

Die Sonnenaktivität im Jahre 1971

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 1971.

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	}	66,6	(104,5)
Mittlere tägliche Sonnenflecken-Relativzahl			
Lowest sunspot relative-number	}	16	(29)
Niedrigste Sonnenflecken-Relativzahl			
Highest sunspot relative-number	}	131	(188)
Höchste Sonnenflecken-Relativzahl			
Mean daily group-number	}	5,8	(8,8)
Mittlere tägliche Gruppenzahl			
Total number of the northern spot-groups	}	217	(295)
Gesamtzahl der nördlichen Fleckengruppen			
Total number of the southern spot-groups	}	220	(273)
Gesamtzahl der südlichen Fleckengruppen			
Mean equatorial distance of the northern sunspots	}	12,8°	(13,9°)
Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Flecken			
Mean equatorial distance of the southern sunspots	}	11,2°	(12,7°)
Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Flecken			
Surface covered by fields of faculae on the N-hemisphere	}	3,0%	(6,8%)
Bedeckung der N-Halbkugel durch Fackelfelder			
Surface covered by fields of faculae on the S-hemisphere	}	2,7%	(5,4%)
Bedeckung der S-Halbkugel durch Fackelfelder			
Mean equatorial distance of the northern faculae	}	13,4°	(15,9°)
Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Fackeln			
Mean equatorial distance of the southern faculae	}	11,7°	(13,2°)
Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Fackeln			
Mean daily profile-surface of prominences	}	2921	(5084)
Mittlere tägliche Protuberanzenprofilfläche			

Mean daily value of the total emission of the coronal line 5303 Å	}	498,1	(664,7)
Mittlere tägliche Gesamtemission der Koronalinie 5303 Å			
Mean daily value of the radio emission at the wavelength of 10.7 cm	}	118,2	(156.0)
Mittlere tägliche Radioemission auf Wellenlänge 10,7 cm			

The values put in brackets are concerning the year 1970.

Die in Klammern gesetzten Werte beziehen sich auf das Jahr 1970.

The tables 1, 4 and 12 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.

Die Tabellen 1, 4 und 12 enthalten die Tageswerte der Relativzahlen, der Gruppenzahlen 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

Die Bestimmung der Sonnenflecken-Relativzahlen gehört seit der Gründung eines astronomischen Institutes in Zürich im Jahre 1855 zu dessen täglichem Beobachtungsprogramm. RUDOLF WOLF, der die Relativzahlen eingeführt hat, betreute die Sonnenfleckenstatistik bis 1893. Seine Nachfolger ALFRED WOLFER (1894–1926), WILLIAM BRUNNER (1926–1945) und MAX WALDMEIER (seit 1945) haben sie bis auf den heutigen Tag weitergeführt. Für eine Statistik sind Homogenität und Vollständigkeit von erstrangiger Bedeutung. Zur Wahrung der Homogenität wird in Zürich für die Bestimmung der Sonnenflecken-Relativzahl noch immer das zu diesem Zweck schon von WOLF benutzte Instrument verwendet. Es ist ein parallaktisch montierter Refraktor aus der optischen Werkstatt von Fraunhofer. Die Öffnung beträgt 8 cm, die Brennweite 110 cm. Es ist mit einem Polarisationshelioskop versehen und wird bei 64facher Vergrößerung verwendet. Vollständigkeit ist aus klimatologischen Gründen nicht erreichbar; pro Jahr kann in Zürich die Sonnenflecken-Relativzahl an etwa 290 Tagen bestimmt werden. Zur Ergänzung wurde 1957 die Station in Locarno-Monti gebaut, wo die Relativzahl pro Jahr an etwa 310 Tagen bestimmt werden kann. Wichtig ist jedoch, dass das Wetter in Zürich und in Locarno vielfach komplementär ist, so dass die Lückentage an den beiden Stationen nicht zusammenfallen. In der vereinigten Statistik von Zürich, Locarno und der, allerdings nur während eines Teiles des Jahres in Betrieb befindlichen Station Arosa sind pro Jahr jeweils etwa 20 Tage nicht gedeckt. Im Jahre 1971 verblieben 18 Lückentage.

Die Beobachtungen der genannten drei eigenen Stationen bilden die Grundlage der Statistik. Aus ihnen werden jeweils am Ende jedes Monats die «provisorischen» Relativzahlen abgeleitet und mit Prognosen für die kommenden 6 Monate publiziert und über den Schweizerischen Kurzwellensender emittiert. Die provisorischen Relativzahlen enthalten interpolierte Werte für die Tage ohne Beobachtung und unsichere Werte für Tage mit schlechter Bildqualität. Die definitiven Relativzahlen werden unter Benutzung der Beobachtungen der zahlreichen ausländischen Mitarbeiter

bestimmt. Gegenwärtig sind an dieser Zusammenarbeit etwa 30 astronomische Institute und etwa ebensoviele Amateur-Astronomen beteiligt. Dadurch sind alle Tage vielfach durch Beobachtungen belegt.

