

Die Sonnenaktivität im Jahre 1969

Von

M. WALDMEIER (Zürich)

(Mit 3 Abbildungen im Text)

The present paper gives the frequency numbers of sunspots, photospheric faculae and prominences as well as the intensity of the coronal line 5303 Å and of the solar radio emission at the wavelength of 10.7 cm, all characterizing the solar activity in the year 1969.

Die vorliegende Veröffentlichung gibt die die Sonnenaktivität charakterisierenden Häufigkeitszahlen der Sonnenflecken, der photosphärischen Fackeln, der Protuberanzen, die Intensität der Koronalinie 5303 Å und diejenige der solaren radiofrequenten Strahlung auf der Wellenlänge 10,7 cm.

Mean daily sunspot relative-number Mittlere tägliche Sonnenflecken-Relativzahl	}	105,5	(105,9)
Lowest sunspot relative-number Niedrigste Sonnenflecken-Relativzahl	}	28	(26)
Highest sunspot relative-number Höchste Sonnenflecken-Relativzahl	}	215	(211)
Mean daily group-number Mittlere tägliche Gruppenzahl	}	8,7	(8,4)
Total number of the northern spot-groups Gesamtzahl der nördlichen Fleckengruppen	}	322	(332)
Total number of the southern spot-groups Gesamtzahl der südlichen Fleckengruppen	}	233	(290)
Mean equatorial distance of the northern sunspots Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Flecken	}	13,9°	(16,3°)
Mean equatorial distance of the southern sunspots Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Flecken	}	15,1°	(17,5°)
Surface covered by fields of faculae on the N-hemisphere Bedeckung der N-Halbkugel durch Fackelfelder	}	8,7%	(6,3%)
Surface covered by fields of faculae on the S-hemisphere Bedeckung der S-Halbkugel durch Fackelfelder	}	5,9%	(5,0%)
Mean equatorial distance of the northern faculae Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Fackeln	}	15,9°	(17,3°)
Mean equatorial distance of the southern faculae Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Fackeln	}	16,9°	(19,7°)
Mean daily profile-surface of prominences Mittlere tägliche Protuberanzenprofilfläche	}	6068	(6547)

Mean daily value of the total emission of the coronal line 5303 Å	}	738,2	(892,4)
Mittlere tägliche Gesamtemission der Koronalinie 5303 Å			
Mean daily value of the radio emission at the wavelength of 10.7 cm	}	151,1	(149,1)
Mittlere tägliche Radioemission auf Wellenlänge 10,7 cm			

The values put in brackets are concerning the year 1968.

Die in Klammern gesetzten Werte beziehen sich auf das Jahr 1968.

The tables 1, 4 and 13 give the daily values of the relative-numbers, of the group-numbers and of the radio emission, the tables 5, 7, 10 and 11 contain the distribution in latitude of the spots, faculae, prominences and of the coronal intensity. Fig. 1 and 3 show the course of the relative-numbers and of the radio emission, and by fig. 2 the distribution in latitude of the spots, faculae, prominences and of the coronal intensity is demonstrated.

Tabellen 1, 4 und 13 enthalten die Tageswerte der Relativzahlen, der Gruppennzahlen und der Radioemission, die Tabellen 5, 7, 10 und 11 die Breitenverteilung der Flecken, Fackeln, Protuberanzen und der Koronahelligkeit. In Abb. 1 und 3 ist der Verlauf der Relativzahlen und der Radioemission dargestellt, in Abb. 2 die Breitenverteilung der Flecken, Fackeln, Protuberanzen und der Koronahelligkeit.

1. Sonnenflecken-Relativzahlen

In unveränderter Weise wurden die Sonnenflecken-Relativzahlen an dem mit Polarisationshelioskop ausgerüsteten Fraunhoferschen Fernrohr von 8 cm Öffnung bei 64facher Vergrößerung bestimmt. Relativzahlbeobachtungen konnten in Zürich an 285 Tagen ausgeführt werden, auf unserer Station in Locarno-Monti an 314 Tagen und auf derjenigen in Arosa, welche nur an 88 Tagen in Betrieb war, an 68 Tagen. Die Vereinigung unserer drei eigenen Beobachtungsreihen liefert die Relativzahl für 347 Tage. Durch die stark ausgebaute internationale Zusammenarbeit, an welcher sich sowohl Sternwarten wie auch zahlreiche Liebhaber-Astronomen beteiligen, sind wiederum alle Tage durch vielfache Beobachtungen gedeckt.

Die Sonnenflecken-Relativzahlen werden jeweils am letzten Tag jedes Monats zusammengestellt und mit Prognosen für die kommenden sechs Monate an zahlreiche Institute und Interessenten verschickt sowie über den Schweizerischen Kurzwellensender emittiert. Zu diesem Zeitpunkt stehen uns erst unsere eigenen Beobachtungen von Zürich, Arosa und Locarno zur Verfügung. Die daraus abgeleiteten Relativzahlen werden als provisorische bezeichnet. Sie enthalten zum Teil interpolierte Werte für Tage, an welchen keine Beobachtung möglich war, zum Teil unsichere für Tage, an denen keine gute Bildqualität herrschte. Die definitiven Relativzahlen werden jeweils erst am Ende jedes Jahres bestimmt unter Benutzung der auswärtigen Beobachtungen. Im allgemeinen sind die definitiven Relativzahlen etwas höher als die provisorischen, indem bei geringerer Bildgüte kleinere Flecken oder ganze Gruppen von solchen nicht erkannt werden. Die Unterschiede zwischen den definitiven und den provisorischen Relativzahlen können für einzelne Tage erheblich sein, sind aber schon in den Monatsmitteln und erst recht in den Jahresmitteln unbedeutend.

Nachfolgend sind die Mitarbeiter der Zürcher Sonnenfleckenstatistik, welche uns regelmäßig ihre Beobachtungsreihen zustellen, mit ihren Reduktionsfaktoren k und der Zahl N der Beobachtungstage aufgeführt.

	<i>N</i>	<i>k</i>
a) Eigene Beobachtungen:		
M. Waldmeier, Zürich und Arosa, Vergr. 64	182	0,60
W. Scheidegger, Zürich, Vergr. 64	201	0,59
F. Riesen, Zürich, Vergr. 64	170	0,60
A. Zelenka, Zürich, Vergr. 64	167	0,60
J. Dürst, Zürich, Vergr. 64	107	0,60
S. Cortesi, Locarno-Monti, Projektionsbild von 25 cm Durchmesser	218	0,57
A. Pittini, Locarno-Monti, Projektionsbild von 25 cm Durchmesser	243	0,59
b) Beobachtungen auswärtiger Sternwarten:		
Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux Castle, Hailsham	281	0,74
Observatoire Royal de Belgique, Uccle-Bruxelles	273	0,85
Sonnenobservatorium Einsteinurm, Potsdam	95	0,82
Sternwarte Sonneberg, Thüringen	197	1,02
Sonnenobservatorium Kanzelhöhe, Kärnten	168	0,86
Astronomisches Institut Skalnaté Pleso, Tatranská Lomnica	224	1,00
Slowakisches Observatorium Hurbanovo, Komarno	229	1,06
Observatorium Bukarest	215	0,68
Eugenides Planetarium, Athen	159	0,56
Observatorium der Universität, Beyazit-Istanbul	266	0,83
Observatorium Kandilli, Çengelköy-Istanbul	253	0,72
Lee Observatory, American University, Beirut	259	1,14
Helwan Observatory, Cairo	314	1,22
Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze	216	0,89
Osservatorio Astrofisico di Catania	335	1,17
Osservatorio Astronomico di Roma-Monte Mario	273	1,07
Osservatorio Astronomico di Trieste	237	0,95
Observatorio del Ebro, Roquetas-Tortosa	335	0,79
Observatorio Astronómico de Madrid	287	0,79
Kislovodsk Station of Pulkovo Observatory	336	0,74
Kiev Observatory	254	0,86
Tashkent Observatory	260	0,87
Geophysical Observatory of Haile Sellassie I University, Addis Ababa	219	0,86
Tokyo Astronomical Observatory, Mitaka-Tokyo	262	0,73
National Science Museum, Tokyo	182	0,75
Weather Bureau Manila, Astronomical Observatory Diliman-Quezon City	295	1,04
Manila Observatory, Ateneo de Manila University, Manila	352	0,67
Observatorio Astronómico Nacional, Universidad de Chile, Santiago de Chile	65	1,10
Observatorio de Física Cósmica, San Miguel	264	0,59
c) Beobachtungen von Privatastronomen:		
H. A. Luft, Oakland Gardens, New York	238	0,78
A. Barner, Wien	241	1,21
W. Malsch, Karlsruhe	254	1,30
H.-J. Bruns, Hannover	171	0,91
G. Stemmler, Oelsnitz/Erzgeb.	157	0,89
E. Otto, Volks- und Schulsternwarte «Juri Gagarin», Eilenburg-Leipzig	196	0,79
B. Polesný, České Budějovice	93	0,97
P. Kunaver, Ljubljana	121	1,59
J. Costas, P.D.A., Barcelona	275	0,66
M. Serinanell, P.D.A., Vich-Barcelona	260	1,13
J. M. Oliver, P.D.A., Sabadell-Barcelona	226	0,84
A. Vidal, P.D.A., Barcelona	176	0,53
J. Moll, P.D.A., Mataró-Barcelona	121	1,10
J. M. Gomez, P.D.A., Mollet-Barcelona	197	0,55

