der mit F bezeichnete Fackelbezirk auf, bis zur neunten Periode mit verschiedenen Fleckengruppen besetzt, in der zehnten und eilften Periode noch in seiner vollen Ausdehnung, aber matter und ohne Flecke. Darauf war dieser grosse Bezirk verschwunden, aber ein angrenzender kleinerer Bezirk T trat schon in der zwölften Periode des Jahres 1864 hervor und verblieb bis zur siebenden Periode des folgenden Jahres, manche Verschiebungen des Ortes erfahrend, und in der Zeit seines Bestehens d. i. in  $\frac{3}{4}$  Jahren nicht immer mit Flecken besetzt. Darauf ist jene Gegend viele Perioden hindurch ohne Flecke und Fackeln geblieben. Ein anderer Bezirk H theilte sich, nachdem er längere

Zeit bestanden hatte, in zwei besondere Bezirke, und dieser Theilung entsprechend zeigten die in den beiden Theilen vorhandenen Gruppen (1864 Nr. 142 und Nr. 143) entgegengesetzte Bewegung. Von den beiden getrennten Bezirken verschwand der westliche früher als der östliche; letzterer erfuhr noch eine weitere Verschiebung östlich und verschwand dann ebenfalls. — Zeugniß der grossen Intensität des Lichtes der Fackelstellen liefert eine Beobachtung vom 13. März 1865, welche im 23. Aufsätze (astron. Nachr. Nr. 1552 pag. 243) erwähnt ist: der Himmel bezog sich während der Beobachtung so dicht, dass beim projecirten Sonnenbilde kaum noch der Sonnenrand zu erkennen war, aber eine helle Fackelstelle leuchtete deutlich hervor. Solche ausgezeichnet glänzenden Fackeln mögen vielleicht auch längere Zeit genau an demselben Orte verbleiben, aber ich könnte nach völlig sicheren Beobachtungen zahlreiche Fälle von Ortsverschiebungen und von schnellem Entstehn und Verschwinden anführen. Unter derartigen Beobachtungen will ich nur zwei aus dem 21. und 23. Aufsätze auswählen. Eine Gruppe mehrerer Flecke (Nr. 16 des Jahres 1865) wurde Febr. 7 nahe dem Ostlande mit schönen Fackeln beobachtet. Darauf verschwand die Gruppe, aber Fbr. 16 wurde wieder ein Fleck in dem westlichen Theile desselben Fackelbezirkes beobachtet. Oestlich von demselben war ein grosses auffallend dunkles Feld, kreisförmig von den Fackeln umschlossen, und aus den Messungen und Ortsberechnungen geht unzweifelhaft hervor, dass an dem Orte des dunklen Feldes Fbr. 7 eine Fackelfläche gewesen war. Den umgekehrten Fall zeigte die Beobachtung der Gruppe Nr. 25. An den Tagen 1865 Fbr. 27 und 28 befanden sich zwei kleine Flecke westlich von einem dunklen Felde, welches die Mitte eines mit  $\alpha$  bezeichneten Fackelbezirks einnahm. Statt jener Flecke waren März 4 nur ein Fleck im westlichen und drei neue Flecke im östlichen Theile des Bezirks vorhanden. Endlich März 7 fehlte jenes dunkle Feld und der Ortsbestimmung gemäss war eben dort eine helle Fläche, auch befand sich auf derselben ein kleiner Fleck.

Bei den Flecken des Jahres 1866 treten in den betreffenden Aufsätzen die Angaben über Fackelbezirke mehr und mehr zurück und bei den bis jetzt noch nicht veröffentlichten Beobachtungen des Jahres 1867 dürfte von Fackelbezirken fast gar keine Rede sein. Es hat dies seinen Grund in dem eingetretenen Minimum für Flecke und Fackeln. Als die Flecke seit dem Ende des Jahres 1866 nur spärlich auftraten, verloren auch die Fackeln ihren prächtigen Glanz; indessen seit dem Ende d. J. 1867 sind wiederum glänzende und weit ausgedehnte Fackeln erschienen. Eine Bemerkung des Herrn Weber in Peckelow in Betreff des Auftretens der Fackeln zur Zeit des Minimums will ich nicht unerwähnt lassen. In der vom Prof. Heis herausgegebenen Wochen-

schrift für Astronomie etc. 1867 Nr. 15 sagt Herr Weber folgendes: „Im August des verflossenen Jahres habe ich pag. 295 d. v. Wochenschrift als eine bereits gewisse Thatsache hingestellt, dass, sowie die Lichtaufwallungen gegen den Aequator der Sonne im Abnehmen begriffen wären und dabei ersichtlich matter aufträten, wieder ähnliche Kräfte um die Pole zu wirken begonnen hätten und somit eine neue Aera von jenen Puneten anzubahnen anfangen. . . . Nach Fortsetzung der Beobachtungen darf nun als erwiesen angesehen werden: in der eilfjährigen Fleckenperiode macht die ganze Sonnenhülle durch die in ihr vorgehenden Aufwallungen, Revolutionen u. s. w. von den Polen her eine solche Wandelung durch, dass, sowie in ihr die die Fackeln erzeugenden Kräfte gegen den Gleicher nachlassen, bereits andere und ähnliche um die Angelpunkte zu wirken begonnen haben und somit eine neue Curve, deren Höhenpunkt zwischen dem 20. und 40. Grad der Breite liegen mag, zu verwirklichen trachten.“ — Diese Folgerungen, welche Weber daraus herleitet, dass nach seinen Beobachtungen schon vor dem eingetretenen Minimum die Fackeln in der Nähe der Pole häufiger und glänzender als vorher auftreten, würden sich anreihen an die Resultate, welche aus Carringtons Flecken-Beobachtungen vom November 1853 bis März 1861 gewonnen sind. Aus dem Hauptwerke Carringtons, welches diese Beobachtungen enthält und im Jahre 1863 vollendet war, entnehmen wir folgende Notizen: In der dem Minimum des Jahres 1856 vorhergehenden Zeit kamen die Flecke, welche sich vorher bis über  $\pm 20^\circ$  Breite erstreckten, nach und nach nur bis  $\pm 10^\circ$  Breite vor und hörten endlich ganz auf. Darauf im Jahre 1857 traten die Flecke erst auf der südlichen, bald auch auf der nördlichen Halbkugel zwischen  $20^\circ$  und  $30^\circ$  Breite wieder zahlreich auf, während die dem Aequator näheren Gegenden fast frei von Flecken blieben. — Vor dem Minimum des Jahres 1867 hat sich ähnliches gezeigt, wie vor dem Minimum des Jahres 1856. Es ist dies schon aus meinen Tabellen für die Rotationswinkel der Flecke zu ersehn, nämlich 1861 kamen die Flecke bis  $30^\circ$  Breite vor; 1862 konnte die Tabelle nur bis  $24^\circ$  Breite fortgeführt werden; die oben angegebene Tabelle für 1863 reicht bis  $22^\circ$  Breite, die andere für 1864 nur bis  $15^\circ$  Breite; auch für die Jahre 1865 und 1866 tritt eine weitere Verminderung der äusseren Grenze ein. Dagegen die von Carrington nach dem Minimum des Jahres 1857 gefundenen Verhältnisse scheinen sich jetzt nicht völlig in gleicher Weise zu wiederholen, wenigstens könnte ich doch schon einiges anführen, was entschieden abweichend ist. Ich muss aber von näheren Angaben abstehn, weil es mir zur Beurtheilung unerlässlich scheint, die Beobachtungen des laufenden Jahres 1868 abzuwarten. Ueberhaupt dürfte wohl erst nach mehrmaliger Wiederholung des Minimums erwartet werden können, dass wir sichere Grundlagen gewinnen,

um die merkwürdige eilfjährige Periode erklären zu können. Dabei wird man auch zu erwägen haben, dass die Fleckengruppen — streng genommen — nicht blos in den beschränkten Zonen vorkommen, welche oben genannt sind, sondern dass dabei nur die bedeutendsten Flecke gemeint sind, nämlich diejenigen, welche eine beträchtliche Grösse haben und alsdann dunkel genug sind, um schon mit einem kleinen Fernrohr gesehen werden zu können, oder mit einem grösseren Fernrohr bei minder günstiger Luftbeschaffenheit. Mattere Gruppen und Fackeln sind zu allen Zeiten über die ganze Oberfläche der Sonne verbreitet und geben derselben das vielfach erwähnte marmorirte Ansehn. Die matten Gruppen sind auch immer in zahlloser Menge vorhanden, also der Prozess, welcher die Flecken bildet, ist auf der Sonne immerfort thätig, und nur eine Steigerung dieses Prozesses ruft die dunkleren Flecke und intensiveren Fackeln hervor.

