

Astronomische Mittheilungen

von

Dr. Rudolf Wolf.

XXIV. Beobachtungen der Sonnenflecken im Jahre 1867 und Berechnung der Relativzahlen und Variationen dieses Jahres; vorläufige Bestimmung der Epoche des letzten Minimums, Zusammenstellung der bisherigen Epochen und Relativzahlen, sowie einige betreffende Schlüsse und Rechnungsergebnisse; über die behufs Ortsbestimmung der Sternwarte ausgeführten und beabsichtigten Operationen, speziell über die Bestimmung der Länge, des Nadirs, der Collimation und Refraction; Fortsetzung der Sonnenfleckenliteratur.

Die Häufigkeit der Sonnenflecken konnte von mir oder meinen Assistenten, Herrn Weilenmann und Meyer, im Lauf des Jahres 1857 an 299 Tagen mehr oder weniger vollständig beobachtet werden, und ausserdem erhielt ich von den Herrn Hofrath Schwabe in Dessau und Weber in Peckeloh (s. 246 der Litt.) eine ziemlich grosse Anzahl werthvoller Ergänzungen, so dass ich schliesslich für 356 über vollständige, zum Theil sogar über mehrfache Beobachtungen verfügte und nur bei 9 Tagen (2 im Januar und 7 im Dezember) in gänzlicher Unkenntniss über den Fleckenstand der Sonne blieb. — Wie bei den Berichten über 1863 bis 1866 habe ich in der ersten der beistehenden

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0*	1.2	1.8	0.0*	0.0	1.1*	0.0	—
2	0.0	0.0*	0.0*	0.0	0.0	1.1	1.8	0.0*	0.0	1.2	0.0*	2.5†
3	0.0	0.0	1.3	1.5	0.0	1.1	1.6	0.0*	0.0	1.5†	1.1	3.6*
4	0.0	0.0	1.6 ^w	1.14	0.0	1.1†	1.6	0.0*	0.0	1.2†	1.1*	2.3†
5	0.0 ^w	1.1	1.15 ^w	1.20	0.0	0.0	1.1	0.0*	1.3 ^w	2.8†	1.1*	—
6	0.0	0.0*	1.1	1.4†	0.0	0.0	1.1 ^w	0.0*	0.0	3.6*	1.1	1.1*
7	0.0	0.0*	0.0	1.7	0.0	0.0*	0.0	0.0*	0.0	3.33 ^w	1.1	—
8	0.0*	0.0 ^w	0.0*	1.8	0.0	0.0*	0.0	0.0	0.0*	2.6†	1.1	1.1*
9	0.0	0.0†	0.0	1.5	0.0	0.0*	0.0	0.0	1.5†	2.5*	1.1	—
10	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0*	0.0	0.0	1.6†	2.5†	1.1	1.1
11	0.0†	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0*	1.7	2.2*	1.1	1.1†
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	2.8 ^w	1.1	0.0*
13	0.0†	0.0	0.0†	0.0	0.0*	0.0	1.1	0.0	1.15	1.2†	1.1*	0.0
14	0.0 ^w	0.0	0.0*	0.0	0.0	0.0†	1.1	0.0	1.13*	1.3	1.1	0.0*
15	0.0 ^w	0.0	1.4	0.0*	0.0*	0.0*	1.1	1.2	1.11*	1.2	1.2	0.0†
16	0.0*	0.0	1.3†	0.0†	0.0 ^w	0.0 ^w	1.1	1.2†	1.7*	1.2*	1.1*	—
17	0.0	0.0	1.11 ^w	0.0 ^w	0.0*	0.0*	1.1	1.2	1.10†	1.2	0.0*	0.0
18	0.0*	0.0	1.1*	0.0	0.0	0.0	1.1	1.3*	1.15†	1.1*	0.0 ^w	0.0*
19	0.0	0.0 ^w	2.9	1.1	0.0	0.0	1.1	1.3	1.3*	0.0 ^w	0.0	1.5†
20	0.0†	1.1	1.8	0.0*	0.0	0.0*	1.3	1.1	1.1*	0.0*	0.0†	—
21	0.0†	0.0	1.4*	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	1.1	0.0*	0.0*	1.1†
22	—	0.0	1.10	0.0	0.0	0.0*	0.0	2.5	0.0*	0.0	0.0	2.6*
23	0.0 ^w	0.0	1.15	0.0†	0.0*	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0*	0.0†	4.13*
24	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0†	1.19 ^w	0.0*	0.0*	1.1	2.65 ^w
25	0.0*	0.0	1.7	0.0	1.5	0.0	0.0*	1.4	0.0 ^w	0.0	1.1	4.9†
26	0.0*	0.0*	1.4	0.0 ^w	1.3	0.0*	0.0*	1.6 ^w	0.0	0.0†	1.1	2.2†
27	—	0.0†	1.1	0.0†	1.3*	0.0*	0.0*	0.0†	0.0	0.0	1.1*	2.107 ^w
28	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0*	0.0†	0.0	0.0†	1.4*	—
29	0.0*		1.2	0.0	1.5	0.0	0.0*	0.0 ^w	0.0*	0.0	1.5*	2.9†
30	0.0		1.3 ^w	0.0	1.3	0.0	0.0*	0.0†	1.3	0.0	3.9	2.2†
31	0.0		1.6		1.3		0.0*	0.0		0.0		2.2†
Mittel	0,0	0,8	10,8	5,8	3,3	1,6	5,3	5,9	10,6	14,2	10,3	27,5

Tafeln für jeden Tag in altgewohnter Weise die Anzahl der gesehenen Gruppen und Flecken eingetragen, und bei jeder Beobachtung, mit einziger Ausnahme der entweder von mir selbst oder von den Herrn Weilenmann und Meyer nach ganz entsprechender Art mit Vergrößerung 64 meines Vierfüßers erhaltenen Normalbeobachtungen, durch ein beigefügtes Zeichen den Beobachter markirt, um bei Berechnung der Relativzahlen den ihm zugehörigen Reductionsfactor anwenden zu können. Ein beigeseztes † bezeichnet Beobachtungen meines geehrten Herrn Hofrath Schwabe (mit Reductionsfactor $\frac{5}{4}$), der nach seiner neulichen Einsendung in die Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (Vol. 28, Nr. 3) im Ganzen in den 12 Monaten von 1867

Beobachtungstage	23	26	26	24	26	30	31	31	30	28	22	15
Fleckenfreie Tage	23	26	15	16	16	23	18	20	17	13	5	3
Gruppen	0	0	3	1	2	1	2	3	1	3	4	5

erhielt, also bei 312 Beobachtungstagen die Sonne 195 mal ohne Flecken sah (während die zweite der beistehenden Tafeln auf 356 Tage 199, die erste sogar 216 ohne Flecken hat) und während des ganzen Jahres 25 Gruppen (21 weniger als 1866, und 68 weniger als 1865) zählte. — Ein beigeseztes * bezeichnet Beobachtungen, welche ich (vergl. Nr. XII) mit dem kleinen Instrumente machte und mit $\frac{3}{2}$ in Rechnung brachte; ein beigeseztes w endlich Beobachtungen von Weber, die ich mit $\frac{3}{4}$ in Rechnung brachte. — Mit Hülfe dieser Beobachtungen und Reductionsfactoren wurden nun für die erwähnten 356 Tage die Relativzahlen berechnet, und daraus theils die in die Tafel eingetragenen Monatsmittel, theils

$$R = 8,0$$

als mittlere Relativzahl des Jahres 1867 gefunden. — Die zweite der beistehenden Tafeln gibt für jeden derselben 356 Tage die ihm zukommende Relativzahl, — jedoch (entsprechend den Berichten seit 1863) mit dem Unterschiede, dass letztere sich nicht allein auf die in ersterer Tafel eingetragene Beobachtung gründet, sondern dass für sie ausser der Wolf-Schwabe'schen Serie sämmtliche 306 Weber'schen Beobachtungen benutzt wurden, welche in Nr. 246 der Literatur verzeichnet sind. Ferner gibt die zweite Tafel die fünf-tägigen Mittel dieser mittlern täglichen Relativzahlen, so wie für jeden Monat das Mittel der 6 (oder im August 7) auf ihn fallenden fünf-tägigen Mittelzahlen. Diese 12 letztern Zahlen stimmen natürlich mit den Monatsmitteln der ersten Tafel nicht ganz überein, und so ist auch das aus ihnen gezogene Jahresmittel

$$R' = 8,3$$

etwas von dem aus der ersten Tafel erhaltenen Werthe R verschieden. Mit Zugrundelegung dieser Werthe erhalte ich nach den von mir aufgestellten Formeln, folgende magnetische Declinationsvariationen :

1867	nach Formel	bei Anwendung von	
		R	R'
Prag	VIII	6',16	6',18
München	XXXIII	7,40	7,41
Christiania	XXXVI	5,25	5,26
Greenwich	XXXX	4,61	4,62
Rom	IVL	5,91	5,93
Utrecht	III	5,87	5,89

wo bei Berechnung für Utrecht, wie im vorigen Jahr, die muthmasslich in der Formel zu stark angesetzte seculäre Variation des constanten Gliedes vernachlässigt wurde. Da aus den in Prag um 2 Uhr und 20 Uhr angestellten magnetischen Beobachtungen sich für 1867 die mit der oben Berechneten nahe übereinstimmende Variation $6',47$ ergibt, so bewährt sich die Formel VIII immer noch in schönster Weise, und ähnlich wird es sich muthmasslich mit den zwei folgenden Formeln verhalten, während dagegen allerdings die Formeln für Greenwich, Rom und Utrecht noch nicht auf so fester Basis zu ruhen scheinen.

Wählt man die von einer gewissen Epoche, z. B. von dem Anfange des Jahres 1864 hinweg, gezählten Monatszahlen als Abscissen, und trägt für jeden Monat die ihm entsprechende Relativzahl als Ordinate auf, so erhält man eine den Verlauf des Fleckenstandes darstellende Curve, und erkennt aus derselben, dass zu Anfang des Jahres 1867 ein Minimum eingetreten ist, ja kann dasselbe mit ziemlicher Sicherheit auf

$$1867, 2 \pm 0,2$$

legen¹⁾, — immerhin wird aber eine ganz sichere

¹⁾ Der in diesen Mittheilungen schon oft als fleissiger Sonnenbeobachter genannte und benutzte Herr Weber in Peckeloh hat nach seinen eigenen Aufzeichnungen das letzte Fleckenminimum auf die erste Hälfte des Februar 1867 gesetzt, was mit meiner Bestimmung ganz gut zusammentrifft. Wenn er dagegen sagt, es wäre vielleicht noch zweckmässiger den Anfang einer neuen Periode auf den 9. Februar 1866 zu legen, wo er zum ersten Male wieder das Auftreten von Fackeln an den Polen beobachtet habe, so kann ich nicht beistimmen: Ich habe allerdings schon vor vielen Jahren (siehe meine Mittheilungen vom Mai 1859) die Ansicht ausgespro-

Bestimmung frühestens nach Ablauf des gegenwärtigen Jahres 1868 möglich werden. Da jedoch diese letztere kaum ein bedeutend anderes Resultat ergeben wird, und die früher publicirten Tafeln der Epochen und Relativzahlen, namentlich durch Benutzung der Kirch'schen Beobachtungen, wesentliche Veränderungen und Erweiterungen erfuhren, so habe ich es im allgemeinen Interesse gehalten, jetzt schon eine neue Ausgabe dieser Letztern, mit Einschluss der neuen Minimumsepoche und der für 1867 bestimmten Relativzahl, zu veranstalten. Es wird dabei kaum nöthig sein diesen beiden beistehenden Tafeln einen weitern Commentar beizufügen, und ich beschränke mich daher darauf hinzuweisen, dass ich die aus den auf einander folgenden Epochen gezogenen Werthe für die Länge der Periode nach Maassgabe der Quadrate der für sie erhaltenen Unsicherheiten in 5 Klassen eintheilte, diesen die Gewichte 1 bis 5 beilegte, und mit

chen und belegt, dass die Fleckenerscheinungen mit einer Art Strömung von den Polen her beginnen, und könnte also insoweit nichts dagegen einwenden, dass das erwähnte erste Wiederauftreten von Fackeln als der sichtbare Anfang der neuen Thätigkeit auf der Sonne angesehen werden; aber ich muss dennoch des Entschiedensten dazu rathen, dass das Fleckenminimum als Epoche festgehalten werde, da einerseits ein einzelnes, z. B. durch anhaltend schlechte Witterung veranlasstes Uebersehen einer ersten Fackelbildung die neue Epochenbestimmung unsicherer als die alte machen müsste, und anderseits die ältere Beobachtungsreihe von Galilei und Harriot bis zu Adams und Schwabe für $2\frac{1}{2}$ Jahrhunderte wohl die Minimumsepoche, nicht aber die neue Fackelepoche auszumitteln erlaubt, also bei Annahme dieser Letztern so zu sagen für uns verloren gehen würde, ohne dass dafür vor Abfluss eines weitem Jahrhunderts ein irgendwie entsprechender Ersatz in Aussicht zu stellen wäre.

