Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 33 (1975)
Heft: 147

Artikel: Polaritätsbestimmungen an Sonnenflecken mit dem Spektrohelioskop
Autor: Veio, F.N.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899439

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. Siehe Rechtliche Hinweise.

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. Voir Informations légales.

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. See Legal notice.

Download PDF: 06.10.2024

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

Polaritätsbestimmungen an Sonnenflecken mit dem Spektrohelioskop

von F. N. Veio, Clearlake Park

Eines der vielseitigen Instrumente zur Sonnenbeobachtung ist das Spektrohelioskop, weil es für eine Manigfaltigkeit von Wellenlängen gebraucht werden kann. Beobachtungen im Licht der H_α-Linie (6562.7 Å) zeigen Eruptionen, Fackeln, Protuberanzen und Filamente. Relativ neu ist, dass im Licht der neutralen Magnesium-Linie (5167.3 Å) auch Polaritätsbestimmungen an solchen Erscheinungen möglich sind[1]).

In Sonnenobservatorien wird hierzu der von Babcock[2]) angegebene Magnetograph benützt, dessen optisches System sehr langbrennweitig sein muss. Für die Bildaufzeichnung wird zusätzlich eine photoelektrische Ausrüstung benötigt. Hierfür ist von Leighton[3]) eine spezielle Methode angegeben worden. Diese für die Fachastronomie wichtigen Verfahren bedingen ein Instrumentarium, das die Möglichkeiten des Amateurs weit überschreitet. Beschränkt man sich jedoch fürs erste auf das menschliche Auge als Strahlungsempfänger, so lassen sich Einrichtungen angeben, die es auch dem Amateur ermöglichen, die Polaritäten von Sonnenflecken und Sonnenfackeln festzustellen.

Diese Möglichkeit beruht bei Erscheinungen nahe dem *Zentrum* der Sonnenscheibe auf dem *longitudinalen* Zeeman-Effekt. In diesem Fall verlaufen die magnetischen Kraftlinien in der Blickrichtung, und da sich die angeregten Atome in deren Richtung orientieren, ist das von ihnen ausgestrahlte Licht dazu parallel. Dabei wird die betreffende Spektrallinie in zwei zirkular polarisierte Komponenten aufgespalten, die mit S_r (rot) und S_V (violett) bezeichnet werden. Erscheint die Spektrallinie als *Absorptions*linie (inverser Zeeman-Effekt), so entspricht S_r *links* zirkular polarisiertem Licht (Rotverschiebung), und S_V *rechts* zirkular polarisiertem Licht (Violettverschiebung). Neben diesem Effekt, der hier besprochen werden soll, gibt es auch noch einen *transversalen* Zeeman-Effekt, der bei Erscheinungen am Sonnen*rand* Bedeutung hat, auf den aber hier nicht eingegangen werden soll.