Nachdem mein grösseres Fernrohr zu Anfang des Jahres 1865 eingetroffen war, erwies sich zum ersten Male am 2. April die Luft so ausgezeichnet durchsichtig, dass die erwähnten matteren Gruppen mit voller Klarheit und Schärfe hervortraten. Für einige derselben, welche sich besonders auszeichneten und deshalb bei einer wiederholten Messung nicht mit anderen Gruppen verwechselt werden konnten, wurde der Ort bestimmt; sie befanden sich in  $44^{\circ}$  bis  $49^{\circ}$  südlicher Breite. Gleichzeitig wurde der Ort für eine kleine Fackelfläche bestimmt, welche wegen ihrer Intensität sehr gut zu fixiren war; dieselbe befand sich in  $73^{\circ}$  stüdl. Breite, und dem Pole noch näher war ein matter Fackelzug mit zahlreichen feinen Flecken-Puncten. Diese Angaben findet man in dem 20. Aufsätze, wo noch ausführlich über Gestaltsänderungen berichtet wird, welche an grösseren Flecken beobachtet wurden. Ein Fleck von 21" Durchmesser hatte 1865 Apr. 2 um  $10\frac{3}{4}$  Uhr einen in der Richtung von Nord nach Süd länglichen Kern gezeigt, mit einer westlichen und einer östlichen Einbuchtung, ferner mit einer kurzen Spitze nordöstlich. Wie es in der Regel der Fall ist, wenn man über 100malige Vergrösserung hinausgeht, war die Begrenzung des Kerns verwaschen faserig, die Fläche des Kerns verschieden schattirt; letzteres in der Art, wie wir es bei unseren Haufenwolken sehen, namentlich wenn sie vor der Sonne stehen. Der Hof des Fleckens war ringsum völlig geschlossen, seine schärfere Begrenzung war — wie 310malige Vergrösserung zeigte — herrührend von zahlreichen, besonders westlich dicht gedrängt stehenden kleinen Flecken. Als der Flecken um 11 Uhr wieder betrachtet wurde, zuerst mit 160-, dann abwechselnd mit stärkerer bis 310maliger Vergrösserung, war die vorher kurze Spitze merklich verlängert. Wie ein Krystall anschießt, verlängerte sich die Spitze noch ferner und bekam feine Ausläufer zu beiden Seiten, welche sich fadenförmig und unbestimmt begrenzt in den Hof verliefen. Um  $11\frac{3}{4}$  Uhr hörte das

Weiterrücken der Spitze ant, als die Grenze des Hofes gerade erreicht war. Etwa um 11 $\frac{1}{4}$  Uhr hatte sich aber der Spitze gegenüber der Hof-Rand getheilt, und es war eine kleine Bucht entstanden; bis zu dieser Bucht ging die Spitze. Die Fläche innerhalb der kleinen Bucht hatte dieselbe Helligkeit, wie die rings um den ganzen Flecken sichtbare Fackelfläche. Eine scharfe Begrenzung hatte die Bucht nicht, die Helligkeit innerhalb derselben nahm rechts und links ohne merkliche Abstufung bis zur gewöhnlichen Färbung des Hofes ab. Während dieser Vorgänge wurde die Aufmerksamkeit gleichzeitig in Anspruch genommen durch die oben erwähnten Buchten des Kerns; diese anfangs nicht auf einander zu gerichtet, wurden es immer mehr, kleinere Seitenbuchten entstanden und verschwanden wieder, die Schattirung der Kernfläche wechselte, beide Buchten drangen mehr in das Innere des Kerns vor, und um 12 Uhr war zu erwarten, dass eine Trennung des Kerns erfolgen würde. Um 1 Uhr war die Trennung erfolgt, bis auf eine schmale Stelle, in welcher verwaschene dunkle Fäden den nördlichen und südlichen Theil des Kerns verbanden. Interessant war, dass auch der Hof von Osten her bis zu der Trennungsstelle zersissen war. Von diesem engen Canal gilt dasselbe, wie von der vorher erwähnten kleinen Bucht im Nordosten des Hofes, nämlich gleiche Helligkeit im Innern des Canals wie auf der Fackelfläche, und durchaus keine scharfe Begrenzung. Die Fortsetzung der Beobachtung unterblieb, da die Luft sich trübte, und deshalb die stärkeren Vergrößerungen nicht mehr angewendet werden konnten.

Ein anderer Fleck zeigte April 9 seine merkwürdigen, in ebenso kurzer Zeit erfolgenden Gestaltsänderungen. Der Kern hatte seinen grösseren Durchmesser = 12" von Nord nach Süd, mitgerechnet eine feine südliche Spitze; der grössere Durchmesser des Hofes betrug 28". Der Hof war ringsum völlig geschlossen, auf der Westseite dicht mit kleinen Flecken besetzt, auf der Ostseite nur spärlich am Rande, einige waren hier noch innerhalb des Hofes; die Stellung derselben leicht zu merken. Oestlich von der Südspitze des birnförmigen Kerns war eine schmale nach Norden gerichtete Einbuchtung. So war es um 10 Uhr mit 234maliger Vergr. gesehen. Während der darauf folgenden Ortsbestimmung bei nur 80mal. Vergr. konnte selbstverständlich eine Aenderung nicht auffallen. Erst gegen 11 Uhr wurde der Fleck wieder mit stärkerer Vergrößerung betrachtet. Die südliche Spitze war dicker geworden, die Einbuchtung daneben verschoben. Es wurde nun weiter verfolgt, wie die Verbreiterung des südlichen Theiles mehr zunahm. Das Fortdrängen der Bucht machte den Eindruck, als wenn von Westen her durch Stürme (also für ☉ durch Oststürme) die Massen getrieben würden. Der Wechsel der Schattirungen begünstigte diese Auffassung. Um

12 $\frac{1}{2}$  Uhr hatte die vergrösserte Bucht des Kernes schon fast die Richtung von Ost nach West. Durch Drehung des Kernes dies zu erklären, ist nicht statthaft, denn der nördliche Rand des Kernes schien unverändert zu bleiben. Auf der Ostseite war der Hof allmählig heller geworden und bis 12 $\frac{1}{2}$  Uhr ganz verschwunden, wie wenn die dort vorhandenen Massen sich verflüchtigt hätten. Bis auf eine schwach schattirte Stelle war die Helligkeit wie auf der übrigen Fackelfläche, auf welcher sich der Fleck befand. Es waren aber als isolirte Punkte die kleinen Flecke geblieben, welche vorher im Osten des Hofes gesehen worden, und zeigten diese noch an, wie weit der Hof gereicht hatte. Um 12<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> war der Kern fast getheilt; es war nur noch westlich von der Bucht eine schmale Stelle des Kernes übrig, diese aber auffallend heller. Um 1<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> war die Trennung vollständig und in der breiten Furche zwischen dem südlichen und nördlichen Theil dieselbe Färbung wie im verbliebenen Theile des Hofes. Nach einem trüben Tage, April 10, wurde der Flecken erst April 11 wieder gesehen. Er war einfach und hatte nur nördlich und südlich Hof, also auch auf der Westseite war der Hof verschwunden. Der Durchmesser des Kernes betrug 6'', der des Hofes in der Richtung von Nord nach Süd 12''. Die Ortsbestimmung an den Tagen April 11 und April 12 schien dafür zu sprechen, dass der nördliche Theil des Fleckens zwischen April 9 und April 11 verschwunden und der südliche Theil noch ferner der Einwirkung eines Oststurmes ausgesetzt gewesen ist.