	<i>N</i>	<i>k</i>
J. Masuet, P.D.A., Manresa	190	1,99
H. Arber, Pasay City-Manila	92	0,92
K. Fujimori, Suwa-Nagano	246	0,80
R. Capdeville Celis, Sociedad Astronomica de Valparaiso, Valparaiso	270	1,14
M. L. Loocks Vasquez, Sociedad Astronomica de Valparaiso, Valparaiso	195	0,92
R. Barbarroja, V. Capolongo, C. Fernández, J. A. Gutiérrez, O. F. Liesche, L. Mansilla, Observatorio Astronómico Municipal, Rosario	241	0,92

In Tabelle 1 sind die Sonnenflecken-Relativzahlen für 1969 mitgeteilt. Diese werden täglich nur einmal bestimmt und beziehen sich im allgemeinen auf 6 bis 9 Uhr

Tabelle 1. Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen *R* für das Jahr 1969

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	68	92	132	156	90	32	125	175	105	99	82	91
2	75	96	111	143	77	47	134	182	94	101	68	107
3	72	98	103	143	70	74	167	177	81	99	83	102
4	98	86	105	122	73	77	160	180	74	99	86	103
5	117	94	108	101	88	116	145	171	71	109	88	95
6	128	101	117	78	71	157	130	153	72	120	98	70
7	146	122	115	82	57	187	123	139	71	123	97	53
8	155	109	108	77	87	190	122	114	67	109	89	43
9	152	102	113	90	81	185	122	108	51	93	94	44
10	150	85	107	85	100	192	120	105	51	85	85	39
11	138	74	101	92	125	195	120	86	67	72	81	28
12	137	64	85	91	149	187	112	70	73	60	76	51
13	124	55	88	122	155	178	98	62	91	57	67	74
14	119	54	90	149	169	166	79	59	95	63	67	94
15	116	70	114	152	146	149	77	62	114	54	68	97
16	116	87	158	144	121	134	75	50	118	47	67	97
17	100	104	170	155	124	105	78	41	123	42	75	99
18	85	101	198	148	117	102	73	35	121	45	86	93
19	73	126	192	128	120	86	66	32	89	50	94	88
20	76	142	196	124	123	97	61	28	65	87	123	96
21	85	169	207	122	163	84	62	39	75	102	127	116
22	105	198	195	90	178	56	60	48	89	113	132	135
23	88	207	157	80	198	43	55	62	91	127	129	122
24	97	215	146	81	205	43	55	68	98	137	119	129
25	103	208	142	81	182	51	53	77	119	141	118	137
26	100	189	149	78	177	28	53	91	127	145	113	131
27	85	171	138	78	145	35	57	104	123	145	109	136
28	79	155	140	72	136	49	79	117	117	131	102	139
29	82		142	68	88	63	95	143	107	120	92	152
30	80		145	72	54	71	109	138	99	104	90	152
31	87		138		50		137	121		87		122
Mittel	104,4	120,5	135,8	106,8	120,0	106,0	96,8	98,0	91,3	95,7	93,5	97,9

Weltzeit. Dies gilt auch für die meisten europäischen Stationen, welche in erster Linie für die Ergänzung unserer eigenen Beobachtungen herangezogen werden. Eigene Beobachtungen vom Mittag oder Nachmittag werden aber, sofern sie bei guter Bildqualität erfolgten, den auswärtigen, von welchen übrigens Beobachtungsstunde und Bildqualität meistens nicht bekannt sind, vorgezogen.

Der Mittelwert der täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen für 1969 beträgt:

$$R = 105,5.$$

Dies bedeutet gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme um nur 0,4 Einheiten. Die beiden Jahre 1968 und 1969 weisen somit praktisch dieselbe Sonnenfleckenaktivität auf. Fleckenfreie Tage sind keine aufgetreten. Der Verlauf der täglichen Relativzahlen ist in Abb. 1 dargestellt.

Da die Relativzahlen für die Jahre 1968 und 1969 nahezu gleich hoch sind, dürfte das Maximum in der Nähe der Jahreswende liegen. Bekanntlich erfolgt der Anstieg zum Maximum steiler als der Abfall nach demselben, weshalb das Maximum noch in das Jahr 1968 fallen muss. Nach einer Abnahme im letzten Quartal 1968 ist die Aktivität anfangs 1969 nochmals angestiegen und erreichte im Monat März mit 135,8 das höchste Monatsmittel im laufenden Zyklus. Im zweiten Halbjahr trat ein erheblicher Rückgang der Fleckentätigkeit ein: im ersten Halbjahr lagen alle Monatsmittel über, im zweiten alle unter 100; die mittlere Relativzahl sank von 116 im ersten Halbjahr auf 96 im zweiten und die Zahl der Fleckengruppen von 301 auf 254. Die höchste Relativzahl wurde am 24. Februar mit 215 erreicht; der niedrigste Wert betrug 28 und wurde am 26. Juni, am 28. August und am 11. Dezember beobachtet. Während des grössten Teiles des Jahres war die Sonnenaktivität in heliographischer Länge sehr ungleich verteilt, was die starken Fluktuationen mit 27tägiger Periode verursacht hat (Abb. 1).

Über das ganze Jahr war ein Längenbereich mit Schwerpunkt bei etwa 90° heliographischer Länge besonders aktiv. Dieser bewirkte die Maxima vom 24. Februar, 21. März, 17. April, 14. Mai, 10. Juni, 3. Juli, 2. August, 29. August, 26. September, 26. Oktober und 22. November, die sich im Durchschnitt in Intervallen von 27 Tagen folgen.