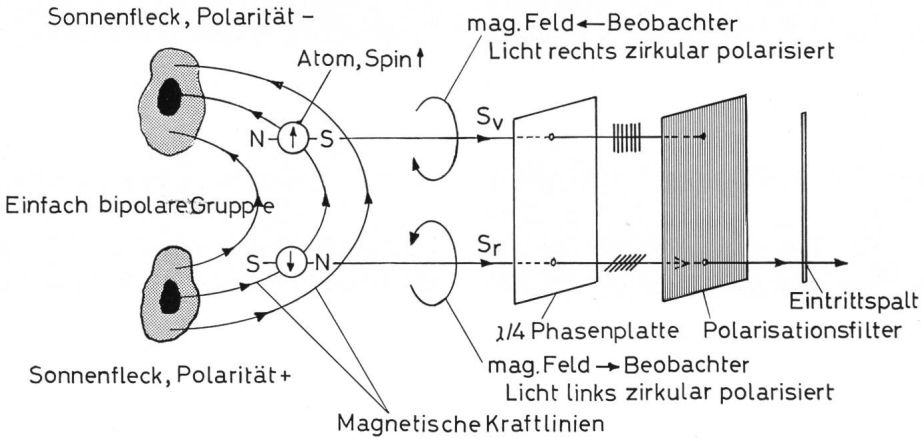

Fig. 1: Die prinzipiellen Verhältnisse bei bipolaren Erscheinungen auf der Sonnenoberfläche und die Möglichkeit der Erkennung und Definition der Polaritäten, schematisch dargestellt. Das hierzu erforderliche Spektrohelioskop erhält zusätzlich vor dem Eintrittspalt eine drehbare $\lambda/4$ Phasenschicht und ein fix angeordnetes Polarisationsfilter.

Die prinzipielle Anordnung zur Sichtbarmachung der Polaritäten von Sonnenflecken, Fackeln u.s.w. geht aus der schematischen Fig. 1 hervor. Das von zwei bipolaren Zentren abgestrahlte zirkular polarisierte Licht passiert vor dem Eintrittspalt des Spektrohelioskops eine drehbare $\lambda/4$ Glimmerplatte oder eine $\lambda/4$-Phasenplatte, sowie ein fix angeordnetes Polarisations- (Polaroid-) Filter. In geeigneter Stellung wandelt die $\lambda/4$-Phasenschicht das zirkular polarisierte Licht in rechts plan polarisiertes Licht um. Ist nun das Polarisationsfilter derart orientiert, dass es das links plan polarisierte Licht zurückhält, so wird nur das rechts polarisierte Licht gesehen, das von einem der beiden Zentren herrührt. Dreht man nun die $\lambda/4$-Phasenschicht um 90°, so wird das zirkular polarisierte Licht in links plan oplarisiertes Licht umgewandelt und vom Polarisationsfilter unterdrückt. Das bedeutet aber, dass entweder die Strahlung des einen oder des anderen Zentrums entsprechend ihrer Polarisation unterdrückt wird und das betreffende Zentrum dunkel erscheint (vgl. Fig. 1).

Der Vorgang der Strahlungsunterdrückung bei polarisierten Strahlungsquellen lässt sich in Übereinstimmung mit dem nachfolgend beschriebenen experimentellen Vorgehen am einfachsten an Hand der Fig. 2 veranschaulichen. In Fig. 2 ist in der Mitte das Linienprofil eingezeichnet, wie es von einer feldfreien Stelle erhalten wird. Ist ein Magnetfeld vorhanden, so tritt eine Aufspaltung in entgegengesetzt zirkular polarisierte Komponenten auf (S_r und S_v). Mit der Polarisationsoptik wird dann jeweils eine dieser Komponenten unterdrückt, so dass die Helligkeit ihrer Strahlung den Werten A und B bzw. A′ und B′ entspricht.

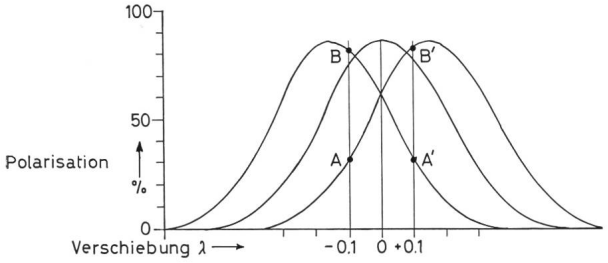

Fig. 2: Schematische Darstellung der Strahlungsunterdrückung auf Grund der Polarisation und mit Hilfe einer $\lambda/4$ Phasenschicht, sowie einem Polarisationsfilter nach M. WALDMEIER[4]).