Da diese beiden Schilderungen die vorkommenden Veränderungen hinreichend characterisiren, so habe ich es nicht für nöthig befunden in späteren Aufsätzen dergleichen ebenso ausführlich zu behandeln, zumal es viel zu oft vorkömmt. Wenn nur die Luft klar genug ist, so dass starke Vergrösserungen mit Nutzen anwendbar sind, wird man bei einem grösseren Gebilde allemal schon innerhalb einer Stunde irgend welche Veränderung wahrnehmen können; mit überraschender Schnelligkeit finden aber Veränderungen an solchen Gruppen statt, welche sich noch in der ersten Phase der Entwicklung befinden.

Derartige Beobachtungen führten mich dahin, als meine Ueberzeugung auszusprechen, dass sich die Flecke oberhalb heller Flächen befinden und das, was man Hof oder penumbra nennt, nichts anderes ist, als eine Zusammendrückung sehr kleiner Flecke, deren Zwischenräume die helle Fläche durchblicken lassen, oberhalb welcher der Fleck sich befindet. Es wurde dies zuerst in einer Abhandlung ausgesprochen, welche ich der Berliner Akademie der Wissenschaften einsandte (Monatsberichte Juli 1865), wo es wörtlich heisst: „Nicht physikalische Gründe, namentlich nicht die Resultate der Spectralanalyse, will ich heranziehn für die Annahme, dass die Flecke sich

befinden oberhalb heller Flächen, oberhalb der sogenannten Fackeln, welche von dem in einen matten Schleier gehüllten Sonnenkörper an den verschiedensten Stellen bis zu den Polen hin hervorleuchten; — aus den Beobachtungen selbst ist es zu entnehmen. Bei sehr günstiger Luft, welche mit einer mehr als hundertmaligen Vergrößerung ein vorzügliches Bild gewährt, treten die verschiedenen Schattirungen an einzelnen Stellen der Kerne deutlich hervor und zeigen selbst schon während einer Stunde auffallende Wechsel, wie es bei unseren Haufenwolken der Fall ist, wenn wir sie vor der Sonne erblicken.“ Mit Leichtigkeit erklärt sich danach die Erscheinung, dass bei einem grösseren behoftten Flecken, wenn er an den Westrand rückt und das ganze Gebilde matter wird, der Hof verhältnissmässig noch an Dunkelheit zunimmt, bis bei 5" Abstand vom Rande Kern und Hof nicht mehr zu unterscheiden sind. Indem nämlich der Flecken dem Rande näher rückt, werden jene Zwischenräume verdeckt, welche vorher zwischen den Hof-Flecken die untere helle Fläche durchschimmern liessen.

In dieser Abhandlung (Monatsberichte Juli 1865) sind auch die Rotationswinkel, welche aus den einzelnen Flecken der Jahre 1861 bis 1864 erhalten waren, zu Mittelwerthen vereinigt; zunächst für die einzelnen Jahre, dann für den vierjährigen Zeitraum. Letztere sind in der folgenden Tabelle aufgeführt, zugleich mit Angabe der Werthe, welche aus einer aufgestellten Formel hervorgehn.

1861 bis 1864 heliographische Breite	$\xi$ aus den Beobachtungen	$\xi$ berechnet nach der Formel
0° 54'	14,692	14,580
1° 55'	14,571	14,536
5° 4'	14,344	14,404
7° 2'	14,310	14,325
9° 20'	14,226	14,236
11° 56'	14,198	14,142
14° 7'	14,059	14,066
15° 49'	13,958	14,017
18° 23'	13,882	13,931
21° 18'	13,868	13,843
24° 38'	13,783	13,762
30° 22'	13,731	13,639

Die Formel lautet:

$$\xi = 16,8475 - 3,3812 \cdot \sin (b + 41^\circ 13')$$

Carrington giebt in seinem Hauptwerke eine andere Formel an, deren Werthe mit denen der obigen Formeln hinreichend übereinstimmen, obwohl doch beide Formeln aus Beobachtungen, die in verschiedenen Jahren angestellt worden, hergeleitet sind. Wenn darnach offenbar ein allgemeiner geltendes Gesetz aufgefunden ist, so darf doch die Geltung desselben nicht überschätzt werden; namentlich gilt das Gesetz durchaus nicht für Gruppen, welche sich in der ersten Phase der Entwicklung befinden; es gilt ferner nicht für die Tage, welche dem Verschwinden eines längere Zeit hindurch beobachteten Fleckens vorangehn. Das erwähnte ich schon in der bezeichneten Abhandlung und fügte hinzu, dass man das Gesetz nicht als Grundlage bei einer aufzustellenden Erklärung der Flecken anwenden dürfe, wobei ich daran dachte, dass man den einzelnen Zonen je nach ihrem Abstände vom Aequator verschiedene Rotationszeiten beilegen und eine einheitliche Rotationszeit des ganzen Sonnenkörpers läugnen könnte. Einer solchen Ansicht wollte ich mit jenen Worten von vornherein entgegenreten.

Eine zweite der Berliner Akademie übersandte Abhandlung (Monatsber. Nov. 1865) ist mit einigen Abkürzungen in die Poggendorfschen Annalen aufgenommen, auch in verschiedenen Aufsätzen der astr. Nachrichten erwähnt. Indem somit jene Abhandlung eine weitere Verbreitung gefunden hat, werde ich von einer näheren Inhaltsangabe absehen und nur anführen, dass vornehmlich eine Gruppe in ihrer Entwicklung von einem Tage zum andern besprochen wird; ferner andere Gruppen werden erwähnt, um die „entgegengesetzte Hofstellung“ in ihrer weiteren Verbreitung zu betrachten und als wichtigen Einwurf gegen Wilson's excentrische Kernstellung (nahe den Sonnenrändern) hinzustellen. Einiges bezieht sich auf die Strahlenbrechung einer Sonnenatmosphäre. Ueber einen in dieser Abhandlung erwähnten Fleck 1865 Nr. 73 ist ausführlicher in dem 25. Aufsätze der astr. Nachr. Nr. 1564 gesprochen, und zwar besonders in Betreff der beobachteten Drehung. Wer in Littrow's Werke „die Wunder des Himmels“ 5. Aufl, pag. 319 die Abbildung einer von Dawes zwischen dem 17. und 23. Januar 1852 beobachteten Drehung betrachtet, könnte dadurch wohl Veranlassung haben, zu glauben, dass die Gebilde ungeachtet ihrer ungeheuren Ausdehnung eine wirkliche Drehung erfahren und dabei in geschlossenem Zusammenhange bleiben. Während eine solche Annahme in hohem Grade unwahrscheinlich ist, wird sie auch noch dadurch widerlegt, dass man allemal bei anhaltender Beobachtung eines Kernes an der einen Stelle Auflösungen, an einer andern Neubildungen bemerkt. Es ist aber selbstverständlich, dass durch solche gleichzeitig vorkommenden Auflösungen und Neubildungen die Hauptmasse des Kernes eine andere Richtung erhalten, eine scheinbare Drehung erfahren wird. Bei dem Fleck Nr. 73 kam die Drehung in der Art zu Stande, dass zunächst Juni 8

und Juni 9 durch Auflösung im Südosten und in der Mitte der Kern in drei Stücke zerfiel; darauf wurden die Lücken wieder durch Neubildungen ausgefüllt und weitere Neubildungen fanden im nordöstlichen Theile statt, wodurch dann bis Juni 11 der Kern wieder die frühere Grösse aber eine andere Pichtung erhalten hatte. — Die Drehung ist nochmals im 28. Aufsätze erwähnt, wobei der Folgerung Littrow's, dass bei derartigen Vorgängen auf Wirbelwinde zu schliessen sei, durchaus nicht widersprochen wird.

