

# Die Sonnenaktivität im Jahre 1973

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 1973.

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		38,0	(68,9)
Lowest sunspot relative-number			
Niedrigste Sonnenflecken-Relativzahl		0	(7)
Highest sunspot relative-number			
Höchste Sonnenflecken-Relativzahl		130	(158)
Mean daily group-number			
Mittlere tägliche Gruppenzahl		3,3	(6,0)
Total number of the northern spot-groups			
Gesamtzahl der nördlichen Fleckengruppen		118	(171)
Total number of the southern spot-groups			
Gesamtzahl der südlichen Fleckengruppen		130	(253)
Mean equatorial distance of the northern sunspots			
Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Flecken		11,3°	(11,7°)
Mean equatorial distance of the southern sunspots			
Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Flecken		11,4°	(11,3°)
Surface covered by fields of faculae on the N-hemisphere			
Bedeckung der N-Halbkugel durch Fackelfelder		1,6%	(2,0%)
Surface covered by fields of faculae on the S-hemisphere			
Bedeckung der S-Halbkugel durch Fackelfelder		1,8%	(3,2%)
Mean equatorial distance of the northern faculae			
Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Fackeln		12,7°	(13,0°)
Mean equatorial distance of the southern faculae			
Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Fackeln		11,7°	(12,2°)
Mean daily profile-surface of prominences			
Mittlere tägliche Protuberanzenprofilfläche		1666	(3306)

Mean daily value of the total emission of the coronal line 5303 Å	}	357,3	(581,9)
Mittlere tägliche Gesamtemission der Koronalinie 5303 Å			
Mean daily value of the radio emission at the wavelength of 10.7 cm	}	93,4	(120,9)
Mittlere tägliche Radioemission auf Wellenlänge 10,7 cm			

The values put in brackets are concerning the year 1972.

Die in Klammern gesetzten Werte beziehen sich auf das Jahr 1972.

The tables 1, 4 and 11 give the daily values of the relative-numbers, of the group-numbers and of the radio emission, the tables 5, 6, 9 and 10 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 11 enthalten die Tageswerte der Relativzahlen, der Gruppenzahlen und der Radioemission, die Tabellen 5, 6, 9 und 10 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 Statistik der Sonnenflecken-Relativzahlen ist in unveränderter Weise weitergeführt worden. Für die Beobachtung wird seit dem Beginn dieser Statistik im Jahre 1848 dasselbe Instrument verwendet. Sie beruht auf der Zählung der Gruppen,  $g$ , und der Summe aller Flecken,  $f$ . Diese Beobachtungen werden, soweit das Wetter es gestattet, täglich ausgeführt. Aus  $g$  und  $f$  und dem Reduktionsfaktor  $k$  wird in bekannter Weise die Relativzahl berechnet.

Um die Relativzahlen vollständiger zu erhalten als dies an einer einzigen Station möglich ist, werden diese ausser in Zürich auch auf den beiden Aussenstationen der Eidgenössischen Sternwarte in Arosa und Locarno bestimmt. Die Beobachtungen auf diesen drei Stationen haben im Berichtsjahr 342 Tage gedeckt. Sie bilden die Grundlage der Sonnenfleckenstatistik, indem aus ihnen die jeweils am Ende jeden Monats publizierten provisorischen Relativzahlen abgeleitet werden. Diese enthalten interpolierte Werte für die Tage ohne Beobachtungen und unsichere für Tage mit schlechter Bildqualität. Die definitiven Relativzahlen werden unter Mitbenutzung der Beobachtungen von etwa 30 ausländischen Observatorien jeweils am Ende jeden Jahres bestimmt. Eine Liste der Mitarbeiter, welche zu unserer Sonnenfleckenstatistik beigetragen haben, enthaltend die Anzahl der Beobachtungen und die Reduktionsfaktoren ist in Nr. 326 unserer «Astronomischen Mitteilungen» erschienen. Durch diese internationale Zusammenarbeit sind alle Tage durch vielfache Beobachtungen gedeckt.

Die Sonnenflecken-Relativzahlen für das Jahr 1973 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-Relativzahl für 1973 beträgt 38,0, gegenüber 68,9 im Vorjahr. Die starke Abnahme um 45% ist nicht unerwartet.

Tabelle 1. Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen  $R$  für das Jahr 1973

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	45	14	40	65	24	8	29	36	89	68	31	46
2	53	17	38	79	46	8	31	28	124	66	33	24
3	61	22	35	93	64	16	39	21	130	52	23	24
4	66	21	32	93	77	14	32	28	121	50	20	0
5	74	41	22	75	92	7	42	34	108	44	7	0
6	83	32	32	75	68	16	56	40	84	38	0	0
7	66	34	38	76	82	37	57	42	77	30	0	0
8	62	53	50	71	52	41	50	40	72	22	0	7
9	67	60	53	85	30	31	38	38	75	23	0	8
10	58	61	67	65	25	38	32	27	58	8	0	16
11	52	59	69	62	26	60	23	23	42	0	7	9
12	32	80	85	46	18	58	14	0	22	0	0	9
13	32	83	93	41	7	52	15	0	0	8	9	8
14	20	85	83	37	7	54	10	0	0	10	11	8
15	16	74	73	35	25	48	16	0	13	16	12	17
16	11	54	64	29	33	45	9	0	26	18	13	26
17	27	40	52	16	34	36	28	0	20	19	16	40
18	42	28	44	15	41	18	42	7	16	15	16	43
19	47	18	38	30	42	38	23	7	8	0	22	41
20	60	30	23	37	46	51	8	7	30	0	16	47
21	62	31	20	45	52	75	8	15	39	0	23	51
22	62	32	30	62	56	66	14	10	48	16	29	51
23	60	37	37	73	47	54	0	17	58	28	39	47
24	50	42	29	71	57	51	9	22	63	36	38	51
25	39	44	27	67	64	49	14	28	74	53	46	53
26	27	37	23	67	49	46	8	38	78	59	62	57
27	14	36	32	65	51	43	9	37	78	53	60	26
28	14	36	43	60	32	42	10	47	80	62	61	12
29	13		46	54	29	51	17	56	75	65	64	0
30	16		50	42	21	33	11	64	71	55	59	0
31	14		59		17		22	82		37		0
Mittel	43,4	42,9	46,0	57,7	42,4	39,5	23,1	25,6	59,3	30,7	23,9	23,3

