Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 60 (2002)
Heft: 313

Artikel: Sonnenrotation als Ferienerinnerung
Autor: Nufer, Robert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898537

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 18.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Sonnenrotation als Ferienerinnerung

ROBERT NUFER

Gerne verbringe ich an Sonntagen bei schönem Wetter einige Stunden auf der Beobachtungsstation des Astronomischen Vereins Basel. Was man aber als Demonstrator den Besuchern auch zeigt, Protuberanzen und Sonnenflecken, mögen sie noch so prominent sein, erscheint (natürlich) sehr statisch. Es wäre doch toll, die Rotation der Sonne mit einer kleinen Animation von selber geschossenen Aufnahmen jederzeit im Notebook zur Verfügung zu haben. Der Wunsch ging in meinen Sommerferien auf Teneriffa in Erfüllung.

Ich war zuversichtlich, in den zwei Wochen auf der kanarischen Insel jeden Tag ein digitales Foto der Sonne schiessen zu können. Wenn es ginge, jeweils etwa zur gleichen Zeit nach dem Frühstück. Wieder zu Hause, würde ich dann die Bilder im Computer bearbeiten, in die richtige Lage bringen und zu einer Animation zusammenstellen. So war es denn auch: Bloss an einem einzigen Tag, am 19. Juli, war es so stark bewölkt, dass die Sonne nur verschleiert aufgenommen werden konnte. Ein Tag fehlt (leider) ganz: Am 25. Juli machten wir einen Ausflug nach Lanzarote und kamen, trotz einer rasanten Taxifahrt vom Flughafen zurück nach Playa de las Americas, nur wenige Sekunden vor Sonnenuntergang im Hotel an. Dafür wurden meine Bemühungen mit schönem Wetter nach den Ferien belohnt, so dass ich noch weitere vier Aufnahmen anhängen konnte.

