ÜBER DIE

KLEINEN PERIODEN DER SONNENFLECKEN

UND IHRE BEZIEHUNG

ZU EINIGEN PERIODISCHEN ERSCHEINUNGEN DER ERDE.

VON

JOHANNES UNTERWEGER.

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 17. JULI 1890.)

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Einleitung.

Es ist eine unzweifelhafte Thatsache, dass zwischen den Sonnenflecken und gewissen periodischen Erscheinungen der Erde ein Zusammenhang besteht. Dies ist wenigstens erwiesen in Bezug auf das Polarlicht, den Erdmagnetismus, die elektrischen Gewitter und die Lufttemperatur, indem diese Erscheinungen mehr oder weniger dieselben grossen Perioden befolgen wie die Sonnenflecken.

Es wird ferner vermuthet und ist zum Theil erwiesen, dass auch die Umlaufszeit und die gegenseitige Stellung der grossen Planeten einen gewissen Zusammenhang mit dem periodischen Gange der Sonnenflecken haben.

Die Erwägung dieser Thatsachen und gewisse Vermuthungen über das Polar- und Zodiakallicht haben mich veranlasst zu untersuchen, ob nicht auch die Kometen durch irgendwelche Beziehungen zu den Sonnenperioden ausgezeichnet seien. Betreffs der Häufigkeit der Kometenerscheinungen fand ich die von Wolf[1] ausgesprochene Regel bestätigt, wornach die Kometen in den Jahren, welche dem Maximum der Sonnenflecken folgen, etwas zahlreicher auftreten als in den anderen Jahren der 11jährigen Periode. Als ich aber die Kometen auch noch hinsichtlich anderer Elemente, insbesondere hinsichtlich der Neigung der Bahn untersuchte, war ich so glücklich, eine neue Beziehung aufzufinden, welche sich der Hauptsache nach in dem Satze aussprechen lässt: Die Bahnen der in den Zeiten der 11jährlichen Sonnenflecken-Maxima erscheinenden Kometen haben im Mittel eine grössere Neigung als die Bahnen jener Kometen, welche in den Zeiten der Minima in die Sonnennähe kommen, und es zeigt sich dies deutlicher bei den Kometen mit südlichem, als bei den Kometen mit nördlichem Perihel.

[1] Astronomische Mittheilungen. Vierteljahresschrift der Züricher naturforschenden Gesellschaft 1867.

Vorläufige Mittheilungen hierüber wurden bereits veröffentlicht,[1] und die vollständige Untersuchung wird in einer grösseren Abhandlung demnächst erscheinen.

Diese Entdeckung dürfte einerseits dazu beitragen, die Zweifel zu beseitigen, dass die Kometen mit nichthyperbolischer Bahn, nämlich fast alle, dem System der Sonne angehören; andererseits dürften sich dadurch neue Gesichtspunkte für die Erklärung der solaren Erscheinungen (insbesondere der Flecken und der Corona) und ihres Zusammenhanges mit den periodischen Erscheinungen der Erde gewinnen lassen.

Als ich jedoch daran ging, diesbezüglich eine Theorie zu entwickeln, stellte sich das Bedürfniss heraus, auch auf die kleinen Perioden der Sonnenflecken Rücksicht zu nehmen. Dieselben erscheinen jedoch in der einschlägigen Literatur nicht so sicher begründet als die grossen, denn die Sonnenphysiker und Meteorologen, welche sich mit Bestimmungen solcher kleiner Sonnenperioden und den wahrscheinlich mit diesen in Beziehung stehenden Perioden der meteorologischen Erscheinungen beschäftigt haben, fanden Längen von ungefähr 12 bis 30 Tagen, die sich in zwei Gruppen unterscheiden lassen, indem sie theils der ganzen, theils der halben synodischen Rotationszeit der Sonne mehr oder weniger gleich kommen. Da aber die Übereinstimmung doch nicht gut genug ist, um jeden Zweifel an der Identität auszuschliessen, und die Lösung dieses Problems für meine Arbeit über die Kometen wichtig erscheint, so fand ich es für nöthig, diesbezüglich einige selbstständige Untersuchungen auszuführen. Dieselben sind trotz der Einfachheit der angewendeten Methoden ziemlich umfangreich ausgefallen und haben manches Neue betreffs des Sonnenflecken-Phänomens zu Tage gefördert, was, auch abgesehen von meinem besonderen Zwecke, gewiss von Bedeutung ist. Aus diesem Grunde wurden die wesentlichen Ergebnisse in den folgenden Zeilen zusammengestellt.

Untersuchungen auf Grund der beobachteten Perioden.

Die Nachweisung der kleinen Perioden der Sonnenflecken hat hauptsächlich deshalb besondere Schwierigkeiten, weil man wegen der Unmöglichkeit, die ganze Oberfläche der Sonne auf einmal zu beobachten, nicht immer annehmen kann, dass sich der gesammte Fleckenstand proportional dem Fleckenstande der sichtbaren Hemisphäre ändere, wenn schon die Tendenz der Sonnenflecken in diametraler Stellung aufzutreten dies wahrscheinlich macht. Erhöht wird die Schwierigkeit noch dadurch, dass man die sichtbaren Flecken nur so beobachten kann, wie sie sich auf die Sonnenscheibe projiciren.

Man wird immerhin kaum fehlgehen, wenn man jene Proportionalität für die Jahre um ein 11jährliches Maximum annimmt, denn in solchen Jahren entwickelt nicht blos hie und da eine Stelle der Sonnenoberfläche, die zufällig sichtbar oder nicht sichtbar sein kann, eine erhöhte Thätigkeit, sondern die ganze Fleckenzone zeigt stürmische Veränderungen. Werden aber bei solchen Untersuchungen überwiegend Beobachtungen aus Minimaljahren benützt, so ist gewiss grössere Vorsicht geboten, und man wird sich die Frage vorlegen müssen, ob eine kleine Periode, die man nachgewiesen zu haben glaubt, nicht etwa blos eine scheinbare ist, sich durch die Sonnenrotation erklären lässt, und ob sie mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Fleckenbeobachtungen überhaupt bestehen kann.

In erster Linie ist es ohne Zweifel nöthig, zur Beurtheilung des periodischen Ganges der Sonnenflecken möglichst genaue Relativzahlen für jeden Tag zu benützen. Von den aus neuerer Zeit vorliegenden halte ich die von Tacchini,[2] welche die Grösse der täglichen Fleckenprojection in Hunderttausendteln der Sonnenscheibe ausdrücken, für die verlässlichsten. Wolf's[3] Relativzahlen, welche bekanntlich gebildet werden, indem man zur Zahl der Flecken die zehnfache Zahl der Fleckengruppen addirt, sind zwar das einzige Mittel, ältere Beobachtungsreihen in Rechnung zu ziehen, und sind zur Ermittlung der grossen Perioden hinlänglich

---

[1] „Zur Kometenstatistik.“ Anzeiger der kaiserlichen Akademie, 1886 und 1887.

[2] In der Zeitschrift: „Memorie della società degli spettroscopisti italiani“, welche ein reiches Material für das Studium der solaren Erscheinungen liefert. Die benützten Zahlen finden sich in den Noten: „Macchie solari e facole“ unter: „Estensione delle macchie.“

[3] Astronomische Mittheilungen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

genau; sie haben aber den Übelstand, dass in ihnen die Grösse der einzelnen Flecken keinen Ausdruck findet, und deshalb dürften sie — weil gleichsam zu wenig empfindlich — zur Nachweisung der kleinen Perioden weniger geeignet sein. Gleichwohl wurden dieselben mitbenützt.

Die von Warren De La Rue, Balfour Stewart and Benj. Loewy[1] für die Jahre 1862 bis 1866 in Millionteln der sichtbaren Sonnenhemisphäre berechneten täglichen Fleckenflächen würden gewiss den Gang der kleinen Perioden am besten ersichtlich machen, wenn ihre Reihe — wohl wegen des trüben Himmels in England — nicht so grosse Lücken hätte (15 Tage und noch mehr), dass die Ergänzung durch Interpolation öfters illusorisch wird. Auch diese Relativzahlen glaubte ich zu einer Probe verwenden zu sollen.

Um zu erkennen, ob und beiläufig welche kleinen Perioden sich aus Tacchini's Relativzahlen nachweisen lassen, wurde zuerst ein Versuch in der Weise ausgeführt, dass ich — ohne den Tagen, an welchen keine Beobachtungen gemacht werden konnten, und die daher in Tacchini's Tabelle einfach ausgelassen sind, interpolirte Werthe beizulegen — für jeden Tag ein 5tägiges Mittel aus der Zahl des betreffenden Tages und den Zahlen der zwei ihm unmittelbar vorausgehenden, beziehentlich folgenden Tage nahm und darnach ein Diagramm construirte. Dasselbe fiel begreiflicher Weise noch ziemlich zickzackförmig aus, weil an den Stellen, wo einige ursprüngliche Werthe fehlen und wo hie und da, um überhaupt ein Mittel zu erhalten, mehr als fünf im Datum aufeinander folgende Tage in Rechnung gezogen werden mussten, auch die Mittel sich noch sprungweise ändern.

Obschon aus diesen Mitteln bereits gute Resultate gezogen werden können, so habe ich es doch für gut befunden, dieselben noch dadurch zu verbessern, dass ich vorerst für die fehlenden Tage interpolirte Werthe einstellte und dann fünftägige Mittel nahm. Die dadurch erzielte Abrundung der Relativzahlen ist zweckmässig und theilweise nöthig, um die kleinen Schwankungen, welche wohl nur den zufälligen Beobachtungsfehlern zuzuschreiben sind, und aus welchen sich daher keine Schlüsse auf Periodicität ziehen lassen, möglichst zu beseitigen.

Auf diese Weise ergaben sich für die Zeit vom 3. Jänner 1880 bis 31. December 1887 die in der folgenden Tabelle (Tab. 1) zusammengestellten ausgeglichenen täglichen Relativzahlen. Von den Jahren 1888 und 1889 wurde abgesehen, weil in denselben wegen des 11jährlichen und säcularen Minimums der Gegenwart sich Wochen lang die Zahl 0 herausstellt, und kleine Perioden also nur undeutlich zu erkennen sind.

Tabelle 1.

Fünftägige Mittel von Tacchini's Relativzahlen der Sonnenflecken.

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
						1880.						
1.		38	14	13	34	62	16	24	25	77	16	71
2.		44	13	17	30	43	13	35	21	78	20	67
3.	11	50	12	16	33	38	13	45	18	67	22	67
4.	16	55	11	16	37	34	13	53	18	52	20	68
5.	23	58	9	15	41	13	14	57	23	42	15	68
6.	27	58	10	14	48	7	15	65	30	31	10	69
7.	29	57	11	12	51	6	15	71	42	23	6	67
8.	32	53	13	12	52	9	13	78	57	19	4	65
9.	32	48	14	12	52	10	10	84	76	16	2	63
10.	31	42	16	13	49	10	6	88	97	15	1	53
11.	30	36	21	16	44	10	2	84	117	16	2	43
12.	32	26	21	19	34	9	0	78	131	18	7	33
13.	31	17	25	18	28	8	0	72	127	20	13	24
14.	29	10	26	16	18	10	0	66	110	21	24	16
15.	29	5	25	14	10	15	0	58	85	21	35	14

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
						1880.						
16.	28	2	20	11	4	22	1	53	59	20	45	13
17.	23	0	17	6	0	31	1	50	33	24	51	13
18.	18	0	9	6	1	45	3	42	20	32	52	13
19.	13	2	6	5	1	67	5	37	14	41	49	15
20.	7	4	3	5	1	89	9	34	11	49	44	18
21.	3	7	1	3	0	108	19	30	10	63	38	20
22.	1	9	0	4	1	129	26	23	10	65	34	23
23.	0	12	0	10	3	138	29	16	12	59	38	28
24.	0	12	2	15	11	139	31	10	14	49	50	32
25.	0	12	3	24	22	121	28	6	17	42	67	35
26.	1	13	5	39	36	100	18	4	23	26	92	38
27.	8	14	6	49	49	73	11	7	32	17	105	40
28.	15	14	6	49	70	50	7	12	45	12	106	40
29.	22	15	8	50	67	25	5	20	61	9	99	41
30.	29		9	46	73	18	9	25	70	9	90	42
31.	36		11		70		15	27		13		45

[1] Researches on Solar Physics. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Vol. 159 and 160.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

1881.

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	47	54	6	23	3	60	58	105	116	35	9	57
2.	49	53	4	29	4	59	50	90	105	35	7	69
3.	50	52	5	32	7	54	42	70	83	37	7	81
4.	51	56	5	33	9	43	36	53	66	42	8	90
5.	50	54	5	32	11	34	32	42	52	45	10	94
6.	48	54	5	30	14	24	31	39	41	47	13	88
7.	44	56	8	27	14	19	32	35	38	49	16	81
8.	36	59	18	23	12	16	37	34	43	50	21	73
9.	29	56	30	21	13	19	46	30	51	50	26	62
10.	21	50	45	20	15	24	51	25	62	53	34	52
11.	14	45	61	21	16	30	54	18	74	50	45	47
12.	12	40	78	22	17	33	59	13	83	50	56	44
13.	13	36	89	26	17	35	57	11	81	48	63	43
14.	16	36	95	30	15	39	47	7	76	47	72	45
15.	20	40	94	32	15	38	38	5	60	44	78	49
16.	26	43	88	37	13	33	31	4	63	45	82	53
17.	32	44	78	42	13	31	25	5	53	48	89	51
18.	37	45	71	48	15	28	21	7	51	55	99	47
19	39	45	70	53	16	20	25	10	51	64	110	41
20.	38	47	75	59	15	15	31	12	49	77	118	33
21.	31	44	79	59	16	11	39	16	47	88	120	24
22.	29	43	80	55	16	11	45	26	47	93	110	18
23.	29	40	72	51	18	13	60	40	44	91	96	13
24.	32	35	61	45	19	22	73	51	42	83	78	10
25.	40	25	46	37	23	32	80	69	39	65	55	8
26.	51	20	33	31	28	45	84	84	37	49	38	8
27.	57	14	23	24	34	56	92	93	37	36	33	9
28.	60	9	16	17	39	63	98	100	38	26	30	11
29.	60		13	11	45	64	101	116	36	17	31	13
30.	56		13	6	52	63	110	120	36	14	41	15
31.	55		17		57		113	120		11		18

1882.

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	21	34	15	31	25	36	54	23	28	151	80	47
2.	24	30	21	29	28	35	45	26	39	143	70	32
3.	28	27	26	27	34	31	37	29	63	130	62	20
4.	32	28	32	30	41	29	29	27	76	107	59	12
5.	32	37	39	32	48	23	23	21	81	85	62	8
6.	31	51	42	31	58	18	17	16	79	62	72	9
7.	27	62	48	32	70	16	11	11	69	42	81	13
8.	22	71	55	36	76	16	7	8	47	25	91	21
9.	15	77	62	38	82	17	7	13	33	14	97	29
10.	14	76	68	42	103	22	8	21	22	10	101	36
11.	15	70	71	61	111	26	13	29	17	12	113	39
12.	18	64	72	88	117	38	20	36	18	19	131	38
13.	19	61	64	105	131	46	31	38	21	27	160	34
14.	21	58	55	172	148	54	36	33	28	35	204	29
15.	20	54	44	245	156	62	40	26	37	42	248	24
16.	19	47	40	309	162	61	44	23	45	47	277	20
17.	18	44	35	365	165	56	45	23	54	55	293	16
18.	19	40	41	415	155	50	42	29	60	54	290	16
19.	19	37	51	431	134	42	43	41	64	58	268	14
20.	18	31	62	397	108	30	42	57	66	63	246	12
21.	18	31	71	336	81	25	43	75	62	75	218	10
22.	18	28	80	271	60	20	44	85	51	86	192	9
23.	19	26	84	194	45	15	43	88	48	102	164	9
24.	22	18	81	137	36	11	36	83	52	111	139	9
25.	27	14	74	96	27	13	31	74	66	117	112	10
26.	31	11	67	78	21	24	21	59	85	118	93	11
27.	36	11	59	60	17	37	14	48	112	112	82	13
28.	40	11	50	45	18	48	10	38	133	108	74	15
29.	40		41	33	24	58	11	29	152	104	67	21
30.	41		38	28	28	61	14	26	155	99	59	31
31.	38		35		33		20	25		90		44

1883.

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	59	31	18	140	31	92	332	62	283	29	155	57
2.	77	39	15	147	26	132	294	38	288	34	143	46
3.	84	40	11	153	22	153	245	20	278	37	134	32
4.	82	42	5	164	23	164	228	16	257	52	124	22
5.	74	50	5	168	22	166	138	15	229	70	106	17
6.	59	59	8	168	23	160	134	14	203	83	89	19
7.	39	71	14	163	28	139	91	19	183	114	81	26
8.	32	87	22	153	44	119	73	24	160	132	86	39
9.	32	107	33	142	49	99	75	30	144	176	99	62
10.	38	121	40	124	58	91	93	34	154	200	115	83
11.	47	129	51	130	57	82	117	37	155	250	145	97
12.	65	133	58	153	65	86	143	39	175	309	180	111
13.	77	130	63	189	72	98	175	39	198	366	213	118
14.	92	118	65	233	72	109	195	41	208	404	215	106
15.	104	105	68	278	76	112	211	43	201	442	228	91
16.	117	93	72	294	76	107	225	44	187	460	271	87
17.	132	81	79	295	71	108	236	44	164	405	272	88
18.	125	73	87	286	66	124	252	45	132	340	257	101
19.	112	63	96	270	57	168	304	47	108	264	258	126
20.	94	52	104	235	43	198	325	49	84	218	243	165
21.	74	36	105	207	34	234	349	54	67	186	187	205
22.	44	25	103	176	24	241	370	61	47	144	159	255
23.	31	17	96	141	11	239	379	67	34	109	139	315
24.	26	15	88	77	6	230	367	69	23	105	115	340
25.	23	15	80	71	5	253	358	80	16	114	96	324
26.	23	18	74	54	3	277	318	97	15	127	79	304
27.	24	23	71	53	2	320	283	130	18	141	71	276
28.	24	22	80	45	7	362	236	164	23	157	63	212
29.	23		92	42	18	372	179	186	25	154	64	170
30.	23		108	36	34	362	125	231	28	154	63	151
31.	26		125		55		88	262		157		126

1884.

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	94	138	148	76	186	83	88	108	43	84	71	83
2.	76	146	152	113	148	70	99	109	27	86	53	73
3.	63	151	150	151	117	65	95	101	12	93	40	69
4.	67	158	126	186	94	63	89	83	9	100	28	66
5.	77	158	124	202	80	61	85	59	14	102	16	59
6.	93	149	127	211	70	60	72	38	17	107	13	53
7.	121	138	129	207	72	58	52	26	24	110	10	49
8.	159	129	133	184	93	56	41	26	36	119	15	45
9.	175	120	141	166	121	48	32	31	54	134	32	39
10.	176	101	133	148	129	42	29	34	75	131	52	40
11.	165	98	126	129	144	36	32	41	106	118	64	42
12.	141	110	118	99	149	40	37	47	140	100	74	43
13.	112	120	116	85	147	27	44	43	166	73	74	40
14.	98	122	121	69	139	26	47	38	177	39	60	36
15.	92	135	125	54	127	27	49	35	172	26	41	34
16.	98	143	130	45	124	25	46	27	159	22	32	34
17.	111	143	134	53	122	24	39	20	134	21	28	35
18.	120	139	133	65	110	26	30	20	113	21	27	45
19.	123	133	130	80	98	27	26	19	98	25	31	59
20.	119	127	123	104	96	27	24	24	90	29	38	74
21.	111	119	121	113	92	28	24	33	85	39	44	91
22.	99	100	114	127	97	29	30	41	84	53	64	106
23.	87	84	107	159	99	28	37	47	79	75	78	116
24.	78	81	104	181	103	27	40	51	82	95	86	119
25.	78	85	99	197	106	30	41	58	83	110	95	121
26.	76	91	85	208	105	36	42	62	87	116	110	112
27.	86	102	76	236	102	44	45	67	88	126	105	100
28.	97	129	63	233	106	60	52	75	89	124	101	86
29.	108	142	51	225	100	75	62	80	84	112	100	71
30.	119		46	207	95	80	81	67	88	102	97	53
31.	133		58		90		93	53		96		42

Digitised by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1885.												
1.	37	67	54	48	125	54	112	32	148	51	43	4
2.	30	67	63	49	125	70	106	28	138	52	37	3
3.	28	69	83	50	122	87	116	25	125	67	30	3
4.	27	73	93	53	116	97	126	21	100	75	23	3
5.	25	76	104	62	112	98	118	24	72	81	19	2
6.	18	79	107	74	113	118	139	27	57	85	17	1
7.	15	90	96	90	114	129	155	37	47	90	17	0
8.	10	93	82	110	106	142	155	46	46	84	20	1
9.	6	95	68	123	94	149	139	54	54	75	25	2
10.	4	95	53	130	72	149	127	55	66	61	26	2
11.	4	98	44	129	46	126	107	54	71	46	30	3
12.	5	90	43	121	31	113	98	50	81	31	38	3
13.	5	99	42	104	23	99	87	44	75	17	48	9
14.	6	111	44	81	16	95	92	39	64	9	63	15
15.	7	116	39	61	13	93	94	35	55	6	79	22
16.	12	124	39	43	20	113	90	34	45	9	88	25
17.	21	126	33	30	25	132	83	31	32	16	90	29
18.	38	115	23	22	40	158	80	28	26	25	83	30
19.	51	97	14	24	61	192	80	25	28	35	69	29
20.	64	89	7	30	91	221	80	22	21	42	55	29
21.	75	67	5	37	109	226	81	20	21	55	42	32
22.	73	53	2	44	127	221	84	24	25	66	30	35
23.	69	41	3	46	148	203	81	30	33	73	20	33
24.	61	30	3	47	150	170	73	38	37	80	13	34
25.	55	23	11	51	139	141	65	55	44	89	8	38
26.	52	23	19	53	125	119	55	65	48	88	4	41
27.	61	29	24	59	109	108	45	81	52	85	4	44
28.	65	41	36	73	75	102	38	95	48	78	3	47
29.	70		38	92	52	99	35	105	48	71	3	45
30.	71		44	110	39	113	35	122	46	64	4	43
31.	70		47		44		35	148		52		41
1886.												
1.	41	24	71	125	84	23	59	45	24	6	0	0
2.	43	36	89	130	98	22	60	44	32	9	0	0
3.	47	46	113	127	115	24	57	41	34	12	0	0
4.	54	52	132	102	125	29	54	40	28	13	0	0
5.	61	50	147	80	127	45	47	33	27	13	0	0
6.	67	44	158	62	127	52	41	29	33	13	0	0
7.	72	37	162	46	121	57	34	23	30	12	0	0
8.	75	35	152	41	105	55	27	18	25	9	0	0
9.	77	39	143	31	86	51	19	20	27	7	0	3
10	82	45	132	24	66	33	10	17	23	5	0	6
11.	95	51	118	14	43	26	4	18	25	3	1	8
12.	111	51	104	6	25	16	2	17	29	2	1	12
13.	126	46	89	7	12	10	2	16	37	5	1	18
14.	135	36	70	6	4	7	3	11	39	10	1	20
15.	136	27	50	6	2	4	7	12	41	14	1	22

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1886.												
16.	125	19	35	9	1	9	17	13	39	18	0	25
17.	105	14	25	14	0	12	24	15	37	20	0	23
18.	80	10	25	18	1	14	37	15	32	15	0	17
19.	58	6	29	24	3	17	52	13	22	10	0	13
20.	38	3	35	32	9	20	59	12	22	7	0	8
21.	20	2	40	40	17	22	57	6	18	3	0	10
22.	8	1	45	47	33	23	61	3	13	2	0	22
23.	2	2	47	53	42	23	56	0	13	3	0	37
24.	1	3	51	54	49	20	48	4	8	5	0	53
25.	0	10	59	54	54	18	48	8	6	8	0	67
26.	1	20	69	52	58	17	49	12	1	9	0	72
27.	2	35	79	52	51	23	48	16	1	10	0	67
28.	4	52	87	52	49	28	50	17	3	9	0	58
29.	6		87	59	46	42	53	18	3	7	0	48
30.	9		107	70	38	53	47	25	4	3	0	39
31.	16		119		29		50	26		2		31
1887.												
1.	25	19	8	4	19	2	26	48	3	8	0	10
2.	19	16	5	4	24	9	28	56	5	11	0	15
3.	14	12	3	3	26	10	30	58	5	11	1	20
4.	10	9	0	2	35	15	30	57	5	11	3	29
5.	7	6	0	1	40	19	39	55	5	9	6	41
6.	4	4	0	0	41	24	49	54	2	4	9	53
7.	3	1	1	0	41	34	52	48	0	3	12	58
8.	2	1	2	0	43	49	58	40	0	2	13	60
9.	1	0	2	0	39	58	57	29	0	1	13	59
10.	1	0	2	0	34	66	52	19	0	0	13	52
11.	0	0	2	0	28	69	43	11	1	0	12	42
12.	0	0	2	0	22	71	40	9	2	0	12	39
13.	0	0	1	0	16	65	31	8	10	0	13	39
14.	0	0	0	0	20	58	24	14	18	0	13	42
15.	0	1	0	0	22	48	18	20	30	0	12	46
16.	0	3	3	0	33	38	13	24	41	1	10	52
17.	0	7	6	8	41	28	7	26	51	16	8	57
18.	2	9	10	19	45	20	4	28	50	25	5	58
19.	5	11	11	19	43	13	2	27	50	39	2	60
20.	7	12	13	22	35	13	0	22	43	52	2	61
21.	7	12	11	25	33	12	1	16	35	63	0	60
22.	8	11	8	21	23	8	2	10	30	55	0	57
23.	9	9	5	14	20	6	4	5	21	54	0	54
24.	9	9	3	11	15	4	8	4	15	48	0	43
25.	10	10	2	9	13	6	16	0	7	40	0	33
26.	14	11	2	9	1	6	19	0	0	10	0	22
27.	19	10	1	10	1	11	25	0	0	0	0	13
28.	21	10	1	12	1	18	27	0	0	0	0	5
29.	23		2	12	1	22	34	0	0	0	0	3
30.	24		3	13	2	25	39	0	3	0	5	3
31.	23		4		2		43	0	0	0		6

Von Wolf's Relativzahlen habe ich ebenfalls Mittel genommen, und zwar ihrer grösseren Unsicherheit wegen zehntägige, glaube aber von der tabellarischen Zusammenstellung Umgang nehmen zu sollen, weil sie bei der folgenden Untersuchung nicht in demselben Umfange Verwendung gefunden haben, wie die angegebenen.