Die Sonnenflecken-Relativzahl R wird aus der Gesamtzahl f der Flecken und der Zahl der Fleckengruppen g bestimmt:

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

Der Faktor k dient dazu, die Beobachtungen auf die von WOLF benutzte Skala zu reduzieren. Dieser Reduktionsfaktor hängt vom Beobachter, vom verwendeten

Tabelle 1. Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen R für das Jahr 1971

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	68	90	83	58	47	49	95	72	22	63	73	63
2	67	85	93	57	49	61	97	61	19	58	69	65
3	65	81	84	59	54	60	98	58	26	48	62	55
4	69	80	72	56	61	55	95	48	29	37	66	41
5	63	73	63	62	66	43	84	45	42	52	69	59
6	64	78	52	58	66	28	79	38	71	42	64	82
7	67	82	48	59	72	29	74	44	74	43	53	84
8	79	64	44	61	70	38	68	58	59	44	58	86
9	89	45	37	47	69	28	58	62	47	40	56	100
10	80	40	41	54	73	24	45	64	22	37	49	101
11	76	62	49	51	71	26	48	62	16	26	45	102
12	91	57	68	85	74	30	58	60	27	35	46	98
13	82	65	76	103	78	23	54	59	45	33	42	86
14	78	64	71	125	78	32	61	58	60	30	30	84
15	64	69	72	123	76	20	82	52	72	21	28	89
16	67	69	79	109	74	36	93	49	64	24	26	89
17	76	71	79	102	65	40	87	52	80	28	42	111
18	102	81	76	102	56	40	78	63	85	39	45	117
19	109	96	64	110	48	28	104	65	73	42	48	108
20	120	97	53	106	45	35	91	84	60	66	50	102
21	131	101	58	98	43	35	97	102	62	73	62	89
22	125	104	55	82	35	38	116	100	69	74	74	88
23	120	102	51	55	20	49	83	108	61	78	78	88
24	120	101	51	50	20	58	112	97	36	81	86	91
25	112	98	48	48	27	69	112	91	30	87	87	88
26	109	87	50	53	36	88	84	82	26	82	97	76
27	121	85	55	51	49	103	75	57	40	79	102	75
28	109	84	52	49	64	106	72	40	56	69	106	65
29	108		49	45	67	110	70	29	62	62	99	60
30	95		54	36	68	112	72	21	70	52	84	54
31	103		54		63		69	21		59		52
Mittel	91,3	79,0	60,7	71,8	57,5	49,8	81,0	61,4	50,2	51,7	63,2	82,2

Instrument und von der Bildqualität ab. Er wird durch Vergleichung mit den Zürcher Standard-Relativzahlen bestimmt.

Die Sonnenflecken-Relativzahlen für das Jahr 1971 sind in Tabelle 1 mitgeteilt. Diese werden täglich nur einmal bestimmt und wenn immer möglich in den frühen Vormittagsstunden, beziehen sich somit im allgemeinen auf 6 bis 9 Uhr Weltzeit. Dies gilt auch für die meisten europäischen Stationen, welche in erster Linie für die Ergänzung unserer eigenen Beobachtungen herangezogen werden.

Der Mittelwert der täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen für 1971 beträgt 66,6. Dies bedeutet eine Abnahme um 37,9 Einheiten gegenüber dem Vorjahr und zugleich den Übergang in die absteigende Phase. Das vorangegangene Maximum, das auf 1968,9 festgesetzt worden ist, war ungewöhnlich flach, indem die Fleckentätigkeit in drei aufeinanderfolgenden Jahren nahezu auf demselben maximalen Niveau lag (1968 105,9, 1969 105,5, 1970 104,5). Der Rückgang der Sonnentätigkeit hatte bereits Mitte 1970 begonnen, indem von Januar bis Juli alle Monatsmittel über, von August bis Dezember unter hundert lagen. Im Jahresmittel war jedoch noch kein Rückgang erkennbar, indem der schwachen Aktivität im zweiten Halbjahr eine ungewöhnlich hohe im ersten Halbjahr vorangegangen war. Die Abnahme hat sich noch in den Beginn des Jahres 1971 hinein fortgesetzt; dann aber blieb die Fleckentätigkeit bei erheblichen Schwankungen im grossen betrachtet konstant. Die Relativzahl beträgt für das erste Halbjahr 1970 114, für das zweite 95 und 1971 im ersten Halbjahr 68 und im zweiten 65. Wie gering die Abnahme der Sonnentätigkeit im Laufe des Jahres ist, geht auch daraus hervor, dass das Monatsmittel für Dezember nur wenig hinter demjenigen für Januar zurücksteht und ferner aus Abb. 1, in welcher der Verlauf der täglichen Relativzahlen dargestellt ist.

Um den Verlauf der Sonnentätigkeit im grossen zu erkennen, müssen die Schwankungen von Monat zu Monat eliminiert werden. Dies geschieht durch die Bildung der ausgeglichenen Monatsmittel. Es handelt sich dabei um Mittelwerte über 12 aufeinanderfolgende Monate. Ein solcher bezieht sich auf das Ende des sechsten Monats. Der nächst folgende Mittelwert umfasst die Monate 2 bis 13 und bezieht sich auf das Ende des siebten Monats. Das Mittel aus diesen beiden Werten ist die ausgeglichene Relativzahl für den siebten Monat. Tabelle 2 gibt die ausgeglichenen Monatsmittel seit dem letzten Fleckenmaximum. In die eingeklammerten Werte gehen auch die Relativzahlen für 1972 ein, von denen erst provisorische Werte vorliegen. Die ausgeglichenen Relativzahlen liegen während des Maximums Ende 1968 und anfangs 1969 längere Zeit um 110 und nehmen bis Mitte 1970 nur langsam auf