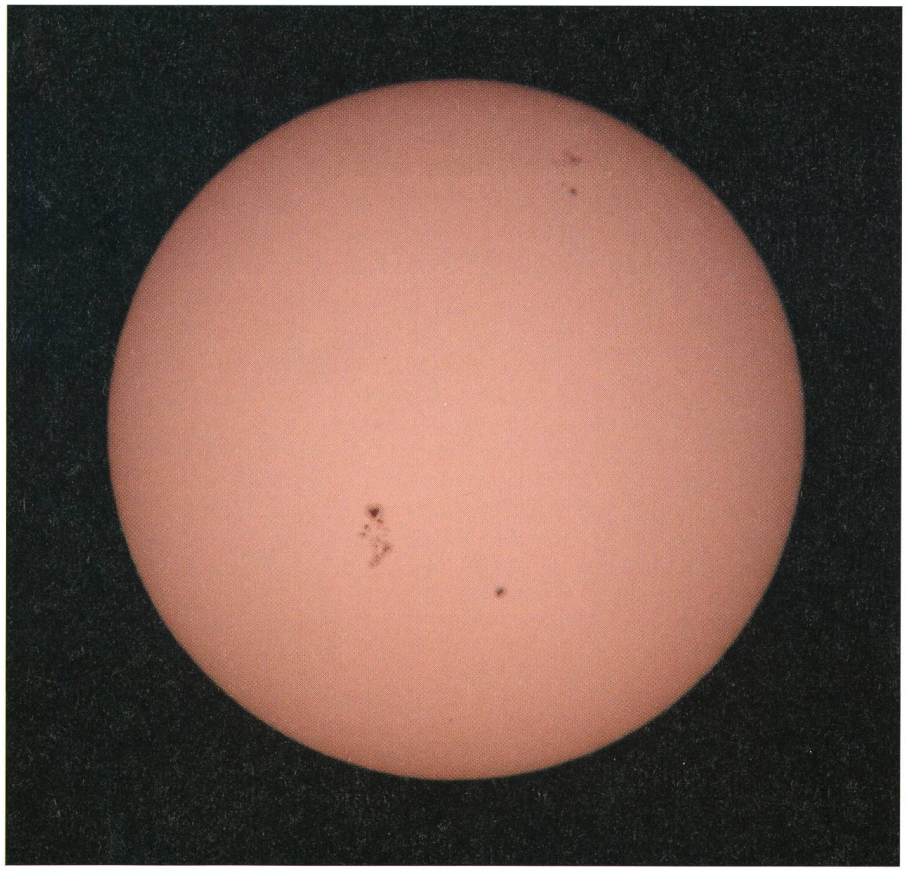


Fig. 1a: Die Original-Aufnahme vom 20. Juli 2002

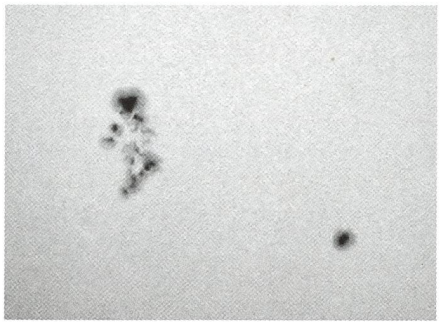


Fig. 1b: Lediglich kontrastverstärkter und entfärbter Ausschnitt (400 x 300 Punkte) aus Bild 1a

Ausrüstung

Diese bestand aus einem Fotostativ (PX-701F, Velbon) ohne Kopf, an dessen Stelle eine kleine batteriebetriebene parallaktische Montierung (Takahashi; die passte locker ins Handgepäck), einem 1250 mm Maksutov-Cassegrain-Tubus (ETX90, Meade) mit 90 Grad Einblick, einem Glas-Sonnenfilter (Identi-view, J. M. B. Inc., U. S. A.), einer Digitalkamera (CoolPix 995, Nikon) mit einem vor die Linse schraubbaren 28 mm-Okular (William optics Corp., U.S.A.) und einem elektronischen «Draht»-Auslöser.

Aufnahmen

Digitale Bilder in der Astronomie, die im Computer aufgearbeitet werden sollen, müssen mit der höchstmöglichen Qualität, welche eine Kamera bietet, aufgenommen und unkomprimiert abgespeichert werden. Bei der Nikon 995 mit drei Megapixeln bedeutet dies eine Bild-Auflösung von 2048 x 1536 Bildpunkten zu drei Bytes (rot, blau, grün), also 9 Megabytes pro Aufnahme. Die Aufnahmen machte ich als Okularprojektion durch das 28 mm-Okular, wobei der Kamerafokus manuell auf unendlich, die Brennweite auf maximalen Weitwinkel (8.2 mm) und die Belichtungszeit auf 1/250 Sekunde eingestellt wurde. Es war relativ schwierig, die genaue Schärfe am Fernrohr einzustellen, denn zur Kontrolle hatte ich nur den Monitor an der Kamera-Rückwand zur Verfügung, und auf dem ist die Schärfe in der prallen Sonne nicht gut zu beurteilen. Also machte ich jeweils mehrere Aufnahmen mit leicht verstelltem Fokus und behielt dann die Beste, nachdem ich sie im dunklen Hotelzimmer beurteilt hatte. Bild 1a zeigt die Original-Aufnahme vom 20. Juli. Die Sonne füllt bei 45-facher Vergrösserung 72 Prozent der Bildhöhe oder 1105 der 1536 Bildpunkte aus. Bild 1b ist ein schwarz-weisser, kontrastverstärkter, aber nicht weiter bearbeiteter Ausschnitt daraus, der die Qualität der rohen Bildinformation zeigen soll.

Bildbearbeitung

Mit einem Bildbearbeitungs-Programm wurden die 16 Bilder etwas geschärft und in den Graustufen-Modus konvertiert. Diese Prozedur machte ich mit eingeschaltetem Makro-Recorder mit dem ersten Bild und liess dieses Makro dann über die restlichen Bilder ablaufen. Die Helligkeit und den Kon-

trast der Bilder passte ich an, indem ich das erste Bild optimierte und auf dem Bildschirm liess und die restlichen 15 Bilder ebenfalls nach Gutdünken ans erste Bild anglich. Damit konnte ich ein Helligkeits-Flimmern von Bild zu Bild minimieren, das durch die verschiedenen Grundhelligkeiten der Bilder sonst entstanden wäre.