Ebenso wenig von einer wirklichen Drehung compacter Massen die Rede sein kann, darf auch überhaupt bei einer „Ortsveränderung“ nicht daran gedacht werden, dass mehr oder weniger feste Gebilde eine einfache Verschiebung erfahren. Es wäre hier völlig gleichgeltend zu sagen: ein Fleck sei durch einen Sturm mit gewisser Geschwindigkeit fortgetrieben, oder er habe sich in einer atmosphärischen Strömung befunden, welche dieselbe Geschwindigkeit gehabt hätte; aber diese beiden Ausdrucksweisen unterscheiden sich wesentlich durch das Bild, welches wir unwillkürlich damit verbinden. Wir kennen die Flecke als solche Gebilde, bei denen wohl mit Anwendung einer schwachen Vergrösserung zeitweise keine Veränderungen bemerkt werden, indessen wissen wir, dass mit Anwendung einer hinreichend starken Vergrösserung selbst in kürzester Zeit Veränderungen sichtbar sind, welche einer Vergleichung mit unseren Wolken günstig sind. Wir sehen unsere Wolken treiben, indem etliche Hauptmassen im Zusammenhange bleiben, während ringsum Aenderungen, Auflösungen, Neubildungen stattfinden, und selbst an den Hauptmassen können wir ersehn, dass oft ihre Fortbewegung mehr eine scheinbare als wirkliche ist, indem an dem einen Ende Auflösungen stattfinden, während am andern Ende Neubildungen hinzutreten, durch welche die ungefähre Grösse der Hauptmassen erhalten bleibt. Dies für die Erscheinungen der Flecken passende Bild tritt uns vor Augen, wenn wir ebenso wie bei unseren Wolken aussprechen, dass sie durch Stürme fortgetrieben werden. Deshalb habe ich dieser Ausdrucksweise den Vorzug gegeben vor der andern, mit welcher wir nicht sofort die Vorstellung verbinden, dass die bewegende Ursache keine ungleiche und unregelmässige, eine zeitweise mehr oder minder hervortretende ist. Im Gegentheil bei dem Ausspruche, dass sich die Flecke in einer gewissen atmosphärischen Strömung befinden, sind wir leichter geneigt, uns das Bild einer Gleichmässigkeit der Bewegung vorzuführen, wie sie der Veränderlichkeit der Gebilde nicht entspricht, u. einen Schritt weitergehend, gelangen wir dann zu der falschen Annahme, dass für die Sonne die Rotationszeit eine nach Zonen oder Ringen verschiedene sei, und dass diese örtlich verschiedene Rotationszeit durch das Gesetz der von der Breite abhängigen Rotationswinkel ausgedrückt werde. Indem

Faye für die letztere Auffassung eintritt, macht er gegen mich geltend, dass ein genügender Grund für westliche oder östliche Stürme nicht anzugeben sei; — und darauf lautet meine Erwiderung, dass bei weitem weniger ein Grund zu ersehen ist, weshalb eine bestehende Verschiedenheit der Rotationszeiten immerfort verbleiben und keine Ausgleichung erfahren sollte.

Nachdem wir bisher nur die Auffassung der Flecke als wolkenartige Gebilde betrachteten, wenden wir uns zu der Annahme von trichterförmigen Vertiefungen, welche man meint, aufrecht erhalten zu müssen, obwohl die Herschel'sche Vorstellung von einem dunklen Sonnenkörper, der von Photosphären umgeben wäre, als völlig beseitigt anzusehen ist. Zunächst ist nachzuweisen, dass eine Nöthigung zu solchen trichterartigen Vertiefungen, wie Wilson und Herschel eingeführt haben, keineswegs vorhanden ist. Man führt die von Wilson aufgestellte, seitdem durch zahlreiche Beobachtungen als bestätigt angenommene excentrische Kernstellung der dem Sonnenrande näheren Flecke als einen unumstösslichen Beweis an. Kirchhoff hat nun gezeigt, dass man diesen Beobachtungen Genüge leistet, wenn man den Hof eines Flecks höher denkt als den Kern, indem alsdann durch die Perspective in gleicher Weise eine excentrische Kernstellung hervorgebracht werde, als durch die Annahme von trichterförmigen Vertiefungen. Wenn Faye dagegen erwidert, dass alsdann auch der Kern ganz seitwärts vom Hofe oder gar getrennt von demselben gesehen werden müsste, wie es den Beobachtungen nicht entspreche, so kann ich entgegen, dass ich dergleichen wiederholt gesehen habe, dass ich Zeichnungen der verschiedensten und auffallendsten Gruppierungen der Höfe vorlegen könnte, dass insbesondere eine solche Hofstellung, bei welcher der Kern ausserhalb des Hofes stehend letzteren in einem getrennten Halbkreise seitwärts befindlich hat, gar nicht selten bei der „entgegengesetzten Hofstellung“ vorkommt, nämlich wenn zwei durch eine helle Fläche getrennte Flecke einander gleichsam gegenüber stehen. Ich habe aber die auf der Sonne stattfindenden Vorgänge hervorgehoben um nachzuweisen, dass vorzugsweise diesen und nicht der Perspective jene Hofstellungen zuzuschreiben seien. Meine Untersuchungen der „entgegengesetzten Hofstellung“ (in der erwähnten Abhandlung Monatsber. Nov. 1865) dürften wohl in dieser Beziehung wichtige Beiträge geliefert haben; aber auch an einzeln stehenden Flecken ist vielfach angeführt, dass sie ein Verhalten contra Wilson zeigten, z. B. im 29. Aufsätze bei dem 1865 Oct. 2 am Ostrande erschienenen Fleck Nr. 119 ist gesagt: interessant war die Gestaltung des Hofes; Oct. 2 war das Gebilde zu klein, der Hof schien westlich zu sein; deutlich war es so Oct. 3, also den vielen Fällen zuzuzählen, welche am Ostrande gegen die Wilson'sche Hypothese sprechen; Oct. 4 war der Hof rund umschliessend etc. — Von dem

Fleck Nr. 125 ist gesagt: Nov. 9 und Nov. 10 wurden zwei Kerne mit entgegengesetzter Hofstellung gesehen. Darauf Nov. 12 und Nov. 13 waren beide Höfe vereint, so dass nunmehr ein einziger Fleck vorhanden war, welcher in einem grossen Hofe zwei Kerne enthielt. Der westliche der beiden Kerne wurde aber kleiner und zerstückelt und verschwand bis Nov. 14. An diesem Tage wurde also gesehen ein Fleck mit einem Kerne, dessen Hof westlich eine überwiegend grosse Ausdehnung hatte. Würde nun nicht ein Anhänger Wilson's, der den schon dem Westrande nahen Fleck nur an dem letzteren Tage gesehen hätte, in ihm ein ausgezeichnetes Beispiel für Wilson gefunden haben? — Aber! bis Nov. 15 setzte sich die Auflösung, deren Beginn sich schon an dem westlichen Kerne gezeigt hatte, noch weiter fort und die grosse westliche Hälfte des Hofes verschwand vollständig, und — der verbliebene Kern hatte nun westlich keinen Hof. So hätten wir nun durch Beachtung der Veränderungen ein schönes Beispiel gegen Wilson und dafür sprechend, dass die Stellung der Höfe von den auf der Sonne stattfindenden Vorgängen abhängig ist. — Im 30. Aufsätze wird in der ersten Rotationsperiode des Jahres 1866 die Gruppe aufgeführt, welche als die letzte des Jahres 1865 mit 139 und als erste des Jahres 1866 mit Nr. 1 bezeichnet ist. Die Gruppe befand sich Dec. 29 zwischen  $251^\circ$  und  $238^\circ$  Normallänge und zwischen  $19^\circ$  bis  $14^\circ$  südlicher Breite, unregelmässig zerstreute Kerne und Höfe enthaltend. Für den grössten Kern, welcher keinen Hof hatte, wurde der Ort bestimmt ( $L = 249^\circ$  und  $b = -17^\circ$ ) und Jan. 2 befand sich an demselben Orte ein ringsum behoffer Fleck, ebenso Januar 4; aber Jan. 5 fehlte östlich der Hof und westlich war der Hof sehr beträchtlich, dort noch einige kleine Kerne enthaltend. Darauf Jan. 6 waren diese kleinen Kerne weiter entwickelt, und umgab nun der Hof diese vier Kerne in weitem Bogen, der besonders südwestlich breit und dunkel war, indem zugleich ein entfernter nordöstlicher Hofbogen vorhanden war. Endlich Januar 8 war wieder nur der frühere Hauptkern vorhanden, der Hof westlich noch beträchtlich, östlich fehlend. Wer die Zeichnung des Flecks allein für Jan. 2 betrachtete, würde dieselbe als eine der Wilson'schen Hypothese überaus günstige betrachten können, — während die Beobachtung der vorher stattgefundenen Bildungen lehrt, dass diese Annahme nicht erlaubt ist.