Epochentafel.

Minima			Maxima		
Epochen	Differenzen	Gew.	Epochen	Differenzen	Gew.
1610,8 ± 0,4	8 ^a ,2 ± 1,5	3	1615,5 ± 1,5	10 ^a ,5 ± 1,8	2
1619,0 1,5	15,0 1,8	2	1626,0 1,0	13,5 1,4	3
1634,0 1,0	11,0 1,4	3	1639,5 1,0	9,5 1,8	2
1645,0 1,0	10,0 2,2	2	1649,0 1,5	11,0 2,5	1
1655,0 2,0	11,0 2,8	1	1660,0 2,0	15,0 2,8	1
1666,0 2,0	13,5 2,8	1	1675,0 2,0	10,0 2,5	1
1679,5 2,0	10,0 2,8	1	1685,0 1,5	8,0 2,5	1
1689,5 2,0	8,5 2,8	1	1693,0 2,0	12,5 2,2	2
1698,0 2,0	14,0 2,2	2	1705,5 1,0	12,7 1,4	3
1712,0 1,0	11,5 1,4	3	1718,2 1,0	9,3 1,4	3
1723,5 1,0	10,5 1,4	3	1727,5 1,0	11,2 1,4	3
1734,0 1,0	11,0 1,4	3	1738,7 1,0	11,3 1,4	3
1745,0 1,0	10,7 1,1	3	1750,0 1,0	11,5 1,1	3
1755,7 0,5	10,8 0,7	4	1761,5 0,5	8,5 0,7	4
1766,5 0,5	9,3 0,7	4	1770,0 0,5	9,5 0,7	4
1775,8 0,5	9,0 0,7	4	1779,5 0,5	9,0 0,7	4
1784,8 0,5	13,7 0,7	4	1788,5 0,5	15,5 1,1	3
1798,5 0,5	12,0 0,7	4	1804,0 1,0	12,8 1,1	3
1810,5 0,5	12,7 0,7	4	1816,8 0,5	12,7 1,1	3
1823,2 0,5	10,6 0,5	4	1829,5 1,0	7,7 1,1	3
1833,8 0,2	10,2 0,3	5	1837,2 0,5	11,4 0,7	4
1844,0 0,2	12,2 0,3	5	1848,6 0,5	11,6 0,5	4
1856,2 0,2	11,0 0,3	5	1860,2 0,2		
1867,2 0,2					
Mittel	11,114 ± 1,537 ± 0,182		Mittel	11,060 ± 2,002 ± 0,259	

NB. Die erste Unsicherheit bezeichnet je die mittlere Abweichung der einzelnen Periode vom Mittel, die zweite die Unsicherheit des Mittels.

Jahr	r	Jahr	r								
1700	5,0 ?	1728	80,0 ?	1756	8,8 *	1784	4,4	1812	5,4 *	1840	51,8 *
1701	10,0 ?	1729	60,0 ?	1757	30,4 *	1785	18,3	1813	13,7 *	1841	29,7 *
1702	15,0 ?	1730	40,0 ?	1758	38,3	1786	60,8 *	1814	20,0 ?	1842	19,5 *
1703	21,0	1731	25,0 ?	1759	48,6	1787	92,8 *	1815	35,0 ?	1843	8,6 *
1704	31,4	1732	10,0 ?	1760	48,9 *	1788	90,6 *	1816	45,5 *	1844	13,0 *
1705	48,6 *	1733	5,0 ?	1761	75,0 *	1789	85,4	1817	43,5 *	1845	33,0 *
1706	25,8	1734	15,0 ?	1762	50,6 *	1790	75,2	1818	34,1	1846	47,0 *
1707	18,8	1735	30,0 ?	1763	37,4 *	1791	46,1	1819	22,5 *	1847	79,4 *
1708	9,7	1736	58,0 ?	1764	34,5 *	1792	52,7 ?	1820	8,9 *	1848	100,4 *
1709	7,1 *	1737	66,0	1765	23,0	1793	20,7 ?	1821	4,3 *	1849	95,6 *
1710	2,5 ?	1738	85,0 ?	1766	17,5	1794	23,9	1822	2,9 *	1850	64,5 *
1711	0,0	1739	78,5	1767	33,6	1795	16,5	1823	1,3 *	1851	61,9 *
1712	0,0	1740	60,0 ?	1768	52,2	1796	9,4 *	1824	6,7	1852	52,2 *
1713	2,2	1741	35,0 ?	1769	85,7 *	1797	5,6 *	1825	17,4	1853	37,7 *
1714	9,6	1742	18,3	1770	79,4 *	1798	2,8 *	1826	29,4 *	1854	19,2 *
1715	24,7	1743	14,6	1771	73,2 *	1799	5,9 *	1827	39,9 *	1855	6,9 *
1716	39,9 *	1744	5,0 ?	1772	49,2	1800	10,1 *	1828	52,5 *	1856	4,2 *
1717	52,3 *	1745	10,0 ?	1773	39,8	1801	30,9 ?	1829	53,5 *	1857	21,6 *
1718	50,0 ?	1746	20,0 ?	1774	47,6 ?	1802	38,3 ?	1830	59,1 *	1858	50,9 *
1719	34,0 *	1747	35,0 ?	1775	27,5	1803	50,0 ?	1831	38,8 *	1859	96,4 *
1720	25,3	1748	50,0 ?	1776	35,2	1804	70,0 ?	1832	22,5 *	1860	98,6 *
1721	23,8	1749	63,8 *	1777	63,0	1805	50,0 ?	1833	7,5 *	1861	77,4 *
1722	20,0 ?	1750	68,2 *	1778	94,8	1806	30,0 ?	1834	11,4 *	1862	59,4 *
1723	10,0 ?	1751	40,9 *	1779	90,2	1807	10,0 ?	1835	45,5 *	1863	44,4 *
1724	19,4	1752	33,2 *	1780	72,6	1808	2,2	1836	96,7 *	1864	47,1 *
1725	34,5	1753	23,1	1781	67,7	1809	0,8	1837	111,0 *	1865	32,5 *
1726	64,0	1754	13,8 *	1782	33,2	1810	0,0 *	1838	82,6 *	1866	17,5 *
1727	90,0	1755	6,0 *	1783	22,5	1811	0,9 *	1839	68,5 *	1867	8,0 *

NB. Es bezeichnet * besonders zuverlässige, — ? besonders unzuverlässige oder interpolirte Zahlen.

Hülfe dieser Gewichte je das Mittel aus den verschiedenen Bestimmungen berechnet. Die aus den Minimas und Maximas gezogenen Werthe

$$11^{\text{a}},114 \pm 0,182 \quad \text{und} \quad 11^{\text{a}},060 \pm 0,259$$

für die mittlere Periodenlänge stimmen weit innerhalb ihrer noch circa $\frac{1}{5}$ Jahr betragenden Unsicherheiten überein, und schliessen die alte Periodenlänge $11^{\text{a}},111$ zwischen sich ein. Es hat also keinen Grund diese letztere Länge abzuändern, sondern sie darf im Gegentheil durch die neuen Rechnungen als noch bestimmter erwiesen betrachtet werden. Die auf circa $1 \frac{1}{2}$ Jahre ansteigende mittlere Abweichung der einzelnen Periode von dem mittlern Werthe zeigt uns, dass die Zwischenzeit zwischen zwei Minimas mindestens zwischen

$$9^{\text{a}},6 \quad \text{und} \quad 12^{\text{a}},6$$

schwanken kann, und in der That ist, wie die Tafel zeigt, diese obere Grenze in der allerneuesten Zeit (auch wenn wir uns nur an die genauer zu fixirenden Minimas halten) einmal nahe erreicht, in etwas früherer Zeit, aus der noch ganz sichere Beobachtungen vorliegen, sie und die untere Grenze sogar mehrmals überschritten worden. Es scheint sogar in diesen Ausschreitungen, namentlich im Eintreffen der Minimalwerthe, eine gewisse Gesetzmässigkeit zu liegen und wenn, wie es fast den Anschein zu haben scheint, der eben abgeflossenen Periode wieder eine solche kurze Periode folgen, d. h. das nächste Maximum schon etwa $1870/1871$, das nächste Minimum schon etwa $1876/1877$ eintreffen sollte, so würde man dieselbe kaum bezweifeln können. — In der Tafel der Relativzahlen sind ohne irgend welche Veränderung die frühern

Bestimmungen zusammengetragen worden, um sie bequemer übersehen und gebrauchen zu können. Es liessen sich auch an sie mehrere nicht unwichtige Betrachtungen knüpfen, welche ich aber auf eine spätere Gelegenheit versparen will, wo ich endlich dazu kommen werde die längst versprochene Reihe der fünftägigen Mittel und die auf ihr basirenden Untersuchungen vorzulegen.

Die zur Bestimmung der geographischen Lage der Sternwarte des schweizerischen Polytechnikums unternommenen Arbeiten haben wieder einige erhebliche Fortschritte gemacht, und wenn sie auch jetzt noch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten sind, doch bereits zu verschiedenen Resultaten geführt, welche der Mittheilung werth sein dürften. — Was zunächst die geographische Länge von Zürich anbelangt, so ist mir nicht bekannt, worauf die von Bartsch und Keppler (vergl. XXII) für die Pariser-Länge von „Tigurum Helvetiae“ gegebene Zahl $0^h 26^m$ beruht¹⁾; dagegen erhielten auf Grundlage wirklicher Beobachtungen:

Johann und Joh. Jakob Scheuchzer bei der Mondsfinsterniss von 1707 IV 27 nach Ma- raldi's Berechnung	$0^h 28^m - s$
Heinrich Waser um 1770 aus mehreren Monds- finsternissen	$0 25 15$
Johannes Feer aus mehreren von 1792 his 1806 auf dem Karlthurme ($1^s, 14$ westlich von der alten und $1^s, 69$ westlich von der	

¹⁾ Bartsch hat ausserdem für „Zürich Helvetiae“ die Angabe $0^h 22^m$.

neuen Sternwarte) beobachteten Sonnenfinsternissen und Sternbedeckungen ¹⁾ . 0 24 49,7
 Johannes Eschmann, aus der trigonometrischen Verbindung der alten Sternwarte

¹⁾ Feer schrieb (s. Triesnecker, Astronomische Beobachtungen an verschiedenen Sternwarten in den Jahren 1811 und 1812. Prag 1813 in 8^o) am 22. Juni 1812 aus Zürich an Triesnecker in Wien: „Ich ergreife die Gelegenheit Ihnen einige Beobachtungen von Fixsternbedeckungen mitzuthemen, welche ich von Zeit zu Zeit hier angestellt habe und noch ferner fortsetzen werde, da ich seit einem Jahr eine kleine Sternwarte neben meiner Wohnung habe errichten können, und auch mit einem 16zölligen Borda'schen Multiplikationskreise, einem guten Mittagsfernrohr und einer Pendeluhr versehen bin. Mit dem erstern habe ich die Polhöhe derselben zu 47^o 22' 28'' bis 30'' bestimmt, und die Meridiandifferenz von Paris aus ziemlich zuverlässigen Bestimmungen von ältern Beobachtungen 24' 49'' bis 50'' in Zeit gefunden. Indessen wünschte ich, dass Sie bei gegebenem Anlass zur Bestätigung der letztern die beigelegten Beobachtungen in Rechnung nehmen möchten. Da Sie dieses bisher so oft thaten, so haben Sie vielleicht die Rechnungselemente zu diesen Beobachtungen schon bei Handen, und sind alsdann so gütig, mir die Resultate davon mitzuthemen.“ Triesnecker berechnete nun wirklich die Mehrzahl der erhaltenen Beobachtungen, und fand so für die Pariserlänge von Zürich aus

1792	III	27	Bedeckung von α Tauri	24 ^m 52,2 ^s
1793	X	21	„ „ γ Tauri	48,0
1794	I	31	Sonnenfinsterniss	50,2
1795	IX	18	Bedeckung von ϕ Libræ	49,3
-	-	23	„ des Jupiter	52,4
1796	III	14	„ von δ^2 Tauri	50,9
-	-	-	„ „ δ^3 Tauri	49,8
1797	VI	24	Sonnenfinsterniss	48,0
1806	VI	16	„	46,7

Im Mittel 24^m 49,72^s

wie oben mitgetheilt wurde, wobei Triesnecker beifügt: „Herr Feer hat sich also seiner Länge sehr genau zu versichern gewusst.“

(0,55° westlich von der neuen Sternwarte)
 mit Strassburg $24^m 51,1^s$, mit Wien $24^m 50,9^s$,
 also im Mittel 0 24 51,0