«Gemessene» Fleckenpositionen

Auf den so erhaltenen Sonnenbildern bestimmte ich den Verlauf des Sonnenrandes und den Sonnenradius (in Pixel-Einheiten), indem ich auf jedem Bild die Position von drei Punkten am Sonnenrand bestimmte. Dann musste ich auf allen Bildern die entsprechenden Flecken suchen und in eine Tabelle eintragen. Ich nahm sechs Flecken, welche ich auf aufeinanderfolgenden Bildern eindeutig zuweisen konnte. Im Bild 2 erkennt man schön, dass die Definition einer Fleckenposition nicht mathematisch exakt angegeben werden kann, denn die Flecken machen eine dynamische Entwicklung durch und die kühlsten Stellen innerhalb eines Flecks können von Tag zu Tag an einer ganz anderen Stelle auftreten. «Vernünftiges» Augenmass war also gefragt.

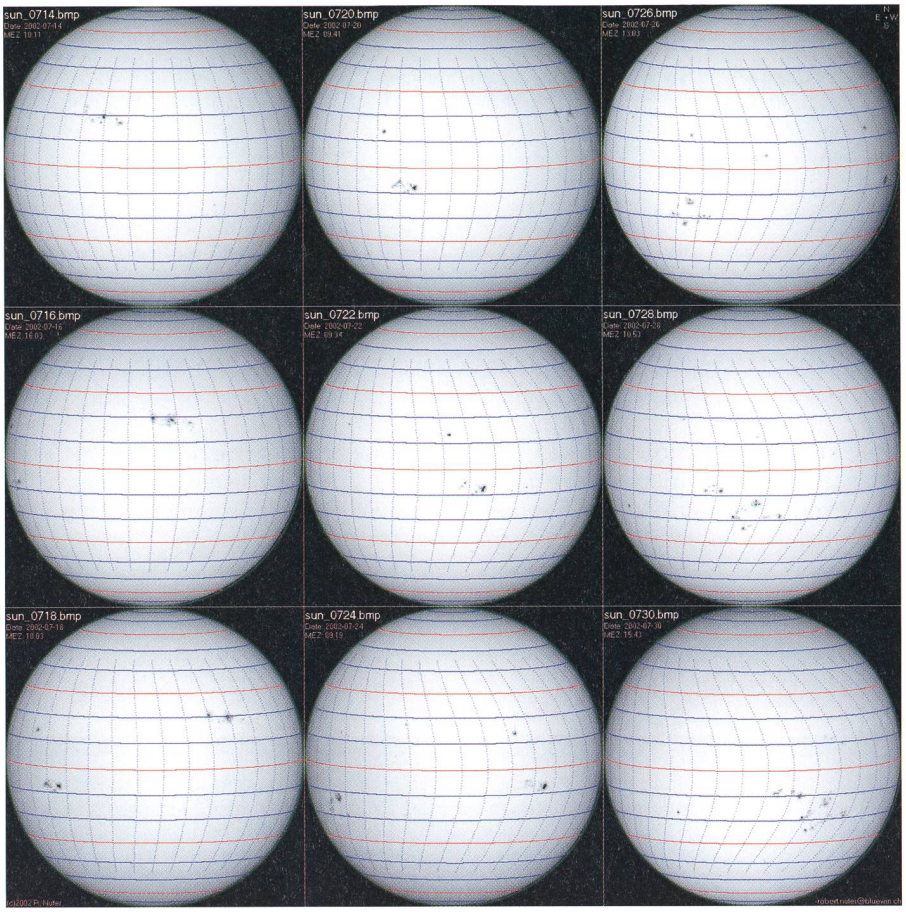
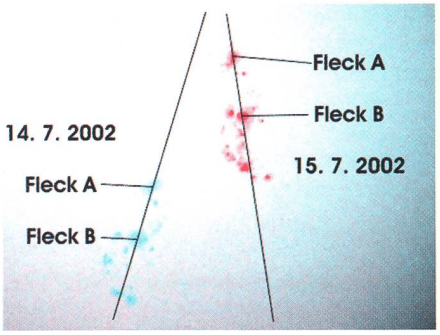


Fig. 4: Jedes zweite Bild der Sequenz, also die Sonne im Abstand von je zwei Tagen fotografiert. Die überlagerten Koordinatengitter zeigen die differentielle Rotation der Sonne.