Beim Anblick der Zahlen in obiger Tabelle stellt man sich unwillkürlich die Fragen: Sind hierin selbstständige kleine Perioden erkennbar und welche? oder ist ihr Steigen und Fallen hauptsächlich eine Folge der Sonnenrotation? oder ist ihr Gang so unregelmässig, dass sich gar keine derartigen Perioden nach

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

weisen lassen? Meines Erachtens lassen sich diese Fragen, wenn die Untersuchungsresultate vorliegen, mit einer Wahrscheinlichkeit beantworten, welche der Sicherheit sehr nahe kommt.

Um den Gang der Sonnenflecken, wie er sich in den Relativzahlen ausspricht, deutlich vor Augen zu haben, wurden in der Tafel zwei Diagramme entworfen, wovon das mit der vollen Linie gezeichnete den 5tägigen Mitteln von Tacchini's und das mit der gestrichelten Linie ausgezogene den 10tägigen Mitteln von Wolf's Relativzahlen entspricht. Da letztere in der Regel weniger veränderlich sind als erstere, wurde bei ihren Ordinaten der doppelte Massstab angewendet. Die Feststellung der Wendepunkte der verschiedenen übereinander gelagerten Perioden wird durch die Benützung solcher Diagramme gewiss sehr erleichtert, weil man damit von den einzelnen zu beurtheilenden Stellen einen besseren Gesammteindruck gewinnt, als es von den Zahlen allein möglich ist.

In der vollen Curve — die gestrichelte wurde bei der zunächst folgenden Untersuchung nur in einigen zweifelhaften Fällen in Betracht gezogen — kommen häufig Stellen vor, wie z. B. vom 1. Juni bis 31. Juli 1881, wo sich sehr schön zwei Perioden erkennen lassen; eine grössere oder Hauptperiode in der Länge von nahe 30 Tagen und eine kleinere oder secundäre Periode von angenähert der halben Länge. Die erstere ist durch stärker ausgeprägte Maxima charakterisirt, mit welchen die Maxima der letzteren abwechselnd identisch und nicht identisch sind. Wenn die ganze Curve einen solchen Verlauf hätte, so könnte betreffs der Perioden kein Zweifel bestehen. Wie ist aber der Gang an der Stelle vom 16. October bis 24. December 1883 aufzufassen? Die starken Hebungen am 16. October, 16. November und 24. December sind ohne Zweifel Maxima der Hauptperiode; dazwischen ist aber nicht eine, sondern sind je zwei kleinere Hebungen zu erkennen. Die sehr nahe beisammen liegenden vom 28. und 31. October lassen sich zwar als eine einzige ansehen; dies ist hingegen kaum thunlich bei den Maximis vom 29. November und 12. December, ausser man vernachlässigt das erste, nur schwach ausgeprägte. Ein derartiger Vorgang ist jedoch gewiss nicht zulässig an der Stelle zwischen dem 19. Juli und 30. September 1882, wo sich zwischen den Hauptmaximis je zwei deutlich von einander getrennte secundäre Hebungen von nahe gleicher Höhe geltend machen.

Endlich zeigen sich in der Curve auch Theile, wie z. B. vom 7. März bis 2. April 1886, wo zwischen zwei starken und ziemlich weit von einander entfernten Hebungen entweder keine oder nur undeutliche secundäre Maxima zu bemerken sind. Übrigens zeigt die Curve zumeist Stellen, die mehr oder weniger dem einen oder andern dieser Fälle angepasst werden können.

In der gestrichelten Curve ist die Verschiedenheit zwischen den grösseren und kleineren Hebungen begreiflicher Weise nicht so deutlich ausgesprochen, indem die secundären Maxima — wohl auch weil Mittel von 10 Tagen genommen wurden — zum Theile verwischt sind, z. B. vom 4. Juli bis 19. September 1884, zum Theile wieder so stark auftreten, dass sie von den Hauptmaximis nicht unterschieden werden können, z. B. um den 15. November 1884.

Um die Länge der Perioden zu bestimmen und ihre Sicherheit zu beurtheilen, habe ich vorerst die Methode angewendet, mittelst welcher Wolf[1] die $11^1/_9$jährige Periode aus den Relativzahlen abgeleitet hat. Sie besteht darin, dass man vom Diagramme oder direct von den Relativzahlen die wahren Epochen der Wendepunkte ablieſt, aus den Zeitabständen zweier aufeinanderfolgender Maxima, beziehentlich Minima die wahren oder beobachteten Periodenlängen bestimmt und von diesen ein allgemeines Mittel nimmt. Die Rechnung wurde für die einzelnen acht Jahre von 1880—1887 zunächst besonders und dann für den ganzen Zeitraum ausgeführt und jedesmal auch der mittlere Fehler $\varphi = \pm \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$ der wahren Perioden und der wahrscheinliche Fehler $f = \pm 0 \cdot 6745 \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n(n-1)}}$ der mittleren Periode gesucht. Auf Grund der in der Tabelle 1 mitgetheilten ausgeglichenen Relativzahlen und des darnach gezeichneten Diagrammes enthält die folgende

[1] Astronomische Mittheilungen, Nr. LII.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle zunächst für die Hauptperiode in den ersten Columnen das Datum der Wendepunkte, in der folgenden unter p die wahren Periodenlängen und in der letzten die mittlere Periodenlänge P, sowie die Fehler φ und f.

Tabelle 2.

Max.	Min.	p		Resultate
1880.				
Jänner . . . . . 12.	Jänner . . . . . 24.	25	25	
Februar . . . . 6.	Februar . . . . 18.	37	34	$P = 29 \cdot 5$
März . . . . . 14.	März . . . . . 23.	29	29	$\varphi = 7 \cdot 8$
April . . . . . 12.	April . . . . . 21.	26	28	$f = 1 \cdot 1$
Mai . . . . . 8.	Mai . . . . . 19.	22	19	
Mai . . . . . 30.	Juni . . . . . 7.	25	37	
Juni . . . . . 24.	Juli . . . . . 14.	47	43	
August . . . . . 10.	August . . . . . 26.	33	26	
September . . 12.	September . . 21.	19	20	
October . . . . . 1.	October . . . . . 11.	21	30	
October . . . . . 22.	November . . . 10.	37	37	
November . . . 28.	December . . . 17.			
1881.				
Jänner . . . . . 4.	Jänner . . . . . 12.	37	26	
Jänner . . . . . 28.	Februar . . . . 13.	24	32	
Februar . . . . . 20.	März . . . . . 3.	23	18	$P = 31 \cdot 0$
März . . . . . 14.	März . . . . . 29.	22	26	$\varphi = 8 \cdot 7$
April . . . . . 21.	Mai . . . . . 1.	38	33	$f = 1 \cdot 2$
Juni . . . . . 1.	Juni . . . . . 8.	41	38	
Juni . . . . . 29.	Juli . . . . . 18.	28	40	
Juli . . . . . 31.	August . . . . . 16.	32	29	
August . . . . . 31.	October . . . . . 2.	31	47	
October . . . . . 22.	November . . . 3.	52	33	
November . . . 21.	November . . . 28.	30	25	
December . . . 5	December . . 25.	14	27	
1882.				
Jänner . . . . . 5.	Jänner . . . . . 22.	31	28	
Februar . . . . . 10.	Februar . . . . 27.	36	36	
März . . . . . 23.	April . . . . . 3.	41	35	$P = 30 \cdot 6$
April . . . . . 19.	Mai . . . . . 1.	27	28	$\varphi = 6 \cdot 2$
Mai . . . . . 17.	Juni . . . . . 7.	28	37	$f = 0 \cdot 8$
Juni . . . . . 15.	Juli . . . . . 9.	29	32	
Juli . . . . . 19.	August . . . . . 8.	34	30	
August . . . . . 23.	September . . 11.	35	34	
September . . 30.	October . . . . . 10.	38	29	
October . . . . . 26.	November . . . 4.	26	25	
November . . . 17.	December . . 5	22	31	
December . . . 11.	December . . . 23.	24	18	
1883.				
Jänner . . . . . 17.	Jänner . . . . . 28.	37	36	
Februar . . . . . 12.	März . . . . . 5.	26	36	
März . . . . . 21.	März . . . . . 27.	37	22	$P = 30 \cdot 0$
April . . . . . 17.	Mai . . . . . 4.	27	38	$\varphi = 7 \cdot 5$
Mai . . . . . 16.	Mai . . . . . 27.	29	23	$f = 1 \cdot 1$
Juni . . . . . 5.	Juni . . . . . 11.	20	15	
Juni . . . . . 29.	Juli . . . . . 8.	24	27	
Juli . . . . . 23.	August . . . . 6.	24	29	
September . . 2.	September . . 26.	41	(51)	
October . . . . . 16.	November . . . 7.	(44)	42	
November . . . 17.	December . . . 5.	32	29	
December . . . 24.		37		
1884.				
Jänner . . . . . 10.	Jänner . . . . . 3.	17	29	
Februar . . . . . 5.	Jänner . . . . . 26.	26	23	
März . . . . . 2.	Februar . . . . . 24.	20	29	$P = 28 \cdot 6$
April . . . . . 6.	März . . . . . 30.	35	35	$\varphi = 8 \cdot 4$
April . . . . . 29.	April . . . . . 16.	23	17	$f = 1 \cdot 1$
Mai[1] . . . . . 26.	Mai . . . . . 6.	27	20	
Juli . . . . . 2.	Juni . . . . . 17.	37	42	
August . . . . . 2.	Juli . . . . . 20.	31	33	
September . . 14.	September . . 4.	43	46	
October . . . . . 9.	September . . 23.	26	19	
October . . . . . 27.	October . . . . . 18.	18	25	
November . . . 26.	November . . . 7.	30	20	
December . . . 25.	December . . . 15.	29	38	
1885.				
Jänner . . . . . 21.	Jänner . . . . . 11.	27	27	
Februar . . . . . 17.	Jänner . . . . . 26.	27	15	
März . . . . . 6.	Februar . . . . . 25.	17	30	$P = 25 \cdot 9$
April . . . . . 10.	März . . . . . 22.	35	25	$\varphi = 6 \cdot 8$
Mai . . . . . 2.	April . . . . . 18.	22	27	$f = 0 \cdot 9$
Mai . . . . . 24.	Mai . . . . . 15.	22	27	
Juni . . . . . 21.	Mai . . . . . 30.	28	15	
Juli 8	Juni . . . . . 29.	18	30	
August . . . . 10.	August . . . . . 4.	33	36	
September . . 1.	August . . . . . 21.	22	17	
October . . . . . 7.	September . . 20.	36	30	
October . . . . . 25.	October . . . . . 15.	18	25	
November . . . 17.	November . . . 7.	23	23	
December . . . 28.	December . . . 7.	41	30	

[1] Mit Rücksicht auf Wolf's Relativzahlen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Max.	Min.	p		Resultate	Max.	Min.	p		Resultate
1886.					**1887.**				
Jänner . . . . . 15.	Jänner . . . . . 1.	18	25		Jänner . . . . . 30.	Jänner . . . . . 14.	35	47	
Februar . . . . . 4.	Jänner . . . . . 25.	20	24		Februar . . . . . 21.	Februar . . . . . 11.	22	28	
März . . . . . 7.	Februar . . . . 23.	31	29		März . . . . . 20.	März . . . . . 5.	27	22	
April . . . . . 2.	März 18	26	23	$P = 30 \cdot 0$	April . . . . . 21.	April . . . . . 8.	32	34	$P = 30 \cdot 2$
Mai . . . . . 6.	April . . . . . 14.	34	27	$\varphi = 7 \cdot 2$	Mai . . . . . 18.	April . . . . . 26.	27	18	$\varphi = 7 \cdot 8$
Juni [1] . . . . . 7.	Mai . . . . . 17.	32	33	$f = 1 \cdot 0$	Juni . . . . . 12.	Mai 30	25	34	$f = 1 \cdot 1$
Juli . . . . . 2.	Juni . . . . . 15.	25	29		Juli . . . . . 8.	Juni . . . . . 24.	26	25	
Juli [1] . . . . . 29.	Juli . . . . . 13.	27	28		August . . . . . 4.	Juli . . . . . 20.	26	26	
September . . 15.	August . . . . . 23.	48	41		September . . 18.	August . . . . . 28.	46	39	
October . . . . . 17.	September . . 26.	32	34		October . . . . . 21.	October . . . . . 10.	33	43	
November . . . 14.	November . . 4.	28	39		November . . . 13.	October . . . . . 31.	23	21	
December . . . 26.	November . . 28.	42	24		December . . . 20.	November . . . 26.	37	26	
						December . . . 29.		33	

Die zwei in Klammern gesetzten Perioden (August und September 1883) wurden bei der Rechnung weggelassen, weil es zweifelhaft ist, ob sie als einfache oder doppelte zu zählen sind. Um alle Willkür zu vermeiden, habe ich mir übrigens weder eine Auslassung noch eine Einschaltung erlaubt, und es ist daher wahrscheinlich, dass eben so oft zu kleine als zu grosse Perioden eingestellt worden sind, was sich im Ganzen wohl ausgleichen dürfte.

In derselben Weise wurde für alle acht Jahre ein Gesammtmittel berechnet, und es ergab sich

$$P = 29 \cdot 39 \text{ Tage}, \quad \varphi = 7 \cdot 65 \text{ Tage} \quad \text{und} \quad f = 0 \cdot 37 \text{ Tage}.$$

Dieselbe mittlere Periodenlänge stellt sich heraus, wenn man zu ihrer Berechnung die acht Jahresmittel benützt und ihnen Gewichte beilegt, welche den wahrscheinlichen Fehlern umgekehrt proportional sind.

Wolf fand für die $11\frac{1}{9}$jährige Periode die mittlere Schwankung der einzelnen wahren Perioden $1 \cdot 967$, das ist etwas mehr als ein Sechstel der mittleren Länge. $7 \cdot 65$ ist angenähert ein Viertel von $29 \cdot 39$. Diese Schwankung ist jedoch eher zu gross als zu klein bestimmt worden. Insofern man nun aus der mittleren Schwankung beurtheilen kann, ob eine gefundene Periodenlänge überhaupt eine Bedeutung haben kann, ist man also wohl berechtigt zu sagen, dass der Periode von $29 \cdot 39$ Tagen die Wahrscheinlichkeit nicht abzusprechen ist, wenn auch ihre Unsicherheit etwas grösser ist, als die der $11\frac{1}{9}$jährigen, zumal ihr wahrscheinlicher Fehler nur $0 \cdot 37$ Tage beträgt.

Eine zweite Untersuchung, welche ich mit Wolf's Relativzahlen für denselben Zeitraum ausgeführt habe, ergab einmal $P = 27 \cdot 7$ Tage, und als ich einige zu stark abweichende und auch sonst unsichere Perioden wegliess, $P = 27 \cdot 0$ Tage; $\varphi = 6 \cdot 8$ und $f = 0 \cdot 3$.

Das ist ein Resultat, welches sehr gut mit den Bestimmungen von Wolf und Fritz, welche eine Länge von $27 \cdot 68$ Tagen gefunden haben, zu vergleichen ist. Gleichwohl habe ich zu diesem Ergebniss nicht dasselbe Vertrauen wie zu dem anderen: einmal weil Wolf's Relativzahlen die secundäre Periode nicht so deutlich erkennen lassen als Tacchini's, und zwar auch dann nicht, wenn man 5tägige Mittel nimmt; ferner weil sich in ihnen die secundären Maxima manchmal wieder so stark aussprechen wie die Hauptmaxima, was zur Folge hat, dass man bei der Bestimmung der Wendepunkte zu unsicher ist und sehr wahrscheinlich durch Einbeziehung zu vieler kleiner Perioden das allgemeine Mittel herabdrückt. Ein anderer sehr gewichtiger Grund zur Erklärung der Verschiedenheit dieser Resultate wird sich unten gelegentlich einer anderen Untersuchung herausstellen.

[1] Mit Rücksicht auf Wolf's Relativzahlen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Um zu entscheiden, welche von diesen Perioden mehr Wahrscheinlichkeit hat, glaubte ich auch noch die Relativzahlen von Warren De La Rue benützen zu sollen. Dieselben gelten zwar für eine andere Zeit, nämlich für 1862 bis 1866. Wenn aber eine Periode allgemeine Giltigkeit haben soll, so muss sie sich auch für verschiedene Jahre nachweisen lassen. — Die Zahlen, welche die Fläche der Sonnenflecken in Millionteln der sichtbaren Sonnenhemisphäre ausdrücken und in der bereits citirten Abhandlung unter „Whole for the day. Whole spot" angegeben sind, habe ich — wo die Lücken nicht gar zu gross waren — durch Interpoliren ergänzt. Die sodann genommenen 5tägigen Mittel wurden auf Ganze der Hunderttausendtel abgerundet und so entstand folgende Reihe ausgeglichener Verhältnisszahlen der Sonnenflecken.

Tabelle 3.

Fläche der Sonnenflecken in Hunderttausendteln der Sonnenhemisphäre.

(Fünftägige Mittel.)

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1862.												
1.			147	78	140	255	170	393	77	176	78	60
2.			124	97	167	276	154	391	76	129	75	56
3.			102	110	195	282	133	345	78	85	72	53
4.			82	117	199	273	116	295	81	77	69	50
5.			74	116	192	257	109	238	84	75	66	46
6.			76	108	170	245	111	171	89	78	63	43
7.			79	93	145	229	114	117	89	82	60	40
8.			78	79	115	210	119	100	92	85	56	36
9.		123	75	64	96	213	124	90	89	88	53	33
10.		137	70	49	87	212	120	82	87	87	54	29
11.		151	64	48	86	195	107	73	86	83	61	28
12.		155	59	45	86	195	98	63	87	76	71	28
13.		149	54	53	92	213	95	53	85	67	85	31
14.		143	49	63	100	213	101	48	104	55	102	35
15.		135	44	73	108	216	108	49	124	45	104	41
16.		125	39	76	104	225	127	56	143	38	104	48
17.		112	34	79	94	227	142	80	166	33	103	54
18.		97	29	73	86	221	152	109	202	30	101	60
19.		87	25	67	79	220	146	132	225	29	97	67
20.		83	21	60	78	228	148	145	252	35	108	73
21.		87	17	55	91	239	147	149	28[illegible]	55	118	79
22.		96	14	55	106	230	155	135	3[illegible]9	64	129	86
23.		113	12	62	115	239	171	117	326	81	132	92
24.		128	10	66	118	231	195	100	337	94	128	96
25.		143	9	76	117	222	217	9[illegible]	342	102	117	98
26.		158	11	85	119	209	274	86	341	104	103	97
27.		168	15	87	123	214	316	88	334	96	87	94
28.		164	22	88	136	199	345	89	320	91	74	89
29.			31	106	160	194	379	90	274	88	67	99
30.			44	120	190	183	403	89	226	85	63	114
31.			60		221		390	86		81		136
1863.												
1.	159	48				98	23	44	6	110	62	40
2.	184	45				104	15	45	6	111	58	44
3.	193	41				103	48	49	6	104	52	48
4.	192	38				97	63	56	5	90	45	51
5.	184	35				87	78	64	5	78	42	54
6.	173	31				79	91	61	6	68	40	55
7.	160	29				64	104	60	8	61	40	59
8.	149				62	55	85	61	10	55	41	63
9.	141				73	49	81	63	13	49	44	66
10.	135				83	41	76	61	14	43	47	69

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1863.												
11.	131				94	33	78	69	14	37	52	69
12.	126				107	26	87	72	13	32	56	66
13.	121				115	20	84	69	10	28	60	61
14.	114				118	16	82	61	8	25	63	53
15.	112				116	13	81	54	6	23	60	54
16.	107				110	10	69	52	6	22	65	65
17.	104				98	8	54	52	6	20	64	77
18.	103				86	12	43	51	8	20	63	95
19.	102				74	16	34	48	11	19	60	120
20.	103				63	21	27	42	14	19	56	142
21.	104				51	26	26	32	17	18	52	153
22.	105				42	32	26	19	21	18	46	169
23.	106				48	30	25	11	27	20	41	174
24.	104				64	29	22	6	32	24	36	173
25.	99				82	26	21	5	37	29	31	164
26.	91				100	26	22	5	41	36	27	154
27.	82				113	29	22	6	51	43	25	138
28.	71				113	28	27	6	63	50	25	124
29.	63				106	28	33	6	82	57	27	
30.	56				98	27	38	6	98	62	32	
31.	52				97		41	6		63		
1864.												
1.		80	141	51	8	227	44	37	38	17	129	186
2.		69	141	49	13	214	43	39	40	18	154	174
3.		67	139	55	18	206	46	39	41	21	173	167
4.		73	135	65	20	203	60	45	43	20	183	157
5.		82	128	87	27	204	66	60	42	17	183	142
6.		93	123	109	37	197	88	81	39	17	174	119
7.		106	119	113	31	189	125	113	38	16	155	88
8.		112	115	108	28	176	155	154	39	14	137	60
9.		112	114	95	28	152	181	194	40	13	118	41
10.		109	125	75	24	124	206	238	41	14	100	31
11.		103	135	50	27	101	211	288	41	13	81	31
12.		95	143	37	39	79	203	315	42	13	63	41
13.		84	151	34	63	70	202	319	43	14	48	50
14.		73	155	34	84	73	207	305	41	14	37	59
15.		63	151	35	105	82	205	266	37	13	30	69