Tabelle 2. Die ausgeglichenen monatlichen Relativzahlen für 1968-1971

Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr.-mittel
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	105,6	106,5	105,4	104,1	104,6	104,9	106,4
1970	105,6	106,0	106,2	106,1	105,8	105,3	103,8	101,0	97,2	93,9	89,4	84,1	100,4
1971	80,4	77,8	74,4	70,9	68,1	66,7	(65,5)	(65,0)	(66,4)	(67,1)	(67,6)	(69,9)	(70,0)

Tabelle 3. Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen R_C der Zentralzone für das Jahr 1971

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0	62	19	38	11	16	34	40	0	25	29	0
2	31	44	35	36	20	15	71	24	12	58	15	9
3	36	45	32	20	16	15	89	16	17	39	0	14
4	19	17	29	7	0	13	69	10	29	16	13	7
5	14	15	23	7	34	34	28	7	35	22	48	33
6	11	18	16	9	49	28	7	0	26	34	48	51
7	0	17	8	0	55	29	7	8	25	7	53	47
8	50	20	7	29	58	38	0	41	16	18	52	58
9	49	14	16	31	16	10	29	51	13	15	29	38
10	46	11	17	28	15	9	27	36	0	16	21	37
11	52	25	18	18	11	9	26	31	0	8	9	52
12	46	13	38	30	11	12	36	25	11	15	8	32
13	20	17	35	21	41	14	10	14	13	26	20	47
14	29	15	32	44	34	17	20	16	22	23	7	38
15	24	25	30	68	53	12	29	21	8	7	8	44
16	15	12	54	59	41	12	48	26	8	8	8	48
17	7	32	62	59	40	12	48	16	29	11	7	55
18	12	39	37	79	15	10	46	24	59	7	29	48
19	0	47	16	56	13	13	81	16	47	0	25	41
20	41	26	9	18	0	7	75	32	52	40	29	33
21	68	20	16	16	9	7	58	24	20	57	11	25
22	96	48	32	11	9	0	63	85	8	66	14	58
23	60	48	27	7	14	27	40	85	8	63	16	62
24	52	59	32	0	0	43	30	77	0	23	16	76
25	45	53	14	29	7	39	34	66	21	19	22	54
26	14	23	8	42	15	38	42	9	17	25	87	30
27	25	29	20	41	49	49	14	11	16	28	83	11
28	44	27	11	39	24	32	19	16	10	40	77	10
29	57		31	37	31	34	34	0	25	35	28	16
30	48		31	10	33	36	25	0	24	34	9	19
31	72		26		11		48	0		30		15
Mittel	34,9	29,3	25,2	29,6	23,7	21,0	38,3	26,7	19,0	26,3	27,4	35,7

105 ab, worauf bis Jahresende ein sekundärer Anstieg erfolgt. Dann aber setzt ein starker Rückgang ein, der Mitte 1971 gestoppt wird, bedingt durch die Reaktivierung der Sonnentätigkeit ab Dezember 1971.

Schliesslich sind in Tabelle 3 die täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen R_C für die Zentralzone mitgeteilt. 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 Uhr Weltzeit innerhalb der Zentralzone befinden. Gruppen, die sich zu der genannten Zeit z. T. innerhalb und z. T. ausserhalb der Zentralzone

befinden, werden 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 1971 28,1 gegenüber 44,6 im Jahre 1970.

2. Statistik der Sonnenfleckengruppen

Die Zahl g der an jedem Tag beobachteten Fleckengruppen ist in Tabelle 4 mitgeteilt. Da an jedem Tag nur eine Beobachtung gemacht wird, im allgemeinen zwischen 6 und 9 Uhr Weltzeit, werden nur diejenigen Gruppen mit Sicherheit erfasst,

Tabelle 4. Tägliche Anzahl der Fleckengruppen g im Jahre 1971

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

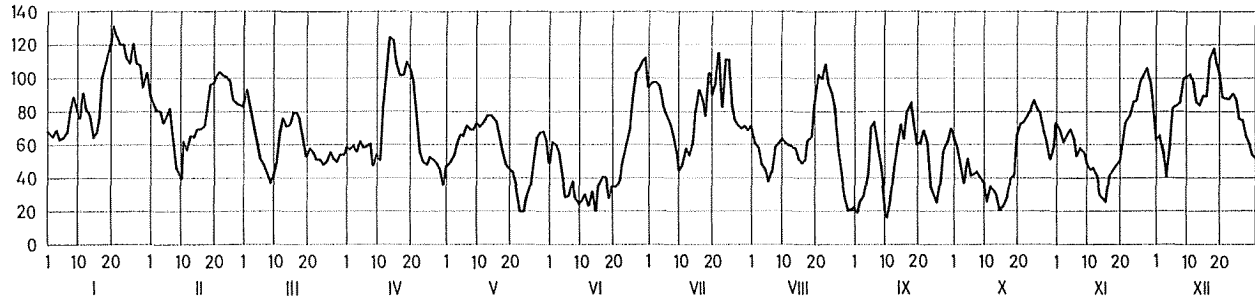


Abb. 1. Die täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen im Jahre 1971.