Die erwähnten Beispiele werden genügen, um darzuthun, dass ich schon ausreichende Vorarbeiten gemacht hatte, als ich den Untersuchungen der Herrn de la Rue, Sewart und Loewy entgegentrat. Diese englischen Astronomen hatten aus photographischen Bildern der Sonne, an denen die Dimensionen von Kern und Hof gemessen wurden, unter 530 Flecken nur 74 gegen das Wilson'sche Gesetz, dagegen die in hohem Grade überwiegende Majorität von 456 Flecken für dasselbe gefunden.

Hierüber sagte ich im 31. Aufsätze (astron. Nachr. Nr. 1612) wie folgt: „Von den grossen Zahlen, welche in der werthvollen Untersuchung von de la Rue zu Gunsten der Wilson'schen Hypothese entscheiden sollen, würde ich geneigt sein, viele Fälle in Abzug zu bringen, wo örtliche Ursachen anzunehmen wären. Erwägen wir die auch von den englischen Astronomen untersuchte Thatsache, dass überwiegend häufig vom östlichen Theile einer Gruppe die Flecke verschwinden, die Fackeln aber verbleiben. Wenn in solchem Falle beim westlichen verbliebenen Theile der inzwischen näher zum Westrande gerückten Gruppe die Höfe nicht concentrisch mit den Kernen sind, so ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass eine örtliche Ursache vorliegt, nämlich eine solche Ursache, welche zuvor den östlichen Theil der Gruppe auflöste. Ich habe ferner auf die sogenannte entgegengesetzte Hofstellung aufmerksam gemacht, welche sehr häufig in kleineren und grösseren Verhältnissen vorkommt und wobei verschiedenartige Bewegung der Kerne auf die verschiedene Richtung treibender Stürme hindeuten sollte. Ueberhaupt scheint mir erforderlich, dass man in Betreff der Wilson'schen Hypothese die schwierige Arbeit übernimmt, von einem Tage zum andern die Gestaltung der Flecke genau zu beachten und die Anhaltspunkte aufzusuchen, welche sich für die Annahme örtlicher Ursachen zwar sehr mühsam, aber doch häufig mit Erfolg herausfinden lassen.“

Nachdem Faye gegen mich ausgesprochen hatte, dass ich nur Ausnahme-Fälle citirt hätte, wogegen jene englischen Zählungen als entscheidende Documente zu betrachten wären, wurde im 34. Aufsätze hervorgehoben, dass die in den Monatsber. Nov. 1865 aufgeführten Fälle keineswegs die einzigen mir vorliegenden seien, sondern dass dort nur solche aufgenommen seien, welche zur Charakteristik der Erscheinungen auch bildlich dargestellt werden sollten. Weiter heisst es dort: „Wenn ein Fleck die excentrische Kernstellung nach Wilson zeigt, so wird angenommen, dass die Bedingung erfüllt sei, welche Herr Faye mit den Worten bezeichnet: *il s'en faut que le noyau soit toujours centré sur l'orifice extérieur de la pénombre*. Wenn ein ringsum von der penumbra umgebener Fleck die gewünschte excentrische Kernstellung nicht zeigt, dann erfüllt er diese Bedingung nicht? Dann ist er als Ausnahme zu betrachten? Die Zählungen müssen nun durch Majoritäten zugleich darüber entscheiden, ob der Kern in Bezug auf die äussere Oeffnung der penumbra gut centrirt ist, indem angenommen wird, dass bei einem vom Hofe umgebenen Kern die Voraussetzung einer guten Centrirung grössere Wahrscheinlichkeit für sich habe. Diese Grundlage erkenne ich nicht an. In jedem einzelnen Falle muss man zunächst auf eine durchaus zuverlässige Weise darüber entscheiden können, ob nicht die excentrische Kernstellung durch örtliche Ursachen hervor gebracht wurde, namentlich durch Neubildung der penumbra auf der einen Seite des

Fleckens, durch Auflösung derselben auf der andern Seite. Die Zuziehung der Ortsbestimmung und Berechnung der heliographischen Oerter während der ganzen Dauer der Sichtbarkeit für den Kern und für die gegenüberstehenden Ränder der penumbra wird erst ein den Anforderungen der Wissenschaft völlig entsprechendes Resultat liefern.“

Während bei dem von den englischen Astronomen angewandten Verfahren die Ortsberechnung der Flecke völlig unterblieb, unternahm es Faye, aus den Ortsberechnungen nachzuweisen, dass die Annahme trichterförmiger Vertiefungen nothwendig sei, und suchte durch Rechnung festzustellen, um wie viel die Kerne der Flecke tiefer lägen als die sichtbare Oberfläche der Sonne. Von den Beobachtungen Carrington's namentlich die Oerter solcher Flecke vergleichend, welche in zwei oder mehreren Perioden erschienen waren, zeigte er, dass allemal bei den dem Sonnenrande näheren Oertern die heliographischen Längen zu klein oder zu gross seien, je nachdem sich der Fleck nahe dem Westrande oder Ostrand befand, oder was dasselbe ist, dass aus den Beobachtungen der Abstand des Flecks vom Sonnenrande zu gross erhalten war. Der erhebliche Betrag derartiger Ortsverschiebungen musste für die Tiefenparallaxe sprechen, während ein geringerer Betrag durch Strahlenbrechung einer Sonnenatmosphäre erklärt werden konnte. P. Secchi in Rom hatte gerade bei dem Fleck Nr. 85 eine auffällige Verminderung der Längen nahe dem Westrande erwähnt und darnach auf die Strahlenbrechung hingewiesen. Nach meinen Beobachtungen hatte ich (im 24. und 26. Aufsätze und in den Monatsberichten) zugestimmt, dagegen einen andern Fleck (1865 Nr. 84) von mindestens ebenso günstiger Gestalt angeführt, der am Westrande gerade das entgegengesetzte Verhalten zeigte, ferner hatte ich hervorgehoben, dass in den meisten Fällen der Einfluss einer Strahlenbrechung durch die Vorgänge auf der Sonne weit übertroffen wird. Während ich in Rücksicht auf die Kleinheit des Betrages der Strahlenbrechung geneigt war, nur meine seit Anfang desselben Jahres mit dem grösseren Fernrohr angestellten und noch anzustellenden Beobachtungen zu einer derartigen Untersuchung zu benutzen, mussten die grösseren Beträge, welche sich aus Faye's Rechnungen ergaben, schon frühere Beobachtungen zur Vergleichung tauglich erscheinen lassen. Dabei stellte sich heraus, dass grössere Beträge für die bezeichnete Ortsverschiebung d. i. für zu gross beobachtete Abstände vom Rande nicht entschieden hervortraten, und war dies weiter Veranlassung in Betreff der Strahlenbrechung zu erwägen, dass dieselbe durch andere Verhältnisse compensirt werden könnte. Hierfür wurde am Schlusse des 28. Aufsatzes angegeben, wie eine Gegenwirkung darin zu finden ist, dass meiner Meinung nach die Flecke entfernt oberhalb der Sonnenoberfläche sich befinden. — Da also meine Beobachtungen den Resultaten widersprachen, welche

Faye aus Carrington's Beobachtungen entnommen hatte, stellte es sich zwar als Nothwendigkeit heraus, die Untersuchung mit neuen Beobachtungsreihen weiter zu führen, bei denen gerade alle dem Sonnenrande näheren Oerter mit der äussersten Genauigkeit und Schärfe bestimmt wären, aber es war schon kein Zweifel mehr, dass den mit geringer Vergrösserung angestellten Beobachtungen Carrington's wenigstens für die dem Sonnenrande nahen Oerter nicht die grosse Genauigkeit zugeschrieben werden dürfte, welche zu den Rechnungen, wie sie Faye angestellt hatte, erforderlich gewesen wäre. Carrington's Messvorrichtung hatte sich ausserhalb des Fernrohrs auf der Fläche befunden, welche das projicirte Sonnenbild aufnahm, und bleibt fraglich, ob die hierdurch bedingten Correctionen der Beobachtungen auch für die dem Rande näheren Oerter völlig ausreichend waren. Dabei ist zu erwägen, dass Carrington nicht den Zweck verfolgte, gerade aus dem Sonnenrande näheren Oertern Resultate zu entnehmen; vielmehr ist anzunehmen, dass Carrington nicht blos eine stärkere Vergrösserung, sondern auch ein anderes Beobachtungsverfahren würde angewandt haben, wenn er hätte Resultate erzielen wollen, welche vorzugsweise von den Randörtern abhängen.