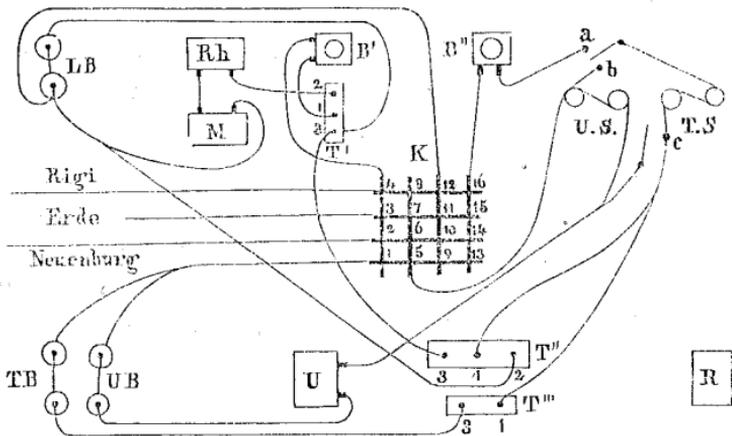
Die Uebereinstimmung zwischen den Bestimmungen von Feer und Eschmann ist sehr schön und man darf aus ihnen wohl mit Sicherheit schliessen, dass die Länge der neuen Sternwarte sehr nahe

$0^h 24^m 51,5^s$

betragen wird. Immerhin musste es aber wünschbar erscheinen diese Länge noch direkter und auf telegraphischem Wege zu bestimmen, und wirklich wurde zu diesem Zweck schon 1864 die Sternwarte mit dem Bureau Zürich oder also mit dem schweizerischen Telegraphennetze in Verbindung gebracht, auch mit Freund Hirsch in Neuenburg vorläufig ein Austausch von Sternen oder Signalen verabredet. Aus verschiedenen Gründen musste jedoch die Ausführung mehrmals vertagt werden, und kam erst wieder ernstlich zur Sprache, als im Frühjahr 1866 durch die schweizerische geodätische Kommission (Denzler, Dufour, Hirsch, Plantamour und Wolf) beschlossen wurde, auf einem der Centralpunkte des schweizerischen Dreiecknetzes, dem Rigi-Kulm, im Sommer 1867 Polhöhe, Länge des Sekundenpendels, Azimuthe einiger Dreieckspunkte und Längendifferenz mit Zürich zu bestimmen, und sich Herr Professor Plantamour zur Uebernahme der Beobachtungen auf Rigi gewinnen liess; denn nun musste vor oder nachher selbstverständlich auch Zürich mit Neuenburg, dessen Längendifferenz mit Genf schon 1862 durch Hirsch und Plantamour auf telegraphischem Wege ermittelt worden war, entsprechend verbunden werden. Während

Plantamour für den Rigi und allfällige spätere Stationen in Genf eine transportable Kuppel construiren liess, und die für seine Expedition (ausser dem von ihm bereits in Genf gebrauchten Pendelapparate von Repsold) bestimmten Instrumente (ein grosses Universalinstrument von Ertel und einen von Hipp mit elektrischer Registrirung versehenen, nach Hirsch's vorläufiger Untersuchung gut compensirten Chronometer von William Dubois in Locle) prüfte, gelang es mir theils mittelst Zusage eines Beitrages der geodätischen Commission an die Erstellungskosten der Linie Kulm-Kaltbad, zwischen den Herrn Bürgi auf Rigi-Kulm und der eidgenössischen Telegraphendirection den Abschluss eines Vertrages für Anlage eines Telegraphenbureaus auf Rigi-Kulm zu vermitteln, theils von der letztern in zuvorkommendster Weise die Erlaubniss zu erhalten, die Linie Rigi-Zürich an unsern Beobachtungsabenden von 9 Uhr Abends an zur Disposition zu erhalten; dagegen sah ich bald ein, dass keine Hoffnung sei, die längst bei Sylvain Mairet in Locle für Zürich bestellte neue Sternuhr vor Beginn der Operation zu erhalten, und dies entmuthigte mich momentan so, dass ich glaubte den Vorschlag machen zu sollen, den Rigi seiner Länge nach mit Neuenburg zu vergleichen, und Zürich einstweilen ganz aus dem Spiel zu lassen. Da Letzteres meinen beiden Collegen nicht recht munden wollte, so entschloss ich mich die Beobachtungen dennoch mitzumachen und dabei die allerdings nicht unbedeutende Mühe mit in Kauf zu nehmen, die mit dem Chronographen verbundene ältere Sternuhr durch häufige Vergleichen mit der auf mittlere Zeit regulirten

Uhr, welche ich von der Association ouvrière in Locle angekauft und bereits als zuverlässig erkannt hatte, in scharfer Controle zu halten; immerhin wurde nun aber von Plantamour, Hirsch und mir verabredet, neben der Linie Rigi-Zürich auch die Linie Zürich-Neuenburg zur entsprechenden Benutzung zu verlangen, beide Linien vom Bureau Zürich unabhängig auf die Sternwarte Zürich zu führen, wodurch letztere sowohl Zwischen- als Endstation werden konnte, und nun wo möglich gleichzeitig die drei Längendifferenzen Rigi-Zürich, Zürich-Neuenburg und Rigi-Neuenburg zu ermitteln, wodurch eine vortreffliche Controle in Aussicht gestellt war. Nachdem sodann Plantamour, Hirsch und ich 1867 IV 6-9 und V 30-VI 4 in Neuenburg theils mittelst künstlichen und wirklichen Sternen uns unter einander am Chronoskop und Chronographen verglichen, theils mit Berathung von Hipp unser Beobachtungsprogramm entworfen hatten, traf jeder von uns die nöthigen Vorbereitungen um in Action treten zu können: Für die Ergänzung der äussern Verbindungen mit dem Telegraphenbureau Zürich sorgte Herr Inspector Hohl, der uns überhaupt fortwährend auf die verdankenswertheste Weise unterstützte; für die Verbindungen im Innern der Sternwarte aber, welche ziemlich schwierig waren, wenn die neuen Functionen ohne Störung der alten bequem und sicher ausführbar werden sollten, gelang es mir selbst ein brauchbares Schema zu entwerfen, und bei seiner Ausführung half mir ein intelligenter Telegraphist, Herr Fischer, welcher dann auch später während der Längenbestimmung die oft nicht leichte Correspondenz auf dem Morse besorgte. Die bei-



stehende Figur gibt eine Uebersicht von diesem Schema, und zwar bezeichnen *TB* und *UB* die je aus 10 Minotto-Elementen bestehenden Localbatterien für Uhr und Taster, — *LB*, die erst aus 120 kleinen Daniell'schen Elementen, später aus 80 Daniell'schen und 40 Minotto-Elementen bestehende Linienbatterie, — *U* die alle Sekunden den Uhrstrom herstellende Repsold-Uhr, — *R* den zur Controle benutzten Regulator auf mittlere Zeit, — *U.S.* und *T.S.* Uhrschreiber und Tasterschreiber des Chronographen, — *T'*, *T''* und *T'''* Sprech- taster, Linientaster und Localtaster, — *B'* und *B''* Boussole, — *M* den Morse oder Schwarzschreiber, — *Rh* den Rheostaten, — und endlich *K* den Kettenwechsel. — Sollte Zürich Zwischenstation sein, d. h. sollten Zeichen von einer der beiden übrigen Stationen nach der andern gehen, und zugleich bei uns verstanden oder notirt werden, so wurde der Gleitwechsel *a* geschlossen und im Kettenwechsel entweder bei 4 und 10, oder bei 16 und 10 ein Stift gesteckt, je nachdem das Zeichen auf Morse

oder Chronograph erscheinen sollte; und bei denselben Stellungen konnte auch Zürich an T' nach Rigi und Neuenburg sprechen, oder an T'' Zeichen auf alle drei Chronographen geben. Sollte Zürich dagegen Endstation sein, d. h. nur mit Rigi oder nur mit Neuenburg verkehren, so wurde die Verbindung 4.10 durch 4.11 oder 2.11 und die Verbindung 16.10 durch 16.11 oder 14.11 ersetzt. Sollte endlich Zürich ganz ausgeschlossen werden, so wurden die Linien nach Rigi und Neuenburg direct an der Blitzplatte mit einander verbunden. — Für den Uhrdienst war bei 5 beständig ein Stift, — bei Gebrauch des Localtasters T''' für Uhrvergleichen oder für Beobachtungen überhaupt, welche nur auf dem Zürcher-Chronographen notirt werden sollten, wurde der Gleitwechsel nach b gebracht und, wenn je nach Einsetzen einer neuen Walze in den Chronographen die Federnparallaxe bestimmt werden sollte, für diesen Moment auch noch der zweite Gleitwechsel c geschlossen. — Das vereinbarte Programm setzte fest, dass jeden Abend um 9 Uhr 5 Minuten, nachdem jeder Beobachter für sich Niveau- und Collimationsfehler bestimmt, mindestens einen Circumpolarstern behufs Ermittlung des Azimuthes, und etwa von 8 Uhr ab Culminationen einer Reihe verabredeter equatorealer Sterne beobachtet habe, die zur Verständigung über die gemeinschaftlichen Operationen nothwendige Correspondenz vorgenommen werde, dann abwechselnd jede Station während zwei Minuten constanten Strom und später ein bis zwei Reihen von je 61 Signalen (etwa Sekundenzeichen) gebe, und endlich je nach den Ergebnissen der Correspondenz entweder Zürich

und Neuenburg, oder Neuenburg und Rigi ¹⁾ Sterne austauschen, — oder aber jede Station wieder für sich Sterne beobachte. — Die ersten Versuche dieses Programm auszuführen, hatten VI 29 statt, wobei, wie an allen folgenden Abenden, mein Assistent Herr Weilenmann die zur Bestimmung der Instrumentalfehler nöthigen Ablesungen und Beobachtungen der Circumpolarsterne machte, sowie fortwährend die Uhrvergleichungen besorgte und die Signale gab, während ich die equatorealen Sterndurchgänge beobachtete; es dauerte jedoch bis VII 4, ehe ein vollständiger Austausch von allen drei Stationen gelang, und auch nachher noch traten, abgesehen von der im Allgemeinen ungünstigen Witterung ²⁾, wiederholt Störungen ein, — sei es in einzelnen der Apparate oder durch kleine Missverständnisse — sei es auf den Linien durch starke Ableitungen, — sei es auf einzelnen Bureaux, die der Vorschrift vollständigen Ausschlusses durch directe Verbindung an der Blitzplatte nachzukommen vergassen, — einmal sogar

¹⁾ Ursprünglich wurde der directe Stern-Austausch zwischen Rigi und Zürich wegen der zu geringen Längendifferenz ausgeschlossen; später ergab sich jedoch aus von mir während dem Sternaustausche zwischen Rigi und Neuenburg vorgenommenen Versuchen, dass bei genauer Verabredung über die von Plantamour und mir zu beobachtenden oder aber wegzulassenden Faden auch dieses möglich sei, und so wurden von VII 28 an einige Sternreihen auf allen drei Stationen beobachtet und auf allen drei Chronographen registriert.

²⁾ Von mehreren Gewittern war eines so nahe und stark, dass bereits am Morse ganz hübsche Funken übersprangen; natürlich wurde dann aber sofort, obschon gerade Rigi und Neuenburg sehr lebhaft mit einander conversirten, beide Linien direct mit der Erde verbunden.

durch muthwillige Störung auf einem Zwischenbureau. — Die nothwendige Folge war, dass sich der Abschluss der Operation weiter hinauszog, als wir ursprünglich dachten, nämlich bis VIII 7, so dass Freund Plantamour, der VI 15 auf dem Rigi eingetroffen war, sich bei 8 Wochen abwechselnd den Unbilden der Witterung und dem, durch die nur zu bekannte Unverschämtheit mancher Touristen noch fast ärgern Fremdenzuge ausgesetzt sah, — und somit begreiflicher Weise VIII 9 sehr ermüdet mit Universalinstrument und Registrir-Chronometer bei mir in Zürich eintraf, um sich nach Verabredung mit mir, und dann auch mit Hirsch, der VIII 11 von Neuenburg herkam, nochmals zu vergleichen. Diese letzte Vergleichung wurde VIII 10 bewerkstelligt, indem Plantamour an seinem Instrumente, das an Stelle des parallaktisch-montirten Fernrohrs auf der Terrasse (*F* in Nr. 22) aufgestellt wurde, ganz entsprechend wie auf Rigi, und ich am Kern'schen Meridiankreise ganz entsprechend wie während der eigentlichen Längenbestimmung beobachtete, auch der Zeichenaustausch in alt-gewohnter Weise vorgenommen wurde, — VIII 11 mit dem einzigen Unterschiede, dass Hirsch und ich abwechselnd bei jedem Sterne, der eine die ersten, der andere die letzten Faden beobachtete, — und endlich VIII 12 und 13 noch mit dem weitem Unterschiede, dass für den Zürcher-Chronographen statt der Repsold'schen Uhr der Dubois'sche Chronometer eingeschaltet wurde und somit der Zeichenaustausch unterbleiben konnte. — Die Längenbestimmung Zürich-Rigi-Neuenburg wird, sobald die betreffenden Rechnungen abgeschlossen sind, Gegenstand einer eigenen

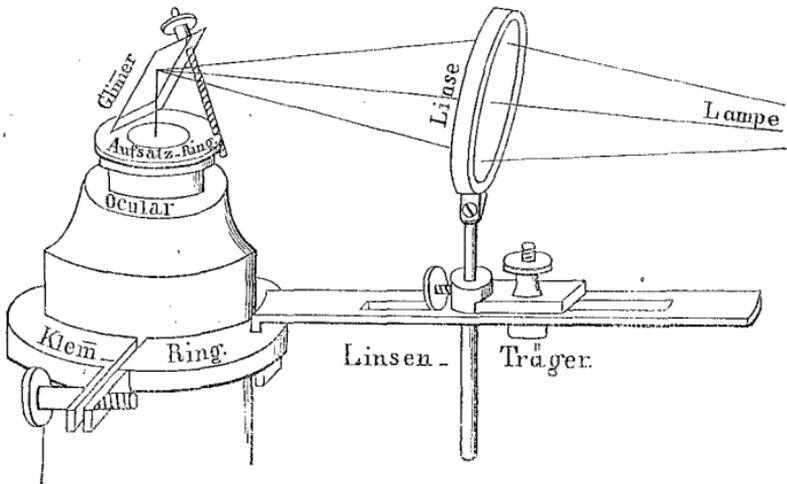
Verzeichniss der abgenommenen Zeichen.