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
I	1	--	--	6	11	17	13	4	52	60	5	17	13	15	7	2	1
II	--	--	--	2	7	16	18	8	51	52	7	13	19	11	1	1	--
III	--	--	1	1	4	16	21	6	49	50	4	8	23	11	2	2	--
IV	--	1	--	1	11	25	21	9	68	55	2	17	18	13	5	--	--
Jahr 1971	1	1	1	10	33	74	73	27	220	217	18	55	73	50	15	5	1

Tabelle 6. Anzahl und mittlere heliographische Breite der Fleckengruppen

Quartal		I	II	III	IV	Jahr 1971
N-Halbkugel	Anzahl	60	52	50	55	217
	mittlere hel. Breite	+13,6°	+11,5°	+13,2°	+12,8°	+12,8°
S-Halbkugel	Anzahl	52	51	49	68	220
	mittlere hel. Breite	-13,0°	-10,5°	-10,1°	-11,2°	-11,2°

welche während mindestens einem Tag existiert haben. Kleine Gruppen, meistens nur einzelne Flecken, entgehen der Statistik wenn sie erst nach der Beobachtung entstehen und vor derjenigen des folgenden Tages wieder verschwinden.

Der schon erwähnte Wiederanstieg der Sonnentätigkeit am Ende des Jahres kommt auch in den Gruppenzahlen zum Ausdruck, indem der Dezember mit 7,4 das höchste Monatsmittel aufweist. Der Mittelwert der täglichen Gruppenzahl beträgt 5,8 gegenüber 8,8 im Jahre 1970. Der Quotient R/g beträgt im Durchschnitt 12, im Jahre 1971 11,5.

Die Tabellen 5 und 6 geben die Zahl der Fleckengruppen, deren Breitenverteilung und mittlere heliographische Breiten. Diese Statistik basiert auf den Entwicklungstabellen und den heliographischen Karten der Photosphäre (Publikationen der Eidgen. Sternwarte Zürich, Bd. XIV, Heft 1, 1972). Darin zählt jede Fleckengruppe einfach, gleichgültig ob es sich um eine kleine kurzlebige oder um eine grosse Gruppe handelt, welche während ihrer ganzen Passage über die Sonnenscheibe sichtbar bleibt. Typus und Grösse jeder Fleckengruppe können für jeden Tag den erwähnten Entwicklungstabellen entnommen werden. Jede am Ostrand sichtbar werdende Gruppe wird als neue Gruppe behandelt, auch wenn sie schon in der vorangegangenen Rotation beobachtet worden ist; in vielen derartigen Fällen ist es nämlich schwierig oder unmöglich, mit Sicherheit festzustellen, ob es sich um eine Wiederkehr oder um eine Neubildung handelt. Es kommt nicht selten vor, dass eine Fleckengruppe an einer Stelle erscheint, an welcher einige Tage zuvor eine andere Gruppe verschwunden war. Zwei an derselben Stelle aufgetretene Gruppen 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.

Im Berichtsjahr sind 437 Fleckengruppen beobachtet worden gegenüber 568 im Vorjahr. Die Gruppenzahl hat von 112 im ersten Quartal auf 99 im dritten abgenommen und ist im letzten auf 123 gestiegen. Dieser Anstieg ist vorwiegend durch eine Reaktivierung der südlichen Hemisphäre bedingt. Seit 1958 war stets die nördliche Hemisphäre aktiver als die südliche. Die Asymmetrie war im Jahre 1966 am extremsten, als 83% aller Fleckengruppen auf der Nordhalbkugel auftraten. Seither hat der Anteil der nördlichen Fleckengruppen abgenommen auf 58% im Jahre 1969 und

Tabelle 7. Breitenverteilung der Fackeln in Fackelflächeneinheiten für die Rotationen des Jahres 1971

Rot. Nr.	Südliche Breite								Nördliche Breite							
	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	
1569			0	0,8	2,2	7,8	9,8	2,1	3,8	4,0	11,0	11,8	8,8	2,9	0,3	
1570			0,3	1,8	2,6	8,3	4,9	1,4	3,1	6,4	7,0	7,4	6,5	3,2	0,1	
1571	1,4	0	0	4,0	5,6	5,8	4,3	0,5	2,1	6,4	6,6	3,1	4,3	1,3	0,7	
1572			0,1	3,3	9,8	6,7	4,9	0,7	1,5	3,1	5,4	5,0	3,3	1,1	1,0	
1573			0,2	2,9	4,7	5,7	5,9	4,6	2,4	6,4	8,2	6,7	3,3	1,0	0,2	
1574			0,2	1,1	2,2	3,7	7,3	2,7	6,3	8,2	8,9	9,7	4,4	0,9	0	
1575			0,7	0,5	0,4	3,2	5,2	5,0	1,5	6,3	7,9	4,1	1,9	0,9	0	
1576			0	1,0	5,8	7,5	7,8	2,9	1,2	6,6	9,1	6,0	1,3	0,7	0	
1577			0,5	1,3	4,9	8,0	7,4	1,6	0,9	5,0	8,3	4,5	1,5	0,4	0	
1578			0,5	1,1	3,2	7,7	6,6	2,0	2,2	3,1	6,6	7,1	1,5	0,1	0	
1579			0	0,6	5,1	9,2	9,2	3,5	1,7	5,2	10,3	4,5	2,2	0	0	
1580			0	0,6	3,4	7,9	8,2	1,9	0,1	6,5	8,6	4,3	2,3	0,1	0	
1581		0,3	0	0,2	5,0	9,1	7,9	0,8	1,8	6,2	6,6	3,5	2,4	0,2	0	
1582			0	1,5	4,7	10,6	5,9	3,3	0,5	7,6	6,4	3,1	3,9	0,3	0	
Mittel	0,1	0	0,2	1,5	4,3	7,2	6,8	2,4	2,1	5,8	7,9	5,8	3,4	0,9	0,2	

52% im Jahre 1970. Im Berichtsjahr ist die Asymmetrie verschwunden; der Unterschied von 217 nördlichen gegen 220 südlichen Gruppen ist nicht signifikant. Gegenüber dem Vorjahr hat die Zahl der nördlichen Gruppen um 78, diejenige der südlichen um 53 abgenommen.