Die erste Gelegenheit zu einer neuen Untersuchung mit möglichst genauen Oertern bot sich dar bei einem Fleck, welcher 1866 von Juni 1 bis Juli 9 von P. Secchi in Rom an 20 Tagen, von mir Juni 1 bis Juni 8 an 19 Tagen beobachtet war. (31. Aufsatz, Astron. Nachr. Nr. 1612). Es war dabei von Wichtigkeit, dass P. Secchi nach einem neuen Verfahren beobachtet hatte, welches eben bei der Annahme trichterförmiger Vertiefungen durchaus geeignet erscheinen musste, die Oerter befreit von der Tiefenparallaxe zu ergeben. Um den Mittelpunkt des Flecks zu erhalten, hatte Secchi die Messungen auf die Ränder der penumbra bezogen, während nach dem gewöhnlichen Verfahren der Mittelpunkt des Kerns zur Messung gewählt wird. Wenn die Berücksichtigung einer Tiefenparallaxe nothwendig war, so mussten sich die beiden Beobachtungsweisen in folgender Art unterscheiden: Secchi's Reihe musste für beide Perioden eine gleichmässige Zunahme der heliographischen Längen zeigen, so dass diese täglich um den Rotationswinkel  $14\frac{1}{2}$  Grad, welcher den Beobachtungen entnommen war, anwachsen, indem hier die Tiefenparallaxe durch die Art der Beobachtung beseitigt war; dagegen meine Reihe der Kernörter, wo keine Tiefenparallaxe in Rechnung gestellt war, musste eine Störung der gleichmässigen Längenzunahme zeigen, nämlich die aus der Beobachtung berechneten Längen mussten zu klein sein am Ende der ersten Periode d. i. gegen Juni 12, als sich der Fleck am Westrande befand, ferner zu gross am Anfange der folgenden Periode seit Juni 27, als der Fleck am Ostrand wieder erschienen war. Die Entscheidung fiel gegen die Tiefenparallaxe aus, indem gerade meine Reihe einen

vorzüglich gleichmässigen Gang der Längen vorgab, und zur Erklärung der bei Secchi's Reihe auftretenden Unregelmässigkeiten bleiben nur die folgenden beiden Möglichkeiten: *entweder* ist das richtig, was Secchi nur als möglichen Einwurf hinstellt, nämlich dass bei seiner Beobachtungsart eine der Tiefenparallaxe entgegengesetzte Parallaxe, eine Höhenparallaxe, erhalten würde, — und ich sehe nicht, dass irgend etwas dem entgegenstände, — so dass sich Kirchhoff's Auffassung der Penumbra in einer schönen Weise bestätigte, also für Wilson's excentrische Kernstellung die Erklärung darin zu suchen sei, dass die Penumbra-Wolken höher liegen als die Kern-Wolken, — *oder* wenn keine erhebliche Niveaudifferenzen vorlägen, dass alsdann jene Unregelmässigkeiten im Gange der Oerter nur auf örtliche Ursachen hinweisen, wie es für die ersten Tage des Juni leicht ersichtlich war, während später sichere Anhaltspunete für solche örtlichen Ursachen aus der Betrachtung der Penumbra nicht zu entnehmen waren.

Der erwähnte Fleck erwies sich noch dadurch als sehr wichtig, dass er die zur Herleitung der Rotationselemente aufgestellte Bedingung der correspondirenden heliographischen Breiten für den Zeitraum Juni 1 bis Juli 6 erfüllte. (32. Aufsatz) Für die Tage Juli 7 bis Juli 9 wurde die Bedingung nicht erfüllt. Es lagen aber von Juni 1 bis Juli 6 nicht weniger als 39 Oerter zur Vergleichung vor, welche dann zur Bestimmung der Rotationselemente verwandt wurden. Die Rechnung ergab  $\Omega = 74^{\circ} 47' 46''$ ;  $i = 6^{\circ} 58' 5''$ ;  $\xi = 14, 2521$ ;  $T = 25^d 6^h 13^m$ . Diese Zahlen mit jenen aus einer derartigen Bestimmung des Jahres 1861 nach dem Verhältniss 2 : 1 vereinigt, lieferten die Rotationselemente, welche pag. 5 angegeben sind, und von denen hier nur die Rotationszeit  $T = 25,234 = 25^d 5^h 37^m$  wiederholt wird.

Für eine zweite Untersuchung in Bezug auf die Tiefenparallaxe wurden die in 4 Perioden beobachteten Flecke 1866 Nr. 6, Nr. 15, Nr. 23, Nr. 28 ausgewählt, welche identisch zu sein schienen. Zur Feststellung der Identität von Flecken, die in auf einander folgenden Rotationsperioden erschienen sind, ist erforderlich zu prüfen, ob auch die heliographischen Längen — wenigstens annähernd — eine der Zeit proportionale Aenderung ergeben. Dies wurde gefunden für die zweite und dritte Periode von Febr. 6 bis März 8; für die dritte und vierte Periode von März 5 bis April 10. Danach musste die Identität angenommen werden, obwohl es nicht thunlich war, alle drei Perioden mit einem einzigen Rotationswinkel zu vereinigen. Dagegen bei Nr. 6 und Nr. 15 lieferte die Prüfung eine ungünstige Entscheidung in dem Grade, dass von einer Identität der beiden Flecke keine Rede sein konnte. Der Kern Nr. 6, einer Gruppe angehörend, welche noch in der ersten Phase der Entwicklung sich befand, musste auf der uns abgewandten Sonnenseite verschwunden und Nr. 15 als getrennte westlichere Neubil-

dung entstanden sein. Für eine derartige „fortschreitende Fleckenbildung“ habe ich überhaupt viele Beispiele gegeben. — Die Untersuchung wurde an den Flecken Nr. 15, 23, 28 in anderer Weise geführt, als bei der ersten in Bezug auf die Tiefenparallaxe angestellten Untersuchung. (Die Anzahl der Oerter war sehr zahlreich; ausser meinen Oertern hatte ich wiederum die Oerter des P. Secchi und für die vierte Periode noch Oerter des Prof. Heis in Münster zu verwenden.) Alle dem Sonnenrande nahen Oerter wurden zunächst ausgeschlossen, nämlich die Oerter Fbr. 4 und 5; Fbr. 15 und 16; März 3 und 4; März 14 und 15; März 31 und April 1. Die übrigen Oerter 1) Fbr. 6 bis Fbr. 13 und März 5 bis März 8; 2) März 5 bis März 13 und Apr. 2 bis Apr. 10 wurden benutzt, um den Rotationswinkel und vermittelst desselben eine Formel für die heliographische Länge aufzustellen. Mit Zuziehung der heliographischen Breite wurde nach jener Formel für die vorher ausgeschlossenen Tage zuerst der heliographische Ort aufgestellt, aus diesem dann berechnet, unter welchem Abstände vom Sonnenrande der Fleck von der Erde aus gesehen sein musste. Dieser berechnete Abstand wurde dann mit dem beobachteten verglichen, und musste letzterer zu gross sein, wenn wirklich die Abstände vom Rande durch eine Tiefenparallaxe vergrössert werden. Allerdings zeigten sich durchschnittlich die beobachteten Abstände etwas zu gross, aber dieser Betrag war überaus gering im Vergleich zu denen, welche für Faye Veranlassung waren, die Tiefenparallaxe einzuführen. Bei März 31 war der Abstand nach Secchi's Beobachtungen um  $3\frac{1}{2}$  Secunde zu gross, darauf Apr. 1 fast um 6 Secunden zu gross, und doch war der Fleck März 31 dem Rande näher als April 1, so dass bei Annahme einer Tiefenparallaxe gerade das umgekehrte Verhältniss hätte stattfinden müssen. Ohne diese beiden Oerter und nach Ausschluss zweier nicht ganz zuverlässig erscheinenden Oerter wurde aus den übrigen elf Randörtern erhalten, dass durchschnittlich die beobachtete Distanz nur um 0,8 Secunden zu gross war. Ich bemerkte dazu im 33. Aufsatze, dass man diesen geringen Betrag vollständig decken könnte, wenn man für den Kern eine Dicke annähme, welche =  $\frac{1}{4}$  des Durchmessers wäre. Dadurch würde eine dem geringen Betrage entsprechende Verschiebung des Kernmittelpunctes hervorgebracht. Dieser Bemerkung will ich aber keine Beweiskraft zuschreiben.

