ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o 2810.

Photometrische Beobachtungen während der Sonnenfinsterniss 1887 Aug. 18-19.

Von Prof. Leonhard Weber in Breslau.

Bei klarem Himmel würde es von Interesse gewesen sein, die Abnahme der von der Sonnenscheibe ausgesandten Lichtmenge zu messen, sowie auch die Helligkeit einzelner Stellen des Himmels, insbesondere des Mondschatens zu beobachten. Beide Aufgaben würden mit Hülfe meines von Schmidt & Hänsch in Berlin verfertigten Photometers eine bequeme und ziemlich exacte Lösung gefunden haben. Das am 19. August vorhandene Regenwetter vereitelte leider die diesbezüglichen Vorbereitungen. Dagegen erschien es mir nach zuvoriger Verständigung mit Herrn Geheimrath Galle zweckmässig, auch im Falle von Regenwetter die Helligkeitsabnahme des diffusen Lichtes zu beobachten. Dies habe ich ausgeführt und theile im Folgenden die Messungsergebnisse mit.

Zuvor möge es erlaubt sein, aus einer früheren Mittheilung*) zu rekapituliren, dass man zu exact definirten Zahlenwerthen des diffusen Tageslichtes gelangt, indem man die Lichtmengen misst, welche auf ebene Flächenelemente fallen, die man an dem Beobachtungsorte in verschiedene Lagen bringt. Diese Lichtmengen können nun gemessen werden, indem man mattirte Milchglasscheiben in bestimmten Lagen dem diffusen Lichte exponirt und die Helligkeit des transparenten Lichtes ermittelt. Da nämlich diese letztere sehr nahe proportional derjenigen Lichtmenge ist, welche nach dem Cosinus-Gesetz berechnet von den zerstreuten Lichtquellen auf die Glasplatte fällt, so ist sie auch ein entsprechend gut definirtes Maass derselben. Solche auf ebene Flächenelemente fallende Lichtmengen habe ich bezeichnet als die für jene Flächen durch die vorhandenen Lichtquellen indicirte Helligkeit und als Einheit dafür diejenige Lichtmenge vorgeschlagen, welche von einer Normalkerze in 1 Meter Entfernung bei senkrechter Incidenz auf dieselbe Fläche geworfen wird. Diese Lichtmenge oder die für die so beleuchtete Fläche durch die Normalkerze indicirte Helligkeit würde dann als Meterkerze zu bezeichnen sein. Aus der Messung des transparenten Lichtes der Milchglasscheibe erhält man somit auf Grundlage einer zuvorigen, in der Dunkelkammer mit einer Normalkerze und derselben Milchglasscheibe ausgeführten Constantenbestimmung des photometrischen Apparates, in Meterkerzen ausgedrückt, die indicirte Helligkeit der äusseren mattirten Fläche.

Bei früheren Messungen des Tageslichtes habe ich die damals benutzte Milchglasscheibe in eine horizontale aus dem Dache des physikalischen Observatoriums herausragende Lage gebracht und mass so die von dem gesammten Himmel

für eine horizontale Fläche indicirte Helligkeit. Von dieser Methode nahm ich am 19. August wegen des fallenden Regens Abstand. Dagegen konnte ich die indicirte Helligkeit für eine vertikale Fläche messen und zwar für diejenige vertikale Ebene, welche der aufgehenden Sonne gerade gegenüber, also gegen ONO lag.