Da die synodische Rotationsdauer nur wenig kürzer ist als ein Monat, werden in den Monatsmitteln die durch die Sonnenrotation und die ungleichförmige Verteilung der Flecken in heliographischer Länge bedingten Schwankungen weitgehend ausgeglichen. Eine weitere Glättung, mit dem Ziel, die wahren Fluktuationen zu eliminieren, erfolgt durch die sogenannten ausgeglichenen Monatsmittel. Die Relativzahl wird bekanntlich nach folgender Vorschrift bestimmt:

$$R = k(10g + f),$$

wobei k der Reduktionsfaktor ist, g die Anzahl der Fleckengruppen und f die gesamte Zahl der in allen Gruppen enthaltenen Flecken bedeuten. Für einen bestimmten Monat ($n=0$) betrage das Monatsmittel der Relativzahl R_0 , für einen beliebigen Monat n dagegen R_n . Die ausgeglichene Relativzahl für den Monat $n=0$ wird nach folgender Definition berechnet:

$$\bar{R} = \frac{R_{-6} + R_6 + 2 \sum_{-5}^5 R_n}{24}$$

Man bestimmt somit zunächst die Mittelwerte aus je zwölf aufeinanderfolgenden Monaten; das Mittel aus zwei derartigen aufeinanderfolgenden Werten ist die ausgeglichene Relativzahl für den mittleren der dreizehn verwendeten Monate. Die ausgeglichenen monatlichen Relativzahlen seit dem Sonnenfleckenminimum 1964 sind in Tabelle 2 mitgeteilt. In die eingeklammerten Werte gehen auch Monatsmittel von 1970 ein, von denen erst provisorische Werte vorliegen.

Tabelle 2. Die ausgeglichenen monatlichen Relativzahlen ab 1964

Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr.-mittel
1964	19,5	17,8	15,4	12,7	10,8	10,2	10,3	10,2	9,9	9,6	10,2	11,0	12,3
1965	11,7	12,0	12,5	13,6	14,6	15,0	15,5	16,4	17,4	19,7	22,3	24,5	16,3
1966	27,7	31,3	34,5	37,4	40,7	44,6	50,3	56,6	63,1	67,6	70,2	72,7	49,7
1967	75,0	78,8	82,2	84,6	87,5	91,3	94,1	95,3	95,3	95,0	97,1	100,6	89,7
1968	102,6	102,9	104,7	107,2	107,6	106,6	105,2	104,8	107,0	109,9	110,6	110,1	106,6
1969	110,0	109,6	108,0	106,4	106,2	106,1	(106,0)	(106,9)	(105,8)				

Die Monatsmittelwerte der beobachteten Relativzahlen zeigen mehrere Spitzen in einer Höhe um 130, welche sich von Ende 1967 bis Anfang 1970 verteilen. Dieses Verhalten ist charakteristisch für Sonnenfleckenmaxima von mittlerer und besonders für solche niedriger Intensität. Da aus diesem Grund die beobachteten monatlichen Mittelwerte für die Festlegung des Maximums nicht geeignet sind, wurden die ausgeglichenen Monatsmittel eingeführt. Diese zeigen – von kleineren Schwankungen abgesehen – einen monotonen Verlauf und werden für die Festlegung der Extrema benutzt. Nach Tab. 2 ist die höchste ausgeglichene monatliche Relativzahl mit $R_M = 110,6$ im November 1968 aufgetreten. Da die beiden benachbarten Monate Oktober und Dezember 1968 praktisch gleich hohe ausgeglichene Relativzahlen aufweisen, kann das Maximum auf Mitte November, d. h. auf 1968.87 festgesetzt werden, wobei der zweiten Dezimale keine Realität zukommt, indem die Maxima nicht auf Tage, sondern höchstens auf Monate genau festgelegt werden können. Damit ergeben sich für die Parameter des gegenwärtig laufenden Zyklus Nr. 20:

Epoche des Maximums 1968.9.
 Grösste ausgeglichene Relativzahl 111.

Diesen definitiven Werten kommen die im letztjährigen Bericht gegebenen provisorischen sehr nahe. Es liegt in der Art der Ausgleichung, dass bei einem zeitlich ausgedehnten und stark fluktuierenden Maximum wie beim gegenwärtigen das errechnete Maximum keineswegs mit einem der beobachteten Spitzenwerte zusammenfallen muss. Der November 1968 fällt sogar mit dem beobachteten Monatsmittel

von nur 86,0 auf einen momentanen Tiefstand der Aktivität. Im Jahre 1968 weist nur der April mit 81,2 einen noch tieferen Wert auf als der November und 1969 überhaupt kein Monat.

Aus der Beziehung: $\log R_M = 2,73 - 0,18 \cdot T$ folgt mit $R_M = 110,6$ für die Anstiegszeit $T = 3,83$ Jahre. Da die Epoche des letzten Minimums zu 1964.7 bestimmt worden war, errechnet sich diejenige für das Maximum zu 1968.53. Das Maximum wäre demnach schon Mitte 1968 statt erst im November zu erwarten gewesen. Die Differenz zwischen berechnetem und beobachtetem Wert beträgt 0,34 Jahre. Die «Ver-spätung» des Maximums ist hauptsächlich durch die sehr hohe Aktivität im März 1969 verursacht. In diesem Zusammenhang ist noch bemerkenswert, dass die Zahl

Tabelle 3. Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen R_C der Zentralzone für das Jahr 1969

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	28	7	59	73	42	13	41	87	38	43	33	52
2	43	8	61	54	16	30	51	98	37	40	41	49
3	38	0	68	87	8	15	32	37	20	45	43	41
4	17	34	57	85	18	15	56	45	19	50	34	37
5	7	43	67	31	9	16	58	62	9	44	39	37
6	0	68	83	0	28	33	73	72	31	48	40	22
7	38	92	55	28	30	93	72	75	24	73	44	42
8	94	74	40	40	24	154	60	36	21	22	38	13
9	93	42	20	44	51	161	35	14	13	22	57	26
10	118	9	20	37	23	179	32	7	0	40	53	0
11	91	0	19	14	33	135	50	15	8	30	55	0
12	73	0	31	19	63	64	37	7	0	14	44	0
13	51	16	20	40	98	41	47	25	0	27	10	7
14	65	33	11	58	125	18	69	24	62	26	8	18
15	8	9	34	87	93	31	58	15	92	22	17	11
16	17	45	58	121	56	62	23	12	92	7	10	60
17	17	45	37	122	35	44	23	35	64	7	0	68
18	8	26	49	101	9	68	34	21	57	14	0	80
19	26	42	65	44	17	64	16	15	34	15	37	76
20	39	48	98	56	0	66	0	19	10	25	82	64
21	54	86	103	30	90	49	24	7	7	13	86	37
22	76	135	115	21	126	8	31	17	21	26	103	31
23	36	143	85	0	145	0	21	17	29	32	112	33
24	44	133	39	11	121	8	25	16	31	89	35	58
25	50	44	17	8	98	12	22	7	65	110	34	75
26	52	0	13	28	32	11	0	54	83	102	8	89
27	8	60	26	61	33	22	0	49	84	68	16	84
28	8	73	49	42	22	24	23	62	80	28	33	29
29	9		36	39	7	35	43	74	65	29	65	59
30	8		35	40	17	30	74	109	31	25	60	43
31	14		45		21		78	74		29		26
Mittel	39,7	47,0	48,9	47,4	48,1	50,0	39,0	38,9	37,6	37,6	41,2	40,9

der Fleckengruppen einen etwas anderen Verlauf zeigt als die Relativzahlen. In den Jahren 1967 und 1969 sind praktisch gleich viel Gruppen aufgetreten, nämlich 562 bzw. 555, im Jahre 1968 dagegen 622. Nach der Statistik der Fleckengruppen fällt somit das Maximum auf Mitte 1968, wie nach der angegebenen Formel zu erwarten gewesen ist.

Auf Anregung von Geophysikern, welche in vielfältiger Weise die Relativzahlen als Mass der Sonnenaktivität benutzen, hat die Kommission 10 (Sonnenaktivität) der Internationalen Astronomischen Union auf ihrer Generalversammlung im Jahre 1967 empfohlen, die Relativzahlen getrennt zu publizieren für die ganze Sonne und für deren Zentralzone. Dieser Anregung nachkommend sind in Tabelle 3 die täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen R_C für die Zentralzone der Sonne mitgeteilt. Wir benützen die Bezeichnung R_C , weil R_Z bereits vielfach verwendet wird für «Zürcher Relativzahlen». Als Zentralzone wird der zentrale kreisförmige Bereich der Sonnenscheibe bezeichnet, dessen Radius gleich ist dem halben Radius der Sonnenscheibe. Dabei ist R_C die Summe der Beiträge zu R , welche von Gruppen stammen, die sich um 8 h Weltzeit innerhalb des die Zentralzone begrenzenden Kreises befinden. Gruppen, die sich zu der genannten Zeit z. T. innerhalb der Zentralzone und z. T. ausserhalb befinden, werden – im Hinblick auf eine einfache Berechnung von R_C – mit ihrem ganzen Beitrag der Zentralzone zugerechnet, wenn ihr geometrischer Mittelpunkt innerhalb dieser Zone liegt, und bleiben für R_C unberücksichtigt, wenn dieser Mittelpunkt ausserhalb liegt.