Eine dritte Untersuchung in Bezug auf die Tiefenparallaxe, wiederum in anderer Weise angestellt, lieferte die schlagendsten Resultate gegen dieselbe. Für drei Flecke 1866 Nr. 56, Nr. 61, Nr. 65 wurden zahlreiche Kernörter berechnet nach meinen Beobachtungen und nach einigen auf der Berliner Sternwarte angestellten Beobachtungen, ferner wurden nach Secchi's Beobachtungen die heliographischen Längen für die gegenüberstehenden Ränder der penumbra berechnet; im Ganzen sind mehr als 60 Oerter

berechnet. Bei der getroffenen Anordnung der Rechnung war für die Tiefenparallaxe Faye's leicht zu zeigen, wie dieselbe zu völlig verkehrten Resultaten führte. Mit Anbringung der Tiefenparallaxe an die Kernörter wäre z. B. Aug. 23 das Centrum des Kerns mit dem Ostrande der penumbra zusammengefallen; Sept. 4 hätte das Centrum des Kerns noch jenseits des Westrandes der penumbra gelegen; Sept. 30 hätte die westliche und Oct. 17 bis Oct. 19 die östliche Seite der penumbra wie eine senkrechte Felswand gedacht werden müssen, und Oct. 1 hätte wie Sept. 1 der Kernmittelpunct jenseits der Grenze der penumbra gelegen. — Gerade dadurch, dass die heliographischen Oerter der penumbra-Ränder zur Vergleichung vorlagen, wurde auch vollkommen ersichtlich, in welchem Grade hier Veränderungen, Auflösungen und Neubildungen vorgekommen waren; und es stellte sich für Alle Diejenigen, welche die Richtigkeit der Wilson'schen Hypothese beweisen wollen, die Nothwendigkeit klar heraus, für passende Fälle den Nachweis zu liefern, dass die penumbra-Ränder eine hinreichende Beständigkeit zeigen, was ohne die heliographischen Oerter für den Kern und die penumbra-Ränder nicht wohl möglich ist.

Um die trichterförmigen Vertiefungen zu erklären, hat Faye wieder einen dunkelen Sonnenkörper einführen wollen, indem er die Sonne als eine nicht-leuchtende gasförmige Kugel betrachtete, an deren Oberfläche die weissglühende Photosphäre durch chemische Prozesse in der Art erzeugt werde, wie der Mantel unserer Flammen gebildet wird; indessen ist dies von den englischen Astronomen und auch von Kirchhof in dem Aufsätze, welcher meinem 34. Aufsätze eingeschaltet ist, widerlegt worden. Von den englischen Astronomen ist aber die Erklärung der trichterförmigen Vertiefungen den aus höchster Höhe der Atmosphäre herabwirbelnden kalten Strömungen zugeschrieben, was etwa an Mohr's Hageltheorie erinnern würde. Dabei werden doch schon die Flecken als wolkenartige Gebilde gedacht; aber noch bleiben die hochaufgestauten Glut-Wälle, welche dunkle Gebilde, denen eine niedere Temperatur zugeschrieben werden muss, umgeben sollen. Indem ich aber durch meine Untersuchungen nachgewiesen zu haben glaube, dass die Beobachtungen der Flecke keineswegs die Annahme solcher physikalisch undenkbaren Trichter erfordern, so hoffe ich, dass selbst manche der bisherigen Anhänger der Wilson'schen Hypothese die feurige Umhüllung der Flecke werden fallen lassen, und dass danach eine Einigung der Ansichten wird erzielt werden können. — Man hat nun noch durch andere Beobachtungen auf eine Vertiefung der Flecke geschlossen, indem nämlich einige Male am Sonnenrande die Fackeln als kleine bergartige Erhöhungen sichtbar waren, während zugleich eine Fleckengruppe an den Rand rückte. Diese Erscheinung habe ich durch die Strahlenbrechung einer Sonnenatmosphäre

erklärt, indem nämlich durch die Strahlenbrechung intensive Flächen, welche in Folge der Rotation kurz vorher schon auf die abgewandte Sonnenseite getreten sind, emporgehoben werden und sichtbar hervortreten, während die ebenfalls durch Strahlenbrechung gehobenen matteren Stellen des abgewandten Sonnenrandes nicht mehr gesehen werden können. Indessen liessen sich auch jene beobachteten Erhöhungen als wirklich existirende betrachten, aber zugleich wäre anzunehmen, dass sie nicht schon vorher in nächster Nähe der Flecke existirten, sondern gerade erst entstanden, als die Flecken-Gruppe an den Sonnenrand rückte, so dass jene hoch emporlodernden Flammensäulen, nach sehr kurzer Zeit die Auflösung jener Flecke bewirkt hätten. Dies kann ich sehr wohl mit dem Satze vereinen, den ich für unumstösslich halte, dass sich die Flecke oberhalb heller Flächen, oberhalb der Fackelflächen befinden, dabei letztere identisch nehmend mit der weissglühenden Nebelschicht, welche Kirchhoff am Schlusse seiner berühmten Abhandlung anführt. Diese Nebelschicht bildet die sichtbare Oberfläche der Sonne und sendet uns das intensive Sonnenlicht zu, daher sie auch mit dem früher gewählten Worte Photosphäre bezeichnet werden könnte, aber alsdann ohne die frühere Vorstellung, dass sie einen kalten und dunklen Sonnenkörper, welcher bisweilen durch Oeffnungen derselben sichtbar wäre, umhüllen sollte; sondern wir nehmen an, dass die „weissglühende Nebelschicht“ einen in Weissglut befindlichen, heiss-flüssigen Körper so gleichmässig umhüllt, dass dieser selbst nirgends sichtbar ist. Damit ist nun nicht gesagt, dass die von glühenden Nebelschichten gebildete Oberfläche zu einem gleichmässigen Niveau geebnet wäre, was gewiss nicht der Fall ist, vielmehr ist zu denken, dass an manchen Stellen flammenartige Wellen zu enormer Höhe emporlodern, vielleicht auch zu grösserer Höhe als an anderen entfernten Stellen die Flecke sich befinden. Es könnte sein, dass die letztere Annahme durch die Erscheinungen bei totalen Sonnenfinsternissen geboten wäre; aber darüber hinauszugehen, ist keine Nöthigung, so dass immer noch ein erheblicher Unterschied bleibt im Vergleich zu der Annahme von trichterförmigen Bildungen, wo der Fleck gar nicht anders als in einer Vertiefung der Photosphäre gedacht werden soll.

Im 39. und 40. Aufsätze, wo die Beobachtungen vom Juni bis December d. J. 1866 behandelt sind, habe ich bei einigen Flecken den Versuch gemacht, die beobachteten Erscheinungen unter bestimmten Voraussetzungen über die physische Beschaffenheit der Sonne näher zu erklären, und zwar mit Zuziehung der Zahlen, welche durch genaue Messung und Ortsberechnung erhalten waren. Mit manchen Abkürzungen lasse ich die Behandlung der Flecke Nr. 45 = 49 aus dem 39. Aufsätze folgen. Von einer Gruppe Nr. 45 zeigten sich zuerst Juni 22 westlich von der Mitte der Sonnen-