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1864.												
16.		56	153	39	117	89	196	202	31	11	27	78
17.		52	135	36	127	96	171	138	24	9	28	87
18.		53	119	29	127	90	141	87	16	7	30	113
19.		57	105	22	124	77	109	47	11	7	32	135
20.		65	88	14	115	64	81	19	7	18	35	152
21.		73	67	7	104	57	56	5	4	28	45	165
22.		81	70	5	86	53	41	3	4	36	62	174
23.		89	68	4	66	53	27	0	5	44	84	162
24.		97	68	3	51	54	14	0	6	52	109	150
25.		105	68	1	41	55	11	2	7	50	138	138
26.	199	113	67	1	36	56	14	5	8	51	164	126
27.	187	121	66	0	58	57	17	9	8	56	189	114
28.	165	129	68	1	101	59	23	16	8	64	196	103
29.	134	137	66	2	141	50	28	22	11	73	198	91
30.	111		64	5	179	47	31	26	14	87	194	79
31.	94		56		215		33	32		107		67
1865.												
1.	55	143	47	53	18	62	1	75	40	55	1	73
2.	44	134	48	46	21	62	3	88	43	57	8	71
3.	34	126	46	39	24	55	3	93	47	48	14	64
4.	26	118	44	36	27	65	4	90	49	38	18	62
5.	21	112	41	31	27	63	6	79	52	34	23	55
6.	17	106	37	27	23	68	8	62	44	37	29	48
7.	15	101	34	23	20	74	9	47	34	44	29	41
8.	16	94	31	19	17	80	12	36	23	68	31	34
9.	18	88	29	15	14	70	15	28	13	96	37	27
10.	23	80	28	11	13	70	17	23	4	117	42	21
11.	29	72	26	9	18	64	18	19	6	132	47	14
12.	40	63	26	8	21	55	18	15	7	141	52	8
13.	53	55	28	6	25	44	16	10	8	144	58	4
14.	67	47	31	7	28	31	15	7	9	144	62	1
15.	84	41	36	9	32	20	15	6	10	142	64	0
16.	103	36	39	13	33	11	15	4	10	133	64	0
17.	121	32	38	16	39	5	16	8	11	115	63	0
18.	140	29	34	19	45	2	19	16	14	88	59	10
19.	158	27	27	26	52	3	20	28	30	62	56	20
20.	177	25	31	30	61	4	20	38	61	34	52	30
21.	196	23	25	31	53	5	20	49	97	16	50	41
22.	208	20	20	30	42	5	18	55	125	5	52	53
23.	216	18	23	27	44	6	16	58	142	3	56	56
24.	217	19	32	18	47	6	13	57	140	1	60	58
25.	213	23	34	13	44	5	10	55	119	1	65	61
26.	203	30	48	10	56	5	9	53	91	0	69	64
27.	193	36	62	9	67	4	8	49	72	0	70	66
28.	183	42	69	11	61	3	12	44	61	0	71	69
29.	173		73	14	60	3	21	41	56	0	73	71
30.	163		67	16	62	2	35	41	55	0	74	73
31.	153		60		62		53	39		0		74

Tag	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1866.												
1.	75	65	10	11	5	45	26	4	44	20	8	4
2.	69	70	12	12	3	50	24	7	41	18	5	4
3.	64	75	15	12	1	48	20	9	33	16	2	3
4.	59	77	18	12	0	39	15	11	25	15	1	2
5.	54	78	21	12	0	35	12	13	16	13	0	2
6.	80	79	22	15	1	32	9	15	5	11	0	1
7.	89	81	22	15	5	30	7	17	0	9	0	1
8.	100	86	24	20	8	29	5	19	0	7	0	0
9.	112	95	29	26	13	29	7	20	0	5	0	0
10.	125	108	36	32	22	29	9	20	0	4	0	0
11.	109	124	41	35	30	29	11	20	0	2	0	0
12.	117	137	45	35	34	29	14	19	0	3	0	0
13.	126	150	46	33	40	29	16	19	0	5	0	0
14.	132	160	44	30	44	29	17	21	0	6	0	0
15.	135	169	40	25	41	29	16	21	0	13	0	0
16.	137	177	38	21	36	29	15	21	2	18	1	0
17.	136	187	38	19	28	29	15	20	4	21	3	0
18.	129	196	38	16	23	29	15	18	9	22	8	0
19.	119	206	39	13	18	29	11	17	15	24	12	0
20.	105	207	39	12	15	29	9	17	21	21	15	0
21.	88	199	35	12	15	29	6	17	25	18	17	0
22.	70	178	35	15	17	30	3	19	28	16	18	0
23.	56	146	36	19	17	33	0	22	29	14	16	0
24.	47	103	36	20	14	37	0	24	29	13	15	0
25.	43	66	36	21	13	36	0	27	27	15	14	0
26.	43	38	38	20	12	34	0	30	27	19	12	0
27.	45	18	33	16	12	32	0	32	26	21	10	
28.	48	9	26	12	11	31	0	35	24	23	8	
29.	51		20	9	19	27	0	38	23	22	7	
30.	55		14	7	31	27	1	39	22	19	5	
31.	60		11		39		3	41		13		

Das Jahr 1863 hat leider in der ersten Hälfte eine grosse Lücke und an seinem Ende, sowie anfangs 1864 ist wieder eine Unterbrechung, welche durch Interpolation nicht zu beseitigen war; seine Relativzahlen konnten daher bei der folgenden Periodenbestimmung, welche ebenso wie die obige ausgeführt wurde, nicht benützt werden. Von der Vorlage des entsprechenden Diagramms glaubte ich absehen zu können, weil die Hauptwendepunkte wegen des Zurücktretens der secundären Maxima zumeist unzweifelhaft in der Tabelle zu erkennen sind. Übrigens wurden jene Perioden, welche wegen vieler Interpolationen zu unsicher und in der folgenden Tabelle mittelst Klammern kenntlich gemacht sind, bei der Berechnung der mittleren Perioden weggelassen.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 4.

Max.	Min.	p		Resultate
1862.				
Februar . . . . . 27.	Februar . . . . 20.		33	
April 4	März . . . . . 25.	36	27	
Mai . . . . . 4.	April . . . . . 21.	30	29	$P = 30 \cdot 2$
Juni . . . . . 3.	Mai . . . . . 20.	30	23	$\varphi = 7 \cdot 3$
Juni . . . . . 22.	Juni . . . . . 12.	19	31	$f = 1 \cdot 1$
Juli . . . . . 30.	Juli . . . . . 13.	38	32	
August . . . . . 21.	August . . . . . 14.	22	19	
September . . 25	September . . 2.	35	47	
October . . . . . 26.	October . . . . . 19.	31	21	
November . . . 23.	November . . . 9.	28	32	
Jänner . . . . . 3.	December . . . 11.	41		
1864.				
März . . . . . 14.	Februar . . . . . 17.		45	
April . . . . . 7.	April . . . . . 2.	24	25	
Mai . . . . . 17.	April . . . . . 27.	40	29	$P = 29 \cdot 0$
Juni . . . . . 3.	Mai . . . . . 26.	17	37	$\varphi = 6 \cdot 8$
Juli . . . . . 11.	Juli 2	38	23	$f = 1 \cdot 0$
August . . . . . 13.	Juli . . . . . 25.	33	30	
September . . 8.	August . . . . . 24.	26	29	
October . . . . . 3.	September . . 22.	25	26	
November . . . 4.	October . . . . . 18.	32	29	
November . . . 29.	November . . . 16.	25	25	
December . . . 22.	December . . . 11.	23		
1865.				
Jänner . . . . . 24.	Jänner . . . . . 8.	33	28	
März . . . . . 2.	(Februar . . . 23.)	37	(46)	
April . . . . . 21.	März . . . . . 22.	27	(27)	
Juni . . . . . 8.	April . . . . . 13.	23	22	$P = 30 \cdot 5$
Juli . . . . . 12.	Mai . . . . . 10.	48	27	$\varphi = 9 \cdot 4$
August . . . . . 3.	Juni . . . . . 18.	34	39	$f = 1 \cdot 4$
August . . . . . 23.	Juli . . . . . 27.	22	39	
September . . 23.	August . . . . . 16.	20	20	
October . . . . . 13.	September . . 10.	31	25	
November . . . 30.	October . . . . . 5.	20	25	
	October . . . . . 29.	48	24	
	December . . . 16.		48	
1866.				
Jänner . . . . . 16.			(47)	
Februar . . . . . 20.	Jänner . . . . . 25.	35	(40)	
März . . . . . 18.	Februar . . . . 28.	26	34	
April . . . . . 12.	April . . . . . 3.	25	34	$P = 29 \cdot 6$
Mai . . . . . 14.	Mai . . . . . 4.	32	31	$\varphi = 6 \cdot 8$
Juni . . . . . 2.	Mai . . . . . 28.	19	24	$f = 1 \cdot 1$
Juli . . . . . 14.	Juli . . . . . 8.	42	41	
September . . 1.	Juli . . . . . 27.	(49)	19	
September . . 23.	September . . 12.	22	(47)	
October . . . . . 19.	October . . . . . 11.	26	29	
November . . . 22.	November . . . 10.	34	30	

Für alle vier Jahre ergibt sich:

$$P = 29 \cdot 85, \quad \varphi = 7 \cdot 58 \quad \text{und} \quad f = 0 \cdot 58 \text{ Tage.}$$

Dies stimmt also sehr gut mit der auf Grund der ersten Tabelle gefundenen mittleren Periode. Nimmt man aus beiden Bestimmungen mit Rücksicht auf ihren wahrscheinlichen Fehler ein allgemeines Mittel, so erhält man $P = 29 \cdot 56$ Tage.

2. Bevor zu einer weiteren Untersuchung, welche ausgeführt wurde, um über die Wahrscheinlichkeit einer solchen Periode mittelst einer andern Methode ein Urtheil zu gewinnen, übergegangen wird, ist es zweckdienlich, zu zeigen, inwiefern zwei andere Perioden nach dieser Methode und mit demselben Materiale nachgewiesen werden können.

Wie der Anblick des nach den Relativzahlen in Tab. 1 gezeichneten Diagramms lehrt, ist zwischen zwei Maximis der $29^1/_2$tägigen Periode häufig ein secundäres Maximum, manchmal sind zwei solche, hie und da ist auch wohl gar keines zu erkennen. Die Vermuthung, dass eine kleinere Periode besteht, welche gleichsam eine Begleitung der grösseren bildet und angenähert deren halben Länge hat, ist demnach gerechtfertigt.

Eine Schwierigkeit bei der Angabe der Wendepunkte dieser Periode liegt darin, dass man an den Stellen, wo zwei Hebungen der grösseren Periode durch ein ziemlich grosses Intervall von einander getrennt sind, und wo gleichwohl keine secundäre Hebung mit genügender Deutlichkeit zu sehen ist, Zweifel hegen muss, ob man dafür eine oder zwei kleine Perioden zu nehmen hat, z. B. dass zwischen dem 17. April und 16. Mai 1883, also für einen Zeitabstand von 29 Tagen, zwei kleine Perioden zu zählen sind, ist klar, denn der übrige Gang der Curve spricht zu deutlich; wie ist es aber bei der darauffolgenden Periode vom 16. Mai bis 5. Juni, welche nur 20 Tage umfasst? In manchen solchen Fällen entscheidet zwar der Gang der Minima, denn wenn das Intervall zwischen zwei Maximis als Doppelperiode zu gelten hat, so ist offenbar auch das

Digitised by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Intervall der benachbarten zwei Minima, welches hie und da bedeutend grösser oder kleiner ist, als Doppelperiode aufzufassen. Um aber derartige zweifelhafte Stellen auch in anderen Fällen zu überbrücken, wurde folgender Grundsatz befolgt. In jedem Jahre sind die deutlich erkennbaren kleinen Perioden so in der Überzahl ausgeprägt, dass man schon aus diesen das Jahresmittel mit grosser Sicherheit entnehmen kann. Ich habe daher die zweifelhaften grösseren Perioden so nach unten abgegrenzt, dass bei Einrechnung der doppelt gezählten Perioden das gesammte Jahresmittel sich möglichst wenig von dem unterscheidet, welches die unzweifelhaften einfachen Perioden allein geben, wobei sich als Grenze zuletzt 23 Tage herausstellte. Für das Jahr 1880 hat man folgende Wendepunkte und kleinen Perioden:

Tabelle 5.

Max.	Min.	p		Max.	Min.	p	
Februar . . . . . 29.	Februar . . . . . 18.		16	August . . . . . 10.	Juli . . . . . 29.	17	.
März . . . . . 14.	März . . . . . 5.	14	18	August . . . . . 31.	August . . . . . 26.	.	9
April . . . . . 2.	März . . . . . 23.	19	16	September . . 12.	September . . 4.	12	17
April . . . . . 12.	April . . . . . 8.	10	13	October . . . . . 1.	September . . 21.	19	20
April . . . . . 28.	April . . . . . 21.	16	11	October . . . . . 22.	October . . . . . 11.	21	19
Mai . . . . . 9.	Mai . . . . . 2.	11	17	November . . . 3.	October . . . . . 30.	12	11
Mai . . . . . 30.	Mai . . . . . 19.	21	19	November . . . 18.	November . . . 10.	15	12
Juni . . . . . 24.	Juni . . . . . 7.	.	.	November . . . 28.	November . . . 22.	10	11
Juli . . . . . 7.	Juli . . . . . 3.	13	11	December . . . 8.	December . . . 3.	10	14
Juli . . . . . 24.	Juli . . . . . 14.	17	15		December . . . 17.		

Wenn man die grossen Perioden, welche durch Punkte markirt sind, auslässt, so ergibt sich als Mittel $P = 14 \cdot 7$, wenn man sie als doppelte einrechnet, $P = 14 \cdot 3$; die Differenz beträgt also nur $0 \cdot 4$. Würde man auch die bedenklich langen Perioden von 20 und 21 Tagen (September und October) auslassen, beziehentlich doppelt nehmen, so erhielte man $P = 14 \cdot 4$ respective $13 \cdot 6$, welche Mittel die grössere Differenz $0 \cdot 8$ aufweisen. Ich hielt es daher für richtig, diese zwei Perioden als einfache, zufällig mit wahren Perioden der $29^1/_2$ tägigen zusammenfallende anzusehen.

Diese Periodenbestimmung bietet jedoch auch noch andere Schwierigkeiten, welche sich nicht beseitigen lassen, und ich konnte daher zu derselben, obschon ich mir viel Mühe gab, kein rechtes Vertrauen gewinnen, zumal mich die unten folgenden Untersuchungen in der Auffassung bestärkten, dass diese Periode nicht ohne Unterbrechung verlauft und daher nur für eine scheinbare zu halten ist, die wesentlich von der Sonnenrotation abhängen dürfte. Die übrigen Bemerkungen hierüber auf die Discussion der Resultate verschiebend, gebe ich noch das allgemeine Mittel für die Jahre 1880—1887 an. Dasselbe ist:

$$P = 14 \cdot 95 \text{ beziehentlich } 14 \cdot 35, \quad \varphi = 3 \cdot 74, \quad f = 0 \cdot 15 \text{ Tage.}$$

Diese Periodenlänge dürfte um beiläufig 1 Tag zu gross sein, obgleich der wahrscheinliche Fehler nur $0 \cdot 15$ beträgt. Derselbe ist übrigens klein nicht wegen geringer Schwankungen der einzelnen wahren Perioden, sondern wegen des grossen Divisors.

3. In den beiden Diagrammen (Tafel), insbesondere in dem voll ausgezogenen, zeigen sich in grösseren Entfernungen, als es der $29^1/_2$ tägigen Periode entspricht, auffallend tiefe Minima, indem letztere Curve öfters fast auf Null und auch die andere tiefer als gewöhnlich herabsinkt. Da diese Minima, wie man sich leicht überzeugen kann, mit einer gewissen Regelmässigkeit aufeinanderfolgen, so liegt es nahe, hierin eine andere, grössere Periode zu vermuthen. Die stärksten Maxima zeigen jedoch nicht dieselbe Regelmässigkeit der Reihenfolge, denn es sind zwischen zwei tiefen Minimis gewöhnlich zwei Maxima der $29^1/_2$ tägigen Periode zu erkennen, von welchen entweder das erste oder das zweite mehr hervorragt, und die manchmal auch einen ziemlich gleichen Rang behaupten. Es ist dies dieselbe Eigenthümlichkeit, welche sich auch in den grossen Perioden der Sonnenflecken ausspricht, in welchen bekanntlich auch die Minima besser ausgeprägte Grenzen der einzelnen aufeinander folgenden wahren Perioden bilden. Diese tiefen Minima wurden in der folgenden Tabelle zusammengestellt und die Intervalle zwischen ihnen wieder zur Bestimmung der mittleren Periodenlänge

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

benützt. Von den Maximis wurde abgesehen, ebenso von einigen zweifelhaften Perioden, welche in dem einen oder andern Sinne in Rechnung gebracht, übrigens am Resultate nicht viel ändern würden.

Tabelle 6.

Epochen der Minima		p	Σp	n	P
1880,	Mai .....18.	57	57	1	57·0 T
	Juli .....14.	2×59·5	.	.	.
	November ...10.				
1881,	Januar.....12.	63	120	2	60·0
	März ..... 3.	50	170	3	56·7
	Mai ..... 1.	59	229	4	57·3
	August .....16.	107	336	5	67·2
	November... 3.	79	415	6	69·2
	December...26.	53	468	7	66·9
1882,	Februar.....27.	63	531	8	66·4
	Mai .....27.	89	620	9	68·9
	August ..... 8.	73	693	10	69·3
	October.....10.	63	756	11	68·7
	December...23.	74	830	12	69·2
1883,	März ..... 4.	71	901	13	69·3
	Mai .....27.	84	985	14	70·4
	August ..... 5.	70	1055	15	70·3
	September ..26.	52	1107	16	69·2
	December... 5.	70	1177	17	69·2
1884,	Januar.....23.?	(49)		.	.
	März .....30.	(67)		.	.
	Juni.....17.	79	1256	18	69·8
	September .. 4.	80	1336	19	70·3
	November... 7.	64	1400	20	70·0
1885,	Januar.....11.	65	1465	21	69·8
	März .....22.	70	1535	22	69·8
	Mai .....15.	54	1589	23	69·1
	August .....21.	98	1687	24	70·3
	October.....15.	55	1742	25	69·7
	December... 7.	53	1795	26	69·0
1886,	[1] Februar ...22.	77	1872	27	69·3
	Mai .....17.	84	1956	28	69·9
	[1] Juli .....13.	57	2013	29	69·4
	September ..26.	75	2088	30	69·6
	November...18.	63	2151	31	69·4

$\varepsilon = 13·85$, $f = 1·68$ Tage.

Hiernach besteht sehr wahrscheinlich eine Periode der Sonnenflecken in der mittleren Länge von 69·4 Tagen, welche betreffs der Sicherheit der Bestimmung sehr gut mit der 11jährigen verglichen werden kann. Der mittlere Fehler (Schwankung) der einzelnen beobachteten Perioden beträgt nämlich $^1/_5$ und der wahrscheinliche Fehler des Mittels $^1/_{41}$ der mittleren Länge. Ersterer ist, wie bereits bemerkt, bei der 11jährigen Periode etwas kleiner als $^1/_5$, letzterer aber etwas grösser als $^1/_{41}$, nämlich $^1/_{36}$.

In der vorstehenden Tabelle habe ich nach Hinzufügung einer neuen Periode jedesmal auch ein neues Mittel genommen, um zu zeigen, dass ein solches, schon aus verhältnissmässig wenigen Perioden genommen, dem allgemeinen Mittel nahe gleichkommt und dann bei Fortsetzung des Verfahrens nur wenig um dasselbe schwankt, was gewiss auch für die Wahrscheinlichkeit der abgeleiteten Periode spricht.

Versuchsperioden.

Wenn mehrere Bestimmungen von Perioden derselben Erscheinung, die einander ziemlich nahe kommen, gegeben sind, so drängt sich natürlich die Frage auf: Sind die verschiedenen Perioden nur als eine einzige anzusehen, ist also die Abweichung der Bestimmungen nur der Unsicherheit des Materials und der angewen-

[1] Unsicher. Es wäre besser gewesen, dieses Jahr ebenso wie das Jahr 1887 wegzulassen, weil die tiefen Minima schon zu häufig auftreten; doch hätte die dadurch erzielte Änderung des allgemeinen Mittels, weil innerhalb des wahrscheinlichen Fehlers liegend, keine Bedeutung.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

deten Methoden zuzuschreiben, oder ist nur eine Bestimmung die richtige und welche, oder bestehen mehrere ziemlich gleich lange Perioden? Ein solcher Fall ist der eben vorliegende. Wolf und Fritz fanden eine Sonnenflecken-Periode von 27·68 Tagen. Riccò[1] fand für das Jahr 1881 angenähert denselben, für 1882 aber den etwas grösseren Werth von 28·2 Tagen. Die kleinste Periode wurde von Tacchini[2] für die Jahre 1882 und 1883 zu angenähert $12^1/_2$ Tagen ermittelt, für andere Jahre fand er hiefür etwas grössere Längen.

Es ist gewiss sehr wünschenswerth, eine Entscheidung zu treffen, welcher von diesen Bestimmungen die meiste Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben ist, zumal auch für mehrere periodische Erscheinungen der Erde (Luftdruck, Magnetismus, Gewitter, Nordlicht) analoge Perioden ermittelt worden sind.

Zu einer solchen Auswahl oder Proberechnung ist das Verfahren, welches z. B. Hornstein, Liznar und v. Bezold angewendet haben, gewiss sehr geeignet. Es besteht darin, dass man die Zahlenreihe, welche auf ihre Periodicität untersucht werden soll, von einem beliebigen Ausgangspunkte an in gleiche Abtheilungen bringt, welche der Länge einer aus irgend welchen Gründen wahrscheinlichen Periode entsprechen, dann die gleichen Perioden so addirt, dass die Glieder, welche derselben Phase entsprechen sollen, je eine Summe bilden und schliesslich aus den Summen Schlüsse auf die Wahrscheinlichkeit der zu Grunde gelegten Periode zieht. Je besser die einzelnen vereinigten Perioden harmoniren, desto besser muss sich eben dieselbe Periode in den Summen (oder Mitteln) aussprechen. Wendet man dasselbe Verfahren auch auf etwas grössere und kleinere Versuchsperioden an, so kann man — allenfalls mit Hilfsmitteln der algebraischen Analysis, wie Hornstein[3] deren mehrere angibt, Entwicklung in periodische Functionen u. s. w. — die wahrscheinlichste Länge der Periode ermitteln. Durch vorläufige Versuche habe ich mich überzeugt, dass im vorliegenden Falle solche Hilfsmittel nur nöthig wären, wenn man Tacchini's ursprüngliche Relativzahlen (also ohne Ergänzung durch interpolirte Werthe und ohne Abrundung durch 5tägige Mittel) anwenden würde.

Das Verfahren vereinfacht sich aber glücklicher Weise bedeutend, wenn man die ergänzten und abgerundeten Relativzahlen (Tabelle 1) benützt; denn mit diesen erhält man Perioden, die sich zumeist durch eine gewisse Regelmässigkeit des Ganges so auszeichnen, dass man schon daraus,[4] sowie aus der einfachen und totalen Amplitude auf die grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit Schlüsse ziehen kann.

Zuerst wurden Versuchsperioden gebildet, die mir aus irgend welchen Gründen die meiste Wahrscheinlichkeit zu haben schienen, und dann wurden, um nicht zu grosse Lücken zu lassen und um der wahrscheinlichsten näher zu kommen, noch andere hinzugefügt. Betreffs der Perioden, welche nicht durch eine ganze Zahl von Tagen ausgedrückt sind, ist zu bemerken, dass sie durch Eliminiren des Bruchtheils auf die nächste ganze Zahl in der Weise verkürzt worden sind, dass ich z. B. für $27^1/_2$ abwechselnd Perioden von 27 und 28 Tagen bildete und den 28ten Tag wegliess. $27^3/_4$ wurde auf 28 verlängert, indem ich nach jeder vierten Periode eine Zahl zweimal einsetzte. Die so erhaltenen Versuchsperioden glaube ich vollständig mittheilen zu sollen, weil sie nicht nur zur Lösung der vorliegenden Frage, sondern auch, wie unten gezeigt werden wird, zu anderen Vergleichungen nützlich sein können. Die Perioden sind für die einzelnen Jahre von 1880 bis 1887 nur in den Summen gegeben, doch ist die Anzahl der vereinigten Perioden oben beigesetzt. Für den ganzen Zeitraum wurden unter „mittlerer Gang" auch die Mittel beigefügt, weil sie in einigen Fällen nöthig waren. Der allgemeine Anfang fällt überall auf den 3. Januar 1880, und weil selbstverständlich für die einzelnen Jahre der Anfang nicht auf dasselbe Datum fällt (Anfang Januar des betreffenden oder Ende December des vorhergehenden Jahres), so wurde der Tag unter die Jahreszahl gesetzt.