Von 1971 auf 1972 hatte nämlich die Relativzahl von 66,6 auf 68,9 zugenommen, trotzdem sich die Sonnenaktivität auf dem absteigenden Ast befand. Nach dem sekundären Maximum im Frühjahr 1972 ist dann die Aktivität um so stärker zurückgegangen. Der Rückgang wird jedoch immer wieder durch erneutes Aufflackern der Aktivität unterbrochen. Sekundäre Spitzen sind im April und im September aufgetreten. Sieht man von diesen Fluktuationen kurzer Dauer ab, etwa indem man über mehrere aufeinanderfolgende Monate mittelt, so zeigt sich ein regelmässiger Rückgang der Aktivität. Die mittlere Relativzahl betrug im ersten Halbjahr 1972 77, im zweiten 61, im ersten Halbjahr 1973 45 und im zweiten 31. Damit ist nun die

Tabelle 2. Die ausgeglichenen monatlichen Relativzahlen für 1968–1973

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	65,4	64,6	65,8	66,2	66,8	69,4	69,7
1972	70,8	71,2	72,4	73,4	72,9	70,5	68,2	65,5	62,2	60,6	58,7	55,1	66,8
1973	50,9	45,5	44,2	42,7	40,7	39,1	(37,6)	(36,3)	(34,7)	(33,2)	(32,6)	(32,6)	(39,2)

Sonnenaktivität in das Stadium der Annäherung an das Minimum getreten. Diesem Stadium werden eine Reihe von Jahren mit sehr niedriger Aktivität folgen.

Eine noch stärkere Mittelung erfolgt durch die ausgeglichenen Relativzahlen. Es handelt sich um Mittelwerte über 12 aufeinanderfolgende Monate. Diese beziehen sich somit auf den Anfang des siebten Monats. Entsprechend bildet man den sich auf den Anfang des achten Monats beziehenden Mittelwert. Das Mittel aus diesen beiden Mittelwerten, die ausgeglichene Relativzahl, bezieht sich somit auf die Mitte des siebten Monats. In Tabelle 2 sind die ausgeglichenen Monatsmittel seit dem letzten Fleckenmaximum mitgeteilt. In die eingeklammerten Werte gehen auch die Relativzahlen für 1974 ein, von denen erst provisorische Werte vorliegen. Seit dem sekundären Maximum im April 1972 haben die ausgeglichenen Relativzahlen monoton abgenommen.

Nachdem die Sonne seit dem 10. August 1966 nie mehr fleckenfrei gewesen war, sind als Begleiterscheinung des starken Rückganges der Aktivität auch wieder fleckenfreie Tage aufgetreten, im gesamten 27 und alle in der zweiten Hälfte des Jahres. Der erste fleckenfreie Tag war der 23. Juli. Ihm folgten 6 weitere im August, 2 im September, 5 im Oktober, 6 im November und 7 im Dezember.

Die ungleichmässige Verteilung der Fleckengruppen nach heliographischer Länge gibt in Verbindung mit der Rotation der Sonne Anlass zur 27tägigen Periode der Relativzahlen. Sie tritt in den Monaten Januar bis Mai auf, verschwindet in den Monaten Juni bis August und erscheint erneut und sehr ausgeprägt in der Folge eines neuen Aktivitätsimpulses im September und bleibt bis über das Jahresende hinaus erhalten. Dieser Ausbruch folgte auf die 6 aufeinanderfolgenden fleckenlosen Tage im August und führte am 3. September zu einer Relativzahl von 130, der höchsten während des ganzen Jahres. Er war auf eine Hälfte der Sonne beschränkt, während die gegenüberliegende Seite ruhig blieb. Deshalb wechseln im Rhythmus von 27 Tagen hohe Relativzahlen mit Perioden fleckenfreier Tage ab. Die Aktivität war bei ihrem ersten Ausbruch anfangs September am stärksten und ist in jeder folgenden Rotation schwächer geworden. Dieser Aktivitätskomplex hat rund ein halbes Jahr gedauert.