Die mittlere Feldstärke der Umbra eines Sonnenflecks beträgt etwa 2500 Gauss, jene der Penumbra etwa 1000 Gauss[5]). Helle Fackelgebiete haben Feldstärken von 100 Gauss und darüber[1]). Die Feldstärken von Protuberanzen sind schwächer und liegen im Bereich von 5–10 Gauss[6]). Die durch sie bewirkte Linienverschiebung liegt in der Grössenordnung von 0.05 Å. Um so kleine Linienverschiebungen noch feststellen zu können, muss die lineare Dispersion des Spektroskops entsprechend hoch sein. Die visuelle Halbwertsbreite des Gitters soll dann 0.1 Å betragen.

Dies kann mit einem Plangitter erreicht werden, das auf einer Fläche von 50 × 50 mm 1200 Linien/mm aufweist und in 2. Ordnung benützt wird. Da ein solches Gitter in 1. Ordnung eine Auflösung von 1.2 μ besitzt, ergibt sich seine Auflösung in 2. Ordnung für eine mittlere Wellenlänge zu:

$$\frac{5167 \text{ Å}}{50 \times 1200 \times 1.2} = 0.07 \text{ Å}$$

Das Polaritäts-Spektrohelioskop des Verfassers weist ein solches Gitter auf. Dieses Instrument besitzt im übrigen ein Objektiv von 64 mm Öffnung und 2.7 m Brennweite (R = 1:42), einen Kollimator von ebenfalls 63 mm Öffnung, aber 3.8 m Brennweite (R = 1:59), das erwähnte Beugungsgitter[12]), sowie eine rotierende Scheibe mit 24 Spalten von je 0.1 mm Breite, womit eine Halbwertsbreite von 0.1 Å erzielt wird. Der Planspiegel des Heliostaten hat 100 mm Durchmesser. Die Baukosten dieses Instruments betrugen rund 500 $.

Um die Polarität eines Zentrums zu bestimmen, geht man experimentell wie folgt vor: Man wählt eine geeignete Spektrallinie, z. B. die Mg-Linie 5167.3 Å aus und verschiebt dann die gegen Blau liegende Kante der Linie um etwa 0.1 Å neben den Austrittspalt. Sucht man in dieser Einstellung ein in Frage kommendes Gebiet ab, so wird ein magnetisches Zentrum die Linienmitte in den Austrittspalt (zurück-) verschieben, und dessen Polarität kann gemäss den eingangs gegebenen Regeln festgestellt werden. Wird keine Verschiebung beobachtet, so ist kein Magnetfeld vorhanden.

Polaritätsmessungen mit Sonnenteleskopen werden vorzugsweise an schwachen Linien mit einfacher ZEEMAN-Aufspaltung vorgenommen[7]); starke Linien, wie H_α, H_β, Ca II_H, Ca II_K[8]) und NaD[9]) zeigen Multiplett-Aufspaltungen, welche die Interpretation erschweren. Für Amateure empfiehlt sich daher die Beobachtung von Linien mit einfacher ZEEMAN-Aufspaltung, wie z. B. der relativ starken Mg-Linie von 5167.3 Å, die longitudinal ein Duplett und nur transversal ein Triplett ergibt[10]), [11]).

Um bei professionellen Instrumenten eine Halbwertsbreite von 0.1 Å zu erreichen, werden anstelle rotierender Schlitzscheiben sehr enge Filter verwendet, die zwischen $ 40000.– (Carson) und $ 100000.–