Fig. 2: Übereinander gelegte Bildausschnitte der Flecken A und B des ersten (blau) und zweiten Aufnahmetages (rot). Die langen Linien zeigen an, dass die beiden Bilder etwa um 30 Grad gegen einander gekippt aufgenommen wurden.



Modellierte Fleckenpositionen

Was auf einer Aufnahme der Sonne abgebildet wird, ist die zweidimensionale Projektion von Details auf einer Kugeloberfläche. Der irdische Beobachter steht meist etwas nördlich oder südlich des Sonnenäquators, da die Erdbahnebene in einem Winkel von 7.25 Grad zum Sonnenäquator steht. Der Wert dieser heliographischen Breite der Erde ist als Funktion der Zeit (und damit auch des Aufnahmezeitpunktes) bekannt. Die synodische Rotationsgeschwindigkeit der Sonne beträgt am Äquator etwa 13 Grad/Tag. Sie nimmt aber mit zunehmender geographischer Breite etwas ab, was man als differentielle Rotation bezeichnet. Die gebräuchliche Formulierung dafür ist eine Funktion in der Form

Fig. 3: Die Kolonne dt gibt den Zeitpunkt der jeweiligen Aufnahme bezogen auf den Zeitpunkt der ersten Aufnahme (in Tagen) an. Linke xy-Tabelle: «Gemessene» Koordinaten der sechs Flecken A bis F auf den jeweiligen Bildern bezogen auf den Bild-Mittelpunkt einer Einheitssonne mit Radius=1. Rechte xy-Tabelle: Modellierte Koordinaten der sechs Flecken A bis F zum Zeitpunkt der entsprechenden Aufnahme.

Filename	dt	X_A	Y_A	X_B	Y_B	X_C	Y_C	X_D	Y_D	X_E	Y_E	X_F	Y_F
sun_0714	0.00	-0.05	0.30	-0.01	0.41								
sun_0715	0.97	-0.22	0.03	-0.24	0.16								
sun_0716	2.24	-0.29	-0.17	-0.27	-0.05	0.41	0.83	0.07	0.97				
sun_0717	2.97	-0.24	-0.42	-0.26	-0.30	0.15	0.81	-0.23	0.89				
sun_0718	3.99	-0.31	-0.58	-0.31	-0.47	0.25	0.62	-0.11	0.80				
sun_0719	5.32	-0.49	-0.69	-0.48	-0.60	0.32	0.31	0.01	0.61				
sun_0720	5.98			-0.34	-0.77	0.23	0.23	-0.13	0.46				
sun_0721	6.96			-0.39	-0.85	0.23	-0.01	-0.12	0.25				
sun_0722	7.97			-0.49	-0.87	0.18	-0.24	-0.14	0.05	0.40	0.90		
sun_0723	8.97					0.17	-0.44	-0.16	-0.18	0.38	0.85		
sun_0724	9.96					0.10	-0.64	-0.22	-0.38	0.42	0.71		
sun_0726	12.12					-0.09	-0.92	-0.39	-0.69	0.42	0.29		
sun_0727	13.14					-0.28	-0.95	-0.56	-0.72	0.37	0.01	0.68	0.68
sun_0728	14.03							-0.54	-0.81	0.29	-0.15	0.61	0.64
sun_0729	15.18									0.19	-0.38	0.59	0.49
sun_0730	16.23									0.17	-0.57	0.51	0.36