Das hierzu nöthige Arrangement liess sich zufällig sehr bequem in einer gegen den Regen geschützten Weise ausführen, da die eine Seite des vierseitigen Thurms der Sternwarte fast genau der Richtung der Sonne gegenüberlag und eine auf die Plattform führende Thür besass. Die letztere wurde geöffnet und es wurde die zur Messung benutzte Milchglasplatte in die vertikale äussere Mauerflucht des Thurms gebracht, so dass sie einerseits gegen Regen geschützt war und andererseits von dem gesammten Lichte der nach der Sonne zu gelegenen halben Himmelshemisphäre beschienen wurde. Mit dem Photometer war diese Milchglasplatte so verbunden, dass sie als vorderer Abschluss des Beobachtungsrohrs diente. Das Gesichtsfeld im Photometer besteht aus einer linken und einer rechten hart an einander stossenden Hälfte, deren erstere unmittelbar durch das transparente Licht der vor dem Beobachtungsrohr befindlichen Milchglasscheibe erhellt wird, während die letztere mittelst eines Reflexionsprismas durch eine im Apparate brennende Benzinkerze in messbarer Weise veränderlich beleuchtet wird. Die Einstellung des Apparates geschieht dadurch, dass beide Hälften auf gleiche Helligkeit gebracht werden, was schnell und sicher auszuführen ist. Zur Umgehung derjenigen photometrischen Schwierigkeit, welche aus der Farbenverschiedenheit des Tageslichtes und der Vergleichs- resp. der Normalkerze herrührt, beschränke ich die Messungen durch Einschaltung gut monochromatischer Gläser auf zwei Farbencomplexe im Roth und im Grün*). Leider mussten auch die Messungen im rothen Lichte während des grössten Theils der Beobachtung unterbleiben, da die Helligkeit desselben wider Erwarten unter derjenigen beobachtbaren Minimalgrenze von 4 Meterkerzen blieb, für welche der Apparat gerade montirt war.

Hiernach werden die in der folgenden Tabelle I enthaltenen Beobachtungsergebnisse verständlich sein. Es möge nur noch bemerkt werden, dass die Zeit nach viertel Minuten geschätzt einem Taschenchronometer entnommen wurde, dessen Angaben durch Herrn Geheimrath Galle auf Mittl. Zt. Breslau corrigirt waren.

*) Meteor. Zeitschr. 1885 S. 163, 219, 451 ff.
Bd. 118.

*) Bezüglich der Definition dieser Farben vergl. A. N. 2691 Michalke, Absorption des Sonnenlichtes.

Tabelle I.

Indicirte Helligkeit einer vertikalen Ebene
in Meterkerzen.

M. Z. Bresl.	Roth	Grün
16 ^h 30 ^m 23 ^s	●	4.0
34 8	●	5.6
35 38	●	9.4
41 8	●	11.6
47 8	●	12.5
54 8	—	17.9
16 58 8	3.9	17.7
17 2 8	●	14.1
3 8	●	14.6
6 8	●	13.7
8 8	●	13.0
9 8	●	12.3
10 8	●	10.1
11 8	●	8.7
12 8	●	8.7
13 23	●	6.5
14 23	●	6.2
15 28	●	●
21 38	●	8.5
22 8	●	9.3
22 58	●	11.3
24 18	—	17.8
25 8	4.2	—
26 8	—	27.1
26 53	5.2	—
28 8	4.9	—
29 8	—	28.2
30 8	6.5	—
31 23	7.3	—
32 23	7.5	—
33 8	—	42
33 53	9.6	—
36 8	10.1	—
36 58	11.7	—
39 38	27.0	—
40 23	28.1	—
41 23	28.5	—
44 8	28.3	—
17 49 38	35.2	—

Das Zeichen ● bedeutet, dass eine Einstellung wegen zu grosser Dunkelheit nicht gemacht wurde.

Als Normalkerze ist die von Hefner'sche Amylacetatterkerze benutzt.

Ausser diesen Messungen wurden zu geeigneten Zeiten noch Beobachtungen der Helligkeit einzelner Himmelsstücke, insbesondere desjenigen Theils des Horizonts gemacht, an welchem sich die Sonne befand. Zu diesem Zwecke wurde die mattirte Milchglasplatte entfernt, so dass man durch das Beobachtungsrohr in der linken Gesichtsfeldhälfte direkt auf das kleine durch die Diaphragmen des Rohrs abgeblendete Himmelsstück sah. Da das Beobachtungsrohr in vertikaler Ebene drehbar ist und ausserdem der ganze Apparat um

eine vertikale Axe verstellt werden konnte, so liess sich jede beliebige Stelle des Himmels aufsuchen. Ich beschränkte mich übrigens auf diejenige Vertikalebene, in welcher die Sonne lag.