Die terrestrischen Wirkungen der Sonnenaktivität sind, zwar nicht ausschliesslich, aber vorwiegend durch die Aktivität im Zentrum der Sonnenscheibe bedingt. Deshalb sind in Tabelle 3 die täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen  $R_C$  für die Zentralzone

Tabelle 3. Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen  $R_C$  der Zentralzone für das Jahr 1973

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0	14	20	32	0	0	0	25	30	41	21	0
2	8	0	20	38	0	0	0	21	56	48	9	0
3	16	7	17	40	0	16	16	7	47	23	7	0
4	36	7	0	73	7	7	32	10	53	31	0	0
5	23	18	0	14	69	7	42	17	67	8	0	0
6	59	11	0	24	52	0	56	33	28	7	0	0
7	49	8	0	24	68	19	57	35	50	0	0	0
8	27	0	18	33	52	13	23	8	36	0	0	0
9	19	18	27	68	30	7	14	18	25	7	0	0
10	9	37	36	58	7	7	0	8	0	0	0	0
11	10	43	53	35	7	33	0	7	0	0	7	0
12	7	58	58	34	7	27	7	0	0	0	0	9
13	13	41	57	0	0	23	7	0	0	8	0	8
14	7	13	60	7	0	19	7	0	0	8	0	8
15	0	24	54	7	0	0	0	0	0	8	0	9
16	0	31	28	7	14	29	7	0	12	0	0	0
17	16	33	12	7	14	14	8	0	7	0	16	0
18	33	21	0	0	10	11	12	0	7	0	10	7
19	30	7	0	0	13	17	7	0	8	0	15	8
20	31	11	0	18	35	0	0	0	9	0	16	47
21	24	12	20	18	30	0	0	15	13	0	16	51
22	0	12	22	51	27	24	7	10	19	0	10	51
23	24	0	25	46	29	43	0	9	17	10	13	36
24	26	0	0	31	42	51	9	7	47	0	7	0
25	21	14	0	23	52	43	7	13	48	7	0	0
26	27	14	13	50	38	24	0	0	48	34	33	13
27	0	28	13	41	36	14	0	11	37	35	41	0
28	0	28	10	42	8	7	0	23	34	49	39	7
29	7		24	38	13	7	10	36	10	56	35	0
30	8		0	32	0	0	11	41	21	30	0	0
31	14		27		0		22	53		8		0
Mittel	17,5	18,2	19,8	29,7	21,3	15,4	11,6	13,1	24,3	13,5	9,8	8,2

mitgeteilt. Diese ist der kreisförmige zentrale Teil der Scheibe, dessen Radius gleich ist dem halben Sonnenradius. 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 dieser Zeit zum Teil innerhalb und zum Teil 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 von  $R_C$  beträgt für das Berichtsjahr 16,8 gegenüber 29,6 im Vorjahr, was eine Abnahme um 43% bedeutet.

## 2. Statistik der Sonnenfleckengruppen

Die Bestimmung der Sonnenfleckenzahl beruht auf der Zahl  $g$  der einzelnen Gruppen und der Gesamtzahl  $f$  aller Flecken. Die tägliche Zahl der Gruppen ist in Tabelle 4 mitgeteilt. Ihr Mittelwert beträgt 3,3 gegenüber 6,0 im Jahre 1972. Damit hat die Gruppenszahl um 45% abgenommen, genau gleich stark wie die Relativzahlen. Der Quotient  $R/g$ , der im langjährigen Durchschnitt 12 beträgt, ergibt sich für 1973 zu 11,5.

Die Tabelle 5 gibt die Zahl der Fleckengruppen, deren Breitenverteilung und mitt-

Tabelle 4. Tägliche Anzahl der Fleckengruppen  $g$  im Jahre 1973

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

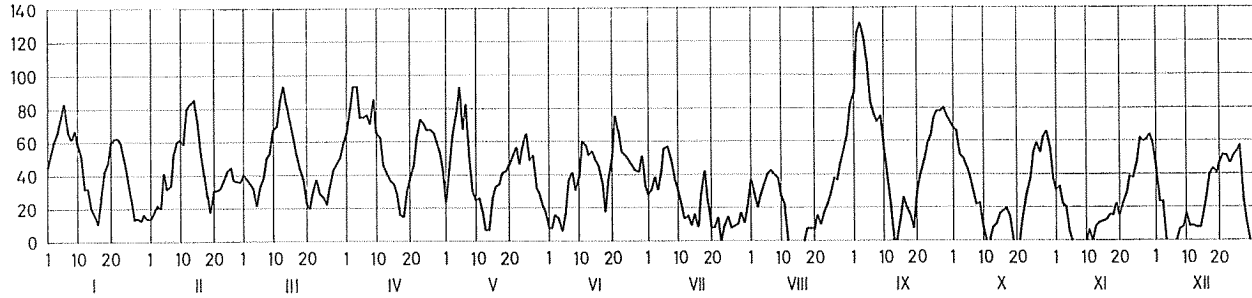


Abb. 1. Die täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen im Jahre 1973.

Tabelle 5. Breitenverteilung und Zahl der Fleckengruppen

Quartal	S-Halbkugel							N-Halbkugel							
	Äquatorabstand						Mittlere heliogr. Breite	Zahl der südlichen Fleckengruppen	Zahl der nördlichen Fleckengruppen	Mittlere heliogr. Breite	Äquatorabstand				
	25-30	20-25	15-20	10-15	5-10	0-5					0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
I	--	--	12	12	8	2	-12,3°	34	40	+10,7°	5	11	17	6	1
II	--	--	6	21	14	4	-10,5°	45	31	+10,7°	4	8	14	5	--
III	1	--	2	10	7	2	-11,3°	22	34	+12,4°	4	5	18	5	2
IV	--	1	6	12	8	2	-11,8°	29	13	+11,6°	2	3	4	2	2
Jahr 1973	1	1	26	55	37	10	-11,4°	130	118	+11,3°	15	27	53	18	5