Der Mittelwert für R_C beträgt für das Jahr 1969 43,0 gegenüber 40,2 im Jahre 1968.

2. Statistik der Sonnenfleckengruppen

Die tägliche Anzahl der Fleckengruppen ist in Tabelle 4 mitgeteilt. Wie die Relativzahlen, beziehen sich auch die Gruppennzahlen im wesentlichen auf 6 bis 9 Uhr Weltzeit und auf eine Beobachtung bei 64facher Vergrösserung. An jedem Tag wird nur eine Beobachtung berücksichtigt. Bei grösserer Sonnenaktivität treten häufig kleine Gruppen auf, welche nach wenigen Stunden wieder verschwunden sind. Bei kontinuierlicher Beobachtung der Sonne könnte somit die Zahl der an einem bestimmten Tag beobachteten Fleckengruppen gelegentlich grösser sein als die Gruppennzahl bei nur einer Beobachtung.

Der Mittelwert der täglichen Gruppennzahl beträgt 8,7 gegenüber 8,4 im Jahre 1968. Die Gruppennzahlen g gehen im allgemeinen parallel den Relativzahlen R . Im Durchschnitt über viele Jahre beträgt $R/g = 12$, für das Jahr 1969 12,1.

Bei der in Tabelle 4 mitgeteilten Statistik der Gruppennzahlen ist jede Gruppe an jedem Tag, da sie beobachtet worden ist, erneut gezählt worden. Die einzelnen Fleckengruppen erhalten somit ein Gewicht, das der Dauer der Sichtbarkeit der Gruppe proportional ist. Im Gegensatz dazu ist in der in Tabelle 5 enthaltenen Statistik jede Fleckengruppe, unabhängig von ihrer Grösse und Lebensdauer, nur einmal gezählt worden. Hingegen wurde jede am Ostrand eintretende Gruppe neu gezählt, auch wenn sie bereits in der vorangegangenen Rotation beobachtet worden war; in vielen Fällen ist es nämlich schwierig oder unmöglich, mit Sicherheit fest-

Tabelle 4. Tägliche Anzahl der Fleckengruppen g im Jahre 1969

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	7	10	9	9	10	4	11	12	8	8	11	9
2	8	11	8	8	7	6	10	13	10	9	7	11
3	6	11	7	9	6	10	14	10	9	10	9	10
4	9	8	7	7	7	9	14	12	7	7	10	9
5	9	9	8	6	8	11	12	10	8	7	10	10
6	9	8	13	6	7	13	13	11	9	8	9	8
7	10	11	10	6	5	12	10	11	7	6	8	6
8	7	9	10	7	9	11	10	11	7	6	7	5
9	10	11	9	9	7	10	9	11	4	6	8	5
10	10	9	8	7	10	10	10	10	4	5	6	4
11	8	8	9	8	12	10	10	8	7	5	7	3
12	10	2	9	7	12	11	10	8	7	7	7	5
13	8	5	9	10	12	11	10	6	7	6	7	8
14	10	3	8	10	14	12	7	6	8	6	6	10
15	12	3	12	9	13	12	8	6	9	4	8	8
16	10	7	15	9	9	12	7	4	10	5	8	8
17	8	9	14	11	11	10	10	3	11	5	3	8
18	8	9	17	11	11	9	9	4	11	6	4	6
19	7	10	14	11	14	8	6	3	9	5	6	7
20	6	11	18	11	9	10	5	3	6	9	7	8
21	7	12	12	10	11	9	5	5	9	7	7	9
22	10	13	11	8	11	6	6	5	10	8	7	12
23	8	13	9	6	12	5	5	7	9	8	6	10
24	9	9	9	8	12	4	6	5	8	9	5	13
25	8	9	12	9	11	6	4	6	7	9	7	14
26	8	12	12	8	13	4	4	8	9	10	9	11
27	6	15	15	7	13	4	4	8	10	10	10	13
28	6	12	12	6	13	5	6	8	12	10	11	13
29	7		11	6	9	7	6	10	9	10	11	14
30	6		9	6	7	9	7	14	8	9	10	14
31	10		8		6		11	10		9		9
Mittel	8,3	9,2	10,8	8,2	10,0	8,7	8,4	8,0	8,3	7,4	7,7	9,0

zustellen, ob es sich um eine Wiederkehr oder um eine Neubildung handelt. Die Statistik der Tabelle 5 basiert auf den Entwicklungstabellen und den heliographischen Karten der Photosphäre (Publikationen der Eidgen. Sternwarte Zürich, Bd. XIII, Heft 4, 1970). Es kommt nicht selten vor, dass eine Fleckengruppe an einer Stelle erscheint, an welcher einige Tage zuvor eine andere Gruppe verschwunden war. Zwei derartige Gruppen erscheinen in den heliographischen Karten, auf welchen nicht zwei Fleckengruppen an derselben Stelle eingezeichnet werden können, als nur eine Gruppe. Diese Fälle lassen sich aus den Entwicklungstabellen, welche für jeden Tag den Zustand bzw. das Fehlen der Gruppe anzeigen, erkennen. Zwei an derselben

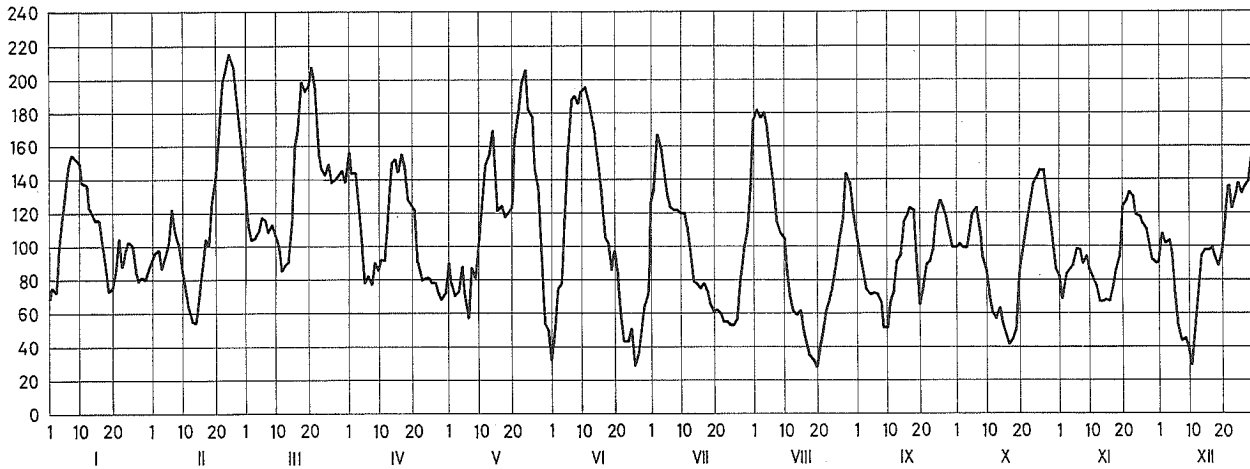


Abb. 1. Die täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen im Jahre 1969.