---

[1] „Sulla Distribuzione dei Minimi di Macchie nel Sole durante l'anno 1881—1882." Memorie della società degli spettroscopisti italiani. Vol. XI.

[2] Dieselbe Zeitschrift a. m. O. z. B. auch Vol. XI.

[3] In der Abhandlung: „Über die Abhängigkeit der täglichen Variation des Barometerstandes von der Rotation der Sonne." Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. LXVII. Bd. 1873.

[4] In ähnlicher Weise wie W. v. Bezold in der Abhandlung: „Über eine nahezu 26tägige Periodicität der Gewittererscheinungen." Sitzungsberichte der Berliner Akademie, 1888.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *a*.

$P = 24$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 15	1881 28. Dec. 15	1882 23. Dec. 16	1883 11. Jan. 15	1884 1. Jan. 15	1885 31. Dec. 15	1886 26. Dec. 15	1887 21. Dec. 16	1880—1887 122	Mittl. Gang
1.	388	616	1049	2187	1110	1010	632	223	7215	59·1
2.	455	648	946	**2200**	1074	1052	600	257	**7232**	**59·3**
3.	536	669	864	2142	1081	1084	551	268	7225	59·2
4.	588	684	790	2049	1126	**1163**	493	329	7222	59·2
5.	652	724	740	1964	1161	1145	457	373	7216	59·1
6.	**676**	746	693	1946	1192	1105	431	**401**	7190	58·9
7.	665	**757**	667	1925	1239	1054	403	399	7109	58·3
8.	628	747	648	1704	1269	983	403	387	6829	56·0
9.	601	736	621	1734	1277	900	389	364	6613	54·2
10.	548	718	578	1686	1315	842	373	332	6392	52·4
11.	486	704	566	1721	1325	808	381	289	6280	51·5
12.	456	681	573	1721	1353	779	381	268	6212	50·9
13.	430	669	632	1703	1409	791	392	251	6277	51·5
14.	405	648	758	1730	1478	831	409	256	6515	53·4
15.	384	634	944	1742	1509	861	434	272	6780	55·6
16.	370	632	1084	1712	1501	886	456	276	6917	56·7
17.	360	638	1250	1674	**1524**	926	498	274	7124	58·4
18.	345	637	1361	1673	1502	899	559	256	**7232**	**59·3**
19.	330	625	**1433**	1686	1430	869	599	248	7220	59·2
20.	320	601	1428	1684	1379	872	649	221	7154	58·6
21.	319	569	1413	1727	1338	890	677	210	7143	58·6
22.	313	554	1367	1897	1255	906	**682**	193	7167	58·8
23.	334	567	1286	2032	1181	904	672	196	7172	58·8
24.	358	569	1172	2145	1124	973	652	198	7191	58·9

Tabelle 7 *b*.

$P = 25$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 15	1881 12. Jan. 14	1882 28. Dec. 15	1883 7. Jan. 14	1884 23. Dec. 15	1885 1. Jan. 15	1886 11. Jan. 14	1887 27. Dec. 15	1880—1887 117	Mittl. Gang
1.	541	598	965	1972	1471	1007	522	263	7339	62·7
2.	534	616	963	1911	**1558**	959	559	236	7336	62·7
3.	548	629	935	1801	1554	919	579	209	7174	61·3
4.	543	635	895	1679	1538	866	614	180	6952	59·4
5.	525	648	856	1504	1505	811	**632**	174	6655	56·9
6.	487	655	843	1459	1428	738	627	188	6425	54·9
7.	443	673	826	1435	1336	681	613	204	6211	53·1
8.	394	**674**	854	1424	1284	630	581	215	6056	51·8
9.	336	661	907	1442	1216	639	520	218	5939	50·8
10.	312	638	948	1467	1160	658	477	222	5882	50·3
11.	302	620	976	1516	1148	671	454	228	5915	50·6
12.	307	599	1014	1538	1131	727	418	232	5966	51·0
13.	315	585	**1032**	1607	1162	779	415	245	6140	52·5
14.	343	596	1010	1674	1250	820	410	265	6368	54·4
15.	381	605	991	1670	1335	865	392	283	6522	55·7
16.	412	610	954	1645	1403	696	358	308	6586	56·3
17.	438	615	896	1609	1498	966	329	319	6670	57·0
18.	476	620	829	1564	**1556**	1070	317	321	6753	57·7
19.	513	607	780	1543	1549	1166	306	330	6794	58·1
20.	535	591	760	1582	1475	1268	309	**338**	6858	58·6
21.	561	559	771	1680	1383	**1333**	350	330	6967	59·5
22.	**591**	542	831	1863	1278	1326	385	317	7133	61·0
23.	582	529	896	2024	1220	1270	422	310	7253	62·0
24.	576	546	949	2156	1176	1189	459	285	7336	62·7
25.	559	563	991	**2225**	1175	1099	495	245	**7352**	**62·8**

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *c*.

$P = 26$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 14	1881 1. Jan. 14	1882 31. Dec. 14	1883 30. Dec. 14	1884 29. Dec. 14	1885 27. Dec. 14	1886 26. Dec. 14	1887 25. Dec. 14	1880—1887 112	Mittl. Gang
1.	230	700	766	1926	1308	1029	468	147	6574	58·7
2.	228	712	863	1982	1263	970	428	162	6608	59·0
3.	245	735	945	1975	1216	883	384	191	6584	58·7
4.	270	**741**	1028	1902	1131	799	362	216	6449	57·6
5.	301	734	1111	1849	1079	679	342	241	6336	56·6
6.	333	718	1147	1670	1062	619	342	258	6149	54·9
7.	366	711	**1165**	1631	1094	587	332	275	6161	55·0
8.	382	694	1155	1475	1125	601	330	284	6046	54·0
9.	390	686	1131	1383	1151	605	332	300	5978	53·4
10.	404	672	1056	1407	1199	659	341	310	6048	54·0
11.	431	651	1017	1395	1228	712	341	351	6126	54·7
12.	446	614	975	1327	1200	763	369	375	6069	54·2
13.	478	569	981	1358	1181	812	395	392	6166	55·0
14.	511	510	953	1396	1158	832	434	**405**	6259	55·9
15.	534	457	913	1411	1104	937	457	387	6200	55·3
16.	558	420	849	1482	1100	985	480	340	6214	55·5
17.	613	407	788	1567	1152	1034	545	307	6413	57·3
18.	628	415	699	1646	1214	1069	501	276	6448	57·6
19.	**643**	454	627	1705	1289	**1078**	636	235	6667	59·5
20.	632	496	572	1796	1363	1066	668	183	6776	60·5
21.	583	532	532	1866	1399	1052	**692**	153	**6799**	**60·7**
22.	501	572	514	1933	**1396**	1030	669	140	6755	60·3
23.	435	607	521	1961	1356	1007	630	118	6635	59·2
24.	368	612	550	2045	1313	985	603	114	6590	58·8
25.	318	626	606	**2090**	1305	978	569	117	6609	59·0
26.	287	647	661	2093	1290	992	536	116	6622	59·1

Tabelle 7 *d*.

$P = 27$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 13	1881 19. Dec. 14	1882 1. Jan. 14	1883 14. Jan. 13	1884 31. Dec. 14	1885 12. Jan. 13	1886 29. Dec. 14	1887 11. Jan. 13	1880—1887 108	Mittl. Gang
1.	281	564	1346	1687	1098	958	289	64	6287	58·2
2.	299	604	1316	1817	1047	873	265	73	6294	58·3
3.	335	634	1244	1950	1042	791	258	94	6348	58·8
4.	385	666	1135	2068	1047	726	240	123	6390	59·2
5.	431	699	994	2089	1086	687	248	151	6385	59·1
6.	474	702	868	**2121**	1138	693	265	187	6448	59·7
7.	520	708	741	2033	1225	738	298	221	6484	60.0
8.	559	724	658	1871	1299	800	374	226	6511	60·3
9.	589	738	571	1710	1374	834	449	234	6499	60·2
10.	617	755	503	1680	**1387**	861	518	249	**6570**	**60·8**
11.	630	790	455	1587	1383	**873**	597	252	6567	60.8
12.	**631**	809	436	1494	1360	859	651	270	6510	60·3
13.	580	**814**	455	1422	1352	840	676	287	6426	59·5
14.	531	787	503	1394	1334	831	716	318	6414	59·4
15.	468	735	572	1365	1313	822	**735**	327	6337	58·7
16.	394	658	645	1362	1274	805	725	348	6211	57·5
17.	320	584	714	1390	1239	775	714	368	6104	56·5
18.	286	499	760	1396	1203	737	688	**371**	5940	55·0
19.	254	430	783	1387	1143	726	640	345	5708	52·9
20.	238	384	799	1372	1113	734	589	325	5554	51·4
21.	238	358	822	1418	1098	761	536	300	5531	51·2
22.	244	343	853	1431	1098	817	476	250	5512	51·0
23.	264	350	946	1450	1091	866	421	207	5592	51·8
24.	280	384	1052	1522	1069	944	372	154	5777	53·5
25.	283	424	1152	1539	1044	997	324	121	5884	54.5
26.	284	471	1268	1573	1043	1023	298	89	6049	56.0
27.	282	511	**1356**	1624	1001	**1028**	260	85	**6147**	56·9

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *e*.

$P = 27^1/_2$, verkürzt auf 27 Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 13	1881 25. Dec. 13	1882 18. Dec. 14	1883 7. Jan. 13	1884 30. Dec 13	1885 22. Dec. 14	1886 11. Jan. 13	1887 3. Jan. 13	1880—1887 106	Mittl. Gang
1.	373	722	776	1255	1041	1023	**692**	161	6043	57·0
2.	396	694	842	1329	998	1092	678	126	6155	58·1
3.	418	673	878	1426	1006	**1110**	673	106	6290	59·3
4.	448	651	865	1536	1009	1069	664	103	6345	59·9
5.	501	622	855	1685	1008	1036	643	108	6458	60·9
6.	552	574	854	1836	1066	1007	625	108	6622	62·5
7.	594	546	865	1996	1123	905	580	127	6736	63·5
8.	**611**	502	926	**2133**	1144	812	509	149	**6786**	**64·0**
9.	610	452	1007	2129	1197	752	438	173	6758	63·8
10.	574	422	1089	2092	1312	699	372	188	6748	63·7
11.	514	409	1167	1981	1317	691	310	194	6583	62·1
12.	459	409	1225	1855	**1319**	719	262	207	6455	60·9
13.	403	413	**1261**	1703	1319	777	229	217	6322	59·6
14.	343	437	1223	1604	1281	836	196	220	6140	57·9
15.	303	449	1158	1476	1173	915	191	235	5900	55·7
16.	293	460	1035	1488	1125	953	190	255	5799	54·7
17.	275	467	890	1457	1096	972	187	273	5617	53·0
18.	284	490	734	1485	1058	**973**	209	279	5512	52·0
19.	282	522	603	1505	1025	947	258	307	5449	51·4
20.	282	552	513	1539	1043	896	298	322	5445	51·4
21.	274	586	448	**1564**	1084	834	342	**323**	5455	51·5
22.	276	626	432	1538	1104	767	396	318	5457	51·5
23.	263	665	437	1490	1125	723	430	323	5456	51·5
24.	261	698	488	1426	**1144**	721	484	318	5540	52·3
25.	282	738	551	1365	1110	749	543	307	5645	53·3
26.	312	761	631	1259	1071	821	579	280	5714	53·9
27.	363	**766**	711	1293	1034	912	587	234	5890	55·6

Tabelle 7 *f*.

$P = 27^3/_4$, verlängert auf 28 Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 13	1881 29. Dec. 13	1882 25. Dec. 13	1883 21. Dec. 14	1884 13. Jan. 13	1885 8. Jan. 13	1886 4. Jan. 13	1887 30. Dec. 13	1880—1887 105	Mittl. Gang
1.	391	541	971	1622	1140	851	380	258	6154	58·6
2.	429	531	1061	1579	1095	792	438	222	6147	58·5
3.	484	506	1128	1442	1052	745	521	184	6062	57·7
4.	540	477	1210	1474	1034	694	593	159	6181	58·9
5.	584	462	**1230**	1509	1053	688	637	133	6296	60·0
6.	**605**	449	1188	1528	1117	702	665	130	6384	60·8
7.	595	444	1072	1562	1182	745	**683**	132	**6415**	**61·1**
8.	564	446	918	1597	1216	820	669	142	6372	60·7
9.	500	446	755	**1611**	**1218**	887	664	146	6227	59·3
10.	448	451	614	1564	1180	930	656	160	6003	57·2
11.	400	456	515	1543	1133	993	658	172	5870	55·9
12.	355	466	445	1486	1062	**1005**	654	183	5656	53·9
13.	327	486	413	1381	1005	992	622	189	5415	51·6
14.	317	529	407	1298	974	992	562	198	5277	50·3
15.	313	572	425	1325	994	938	488	215	5270	50·2
16.	306	615	470	1341	1003	853	402	230	5220	49·7
17.	300	657	538	1429	994	752	334	245	5249	50·0
18.	292	705	621	1504	1009	679	272	259	5341	50·9
19.	297	734	711	1602	1054	637	232	259	5526	52·6
20.	292	761	785	1707	1066	937	210	264	5722	54·5
21.	302	**769**	830	1856	1100	662	213	280	6012	57·3
22.	312	764	849	2001	1133	736	201	304	6300	60·0
23.	336	722	842	2158	**1176**	805	209	286	6534	62·2
24.	351	665	823	2196	1160	854	231	288	6568	62·6
25.	362	615	817	**2211**	1163	908	234	307	**6617**	**63·0**
26.	371	584	846	2172	1147	**915**	257	**311**	6603	62·9
27.	383	538	863	2026	1121	912	292	288	6423	61·2
28.	389	511	919	1901	1080	888	338	267	6293	59·9

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *g*.

$P = 28$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 13	1881 1. Jan. 13	1882 31. Dec. 13	1883 30. Dec. 13	1884 29. Dec. 13	1885 27. Dec. 13	1886 26. Dec. 13	1887 25. Dec. 13	1880—1887 104	Mittl. Gang
1.	428	**500**	831	1197	1028	721	183	310	5198	50·0
2.	472	482	674	1169	1020	670	179	**323**	4989	48·0
3.	521	472	560	1161	1002	641	191	315	4863	46·7
4.	555	454	482	1182	1000	669	199	287	4825	46·4
5.	**562**	447	458	1260	1027	726	210	255	4954	47·5
6.	560	451	450	1418	1102	768	245	226	5220	50·2
7.	530	467	458	1546	1138	808	285	196	5428	52·2
8.	472	478	486	1637	1166	871	337	177	5624	54·1
9.	432	508	549	1715	1215	**871**	401	162	5853	56·3
10.	397	551	625	1831	1239	849	464	169	6125	58·9
11.	358	599	721	1902	1223	826	537	177	6343	61·0
12.	332	642	799	1923	**1239**	795	596	177	6503	62·5
13.	339	697	847	1906	1238	747	638	174	6586	63·3
14.	323	740	**857**	**1932**	1200	717	665	174	**6608**	**63·5**
15.	309	765	851	1879	1144	707	**666**	173	6494	62·4
16.	306	**767**	821	1777	1091	728	648	164	6302	60·6
17.	314	759	706	1671	1051	753	639	186	6079	58·4
18.	314	714	702	1593	1038	810	645	193	6009	57·8
19.	324	656	831	1562	1085	866	651	221	6196	56·9
20.	332	595	833	1511	1155	897	661	239	6223	59·8
21.	352	534	876	1552	1248	935	628	254	6379	61·3
22.	356	494	946	1577	1274	979	584	254	6464	62·2
23.	355	483	1032	**1647**	**1277**	983	499	257	**6533**	**62·8**
24.	349	477	1099	1620	1230	**1006**	419	249	6449	62·0
25.	362	489	1162	1596	1158	989	347	207	6370	61·3
26.	361	499	**1169**	1556	1071	928	294	205	6143	59·1
27.	380	493	1121	1523	1018	820	248	269	5872	56·5
28.	419	477	978	1428	989	743	230	283	5547	53·3

Tabelle 7 *h*.

$P = 28^1/_2$, verkürzt auf 28 Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 13	1881 7. Jan. 13	1882 13. Jan. 13	1883 21. Dec. 13	1884 26. Dec. 13	1885 31. Dec. 13	1886 5. Jan. 13	1887 11. Jan. 13	1880—1887 103	Mittl. Gang
1.	459	619	778	1305	1157	790	586	243	5937	57·6
2.	471	671	772	1322	1122	805	622	236	**6021**	**58·5**
3.	472	716	749	1329	1075	**806**	**640**	231	6018	58·4
4.	471	**744**	760	1330	1072	789	631	209	6006	58·3
5.	**475**	744	763	1303	1093	767	633	213	5991	58·2
6.	445	711	770	1279	1123	779	623	221	5953	57·8
7.	420	673	830	1214	1125	769	618	227	5876	57·0
8.	398	619	899	1209	1121	788	626	234	5894	57·2
9.	378	560	948	1211	1093	780	631	**236**	5837	56·7
10.	352	520	994	1310	1101	791	628	234	5930	57·6
11.	343	499	1012	1400	1099	822	592	224	5991	58·2
12.	340	485	**1018**	1591	1111	843	529	230	6147	59·7
13.	334	475	946	1706	1122	874	462	228	6147	59·7
14.	358	479	849	1819	1169	920	372	215	**6181**	**60·0**
15.	387	485	735	**1881**	1194	949	291	211	6133	59·5
16.	**415**	511	620	1853	1205	954	228	208	5994	58·2
17.	414	530	557	1775	1215	**965**	199	213	5868	57·0
18.	407	544	527	1735	1232	953	172	208	5778	56·1
19.	376	**550**	534	1684	1247	941	160	214	5706	55·4
20.	352	542	563	1671	1283	878	170	213	5672	55·1
21.	328	514	608	1664	1293	812	176	211	5606	54·4
22.	332	476	660	1635	**1304**	746	197	192	5542	53·8
23.	342	444	708	1597	1290	683	236	182	5482	53·2
24.	362	421	739	1589	1225	645	296	190	5467	53·1
25.	387	415	750	1681	1148	644	356	192	5573	54·1
26.	416	415	761	1665	1085	672	407	208	5629	54·7
27.	441	456	766	**1694**	1024	702	437	234	5754	55·9
28.	456	513	770	1626	952	752	492	**246**	5807	56·4

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *i*.

$P = 29$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 13	1881 14. Jan. 12	1882 28. Dec. 13	1883 9. Jan. 12	1884 23. Dec. 13	1885 3. Jan. 12	1886 17. Dec. 13	1887 29. Dec. 13	1880—1887 101	Mittl. Gang
1.	461	431	716	1279	1222	732	474	243	5558	55·0
2.	**472**	437	690	1306	**1269**	737	388	236	5535	54·8
3.	447	402	700	1330	1259	756	314	237	5505	54·5
4.	420	484	732	1267	1241	769	248	227	5388	53·3
5.	377	496	744	1259	1211	810	206	232	5335	52·8
6.	361	517	**748**	1234	1130	832	189	231	5242	51·8
7.	358	530	743	1197	1096	850	166	234	5174	51·2
8.	374	526	722	1222	1078	876	172	225	5195	51·4
9.	399	**534**	703	1264	1040	906	194	221	5261	52·1
10.	441	529	695	1301	1012	903	231	218	5330	52·8
11.	465	506	705	1326	1055	**915**	279	214	5465	54·1
12.	**468**	478	710	1338	1018	892	343	189	5436	53·8
13.	464	464	716	1375	1054	862	386	181	5502	54·5
14.	447	443	720	1361	1097	810	416	181	5475	54·2
15.	404	432	732	1399	1163	750	444	194	5518	54·6
16.	384	436	730	1484	1256	704	440	207	5641	55·9
17.	364	465	723	1604	1363	666	466	212	5863	58·1
18.	345	511	738	1711	1433	640	500	222	6100	60·4
19.	338	564	737	1759	**1472**	629	553	222	6265	62·0
20.	346	615	722	**1784**	1465	634	603	214	6383	63·2
21.	361	661	760	1714	1382	643	643	211	6375	63·1
22.	375	**686**	830	1676	1301	655	663	221	**6407**	**63·4**
23.	373	672	891	1588	1222	671	662	238	6317	62·5
24.	363	646	975	1550	1133	703	654	**258**	6282	62·2
25.	363	625	1044	1531	1052	734	655	251	6255	61.8
26.	357	579	**1065**	1541	1008	753	**676**	242	6221	61·6
27.	377	526	1016	1488	974	**772**	657	229	6039	59·8
28.	415	480	914	1496	961	761	637	211	5875	58·2
29.	460	452	826	1530	910	759	580	197	5723	56·6

Tabelle 7 *j*.

$P = 29\frac{1}{2}$, verkürzt auf 29 Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 12	1881 22. Dec. 13	1882 9. Jan. 12	1883 29. Dec. 12	1884 18. Dec. 13	1885 5. Jan. 12	1886 25. Dec. 13	1887 12. Jan. 12	1880—1887 99	Mittl. Gang
1.	348	537	655	1402	1032	822	317	235	5348	54·0
2.	328	540	646	1376	1089	830	355	230	5394	54·5
3.	335	525	613	1266	1167	867	366	222	5361	55·2
4.	363	522	605	1274	1236	870	375	213	5458	55·1
5.	395	518	598	**1306**	1276	853	379	211	5536	55·9
6.	434	527	593	1296	**1304**	868	379	202	5603	56·6
7.	**446**	536	654	1280	1271	**876**	381	213	5657	57·1
8.	443	575	741	1271	1172	849	442	222	5715	57·7
9.	434	615	820	1301	1098	809	506	220	5803	58·6
10.	413	645	925	1256	1091	768	590	215	5903	59·6
11.	401	660	1003	1255	1016	714	665	213	5927	59·9
12.	390	**668**	**1051**	1188	1012	685	721	219	**5934**	**59·9**
13.	375	655	1013	1166	1035	645	**745**	222	5856	59·2
14.	363	637	957	1114	1101	643	720	220	5755	58·1
15.	349	626	905	1090	1133	632	676	228	5645	57·0
16.	337	603	859	1103	1204	628	645	229	5608	56·6
17.	324	565	833	1165	1275	634	610	**229**	5628	56·8
18.	317	528	809	1230	1360	672	561	222	5699	57·6
19.	304	487	785	1350	1397	711	526	213	5773	58·3
20.	282	451	738	1477	1455	752	481	209	**5845**	**59·0**
21.	266	443	687	1576	**1457**	785	405	197	5816	58·7
22.	262	458	655	1679	1438	**786**	348	158	5784	58·4
23.	263	483	631	1779	1380	770	284	146	5736	57·9
24.	296	512	617	1830	1298	731	231	148	5663	57·2
25.	350	538	612	1871	1159	705	193	149	5577	56·3
26.	394	549	605	**1877**	1057	686	179	159	5506	55·6
27.	431	552	610	1790	975	695	186	176	5415	54·7
28.	**446**	**553**	631	1681	925	711	195	200	5342	54·0
29.	440	546	**656**	1584	902	766	225	214	5333	53·9

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *k*.

$P = 30$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 12	1881 28. Dec. 12	1882 23. Dec. 12	1883 18. Dec. 13	1884 12. Jan. 12	1885 6. Jan. 12	1886 1. Jan. 12	1887 27. Dec. 12	1880—1887 97	1880—1887 Mittl. Gang
1.	408	**610**	1001	2012	946	846	514	203	6540	67·5
2.	411	598	913	2020	936	869	575	188	6510	67·1
3.	**431**	575	829	2014	966	874	617	177	6483	66·8
4.	418	558	733	2000	981	866	631	143	6330	65·3
5.	412	575	681	1881	1006	834	643	138	6170	62·6
6.	403	575	631	1747	**1027**	794	**646**	142	5965	61·5
7.	402	562	600	1656	1007	739	599	145	5710	58·9
8.	396	539	582	1560	951	685	561	147	5421	55·9
9.	397	509	590	1447	884	622	512	171	5132	52·9
10.	398	469	598	1414	853	607	459	186	4984	51·4
11.	396	450	604	1438	804	583	398	198	4871	50·2
12.	388	442	597	1509	789	591	363	215	4954	51·1
13.	371	447	590	**1552**	825	628	333	234	4980	51·3
14.	353	460	581	1541	884	682	304	251	5056	52·1
15.	325	474	578	1516	935	748	280	**257**	5113	52·7
16.	282	489	557	1472	1012	808	266	249	5135	52·9
17.	257	504	537	1469	1107	**812**	269	228	**5183**	**53·4**
18.	244	506	516	1433	1176	805	267	210	5159	53·2
19.	243	**513**	526	1386	1230	778	276	191	5143	53·0
20.	262	506	547	1232	1289	732	**291**	171	5030	51·9
21.	295	499	582	1171	**1301**	692	287	181	5008	51·6
22.	336	505	623	1085	1271	687	277	203	4987	51·4
23.	366	517	724	1027	1230	678	281	228	5057	52·1
24.	383	524	826	1056	1204	702	276	239	5210	53·7
25.	389	535	934	1118	1129	731	273	258	5367	55·3
26.	386	539	1030	1273	1056	771	308	**266**	5635	58·1
27.	392	551	1142	1477	989	816	336	256	5959	61·4
28.	385	567	**1176**	1686	933	848	377	240	6212	64·0
29.	401	587	1156	1892	889	872	441	227	6465	66·6
30.	417	586	1077	**2055**	835	**880**	502	205	**6557**	**67·6**

Tabelle 7 *l*.