Datum	Sterne in Z	Stern- tausch	Signal- tausch	Uhr- vergl.	Parall- axe	Summe
1867 VI 29	206	—	—	121	11	338
— 30	235	—	359	242	20	856
VII 1	342	—	281	286	30	939
— 2	8	—	225	55	10	298
— 3	86	470	244	187	30	1017
— 4	171	—	366	143	20	700
— 6	6	—	—	11	10	27
— 7	30	—	230	55	10	325
— 8	—	570	366	172	30	1138
— 9	300	742	—	286	20	1348
— 10	373	—	—	220	10	603
— 11	223	573	413	231	20	1460
— 12	—	—	353	33	10	396
— 13	264	146	357	286	20	1073
— 14	161	—	358	253	30	802
— 15	57	—	365	99	20	541
— 16	—	—	366	66	10	442
— 17	—	83	345	88	20	536
— 18	509	198	305	385	20	1417
— 19	175	—	244	176	20	615
— 20	48	—	365	110	20	543
— 21	559	154	272	374	30	1389
— 22	609	44	364	407	30	1454
— 23	298	—	183	187	20	688
— 25	456	116	305	363	40	1280
— 26	19	256	—	143	40	458
— 27	—	—	183	33	10	226
— 28	287	574	183	385	30	1459
— 29	330	656	183	429	40	1638
— 30	—	—	183	33	10	226
— 31	341	727	183	385	50	1686
VIII 1	—	—	183	33	10	226
— 2	—	—	122	22	10	154
— 3	42	474	183	231	20	950
— 4	—	—	183	33	10	226
— 5	—	—	175	33	10	218
— 6	—	—	183	33	10	226
— 7	109	—	183	154	20	466
— 10	197	—	244	176	30	647
— 11	451	—	244	297	30	1022
— 12	503	—	—	22	30	555
— 13	314	—	—	33	20	367
Summa	7709	5783	5281	7311	891	30975

Publication der geodätischen Commission werden, der ich in keiner Weise vorzugreifen gedenke, mir vorbehaltend nachträglich einzelne Neben-Resultate meiner Beobachtungen mitzutheilen, welche dort keinen Platz finden können. Vorläufig will ich nur mittheilen, dass während der ganzen Operation auf dem Zürcher Chronographen nicht weniger als 30975 Zeichen notirt wurden, über deren Vertheilung nach den einzelnen Tagen und Kategorien die beigegebene Tafel Aufschluss gibt, und dass wohl in dieser grossen Anzahl von Zeichen, deren jedes nicht nur abzulesen, sondern in Rechnung zu bringen ist, ein hinlänglicher Grund dafür liegt, dass die definitiven Resultate etwas lange auf sich warten lassen.

Die definitive Bestimmung der Polhöhe oder geographischen Breite der neuen Sternwarte, über deren vorläufige Ermittlung in Nr. XXII berichtet wurde, ist zwar noch nicht vollendet, aber es sind wenigstens mehrere dafür nöthige Studien und Arbeiten theils durchgeführt, theils begonnen worden und es kann bereits über zwei derselben referirt werden: Die erste Studie bezog sich auf die möglichst rasche und genaue Bestimmung des Zenithpunktes mit Hülfe eines im Nadir aufgestellten Quecksilberhorizontes, d. h. also eigentlich auf die besten Reflex- und Beleuchtungsvorrichtungen zu diesem Zwecke, da ja die ganze Leichtigkeit und Sicherheit dieser Methode davon abhängt, dass, sobald das Fernrohr annähernd nach dem Nadir gerichtet ist, auch sofort ein scharfes Spiegelbild des Horizontalfadens sichtbar wird. Nachdem ich im Laufe der Jahre alle mir bekannt gewordenen Vorschläge über betreffende Quecksilberhorizonte und Ocularauf-

sätze durchprobt hatte, entschied ich mich, als Quecksilberhorizont ein einfaches gläsernes, mit reinem Quecksilber gefülltes Gefäß anzuwenden, — auch das zur Sternbeobachtung gebrauchte Ocular unverändert für die Nadirbestimmung beizubehalten, ihm einzig behufs der Beleuchtung einen, ein schiefgestelltes Glimmerblättchen tragenden Ring vorzustecken, und auf dieses Blättchen das Licht einer seitlichen Lampe mittelst einer Sammellinse zu concentriren. Ich erhielt so bei gehöriger Ausdauer ganz schöne Reflexbilder, musste aber natürlich jeweilen für Blättchen und Linse zweckmässige Stellungen aufsuchen, was oft eine ziemliche Zeit erforderte und recht mühsam war, — also natürlich zur Folge hatte, dass zum Schaden der Beobachtung diese Operation möglichst selten vorgenommen wurde. — Doch „Noth bricht Eisen“, und so gelang es mir und meinem Assistenten, Herrn Weilenmann, nach einigen Proben auch noch diesen Uebelstand vollständig zu beseitigen und einen durch die beistehende Figur wohl



hinlänglich veranschaulichten Hilfsapparat zu construiren, der nach gelungener Ausführung durch Herrn Kern in Aarau wirklich kaum mehr etwas zu wünschen übrig lässt.¹⁾ Soll der Zenithpunkt bestimmt werden und ist hierfür das Fernrohr beiläufig nach dem Nadir gerichtet, so hat man nunmehr einfach den Aufsatzring mit dem Glimmerblättchen auf das Ocular zu legen, den Linsenträger in den beständig am Rohr bleibenden Klemmring einzustecken und die dafür bestimmte Gasflamme anzuzünden, — sieht sofort das Bild, ja hat nur ausnahmsweise nöthig die Stellungen vom Glimmerblättchen und Linse etwas zu corrigiren, — stellt durch einige leichte Schläge das ungeklemmte Fernrohr so, dass die Distanz des beweglichen Horizontalfadens und seines Bildes durch den festen Horizontalfaden halbirt wird, und liest ab, — eine Summe von Operationen, die in wenigen Minuten, also zwischen den Sternbeobachtungen, so oft man nur will, durchzuführen ist. — Dieselbe Vorrichtung leistet selbstverständlich auch die besten Dienste, wenn man neben dem Nadirpunkte auch die Summe

¹⁾ Herr P. Tachini hat in einer Abhandlung, welche er unter dem Titel „L'orizzonte artificiale del Cerchio Meridiano di Palermo“ in dem kürzlich erschienenen Februarheft des „Bulletino meteorologico del R. Osservatorio di Palermo“ veröffentlichte, eine schöne Reihe von Nadirbestimmungen mitgetheilt, welche er mit dem Lamont'schen Oculare und dem von Lamont vorgeschlagenen Quecksilberhorizonte erhielt, welche er bei dieser Gelegenheit beschreibt und abbildet. Ich muss aber dennoch wenigstens unsere Ocularvorrichtung vorziehen, da es mir gerade wesentlich erscheint für die Sterne und die Nadirbestimmung dasselbe Ocular brauchen zu können.

von Collimation und Neigung am Quecksilberhorizonte ablesen will, — sei es um die anderweitigen Bestimmungen dieser beiden Correctionselemente zu controliren, — sei es um daraus, wie es auf der Zürcher Sternwarte Uebung ist um das als schädlich erkannte häufige Umlegen zu vermeiden, die Collimation mit Hülfe der aus den Durchgangszeiten eines polären Sternes und seines Spiegelbildes in einem passend aufgestellten Quecksilberhorizonte bestimmten Neigung förmlich abzuleiten.

Die zweite Studie bezog sich auf die Bestimmung der Refraction, welche ich schon in Bern nur ausnahmsweise der Bessel'schen Tafel entnahm, sondern gewöhnlich durch Messung der scheinbaren Zenithdistanzen höherer und tieferer Sterne für jeden Beobachtungsabend direct ableitete, — zuweilen sogar, um auch die Declinationen nicht voraussetzen zu müssen, die beiden Culminationen von Circumpolarsternen beobachtend. Da ich bei allen Höhenmessungen die Nähe des Horizontes ohnehin vermied, so konnte ich hiebei mit fast immer hinlänglicher Annäherung die Refraction der Tangente der Zenithdistanz proportional setzen; aber dennoch kann ich es nur mit Freuden begrüßen und muss es als einen erheblichen Fortschritt ansehen, dass mein Assistent Herr Weilenmann in neuester Zeit beim Studium der Bauernfeind'schen Entwicklungen den glücklichen Griff machte durch eine kleine, die Genauigkeit kaum wesentlich beeinträchtigende Veränderung eine grosse Vereinfachung zu erzielen, welche eine bequeme Bestimmung der Refraction zu erlauben scheint, ohne entweder mein ursprüngliches Princip der directen Be-

rücksichtigung der örtlichen und zeitlichen Verhältnisse oder dann eine etwas grössere Annäherung an den Horizont vermeiden zu müssen. Ich lasse daher gerne die mir von ihm eingegebene Arbeit in extenso folgen:

„Es ist meine Ueberzeugung“, schreibt Herr Weilenmann, dass „Refractionstafeln, die für einen Ort z. B. für Königsberg gelten, nicht unmittelbar auch anderswo angewandt werden dürfen, da die Temperaturverhältnisse ganz andere sein können. Es muss daher von Interesse sein, die Refraction für jeden Ort mit nicht wesentlich mehr Mühe bestimmen zu können als erforderlich ist, jene aus den Bessel'schen Tafeln heraus zu schreiben; und dies um so eher, da ja bekanntlich die Refraction mit der Temperatur und dem Barometerstande ändert. Um diese Variationen zu würdigen, bleibt uns aber bei Benutzung der gewöhnlichen Tafeln Nichts übrig als am Beobachtungsorte Barometer und Thermometer abzulesen und dann nach diesen durch Erfahrungs-correctionen die Refractionen zu verbessern. — Nun hat freilich Bessel, dessen unermüdlicher Eifer ja bekannt ist, aus zahlreichen Beobachtungen, die im Mittel Statt habende Abhängigkeit der Refraction von Temperatur und Luftdruck bestimmt und in Tafeln gebracht. Aber abgesehen davon, dass diese Abhängigkeit nur im Mittel gilt, halte ich es für ausgemacht, dass die für Königsberg gültigen Correctionen nicht auch für andere z. B. in südlichern Breiten gelegene Orte gelten. Es wäre daher, wenn wirklich rationell verfahren werden soll, nothwendig, dass auf jeder Sternwarte vor Allem besondere Refractionstafeln entworfen und deren Abhängigkeit vom

Luftzustand ausgemittelt würde. Nun ist diese Arbeit jedenfalls zeitraubend und dann bleibt zudem noch immer einige Unsicherheit wegen der Temperaturbestimmung. Wir brauchen für das Thermometer nur einen andern Standpunkt zu wählen, so können wir Differenzen erhalten die bis zwei Grade betragen können; ja am Tage kann dieser Unterschied sich noch bedeutend steigern und man weiss vollends nicht, soll man im Schatten oder in der Sonne ablesen. Diesem Uebelstande suchte man schon längst durch Entwicklung von Formeln, die sich den Refractionen möglichst anpassen, abzuhelpen. Es sind solche schon in Masse aufgetaucht; aber während die einen in grössern Zenithdistanzen nicht mehr genügen, sind die andern viel zu complicirt. Bessel's und Ivory's Ausdrücke sind nicht wohl zum praktischen Gebrauche anwendbar und „ $\alpha \tan z$ “ gilt nur für geringere Zenithdistanzen. Die verschiedenen Theorien studirend, aber von Allen wenig befriedigt ihrer Weitläufigkeit oder dann Ungenauigkeit wegen, kam mir auch die in Nr. 1478 der astronomischen Nachrichten enthaltene Abhandlung von Bauernfeind in die Hände. Sie sprach mich besonders dadurch an, dass die Aenderungen des Luftzustandes aus Experimenten abgeleitet waren; und diese Abhandlung war es, die mich auf eine sehr einfache und sehr genaue Formel führte. Ich gebe hier in Kürze seine Theorie wieder, um dann unmittelbar zu meinem Ausdruck überzugehen.