Die Breitenverteilung der Fleckengruppen ist in Abb. 2 dargestellt. Die maximale Häufigkeit liegt auf der nördlichen Halbkugel bei 12° , auf der südlichen bei 10° . Der mittlere Äquatorabstand der Fleckengruppen hat gegenüber dem Vorjahr auf der nördlichen Halbkugel von $13,9^\circ$ auf $12,8^\circ$ und auf der südlichen von $12,7^\circ$ auf $11,2^\circ$ abgenommen. In diesen beiden Jahren hat die nördliche Zone einen grösseren Äquatorabstand, in den vorangegangenen Jahren dagegen einen kleineren als die südliche. Der Unterschied kommt daher, dass die nördliche Zone von 1969 auf 1970 nicht gewandert, sondern bei $13,9^\circ$ stationär geblieben ist.

3. Fackeln

Die Fackelfelder sind in den schon erwähnten heliographischen Karten der Photosphäre durch ihre Umrandung dargestellt. Das Jahr 1971 umfasst die Rotationen 1569 bis 1582. Auf jenen Karten sind die Fackelfelder in Zonen, welche in heliographischer Breite eine Ausdehnung von 5° besitzen, planimetriert worden. Als Flächeneinheit wurde eine Fläche gewählt, welche auf den heliographischen Karten sowohl in Länge als auch in Breite je 5° Ausdehnung besitzt. Diese Flächeneinheit nimmt auf der Kugel mit zunehmender heliographischer Breite ab, entsprechend der Verkürzung der Breitenkreise. Für die Rotationen des Jahres 1971 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 der Sonne durch Fackelfelder beträgt 2,9%, gegenüber

Tabelle 8. Mittlere heliographische Breite der Fackeln der Hauptzone

Rotation Nr.	S-Halbkugel	N-Halbkugel
1569	$10,2^\circ$	$15,5^\circ$
1570	$12,3^\circ$	$14,9^\circ$
1571	$16,1^\circ$	$13,9^\circ$
1572	$14,4^\circ$	$15,3^\circ$
1573	$11,5^\circ$	$13,4^\circ$
1574	$10,2^\circ$	$12,4^\circ$
1575	$9,0^\circ$	$12,7^\circ$
1576	$11,2^\circ$	$12,7^\circ$
1577	$12,0^\circ$	$12,9^\circ$
1578	$11,5^\circ$	$13,1^\circ$
1579	$10,7^\circ$	$12,4^\circ$
1580	$10,8^\circ$	$13,0^\circ$
1581	$11,8^\circ$	$12,1^\circ$
1582	$11,5^\circ$	$13,1^\circ$
Jahr 1971	$11,7^\circ$	$13,4^\circ$

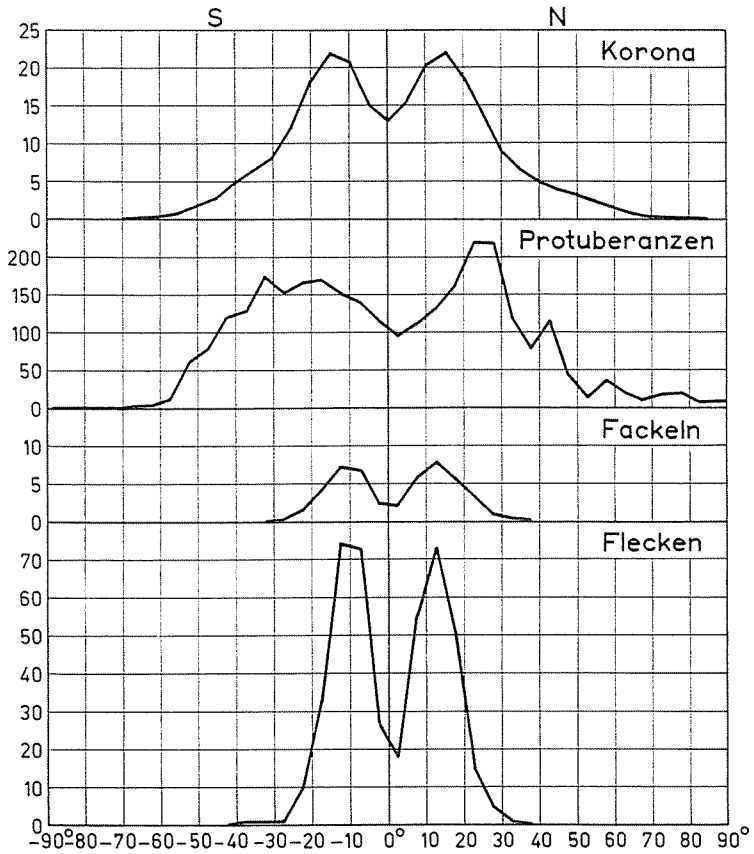


Abb. 2. Die Verteilung der Sonnenfleckengruppen, der photosphärischen Fackeln, der Protuberanzen und der Intensität der Koronalinie 5303 Å nach heliographischer Breite im Jahre 1971.