Tabelle 5. Breitenverteilung und Zahl der Fleckengruppen

Quartal	S-Halbkugel									N-Halbkugel								
	Äquatorabstand								Zahl der südlichen Fleckengruppen	Zahl der nördlichen Fleckengruppen	Äquatorabstand							
	35-40	30-35	25-30	20-25	15-20	10-15	5-10	0-5			0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
I	—	3	5	6	16	19	10	1	60	84	4	12	29	20	13	4	1	1
II	—	1	2	9	16	21	7	0	56	101	5	33	25	24	8	4	1	1
III	1	2	4	5	19	15	13	4	63	69	6	18	23	14	5	2	0	1
IV	—	1	2	5	11	20	9	6	54	68	7	10	18	18	12	3	0	0
Jahr 1969	1	7	13	25	62	75	39	11	233	322	22	73	95	76	38	13	2	3

Stelle aufgetretene Fleckengruppen sind als zwei Gruppen behandelt worden, sofern sie durch ein Intervall von mindestens zwei aufeinanderfolgenden Tagen, an denen die betreffende Stelle keine Flecken zeigte, voneinander getrennt waren.

In den Tabellen 5 und 6 sind die Fleckengruppen demjenigen Quartal zugeteilt, in welches ihre erste Sichtbarkeit fällt. Die Zahl der Fleckengruppen hat von 622 im Jahre 1968 auf 555, also um 8% abgenommen. Noch immer ist die nördliche Halbkugel die aktivere, indem diese 322, die südliche dagegen nur 233 Fleckengruppen hervorbrachte. Nachdem von 1967 auf 1968 die Zahl der nördlichen Fleckengruppen bereits eine Abnahme, diejenige der südlichen aber noch eine Zunahme aufwies, zeigen von 1968 auf 1969 beide Hemisphären eine Abnahme, die nördliche eine schwache von 332 auf 322 Gruppen, die südliche eine stärkere von 290 auf 233 Gruppen. Dadurch hat sich die N-S-Asymmetrie wieder verstärkt. Der Anteil der nördlichen Fleckengruppen betrug 1966 83%, ging 1967 auf 63%, 1968 auf 53% zurück und stieg 1969 wieder auf 58%.

Die Breitenverteilung der Fleckengruppen ist nach Tabelle 5 in Abb. 2 dargestellt. Die mittleren heliographischen Breiten der Fleckengruppen sind quartalsweise und für das ganze Jahr in Tabelle 6 mitgeteilt. Beide Fleckenzonen haben sich gegenüber 1968 um je $2,4^\circ$ äquatorwärts verschoben, die nördliche von $+16,3^\circ$ nach $+13,9^\circ$, die südliche von $-17,5^\circ$ nach $-15,1^\circ$. Die Breitedifferenz von $1,2^\circ$ bedeutet ein Vorseilen der Phase der nördlichen Aktivität gegenüber der südlichen um etwa ein halbes Jahr.

Tabelle 6. Anzahl und mittlere heliographische Breite der Fleckengruppen

Quartal		I	II	III	IV	Jahr 1969
N-Halbkugel	Anzahl	84	101	69	68	322
	mittlere hel. Breite	$+15,2^\circ$	$+13,4^\circ$	$+12,9^\circ$	$+14,3^\circ$	$+13,9^\circ$
S-Halbkugel	Anzahl	60	56	63	54	233
	mittlere hel. Breite	$-16,2^\circ$	$-15,9^\circ$	$-15,0^\circ$	$-13,2^\circ$	$-15,1^\circ$

3. Fackeln

Wie bisher wurden die Fackeln im Projektionsbild von 25 cm Durchmesser eingezeichnet und hernach auf die heliographischen Karten übertragen. Die einzelnen Fackelpunkte sind zu Fackelherden zusammengefasst und diese auf den «Heliographischen Karten der Photosphäre für das Jahr 1969» (Publ. der Eidgen. Sternwarte Zürich, 13, Heft 4), welche die Rotationsperioden Nr. 1543–1555 umfassen, planimetriert worden. Als Flächeneinheit der Fackelfelder wurde eine Fläche von 25 Quadratgrad der heliographischen Karten gewählt. Diese Flächeneinheit nimmt auf der Kugel mit dem Cosinus der heliographischen Breite ab und beträgt in jeder

5°-Breitenzone $\frac{1}{72} = 1,389\%$ der Gesamtfläche dieser Zone. Für die Rotationen des Jahres 1969 sind die Fackelflächen nach 5°-Breitenzonen in Tabelle 7 mitgeteilt, ebenso die Jahresmittelwerte. Die Breitenverteilung der Fackeln ist in Abb. 2 dargestellt.

Die mittlere Bedeckung durch Fackelfelder, bezogen auf die ganze Sonne, hat von 1968 auf 1969 nochmals zugenommen, nämlich von 5,65% auf 7,31%. An dieser

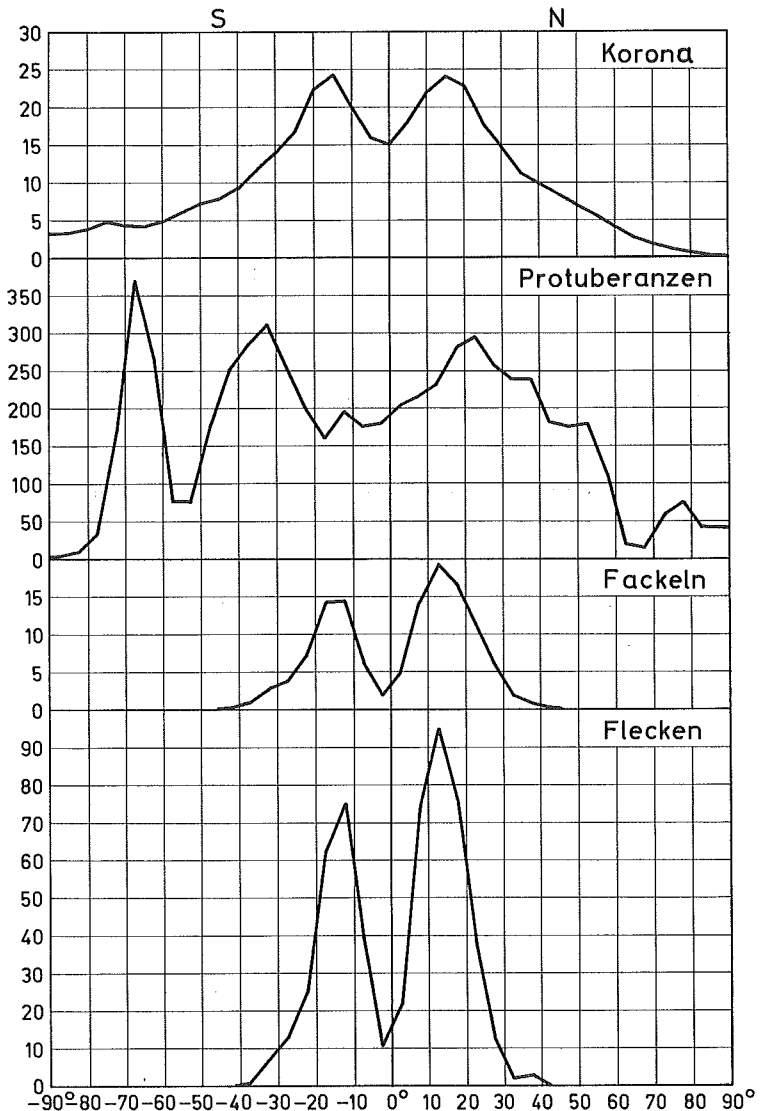


Abb. 2. Die Verteilung der Sonnenfleckengruppen, der photosphärischen Fackeln, der Protuberanzen und der Intensität der Koronalinie 5303 Å nach heliographischer Breite im Jahre 1969.