Als Einheit für diese Himmelselligkeit (die claritas visa desselben) könnte man diejenige Helligkeit wählen, welche einem bestimmten weissen matten Carton durch die indicirte Helligkeit von 1 Meterkerze ertheilt wird. Alsdann ist jedoch dieses Einheitsmaass von der Beschaffenheit des Cartons (von dessen Albedo) abhängig. Ich habe es deswegen vorgezogen, um die Angaben von meinem Carton unabhängig zu machen, als Einheit für diese Helligkeit diejenige des schmelzenden Platins zu wählen. Zur Reduktion der Photometerablesungen auf diese Platineinheiten habe ich mit einer Siemens'schen Platinlampe (in welcher $\frac{1}{10}$ □ cm. Platinblech zum Schmelzen gebracht wird) bereits frühere Vorversuche im Laboratorium gemacht.

Die Tabelle II enthält diese Helligkeitsmessungen.

Tabelle II.

Helligkeit des Himmels verglichen mit der
Helligkeit des schmelzenden Platins.

M. Z. Bresl.	Höhe d. Himmels- stückes über dem Horizont	Helligkeit $\times 10^6$	
		Roth	Grün
16 ^h 27 ^m 8 ^s	0°	●	3.92
37 8	0°	2.22	—
38 58	0°	—	17.3
39 58	0°	2.87	—
45 8	0°	3.24	—
46 8	0°	—	14.36
48 8	0°	5.17	—
50 8	0°	5.56	—
50 8	60° circa *)	8.43	—
16 53 8	0°	5.56	—
17 5 8	0°	5.56	—
5 8	60° circa *)	11.5	—
18 8	68°	2.36	—
17 19 38	77°	4.87	—

*) Nach Schätzung die hellsten Parteen des Himmels.

Zu den angeführten Zahlen ist zu bemerken, dass der Eintritt des Minimums der Helligkeit nahezu mit dem Zeitpunkt der grössten Verfinsterung 17^h 13^m 55^s für Breslau zusammenfällt. Die noch vorhandene Abweichung von 2 bis 3 Minuten hat ihren Grund zum grössten Theile in der trotz scheinbarer Gleichmässigkeit dennoch starken Variabilität der vor der Sonne vorüberziehenden Wolken. Zu einem kleineren Theile wirkt auch der Umstand mit, dass das photometrische Minimum nicht mit dem astronomischen zusammenfällt. Um dies zu erkennen, sei S die Grösse der sichtbaren Sonnenscheibe, A der Absorptionscoefficient der Atmosphäre und H die beobachtete indicirte Helligkeit. Dann ist bis auf einen Proportionalitätsfactor

$$H = S(1 - A) \quad (1)$$

woraus durch Differentiation nach der Zeit

$$\frac{dH}{dt} = S \cdot \left(-\frac{dA}{dt} \right) + (1-A) \frac{dS}{dt} \quad (2)$$

wird. Das Minimum der Helligkeit wird demnach eintreten, wenn die rechte Seite von (2) = Null wird. Da nun A mit zunehmender Sonnenhöhe abnimmt, so ist $\frac{dA}{dt}$ negativ und von Null verschieden. Deswegen tritt das Minimum der Helligkeit nicht gleichzeitig mit $\frac{dS}{dt} = 0$ ein und auch für verschiedene Farben nicht zu gleicher Zeit.

Stellt man die Resultate von Tabelle I durch eine Curve dar, deren Abscissen die Zeiten sind, so erkennt man das scharf ausgeprägte Minimum zur Zeit der grössten Verfinsterung. Vorauf geht ein Maximum zur Zeit 16^h 54^m. Auch zu dieser Zeit wird die rechte Seite von Gleichung (2) = Null.