6,1% im Vorjahr. Auf der nördlichen Halbkugel ist die Fackelfläche von 6,8% auf 3,0% zurückgegangen, auf der südlichen von 5,4% auf 2,7%. Während bei den Fleckengruppen die Asymmetrie verschwunden ist, besteht bei den Fackelflächen noch immer ein – wenn auch nur kleiner – N-Überschuss. Bei der Berechnung dieser Zahlen aus den Werten der Tabelle 7 ist berücksichtigt worden, dass die Flächeneinheit mit dem Cosinus der heliographischen Breite abnimmt.

Tabelle 8 gibt die mittlere heliographische Breite der Fackeln für jede Rotation und für das ganze Jahr. Bei der Berechnung dieser Werte aus Tabelle 7 wurde der Verkleinerung der benutzten Flächeneinheit mit zunehmender Breite nicht Rechnung getragen. Dies ist sinnvoll, weil auch die Länge der 5°-Breitenzonen im gleichen Masse mit zunehmender heliographischer Breite abnimmt. Die Flächeneinheit beträgt in jeder 5°-Breitenzone $\frac{1}{72}$ der Gesamtfläche der Zone. Gegenüber dem Vorjahr hat auf beiden Hemisphären der Äquatorabstand der Fackelzone abgenommen, auf der nördlichen von 15,9° auf 13,4°, auf der südlichen von 13,2° auf 11,7°. Wie bei den

Flecken war bis 1969 die nördliche Zone näher am Äquator als die südliche. Von 1969 bis 1970 blieb jedoch die nördliche Zone stationär, während die südliche sich regulär äquatorwärts verschoben hat. Dadurch ist seit 1970 der Äquatorabstand der südlichen Zone kleiner als derjenige der nördlichen.

4. Protuberanzen

Die Protuberanzenstatistik beruht auf photographischen Aufnahmen im monochromatischen Licht der Linie H_{α} , welche in Zürich, Arosa und Locarno gewonnen und für die verbleibenden Lückentage durch ausländische Beobachtungen ergänzt werden. Die Einheit der Protuberanzenprofilflächen beträgt ein Millionstel der Fläche der photosphärischen Sonnenscheibe.

Tabelle 9 gibt die Monatsmittel der täglichen Protuberanzenprofilflächen. Diese schwanken stark von Monat zu Monat, zeigen aber gesamthaft gesehen eine Abnahme im Laufe des Jahres, indem das erste Halbjahr ein Tagesmittel von 3460 aufweist, das zweite ein solches von 2408. Auch gegenüber dem Vorjahr ist eine bedeutende Abnahme der Protuberanzentätigkeit festzustellen, nämlich von 5084 auf 2921. Auch bei den Protuberanzen ist die Asymmetrie verschwunden, indem die 2921 Einheiten praktisch zu gleichen Teilen auf die beiden Hemisphären verteilt sind, indem 1440 auf die nördliche und 1481 auf die südliche entfallen.

Die Breitenverteilung der Protuberanzen ist in Tabelle 10 mitgeteilt und in Abb. 2 dargestellt. Auf der nördlichen Halbkugel liegt das Hauptmaximum bei 25° (1970 bei 27°). Bei dem Maximum im Bereich 40° bis 45° könnte es sich um den Beginn der neuen Polarzone handeln. Das Maximum im Bereich 55° bis 60° kommt durch die schwache Protuberanzentätigkeit im Bereich 50° bis 55° zustande, für welche im folgenden Abschnitt im Zusammenhang mit der neuen koronalen Polarzone eine Erklärung gegeben wird. Bei der noch relativ regen Protuberanzentätigkeit in der Polarregion mit einem Maximum im Bereich 75° bis 80° handelt es sich um den Rest einer sekundären Polarzone, welche 1970 bei 68° lag. Auf der südlichen Halbkugel treten in der Hauptzone – wie schon 1970 – zwei Maxima auf, das eine bei -18° (1970 bei -22°), das andere bei -32° (1970 bei -38°). Die südliche Polarzone, die sich in den vergangenen Jahren regelmässig entwickelt hat und 1968 bei -58° lag, 1969 bei -67° und 1970 bei -74° hat den Pol erreicht und ist im Berichtsjahr verschwunden.

5. Korona

Die Intensitätsverteilung der Koronalinie 5303 \AA längs des Sonnenrandes konnte an 52 von den 83 Tagen, an welchen der Koronagraph des Arosener Observatoriums in Betrieb war, aufgenommen werden, nämlich:

Januar	2., 4.
April	1., 4., 6., 9., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 18.
Juli	25., 26., 27., 28., 29., 30., 31.
August	1., 2., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 23., 25., 26., 28., 29., 30.
Oktober	10., 11., 13., 16., 17., 18.
Dezember	25., 26., 31.