Tabelle 7. Breitenverteilung der Fackeln (Hauptzonen) in Fackelflächeneinheiten für die Rotationen des Jahres 1969

Rot. Nr.	Südliche Breite									Nördliche Breite								
	40-45	35-40	30-35	25-30	20-25	15-20	10-15	5-10	0-5	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
1543	0,4	4,1	6,4	4,6	3,5	6,7	6,9	3,3	0,2	1,9	5,1	15,1	13,9	16,8	7,1	1,4	0	0
1544	0,2	1,6	1,7	2,0	1,0	6,0	6,9	1,9	1,9	4,0	9,9	18,3	14,2	11,3	6,8	5,0	4,5	0,5
1545	0	0,3	3,7	5,2	6,0	13,3	11,1	4,7	1,2	2,7	10,5	19,5	21,1	14,3	6,1	4,2	1,4	1,6
1546	0	0,3	4,2	3,6	5,9	11,8	13,9	6,7	0,7	4,7	14,3	18,2	24,3	23,3	6,4	2,0	1,0	0
1547	0	0,7	2,6	2,7	7,8	10,6	11,9	6,4	0,3	4,1	14,0	14,9	17,5	14,1	8,3	2,0	0,8	0,3
1548	0,5	0,7	0,3	1,5	8,2	18,6	18,8	2,9	0,7	7,5	20,0	25,0	15,7	8,6	7,4	2,3	1,1	0
1549	0	2,0	2,8	5,3	11,9	22,0	17,7	6,9	1,5	7,0	24,2	26,5	21,0	8,6	4,1	3,3	0,8	0,2
1550	0	0	2,0	5,1	14,7	23,2	22,4	11,7	1,3	2,9	15,1	27,0	19,5	8,3	5,4	1,7	0,9	0,3
1551	0	0	1,1	4,9	10,8	16,4	15,8	8,3	2,3	6,3	17,3	19,1	12,2	6,1	4,2	1,6	1,2	0,4
1552	0	1,1	5,1	5,1	9,1	20,4	21,9	10,7	5,2	8,5	17,3	22,4	11,6	5,5	3,5	0,4	0,3	0
1553	0	1,9	4,8	4,2	4,3	10,1	13,5	8,9	4,3	6,2	12,1	14,1	10,2	5,5	6,7	0,4	0,3	0
1554	0	0,1	0,4	0,8	3,1	9,8	10,9	3,6	2,4	4,8	15,6	16,0	19,5	12,4	8,3	0,6	0	0
1555	0	0	0	2,1	9,0	14,2	16,2	4,1	2,5	2,6	10,5	18,7	15,8	12,5	5,1	0,3	0	0
Mittel	0,08	0,98	2,70	3,62	7,33	14,08	14,45	6,16	1,88	4,86	14,30	19,12	16,65	11,33	6,11	1,94	0,94	0,25

Zunahme sind beide Hemisphären beteiligt, die nördliche jedoch stärker. Gegenüber dem Vorjahr ist die Bedeckung der nördlichen Hemisphäre von 6,3% auf 8,7% angestiegen, diejenige der südlichen von 5,0% auf 5,9%. Dadurch hat – wie bei den Fleckengruppen – die N-S-Asymmetrie wieder zugenommen. Der N/S-Quotient der Fackeln betrug 1966 6,6, ging 1967 auf 2,0, 1968 auf 1,3 zurück und stieg 1969 wieder auf 1,5.

Die mittleren heliographischen Breiten der Fackeln sind in Tabelle 8 für jede Rotation mitgeteilt. Bei der Berechnung der mittleren heliographischen Breite wurden alle Breitenzonen mit gleich grossem Gewicht versehen, obschon die Gesamtläche der Zonen mit dem Cosinus der heliographischen Breite abnimmt.

Tabelle 8. Mittlere heliographische Breite der Fackeln der Hauptzone

Rotation Nr.	S-Halbkugel	N-Halbkugel
1543	22,5°	17,9°
1544	17,7°	18,2°
1545	18,0°	17,7°
1546	17,2°	20,3°
1547	16,3°	16,6°
1548	16,6°	14,5°
1549	15,6°	14,1°
1550	16,3°	15,5°
1551	16,2°	14,1°
1552	16,2°	12,6°
1553	16,6°	14,3°
1554	14,4°	15,5°
1555	15,5°	15,7°
Jahr 1969	16,9°	15,9°

Die mittlere heliographische Breite der nördlichen Fackelzone beträgt 15,9°, gegenüber 17,3° im Jahre 1968, diejenige der südlichen –16,9°, gegenüber –19,7° im Vorjahr.

Polare Fackeln sind im Berichtsjahr nur sporadisch aufgetreten, weshalb wir auf eine Mitteilung der Statistik der Polarfackeln, wie sie in früheren Jahren gegeben worden ist, verzichten. Polare Fackeln sind charakteristische Erscheinungen der Jahre vor und nach dem Fleckenminimum, fehlen aber fast völlig im Fleckenmaximum.

4. Protuberanzen

Die Photographien der Protuberanzen werden an allen drei Stationen Zürich, Arosa und Locarno mit einem auf 10 cm abgeblendeten Objektiv von 225 cm Brennweite über ein H_{α} -Filter mit einer Kleinbildkamera auf Kodak-Film IV-E gemacht. Obschon die Station Arosa nur an 88 Tagen in Betrieb war, liegen von allen drei

Tabelle 9. Monatsmittel der täglichen Protuberanzenprofilflächen für das Jahr 1969

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahres- mittel
6427	7134	7089	5942	7098	6675	5610	6050	5880	4950	5127	4883	6068

Tabelle 10. Breitenverteilung der Protuberanzenprofilflächen für das Jahr 1969

Heliogr. Breite	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	0-90
Nord	204	216	233	280	294	258	239	239	182	175	180	114	20	16	58	75	43	43	2869
Süd	182	177	196	160	198	251	311	284	252	180	76	77	267	370	170	35	9	4	3199
Σ	386	393	429	440	492	509	550	523	434	355	256	191	287	386	228	110	52	47	6068

Tabelle 11. Die Intensität der Koronalinie 5303 Å in Abhängigkeit von der heliographischen Breite für das Jahr 1969

Heliogr. Breite	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
Nord	15,14	18,02	21,91	24,00	22,97	17,67	14,73	11,09	9,94	8,58	6,92	5,63	4,00	2,70	1,86	1,26	0,72	0,35	0,22
Süd	15,14	15,94	19,69	24,10	22,42	16,65	13,97	11,76	9,16	7,76	7,11	6,05	4,85	4,17	4,38	4,52	3,94	3,41	3,18
Mittel	15,14	16,98	20,80	24,05	22,69	17,16	14,35	11,42	9,55	8,17	7,02	5,84	4,42	3,44	3,12	2,89	2,33	1,88	1,70

Stationen zusammen für 318 Tage Protuberanzaufnahmen vor. Von den 47 Lückentagen sind 46 durch Beobachtungen auswärtiger Observatorien gedeckt worden.

Die Umrisse der Protuberanzen werden in dem auf 25 cm Sonnendurchmesser vergrößerten Bild eingezeichnet und ihre Flächen ausgemessen. In Tabelle 9 sind die Monatsmittel der täglichen Protuberanzenflächen mitgeteilt; als Einheit diente dabei ein Millionstel der Fläche der photosphärischen Sonnenscheibe.

Die mittlere tägliche Protuberanzenprofilfläche hat von 6547 im Jahre 1968 auf 6068, also um 7% abgenommen. Diese Abnahme geht fast ausschliesslich zu Lasten der nördlichen Hemisphäre. Auf dieser ist die Profilfläche von 3379 auf 2869, also um 15% zurückgegangen, während die südliche Hemisphäre einen unbedeutenden Zuwachs von 3168 auf 3199 (1%) aufweist. Damit ist der in den vergangenen Jahren ausgeprägte N-Überschuss verschwunden und erstmals wieder die südliche Hemisphäre die protuberanzenreichere. Der Anteil der nördlichen Protuberanzen beträgt nunmehr nur noch 47% gegenüber 52% im Jahre 1968, 54% im Jahre 1967 und 75% im Jahre 1966. Die starke Abnahme der nördlichen Protuberanzen ist vor allem durch das Verhalten der Polarzone verursacht. Auch in dieser eilt die nördliche Hemisphäre der südlichen voraus. Die nördliche Polarzone war 1968 voll entwickelt, 1969 dagegen bereits im Verschwinden begriffen, während die südliche 1969 noch ebenso stark in Erscheinung trat wie im Vorjahr.