lere heliographische Breite. Diese Statistik basiert auf den Entwicklungstabellen und den heliographischen Karten der Photosphäre (Publikationen der Eidgen. Sternwarte Zürich, Bd. XIV, Heft 3, 1974). 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. 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 248 Fleckengruppen aufgetreten, gegenüber 424 im Vorjahr. Dies ergibt eine Abnahme von 42%, während die mittlere tägliche Gruppenzahl um 45% abgenommen hat. Im laufenden Zyklus Nr. 20 war bis zum Jahre 1970 stets die nördliche Hemisphäre die aktivere. Im Jahre 1971 war die Aktivität mit 217 nördlichen und 220 südlichen Gruppen praktisch ausgeglichen. Im Jahre 1972 trat ein bedeutender Überschuss der südlichen Flecken auf, indem deren Zahl von 220 auf 253 anstieg, diejenige der nördlichen regulär von 217 auf 171 abnahm. Der Südüberschuss stammte von dem sekundären Maximum des ersten Halbjahres. Gegenüber dem Vorjahr hat die Gruppenzahl auf beiden Hemisphären abgenommen, auf der nördlichen von 171 auf 118, auf der südlichen von 253 auf 130, so dass noch immer ein kleiner S-Überschuss resultiert.

Die Breitenverteilung der Fleckengruppen ist nach Tabelle 5 in Abb. 2 dargestellt. Der mittlere Äquatorabstand der Fleckengruppen hat gegenüber dem Vorjahr auf der nördlichen Halbkugel um  $0,4^\circ$  auf  $11,3^\circ$  ab- und auf der südlichen um  $0,1^\circ$  auf  $11,4^\circ$  zugenommen. Die Abnahme der Breite der nördlichen Zone ist regulär. Anomal hingegen ist das Verhalten der südlichen Zone, deren Breite während dreier Jahre stationär geblieben ist (1971  $11,2^\circ$ , 1972  $11,3^\circ$ , 1973  $11,4^\circ$ ). Da sich der in den Jahren 1970 und 1971 grössere nördliche Abstand der Fleckenzone regulär verkleinert hat, derjenige der südlichen Zone unverändert geblieben ist, besitzen 1973 beide Fleckenzonen denselben Äquatorabstand. Das anomale Verhalten der Breite der südlichen Fleckenzone könnte in Beziehung stehen mit dem sekundären Maximum im Jahre 1972, welches ganz durch die Aktivität der südlichen Hemisphäre bedingt ist.

### 3. Fackeln

Die Fackelfelder sind in den heliographischen Karten der Photosphäre durch ihre Umrandung dargestellt. Das Jahr 1973 umfasst die Rotationen 1596 bis 1609. Auf jenen Karten sind die Fackelfelder in Zonen, welche in heliographischer Breite eine Ausdehnung von  $5^\circ$  besitzen, planimetriert worden. Als Flächeneinheit dient eine Fläche, welche auf den heliographischen Karten sowohl in Länge



Tabelle 6. Breitenverteilung der Fackeln in Fackelflächeneinheiten für die Rotationen des Jahres 1973

Rot. Nr.	Südliche Breite						Nördliche Breite							Mittlere heliogr. Breite	
	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	S-Halbkugel	N-Halbkugel
1596	0,3	2,0	3,8	<b>5,3</b>	2,8	1,3	2,2	2,6	<b>5,8</b>	5,7	0,2	-	-	13,6°	12,2°
1597	-	0,2	2,5	<b>2,9</b>	2,2	0,9	1,6	7,0	<b>9,6</b>	5,6	2,5	-	-	11,9°	12,6°
1598	-	0,7	3,7	<b>3,8</b>	1,3	0,3	1,1	<b>4,2</b>	3,1	3,3	1,4	0,2	-	14,1°	12,6°
1599	-	0,4	1,7	4,7	<b>5,5</b>	2,4	2,0	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	2,0	0,2	0,1	-	9,8°	10,4°
1600	-	-	3,3	7,7	<b>8,1</b>	2,5	0,3	1,3	<b>4,3</b>	1,1	-	-	-	10,2°	12,0°
1601	-	-	1,8	<b>8,1</b>	4,9	2,7	0,8	2,6	<b>5,3</b>	3,3	0,3	-	-	10,1°	12,4°
1602	0,3	-	5,0	<b>9,6</b>	5,6	4,1	0,4	1,3	<b>5,0</b>	4,2	0,6	-	-	10,9°	13,9°
1603	0,2	0,4	<b>4,0</b>	2,2	3,9	1,7	1,2	0,6	<b>4,5</b>	3,9	0,5	-	-	11,7°	13,4°
1604	-	-	1,2	2,8	<b>4,9</b>	2,2	0,2	3,9	<b>4,9</b>	3,1	0,7	-	-	8,9°	12,6°
1605	-	-	3,4	7,7	2,5	0,1	1,5	2,6	<b>7,4</b>	6,1	2,3	-	-	12,8°	13,8°
1606	-	0,3	4,9	<b>9,6</b>	3,7	1,1	1,4	2,0	<b>6,2</b>	5,7	1,5	0,7	0,6	12,4°	14,8°
1607	-	-	4,3	<b>5,8</b>	1,9	-	1,6	1,8	3,9	<b>4,3</b>	1,4	0,4	-	13,5°	13,7°
1608	-	-	1,1	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>	0,4	0,6	2,0	<b>4,0</b>	2,6	0,4	-	-	10,4°	12,6°
1609	-	0,5	5,1	<b>7,3</b>	2,2	0,2	2,0	<b>2,8</b>	0,3	0,1	-	-	-	13,6°	6,1°
Mittel	0,1	0,3	3,3	<b>5,9</b>	3,9	1,4	1,2	2,7	<b>4,8</b>	3,6	0,9	0,1	-	11,7°	12,7°

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 1973 sind die Fackelflächen nach 5°-Breitenzonen in Tabelle 6 mitgeteilt, ebenso die Jahresmittelwerte. Die Breitenverteilung der Fackelflächen ist in Abb. 2 dargestellt.