$P = 30^1/_5$, verkürzt auf 30 Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 12	1881 30. Dec. 12	1882 27. Dec. 12	1883 25. Dec. 12	1884 22. Dec. 12	1885 19. Dec. 12	1886 16. Dec. 13	1887 13. Jan. 12	1880—1887 97	1880—1887 Mittl. Gang
1.	394	564	588	1176	1029	738	325	176	4990	51·4
2.	401	566	568	1125	1086	809	**335**	163	5053	52·1
3.	407	571	573	1085	1142	866	333	167	5144	53·0
4.	405	564	583	1140	1162	897	333	184	5268	54·3
5.	397	542	**589**	1204	1192	**907**	330	209	**5370**	**55·4**
6.	399	496	576	1224	1217	877	318	238	5345	55·1
7.	396	470	556	1201	1223	821	312	265	5244	54·1
8.	395	443	550	1238	1247	769	305	264	5211	53·7
9.	400	433	547	**1287**	1293	729	303	**271**	[5263]	[54·3]
10.	406	432	529	1269	**1307**	698	328	253	5222	53·8
11.	394	457	518	1239	1268	686	357	235	5154	53·1
12.	382	475	508	1131	1247	701	390	205	5039	51·9
13.	369	493	507	1101	1201	743	421	198	5033	51·9
14.	342	509	515	1006	1150	781	476	166	4945	51·0
15.	309	523	560	974	1110	812	520	158	4966	51·2

The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
Original Download from The Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tag der Periode	1880 3 Jan. 12	1881 30. Dec. 12	1882 27. Dec. 12	1883 25. Dec. 12	1884 22. Dec. 12	1885 19. Dec. 12	1886 16. Dec. 13	1887 13. Jan. 12	1880—1887 87	Mittl. Gang
16.	273	519	600	967	1084	837	552	123	4955	51·1
17.	261	506	651	1051	1062	848	587	118	5084	52·4
18.	253	499	751	1158	1050	841	620	120	5292	54·6
19.	266	504	850	1351	1047	859	639	125	5641	58·2
20.	291	510	968	1555	1024	865	**649**	144	6006	61·9
21.	321	531	1079	1774	1010	**878**	649	167	6409	66·1
22.	348	554	1185	1944	989	857	626	188	6691	69·0
23.	359	568	**1222**	2012	**1015**	826	590	212	**6804**	**70·1**
24.	360	572	1185	**2041**	1011	765	526	235	6695	69·0
25.	371	**580**	1096	2021	992	717	460	255	6492	66·9
26.	382	576	1004	1983	977	652	396	271	6241	64·3
27.	406	564	907	1855	954	625	355	**276**	5942	61·3
28.	406	549	795	1802	906	606	341	264	5669	58·4
29.	430	530	706	1706	860	613	327	243	5415	55·8
30.	**434**	516	643	1577	842	634	319	218	5183	53·4

Tabelle 7 *m*.

$P = 30^1/_2$. verkürzt auf 30 Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 12	1881 3. Jan. 12	1882 4. Jan. 12	1883 5. Jan. 12	1884 6. Jan. 12	1885 6. Jan. 12	1886 7. Jan. 12	1887 8. Jan. 12	1880—1887 96	Mittl. Gang
1.	389	486	493	985	1003	847	512	251	4966	51·7
2.	381	462	477	973	1021	844	459	225	4842	50·4
3.	384	442	469	966	1072	838	385	200	4756	49·5
4.	388	434	472	1035	1099	785	347	181	4741	49·4
5.	392	427	499	1144	**1120**	730	326	179	4817	50·2
6.	409	462	538	1308	1106	688	333	185	5029	52·4
7.	419	489	603	1532	1089	651	329	205	5317	55·4
8.	**423**	516	689	1747	1037	607	334	220	5573	58·1
9.	415	528	757	1881	964	605	**336**	255	5741	59·8
10.	416	521	868	1990	903	616	336	264	5914	61·6
11.	383	516	1016	**2063**	871	631	319	267	6066	63·2
12.	344	500	1111	2003	842	672	296	**274**	6042	62·9
13.	306	489	1194	1967	834	737	283	262	**6072**	**63·3**
14.	274	492	**1220**	1919	844	781	282	229	6041	62·9
15.	246	521	1197	1865	875	807	278	200	5989	62·4
16.	240	551	1119	1794	912	**841**	287	176	5920	61·7
17.	254	581	1027	1699	965	804	308	135	5773	60·1
18.	279	**589**	935	1586	1016	756	340	93	5594	58·3
19.	306	588	822	1456	1049	727	344	87	5379	56·0
20.	328	574	721	1380	1085	681	366	102	5237	54·6
21.	354	552	645	1359	1115	657	375	112	5169	53·8
22.	374	522	603	**1388**	1164	655	408	131	5245	54·6
23.	383	516	587	1362	1180	676	450	160	5314	55·4
24.	401	519	584	1317	**1206**	739	481	188	5435	56·6
25.	427	521	596	1321	1196	792	517	200	5570	58·0
26.	423	537	**601**	1329	1180	798	564	219	5651	**58·9**
27.	432	551	582	1290	1139	838	**579**	244	**5655**	**58·9**
28.	**440**	**552**	559	1211	1097	853	573	265	5550	57·8
29.	432	541	551	1188	1038	848	568	272	5438	56·6
30.	421	518	547	1089	994	**889**	542	**285**	5285	55·1

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *n*.

$P = 31$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 12	1881 9. Jan. 12	1882 16. Jan. 11	1883 23. Dec. 12	1884 30. Dec. 12	1885 5. Jan. 12	1886 12. Jan. 11	1887 19. Dec. 12	1880=1887 94	Mittl. Gang
1.	354	**542**	1145	1166	1107	863	319	151	5647	60·1
2.	371	531	1065	1154	1058	819	**322**	98	5418	57·6
3.	394	519	965	1151	1017	769	321	81	5217	55·5
4.	414	502	867	1145	967	720	322	84	5021	53·4
5.	423	504	756	1146	944	692	309	105	4879	51·9
6.	**426**	520	666	1122	1002	666	305	140	4847	51·6
7.	418	533	617	1096	1062	638	300	175	4839	51·5
8.	394	540	596	1087	1091	611	289	204	4812	51·2
9.	358	552	576	1001	1130	610	281	222	4730	50·3
10.	326	**560**	551	1032	**1156**	633	271	249	4778	50·8
11.	296	544	515	1045	1125	676	271	264	4736	50·4
12.	274	533	484	1080	1031	737	276	268	4683	49·8
13.	272	521	459	1124	974	779	289	280	4698	50·0
14.	291	519	445	1233	921	818	315	**285**	4827	51·4
15.	310	522	445	1349	860	**831**	340	275	4932	52·5
16.	322	542	434	1456	834	822	380	265	5055	53·8
17.	340	564	425	1573	851	776	430	253	5212	55·4
18.	358	**580**	419	1721	891	738	467	234	5408	57·5
19.	379	577	394	1872	962	697	499	216	5596	59·5
20.	377	560	402	1896	1033	648	530	209	5655	60·2
21.	384	523	436	1894	1081	638	**545**	206	5707	60·7
22.	392	479	522	1868	1104	680	541	204	5790	61·6
23.	417	438	605	1898	1134	719	527	216	5954	63·3
24.	396	408	720	1893	**1138**	758	499	230	6042	64·3
25.	422	381	821	**1905**	1104	794	446	245	6118	65·1
26.	**433**	376	884	1886	1079	807	385	256	6106	65·0
27.	421	395	982	1803	1108	804	336	**272**	6121	65·1
28.	395	422	1061	1678	1090	829	396	271	**6142**	**65·3**
29.	395	458	1111	1553	1043	887	364	242	6053	64·4
30.	373	499	1149	1375	1044	924	252	226	5842	62·2
31.	365	528	**1163**	1333	1038	**943**	239	189	5798	61·7

Tabelle 7 *o*.

$P = 32$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 11	1881 26. Dec. 12	1882 8. Jan. 11	1883 26. Dec. 12	1884 14. Jan. 11	1885 31. Dec. 11	1886 18. Dec. 12	1887 6. Jan. 11	1880—1887 91	Mittl. Gang
1.	375	600	966	1160	976	**869**	357	223	**5526**	**60·7**
2.	350	545	1005	1184	994	849	357	195	5479	60·2
3.	324	488	1037	1257	986	783	360	177	5409	59·4
4.	312	435	**1039**	1312	1004	731	361	156	5350	58·8
5.	309	409	1039	1403	**1028**	681	357	131	5357	58·9
6.	305	412	1015	1560	1019	635	366	99	5411	59·5
7.	308	427	954	1657	1020	599	404	87	**5456**	**60·0**
8.	317	446	869	**1668**	1009	593	440	78	5420	59·6
9.	348	462	780	1651	984	589	477	84	5375	59·1
10.	352	486	677	1633	941	602	522	94	5307	58·3
11.	**352**	492	605	1605	906	647	543	100	5250	57·7
12.	348	486	544	1592	867	688	**547**	100	5172	56·8
13.	344	490	524	1546	838	727	538	112	5119	56·3
14.	326	491	504	1567	861	750	519	140	5158	56·7
15.	324	498	497	1594	864	**753**	488	166	5184	57·0

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tag der Periode	1880 3. Jan. 11	1881 20. Dec. 12	1882 8. Jan. 11	1883 26. Dec. 12	1884 14. Jan. 11	2885 31. Dec. 11	1886 18. Dec. 12	1887 6. Jan. 11	1880—1887	
										Mittl. Gang
16.	332	502	473	1612	884	745	466	184	5198	57·1
17.	336	523	451	1630	917	721	420	197	5195	57·1
18.	|342|	531	426	**1660**	936	677	395	199	5166	56·8
19.	335	**532**	396	1636	919	666	377	201	5062	55·6
20.	331	516	373	1573	970	672	353	196	4984	54·8
21.	326	488	372	1495	1014	643	370	208	4916	54·0
22.	314	455	402	1488	1012	635	379	222	4907	53·9
23.	298	437	471	1453	**1025**	614	362	233	4893	53·8
24.	205	431	540	1369	993	606	349	241	4794	52·7
25.	272	454	597	1342	941	607	344	246	4803	52·8
26.	284	494	651	1298	899	636	348	248	4858	53·4
27.	311	547	704	1299	866	636	348	250	4961	54·5
28.	345	591	719	1232	842	691	372	256	5048	55·5
29.	390	648	739	1196	852	740	382	273	5220	57·4
30.	414	668	778	1199	867	789	377	282	5374	58·0
31.	**415**	**678**	840	1227	889	819	366	**286**	5520	60·7
32.	402	651	864	1199	896	860	359	275	5506	60·5

Tabelle 7 *p*.

$P = 33$ Tage

Tag der Periode	1880 3. Jan. 11	1881 31. Dec. 11	1882 29. Dec. 11	1883 27. Dec. 11	1884 25. Dec. 11	1885 22. Dec. 11	1886 20. Dec. 11	1887 18. Dec. 12	1880—1887	
									89	Mittl. Gang
1.	318	386	624	1109	1108	**844**	323	204	4908	55·2
2.	312	370	643	1038	1132	842	367	209	4913	55·2
3.	322	368	658	981	**1145**	828	422	215	4939	55·5
4.	323	383	682	937	1124	827	462	223	4961	55·7
5.	349	418	737	937	1101	815	487	239	5083	57·1
6.	380	454	787	962	1095	796	**496**	264	5234	58·8
7.	409	507	842	1043	1080	771	470	309	5431	61·0
8.	**409**	546	915	1125	1063	746	439	349	5592	62·8
9.	408	556	970	1233	1042	702	413	376	**5700**	**64·0**
10.	376	560	**970**	1340	1010	667	384	**390**	5697	64·0
11.	335	568	960	1432	972	654	376	373	5670	63·7
12.	292	572	923	1473	951	653	361	338	5563	62·5
13.	263	582	870	**1488**	921	652	349	294	5419	60·9
14.	237	605	823	1450	906	669	345	248	5283	59·4
15.	248	**613**	772	1437	908	701	329	202	5210	58·5
16.	258	590	720	1432	905	**730**	310	143	5088	57·2
17.	275	557	663	1395	918	725	298	107	4938	55·5
18.	288	521	635	1388	925	726	286	102	4871	54·7
19.	310	490	599	1389	911	712	280	98	4789	53·8
20.	324	470	562	1345	898	680	283	103	4665	52·4
21.	350	465	517	1345	917	680	291	106	4671	52·5
22.	373	443	483	1301	952	706	309	116	4683	52·6
23.	**393**	434	458	1284	993	696	342	140	4740	53·3
24.	385	422	463	1236	1037	681	373	152	4749	53·4
25.	377	421	472	1276	1073	655	399	167	4840	54·4
26.	365	423	493	1252	**1105**	615	434	179	4866	54·7
27.	348	435	517	1340	1043	554	**442**	191	4870	54·7
28.	327	446	533	1420	968	540	431	181	4846	54·4
29.	335	**453**	540	1517	880	562	414	176	4877	54·8
30.	336	443	554	1602	806	605	393	181	4920	55·3
31.	338	428	556	**1612**	745	668	358	185	4890	54·9
32.	347	409	575	1593	759	730	337	189	4939	55·5
33.	360	377	587	1492	814	764	324	197	4915	55·2

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *q*.

$P = 34$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 11	1881 11. Jan. 10	1882 17. Dec. 11	1883 26. Dec. 11	1884 4. Jan. 11	1885 12. Jan. 10	1886 18. Dec. 11	1887 27. Dec. 11	1880—1887 86	Mittl. Gang
1.	417	500	514	911	767	537	399	195	4240	49·3
2.	**431**	486	491	952	749	520	403	160	4192	48·7
3.	417	481	478	953	763	533	400	150	4181	48·6
4.	381	477	463	985	804	556	416	142	4224	49·1
5.	333	476	474	1067	889	571	413	148	4371	50·8
6.	283	477	496	1181	973	643	386	160	4599	53·5
7.	237	487	519	1285	1042	682	359	171	4782	55·6
8.	209	468	550	1423	1089	**702**	352	166	4959	57·7
9.	205	450	582	1471	**1098**	675	334	150	4965	57·7
10.	233	432	601	1527	1080	667	338	145	5023	58·4
11.	283	408	635	**1531**	1046	634	336	150	5023	58·4
12.	315	381	650	1530	1007	627	337	151	4998	58·1
13.	378	362	681	1493	1009	620	333	162	5038	58·6
14.	424	349	699	1485	1029	[637]	325	180	5128	59·6
15.	446	336	737	1513	1031	626	320	182	**5191**	**60·4**
16.	**450**	319	735	1525	1001	624	311	**183**	5148	59·9
17.	442	307	796	1497	960	620	306	178	5106	59·4
18.	395	303	842	1456	904	613	312	176	5001	58·2
19.	352	309	870	1494	845	632	314	178	4994	58·1
20.	326	315	872	1562	803	661	327	170	5036	58·6
21.	321	334	883	1655	796	667	345	174	5175	60·2
22.	328	356	**889**	1666	845	681	373	172	5310	61·2
23.	349	390	852	**1803**	882	702	377	180	5535	64·4
24.	[353]	412	792	1731	951	706	408	196	**5549**	**64.5**
25.	347	445	749	1582	1007	702	426	218	5476	63·7
26.	326	467	703	1438	**1018**	698	**431**	235	5316	61·8
27.	309	498	680	1331	1001	722	424	267	5232	60·8
28.	287	524	657	1181	977	**727**	412	281	5046	58·7
29.	277	557	653	1058	950	711	398	**284**	4888	56·8
30.	282	575	634	984	926	717	391	277	4786	55·7
31.	303	**585**	600	942	883	710	403	267	4693	54·6
32.	331	581	556	925	844	659	416	230	4542	52·8
33.	371	571	533	929	813	619	425	196	4457	51·8
34.	399	554	499	945	759	606	**429**	174	4365	50·7

Tabelle 7 *r*.

$P = 35$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 10	1881 18. Dec 11	1882 7. Jan. 10	1883 23. Dec. 11	1884 12. Jan. 10	1885 27. Dec. 11	1886 16. Jan. 10	1887 1. Jan. 10	1880—1887 83	Mittl. Gang
1.	262	318	859	1007	1063	**893**	**392**	130	4924	59·3
2.	261	319	740	1052	**1067**	888	387	123	4839	58·3
3.	258	329	653	1097	1024	885	385	131	4782	57·6
4.	291	351	595	1162	995	839	391	133	4757	57·3
5.	320	370	564	1228	952	799	379	135	4747	57·2
6.	342	391	533	1319	913	760	357	126	4741	57·1
7.	380	403	503	1421	852	715	349	121	4744	57·2
8.	391	414	476	1466	797	697	324	112	4677	56·4
9.	417	422	460	1505	758	674	294	108	4638	55·9
10.	**434**	445	442	1541	742	650	276	111	4641	55·9
11.	434	468	431	1613	722	630	265	123	4686	56·5
12.	406	506	429	1669	743	608	263	150	4774	57·5
13.	402	542	433	1759	814	543	281	176	4950	59·6
14.	379	584	408	1853	867	537	286	204	5118	61·7
15.	339	614	420	1900	866	562	292	212	5205	62·7

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tag der Periode	1880 3. Jan. 10	1881 18. Dec. 11	1882 7. Jan. 10	1883 23. Dec. 11	1884 12. Jan. 10	1885 27. Dec. 11	1886 16. Jan. 10	1887 1. Jan. 10	1880—1887 81	Mittl. Gang
16.	299	634	438	1900	**886**	565	303	221	5246	63·2
17.	277	**646**	478	**1911**	879	605	309	**222**	**5327**	**64·2**
18.	250	631	506	1807	836	643	317	222	5212	62·8
19.	217	604	564	1686	818	667	319	208	5083	61·2
20.	213	577	597	1504	818	656	328	210	4903	59·1
21.	217	559	624	1389	814	658	312	200	4782	57·6
22.	216	551	642	1256	792	656	297	203	4613	55·6
23.	221	552	652	1173	784	672	281	195	4530	54·6
24.	227	554	643	1068	774	679	275	180	4400	53·0
25.	245	539	650	977	758	697	285	171	4322	52·1
26.	268	514	648	946	755	**708**	315	157	4311	51·9
27.	287	482	637	915	795	680	340	144	4280	51.6
28.	294	449	649	922	830	656	361	132	4293	51·7
29.	309	406	690	917	847	631	**371**	133	4304	51·9
30.	**312**	387	756	931	863	626	361	129	4365	52·6
31.	307	367	840	923	856	626	339	148	4406	53·1
32.	310	355	946	978	855	704	306	156	4610	55·5
33.	304	348	**1006**	1036	903	769	287	**160**	4813	58·0
34.	297	346	1004	1115	934	841	277	156	4970	59·9
35.	277	337	934	**1126**	980	889	279	156	**4978**	**60·0**

Tabelle 7 *s*.

$P = 36$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 10	1881 28. Dec. 10	1882 23. Dec. 10	1883 18. Dec. 10	1884 13. Dec. 11	1885 12. Jan. 10	1886 7. Jan. 10	1887 2. Jan. 10	1880—1887 81	Mittl. Gang
1.	386	516	536	1016	776	600	341	140	4311	53·2
2.	421	538	577	1069	740	617	327	147	4436	54.8
3.	465	569	662	1114	728	603	312	157	4610	56·9
4.	472	585	707	1209	751	616	292	161	4793	57·9
5.	**491**	604	790	1241	815	595	306	179	5021	62·0
6.	474	**615**	868	1344	885	580	344	183	5293	65·3
7.	435	609	919	1368	950	562	380	195	5418	66·9
8.	381	578	955	1357	1031	546	412	102	**5452**	**67·3**
9.	341	541	**976**	1335	1099	532	**423**	195	5442	67·2
10.	280	513	956	1433	1137	540	417	168	5444	67·2
11.	242	491	882	1529	1159	537	397	158	5395	66·6
12.	216	461	783	1594	**1189**	574	382	170	5369	66·3
13.	206	441	692	1641	1181	630	366	179	5336	65·9
14.	211	414	612	**1666**	1145	689	358	195	5290	65·3
15.	220	383	566	1636	1110	772	338	207	5232	64·6
16.	227	352	541	1519	1057	858	302	**207**	5063	62·5
17.	235	336	545	1419	1005	**897**	290	202	4929	60·9
18.	241	322	531	1295	972	889	276	199	4725	58·3
19.	**242**	313	511	1220	942	858	262	190	4538	56·0
20.	236	299	471	1032	915	794	287	169	4203	51·9
21.	237	297	429	976	901	724	299	159	4022	49 7
22.	236	306	392	880	929	652	300	150	3845	47·5
23.	221	313	381	850	967	600	306	137	3774	46·6
24.	218	313	385	838	996	583	304	129	3766	46·5
25.	226	328	406	838	1046	570	286	140	3840	47·4
26.	228	344	457	843	1114	584	302	147	4019	49·6
27.	235	351	509	838	1149	587	325	167	4161	51·4
28.	259	379	539	821	1146	594	301	179	4278	52·8
29.	286	422	562	813	**1150**	575	383	**190**	4381	54·1
30.	306	446	564	819	1113	551	**401**	188	**4388**	**54·2**
31.	318	460	**587**	843	1047	525	386	177	4343	53·6
32.	331	469	584	869	976	543	368	169	4309	53·2
33.	342	467	578	919	906	571	336	152	4271	52·7
34.	345	453	552	1003	828	604	323	150	4258	52·6
35.	357	468	542	1039	766	632	320	144	4268	52·7
36.	380	476	518	1076	137	**658**	305	130	4256	52·5

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 7 *t*.