Die mittleren täglichen Profilflächensummen der Protuberanzen sind in Tabelle 10 nach 5°-Breitenzonen (Summe aus E- und W-Rand) mitgeteilt und in Abb. 2 dargestellt. Wie im Vorjahr findet sich die grösste Protuberanzenhäufigkeit in der südlichen Polarzone, die jetzt bei -67° liegt gegenüber -58° im Jahre 1968. Die nördliche Polarzone, die schon in den Vorjahren bedeutend schwächer war als die südliche, ist gegenüber 1968 stark zurückgegangen und ist 5mal schwächer besetzt als die südliche. Sie hat sich gegenüber dem Vorjahr von $+72^\circ$ nach $+78^\circ$ verschoben. Die polwärtige Verschiebung beträgt etwa 8° pro Jahr. Da die Breitendifferenz zwischen der nördlichen und der südlichen Polarzone 1968 14° und 1969 11° betrug, eilt die nördliche der südlichen Zone um mehr als ein Jahr voraus.

Die südliche Hemisphäre zeigt neben der Polarzone die Hauptzone bei -33° , welche von den Filamenten ausserhalb der Fleckenzone gebildet wird, und die Zone bei -10° bis -15° , welche zusammenfällt mit der Fleckenzone und von denjenigen Protuberanzen stammt, welche nur in Verbindung mit Sonnenflecken auftreten (Eruptionen, Auswürfe, Fleckenprotuberanzen). Auf der nördlichen Hemisphäre liegt die Hauptzone bei $+22^\circ$, nur 10° polwärts von der Fleckenzone. Ein weiteres, allerdings nur sehr schwaches Häufigkeitsmaximum findet sich bei $+52^\circ$. Es dürfte sich dabei um die neue Polarzone handeln, die jeweils erscheint, unmittelbar bevor die alte Polarzone am Pol verschwindet.

5. Korona

Die Intensitätsverteilung der Koronalinie 5303 längs des Sonnenrandes konnte an 49 von den 88 Tagen, an welchen der Koronagraph des Aroser Observatoriums in Betrieb war, aufgenommen werden, nämlich:

Januar	4., 5., 6.
März	18., 22., 30.
April	4., 6., 7., 8., 9., 10.
Juni	14., 15., 16.
Juli	19., 20., 23., 24., 26., 27., 28., 29., 31.
August	1., 3., 4., 5., 8., 9.
September	13., 26., 27., 29.
Oktober	5., 6., 7., 8., 9., 12., 13., 14., 15.
Dezember	25., 26., 27., 28., 29., 30.

Die Mittelwerte dieser 49 Beobachtungen, welche die Intensität der Linie 5303, ausgedrückt in willkürlichen Einheiten und beobachtet bei einem Abstand von etwa 30'' vom Sonnenrand, geben, sind in Tabelle 11 in Intervallen von 5° der heliographischen Breite mitgeteilt, wobei bereits zwischen Ost- und Westrand gemittelt worden ist. Die Breitenverteilung der Intensität der Linie 5303 ist überdies in Abb. 2 dargestellt. Die mittlere tägliche Summe der von 5° zu 5° heliographischer Breite gemessenen Intensitäten hat von 892,4 im Jahre 1968 auf 738,2, d. h. um 17% abgenommen. Von dieser Summe entfallen 360,1 Einheiten auf die nördliche und 378,1 auf die südliche Hemisphäre. Die Intensität hat somit gegenüber dem Vorjahr auf beiden Halbkugeln abgenommen, auf der nördlichen um 12%, auf der südlichen um 22%. Der N/S-Quotient beträgt 0,95 gegenüber 0,85 im Jahre 1968, 1,39 im Jahre 1967 und 6,74 im Jahre 1966. Die seit dem Jahre 1958 beobachtete Vorherrschaft der nördlichen Aktivität war 1966 am ausgeprägtesten und hat sich seither abgeschwächt. Sie ist zuerst in der Korona verschwunden, wo seit 1968 die südliche Halbkugel die höheren Intensitäten aufweist, dann bei den Protuberanzen, die erstmals 1969 einen Südüberschuss zeigen, während bei den Erscheinungen der tieferen Schichten (Flecken und Fackeln) noch immer die nördliche Halbkugel die aktivere ist. Bis zu heliographischen Breiten von 50° sind die Koronaintensitäten auf beiden Hemisphären nahezu gleich. Der S-Überschuss bei der Summation über die ganzen Halbkugeln stammt von der Polarzone. Diese fehlt auf der nördlichen Hemisphäre gänzlich, nachdem sie dort schon 1968 verschwunden ist; auf der südlichen Hemisphäre ist sie dagegen noch deutlich entwickelt, wenn auch schwächer als im Vorjahr.

Die Breitenverteilung der Koronaintensität (Abb. 2) zeigt die Hauptzone auf beiden Hemisphären in gleicher Intensität und je im Äquatorabstand von 15°. Die Polarzone, die nur noch auf der südlichen Hemisphäre vorhanden ist, hat sich gegenüber dem Vorjahr von -70° nach -75° verschoben. Das Intensitätsminimum bei -66° fällt mit der Polarzone der Protuberanzen zusammen.

Bei der Mittelung über das ganze Jahr können schwach entwickelte Zonen verschmiert werden. Deshalb ist das Beobachtungsmaterial in fünf Gruppen unterteilt und für jede die Breitenverteilung bestimmt worden. Die heliographischen Breiten der einzelnen Intensitätsmaxima sind in Tabelle 12 mitgeteilt. Die Hauptmaxima sind in allen Gruppen vorhanden und liegen auf der N-Seite zwischen +12° und +25°, auf der S-Seite zwischen -15° und -17°. Die südliche Polarzone tritt in vier Gruppen auf bei einer mittleren Breite von -74°. Auf der nördlichen Hemisphäre, auf welcher die Polarzone bereits verschwunden ist, tritt in vier Gruppen eine neue

Zone – die im Jahresmittel fehlt – auf; diese neue Polarzone liegt bei etwa $+45^\circ$. In einer Gruppe ist sie auch auf der südlichen Hemisphäre beobachtet worden.

Tabelle 12. Die heliographischen Breiten der Haupt- und Polarzonen der 5303-Intensität

Epoche	N-Halbkugel		S-Halbkugel		
	neue Polarzone	Hauptzone	Hauptzone	neue Polarzone	alte Polarzone
1969.18	55°	25°	15°	—	75°
1969.46	45°	12°	17°	52°	75°
1969.59	40°	17°	16°	—	75°
1969.75	40°	17°	17°	—	72°
1969.92	—	16°	15°	—	—

6. Radioemission der Sonne

Abschliessend ergänzen wir die optischen Beobachtungen der Sonnenaktivität durch die Tageswerte der solaren Radioemission. Die vollständige Dokumentation der Radioemission der Sonne auf etwa 40 verschiedenen Frequenzen erfolgt in dem von der Eidgen. Sternwarte herausgegebenen «Quarterly Bulletin on Solar Activity». Die engste Korrelation zwischen den Sonnenflecken-Relativzahlen und der solaren Radioemission besteht für die 10-cm-Strahlung. Wir beschränken uns deshalb hier auf die Messungen des National Research Council Ottawa auf der Wellenlänge von 10,7 cm. Die im Jahre 1969 erhaltenen Messwerte sind in Tabelle 13 mitgeteilt; die verwendete Einheit beträgt 10^{-22} W/m² und 1 Hz Bandbreite. Die Messwerte sind auf die mittlere Entfernung Erde-Sonne reduziert.