Die mittlere Bedeckung der Sonne durch Fackelfelder beträgt 1,7% gegenüber 2,6% im Vorjahr. Die Abnahme beträgt somit 35%. Auf der nördlichen Halbkugel ist die Fackelfläche von 2,0% auf 1,6% zurückgegangen, auf der südlichen von 3,2% auf 1,8%. Wie bei den Fleckengruppen besteht auch bei den Fackelflächen ein S-Überschuss. Bei der Berechnung dieser Zahlen aus den Werten der Tabelle 6 ist berücksichtigt worden, dass die Flächeneinheit mit dem Cosinus der heliographischen Breite abnimmt. Hingegen ist dieser Verkleinerung der Einheit bei der Berechnung der in Tabelle 6 ebenfalls mitgeteilten mittleren heliographischen Breite

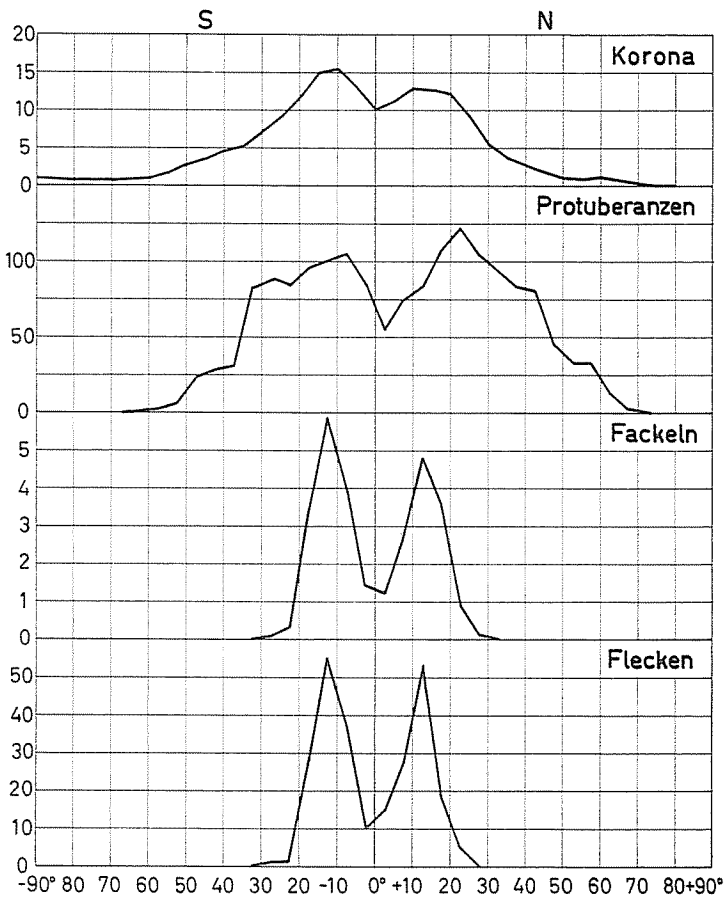


Abb. 2. Die Verteilung der Sonnenfleckengruppen, der photosphärischen Fackeln, der Protuberanzen und der Intensität der Koronalinie 5303 Å nach heliographischer Breite im Jahre 1973.

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  $1/72$  der Gesamtfläche der Zone. Wie in den vorangegangenen Jahren ist der Äquatorabstand der nördlichen Fackelzone mit 12,7° grösser als derjenige der südlichen mit 11,7°. 1972 betrug diese Abstände 13,0° bzw. 12,2°, 1971 13,4° bzw. 11,7° und 1970 15,9° bzw. 13,2°. Wie die nördliche Fleckenzone zeigt auch die nördliche Fackelzone eine regelmässige Abnahme ihrer heliographischen Breite, während die südliche Fackelzone wie die südliche Fleckenzone in ihrer heliographischen Breite stationär geblieben ist. Wie stets ist die heliographische Breite der Fackelzone etwas grösser als diejenige der Fleckenzone. Auf der N-Halbkugel beträgt die Differenz 1,4°, auf der S-Halbkugel 0,3°.

Die Verteilung der Fackeln nach heliographischer Breite (Abb. 2) ist derjenigen der Flecken sehr ähnlich. Die Spitzenwerte liegen auf beiden Halbkugeln im Intervall 10° bis 15°, und die südliche Spitze ist sowohl bei den Flecken wie bei den Fackeln etwas höher als die nördliche.

Mit der Abnahme der Sonnenaktivität sind die polaren Fackeln, von denen schon im Vorjahr vereinzelte aufgetreten waren, in grösserer Zahl erschienen. Im gesamten sind 935 Fackelpunkte beobachtet worden, 633 auf der nördlichen und 302 auf der südlichen Halbkugel. Ihre Verteilung nach heliographischer Breite ist in Tabelle 7 enthalten. Sie liegen auf der nördlichen Polarkalotte vorwiegend im Intervall 65° bis 75°, während diejenigen auf der südlichen ihr Häufigkeitsmaximum

Tabelle 7. Verteilung der Polarfackeln nach heliographischer Breite

Äquatorabstand	N	S
45-50	1	33
50-55	9	30
55-60	39	50
60-65	79	78
65-70	190	56
70-75	207	37
75-80	81	16
80-85	27	2
85-90	0	0

zwischen 60° und 65° besitzen. Auf der S-Halbkugel ist die Abtrennung zwischen Fackeln der Haupt- und der Polarzone nicht sehr scharf; es scheint, dass es sich bei den südlichen Fackeln des Bereiches 45° bis 55° wenigstens zum Teil um solche handelt, welche der Hauptzone angehören. Das starke Auftreten der nördlichen Polarfackeln zeigt an, dass die Phase der nordpolaren Aktivität derjenigen der südpolaren vorangeht. Zu demselben Resultat hat auch das Auftreten der Polarstrahlen der Korona geführt. Diese sind zum erstenmal wieder bei der Finsternis vom 10. Juli 1972 beobachtet worden, jedoch nur am N-Pol und erst in einem schmalen Be-

reich. Bei der Finsternis vom 30. Juni 1973 dagegen waren sie am N-Pol voll entfaltet und traten, allerdings weniger deutlich und von andern Strukturen überlagert, auch am S-Pol auf.