Tabelle 9. Monatsmittel der täglichen Protuberanzenprofilflächen für das Jahr 1971

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahres- mittel
3768	4029	3131	4590	3077	2143	2160	3129	2770	1873	2347	2147	2921

Tabelle 10. Breitenverteilung der Protuberanzenprofilflächen für das Jahr 1971

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	97	112	132	161	219	218	120	78	116	45	15	37	22	11	18	20	9	10	1440
Süd	115	142	152	169	166	153	174	129	120	77	62	12	5	2	1	0	1	1	1481
Σ	212	254	284	330	385	371	294	207	236	122	77	49	27	13	19	20	10	11	2921

Tabelle 11. Die Intensität der Koronalinie 5303 Å in Abhängigkeit von der heliographischen Breite für das Jahr 1971

Heliogr. Breite	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
Nord	13,10	15,54	20,37	22,01	18,68	13,56	8,81	6,59	4,90	3,85	3,13	2,19	1,46	0,71	0,32	0,14	0,05	0,01	0,02
Süd	13,10	15,03	20,86	21,89	18,27	12,14	8,17	6,63	4,94	2,81	1,57	0,82	0,39	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mittel	13,10	15,28	20,61	21,95	18,48	12,85	8,49	6,61	4,92	3,33	2,35	1,50	0,93	0,41	0,16	0,07	0,02	0,00	0,01

Der Mittelwert dieser 52 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. Wie die Flecken-, Fackel- und Protuberanzenaktivität hat auch die Koronaintensität gegenüber dem Vorjahr beträchtlich und in allen heliographischen Breiten abgenommen. Die mittlere tägliche Summe der von 5° zu 5° heliographischer Breite gemessenen Intensitäten beträgt 498,1 gegenüber 664,7 im Jahre 1970. Von dieser Summe entfallen 257,7 Einheiten auf die nördliche und 240,4 auf die südliche Hemisphäre. Der Quotient N/S beträgt somit 1,07 gegenüber 1,18 im Vorjahr. Auch in der Korona hat die Asymmetrie stark abgenommen, ist aber noch nicht ganz verschwunden.

Die Breitenverteilung (Abb. 2) ist von ungewöhnlicher Symmetrie. Lediglich von 45° an nach höheren Breiten, wo allerdings die Intensitäten sehr klein sind, ist die nördliche Hemisphäre systematisch etwas intensiver. Das Maximum liegt auf beiden Halbkugeln bei 13° , während im Vorjahr das nördliche bei 19° , das südliche bei 14° lag. Die starke Verlagerung der nördlichen Zone ist durch die im Jahre 1970 eingetretene Anomalie bedingt. Die südliche Zone hat sich im Laufe des Zyklus regelmässig gegen den Äquator verschoben. Bis zum Jahre 1969 hat auch die nördliche Zone, die stets eine etwas kleinere Breite aufwies als die südliche, sich regulär verhalten. Im Jahre 1970 dagegen hat sie sich, statt äquatorwärts zu wandern, von 15° im Jahre 1969 nach 19° verlagert. Der starke Rückgang der heliographischen Breite dieser Zone von 6° bedeutet, dass die Anomalie verschwunden ist und die Zone jetzt wieder ihre normale Lage besitzt.

Vollständig verschwunden sind die Polarzonen der 5303-Intensität. In früheren Zyklen traten die neuen Polarzonen jeweils etwa 3 Jahre nach dem Fleckenmaximum in Erscheinung und hatten dann eine heliographische Breite von 50° bis 60° . Da das letzte Maximum auf 1968,9 angesetzt ist, können die neuen Polarzonen auch erst für 1972 erwartet werden. Immerhin ist bemerkenswert, dass im Sommer 1971 an mehreren Tagen sekundäre Intensitätsmaxima bei $+50^\circ$ beobachtet worden sind. Da die Protuberanzenhäufigkeit mit der 5303-Intensität negativ korreliert ist, könnte das Protuberanzenminimum im Bereich 55° bis 60° auf der N-Halbkugel mit dem erwähnten Vorläufer der neuen polaren Koronazone zusammenhängen.

6. Radioemission der Sonne

Abschliessend ergänzen wir die optischen Beobachtungen der Sonnenaktivität durch die Tageswerte der solaren Radioemission. 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 1971 erhaltenen Messwerte sind in Tabelle 12 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 beträgt 118,2 gegenüber

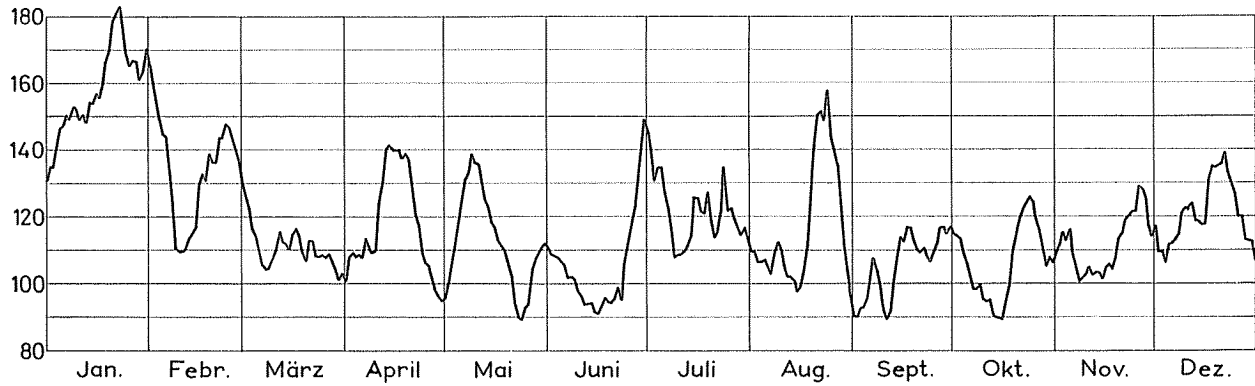


Abb. 3. Die täglichen Werte der solaren Radioemission auf der Wellenlänge 10,7 cm im Jahre 1971.