Der Jahresmittelwert der Intensität dieser Radioemission beläuft sich auf 151,1 gegenüber 149,1 im Jahre 1968. Die täglichen Werte sind in Abb. 3 dargestellt. Bei den sehr starken Fluktuationen ist darin die allgemeine zeitliche Abnahme kaum erkennbar. Der Mittelwert beträgt im ersten Halbjahr 157, im zweiten 145. In den Schwankungen tritt – noch deutlicher als bei den Relativzahlen – die 27tägige Rotationsperiode in Erscheinung. Eine Vergleichung der Abb. 1 und 3 zeigt, dass die Kurven der Relativzahlen und der Radioemission parallel laufen und dass sich die Maxima und Minima der beiden Kurven vollständig entsprechen und auf dieselben Tage fallen. Eine weniger enge Beziehung besteht zwischen den Höhen entsprechender Maxima. Beispielsweise sind in der Kurve der Relativzahlen die Maxima der zweiten Hälfte Oktober und November niedriger als diejenigen von Anfang Juli und August, in der Kurve der Radioemission jedoch höher. Aus der Relativzahl lässt sich somit die zugehörige Radioemission nur ungefähr angeben und umgekehrt. Erst bei Mittelung über ein längeres Intervall stellt sich eine feste Beziehung zwischen Relativzahl und Radioemission ein.

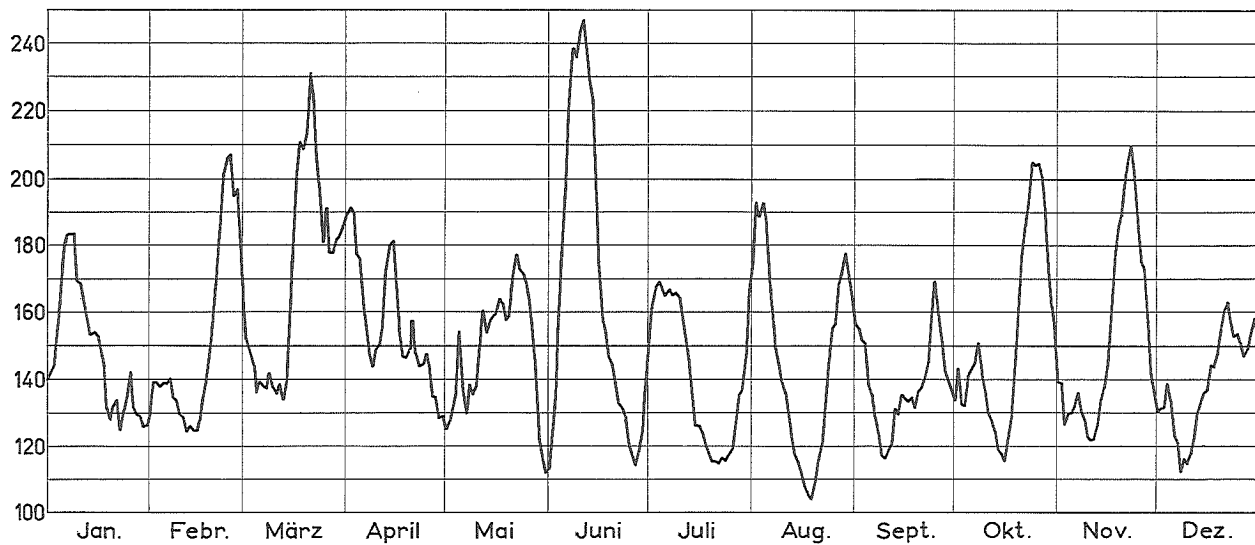


Abb. 3. Die täglichen Werte der solaren Radioemission auf der Wellenlänge 10,7 cm im Jahre 1969.

Tabelle 13. Die Intensität der solaren Radioemission bei $\lambda = 10,7$ cm für das Jahr 1969.
Die Messwerte sind reduziert auf die mittlere Entfernung Sonne-Erde

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	139,9	129,8	165,6	188,7	125,0	113,3	149,2	175,7	156,3	133,9	139,4	130,2
2	142,1	139,0	152,0	191,4	127,8	121,2	162,1	192,5	155,2	143,2	138,9	131,5
3	144,1	139,1	147,8	189,8	131,9	133,4	167,5	188,8	151,7	132,5	126,7	131,7
4	154,5	137,8	143,3	177,3	135,5	159,0	169,2	192,9	150,5	132,2	129,6	138,9
5	162,5	138,9	135,9	175,7	154,1	177,8	166,6	187,7	138,2	140,9	130,0	133,3
6	178,9	138,5	139,4	162,6	138,2	196,4	165,2	171,9	135,7	143,2	131,9	123,4
7	183,0	140,3	138,1	154,2	129,8	222,2	166,7	163,1	128,3	145,0	135,8	120,7
8	183,1	134,3	137,3	147,6	138,5	238,4	165,2	150,3	124,1	150,1	130,4	112,1
9	183,3	133,3	141,8	143,8	135,4	235,8	165,8	145,5	117,3	141,7	127,7	116,1
10	169,3	129,6	137,8	148,9	137,7	243,5	164,4	139,3	116,6	136,7	122,8	114,8
11	168,5	128,9	136,0	150,8	150,1	246,6	158,1	135,9	119,0	130,1	122,0	117,9
12	163,1	124,6	138,5	155,5	160,3	236,7	151,4	128,6	120,7	128,0	122,3	122,3
13	157,2	126,2	134,0	172,5	154,1	228,7	145,1	123,1	131,2	124,3	126,6	129,6
14	153,3	125,0	139,0	179,4	157,7	223,5	134,3	117,5	129,8	119,1	134,1	132,7
15	154,1	124,8	161,8	181,2	158,8	200,5	126,5	115,5	135,3	117,7	137,9	135,9
16	152,8	128,0	174,9	167,1	159,4	174,7	126,1	112,3	134,2	115,4	145,5	136,9
17	149,1	134,3	200,1	154,7	164,1	157,2	124,2	107,9	133,3	122,3	160,1	144,1
18	144,3	139,4	210,9	146,8	162,4	153,9	119,9	105,2	134,4	128,8	177,2	144,1
19	131,6	150,0	208,5	146,4	157,6	147,0	118,1	103,9	131,5	145,8	185,2	147,2
20	128,0	159,1	213,7	149,3	159,0	144,9	115,4	109,5	136,5	161,9	188,9	154,2
21	131,9	169,2	230,8	157,2	170,7	139,7	115,7	116,2	137,8	177,0	198,2	160,3
22	133,9	184,7	222,5	147,8	177,4	133,1	115,1	121,0	140,5	186,2	205,3	163,0
23	124,8	201,4	205,8	144,1	172,8	131,6	116,5	133,2	145,5	193,1	209,5	156,3
24	130,8	205,8	195,4	144,7	171,4	128,9	115,7	146,0	159,7	204,5	200,7	152,9
25	134,1	207,1	181,1	147,7	168,5	120,2	117,8	154,8	169,3	204,0	185,7	153,6
26	142,2	194,7	191,2	143,7	163,7	117,2	119,2	156,4	158,9	204,6	175,3	151,0
27	131,5	197,1	177,7	135,0	153,5	114,2	126,3	167,8	151,3	200,8	172,8	146,9
28	129,6	180,5	177,5	134,9	143,2	118,3	135,1	171,5	142,7	189,6	156,8	149,0
29	129,2		181,9	128,1	122,6	123,8	137,1	177,6	139,9	172,5	141,5	153,4
30	126,1		182,9	129,1	116,7	136,8	147,0	169,6	137,0	161,7	136,5	157,9
31	126,4		185,5		111,9		167,0	163,8		153,9		151,8
Mittel	147,8	151,5	170,6	156,5	148,7	167,3	141,1	146,6	138,7	152,9	153,2	139,1

Eidgenössische Sternwarte Zürich, März 1970.