#### 4. Protuberanzen

Die Protuberanzenstatistik beruht auf photographischen Aufnahmen im monochromatischen Licht der Linie  $H_{\alpha}$ . Im Berichtsjahr standen nur die Aufnahmen von Locarno und in vereinzelt Fällen solche von Arosa zur Verfügung. Im gesamten sind 277 Tage durch eigene Beobachtungen gedeckt. Bis auf einen Tag konnten die verbleibenden Lückentage durch Beobachtungen ausländischer Stationen gedeckt werden. Die Einheit der Protuberanzenprofilflächen beträgt ein Millionstel der Fläche der photosphärischen Sonnenscheibe.

Tabelle 8 enthält die Monatsmittel der täglichen Protuberanzenprofilflächen. Darin ist eine starke Abnahme vom ersten zum zweiten Halbjahr zu erkennen, abgesehen von dem Wiederanstieg im Dezember.

Der niedrigste Wert der Protuberanzenprofilfläche tritt im September auf, der höchste im Dezember. Bei den Sonnenflecken findet man den tiefsten Wert im Juli, den höchsten im September. Darin kommt die schon lange bekannte rund dreimonatige Verspätung der Protuberanzen gegenüber den Flecken zum Ausdruck. Der Jahresmittelwert ist von 3306 im Vorjahr auf 1666, also um 50% zurückgegangen. Auf der nördlichen Hemisphäre hat die Protuberanzenprofilfläche um 32% abgenommen, nämlich von 1377 auf 933, auf der südlichen dagegen um 62%, nämlich von 1929 auf 733. Dadurch ist ein erheblicher N-Überschuss entstanden, nachdem im Vorjahr – wie bei den Flecken und Fackeln – ein S-Überschuss vorhanden war und 1971 die Protuberanzen praktisch zu gleichen Teilen auf die beiden Halbkugeln verteilt waren.

Die Breitenverteilung der Protuberanzen ist in Tabelle 9 mitgeteilt und in Abb. 2 mit aufgenommen. Beide Hemisphären zeigen je ein Hauptmaximum, auf der südlichen bei etwa  $10^{\circ}$ , auf der nördlichen bei etwa  $20^{\circ}$  Breite. Weitere Zonen sind angedeutet bei  $-30^{\circ}$  und  $+40^{\circ}$  sowie bei  $-40^{\circ}$  und  $+55^{\circ}$ . Bei dieser letzteren Zone dürfte es sich um die neue Polarzone handeln, die bereits 1972 auf beiden Hemisphären im Intervall  $45^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  und bedeutend stärker als 1973 aufgetreten war.

#### 5. Korona

Die Intensitätsverteilung der Koronalinie  $5303 \text{ \AA}$  längs des Sonnenrandes konnte an 24 von den 55 Tagen, an welchen der Koronagraph des Arosener Observatoriums in Betrieb war, aufgenommen werden, nämlich:

März	17., 18., 20., 21., 22., 23., 24., 25.
Juni	10., 11., 12., 13.
Juli	13.
August	8., 9., 10., 12., 13., 14., 15., 16.
September	20.
Oktober	11., 15.

Tabelle 8. Monatsmittel der täglichen Protuberanzenprofilflächen für das Jahr 1973

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahres- mittel
2140	1659	1906	2127	1943	1448	1469	1221	1092	1271	1385	2335	1666

Tabelle 9. Breitenverteilung der Protuberanzenprofilflächen für das Jahr 1973

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	60	75	83	107	<b>122</b>	104	93	83	80	45	33	33	13	2	0	0	0	0	933
Süd	85	<b>105</b>	100	96	85	88	83	31	28	23	6	2	1	0	0	0	0	0	733
Σ	145	180	183	<b>203</b>	207	192	176	114	108	68	39	35	14	2	0	0	0	0	1666

Tabelle 10. Die Intensität der Koronalinie 5303 Å in Abhängigkeit von der heliographischen Breite für das Jahr 1973

Heliogr. Breite	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
Nord	9,96	11,06	<b>12,81</b>	12,58	12,15	8,98	5,52	3,60	2,67	1,54	0,98	0,88	<b>1,02</b>	0,69	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Süd	9,96	12,77	<b>15,42</b>	14,85	11,46	9,23	7,04	5,15	4,58	3,50	2,79	1,65	0,98	0,81	0,77	0,79	0,85	0,92	<b>1,04</b>
Mittel	9,96	11,92	<b>14,11</b>	13,72	11,80	9,10	6,28	4,37	3,62	2,52	1,89	1,26	1,00	0,75	0,46	0,40	0,43	0,46	<b>0,52</b>

Die Mittelwerte aus diesen 24 Beobachtungen, welche die Intensität der Linie 5303 Å, ausgedrückt in willkürlichen Einheiten und beobachtet bei einem Abstand von etwa 30" vom Sonnenrand geben, sind in Tabelle 10 in Intervallen von 5° der heliographischen Breite mitgeteilt, wobei bereits zwischen Ost- und Westrand gemittelt worden ist.