„Durch Experimente fand Bauernfeind folgende Beziehungen: Sind h und h' zwei Atmosphärenhöhen, ϑ und ϑ' die absoluten Temperaturen (Nullpunkt bei

- 273° Centigr.), p und p' die Drücke, ϱ und ϱ' die Dichtigkeiten und endlich k und k' zwei zu bestimmende Coefficienten, so hat man :

$$\frac{\vartheta'}{\vartheta} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{1-\frac{1}{k}} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{k-1} = \left(\frac{h'}{h}\right)^{k'}$$

wobei $k = 1.216$ und $k' = 1.023$ oder genähert $k = 1.2$ u. $k' = 1.0$ gefunden wurde, so dass also

$$\frac{\vartheta'}{\vartheta} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{h'}{h}.$$

„Laplace hat nun bekanntlich für die Refraction folgende Differenzialformel aufgestellt :

$$dr = -\frac{\alpha''}{1-\alpha} \sin z \frac{d\varrho}{\varrho_0} \cdot \frac{1-s}{\sqrt{\cos^2 z + (2s-s^2) \sin^2 z - 2\alpha\left(1-\frac{\varrho}{\varrho_0}\right)}}$$

wo dr das Differenzial der Refraction, α'' die Refractionsconstante der Luft in Bogensekunden, α dieselbe Grösse in Längen, ϱ_0 die Dichtigkeit der Luft am Meeresspiegel, ϱ dieselbe in der Höhe x über dem Meere und z die Zenithdistanz des Gestirnes bezeichnet, endlich $s = \frac{x}{r_0+x}$ ist, wo r_0 den Radius der Erde am Beobachtungsorte vorstellt. Setzen wir noch

$$\frac{x}{h} = y \text{ und } m = \frac{h}{r_0}, \text{ also } my = \frac{x}{r_0},$$

so wird nach Bauernfeind :

$$\frac{\varrho}{\varrho_0} = \left(\frac{h-x}{h}\right)^5 = (1-y)^5, \quad \frac{d\varrho}{\varrho_0} = -5(1-y)^4 dy,$$

$$s = \frac{x}{r_0+x} = \frac{my}{1+my};$$

somit :

$$dr = \frac{5\alpha''}{1-\alpha} \sin z \frac{(1-y)^4 dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2my + m^2 y^2 - 2\alpha(1-(1-y)^5)(1+my)^2}}$$

Den Ausdruck

$$m^2 y^2 - 2\alpha(1 - (1-y)^5)(2my + m^2 y^2)$$

als sehr klein vernachlässigend und

$$\cos^2 z = a, \quad 2m = b, \quad \frac{5\alpha''}{1-\alpha} \sin z = q, \quad y - 1 = u$$

setzend, erhält man

$$dr = \frac{q u^4 du}{\sqrt{a + b(1+u) - 2\alpha(1+u^5)}}.$$

Daraus folgt, da, wenn q von q_0 bis 0 abnimmt, u von -1 bis 0 zunimmt

$$r = \int_{-1}^0 \frac{u^4 du}{\sqrt{a + b(1+u) - 2\alpha(1+u^5)}}.$$

Dieses Integral liefert keinen geschlossenen Ausdruck, sondern, durch Entwicklung der Wurzel, Glieder von der Form

$$\int_{-1}^0 \frac{u^p du}{\sqrt{(A + Bu)^q}},$$

die sich dann integrieren lassen. Die so erhaltenen und an obgenanntem Orte zu findenden Reihen stellen, wie wir aus einer spätern Zusammenstellung sehen werden, die Refractionen bis zum Horizonte sehr schön dar; was ihnen einen grossen Vorzug vor den Ivory'schen und Bessel'schen Reihen gibt. Aber es ist auch hier der Nachtheil, dass bei grössern Zenithdistanzen die Convergenz geringer wird. Es könnte sich diese Formel daher nur zur Entwerfung einer Tafel eignen. Das ist's aber nicht, was zu wünschen ist; denn wenn man sich mit Tafeln be-

gnügen will, so sind gewiss die Bessel'schen noch immer gut. Hingegen ist gewiss das von grossem Interesse, dass ihre Uebereinstimmung mit den Beobachtungen mit ziemlicher Sicherheit auf die Wahrheit der Bauernfeind'schen Resultate über die Constitution der Atmosphäre schliessen lassen. — Wenn ich nun an seinen durch Experimente erhaltenen Beziehungen zwischen Dichtigkeit, Höhe, Temperatur Aenderungen vornehme, so geschieht dies durchaus nicht, um Thatsachen zu bestreiten, sondern um, wie angedeutet, eine Formel zu erhalten, welche beinahe so leicht zu handhaben ist als die Bessel'schen Tafeln, und die Refractionen bis in irgend praktisch noch brauchbare Zenithdistanzen ganz gut darstellt. Durch dieses Mittel wird sich dann leicht entscheiden lassen, ob die Refractionen nach Norden und Süden verschieden zu nehmen sind oder nicht. — Ich machte folgende Schlüsse: In der Differenzialformel von Bauernfeind ist $(1 - y)^5$ mit einem kleinen Faktor, α multipliziert. Ferner ist y zwischen den Grenzen 0 und 1 zu nehmen; also bekommt auch $(1 - y)^5$ nur Werthe zwischen 0 und 1. Die Variation zwischen den gleichen Grenzen habe ich aber, wenn ich statt $(1 - y)^5$ einfach $(1 - y)$ setze; folglich wird es auf die Richtigkeit der Formel geringen Einfluss haben, wenn ich setze

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{h-x}{h} = 1 - y, \text{ also } \frac{d\rho}{\rho^0} = - dy.$$

„Benutzen wir dieses Resultat und den frühern Werth von s , so erhalten wir aus der Laplace'schen Formel:

$$dr = \frac{\alpha''}{(1-\alpha)} \sin z \frac{dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)y + m^2 y^2 - 4\alpha m y^2 - 2\alpha m^2 y^3}}$$

Da nun m , das Verhältniss der Atmosphärenhöhe zum Erdradius nur klein, und ebenso α , so dürfen wir die Glieder

$$m^2 y^2 - 4\alpha m y^2 - 2\alpha m^2 y^3$$

vernachlässigen, und bekommen dann

$$dr = \frac{\alpha''}{1-\alpha} \sin z \frac{dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)y}},$$

wo α , m und z bei der Integration als constant anzusehen sind. Es wird also:

$$r = \frac{\alpha''}{1-\alpha} \sin z \int_0^1 \frac{dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)y}}.$$

Nun ist sogleich

$$\int \frac{dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)y}} = \frac{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)y}}{m-\alpha};$$

somit

$$\int_0^1 \frac{dy}{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)y}} = \frac{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)} - \cos z}{m-\alpha}.$$

Daraus folgt die einfache Formel:

$$r = \frac{\alpha''}{1-\alpha} \cdot \frac{\sqrt{\cos^2 z + 2(m-\alpha)} - \cos z}{m-\alpha} \cdot \sin z$$

oder wenn wir setzen:

$$\frac{\alpha''}{1-\alpha} = \beta; \quad m - \alpha = \gamma,$$

so ergibt sich:

$$r = \beta \cdot \frac{\sqrt{\cos^2 z + 2\gamma} - \cos z}{\gamma} \cdot \sin z.$$

„Diese Formel hat einen besondern Vortheil: es sind nämlich die Constanten β und γ getrennt, und γ ist eine Grösse, die jedenfalls nur sehr geringen Aenderungen unterworfen ist, da Variationen hauptsächlich von der Verschiedenheit der Atmosphärenhöhe abhängen. Nun ist aber m das Verhältniss der Lufthöhe zum Erdradius, und dieses kann offenbar nur um Geringes ändern, und jedenfalls wird diese Aenderung von minimem Einfluss auf die Refraction sein, da γ zudem sowol im Zähler als im Nenner vorkommt. — Wir können daher, wenn für γ einmal ein mittlerer Werth gefunden ist, diese Grösse als unveränderlich betrachten, und es wird die Refraction hauptsächlich von der Grösse β abhängen. — Wir können folglich schreiben:

$$r = \beta \cdot \Sigma(z), \text{ wo } \Sigma(z) = \frac{\sqrt{\cos^2 z + 2\gamma} - \cos z}{\gamma} \sin z$$

und ganz ähnlich wie die trigonometrischen Functionen nur von z abhängt. Es lassen sich, sowie γ gegeben ist, die Logarithmen der $\Sigma(z)$ in Tafeln bringen, die dann beständig, wenigstens für Orte von nicht gar zu grossem Höhenunterschiede gelten. Ich habe nun angenommen, wenn man γ so bestimme, dass den Bessel'schen mittlern Refractionen Genüge geleistet werde, so könne $\Sigma(z)$ so ziemlich für alle Orte gleich gesetzt werde. Sollte aber diese Annahme nicht allen Beobachtern genügen, so ist jeder leicht im Stande, durch Sterne nach und nach einen mittlern Werth von γ zu finden, und sodann eine Tafel der Σ nach den hier später mitgetheilten zu entwerfen.

„Um zu sehen in wie weit obige gewiss einfache

Formel den Beobachtungen genügt, vergleiche ich deren Resultate mit den Bessel'schen Tafeln, und zwar zunächst mit denen der mittlern Refraction und nachher mit denen von irgend einem andern Luftzustande. — Die nachstehende Tafel enthält folgende Rubriken: Unter z die scheinbare Zenithdistanz; unter B die Bessel'schen Refractionen, unter B' die Bauernfeind'schen und unter W die nach meiner Formel berechneten. Endlich sind noch die Differenzen $B'-B$ und $W-B$ beigelegt.

z	B	B'	W	$B'-B$	$W-B$
0°	0.0''	0.0''	0.0''	0.0''	0.0''
10	10.2	10.1	10.2	-0.1	0.0
20	21.0	20.9	21.0	-0.1	0.0
30	33.3	33.2	33.3	-0.1	0.0
40	48.4	48.2	48.3	-0.2	-0.1
45	57.7	57.4	57.6	-0.3	-0.1
50	68.7	68.4	68.6	-0.3	-0.1
55	82.3	81.9	82.2	-0.4	-0.1
60	99.7	99.3	99.6	-0.4	-0.1
65	123.2	122.7	123.1	-0.5	-0.1
70	157.3	156.7	157.2	-0.6	-0.1
75	212.1	211.4	212.1	-0.7	0.0
76	227.4	226.7	227.4	-0.7	0.0
77	244.9	244.1	244.9	-0.8	0.0
78	265.0	264.3	265.2	-0.7	+0.2
79	288.5	287.7	288.7	-0.8	+0.2
80	316.2	315.4	316.5	-0.8	+0.3
81	349.3	348.6	349.8	-0.7	+0.5
82	389.6	389.0	390.3	-0.6	+0.7
83	439.7	439.3	440.4	-0.4	+0.7
84	503.3	503.2	504.0	-0.1	+0.7
$84\frac{1}{2}$	542.9	541.9	542.4	-1.0	-0.5
85	586.5	586.6	586.5	+0.1	0.0
$85\frac{1}{2}$	639.6	638.4	637.4	-1.2	-2.2
86	698.9	699.4	696.5	+0.5	-2.4
87	854.6	858.1	847.3	+3.5	-7.3

Dabei haben in meiner Formel die Constanten folgende Werthe :

$$\log \beta = 1.76138 \quad \log \gamma = 7.32948 - 10, \text{ also}$$

$$\beta = 57.727'' \quad \alpha'' = 57.712'' \quad \alpha = 0.00027991$$

$$m = 0.0024153$$

Da nun $m = \frac{h}{r_0}$ und im Mittel $r = 859.427$ Meilen, so erhalten wir für die Höhe der Atmosphäre blos

$$h = 2.076 \text{ geogr. Meilen.}$$

Diess ist offenbar eine viel zu kleine Zahl; aber wir können das erhaltene Resultat dadurch erklären, dass es hauptsächlich die untern dichten Schichten sind, welche die Refraction erzeugen, während die höhere ungemein verdünnte Luft nur einen unmerklichen Einfluss ausübt. — Aus der Tafel ergibt sich, dass die Formel bis 86 oder 87° ganz gut stimmt; nachher weicht sie freilich ab, und die Resultate werden zu klein; aber ich halte das für keinen grossen Uebelstand, weil nachher doch jede Genauigkeit aufhört.