$P = 37$ Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 10	1881 7. Jan. 10	1882 12. Jan. 10	1883 17. Jan. 9	1884 16. Dec. 10	1885 20. Dec. 10	1886 25. Dec. 10	1887 30. Dec. 10	1880—1887 79	Mittl. Gang
1.	385	425	523?	1057	[970]	798	347	**212**	4717	51·2
2.	346	395	558	1149	966	774	363	205	**4756**	**60·2**
3.	325	348	561	1229	947	744	382	205	4741	60·0
4.	296	297	**578**	1303	922	718	**395**	200	4709	59·6
5.	280	261	562	1399	927	692	390	172	4683	59·3
6.	257	256	543	1410	937	672	366	172	4613	58·4
7.	236	262	516	1468	956	655	337	179	4609	58·3
8.	223	281	510	**1513**	985	655	313	182	4662	59·0
9.	213	314	501	1445	1020	629	294	181	4597	58·2
10.	213	355	501	1372	1036	610	275	179	4541	57·5
11.	214	394	518	1354	1051	606	275	167	4579	58·0
12.	212	424	560	1387	1046	574	279	164	4646	58·8
13.	212	461	616	1373	1023	550	277	169	4681	59·3
14.	213	**475**	677	1415	1036	548	279	162	4805	60·8
15.	213	467	704	**1437**	**1056**	548	289	170	**4884**	**61·8**
16.	213	451	722	1373	1054	544	298	182	4837	61·2
17.	213	435	711	1302	1033	529	320	181	4734	59·9
18.	213	414	675	1235	1014	518	351	**191**	4611	58·4
19.	217	406	703	1159	996	522	397	191	4591	58·1
20.	218	421	742	1034	954	529	416	186	4500	57·0
21.	230	440	791	962	949	553	441	173	4539	56·2
22.	239	452	828	845	946	594	474	160	4538	56·2
23.	256	462	860	818	974	**614**	**478**	153	4615	58·4
24.	280	465	**864**	737	977	603	453	144	4523	57·3
25.	307	470	831	751	**987**	586	417	150	4499	56·9
26.	332	485	787	783	952	561	375	144	4419	55·9
27.	344	500	733	799	901	562	315	144	4298	54·4
28.	350	514	644	810	819	564	269	143	4113	52·1
29.	354	535	583	[815]	732	570	244	137	3970	50·3
30.	371	**539**	529	811	653	613	253	133	3902	49·4
31.	400	524	498	807	600	636	281	126	3872	49·0
32.	457	502	469	800	568	665	302	132	3895	49.3
33.	508	484	473	795	573	735	323	142	4033	51·1
34.	**543**	463	479	802	646	785	344	150	4212	53·3
35.	542	442	513	804	761	**822**	341	171	4396	55·6
36.	523	438	542	853	843	818	342	197	4556	57·7
37.	462	425	593?	909	914	807	341	197	4648	58·8

Die Summen, welche für den ersten und letzten Tag dieser Versuchsperioden stehen und also in der Ordnung letzter-erster zu lesen sind, zeigen hie und da kleine Unregelmässigkeiten, welche nicht zu vermeiden waren, weil das betreffende Jahr mit einem Tage begonnen oder abgeschlossen werden musste, um welchen die Periode sich eben auffallend ändert. Diese kleinen Unregelmässigkeiten haben jedoch für die Beurtheilung des ganzen Ganges keine Bedeutung, zumal sie sich in der Summe mehrerer Jahre ausgleichen. Die Maxima sind durch grössere Ziffern und die Minima durch Striche hervorgehoben worden. Bei den meisten Perioden sind ein oder zwei deutliche Maxima, bei manchen sogar drei zu erkennen. Das dritte ist manchmal nur unklar und wurde nur hie und da durch [ ] angezeigt.

Die Mehrheit dieser Perioden zeigt eine grosse Regelmässigkeit des Ganges, und es lassen sich schon daraus manche Schlüsse auf ihre Wahrscheinlichkeit ziehen; eine solche Beurtheilung wäre jedoch für sich allein unzulänglich, indem mehrere Jahre für Perioden von verschiedener Länge ziemlich die nämliche Regelmässigkeit erkennen lassen. Zu einer ersten engeren Wahl benützte ich daher noch ein anderes Merkmal: die Grösse der einfachen Amplitude, womit ich die Differenz zwischen dem Hauptmaximum und dem Hauptminimum bezeichne. Anfänglich war ich im Zweifel, ob es nicht besser wäre, diese Differenz im Verhältniss zum mittleren Fleckenstande zu nehmen oder dafür das Verhältniss des Maximums zum Minimum zu setzen. Überlegung und einige vorläufige Versuche überzeugten mich jedoch, dass ich damit keine

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

nennenswerthe Verbesserung erzielt und im Wesentlichen dieselben Ergebnisse erhalten hätte. Der besseren Übersicht wegen sind diese Differenzen nicht der obigen Tabelle beigefügt, sondern in der folgenden besonders zusammengestellt worden.

Tabelle 8.

Einfache Amplitude der Versuchsperioden.

Periode	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1880—1887	
24	363	203	867	527	450	384	309	208	1020	8·4
25	289	145	272	801	427	703	326	164	1470	12·5
26	415	334	651	766	334	491	362	204	821	7·3
27	393	471	920	759	386	341	495	307	1058	9·8
$27^1/_2$	350	357	829	878	321	391	505	220	1341	12·6
$27^3/_4$	313	325	823	913	244	368	482	181	1397	13·3
28	256	320	719	771	288	365	487	161	1783	17·1
$28^1/_2$	147	329	491	672	352	321	480	64	714	6·9
29	134	255	375	587	553	295	510	77	1233	12·2
$29^1/_2$	184	225	458	781	555	248	566	89	592	6·0
30	188	168	658	1028	512	297	380	128	1686	17·4
$30^1/_5$	181	148	715	1074	465	301	346	158	1859	19·1
$30^1/_2$	200	162	751	1097	372	284	301	198	1331	13·9
31	161	204	769	904	322	333?	306?	204	1459	15·5
32	150	269	667	508	190	280	203	208	732	8·0
33	172	245	512	675	400	304	216	292	1035	11·6
34	245	282	426	892	349	287	125	142	1368	15·9
35	221	328	598	996	345	356	129	114	1047	12·6
36	285	318	595	853	476	372	161	78	1686	20·8
37	331	283	395	776	488	304	234	86	1012	12·8

Im Allgemeinen lässt sich aus den Tabellen 7 und 8 Folgendes erkennen.

Die oben nachgewiesene mittlere Periode von $29^1/_2$ Tagen zeichnet sich nicht, wie man hätte erwarten können, durch eine grosse Amplitude aus; sie hat im Gegentheil in der Summe für alle 8 Jahre die kleinste Amplitude. Mehrere Jahre, insbesondere die drei vor 1883 und das Jahr 1887 zeigen eine grössere Amplitude sowohl für bedeutend kleinere als auch grössere Perioden, als es für die mittlere Periode der Fall ist. Z. B. im Jahre 1880 fällt unter den kleineren Perioden die von 26 und unter den grösseren (soweit die Untersuchung reicht) die von 37 Tagen am meisten auf; 1881 die von 27 und 35 Tagen. Die Perioden dieser Jahre sind alle einfach, d. h. sie haben kein secundäres Maximum. In den dazwischen liegenden Jahren (1883—1886), zu welchen auch die Jahre des letzten 11jährlichen Maximums gehören, ist dieses paarweise Auftreten grösserer und kleinerer Perioden nicht so auffallend, indem auch die mittleren — 1883 sogar am stärksten — durch grosse Amplitude ausgezeichnet sind. Ferner haben fast alle gut ausgeprägten Perioden dieser Jahre ein secundäres Maximum, welches dem Hauptmaximum entweder vorausgeht oder folgt. Das letztere kommt häufiger vor. Einige lange Perioden lassen sogar noch ein zweites secundäres Maximum erkennen, z. B. $P = 34$, 1885.

Endlich fällt es in Tabelle 8 auf, dass die Periode $30^1/_5$ in der Summe für alle acht Jahre die grösste Amplitude besitzt; es sind damit nur die Perioden 28 und 36 zu vergleichen. Nun ist aber $30^1/_5$ ziemlich genau um den wahrscheinlichen Fehler grösser als $29^1/_2$ (genauer 29·56), der oben einerseits zu 3·7, andererseits zu 5·8 bestimmt würde, also etwa $^1/_2$ Tag beträgt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass nicht $29^1/_2$, sondern $30^1/_5$ als mittlerer Werth der Periode zu gelten hat. Es sei dem wie immer, gewiss ist, dass nach allen bisherigen Untersuchungen eine solche mittlere Periode kaum genauer festzustellen ist, indem die einzelnen beobachteten Perioden Schwankungen unterworfen sind, die verhältnissmässig etwas grösser sind, als bei der 11jährigen Periode, und dass in diesen Schwankungen die Tendenz wahrzunehmen ist, gewisse Werthe häufiger anzunehmen als andere, was aber auch mit der Annahme mehrerer Perioden, die neben einander bestehen, nur nicht immer gleich deutlich auftreten, verträglich wäre. Dass die Schwankungen, insbesondere in den Jahren ausser dem 11jährlichen Maximum, nothwendig gross sein müssen, ist übrigens eine Folge der

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Sonnenrotation, wie leicht erklärt werden kann. Die wahre Rotationszeit der Sonne beträgt nach Wilsing 25·17 Tage, woraus sich die synodische Rotationszeit, die hier nur in Betracht kommen kann, zu 27·03, also rund 27 Tagen ergibt. Die Sonnenflecken haben die Tendenz, diametral, also gleichsam als Antipoden aufzutreten. Wenn diese Eigenschaft auch nicht ausser allem Zweifel gestellt ist, so kann man sie doch annehmen, weil damit manche Räthsel betreffs der kleinen Perioden einfach gelöst werden können. Die Flecken erscheinen und verschwinden nicht plötzlich, denn ein und derselbe Fleck kann, natürlich mit Schwankungen in der Grösse und Form, meist durch einige Tage, häufig durch eine, manchmal durch zwei, ja sogar durch drei Rotationszeiten beobachtet werden.

Es werde nun zuerst angenommen, dass eine wirkliche Fleckenperiode in der Dauer von 27 Tagen bestehe und dass man den Hauptfleckenherd zur Zeit des Maximums in günstiger Stellung, nämlich mitten in der Sonnenscheibe, beobachten könne. Während diese Maximalflecken in Folge der Sonnenrotation am Westrande verschwinden, nehmen sie zugleich an Grösse ab in Folge der Periode und verschwinden vielleicht ganz, bevor sie am Ostrande wieder erscheinen können. Inzwischen dürften aber die gegenüberliegenden Flecken, weil sie schon nach beiläufig $13^1/_2$ Tagen mitten in der Sonne zu sehen sind, ein secundäres Maximum hervorgebracht haben. Man muss nun betreffs des nächsten Hauptmaximus drei besondere Fälle unterscheiden: *a)* die Hauptentwicklung desselben erfolgt an der nämlichen Stelle, *b)* in der heliographischen Länge voraus und *c)* in dieser Länge zurück, z. B. um circa 90°. Im Falle *a)* wird das nächste Maximum wieder eben so gut beobachtet werden können, und das Intervall wird der wirklichen Periodenlänge entsprechen. Im Falle *b)* werden die Flecken zur Zeit des Maximums die günstigste Stellung bereits überschritten haben, indem sie am Westrande stehen. Ihre Projection wird einige Tage vorher grösser erscheinen und daher die beobachtete Periode kleiner ausfallen als die wirkliche. Die gegenüberliegenden Flecken, zur Zeit des Maximums am Ostrande stehend, werden dagegen, weil sie einige Tage später besser gesehen werden können, eine Verlängerung der beobachteten Periode bewirken. Alle Flecken zusammen dürften in diesem Falle den Eindruck eines lange dauernden, undeutlichen Maximums hervorbringen, so dass das Hauptmaximum vom secundären Maximum kaum zu trennen ist. Im Falle *c)* wird ungefähr dasselbe stattfinden.

Es werde zweitens angenommen, die Dauer der wirklichen Periode sei länger als die Rotationszeit, der einfacheren Erklärung wegen etwa um ein Viertel derselben, und es sei ein Hauptmaximum in der günstigsten Stellung beobachtet worden. Für das Folgende sind wieder die drei besonderen Fälle *a), b)* und *c)* zu unterscheiden.

Im Falle *a)* ergibt sich dasselbe wie für 1 *b)*. Im Falle *b)* erscheint wegen der günstigen Stellung der gegenüberliegenden Flecken die beobachtete Periode in der wirklichen Länge mit einem secundären Maximum $13^1/_2$ Tage nach, vielleicht auch vor dem Hauptmaximum. Im Falle *c)* gilt dasselbe.

Es werde drittens angenommen, die Periode sei um etwa ein Viertel der Rotationszeit kürzer als diese. Im Falle *a)* stehen die Maximalflecken am Ost-, beziehentlich Westrande, und es ergibt sich dieselbe Betrachtung wie für 1 *b)* und 1 *c)*. Im Falle 3 *b)* und 3 *c)* erscheint die Periode in der richtigen Länge mit einem secundären Maximum.

Macht man bezüglich der Periodenlänge und der abwechselnden Stellung des Fleckenherdes noch andere Annahmen, so kann man sich in analoger Weise überzeugen, dass sich der besondere Fall mehr oder weniger irgend einem oder mehreren der erwähnten neun Fälle nähert, dass eine Verlängerung oder Verkürzung der Periode häufig stattfindet, jedoch ein Viertel der Rotationszeit nicht überschreitet und in der Regel kleiner bleibt. Die Eigenbewegung der Flecken hat diesbezüglich auch einen Einfluss, welcher aber wohl als klein anzunehmen ist, zumal dieselbe theils nach Ost, theils nach West gerichtet ist.

Rechnet man zu der mittleren Schwankung, welche wie bei der grossen Periode ein Fünftel der mittleren Länge, also ungefähr 6 Tage betragen mag — der oben angegebene Werth ist natürlich grösser — noch den Einfluss der Sonnenrotation, so begreift man, dass die Schwankungen der einzelnen beobachteten Perioden im Allgemeinen gross sein müssen, und in besonderen Fällen etwa der halben Periode gleich kommen, und daher den Eindruck machen können, als wenn gar keine Periode vorhanden wäre.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Solche grosse Schwankungen müssen häufiger in den Jahren mit geringem Fleckenstande vorkommen, weil in denselben eben nur einzelne Stellen der Sonnenoberfläche eine „erhöhte Thätigkeit“ entfalten. In den eigentlichen Minimaljahren ereignet es sich gewiss, dass manche kleinen Maxima der Beobachtung ganz entgehen. Aus diesem Grunde wurde die Untersuchung mit dem Jahre 1887 abgeschlossen, und es wäre vielleicht besser gewesen, auch dieses wegzulassen. In den Maximaljahren dagegen ist die „Sonnenthätigkeit“ über die ganze Fleckenzone ausgebreitet; in denselben hat daher die Sonnenrotation keinen so grossen Einfluss auf die Beurtheilung der Periodenlänge. Aus diesen Umständen dürfte es zu erklären sein, dass die Jahre 1883 und 1884 für die mittleren und die übrigen Jahre für stark abweichende Perioden eine verhältnissmässig grosse Amplitude erkennen lassen.

Wegen der grossen Schwankung ist man also nicht berechtigt, das Bestehen einer Periode, deren mittlere Länge nahe einen Monat beträgt, in Zweifel zu ziehen. Es spricht sich jedoch in der Amplitude der Versuchsperioden noch eine Eigenthümlichkeit aus, welche bereits erwähnt wurde, und auf die nun näher eingegangen werden muss. Es haben nämlich die Perioden von 28, $30^1/_3$ und 36 Tagen, genommen für alle acht Jahre, die weitaus grösste Amplitude, und man muss demnach nothwendig die Frage aufwerfen: Sind dies Perioden von nahe gleicher Wahrscheinlichkeit, die neben einander bestehen, oder lässt sich doch für eine ein weiteres Überwiegen der Wahrscheinlichkeit nachweisen?

Zu dieser zweiten engeren Wahl ist natürlich die einfache Amplitude zu unsicher, und es wurde daher für diese drei Perioden die „totale Amplitude“ berechnet. Zu diesem Zwecke habe ich sie zuerst auf eine andere Form gebracht, indem ich von den Zahlen, die in Tabelle 7 mit „mittlerer Gang“ überschrieben sind, je ein allgemeines Mittel nahm, und dieses von den für die einzelnen Tage geltenden Zahlen subtrahirte. Sodann wurde von den Differenzen, welche den Gang einer jeden Periode sehr schön darstellen, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen die Summe S genommen, welche, wie ich glaube, mit dem erwähnten Ausdrucke gut bezeichnet werden kann. Wegen der ungleichen Zahl der Summanden wurden die Summen verbessert, indem ich sie dadurch auf 30 Tage reducirte, dass ich bei 28 die 2fache mittlere Abweichung vom allgemeinen Mittel addirte und bei 36 die 6fache subtrahirte. Es stellten sich auf diese Weise die am Fusse stehenden Zahlen S' heraus.

Tabelle 9.

Totale Amplitude für drei Versuchsperioden.

Tag der Periode	$P = 28$	$36^1/_5$	36	Tag der Periode	$P = 28$	$36^1/_5$	36
1.	— 7·06	— 5·56	— 3·86	19.	+ 2·54	+ 1·24	— 1·06
2.	— 9·06	— 4·86	— 2·26	20.	+ 2·74	+ 4·94	— 5·16
3.	—10·36	— 3·96	— 0·16	21.	+ 4·24	+ 9·14	— 7·36
4.	—10·66	— 2·66	+ 0·84	22.	+ 5·14	+12·04	— 9·56
5.	— 9·56	— **1·56**	+ 4·94	23.	+ **5·74**	**+13·14**	—10·46
6.	— 6·86	— 1·86	+ 8·24	24.	+ 4·94	+12·04	—10·56
7.	— 4·86	— 2·86	+ 9·84	25.	+ 4·24	+ 9·94	— 9·66
8.	2·96	— 3·26	**+10·24**	26.	+ 2·04	+ 7·34	— 7·46
9.	— 0·76	—|2·66|	+10·14	27.	— 0·56	+ 4·34	— 5·66
10.	+ 1·84	— 3·16	+10·14	28.	— 3·76	+ 1·44	— 4·26
11.	+ 3·94	— 3·86	+ 9·54	29.		— 1·16	— 2·96
12.	+ 5·44	— 5·06	+ 9.24	30.		— 3·56	— **2·86**
13.	+ 6·24	— 5·06	+ 8·84	31.			— 3·46
14.	+ **6·44**	— 5·96	+ 8·24	32.			— 3·86
15.	+ 5·34	— 5·76	+ 7·54	33.			— 4·36
16.	+ 3·54	— 5·86	+ 5·44	34.			— 4·46
17.	+ 1·34	— 4·56	+ 3·84	35.			— 4·36
18.	+ 0·74	— 2·36	+ 1·24	36.			— 4·56
				$S =$	132·94	151·20	216·66
				$S' =$	**142·44**	**151·20**	**180·54**

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Zwischen den zwei ersten Perioden ist der Unterschied der totalen Amplitude unerheblich und sie haben insofern fast die gleiche Wahrscheinlichkeit; bei der dritten ist die Amplitude jedoch beträchtlich grösser trotz der negativen Correction. Merkwürdiger Weise spricht sich bei der ersten das Hauptminimum schärfer aus als das Hauptmaximum, indem dieses in die Länge gezogen erscheint, bei der zweiten ist es gerade umgekehrt und bei der dritten ist keine Verschiedenheit des Ganges um die beiden Hauptwendepunkte zu erkennen. Die erste Periode hat nur ein secundäres Maximum, 10 Tage nach dem Hauptmaximum; die zweite weist zwei untergeordnete Hebungen auf: eine gut ausgesprochene 12 Tage nach und eine minder deutliche 14 Tage vor dem Hauptmaximum, so dass zwischen ihnen ein Intervall von 4 Tagen bleibt; die dritte hat wieder nur eine secundäre Hebung, nämlich 14 Tage vor dem Hauptmaximum. Die Stellung der secundären Maxima scheint mir — aus Gründen, die unten erörtert werden sollen, — ein Überwiegen der Wahrscheinlichkeit für die Periode von $30^1/_5$ Tagen anzudeuten. Alles wohl erwogen, dürften diese drei Perioden ziemlich gleiche Wahrscheinlichkeit haben, und man ist gewiss nicht berechtigt, eine davon als unhaltbar zu verwerfen. Die Periode von 28 Tagen stimmt gut mit dem Resultate, welches Riccò [1] gefunden hat, und weicht auch nur wenig von der von Wolf und Fritz angegebenen (27·68 Tage) ab. Es ist also kaum zu bezweifeln, dass eine Fleckenperiode von nahe 28 Tagen besteht.

Um zu erkennen, ob nicht etwa auch die $30^1/_5$tägige für damit identisch zu halten und die grosse Amplitude nur den Zufälligkeiten des Materials und der Methode zuzuschreiben sei, glaubte ich wenigstens einen Versuch auch mit Wolf's Relativzahlen ausführen zu sollen. Dazu benützte ich den ganzen 11jährigen Cyclus von 1877 bis 1888, ohne die ursprünglichen Relativzahlen durch 5tägige Mittel auszugleichen. Die Zählung beginnt mit dem 10. Januar 1877, so dass ein Periodenanfang auf den 3. Januar 1880 fällt. Erst die erhaltenen Summen wurden durch 5tägige Mittel abgerundet.

Tabelle 10.

$30^1/_5$tägige Periode der Sonnenflecken, verkürzt auf 30 Tage, nach Wolf's täglichen Relativzahlen 1877—1888.

Tag der Periode	Summe roh	Summe abgerundet	Tag der Periode	Summe roh	Summe abgerundet
1.	4438	4516	16.	4668	4725
2.	4538	4558	17.	4725	4810
3.	4695	4592	18.	4835	4872
4.	4699	4647	19.	5060	4933
5.	4588	**4698**	20.	5073	5005
6.	4713	4692	21.	4974	**5058**
7.	4794	4672	22.	5084	5035
8.	4667	[4683]	23.	5099	5019
9.	4597	4670	24.	4946	4970
10.	4645	4660	25.	4994	4903
11.	4645	4655	26.	4726	4791
12.	4747	4662	27.	4751	4699
13.	4639	4686	28.	4536	4584
14.	4635	4690	29.	4488	4526
15.	4763	4686	30.	4419	4484

Der bequemeren Vergleichung wegen ist der Gang der abgerundeten Summen, sowie jener, welcher sich aus Tacchini's Relativzahlen ergeben hat, in Fig. 1 (folgende Seite) durch je ein Diagramm dargestellt,[2] und zwar jede Periode doppelt, um die Wendepunkte deutlicher ersichtlich zu machen.

Man erkennt sofort, dass, abgesehen von einer kleinen Verschiebung der Wendepunkte, zwischen den beiden Curven vollständige Übereinstimmung besteht. Das Hauptmaximum tritt nach Wolf's Relativzahlen

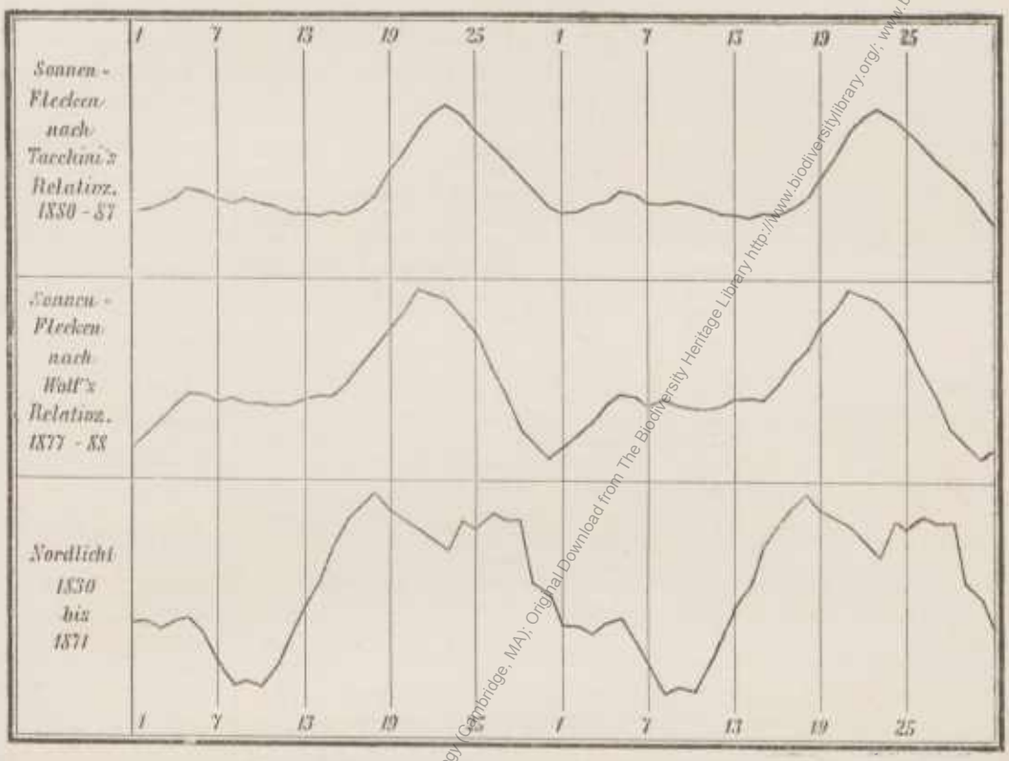
[1] A. o. a. O. Riccò benützte bei der zweiten Untersuchung nur Minima, und das stimmt nach obiger Bemerkung bezüglich des Ganges um so besser.