X_A	Y_A	X_B	Y_B	X_C	Y_C	X_D	Y_D	X_E	Y_E	X_F	Y_F
-0.05	0.32	-0.01	0.43								
-0.23	0.03	-0.25	0.16								
-0.30	-0.19	-0.29	-0.06	0.41	0.81	0.06	0.97				
-0.22	-0.42	-0.25	-0.30	0.16	0.81	-0.23	0.89				
-0.30	-0.57	-0.31	-0.47	0.26	0.63	-0.10	0.80				
-0.48	-0.68	-0.48	-0.60	0.32	0.31	0.01	0.60				
		-0.34	-0.77	0.23	0.24	-0.13	0.46				
		-0.39	-0.85	0.22	0.00	-0.12	0.26				
		-0.47	-0.87	0.18	-0.24	-0.14	0.05	0.41	0.89		
				0.16	-0.44	-0.17	-0.18	0.37	0.84		
				0.10	-0.64	-0.21	-0.38	0.41	0.71		
				-0.09	-0.92	-0.38	-0.70	0.41	0.28		
				-0.29	-0.95	-0.56	-0.72	0.37	0.01	0.68	0.68
						-0.54	-0.81	0.30	-0.15	0.62	0.65
								0.19	-0.38	0.59	0.49
								0.16	-0.57	0.50	0.36

Rotationsgeschwindigkeit = a - b * $\sin^2$(geographische Breite) Grad/Tag,

wobei b je nach Fleckenart typischerweise im Bereich zwischen 1.5 und 4.0 Grad/Tag liegt. Die Aufgabe bestand also darin, alle 16 Bilder so gegeneinander zu drehen, dass 1.) der Rotationspol der Sonne senkrecht steht, 2.) jedem der sechs Flecken eine geographische Breite sowie eine geographische Länge zum Zeitpunkt der ersten Aufnahme zugewiesen werden kann, von der aus sich der Fleck gemäss obiger Gleichung weiterbewegt, und 3.) dass sich die Projektion dieser Flecken vom irdischen Standpunkt aus möglichst gut mit den tatsächlichen Aufnahmen deckt. Es waren also 30 unbekannte Parameter zu optimieren (a und b aus obiger Gleichung, für die sechs Flecken je die geographische Breite und die Länge zum Zeitpunkt der ersten Aufnahme und die 16 Rotationswinkel der Bilder). Das klingt kompliziert, aber mit der Solver-Funktion im Microsoft-Excel sind es nur ein paar Mausklicks. Als Resultat der differentiellen Rotation kam

Rotationsgeschwindigkeit = 13.33 - 2.42 * $\sin^2$ (geographische Breite) Grad/Tag

heraus. Die geographischen Breiten der Flecken lagen zwischen 19.3 Grad Nord und 17.0 Grad Süd.

Ich musste nun nur noch die 16 Bilder um den mit dem Solver gefundenen optimalen Winkel drehen. Aus didaktischen Gründen überlagerte ich auf jedes Bild ein 10-Grad-Gitter mit der differentiellen Rotation relativ zum Zeitpunkt der ersten Aufnahme. Bild 4 zeigt jedes zweite Bild der Serie zwischen dem 14. und 30. Juli. Die Reihenfolge ist vertikal, oben links beginnend.

Aus allen 16 Bildern habe ich die eingangs angesprochene Animation in Form einer .AVI-Datei erstellt, welche über die Internet-Adresse des Astronomischen Vereins Basel (http://Basel.Astronomie.ch) heruntergeladen werden kann.

ROBERT NUFER
Im Römergarten 1, 4106 Therwil
Robert.Nufer@Bluewin.ch

Grösste Sonnenfleckengruppe

Zwei Aufnahmen der grössten Sonnenfleckengruppe dieses Jahres vom 30. Juli bezw. 1. August. Gemacht habe ich sie in Puimichel/Haute Provence mit meinen 90/1350 mm Sonnenrefraktor via einseitig belegtes Pentaprisma, gelbes Interferenzfilter und Okularprojektion über ein 12 mm Plössl-Okular bei einem Sonnenbilddurchmesser von 100 mm.