„Um die Refraction zu berechnen, oder den Werth von Σ in Tafeln zu bringen, lassen sich mit besonderm Vortheil die von Wittstein entworfenen siebenstelligen Gauss'schen und seine fünfstelligen Logarithmentafeln benutzen. Ich will dies an folgendem Beispiel zeigen. Ist nämlich z. B. die Refraction bei 78° zu suchen, so ergibt sich folgendes Rechnungsschema :

$\log \sin z = 9.99040 - 10$ $\log \cos z = 9.31788 - 10$ $-\log \gamma = 2.67052$ $\log \alpha = 1.76138$ <hr style="width: 80%; margin-left: 0;"/> $A' = 8.68337 - 10$	$2 \log \cos z = 8.63576 - 10 \quad b$ $\log 2\gamma = 7.63051 - 10 \quad a$ $A = 8.99475 - 10 \quad (a-b).$ $B = 0.0409180$ $B' = \frac{1}{2} B = 0.0204590$
$\log r = 2.42355$ $r = 265.2''$	wie wir in der Tafel verzeichnet finden.

Die Zahlen A , B , A' und B' beziehen sich auf die entsprechenden Columnen der Gauss'schen Logarithmentafeln.

„Unter Annahme eines constanten γ würde die Refraction bei Meridianbeobachtungen folgendermassen bestimmt:

1) Bei noch unbekannter Polhöhe.

Man beobachtet einen hohen und einen tiefen der Deklination nach bekannten Stern, welche geben:

$$\varphi = d_1 + z_1 + \beta \cdot \Sigma_1$$

$$\varphi = d_2 + z_2 + \beta \cdot \Sigma_2$$

Daraus folgt:

$$\beta = \frac{d_1 - d_2 - (z_2 - z_1)}{\Sigma_2 - \Sigma_1}$$

2) Bei Bestimmung der Polhöhe aus Circumpolarsternen, deren Deklination als unbekannt angenommen, und z gegen Norden positiv gezählt wird:

Obere Culmination: $\varphi = d_1 - z_1 - \beta \cdot \Sigma_1$

Untere Culmination: $\varphi = d_2 - z_2 - \beta \cdot \Sigma_2$

Obere Culmination: $\varphi = 180 - d_1 - z_1' - \beta \cdot \Sigma_1'$

Untere Culmination: $\varphi = 180 - d_2 - z_2' - \beta \cdot \Sigma_2'$

Wir erhalten hieraus:

$$\beta = \frac{z_2 - z_1 + z_2' - z_1'}{\Sigma_1 - \Sigma_2 + \Sigma_1' - \Sigma_2'}$$

$$\varphi = 90^\circ - \frac{z_2 + z_2'}{2} - \beta \cdot \frac{\Sigma_2 + \Sigma_2'}{2}$$

Haben wir diese Grössen, so können wir noch leicht d_1 und d_2 bestimmen.

3) Kann die Polhöhe einmal als bekannt angenommen werden, so ist zur Bestimmung von β nur ein tiefer, der Deklination nach gegebener, Stern nothwendig; denn man hat:

$$\varphi = d + z + \beta \cdot \Sigma;$$

somit

$$\beta = \frac{\varphi - d - z}{\Sigma}$$

4) Um ferner zu untersuchen, ob die Refraction nach Norden und Süden wesentlich verschieden sei, wären mir einige z. B. am Cap der guten Hoffnung oder in Buenos-Ayres gut bestimmte Zenitalsterne sehr erwünscht. Es blieb nämlich bei Entwerfung der jetzigen Bessel'schen Refractionstafeln Nichts übrig, als Circumpolarsterne zu benutzen, und die so erhaltenen Correctionen einfach auf südliche Sterne überzutragen, während doch nach Norden ganz andere Temperaturverhältnisse existiren als nach Süden.

„Um die Anwendung der Formel zu erleichtern, gebe ich die mit dem mittlern Werthe von γ bestimmten $\Sigma(z)$ in Tafeln von gleicher Ausdehnung wie in Bremikers Logarithmentafeln die mittleren Refractionen vorkommen, und zwar sowol $\log \Sigma(z)$ als $\Sigma(z)$ selbst. (Siehe Tafeln auf pag. 148—150). —

„Obgleich man schon von vorneherein sieht, dass erstens nicht sehr stark ändern kann, und folglich für dasselbe z die Funktion $\Sigma(z)$ wahrscheinlich als constant angesehen werden darf, wollen wir diess doch an einigen Beispielen prüfen. Die nachstehenden Tafeln gelten streng für den mittlern Barometerstand von circa 752 Millim. Nun will ich einen Barometerstand von 710.6 Millim., also den tiefsten, der in Bremikers Logarithmentafeln vorkommt, annehmen und die mittlere Temperatur belassen und die in der Tafel enthaltenen Werthe von $\Sigma(z)$ benutzen.

Schb.	$\Sigma(z)$		Schb.	$\Sigma(z)$	
	z	Log.		Num.	z
1 ^o	8.24192	0.0174	41 ^o	9.93836	0.8677
2	8.54308	0.0349	42	9.95362	0.8987
3	8.71940	0.0524	43	9.96882	0.9307
4	8.84464	0.0699	44	9.98398	0.9638
5	8.94195	0.0875	45	9.99912	0.9980
6	9.02162	0.1051	46	0.01425	1.0334
7	9.08914	0.1228	47 ^o 0'	0.02941	1.0701
8	9.14780	0.1405	20	0.03447	1.0826
9	9.19971	0.1584	40	0.03953	1.0953
10	9.24632	0.1763	48 0	0.04459	1.1081
11	9.28865	0.1944	20	0.04965	1.1211
12	9.32747	0.2125	40	0.05474	1.1343
13	9.36336	0.2309	49 0	0.05980	1.1476
14	9.39667	0.2493	20	0.06487	1.1611
15	9.42805	0.2679	40	0.06996	1.1748
16	9.45750	0.2867	50 0	0.07506	1.1887
17	9.48534	0.3057	20	0.08015	1.2027
18	9.51178	0.3249	40	0.08528	1.2169
19	9.53697	0.3443	51 0	0.09042	1.2315
20	9.56107	0.3640	20	0.09557	1.2461
21	9.58418	0.3839	40	0.10074	1.2611
22	9.60641	0.4040	52 0	0.10592	1.2762
23	9.62785	0.4245	20	0.11111	1.2916
24	9.64858	0.4452	40	0.11632	1.3071
25	9.66867	0.4663	53 0	0.12154	1.3229
26	9.68817	0.4877	20	0.12678	1.3390
27	9.70717	0.5095	40	0.13205	1.3553
28	9.72567	0.5317	54 0	0.13733	1.3719
29	9.74375	0.5543	20	0.14263	1.3888
30	9.76144	0.5773	40	0.14795	1.4059
31	9.77809	0.5999	55 0	0.15338	1.4236
32	9.79513	0.6289	20	0.15864	1.4409
33	9.81186	0.6484	40	0.16413	1.4592
34	9.82826	0.6734	56 0	0.16953	1.4775
35	9.84450	0.6990	20	0.17497	1.4961
36	9.86502	0.7253	40	0.18043	1.5151
37	9.87636	0.7522	57 0	0.18592	1.5343
38	9.89205	0.7799	20	0.19144	1.5540
39	9.90760	0.8083	40	0.19698	1.5739
40	9.92303	0.8376	58 0	0.20256	1.5943

Schb. z	$\Sigma(z)$		Schb. z	$\Sigma(z)$	
	Log.	Num.		Log.	Num.
58° 20'	0.20817	1.6150	71° 40'	0.47507	2.9859
40	0.21381	1.6361	72 0	0.48343	3.0439
59 0	0.21948	1.6576	20	0.49194	3.1041
20	0.22519	1.6795	40	0.50058	3.1665
40	0.23093	1.7019	73 0	0.50933	3.2309
60 0	0.23671	1.7247	20	0.51825	3.2980
20	0.24254	1.7480	40	0.52731	3.3675
40	0.24839	1.7717	74 0	0.53652	3.4397
61 0	0.25429	1.7959	20	0.54591	3.5148
20	0.26023	1.8206	40	0.55546	3.5930
40	0.26621	1.8459	75 0	0.56518	3.6743
62 0	0.27225	1.8718	20	0.57509	3.7592
20	0.27832	1.8981	40	0.58520	3.8477
40	0.28423	1.9241	76 0	0.59551	3.9401
63 0	0.29060	1.9525	10	0.60075	3.9879
20	0.29683	1.9808	20	0.60604	4.0368
40	0.30310	2.0095	30	0.61137	4.0867
64 0	0.30943	2.0390	40	0.61677	4.1378
20	0.31581	2.0692	50	0.62224	4.1903
40	0.32225	2.1001	77 0	0.62774	4.2436
65 0	0.32876	2.1319	10	0.63332	4.2985
20	0.33532	2.1643	20	0.63896	4.3547
40	0.34174	2.1965	30	0.64466	4.4122
66 0	0.34864	2.2317	40	0.65044	4.4714
20	0.35540	2.2667	50	0.65627	4.5318
40	0.36223	2.3027	78 0	0.66217	4.5938
67 0	0.36914	2.3396	10	0.66815	4.6574
20	0.37612	2.3775	20	0.67420	4.7228
40	0.38318	2.4164	30	0.68031	4.7897
68 0	0.39032	2.4565	40	0.68651	4.8586
20	0.39754	2.4977	50	0.69278	4.9292
40	0.40485	2.5401	79 0	0.69914	5.0020
69 0	0.41225	2.5838	10	0.70557	5.0766
20	0.41974	2.6287	20	0.71210	5.1535
40	0.42733	2.6750	30	0.71871	5.2325
70 0	0.43503	2.7229	40	0.72540	5.3138
20	0.44282	2.7722	50	0.73219	5.3975
40	0.45071	2.8231	80 0	0.73906	5.4835
71 0	0.45872	2.8755	10	0.74604	5.5724
20	0.46684	2.9298	20	0.75312	5.6640

Schb. z	$\Sigma(z)$		Schb. z	$\Sigma(z)$	
	Log.	Num.		Log.	Num.
80° 30'	0.76030	5.7584	83° 50'	0.93086	8.5282
40	0.76758	5.8557	84 0	0.94108	8.7314
50	0.77497	5.9562	10	0.95152	8.9438
81 0	0.78247	6.0600	20	0.96213	9.1650
10	0.79009	6.1673	30	0.97299	9.3970
20	0.79782	6.2780	40	0.98407	9.6398
30	0.80568	6.3927	50	0.99537	9.8940
40	0.81367	6.5113	85 0	1.00691	10.1605
50	0.82136	6.6277	10	1.01868	10.4395
82 0	0.83000	6.7609	20	1.03075	10.7338
10	0.83840	6.8929	30	1.04305	11.0416
20	0.84693	7.0296	40	1.05561	11.3661
30	0.85561	7.1715	50	1.06846	11.7073
40	0.86442	7.3185	86 0	1.08159	12.0667
50	0.87341	7.4715	10	1.09502	12.4457
83 0	0.88255	7.6305	20	1.10872	12.8445
10	0.89185	7.7956	30	1.12274	13.2661
20	0.90133	7.9677	40	1.13707	13.7113
30	0.91099	8.1468	50	1.15173	14.1817
40	0.92081	8.3332	87 0	1.16670	14.6790

Die folgende Tafel gibt in der ersten Colonne die scheinbaren Zenitdistanzen, dann unter B die Bessel'schen Refractionen, und unter W die berechneten, während die letzte Reihe die Differenzen $W-B$ enthält. Mit der Refraction bei 75° finde ich:

$$\log \beta = 1.73672.$$

Schb. z	B	W	Diff.	Schb. z	B	W	Diff.
0°	0.0''	0.0''	0.0''	80°	298.9''	299.1''	+0.2''
10	9.6	9.6	0.0	81	330.1	330.5	+0.4
20	19.9	19.9	0.0	82	368.2	386.7	+0.5
30	31.5	31.5	0.0	83	415.4	416.2	+0.8
40	45.8	45.7	-0.1	84	475.5	476.2	+0.7
50	65.0	64.8	-0.2	85	554.0	554.1	+0.1
60	94.2	94.1	-0.1	86	660.0	658.1	-1.9
70	148.7	148.5	-0.2	87	806.7	800.6	-5.1
75	200.4	200.4	0.0				

Dies Resultat belehrt uns zunächst, dass eine Aenderung des Barometerstandes auf $\Sigma(z)$ bis zu 87° ohne Einfluss ist. — Um nun die Uebereinstimmung bei Temperaturänderung zu prüfen, wollen wir den mittlern Bessel'schen Barometerstand belassen, und die Refraction bei einer Temperatur von $+20^\circ$ Reaum. oder $+25^\circ$ Cels. untersuchen. Aus der Refraction bei 75° ergibt sich:

$$\log \beta = 1.73585,$$

und demnach folgende Tafel:

Schb. z	B	W	Diff.	Schb. z	B	W	Diff.
0°	0.0''	0.0''	0.0''	80°	297.9''	298.5''	+0.6''
10	9.6	9.6	0.0	81	328.8	329.9	+1.1
20	19.8	19.8	0.0	82	366.5	368.0	+1.5
30	31.4	31.4	0.0	83	413.3	415.3	+2.0
40	45.6	45.6	0.0	84	472.6	475.3	+2.7
50	64.8	64.7	-0.1	85	549.9	553.0	+3.1
60	94.0	93.9	-0.1	86	653.7	656.8	+3.1
70	148.4	148.2	-0.2	87	796.9	799.0	+2.1
75	200.0	200.0	0.0				

„Aus obiger Zusammenstellung ist zu schliessen, dass auch der Temperatureinfluss auf $\Sigma(z)$ erst bei grossen Zenitdistanzen, wir können sagen, erst von 83° weg bemerkbar wird. Um übrigens eine noch weitere Bestätigung zu erhalten, wollen wir eine Vergleichung bei -16° Reaum. Temp. und bei 789.5 Millim. Luftdruck anstellen.

$$\log \beta = 1.83241$$

setzend, bekommen wir:

Schb. z	B	W	Diff.	Schb. z	B	W	Diff.
0°	0.0''	0.0''	0.0''	80°	373.3''	572.8''	- 0.5''
10	11.9	12.0	+0.1	81	412.6	412.0	- 0.6
20	24.6	24.7	+0.1	82	461.0	459.6	- 1.4
30	39.2	39.3	+0.1	83	521.2	518.8	- 2.4
40	56.8	56.9	+0.1	84	598.0	593.6	- 4.4
50	80.7	80.8	+0.1	85	697.9	690.8	- 7.1
60	117.2	117.3	+0.1	86	837.0	820.4	- 16.6
70	185.2	185.1	-0.1	87	1029.4	998.0	- 31.4
75	249.8	249.8	0.0				

Auch hier ist somit die Abweichung erst von 83° weg bemerkbar.