Wie die übrige Sonnenaktivität hat auch die Koronaintensität gegenüber dem Vorjahr stark abgenommen. Die mittlere tägliche Summe der von 5° zu 5° heliographischer Breite gemessenen Intensitäten beträgt 357,3 gegenüber 581,9 im Jahre 1972, was eine Abnahme um 39% ergibt. Auf der nördlichen Hemisphäre hat die Intensität von 260,1 auf 159,2 abgenommen, auf der südlichen von 321,8 auf 198,1, auf beiden Hemisphären somit um 39%. Damit ist wie im Vorjahr die südliche Korona heller als die nördliche, entsprechend dem Verhalten der Flecken und Fackeln, jedoch abweichend von demjenigen der Protuberanzen. Die Breitenverteilung der Intensität ist in Abb. 2 dargestellt. Das Maximum liegt auf beiden Hemisphären bei einem Äquatorabstand von etwa 12° wie schon im Vorjahr. Nicht nur ist gesamthaft die südliche Intensität grösser als die nördliche, sondern auch das südliche Maximum liegt höher als das nördliche, wie bei den Flecken und Fackeln.

Neben den Hauptzonen sind auch in mittleren Breiten gelegentlich Intensitätsmaxima aufgetreten, die jedoch im Jahresmittel verwischt sind. Die Beobachtungen sind für die beiden Halbjahre getrennt gemittelt worden. Im ersten Halbjahr zeigte sich ein Nebenmaximum bei 40° südlicher und ein solches bei 60° nördlicher Breite, im zweiten Halbjahr eines bei 45° südlicher Breite. Es dürfte sich dabei um Vorläufer der neuen Polarzone handeln. Bemerkenswert ist ferner, dass im ersten Halbjahr die Linie, allerdings mit sehr geringer Intensität, bis zum S-Pol sichtbar war, während sie in nördlichen Breiten  $>70^\circ$  nicht aufgetreten ist.

## 6. Radioemission der Sonne

Wie in früheren Jahren ergänzen wir abschliessend die optischen Beobachtungen der Sonnenaktivität durch die Intensitäten der solaren Radioemission. Die beste Korrelation zwischen den Sonnenflecken-Relativzahlen und der solaren Radioemission besteht für die 10-cm-Strahlung. Wir beschränken uns deshalb auf die Messungen des National Research Council Ottawa auf der Wellenlänge von 10,7 cm. Die im Jahre 1973 erhaltenen Werte sind in Tabelle 11 mitgeteilt. Die verwendete Einheit beträgt  $10^{-22} \text{W/m}^2$  und 1 Hz Bandbreite. Die Werte sind auf die mittlere Entfernung Erde-Sonne reduziert.

Gegenüber dem Vorjahr hat die Radioemission von 120,9 auf 93,4, somit um 23% abgenommen. Die Intensität besteht aus einem konstanten und einem variablen Anteil, welcher letzterer fast linear mit der Sonnenfleckenaktivität zusammenhängt. Der konstante Anteil, der bei völlig ruhiger Sonne beobachtet wird, beträgt 68. Der variable Anteil hat somit von 53 im Jahre 1972 auf 25 im Jahre 1973 abgenommen, somit um 53%.

Die Tageswerte der Radioemission sind in Abb. 3 dargestellt. Eine Vergleichung mit Abb. 1 zeigt wiederum die sehr enge Beziehung mit den Sonnenflecken-Relativzahlen. Der höchste Wert sowohl bei der Relativzahl als auch bei der Radio-

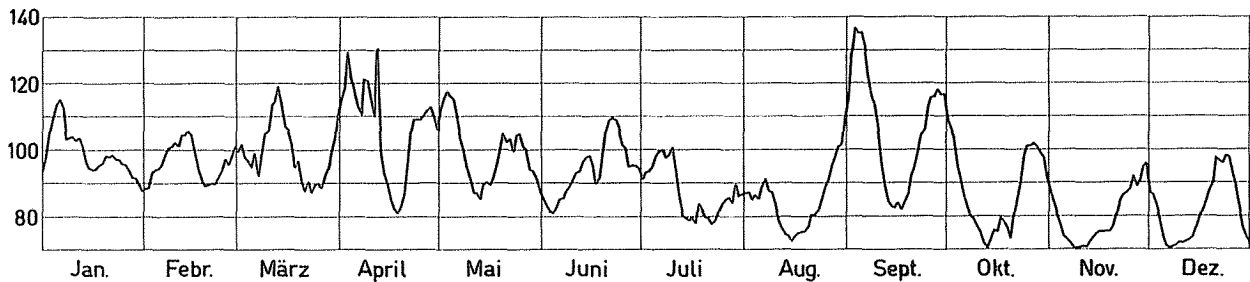


Abb. 3. Die täglichen Werte der solaren Radioemission auf der Wellenlänge 10,7 cm im Jahre 1973.