[2] Auch das Diagramm der gleichen Nordlichtperiode, welche unten nachgewiesen wird, ist hier beigefügt worden.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

um 2 Tage früher ein, doch sinkt die Curve darnach nur langsam, und das folgende Hauptminimum ist einem Minimum der ersten Curve, welches ebensogut als Hauptminimum gelten kann, nur um einen Tag voraus. Das erste secundäre Maximum stimmt genau und folgt 14 Tage nach dem Hauptmaximum; sogar das zweite

Fig. 1.



secundäre Maximum ist (um 1 Tag) früher angedeutet und geht also dem nächsten Hauptmaximum um 13 Tage voraus. Es findet sich also die 30½tägige Periode auch in Wolf's Relativzahlen sehr gut ausgesprochen.

Eine Periode von 30 Tagen zeigt sich auch, insbesondere für die einzelnen Jahre, sehr schön in den von Warren De La Rue etc. berechneten Flächen der Sonnenflecken, wie folgende Summen (Tab. 11) beweisen.

Die Hauptperiode ist, wie man sieht, gut zu erkennen, nur weicht die Stellung des Hauptmaximums 1864 beträchtlich von jener in den anderen Jahren ab. Ein secundäres Maximum, in den einzelnen Jahren fast verwischt, ist noch am besten in der Gesammtsumme zu erkennen. Dieses Zurücktreten der secundären Hebungen, welches hauptsächlich dem Einflusse der vielen interpolirten Werthe zuzuschreiben sein dürfte, hat mich von weiteren Untersuchungen auf Grund dieser Relativzahlen abgehalten.

Aus den bisherigen Erörterungen geht das Bestehen einer Sonnenfleckenperiode, welche nahe die Dauer eines Monates besitzt, so deutlich hervor, dass man dieselbe schwerlich für eine Variation der 28tägigen halten kann.

Andererseits ist auch die Periode von 36 Tagen, wie mich däucht, durch ihren schönen Gang und ihre grosse Amplitude so ausgezeichnet, dass sie keiner weiteren Begründung bedarf. Bei der Herstellung der Tabellen hat sich mir öfters die Überzeugung aufgedrängt, dass die in der Länge sich wenig unterscheidenden Perioden wahrscheinlich aus der Verschiedenheit des Ganges der Flecken in der nördlichen und südlichen Sonnenhemisphäre zu erklären sind. Von einer diesbezüglichen Untersuchung musste einstweilen abgesehen werden. Übrigens wird sie wahrscheinlich nur Erfolg haben, wenn der tägliche Fleckenstand, damit möglichst alle Tage durch directe Angaben vertreten sind und das Interpoliren unnöthig ist, von mehreren Stationen nach der Methode von Tacchini oder noch besser nach der von Warren De La Rue für beide Hemisphären besonders beobachtet und veröffentlicht werden wird.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle II.

Tag der Periode	1862	1863	1864	1865	1866	1862—66
	11	7	11	12	12	53
1.	1376	332	580	717	472	3477
2.	1254	356	627	702	480	3419
3.	1147	407	676	712	492	3434
4.	1098	428	744	715	499	3484
5.	1065	**433**	797	720	**498**	3513
6.	998	429	853	**737**	499	**3516**
7.	969	408	880	737	492	3486
8.	971	370	900	700	468	3409
9.	974	355	933	655	434	3351
10.	968	344	994	625	402	3333
11.	1004	338	1057	598	361	3358
12.	1036	349	1114	585	325	3409
13.	1063	343	1156	588	299	3443
14.	1093	333	**1185**	571	298	3480
15.	1164	315	1177	570	309	3535
16.	1223	287	1147	546	325	3528
17.	1275	259	1122	518	330	3504
18.	1357	255	1120	494	**339**	3565
19.	1420	257	1114	467	323	3581
20.	1485	265	1123	437	399	3608
21.	1565	282	1100	438	310	3695
22.	1645	303	1038	448	311	**3745**
23.	1706	307	929	455	322	3719
24.	1761	306	801	469	342	3679
25.	**1798**	315	672	476	381	3642
26.	1775	323	584	482	393	3557
27.	1762	331	533	492	421	3539
28.	1696	333	518	503	447	3497
29.	1577	342	521	532	462	3434
30.	1444	347	532	548	467	3338

Es wurde wiederholt auf die secundären Maxima hingewiesen und es ist nun nöthig zu erörtern, was sich aus der Existenz derselben bezüglich einer secundären Periode mit Wahrscheinlichkeit folgern lässt.

In Erwägung, dass die secundären Hebungen in den Versuchsperioden, welche kürzer sind als die synodische Rotationszeit der Sonne, entweder gar nicht oder nur unklar und einfach auftreten; in Erwägung, dass sie sich deutlich aussprechen in den Versuchsperioden, welche den Maximaljahren angehören und dann öfters doppelt, wenn die Versuchsperiode grösser ist als die Rotationszeit; in Erwägung endlich, dass das Intervall zwischen dem Hauptmaximum und dem vorausgehenden oder folgenden secundären Maximum auffallend um die halbe Rotationszeit schwankt und meistens nur wenig von dieser abweicht: muss angenommen werden, dass dieselben keine selbstständige, ununterbrochene Reihe bilden, sondern nur die Maxima einer Hauptperiode um die halbe Rotationszeit früher oder später — wegen des Längenunterschiedes der gegenüberliegenden Flecken — und daher schwächer zur wiederholten Ansicht bringen. Lässt man diese Annahme gelten, so erklären sich die auffallendsten Eigenthümlichkeiten der secundären Maxima wie folgt.

1. Bei kurzen Perioden muss das secundäre Maximum nothwendiger Weise einem Hauptmaximum näher liegen, als es der halben Rotationszeit entspricht. Es wird daher von diesem kaum zu trennen sein und umsomehr bei der Summirung mehrerer Perioden verwischt werden.

2. In den Maximaljahren ist die Dauer der Flecken eine längere als in anderen Jahren und übertrifft zumeist die halbe Rotationszeit. Es ist daher leicht die Möglichkeit gegeben, dass die um dieses Intervall verfrüht oder verspätet zur deutlichen Beobachtung kommenden Gegenflecken den Eindruck eines schwachen Maximums machen, und zwar öfter nach als vor dem Hauptmaximum, indem ja die Auflösung der Flecken langsamer vor sich geht als die Neubildung.

3. Wenn die Periode gleich der Rotationszeit ist, werden die beiden secundären Maxima in ein einziges zusammenfallen; ist die Periode länger, so wird entweder das eine oder das andere, gewöhnlich das dem

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Hauptmaximum folgende, überwiegen und eines von ihnen verwischt werden, oder sie werden beide zu erkennen und dann durch ein kleines Intervall (2 bis etwa 7 Tage) von einander getrennt sein.

Mich däucht nun, dass dieses Intervall, weil man es nicht als eine Periodenlänge rechnen, aber auch nicht vernachlässigen kann, oder vielmehr, weil man doch zu unsicher ist, wann das eine und wann das andere geschehen soll, am besten als eine Unterbrechung anzusehen und die Periode, welche der halben synodischen Rotationszeit der Sonne entspricht, nur als eine scheinbare aufzufassen ist. Es ist ihr die Eigenschaft „scheinbar" beizulegen, weil sie ohne alle Periodicität der Sonnenflecken am schönsten zu beobachten wäre, wenn die Sonne nur zwei einander diametral gegenüberliegende, durch mehrere Rotationen unveränderlich bleibende Flecken oder Fleckengruppen hätte.

Die bisher gewonnenen Ergebnisse lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen.

1. Es kann angenommen werden, dass eine Sonnenfleckenperiode besteht, die an und für sich stark veränderlich ist, und die wegen der Sonnenrotation noch mehr veränderlich erscheint. Die mittlere Länge dieser Periode ist 29·56 Tage mit dem wahrscheinlichen Fehler $\pm 0 \cdot 5$.

2. Es muss dann aber auch angenommen werden, dass die Periode die Neigung hat, gewisse Längen, insbesondere die Länge von 28, 30½ und 36 Tagen — zeitweilig noch kleinere und grössere — am häufigsten anzunehmen.

3. Es ist jedoch wahrscheinlicher, dass mindestens drei Perioden von der genannten Länge neben einander bestehen, die nicht immer gleich deutlich zu erkennen sind.

4. Kleine Maxima der Sonnenflecken treten so auf, dass sie den Hauptmaximis jener Perioden in Zeitabständen, die im Mittel der halben synodischen Rotationszeit entsprechen, vorausgehen oder folgen. Die dadurch entstehende, mit Unterbrechungen verlaufende, secundäre Periode kann aus der Sonnenrotation und der Stellung der Flecken erklärt werden und ist daher eine scheinbare Periode zu nennen.

Bezüglich der Periode von 69·4 Tagen wurde auch ein Versuch nach der zweiten Methode und zwar mit den ausgeglichenen Relativzahlen in Tabelle 1 ausgeführt. Das Ergebniss bringt folgende Zusammenstellung:

Tabelle 12.

$P = 69 \cdot 4$, verkürzt auf 69 Tage.

Tag der Periode	1880 3. Jan. 5	1881 15. Dec. 6	1882 4. Febr. 5	1883 17. Jan. 5	1884 30. Dec. 5	1885 11. Dec. 6	1886 31. Jan. 5	1887 13. Jan. 5	1880—87 42
1.	69	199	337	552	540	479	64	54	2294
2.	73	206	422	515	519	463	68	61	2321
3.	84	194	525	491	472	433	90	73	2362
4.	95	186	645	479	457	385	101	87	2435
5.	110	191	759	469	445	341	105	89	2509
6.	132	190	841	461	480	313	111	102	2630
7.	148	189	859	464	524	288	111	114	2697
8.	163	192	815	468	560	302	98	126	2724
9.	189	203	729	493	584	327	110	107	**2742**
10.	192	209	621	518	599	339	133	105	2716
11.	202	215	518	527	566	356	158	103	2645
12.	207	214	442	506	510	363	176	98	2516
13.	213	218	384	498	452	359	190	86	2400
14.	199	223	334	500	405	362	183	77	2283
15.	193	234	288	554	363	366	172	71	2241
16.	183	250	253	612	340	364	162	59	2223
17.	163	282	223	693	325	354	155	52	2247
18.	139	312	211	787	332	329	146	47	2303
19.	120	339	208	875	345	313	144	42	2386
20.	113	367	217	956	353	294	142	41	2483

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tag der Periode	1880 3. Jan. 5	1881 15. Dec. 6	1882 4 Febr. 5	1883 17. Jan. 5	1884 30. Dec. 5	1885 11. Dec. 6	1886 31. Jan. 5	1887 13. Jan. 5	1880 – 87 42
21.	91	376	223	1039	359	291	143	40	2562
22.	81	364	222	1101	358	310	142	33	2611
23.	72	339	212	1163	350	329	142	31	**2638**
24.	65	298	206	1183	341	341	151	28	2613
25.	63	262	205	1159	351	358	156	35	2583
26.	68	241	217	1158	370	337	153	43	2587
27.	75	234	261	1073	405	299	161	49	2557
28.	89	227	300	966	424	258	165	55	2464
29.	105	231	338	851	451	212	168	59	2415
30.	123	228	382	802	453	163	175	56	2382
31.	154	226	411	647	444	129	185	48	2244
32.	188	218	417	625	425	128	200	44	2245
33.	212	216	433	556	415	151	204	42	2229
34.	234	212	421	494	396	182	216	44	2199
35.	237	205	393	446	390	213	225	62	2171
36.	229	193	337	403	368	248	226	86	2090
37.	200	181	279	371	354	280	220	103	1988
38.	179	162	216	353	346	296	218	123	1887
39.	156	159	166	361	325	345	214	139	1865
40.	145	160	142	362	304	374	210	138	1835
41.	131	163	126	356	304	416	208	130	1834
42.	141	166	115	356	312	437	203	127	1857
43.	163	180	118	357	315	437	192	115	1877
44.	182	192	125	357	335	408	166	110	1875
45.	205	199	140	409	359	384	149	101	1946
46.	227	207	157	429	399	363	136	96	2014
47.	228	217	173	468	461	360	131	83	2121
48.	210	223	196	511	517	378	143	75	2253
49.	192	226	206	553	573	425	161	76	2412
50.	175	239	211	570	620	492	172	78	2557
51.	153	244	226	585	677	551	179	75	2684
52.	160	256	233	558	673	618	177	85	2760
53.	166	260	236	571	649	664	167	93	**2806**
54.	166	271	247	538	612	672	166	105	2777
55.	163	276	264	458	559	661	166	112	2659
56.	162	292	274	413	482	635	180	116	2554
57.	148	298	272	380	434	561	184	118	2396
58.	149	304	281	418	413	489	186	110	2350
59.	151	306	283	442	400	440	202	118	2342
60.	156	310	295	519	388	391	208	117	2384
61.	161	316	299	620	399	364	193	121	2473
62.	168	328	295	734	425	362	185	121	2620
63.	184	343	295	844	448	384	166	132	2796
64.	186	351	288	924	453	382	124	126	**2837**
65.	190	342	286	943	459	393	93	128	2834
66.	178	317	279	889	437	411	67	124	2702
67.	152	288	297	829	430	423	60	122	2601
68.	120	261	322	730	430	424	61	105	2453
69.	99	228	351	655	420	438	57	99	2347

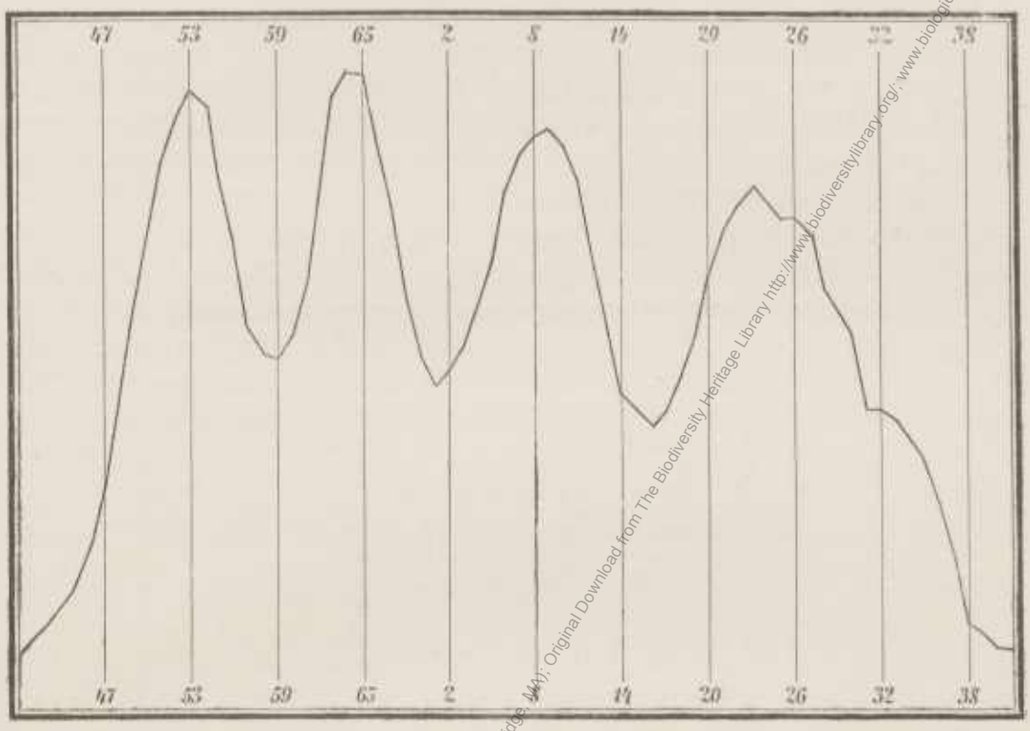
Die Zahlenreihe in der letzten Columne, deren Gang in Fig. 2 im grossen Massstabe und, damit das Hauptmaximum nicht getrennt wird, so gezeichnet ist, dass die Curve mit dem Hauptminimum, welches auf den 41. Tag fällt, anfängt und schliesst, zeigt eine so wunderbare Regelmässigkeit, dass an dem Bestehen dieser Periode nicht gezweifelt werden kann. Das Hauptminimum ist scharf ausgeprägt, wie es nach der ersten Untersuchung, bei der doch ein Mittel aus Perioden von mitunter ziemlich stark abweichender Länge genommen wurde, kaum zu erwarten war.

Das Hauptmaximum, wie bei der 11jährigen Periode rasch ansteigend und langsam abfallend, ist in vier secundäre Maxima getheilt, deren mittlerer Zeitabstand 13·2 Tage, also nahe die halbe synodische Rotationszeit der Sonne beträgt. Um dieses Mittel zu berechnen, sind die vier Maxima und die drei Minima

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zu benützen und es ist zu beachten, dass die Verkürzung von 0·4 Tagen als Verlängerung bei zwei secundären Perioden (Maxima und Minima) hinzuzuzählen ist.

Fig. 2.



Der Verlauf der einzelnen beobachteten Perioden kann natürlich nicht so regelmässig sein, denn in denselben präsentirt sich bald das eine bald das andere secundäre Maximum mit grösserer Deutlichkeit; einmal ist nur eines, ein andermal sind zwei, manchmal auch drei wahrzunehmen, je nach der Stellung der Flecken und nach dem Gange der kleineren Perioden.

Der regelmässige Gang der secundären Hebungen in der Totalsumme ist wohl dadurch zu erklären, dass die Länge dieser Periode fast genau ein Vielfaches, nämlich das Fünffache der halben Rotationszeit beträgt — die Differenz 1·9 entspricht merkwürdiger Weise fast genau dem wahrscheinlichen Fehler, welcher oben zu $\pm 1 \cdot 68$ bestimmt wurde, — und dass die mittlere Schwankung $\varphi = 13 \cdot 85$ der einzelnen wahren Perioden sich auch nur wenig von dieser Zeit unterscheidet. Demnach halte ich folgenden Satz für begründet:

5. Es besteht eine Periode der Sonnenflecken in der mittleren Länge von 69·4 Tagen. Dieselbe ist deutlich ausgesprochen durch das Hauptminimum, minder deutlich durch das Hauptmaximum, indem dieses in vier secundären Hebungen erscheint, welche in Intervallen aufeinanderfolgen, die der halben synodischen Rotationszeit der Sonne gleichgesetzt werden können.

Fleckenperioden zwischen 36 und 69·4 Tagen sind sehr wahrscheinlich ausgeschlossen; denn die nach den Relativzahlen erkennbaren, zwischen diesen Werthen liegenden wahren Perioden kommen so selten vor, dass sie als zufällige Variationen der genannten angesehen werden müssen. Dass es aber grössere Perioden gibt, die wahrscheinlich zu den Umlaufszeiten der inneren Planeten in Beziehung stehen, ist aus dem Diagramme zu erkennen, welches Warren De La Rue seiner oben citirten Abhandlung beigegeben hat.[1] Der Nachweis solcher Perioden dürfte jedoch, ohne dass man gewisse Annahmen macht, grosse Schwierigkeiten bieten.

[1] Dasselbe findet sich auch in kleinerem Massstabe in dem Werke: Secchi-Schellen, Die Sonne. Braunschweig 1872, S. 179.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Es ist wahrscheinlich nicht Zufall, dass die Periode von $30^1/_5$ Tagen dem zwölften Theile des Erdjahres sehr nahe kommt, und dass die Periode von 69·4 Tagen an die Umlaufszeit des Planeten Merkur erinnert, zumal wenn man die mittlere Schwankung dazuzählt.

Mehr als Zufall dürfte auch folgende Thatsache sein. Es ist schon öfters auf die Ähnlichkeit der Lichtcurven der veränderlichen Sterne mit den Curven der Sonnenflecken hingewiesen worden; in dieser Beziehung findet man z. B. β Lyrae erwähnt. Es erschien mir daher von Interesse, nachzusehen, ob sich nicht bezüglich der von mir nachgewiesenen Fleckenperioden solche Analogien auffinden liessen. Zu diesem Zwecke habe ich dem Verzeichnisse der veränderlichen Sterne von Chandler[1] diejenigen Nummern entnommen, welche hier in Betracht kommen können — also die mit Perioden unter 10 und über 135 Tagen ausgelassen — und sie nach der Periodenlänge geordnet, wie folgt.

Tabelle 13.

Nr.	Name	Länge der Periode	
		Tage	Mittel
36	ζ Geminorum	10·2	
106	β Lyrae	12·9	
66	*W* Virginis	17·3	
32	*T* Monocerotis	**26·8**	
109	*R* Coron. Australis	**31·0**	**29·7**
52 *a*	*l* Carinae	**31·2**	
96	*u* Herculis	38·5	
38 *c*	*U* Monocerotis	46·0	
107	*R* Lyrae	46·0	
116	*S* Vulpeculae	**67·5**	
122	*R* Sagittae	**70·4**	**69·7**
105	*R* Scuti	**71·1**	
38 *a*	Puppis	135·0	

Es ist nun gewiss auffallend, dass diese Perioden keine arithmetische Progression bilden, sondern dass solche, deren Länge nachgewiesenen Sonnenperioden sehr nahe kommt, verhältnissmässig häufig vertreten sind, so dass das entsprechende Mittel von 29·6, resp. 69·4 sehr wenig abweicht. Es dürfte daraus wohl der Schluss zu ziehen sein, dass diese Art Periodicität auch ausserhalb unseres Sonnensystems gut vertreten ist, was gewiss für ihre Wahrscheinlichkeit spricht.

Es sind also Andeutungen vorhanden, dass die Bewegung des ganzen Sonnensystems — Kometen und Meteorströme mit inbegriffen — im Zusammenhange sowohl mit den kleinen als auch mit den grossen Perioden der Sonnenflecken steht. — Eine Theorie der Sonnenperioden, welche künftig mit dem Anspruche auftritt, ernst genommen zu werden, wird diesen Zusammenhang zu erklären haben, mindestens aber berücksichtigen müssen.

Beziehung zu einigen periodischen Erscheinungen der Erde.

Von verschiedenen Forschern ist schon öfters auf das Bestehen von Perioden in den meteorologischen Erscheinungen hingewiesen worden, insbesondere glaubt man ausser den mehrjährigen auch solche Perioden gefunden zu haben, welche der ganzen, beziehentlich der halben Rotationszeit der Sonne mehr oder weniger gleich kommen. Es ist daher gewiss von Interesse zu zeigen, dass sich die vorliegenden Ergebnisse meiner Untersuchungen zum Nachweise der Beziehungen solcher Perioden zum Gange der Sonnenflecken, also zu ihrer Erklärung, benützen lassen. Begreiflicher Weise muss ich mich einstweilen auf einige Beispiele beschränken, die sich mir eben bieten.

1. Gewitter. W. v. Bezold hat in der bereits citirten Abhandlung die Gewittererscheinungen in Bezug auf eine 26tägige Periodicität untersucht und dazu glücklicher Weise Beobachtungen benützt, welche den-

[1] Mitgetheilt in Klein's Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie. Jahrgang 1885, S. 155.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

selben Zeitraum (1880—1887) umfassen, für den die obigen Untersuchungen ausgeführt worden sind. Er nimmt an, dass die Zahl der Gewittermeldungen, welche für einen Tag einlaufen, angenähert der Ausdehnung und Heftigkeit des Gewitters proportional sei, was gewiss ganz plausibel ist, und summirt dieselben in analoger Weise, wie es oben mit den Relativzahlen der Sonnenflecken geschehen ist. Hiebei werden die Gewittermeldungen aus Bayern und Württemberg abgesondert behandelt für die zwei Zeitabschnitte vom 1. Januar 1880 bis 15. Juli 1883 und vom 16. Juli 1883 bis 3. December 1887 und für den ganzen Zeitraum. Es zeigt sich, dass die Versuchsperioden, welche zwei Maxima aufweisen, gut ausgesprochen sind, indem sie einen ziemlich regelmässigen Gang und eine bedeutende Amplitude besitzen. Seine Ordnung beginnt mit dem 1., die meinige mit dem 3. Januar 1880; es entspricht also der 1. Periodentag meiner Zählung dem 3. von Bezold's Zählung, der 2. dem 4. u. s. f. Dies lässt sich leicht dadurch zur Übereinstimmung bringen, dass man die Ordnungszahlen bei den von mir erhaltenen Perioden um je 2 erhöht. Dass Bezold nicht genau 26 sondern 25·84 Tage als Periodenlänge nimmt, wird durch eine entsprechende Correction ausgeglichen.