„Aus der ganzen Untersuchung geht somit klar hervor: So lange wir keine Sterne beobachten, deren Zenitdistanz grösser ist als 83° können wir mit recht schöner Genauigkeit $\Sigma(z)$ für dieselbe Zenitdistanz als unveränderlich annehmen, zumal ja auch die Bessel'schen Zahlen, die grossentheils auf Beobachtungen beruhen, keine absolute Richtigkeit beanspruchen können. Ferner ist gewiss anzunehmen, dass bei tiefen Sternen überhaupt grosse Genauigkeit nicht mehr beansprucht werden kann, da alsdann astronomische Strahlenbrechung und terrestrische sich vermischen. — Uebrigens können wir ja natürlich ganz leicht den Einfluss der Temperatur auf γ und also auch auf Σ bestimmen, wenn wir wirklich in den Fall kommen sollten, in so tiefen Zenitdistanzen und bei einer so extremen Temperatur von - 16° Reaum. zu beobachten. — Nehmen wir nun wirklich an, es erleide die Grösse γ eine Aenderung $d\gamma$ für 1° Reaum. Temperaturänderung, so werden wir als Funktion bekommen bei t° Reaum. Temperaturänderung:

$$\Sigma + \frac{\delta\Sigma}{\delta\gamma} \cdot d\gamma \cdot t$$

da wir aus den Beispielen schon ersehen, dass $d\gamma$ so klein wird, dass die folgenden Glieder der Taylor'schen Reihe vernachlässigt werden können.

$\frac{d\Sigma}{d\gamma} \cdot d\gamma$ kann für dieselbe Zenitdistanz wieder als constant angesehen und so z. B. gleich σ gesetzt werden. Dann bekommen wir

$$\log(\Sigma + \sigma t) = \log \Sigma + \frac{2}{\log \text{nat. } 10} \left[\frac{\sigma t}{2\Sigma + \sigma t} + \frac{1}{3} \left(\frac{\sigma t}{2\Sigma + \sigma t} \right)^3 + \dots \right]$$

oder genähert:

$$\begin{aligned} \log(\Sigma + \sigma t) &= \log \Sigma + \frac{2}{\log \text{ nat } 10} \cdot \frac{\sigma t}{2\Sigma + \sigma t} \\ &= \log \Sigma + 0.86862 \cdot \frac{\sigma}{2\Sigma + \sigma t} \cdot t \end{aligned}$$

Nehmen wir nun an es sei bis 75° keine Aenderung in Σ nöthig, so können wir die Refractionsconstante α bestimmen; dann ist für grössere Z die Refraction $r = \alpha(\Sigma + \sigma t)$ oder $\log r = \log \alpha + \log(\Sigma + \sigma t)$

$$\log r = \log \alpha + \log \Sigma + 0.86862 \cdot \frac{\sigma}{2\Sigma + \sigma t} \cdot t$$

„Wenn wir nun die Bessel'schen Refractionen als Grundlage nehmen, so ist σ die einzige Unbekannte, die wir somit leicht für jedes z bestimmen können. — Benutzen wir die letzte für -16° Reaum. und 789.5 Millim. gegebene Tafel, und nehmen wir, wie es sich ergeben, den Einfluss der Luftdruckänderung als verschwindend an, so finden wir für die Zenitdistanzen von 80° weg gewisse Werthe für σ und ebenso für die Temperatur von 20° Reaum., wenn wir 7.5° Reaum. als Mitteltemperatur der Bessel's-

schen Tafeln benutzen, und so im ersten Falle $t = -23^\circ$ im zweiten $t = +13^\circ$ Reaum. wird. Diese Werthe sind in folgendem zusammengestellt, und darunter sogleich die Mittel ausgerechnet als definitive σ . Um keine Zeichen schreiben zu müssen, sei bemerkt, dass sämmtliche σ negativ sind.

t	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°
-23°	32.4	39.5	87.4	156.2	281.6	457.0	1065.2	2012.6
+13°	81.6	148.9	212.8	287.2	376.2	462.9	448.0	298.6
Mitt.	57.0	94.2	150.1	221.7	323.9	459.9	756.6	1155.6

„Die Zahlen für σ sind gegeben in Einheiten der fünften Decimalstelle. Den Ausdruck für die Correction des Logarithmus

$$0.86862 \frac{\sigma}{2\Sigma + \sigma t} \cdot t$$

können wir durch Ausführung der Division näherungsweise in folgende Gestalt bringen :

$$0.86862 \cdot \frac{\sigma}{2\Sigma} \left(1 - \frac{\sigma}{2\Sigma} \cdot t\right) \cdot t.$$

Für die verschiedenen z würden wir dann erhalten, wenn wir die Correction in Einheiten der fünften Decimale angeben :

$$\begin{aligned} 80^\circ: & - 4.5 (1 + 0.00005 t) \cdot t; & 81^\circ: & - 6.7 (1 + 0.00008 t) \cdot t \\ 82^\circ: & - 9.6 (1 + 0.00011 t) \cdot t; & 83^\circ: & - 12.6 (1 + 0.00014 t) \cdot t \\ 84^\circ: & - 16.1 (1 + 0.00018 t) \cdot t; & 85^\circ: & - 19.6 (1 + 0.00023 t) \cdot t \\ 86^\circ: & - 27.2 (1 + 0.00031 t) \cdot t. \end{aligned}$$

„Setzen wir $0.86862 \frac{\sigma}{2\Sigma} = a$, so sehen wir aus obigen numerischen Werthen, dass wir einfach schreiben dürfen :

$$\log r = \log \alpha \cdot \Sigma(z) + a \cdot t,$$

wo a nachstehende negative Werthe hat :

$z =$	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°
$a =$	4.5	6.7	9.6	12.6	16.1	19.6	27.2

Wenden wir diese Correctionen auf die zwei letzten Beispiele an, so finden wir folgende Refractionen von 80° weg.

+20° Reaum. 752 Millim.				--16° Reaum. 789.5 Millim.			
Schb. z	B	W	Diff.	Schb. z	B	W	Diff.
80°	297.9''	298.1''	+0.2''	80°	373.3''	373.7''	+0.4''
81	328.8	329.2	+0.4	81	412.6	413.5	+0.9
82	366.5	367.0	-0.5	82	461.0	462.0	+1.0
83	413.3	413.8	+0.5	83	521.2	522.2	+1.0
84	472.6	473.0	+0.4	84	598.0	598.7	+0.7
85	549.9	549.8	-0.1	85	697.9	698.0	+0.1
86	653.7	651.5	-2.5	86	837.0	832.3	-4.7

„Die Uebereinstimmung lässt somit Nichts zu wünschen übrig. Doch prüfen wir die Sache an einem andern Beispiele noch näher, und nehmen wir die Refractionsbestimmung vor bei + 28° Reaum. und 711 Millim. Luftdruck, indem wir obige Temperaturcorrectionen von $z = 80°$ weg anwenden. Wir bekommen, wenn wir

$$\log \beta = 1.69608$$

aus der Refraction bei 75° finden, folgende Tafel:

Schb. <i>z</i>	B	W	Diff.	Schb. <i>z</i>	B	W	Diff.
0°	0.0''	0.0''	0.0''	75°	182.5''	182.5''	+0.0''
10	8.8	8.8	0.0	80	271.5	271.8	+0.3
20	18.0	18.1	+0.1	81	299.8	300.0	+0.2
30	28.8	28.7	-0.1	82	334.1	342.2	+0.1
40	41.7	41.6	-0.1	83	376.7	376.7	+0.3
50	59.1	59.0	-0.1	84	430.0	430.3	+0.3
60	85.8	85.7	-0.1	85	499.9	499.9	0.0
70	135.4	135.2	-0.2	86	593.4	591.5	-1.9

„Aus der ganzen Untersuchung scheint mir nun evident hervorzugehen, dass die entwickelte Formel bis 86° die Refractionen mit grosser Präcision darstellt, so bald man der kleinen Aenderung wegen Temperatur in $\Sigma(z)$ von 80° weg Rechnung trägt, oder auch bis 83°, wenn man an der Funktion Σ Nichts ändern will. Nun aber fallen bei Benutzung der Formel alle im Eingange des Aufsatzes erwähnten Inconvenienzen weg, da man die Refractions-constante jeden Abend direkt aus Beobachtungen erhält. Ebenfalls wird Jedermann einsehen, dass die Bestimmung der Refraction mittelst obigen Tafeln, für Σ , wenn nicht einfacher, doch mindestens so einfach als mit den Bessel'schen Tafeln zu erhalten ist. Dann glaube ich aus der ganzen Abhandlung ohne weiteres schliessen zu dürfen, es könne $\Sigma(z)$ einfach von einem Ort auf den andern übertragen werden. Wenn nun auch bei dieser Art der Bestimmung bei tiefen Sternen immer noch eine gewisse Correction wegen Temperatur nöthig ist; so kommt dieses erstens äusserst selten zum Gebrauch und zweitens ist sie so gering, dass wenn man in der Temperatur auch um einige Grade unsicher ist, dies einen

sehr kleinen Einfluss auf die Refraction ausübt. Bei Benutzung der Tafeln ist aber der Einfluss schon ziemlich bedeutend. Schwanken wir z. B. mit der Temperatur zwischen 15 und 18° Reaum., so bringt dies bei 85° Zenitdistanz in Folge der Aenderung von Σ eine Unsicherheit von $0.7''$ bis $0.9''$ hervor, während wir aus den Tafeln eine solche von $8.2''$ haben, da eben der Haupteinfluss in der Refractionsconstante liegt.

„Diese kurze Abhandlung der gefälligen Berücksichtigung empfehlend, muss ich noch einmal darauf aufmerksam machen, dass es mir nicht darum zu thun war eine neue Hypothese über die Constitution der Atmosphäre aufzustellen. Im Gegentheil halte ich Bauernfeinds Annahmen, die er auf Beobachtungen gründete, ganz berechtigt, was auch durch die schöne Darstellung der Refractionen bis 90° erhärtet wird. Mir war es darum zu thun, in seinen Ausdrücken (wie mir schien erlaubte) Vereinfachungen eintreten, um eine bis in grosse Zenitdistanzen gut brauchbare Formel zu erhalten. Was Beobachtungen von 86° bis 90° betrifft, so werden diese doch nie eigentlich astronomischen, sondern nur physischen Werth haben können.“

Zum Schlusse lasse ich noch eine Fortsetzung der Sonnenfleckenliteratur folgen:

246) Wochenschrift für Astronomie etc., herausgegeben von Professor Heis in Münster. Jahrgang 1867 und 1868. (Fortsetzung zu 239.)