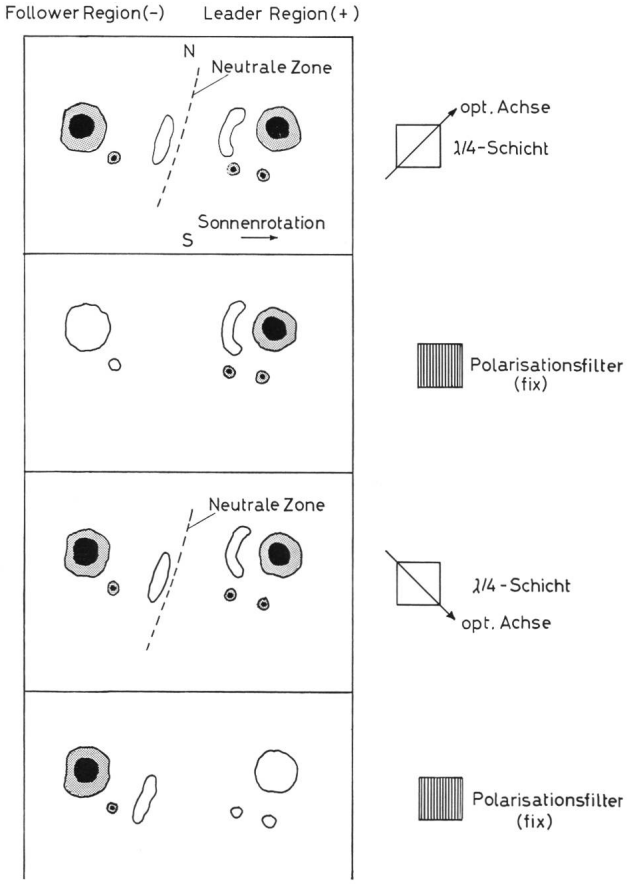

Fig. 3: Schematische Darstellung der Wirkungsweise eines Polarisations-Spektrohelioskops, gezeigt am Beispiel einer bipolaren Sonnenfleckengruppe.

(Zeiss) kosten. Carson liefert ausser den bereits in dieser Zeitschrift[13]) besprochenen engen Filtern auch Spektrohelioskope mit 0.1 Å Halbwertsbreite für etwa $ 500.–.

Abschliessend sei die Wirkungsweise eines Polarisations-Spektrohelioskops noch an Hand der schematischen Fig. 3 erläutert. Dargestellt ist eine bipolare Sonnenfleckengruppe, deren zirkular polarisierte Strahlung durch eine $\lambda/4$-Phasenschicht in linear polarisierte Strahlung umgewandelt wird. Je nach Stellung der $\lambda/4$-Phasenschicht wird die von den Polen ausgehende Strahlung rechts linear und links linear oder links linear und rechts linear polarisiert, worauf das Polarisationsfilter die jeweils rechts linear polarisierte Strahlung unterdrückt und deren Quelle entsprechend dem Schema der Fig. 2 verdunkelt wird.

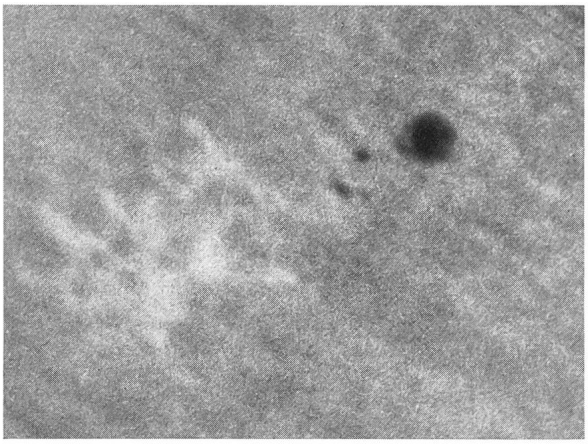

Bild 1: Bipolare Sonnenfleckengruppe, aufgenommen am 21. 4. 1972, 17.11 Uhr UT. Norden ist oben, Sonnenrotation im Gegenuhrzeigersinn. Aufnahme im Licht der Mg-Linie 6561.3 Å. Halbwertsbreite 0.1 Å. Die helle Leader Region (+) ist links, die dunkle Follower Region (—) ist rechts. Aufnahme H. LEINBACH.

Seit einiger Zeit ist es möglich, diesen Effekt auch photographisch festzuhalten. Unter der Voraussetzung der Verwendung sehr enger Filter mit 0.1 Å Halbwertsbreite, wie sie in der professionellen Astronomie (anstelle der im Amateurinstrument des Verfassers benützten Schlitzscheibe) üblich sind, hat H. LEINBACH[1]) Aufnahmen erhalten, die der schematischen Fig. 3 entsprechen. Eine dieser Aufnahmen ist nachstehend wiedergegeben.