scheibe einige kleine Flecke. Von diesen verschwanden bis Juni 23 die zerstreuten östlichen und die westlichen mehr gedrängt stehenden, dagegen die mittleren lieferten einen grossen Fleck A (Normallänge  $L = 159^{\circ} 16'$  und heliogr. Breite  $b = - 8^{\circ} 34'$ ) ferner als westliche Neubildung kam hinzu der fast ebenso grosse Fleck B (Normallänge  $L = 163^{\circ} 42'$  und heliogr. Breite  $b = - 8^{\circ} 6'$ ). Bis auf Unbedeutendes, was sich diesem Fleck B östlich anschloss, war Juni 24 die weite Fläche zwischen A und B völlig fleckenleer. Die Hofbildung ist a. a. O ausführlich beschrieben; die beiden Flecke waren nicht ringsum behoft, sondern hatten Hofbogen nach der jener Mitte (in  $162^{\circ}$  Länge) abgekehrten Seite; sie zeigten also die entgegengesetzte Hofbildung. Als Juni 27 der Fleck B schon jenseits des Sonnenrandes stand und der Fleck A allein nahe dem Sonnenrande sich befand, war dessen östlicher Hofbogen von besonderem Interesse; dem Rande zu fehlte der Hof in der ganzen Länge des Kerns. Die Ortsveränderung der beiden Flecke war ebenso verschieden wie die Hofbildung; beide Flecke entfernten sich von jener in  $162^{\circ}$  Länge gedachten Stelle. Der östliche Fleck A ging von Juni 23 bis Juni 27 um zwei Grade zurück und wurde danach der Rotationsrichtung entgegen d. h. durch Oststurm mit einer stündlichen Geschwindigkeit von 21 Meilen fortgetrieben. Der andere Fleck B, von  $163,7$  für Juni 23 bis  $166,5$  für Juni 26 vorrückend, wurde im Sinne der Rotationsrichtung d. h. durch Weststurm mit einer stündlichen Geschwindigkeit von 51 Meilen getrieben. Unter diesen Verhältnissen kann es nicht zweifelhaft sein, dass von der bezeichneten Mitte des Bezirks in beiläufig  $162^{\circ}$  Länge eine Einwirkung ausging, welche man in folgender Art denken könnte. Zuerst Juni 22 fand eine reichliche aufsteigende Gasströmung statt, und in ihrer damaligen grössten Höhe entstanden durch Condensation die Juni 22 beobachteten kleinen Flecke. Darauf verstärkte sich die aufsteigende Strömung am meisten über dem Mittelpunkte C des Bezirks in  $162^{\circ}$  Länge. Die über C schon gebildeten Flecke wurden hier wieder aufgelöst und seitwärts vom Centrum der aufsteigenden Strömung bildeten sich die Flecke A und B in den höchsten Regionen. Es ist nun zu beachten, dass bei gleicher Rotationszeit, oder was dasselbe ist, bei gleichem Rotationswinkel, nothwendig die linearen Rotationsgeschwindigkeiten je nach der Entfernung vom Mittelpunkte des rotirenden Körpers verschieden sein müssen. Die lineare Geschwindigkeit der oberen Schichten ist grösser als die der unteren, also die Massen der aufsteigenden Strömung bringen oben anlangend eine geringere lineare Geschwindigkeit mit, als der Stelle entspricht, zu welcher sie kommen; aber die Vermischung der Massen hat zur Folge, dass der eine Theil der aufsteigenden Strömung die entsprechende grössere Geschwindigkeit annimmt, während es bei einem anderen Theile nicht der Fall ist, und bleibt dieser gegen

den andern zurück, so dass eine Ausbreitung der aufgestiegenen Massen von West nach Ost stattfindet. Diese Ausbreitung wird um so mehr gesteigert, je mehr Massen durch die aufsteigende Strömung nachrücken, und muss sich dieselbe zu einem oberen Abströmen steigern, so dass in der Richtung nach West (geocentrisch) d. h. in der Rotationsrichtung die Geschwindigkeit grösser wird als die Rotationsgeschwindigkeit, d. i. Weststurm, während nach Osten der schon anfangs durch das Zurückbleiben der Massen entstandene Oststurm durch das obere Abströmen noch vermehrt wird. — Im letzteren Falle ist ein grösserer Kampf von Massen mit entgegengesetzter Geschwindigkeit, und finde ich darin die Ursache, dass im Allgemeinen die östlichen Theile einer Gruppe leichter aufgelöst werden als die westlichen, für welche die Verhältnisse günstiger sind. — Wenn bei unserer Fleckengruppe die Ausströmung von dem Punkte C in 162° Länge fort dauerte und nicht noch andere Stellen der Oberfläche mit eintraten, — wir können diesen einfachen Fall voraussetzen, — so musste für den Fleck B, je weiter er sich von dem Centrum entfernte, die Heftigkeit des Weststurmes geringer werden. Dies ist in Uebereinstimmung mit den Ortsbestimmungen, nämlich bei dem Wiedererscheinen des B am Ostrande Juli 11 wurde die Normallänge = 168° gefunden; dieselbe war also seit Juni 26 nur noch um  $1\frac{1}{2}$  Grad gewachsen, während sie vorher fast um den doppelten Betrag in 3 Tagen gewachsen war. Aus 21 Oertern von Juli 11 bis Juli 23 theils nach eigenen, theils nach Secchi's Beobachtungen geht vollkommen sicher hervor, dass zunächst nach Juli 11 und bis Juli 17 keine Ortsveränderung stattfand, darauf aber Verminderung der Normallänge eintrat d. i. Oststurm und zwar  $\frac{3}{4}$  Grad in 5 Tagen. Zuletzt Juli 23 betrug die Normallänge 166,8 Grade. — Indem sich der Fleck B bis Juli 11 so weit fortbewegt hatte, dass er sich nun nicht mehr im Bereiche des heftigen Weststurmes befand, war auch die Ursache nicht mehr vorhanden, welche vorher die unregelmässige Hofbildung bewirkte, und konnte jetzt der Kern vollständig vom Hofe umschlossen werden; ferner ist annehmbar, dass er unter ruhigeren Verhältnissen an Grösse zunehmen konnte. Dem entsprechend wurde der Fleck B in der zweiten Periode (nach Juli 11) wiedergesehen; der andere A war verschwunden. — Wir erwägen weiter, dass jede lokale aufsteigende Strömung die ringsum befindlichen beweglichen Massen um so mehr mit sich fortreissen muss, je länger sie andauert, wodurch aber zugleich ein horizontales Zuströmen in den unteren Schichten bedingt ist. Um also zu erklären, wie es möglich gewesen, dass der Fleck nach Juli 17 der Ortsberechnung gemäss durch einen Oststurm getrieben werden konnte, werden wir annehmen müssen, dass derselbe seit Juli 11, wo er in regelmässiger Abrundung erschien, aus den oberen Regionen sich herabgesenkt habe und so in die untere Strömung ge-

kommen sei, in welcher er dann mit zunehmender Geschwindigkeit dem Centrum C wieder zugeführt werden musste. Am letzten Tage seiner Sichtbarkeit (Juli 23) befand er sich noch mehrere Grade von jener Stelle entfernt und wurde darauf vermöge der Axendrehung unseren Blicken entzogen. Bei weiterem Fortrücken der aufsteigenden Strömung sich nähernd, musste er aufgelöst werden, -- wenn auch nur durch die Nachwirkungen jener Strömung, indem diese selbst vielleicht schon in der Mitte des Juli soweit an Kraft verloren hatte, dass neue Fleckenbildungen durch dieselbe nicht mehr hervorgerufen werden konnten. In der folgenden Rotationsperiode war weder der Fleck B vorhanden, noch ein anderer Fleck in weitem Umkreise.

Im 40. Aufsatze ist bei dem Fleck Nr. 62 die Theilung des Kerns und die spätere Trennung des Flecks in zwei verschiedenartig gestaltete Gebilde einer aufsteigenden Strömung zugeschrieben, welche erst Oct. 3 unterhalb des Flecks entstanden sein konnte. Mit derselben sind dann die Gestalts- und Orts-Veränderungen der nächsten Tage erklärt. -- Es wird vielleicht möglich sein, diese Erklärungs-Versuche weiter zu entwickeln und in der Verfolgung dieses Weges Einiges aufzufinden, was für die Erforschung der physischen Beschaffenheit der Sonne nützlich sein könnte.

Die Beobachtungen des Jahres 1867 sind in der vorliegenden Arbeit noch nicht berücksichtigt. Mit einer Zusammenstellung der in den ersten Monaten des J. 1867 angestellten Beobachtungen bin ich noch beschäftigt, doch wird dieselbe bald im 41. Aufs. in den astron. Nachr veröffentlicht werden.

Anclam 1868 Jan. 30.

**Prof. Spoerer.**