Nimmt man für A eine bekannte functionelle Abhängigkeit von der Sonnenhöhe und somit von der Zeit an, z. B. das durch die Michalke'schen Messungen*) als zutreffend gefundene Pouillet'sche Gesetz, so würde sich, da $\frac{dS}{dt}$ aus astronomischen Daten bekannt ist, der absolute Werth von A durch Beobachtung der beiden ausgezeichneten Werthe von H , insbesondere des Maximums, berechnen lassen. Diese Berechnung wird jedoch durch die Berücksichtigung der Bewölkung so complicirt und unsicher, dass ich dieselbe unterlassen habe.

Man erkennt ferner, dass in der Zeit vom Maximum der Helligkeit bis zum Minimum die beiden Glieder auf der rechten Seite von Gleichung (2) entgegengesetztes Vorzeichen haben, während sie nach dem Minimum beide positiv sind. Deswegen muss der Abfall der Helligkeitscurve vom Maximum zum Minimum weniger steil sein als der Anstieg nach dem Minimum. Auch dies tritt in einer graphischen Darstellung klar hervor.

Zur Vergleichung der am 19. August beobachteten Helligkeiten mit entsprechenden Grössen zu anderer Zeit sei angeführt, dass ich die indicirte Helligkeit für horizontale Flächen an einem sehr dunklen Wintertage (23. Dec. 1885 Mittags 12 Uhr) für Roth = 569 und für Grün = 2178 Meterkerzen fand. An diesem Tage würde bei der damaligen sehr gleichmässigen äusserst starken Bewölkung die für vertikale Flächen gemessene indicirte Helligkeit etwa die Hälfte, also circa 284 resp. 1089 Meterkerzen, betragen haben. Dem gegenüber ging also die Helligkeit während der grössten Verfinsterung am 19. August in grünem Licht unter 4 Meterkerzen herunter. Für die Helligkeit des Himmels ergab sich am 23. Dec. 1885 0.0012 Platineinheiten (für Roth), während die hellste Stelle des Himmels am 18. Aug. 17^h 18^m nur 0.000002 bis 0.000004 Platineinheiten hatte.

*) A. N. 2691.

Um schliesslich die Helligkeitsänderungen am 19. Aug. mit denjenigen eines ähnlichen normalen Tages zu vergleichen, hat Herr Dr. Michalke am 23. August genau von derselben Stelle der Sternwarte aus während der Zeit des Sonnenaufgangs beobachtet. Der Himmel war an diesem Tage ebenfalls bewölkt, wenn auch nicht ganz so stark. In der folgenden Tabelle mögen einige dieser Zahlen Platz finden.

Tabelle III.

Indicirte Helligkeit einer vertikalen Ebene
in Meterkerzen 1887 Aug. 22.

M.Z. Bresl.	Roth	Grün	Bemerkungen
16 ^h 35 ^m	●	13.5	
38	4.4	—	
39	—	23.6	
42	7.6	—	
43	—	34.8	
46	19.9	—	
48	—	58.0	
51	—	97.0	
55	—	117.0	
56.5	32.5	—	
57.5	—	135.0	
16 59	37	—	
17 0	—	178	
1	46	—	
2	—	192	
3.5	52	—	
4.5	—	201	
6	53	—	
7	—	317	
8	62	—	
9	—	283	
10	68	—	
11	—	332	
12	73	—	
13	—	322	
14	88	—	
15	—	370	
16.5	—	530	
17.5	114	—	
19	—	560	Aufklärung in [ONO]
22	140	—	
23	—	780	
25	182	—	
27	—	980	Sonne selbst nicht [sichtbar.]
28	240	—	
29	—	1090	
17 40	950	—	Sonnenscheibe [theilw. sichtbar.]

Breslau 1887 October.