Tabelle 11. Die Intensität der solaren Radioemission bei  $\lambda = 10,7$  cm für das Jahr 1973.  
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	93,9	88,6	99,5	115,0	111,9	85,2	90,9	86,9	114,9	109,0	87,0	86,9
2	98,2	88,6	101,6	118,1	115,0	83,1	93,1	86,8	129,2	106,1	83,9	86,3
3	105,1	93,1	97,8	129,4	117,3	81,5	93,5	85,0	136,5	103,5	81,1	82,7
4	109,3	94,1	96,6	122,3	115,9	81,0	94,9	86,2	135,0	94,9	77,4	78,6
5	113,3	94,3	94,8	117,7	115,0	82,5	97,9	85,1	135,1	90,6	73,9	73,6
6	115,0	95,3	98,9	112,7	109,7	85,1	99,4	88,8	130,9	85,9	73,2	70,9
7	112,3	98,5	92,2	110,3	103,4	85,3	99,9	90,8	121,7	82,2	72,1	70,4
8	103,2	100,5	98,9	121,0	100,0	87,4	97,6	87,5	115,7	80,1	70,4	70,9
9	103,7	100,9	104,7	120,5	95,1	88,9	98,6	87,1	113,1	79,1	70,4	71,2
10	103,8	102,1	105,6	115,5	90,9	91,0	100,5	83,4	106,7	77,0	70,7	72,3
11	102,8	101,2	113,4	110,3	87,0	92,9	94,0	78,9	96,8	74,9	71,2	71,9
12	103,5	104,6	114,5	130,4	86,8	93,6	85,4	76,3	89,5	72,0	70,7	72,5
13	100,9	104,7	118,9	99,4	85,2	96,3	80,3	74,7	84,6	70,5	72,6	73,1
14	96,2	105,6	114,0	92,7	89,3	97,7	79,5	74,1	82,9	72,7	73,8	73,8
15	94,6	104,7	107,1	89,5	90,1	98,2	78,7	72,6	82,6	75,7	75,0	76,6
16	93,8	98,7	106,9	85,0	89,5	95,2	79,5	74,1	83,9	75,6	75,6	79,7
17	94,2	94,2	101,5	82,1	91,4	89,8	78,1	75,0	81,8	79,5	75,3	82,1
18	95,3	90,7	94,9	80,9	95,4	91,4	83,6	75,3	84,6	78,3	75,5	84,9
19	94,8	88,9	96,7	82,8	99,4	99,2	81,6	75,4	86,6	76,7	75,4	87,8
20	98,3	89,4	91,0	86,4	104,7	105,4	79,5	76,8	92,0	73,4	76,8	89,9
21	97,9	89,9	87,4	95,2	102,2	108,8	79,4	80,4	94,9	80,0	80,7	97,6
22	98,5	89,7	90,3	105,0	103,1	109,4	77,6	80,4	99,5	85,0	84,7	96,7
23	97,2	91,4	87,1	109,2	99,6	108,8	78,6	81,8	103,9	89,9	86,5	96,0
24	96,9	93,6	89,4	109,0	104,5	106,1	81,6	85,3	106,2	97,6	87,0	98,1
25	95,6	97,2	90,0	109,2	104,7	101,3	83,8	88,9	112,7	101,0	88,0	97,6
26	95,3	95,6	88,6	110,1	101,1	100,3	85,0	91,2	115,5	101,0	91,8	92,9
27	93,4	98,2	92,0	111,6	99,9	94,8	85,5	95,1	115,9	101,7	88,8	88,6
28	91,7	100,9	94,2	112,6	94,1	95,2	84,2	97,5	118,1	100,7	90,7	81,7
29	91,4		99,0	109,5	93,3	95,1	89,5	100,8	116,5	99,1	94,9	76,4
30	89,7		102,8	106,2	90,8	94,1	86,1	101,3	116,5	97,4	95,7	74,1
31	87,7		110,3		87,2		86,6	109,6		90,5		72,0
Mittel	99,0	96,3	99,4	106,6	99,1	94,2	87,2	84,9	106,8	87,1	79,7	81,5

emission ist am 3. September aufgetreten. Der starke Impuls der Aktivität von anfangs September wiederholt sich mit abnehmender Intensität in Intervallen von 27,5 Tagen bis zum Jahresende.

## 7. Zusammenfassung

Im Berichtsjahr hat die Sonnenfleckentätigkeit auf 36% ihres in den Jahren 1968 und 1969 erreichten Maximalwertes abgenommen. Sie ist damit in die Phase geringer Aktivität eingetreten. Dies kommt auch darin zum Ausdruck, dass erstmals seit 1966



wieder fleckenfreie Tage aufgetreten sind. Im gesamten sind es 27, alle im zweiten Halbjahr. Gegenüber dem Vorjahr sind die Relativzahl und die Gruppenzahl um 45% zurückgegangen, die Fackelflächen um 35%, die Protuberanzenflächen um 50%, die 5303-Intensitäten um 39% und die Radioemissionen um 53%. Der im Vorjahr aufgetretene starke S-Überschuss hat sich, wenn auch abgeschwächt, erhalten, abgesehen von den Protuberanzen, welche einen N-Überschuss aufweisen. Der N/S-Quotient beträgt für die Fleckengruppen 0,91, für die Fackeln 0,80, für die Protuberanzen 1,27 und für die Koronaintensität 0,80. Die heliographische Breite der nördlichen Fleckzone hat ihre regelmässige Abnahme fortgesetzt, während diejenige der südlichen während der letzten drei Jahre konstant geblieben ist. Das bemerkenswerteste Ereignis ist die Reaktivierung der Sonnentätigkeit anfangs September, welche zu den höchsten Aktivitätszahlen des Jahres geführt hat. Sie hat sich mit abnehmender Intensität über ein halbes Jahr erstreckt. Da sie in heliographischer Länge auf einen relativ engen Bereich beschränkt war, hat sie zu einer ausgeprägten 27-tägigen Periodizität geführt.

Eidgenössische Sternwarte Zürich, April 1974.