GERHART KLAUS
Waldeggstr. 10, CH-2540 Grenchen

Fig. 1: 1.8.2002, 12^h30 UT

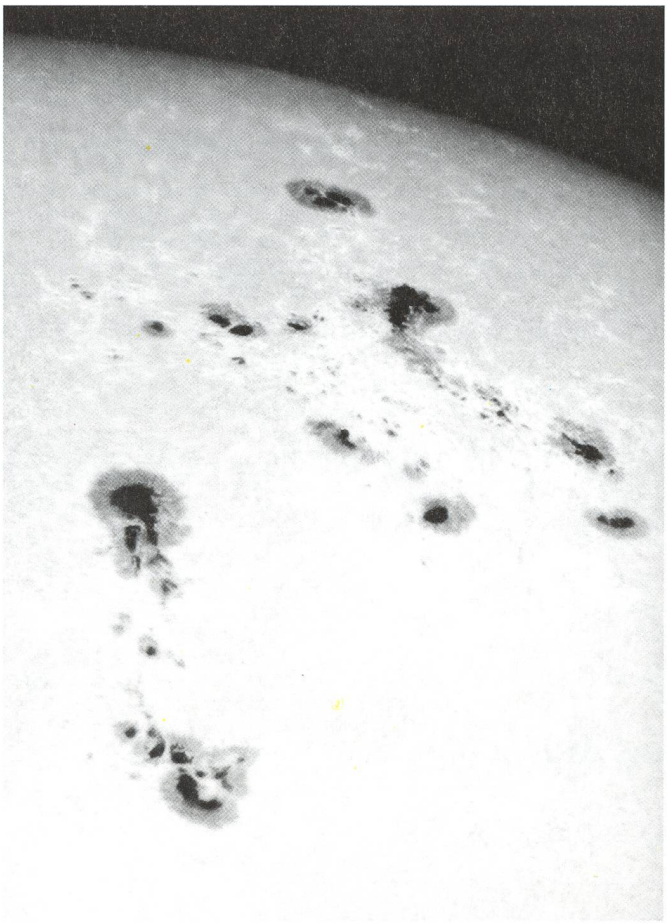
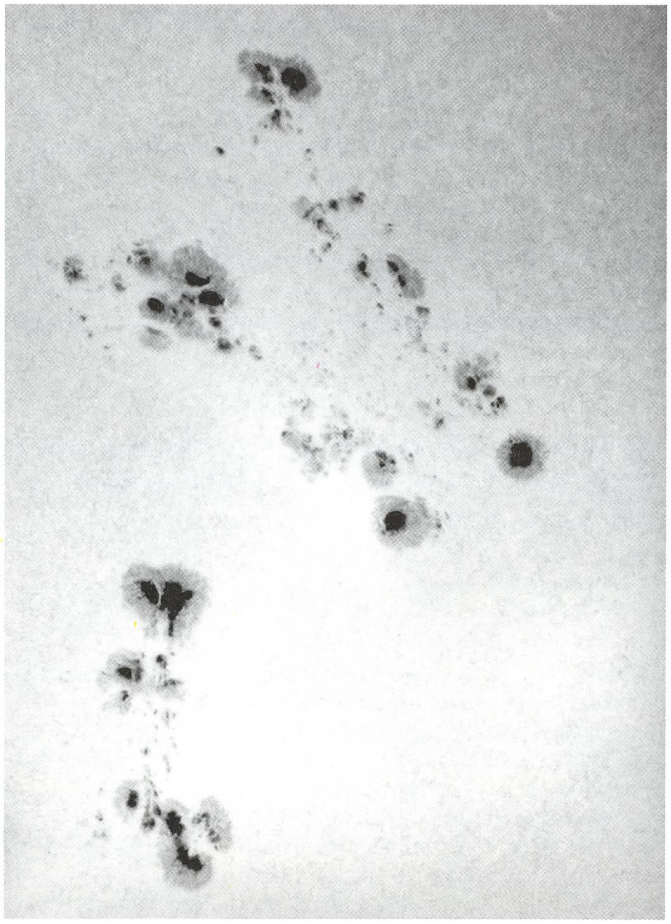



Fig. 2: 30.7.2002, 9^h00 UT