Es ist zu erwarten, dass mit einer Verbilligung der sehr engen Filter die Gewinnung derartiger Aufnahmen auch dem Amateur möglich werden wird.

Literatur:

1) H. LEINBACH, persönliche Mitteilung an den Autor.
2) H. W. BABCOCK, Astrophys. J. *118*, 387 (1953).
3) R. B. LEIGHTON, Astrophys. J. *130*, 366 (1959).
4) M. WALDMEIER, persönliche Mitteilung an die Redaktion.
5) R. J. BRAY and R. E. LOUGHHEAD, «Sunspots», Wiley, N. Y., 1965.
6) E. TANDBERG-HANSSEN, Sky and Telescope *42*, 142 (1971).
7) H. VON KLÜBER, Z. Astrophys. *24*, 121 (1948).
8) A. B. SEVERNY, Observatory *78*, 33 (1958).
9) E. A. BARANOVSKY, Izv. Crim. Astrophys. Obs. *21*, 180 (1959)
10) Handb. d. Physik (S. FLÜGGE) Bd. *28*, 296 (1957).
11) Handb. d. Astrophysik (G. EBERHARD) Bd. *4*, 57 (1929).
12) Hersteller: Diffraction Products Inc., Preis: S 200.—.
13) J. SCHAEDLER und G. KLAUS, ORION *32*, 50 (1974), No. 141.

Adresse des Verfassers:
FREDRICK N. VEIO, P. O. Box 338, Clearlake Park, Cal. 95424, U.S.A.

Galaxie

das Mitteilungsblatt unserer welschen Sternfreunde, bringt in seiner Nummer 11, ebenfalls vom Februar 1975, an erster Stelle einen Aufsatz über variable Sterne von J. THURNHEER, dann eine Notiz über den 13. Jupiter-Mond von F. MEYER (worüber unsere Leser bereits informiert wurden), weiter einen Bericht über das Radioteleskop des MAX PLANCK-Instituts in Effelsberg von M. DUTOIT und einen Bericht über Sternkonstellationen von F. MEYER, der einer etwas erweiterten Darstellung der Auslese lohnender Objekte des Sternenhimmels von R. A. NAEF entspricht. J. THURNHEER gibt sodann einen Bericht über den Rosetten-Nebel im Sternbild Einhorn, während F. MEYER den Lauf der Planeten beschreibt, wie er bereits im Sternenhimmel von R. A. NAEF beschrieben ist, der im übrigen im Anschluss daran rezensiert wird. Lokale Mitteilungen runden auch dieses Heft ab.

Skorpion

das Mitteilungsblatt unserer Tessiner Sternfreunde, bringt in seiner Nummer 23 vom Februar 1975 mehrere Beiträge von F. JETZER über die gegenwärtigen Ereignisse am Himmel, die NASA-Ergebnisse an Jupiter und Merkur (worüber unsere Leser bereits ausführlich informiert worden sind) sowie Ausblicke auf die in naher Zukunft zu erwartende Mars-Erforschung mit Hilfe des Viking-Programms. Es folgen: ein Gespräch mit Dr. h. c. HANS ROHR (V. PEZZOLI), ein Bericht über den Boliden vom 13. 12. 1973 (S. CORTESI), sowie ein Bericht über den Kleinplaneten Eros in Opposition (S. MATERNI). Über den Inhalt dieser Berichte sind unsere Leser ebenfalls bereits informiert. Es folgen dann der 1. Teil eines Aufsatzes über Quasare von F. FRANCHINI, ein Aperçu über die astrophotographischen Möglichkeiten des Amateurs von F. MEYER, sowie der 2. Teil einer Anleitung zur Himmelsbeobachtung von G. SPINEDI.