Bei der folgenden zur Vergleichung hergestellten Tabelle sind die Resultate in Tabelle 7 *c* benützt und es ist — abgesehen von halben Jahren — dieselbe Theilung in Zeitabschnitte wie bei Bezold eingehalten worden.

Tabelle 14.

Gewittererscheinungen und Sonnenflecken.

$P = 26$ Tage.

Tag der Per.	Gewitter[1] 1. Jan. 80—15. Juli 83.				Sonnenflecken		Gewitter[1] 16. Juli 83—3. Dec. 87.				Sonnenflecken		Gewitter[1] 1. Jan. 80—3. Dec. 87.				Sonnenflecken	
	Bayern		Württemberg		1880—1883		Bayern		Württemberg		1884—1887		Bayern		Württemberg		1880—1887	
1.	720	±	90	—	3640	+	794	—	123	—	2969	+	1514	—	214	—	6609	+
2.	886	+	145	+	3688	+	886	+	122	—	2934	+	1772	+	268	+	**6622**	+
3.	**1062**	+	**163**	+	3622	+	982	+	153	+	2952	+	2044	+	316	+	6574	+
4.	996	+	160	+	3785	+	**1163**	+	**214**	+	2823	+	**2159**	+	**374**	+	6608	+
5.	881	+	123	+	3900	+	1030	+	211	+	2674	—	1911	+	334	+	6574	+
6.	827	+	131	+	3941	+	78	—	158	+	2508	—	1610	+	289	+	6449	+
7.	595	—	87	—	**3995**	+	691	—	125	—	2341	—	1196	+	212	+	6336	—
8.	620	—	100	—	3868	+	843	—	114	—	2281	—	1263	—	215	—	6149	—
9.	589	—	73	—	3873	+	772	—	126	—	2288	—	1361	—	219	—	6161	—
10.	636	—	105	—	3706	+	728	—	101	—	2340	—	1364	—	206	—	6046	—
11.	571	—	71	—	3590	+	616	—	103	—	2388	—	1187	—	174	—	5978	—
12.	439	—	59	—	3539	—	715	—	129	—	2509	—	1154	—	188	—	6048	—
13.	509	—	84	—	3494	—	836	—	139	—	2632	—	1345	—	222	—	6126	—
14.	541	—	105	—	3362	—	835	—	130	—	2707	—	1376	—	236	—	6069	—
15.	727	+	131	+	3386	—	628	—	98	—	2780	—	1355	—	229	—	6166	—
16.	683	—	107	—	3379	—	621	—	91	—	2889	+	1304	—	198	—	6259	—
17.	681	—	82	—	3415	—	767	—	109	—	2885	+	1449	—	191	—	6200	—
18.	612	—	53	—	3309	—	1013	+	131	—	2905	+	1625	+	184	—	6214	—
19.	702	—	77	—	3375	—	1060	+	162	+	3038	+	1762	+	239	—	6413	+
20.	855	+	120	+	3388	—	**1128**	+	199	+	3060	+	**1983**	+	319	+	6448	+
21.	904	+	144	+	3429	—	1018	+	**210**	+	3238	+	1922	+	354	+	6667	+
22.	**994**	+	**165**	+	3496	—	901	+	198	+	3280	+	1895	+	**363**	+	6776	+
23.	923	+	132	+	3513	—	775	—	160	+	**3286**	+	1698	+	292	+	**6799**	+
24.	800	+	110	+	3520	—	909	+	177	+	3235	+	1686	+	287	+	6755	+
25.	650	—	61	—	3524	—	941	+	166	+	3111	+	1491	—	227	—	6635	+
26.	452	—	59	—	3575	—	961	+	162	+	3015	+	1413	—	221	—	6590	+
Mittel	720		106		3585		850		147		2810		1570		253		6395	

Zur besseren Vergleichung ist bei jeder Reihe das Vorzeichen der Abweichung vom Mittel beigesetzt. Man erkennt nun im Allgemeinen Folgendes. In den 4jährigen Zeitabschnitten erscheint die Fleckenperiode

[1] Nach Bezold's Tabellen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

nur einfach, und sie hat im ersten Abschnitte das Gesammtmaximum im Anfang, wo die Gewitter ein Maximum aufweisen, im zweiten überwiegend am Ende in Übereinstimmung mit dem zweiten Maximum der Gewitter. In der Summe aller 8 Jahre zeigen die Sonnenflecken ebenfalls zwei Hebungen, die nur insofern von jenen der Gewitter etwas abweichen, dass sie näher zusammenrücken und als ein einziges Maximum angesehen werden können. Auch Bezold betrachtet die zwei Gewitter-Maxima als ein einziges, das durch ein secundäres Minimum in zwei Theile getrennt erscheint. Ebensogut stimmt das Hauptminimum der beiden Erscheinungen.

Die minder deutliche Spaltung des Hauptmaximums sowie die grössere Regelmässigkeit des Ganges der Fleckenperiode dürften zum Theile dem Umstande zuzuschreiben sein, dass ich mir eine ausgiebigere Abrundung der Relativzahlen gestattete, indem ich nicht dreitägige, sondern fünftägige Mittel nahm. Ob das Doppelmaximum der Gewittererscheinungen durch die secundäre (scheinbare) Fleckenperiode oder durch terrestrische Verhältnisse oder, was das Richtige sein dürfte, durch beides zu erklären ist, mag dahingestellt bleiben. Im Ganzen kann man sagen: Ebensogut als sich in den Gewittererscheinungen eine nahe 26tägige Periodicität ausspricht, ist es auch in den Sonnenflecken der Fall. Die Übereinstimmung betrifft nicht blos die Dauer der Periode, sondern auch die Stellung der Wendepunkte.

Nach meinen Versuchsperioden passen im Allgemeinen grössere Längen besser für den Gang der Sonnenflecken, wenn auch zu Zeiten, insbesondere ausserhalb der Maximaljahre, kurze Perioden von 24 bis 26 Tagen sehr gut, manchmal sogar besser zu erkennen sind. Wenn nun aber schon bei einer minder sicheren Periode eine gute Übereinstimmung herrscht, so dürfte dieselbe bei besser ausgesprochenen noch schöner zu Tage treten. In dieser Auffassung bestärkt mich auch eine Bemerkung Köppen's,[1] dass er und Andere zum Theile für dieselben Jahre in der Häufigkeit der Gewitter eine Schwankung von ungefähr derselben Amplitude gefunden habe, wenn man dieselben nach einer Periode von 29·53 Tagen ordnet. Köppen gibt dieser Thatsache freilich eine andere Deutung.

2. Erdmagnetismus. Über den periodischen Gang der erdmagnetischen Elemente hat in neuester Zeit insbesondere Liznar[2] mehrere sehr werthvolle Untersuchungen ausgeführt. Jene über die Störungen,[3] die hier nur zur Vergleichung herbeigezogen werden kann, da sie mir eben vorliegt, umfasst leider nur die kurze Zeit vom 1. Juli 1882 bis 31. December 1883. Auf Grund einer Untersuchung, die nach der Hornstein'schen Methode zwischen den Grenzen 24 und 28 ausgeführt wurde, fand Liznar, dass in den magnetischen Störungen eine Periode von nahe 26 Tagen am besten ausgesprochen ist. Im Jahre 1882 ist in den Sonnenflecken eine einfache 26tägige Periode ebenfalls sehr gut zu erkennen, und zwar mit einem Maximum um den 20. Tag der Periode, was mit den Wendepunkten der Periode der magnetischen Störungen vollständig übereinstimmt, indem Liznar die Summirung mit dem 1. Juli 1882 beginnt und bei meiner Zählung zufälliger Weise auch ein Periodenanfang auf dieses Datum fällt. Für das Jahr 1883 ist jedoch die Analogie minder gut. Die einfache Periode von 26 Tagen ist zwar wieder in den Sonnenflecken zu erkennen, ihre Wendepunkte sind jedoch so stark verschoben, dass sie fast als eine Umkehrung der Störungsperiode erscheint.

Die Übereinstimmung zwischen den kleinen Perioden der Gewitter und der Elemente des Erdmagnetismus mit gleichen Perioden der Sonnenflecken würde sehr wahrscheinlich allgemeiner und besser hervortreten, wenn man die Annahme, dass eine solche Periode hauptsächlich von der Sonnenrotation abhänge, — welche Annahme übrigens für die magnetischen Erscheinungen mehr Berechtigung haben mag als für andere — einstweilen bei Seite liesse und die Untersuchung auch auf grössere Perioden (30, 36, 70 Tage) ausdehnen möchte. Dies selbst zu thun, bin ich dermalen nicht in der Lage; nur eine Probe bezüglich des Nordlichtes möge hier noch Platz finden.

---

[1] In dem Referate über v. Bezold's Abhandlung. Meteorol. Zeitschrift 1888, S. [85].

[2] Sitzungsberichte der kais. Akademie. 1885—1887.

[3] „Über den täglichen und jährlichen Gang, sowie über die Störungsperioden der magnetischen Elemente zu Wien." Bd. 91. 1885.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

3. Nordlicht. Der letztgenannte Autor hat durch seine Arbeiten über die 26tägige Periode des Erdmagnetismus Anlass gefunden, auch das Nordlicht einer analogen Untersuchung zu unterziehen,[1] und er ist zu dem Schlusse gekommen, dass dasselbe ebenfalls eine 26tägige Periode befolge. Schon früher hat Fritz[2] auf das Bestehen einer Nordlichtperiode in der Dauer von 27·68 Tagen hingewiesen, und ich habe — freilich nach einer Methode, die ich jetzt nicht mehr anwenden würde — dafür eine Länge von 27·4 Tagen ermittelt und daher geglaubt, rund $27^1/_2$ annehmen zu sollen.[3] Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich darauf zu zeigen, inwiefern eine Nordlichtperiode von $30^1/_5$ Tagen Berechtigung hat.

Als Material benützte ich meine gelegentlich der eben citirten Abhandlung gemachten besonderen Aufschreibungen. Ich habe damals nach demselben Vorgange wie Fritz die Nordlichterscheinungen, um ihrer Ausdehnung Rechnung zu tragen, nach 5 Zonen eingetheilt. Diese sind: I. alte Welt, südlich von 46°; II. von 46° —55°; III. von 55° —Polarkreis; IV. Amerika südlich von 60° und V. Hohe Breiten. Gute Verhältnisszahlen zur Beurtheilung der Nordlichtfrequenz erhält man, wenn man den Nordlichttagen der ersten drei Zonen die Gewichte 1, 2, 3 beilegt, je nach der Zahl der Zonen, in welchen ein und dasselbe Nordlicht beobachtet wurde.

Diese Zahlen wurden nun für die Zeit von 1830—1871 nach Perioden von 26, $27^1/_2$ und $30^1/_5$ Tagen geordnet, sodann wurden die Summen und ihre Abrundungen durch 5tägige Mittel gebildet und diesen das Vorzeichen der Abweichung vom allgemeinen Mittel beigefügt.

Die einfache Amplitude der drei Versuchsperioden beträgt der Reihe nach 14·2, 34·2, 33·4, und ist also bei der ersten beträchtlich kleiner als bei den zwei anderen und bei diesen ziemlich dieselbe. Der zweiten würde bei Berechnung der totalen Amplitude eine kleine Correction wegen der kleineren Summanden zahl zu Gute kommen. Mit Rücksicht auf die Amplitude allein hätte also die Periode von $27^1/_2$ Tagen unter allen die grösste Wahrscheinlichkeit. Da aber die Differenz gegen die Periode von $30^1/_5$ Tagen doch nur gering ist, und diese sich durch eine grössere Regelmässigkeit des Ganges auszeichnet, so steht sie im Ganzen an Wahrscheinlichkeit gewiss nicht nach. Entscheidend ist wohl der Vergleich mit der nämlichen Periode der Sonnenflecken. Um einen solchen machen zu können, wurde der Ausgangspunkt für die Periode $30^1/_5$ so gewählt, dass bei fortgesetzter Zählung ein Anfang auf den 3. Januar 1880 fallen würde, wodurch sich die in der Tabelle 15 eingehaltene Tagesordnung herausstellte, und die entsprechende Curve in Fig. 1, Seite 31, gezeichnet werden konnte.

Wie man sieht, fällt das in die Länge gezogene Hauptmaximum, dessen Einsenkung wohl für eine zufällige gelten kann, sehr schön mit dem Hauptmaximum der Fleckencurve zusammen, und auch das secundäre Maximum am 5. Tag stimmt genau. Das Hauptminimum stimmt jedoch besser mit dem secundären Minimum. Aus dieser Vergleichung folgt also:

Für das Nordlicht ist eine Periode von $30^1/_5$ Tagen ebenso wahrscheinlich als eine Periode von $27^1/_2$, beziehentlich 26 Tagen. Dieselbe stimmt in ihren Wendepunkten sehr gut mit der gleichen Periode der Sonnenflecken.

Die Einwendung, dass der Einfluss des Mondes diese Periode begünstige, ist hier nicht haltbar; denn derselbe muss in einer Zeit von über 40 Jahren völlig verwischt werden, indem die synodische Umlaufszeit des Mondes um circa einen halben Tag kürzer ist, und somit, da auf ein Jahr 12 Perioden entfallen, schon in dieser Zeit eine Verschiebung von 6 Tagen stattfindet. Dass dieser Einfluss, wenn gleichwohl merkbar, just so wirken sollte, dass die Wendepunkte der Periode mit den Wendepunkten der Fleckenperiode übereinstimmen, liegt ausser aller Wahrscheinlichkeit.

---

[1] „Über die 26tägige Periode des Nordlichts.“ Sitzungsberichte der kais. Akademie. 1888.

[2] „Die Beziehungen der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde.“ Haarlem 1878.

[3] „Beiträge zur Erklärung der kosmisch-terrestrischen Erscheinungen. Über das Polarlicht.“ Denkschriften der kais. Akademie, Bd. L, 1885.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle 15.

Versuchsperioden für das Nordlicht 1830—1871.

Tag der Periode	$P = 26$ Summe roh	$P = 26$ Summe abgerundet		$P = 27\frac{1}{2}$ (27) Summe roh	$P = 27\frac{1}{2}$ (27) Summe abgerundet		$P = 30\frac{1}{5}$ (30) Summe roh	$P = 30\frac{1}{5}$ (30) Summe abgerundet	
1.	165	156.8	—	145	158·0	+	110	129·8	—
2.	144	160·6	+	181	159·6	+	120	129·4	—
3.	179	160·2	+	173	160·0	+	133	128·4	—
4.	165	160·4	+	153	164·4	+	138	130·4	—
5.	148	162·8	+	148	157·6	+	141	130·8	—
6.	166	161·0	+	167	152·6	+	120	127.0	—
7.	156	160·2	+	147	147·8	—	122	122·8	—
8.	170	160·0	+	148	142·0	—	114	119.0	—
9.	161	158.4	+	129	133·6	—	117	119·6	—
10.	147	162·0	+	119	130·2	—	122	119·0	—
11.	158	158·4	+	125	130·6	—	123	121·6	—
12.	174	160·2	+	130	132·0	—	119	127·2	—
13.	152	162·8	+	150	141·8	—	127	131·4	—
14.	170	163·4	+	136	149·2	+	145	136·6	—
15.	160	159·6	+	168	156·2	+	143	143·0	+
16.	161	158·8	+	162	152·2	+	149	147·6	+
17.	155	157·6	—	165	152·6	+	151	149·8	+
18.	148	159·8	+	130	148·8	—	150	152·4	+
19.	164	158·0	+	138	145·6	—	156	149·6	+
20.	171	157·6	—	149	142·8	—	156	148·2	+
21.	152	157·2	—	146	150·6	+	135	147·2	+
22.	153	154·0	—	151	154·4	+	144	145·0	+
23.	146	149·0	—	169	154·4	+	145	143·0	+
24.	148	148·6	—	157	154·2	+	145	148·2	+
25.	146	151·0	—	149	153·2	+	146	146·2	+
26.	150	150·6		145	148·4	—	161	148·8	+
27.				146	153·2	+	134	147·8	+
28.							158	147·8	+
29.							140	137·6	+
30.							146	134·8	—
Mittel		158·0			149·1			137·0	

4. Bei der Untersuchung der **kleinsten mehrtägigen Perioden** der meteorologischen Erscheinungen, welche mit der halben synodischen Rotationszeit der Sonne in Beziehung gebracht werden, stellen sich ähnliche Schwierigkeiten heraus, wie bei der gleichen Fleckenperiode, und daher kommt es wohl, dass diesbezüglich noch weniger eine Übereinstimmung der Ansichten herrscht. Am weitesten in der Toleranz solcher Perioden geht Zenger,[1] indem er in allen kosmischen und terrestrischen Erscheinungen eine Periode in der mittleren Dauer von 12·6 Tagen nachweisen zu können glaubt, freilich nach einer Methode, die von Pernter[2] als trügerisch erwiesen wird.

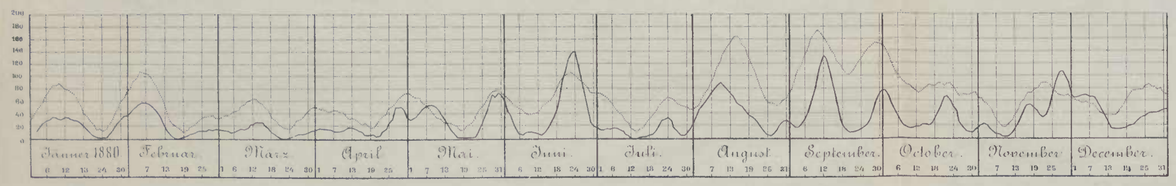
Für einzelne Erscheinungen werden von Anderen etwas grössere Perioden gefunden. So findet Fritz[3] für Temperaturen an den Polarstationen eine Periode von 13·84 Tagen, welche, wenn derartige Perioden überhaupt bestehen, der Wahrheit gewiss am besten entspricht.

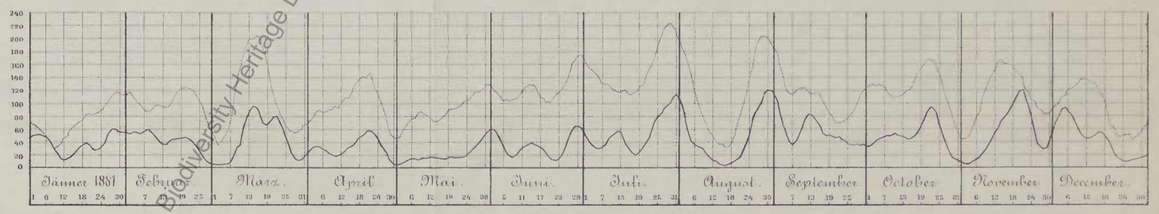
Das Richtige dürfte jedoch sein, dass solche Perioden in fortlaufender Reihe nicht bestehen, dass sie aber, gleich der oben definirten scheinbaren Fleckenperiode, zeitweilig auftreten und wahrscheinlich von dieser in hervorragendem Masse abhängen.

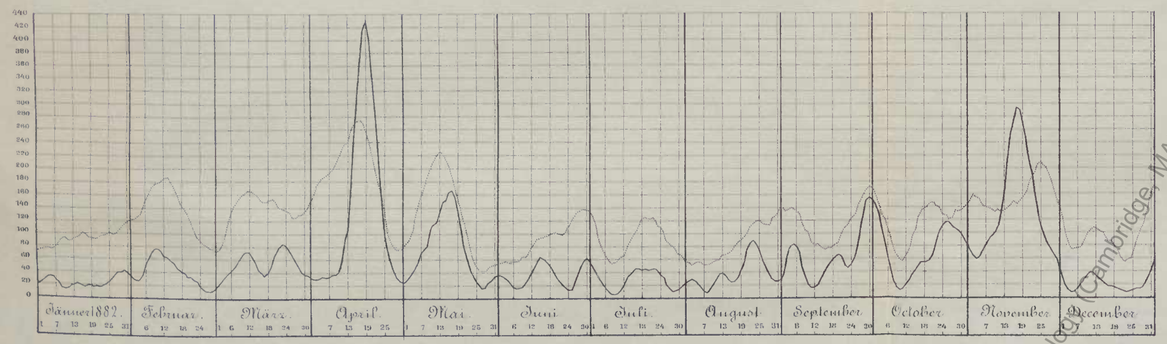
[1] „Die Meteorologie der Sonne und ihres Systems.“ Wien, Pest, Leipzig. 1886. In der Zeitschrift: „Das Wetter.“ 1886, S. 212.

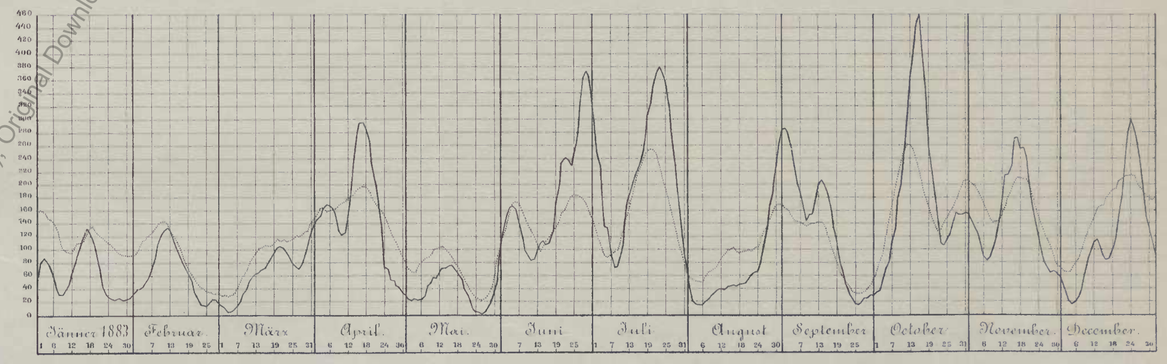
[3] Vierteljahresschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich 1888.

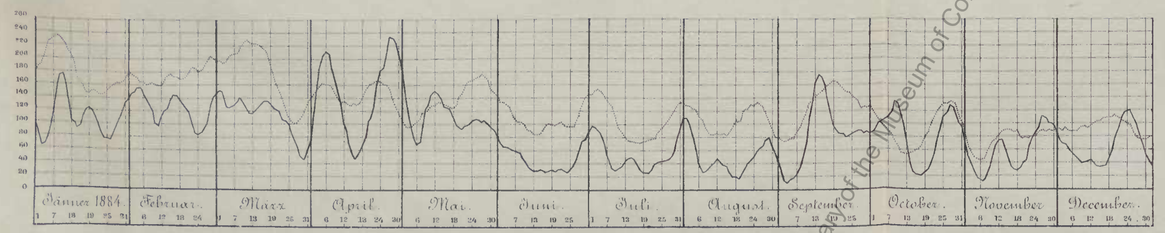
Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

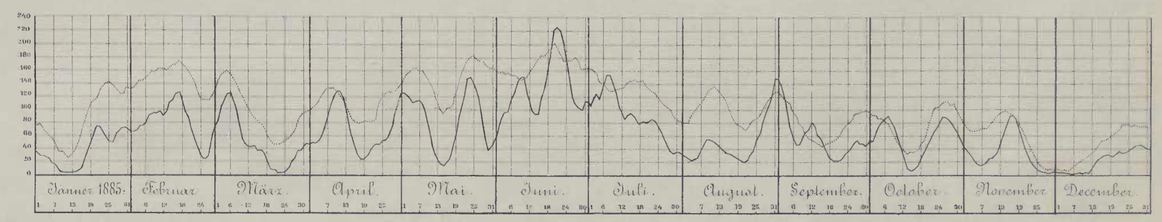


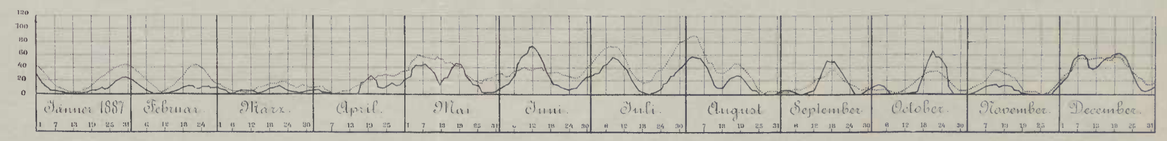












Autor del.

Photo. Lith. v. J. Barth, Finsterwarte Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Unterweger Johann

Artikel/Article: Über die kleinen Perioden der Sonnenflecken und ihre Beziehung zu einigen periodischen Erscheinungen der Erde. (Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.) 1-40