Herr Weber in Peckeloh hat in Fortsetzung seiner Beobachtungsreihen im Jahre 1867 folgende Zählungen gemacht:

1867.			1867.			1867.			1867.			1867.		
I	1	0.0	III	1	0.0	IV	21	0.0	VI	10	0.0	VII	25	0.0
-	3	0.0	-	2	0.0	-	22	0.0	-	11	0.0	-	26	0.0
-	4	0.0	-	3	1.3	-	23	0.0	-	12	0.0	-	27	0.0
-	5	0.0	-	4	1.6	-	24	0.0	-	13	0.0	-	28	0.0
-	6	0.0	-	5	1.15	-	25	0.0	-	14	0.0	-	29	0.0
-	7	0.0	-	6	1.1	-	26	0.0	-	15	0.0	-	31	0.0
-	8	0.0	-	7	2.2	-	27	0.0	-	16	0.0	VIII	1	0.0
-	9	0.0	-	8	2.2	-	28	0.0	-	17	0.0	-	2	0.0
-	12	0.0	-	11	0.0	V	1	0.0	-	18	0.0	-	3	0.0
-	13	0.0	-	12	0.0	-	4	0.0	-	19	0.0	-	4	0.0
-	14	0.0	-	13	0.0	-	5	0.0	-	20	0.0	-	5	0.0
-	15	0.0	-	14	0.0	-	6	0.0	-	21	0.0	-	6	0.0
-	17	0.0	-	15	0.0	-	7	0.0	-	22	0.0	-	7	0.0
-	18	0.0	-	16	1.3	-	8	0.0	-	23	1.2	-	8	0.0
-	19	0.0	-	17	1.11	-	9	0.0	-	24	1.3	-	9	0.0
-	20	0.0	-	18	1.14	-	10	0.0	-	25	0.0	-	10	0.0
-	21	0.0	-	19	1.11	-	11	0.0	-	26	0.0	-	11	0.0
-	23	0.0	-	21	1.11	-	12	0.0	-	27	0.0	-	12	0.0
-	24	0.0	-	22	1.23	-	13	0.0	-	28	0.0	-	13	0.0
-	25	0.0	-	23	1.20	-	14	0.0	-	29	0.0	-	14	0.0
-	30	0.0	-	24	1.13	-	16	0.0	-	30	0.0	-	15	1.1
-	31	0.0	-	25	1.9	-	17	0.0	VII	1	1.21	-	16	1.3
II	1	0.0	-	26	1.7	-	18	0.0	-	2	1.16	-	17	1.4
-	2	0.0	-	27	1.3	-	19	0.0	-	3	1.9	-	18	2.16
-	3	0.0	-	28	0.0	-	20	0.0	-	4	1.1	-	19	1.23
-	4	0.0	-	29	0.0	-	21	0.0	-	5	1.1	-	20	3.17
-	5	0.0	-	30	1.3	-	22	1.1	-	6	1.1	-	21	1.2
-	6	0.0	-	31	1.9	-	23	1.1	-	7	0.0	-	22	2.9
-	7	0.0	IV	1	1.4	-	24	2.6	-	8	0.0	-	23	1.3
-	8	0.0	-	2	1.7	-	25	2.18	-	9	0.0	-	24	1.19
-	9	0.0	-	5	1.23	-	26	2.24	-	10	0.0	-	25	1.23
-	10	0.0	-	6	1.21	-	27	1.15	-	11	0.0	-	26	1.6
-	11	0.0	-	7	1.19	-	28	1.18	-	12	0.0	-	27	0.0
-	14	0.0	-	8	1.17	-	29	1.11	-	13	1.3	-	28	0.0
-	15	0.0	-	10	1.1	-	30	1.7	-	14	1.2	-	29	0.0
-	16	0.0	-	11	0.0	-	31	1.3	-	15	1.2	-	30	0.0
-	17	0.0	-	12	0.0	VI	1	1.2	-	16	1.6	-	31	0.0
-	19	0.0	-	13	0.0	-	2	1.1	-	17	1.2	IX	1	0.0
-	21	0.0	-	14	0.0	-	3	1.1	-	18	1.1	-	2	0.0
-	22	0.0	-	15	0.0	-	4	1.1	-	19	1.1	-	3	1.7
-	23	0.0	-	16	0.0	-	5	0.0	-	20	0.0	-	4	1.2
-	25	0.0	-	17	0.0	-	6	1.1	-	21	0.0	-	5	1.3
-	26	0.0	-	18	0.0	-	7	0.0	-	22	0.0	-	6	1.1
-	27	0.0	-	19	0.0	-	8	0.0	-	23	0.0	-	7	0.0
-	28	0.0	-	20	0.0	-	9	0.0	-	24	0.0	-	8	0.0

1867.			1867.			1867.			1867.			1867.		
IX	9	0.0	IX	28	1.2	X	17	1.10	XI	6	1.1	XII	10	1.1
-	11	0.0	-	29	1.2	-	18	1.3	-	7	1.1	-	11	1.1
-	12	0.0	-	30	1.2	-	19	0.0	-	12	1.3	-	14	0.0
-	13	0.0	X	1	2.6	-	20	0.0	-	13	1.1	-	18	1.5
-	14	1.57	-	2	2.6	-	21	0.0	-	14	1.7	-	19	2.5
-	15	1.84	-	3	1.9	-	22	0.0	-	15	1.6	-	21	2.5
-	16	1.75	-	4	1.13	-	23	0.0	-	18	0.0	-	24	2.65
-	17	1.43	-	5	2.34	-	24	0.0	-	19	0.0	-	25	3.69
-	18	1.35	-	6	3.37	-	25	0.0	-	20	0.0	-	26	3.72
-	19	1.33	-	7	3.33	-	26	0.0	-	21	0.0	-	27	2.107
-	20	1.11	-	8	3.16	-	27	0.0	-	23	1.3	-	29	2.51
-	21	2.4	-	9	2.11	-	28	0.0	-	25	1.3	-	30	2.57
-	23	1.3	-	11	2.5	-	30	0.0	-	28	1.9	-	31	2.17
-	24	0.0	-	12	2.8	XI	1	0.0	XII	2	3.19			
-	25	0.0	-	13	1.19	-	2	1.1	-	3	3.21			
-	26	0.0	-	14	1.20	-	3	1.1	-	4	2.11			
-	27	0.0	-	15	1.4	-	5	1.1	-	8	1.1			

247) Ueber Erscheinungen in der Atmosphäre.
Nach Observationen von H. Waldner. (Mss. von
38 Folioseiten und mehreren Tabellen.)

Ueber die glänzenden, flockenartigen und daher von Schwabe Lichtflocken genannten Gebilde, welche man zuweilen mit verschiedener Geschwindigkeit und Richtung durch das Gesichtsfeld ziehen sieht, wenn man ein Fernrohr nahe nach der Sonne richtet, — die mehrjährigen Beobachtungen derselben durch Herrn Waldner, — und die ersten der von ihm erhaltenen Resultate ist bereits in Nr. XVII kurz referirt worden. Seither hat Hr. Waldner seine sämmtlichen Beobachtungen geordnet und discutirt, und es ist so die oben erwähnte Abhandlung entstanden, aus welcher ich hier mit Erlaubniss ihres Herrn Verfassers einen gedrängten Auszug geben will. — Nach einer kurzen Einleitung, in der Hr. Waldner unter Andern erzählt wie er 1863 IV 27 bei Auffangen des Sonnenbildes auf Papier behufs Zeichnung der Flecken, zum ersten Mal diese leuchtenden Punkte wahrgenommen habe, stellt er in Abschnitt I Untersuchungen über die Distanz an, — zeigt wie dieselbe mit zureichender Genauigkeit aus dem zum Deut-

lich-Sehen nöthigen Ocular-Auszuge gefunden werden könne, — findet so, dass in der Regel gleichzeitig in sehr verschiedenen Entfernungen Punkte sichtbar sind, — dass sie jedoch an jedem Tage in einer gewissen Entfernung (am häufigsten etwa in 500^m, — einzelne dagegen dagegen in kaum 100^m, — andere Male wieder in mehreren tausend Meter) am häufigsten sind, — und dass sie jedenfalls den untern Schichten der Atmosphäre angehören. — Im zweiten und längsten Abschnitt gibt Hr. Waldner einen Auszug aus seinem Beobachtungsjournale, und zwar 1863 V 12 — 1865 VIII 12, — bildet mehrere der gesehenen Flocken ab, etc., — worin wir ihm natürlich nicht folgen können, sondern auf die in den folgenden Abschnitten enthaltenen Ergebnisse zu verweisen haben. — Im 3. Abschnitte wird die Frage geprüft, ob die Punkte irgend welche Verwandtschaft mit Sternschnuppen haben möchten, wie man diess glauben könnte, wenn man sie zuweilen als schwarze Punkte über die Sonnenscheibe ziehen sehe; sie wird namentlich aus dem Grunde verneint, weil die Punkte in unmittelbarer Nähe der Sonne am häufigsten und glänzendsten, — etwas ferne von ihr, oder gar Nachts, nie, auch beim hellsten Mondschein nicht, gesehen werden. — Der 4. Abschnitt handelt von den Formen, die im Ganzen sehr verschieden, doch vorzugsweise sternförmig oder flockig, schon seltener länglich, und nur ganz ausnahmsweise scheibenartig sind. — Im 5. Abschnitte werden die scheinbaren Bewegungen besprochen, und dabei mehrere Fälle angeführt, wo das Ocular, um deutlich zu sehen, fortwährend ausgezogen werden musste, also ein förmliches Fallen gegen die Erde statt hatte; andere blieben dagegen heinahe stehen, — wieder andere zogen in parallelen Bahnen durch das Gesichtsfeld, — noch andere änderten oft plötzlich Geschwindigkeit und Richtung, ja wirbelten förmlich vorbei; im Allgemeinen war die Bewegung der fernern Punkte regelmässiger und dabei ihre Geschwindigkeit grösser; — bei einigen hundert Metern Höhe bewegten sie sich durchschnittlich in einer Sekunde etwa durch 2, bei einigen

tausend etwa durch 8 Meter. — Der 6. Abschnitt gibt eine Reihe von Angaben über die aus Entfernung und scheinbarem Durchmesser berechneten wahren Durchmesser; Hr. Waldner fand letzteren im Mittel aus circa 40 Bestimmungen 47^{mm} (Min. 16^{mm} , Max. 89^{mm}). — Im 7. Abschnitte wird festgestellt, dass die vorherrschende Flugrichtung der Punkte in der grossen Mehrzahl der Fälle ganz oder nahe (circa in 31 % der Fälle ganz, in 49 % innerhalb eines Viertelquadranten, in 67 % innerhalb eines halben Quadranten) mit der Richtung des Wolkenzuges übereinstimmt, — nur selten (in $1\frac{1}{2}$ %) ihr direct entgegengesetzt war. — Der 8. Abschnitt handelt von der Häufigkeit der zu verschiedenen Tagesstunden und Jahreszeiten sichtbaren Punkte, und hiernach fällt das tägliche Minimum auf Auf- und Untergang der Sonne, das Maximum auf die Mittagsstunden, — das jährliche Hauptminimum auf den Winter, das Hauptmaximum auf Ende April und Anfang Mai, ein sekundäres Minimum auf die eigentlichen Sommermonate, ein sekundäres Maximum auf den Herbst. — Der 9. Abschnitt endlich resumirt und discutirt die bisdahin gefundenen Thatsachen, kömmt zu dem Hauptresultate, dass diese glänzenden Punkte Schneeflocken seien, und schliesst mit folgender Erörterung, welche ich ihres Interesse's wegen wörtlich aufnehme: «Den Umstand dass Eisnadelchen wie Schneeflocken sich nur in Regionen deren Temperatur unter 0° ist, bilden können, sowie dass die nahe über der Erde liegende Luftschicht nur im Winter so tief erkältet ist, berücksichtigend, erklärt sich nicht nur die tägliche und jährliche Periodicität der Erscheinung, sondern auch dass es mir nie gelang Flocken in der Nähe zu sehen: Bei dem tiefen Stande der Sonne Morgens und Ahends sowie im Winter, und dem durch Dünste verminderten Glanze derselben, können in diesen nahe über der Erde liegenden erwärmten Schichten nur wenig Flocken gesehen werden. Die kältern Schichten in denen Flocken ohne zu schmelzen sich bewegen könnten, liegen (vgl. die Erfahrungen der Luftschiffer, welche z. B. 1852 VIII

17 erst über 4000^m das Thermometer auf 0° sinken sahen) zu weit ab, um in ihnen so kleine Objekte einzeln erkennen zu lassen. In den Mittagsstunden dagegen bei hohem Stande der heller leuchtenden Sonne und hellerer Atmosphäre sind weder die Schichten in denen die Flocken sich bilden oder erhalten können zu entfernt, — noch diejenigen durch die die Flocken fallend sich bewegen zu nahe der Erde und daher zu stark erwärmt. Indess erscheint es immerhin sonderbar, dass oft grosse Schwärme von Flocken in einer Region sich vorfinden, die unter dem Gipfel des Uetli (428^m über meinem Standpunkte) liegt. Es ist zwar anzunehmen, dass die in freier Luft schwebenden Flocken weit weniger gerne schmelzen, als die der Erdoberfläche, einem Berggipfel, etc., von deren Wärmeausstrahlung sie getroffen werden, sich nähernden. Bei den erwähnten, so wenig entfernt gefundenen Flockenschwärmen müsste indess wohl vorausgegangenes rasches Fallen durch erkältete Luftschichten angenommen werden. Sehr beachtenswerth ist die Thatsache, dass in jedem der drei Beobachtungsjahre regelmässig während den letzten April- oder ersten Mai-Tagen, wie sonst nie im ganzen Jahre, unzählige Flocken erschienen. In den Tagen also wo, wie allgemein bekannt, sich fast jedes Jahr verderbende Fröste einstellen, ist die Luft mit ungeheuren Massen von Eisnadelchen und Schneeflocken erfüllt!»

(Fortsetzung folgt.)