Tabelle 12. Die Intensität der solaren Radioemission bei $\lambda = 10,7$ cm für das Jahr 1971.
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	130,5	165,6	129,2	100,5	95,3	110,1	145,1	109,7	90,3	114,6	109,5	116,9
2	134,8	160,5	125,8	107,6	99,6	108,3	139,4	109,2	90,1	114,2	111,7	109,4
3	134,7	154,7	121,7	109,0	106,2	107,8	130,5	106,4	92,5	113,4	115,2	109,7
4	140,2	148,6	116,0	107,7	112,6	107,3	134,7	106,4	92,6	109,1	112,8	106,2
5	146,1	144,7	113,7	108,3	117,9	106,2	134,6	106,9	95,2	106,1	116,0	111,7
6	146,9	143,7	109,1	107,3	125,6	105,0	127,0	105,0	101,8	102,4	109,5	111,8
7	150,2	133,4	105,2	113,2	131,1	101,5	122,5	102,6	107,3	98,3	104,6	113,0
8	149,1	123,2	104,0	110,1	132,7	101,8	116,7	108,6	103,5	98,1	100,7	114,7
9	152,8	110,4	104,5	108,9	138,3	100,9	107,7	112,1	98,3	99,5	101,6	121,2
10	152,1	109,5	107,0	109,8	135,8	97,5	108,5	109,7	91,8	95,4	102,7	122,4
11	149,0	109,7	109,5	124,1	135,3	96,0	108,7	104,7	89,3	94,5	104,6	122,2
12	150,5	110,5	115,3	129,7	130,2	93,3	109,6	102,1	91,6	94,9	102,6	124,0
13	148,1	113,2	112,5	139,6	125,0	93,7	111,2	101,9	98,9	91,0	103,3	118,7
14	153,9	114,8	111,7	141,0	122,3	94,0	113,9	100,7	108,1	89,9	103,1	118,5
15	153,7	117,1	110,3	140,0	118,0	91,3	125,6	97,3	113,5	89,8	101,1	117,3
16	156,4	129,8	114,5	139,6	116,1	90,8	125,3	98,8	112,5	89,3	104,7	117,6
17	155,3	132,6	116,1	139,9	112,8	93,1	121,5	103,6	116,5	94,7	105,4	131,2
18	160,3	130,4	114,2	137,2	111,2	95,4	121,0	110,5	116,6	99,1	104,1	134,6
19	165,8	138,5	109,1	138,4	109,8	94,6	126,9	126,2	113,1	109,8	107,6	134,4
20	169,2	136,2	106,3	136,8	106,0	94,2	118,8	141,1	110,3	115,6	113,0	135,2
21	178,7	136,1	112,6	128,9	102,0	95,2	113,6	150,3	109,2	119,3	114,9	135,7
22	180,6	143,6	112,4	120,5	93,4	98,4	115,7	151,2	110,3	122,2	118,8	139,2
23	182,9	143,2	108,2	117,5	89,7	94,9	121,3	148,6	108,1	123,9	120,4	132,9
24	177,0	147,5	107,8	109,1	88,9	105,3	134,5	157,6	106,3	125,7	121,6	129,4
25	168,6	146,4	108,3	106,0	92,3	110,1	121,4	143,5	109,2	124,3	121,7	126,8
26	164,9	143,2	107,8	104,8	93,7	115,9	122,3	138,8	111,9	119,3	128,8	120,2
27	166,7	140,0	108,5	101,7	103,9	122,5	119,0	135,3	116,6	116,1	128,1	120,2
28	166,2	136,6	106,2	97,5	107,0	131,1	116,7	123,6	116,6	110,5	125,6	113,2
29	160,7		103,4	95,8	108,5	141,1	114,3	112,0	114,8	105,1	117,2	112,7
30	163,0		100,9	94,8	110,3	148,8	116,3	103,3	116,9	107,5	114,1	112,4
31	170,1		102,9		111,6		113,2	96,3		106,2		106,8
Mittel	157,4	134,4	110,8	117,5	112,4	104,9	121,2	116,9	105,1	106,4	111,5	120,7

156,0 im Jahre 1970. Die täglichen Werte sind in Abb. 3 dargestellt. Eine Vergleichung dieser Abbildung mit Abb. 1 zeigt – was schon aus dem Verhalten in früheren Jahren bekannt ist –, dass die Variationen der Radioemission mit denjenigen der Sonnenflecken-Relativzahlen weitgehend parallel laufen, und zwar ohne zeitliche Verzögerung auf diese. Noch enger als in den Tageswerten zeigt sich diese Beziehung in den Monatsmitteln. Sowohl die Radioemission als auch die Relativzahlen erreichen im Januar ihren höchsten Wert, weisen im April und Juli je ein sekundäres Maximum und in den letzten drei Monaten einen erneuten Anstieg auf.

Eidgenössische Sternwarte Zürich, April 1972.