Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 38 (1980)
Heft: 176

Artikel: Sonnenforschung mit Radiowellen
Autor: Benz, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899538

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: 29.07.2025

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

einen wesentlichen Beitrag geleistet hat. So haben wir guten Grund, aus dem Observatorium auf Calar-Alto weitere erfolgreiche Arbeiten zu erwarten.

Anmerkungen:
Der Verfasser hatte Gelegenheit, anlässlich eines Presseseminars das Astronomische Zentrum zu besichtigen. Aus der Fülle von gedruckten Informationen, Bildern und persönlichen Eindrücken wurden für den vorstehenden Artikel vor allem diejenigen Themen ausgewählt, über die nicht schon früher in unserer Zeitschrift geschrieben wurde. Wir möchten den Leser jedoch ausdrücklich auf diese bebilderten Publikationen aufmerksam machen:

1) ORION Nr. 151 (Dezember 1975), S. 205ff: «Calar-Alto, Deutsch-Spanisches Astronomisches Zentrum im Aufbau».
2) ORION Nr. 155 (August 1976), S. 96ff: «Zweites 2,20 m-Teleskop bei Carl Zeiss fertiggestellt».
3) Einzelheiten zu optischen Systemen finden sich u.a. in zwei Beiträgen von Dr. E. Wiedemann.
— ORION Nr. 110 (Februar 1969), S. 12ff: «Optik für Astro-Amateure»
— ORION Nr. 124 (Juli 1971), S. 83ff: «Korrektoren zu Teleskopsystemen».
4) Zitiert nach einem Pressereferat von Prof. Hans Elsässer, Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg: «Wie Sterne entstehen — Astronomische Programme und erste Beobachtungsergebnisse».

Abb. 1, 2, 3, 7, 8: Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg. Abb. 5, 6: Carl Zeiss, Oberkochen. Abb. 4: E. Laager.

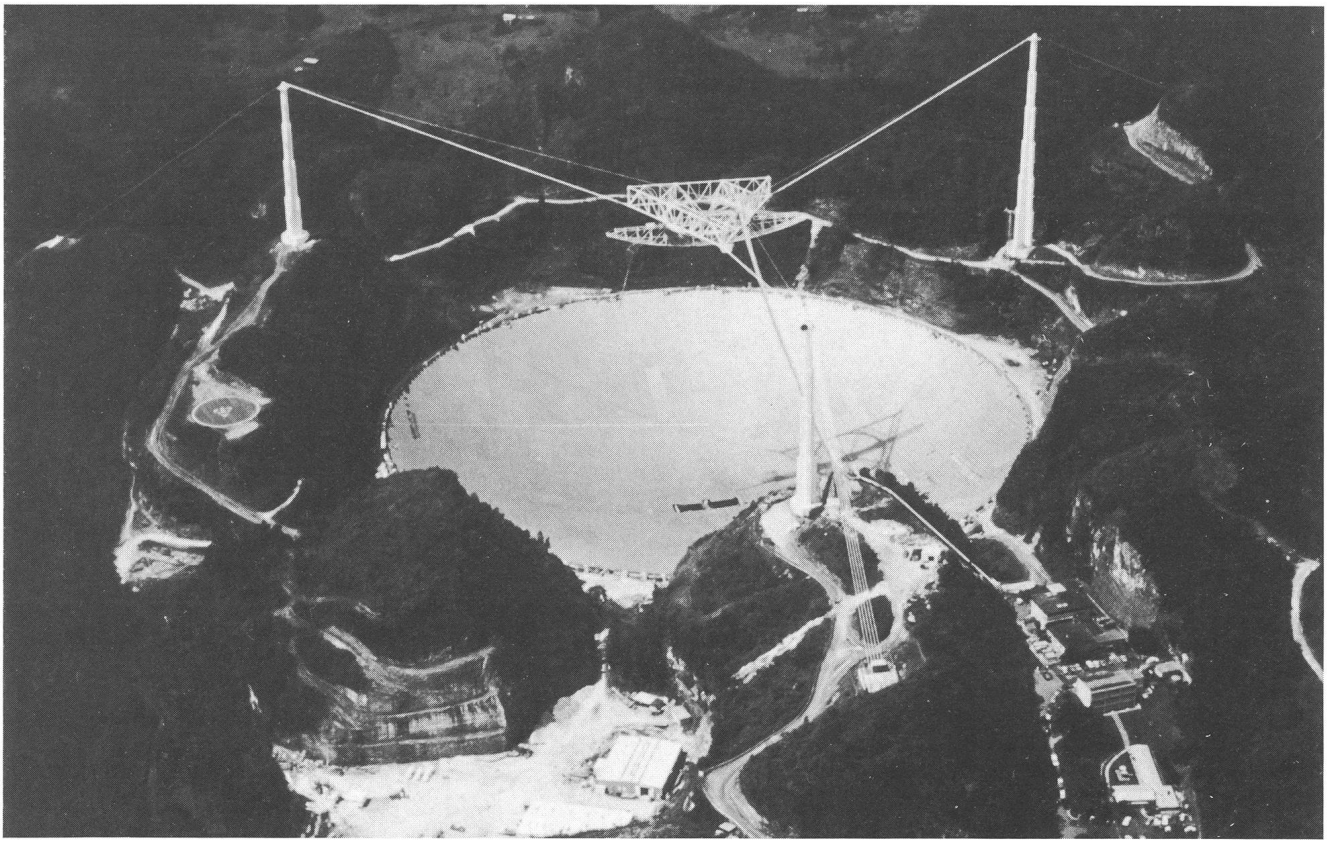
Adresse des Verfassers:
Erich Laager, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg

Sonnenforschung mit Radiowellen

A. Benz

Aufbau und Freisetzung magnetischer Energie in der Sonnenatmosphäre zeigen sich am augenfälligsten in den Sonnenflecken und spektakulären Eruptionen. Diese Aktivitäten häufen sich in einem 11-jährigen Zyklus, dessen nächstes Maximum 1980 sein wird. Es kann als gesichert gelten, dass die Sonnenaktivität das irdische Klima langzeitlich wesentlich beeinflusst. So stehen zum Beispiel die Gletschervorstösse und -Rückzüge der letzten 3000 Jahre in guter Wechselbeziehung mit geringer bzw. erhöhter Durchschnittsaktivität der Sonne über mehrere Zyklen.

In einer Eruption von etwa 20 Minuten Dauer wird ein Teil der Energie des Magnetfeldes in Wärme und schnelle Teilchen umgewandelt (ein Milliardenfaches der Jahresproduktion der schweizerischen Elektrizitätswerke). Es ist noch ungeklärt, wie soviel Energie, die in einem Volumen wenig grösser als die Erde gespeichert ist, in so kurzer Zeit freigesetzt werden kann. Man vermutet, dass eine hohe Intensität elektrischer Wellen in der Sonnenatmosphäre den Transport und die schnelle Vernichtung von Magnetfeldern ermöglicht. Elektrische Wellen (sogenannte Plasmawellen)



Als erste Schweizer konnten die Radioastronomen der ETH mit dem Radioteleskop von Arecibo (Puerto Rico) arbeiten. Sein weltweit grösster Reflektor hat einen Durchmesser von 300 Metern.

treten nur in sehr heissem, ionisiertem Gas auf. Die *Gruppe für Radioastronomie am Mikrowellenlaboratorium* der ETH Zürich setzt einen Schwerpunkt ihrer Forschung in Nachweis und Studium dieser Wellen mit Radio- und Radarmethoden.

Radarbeobachtungen an der Sonne

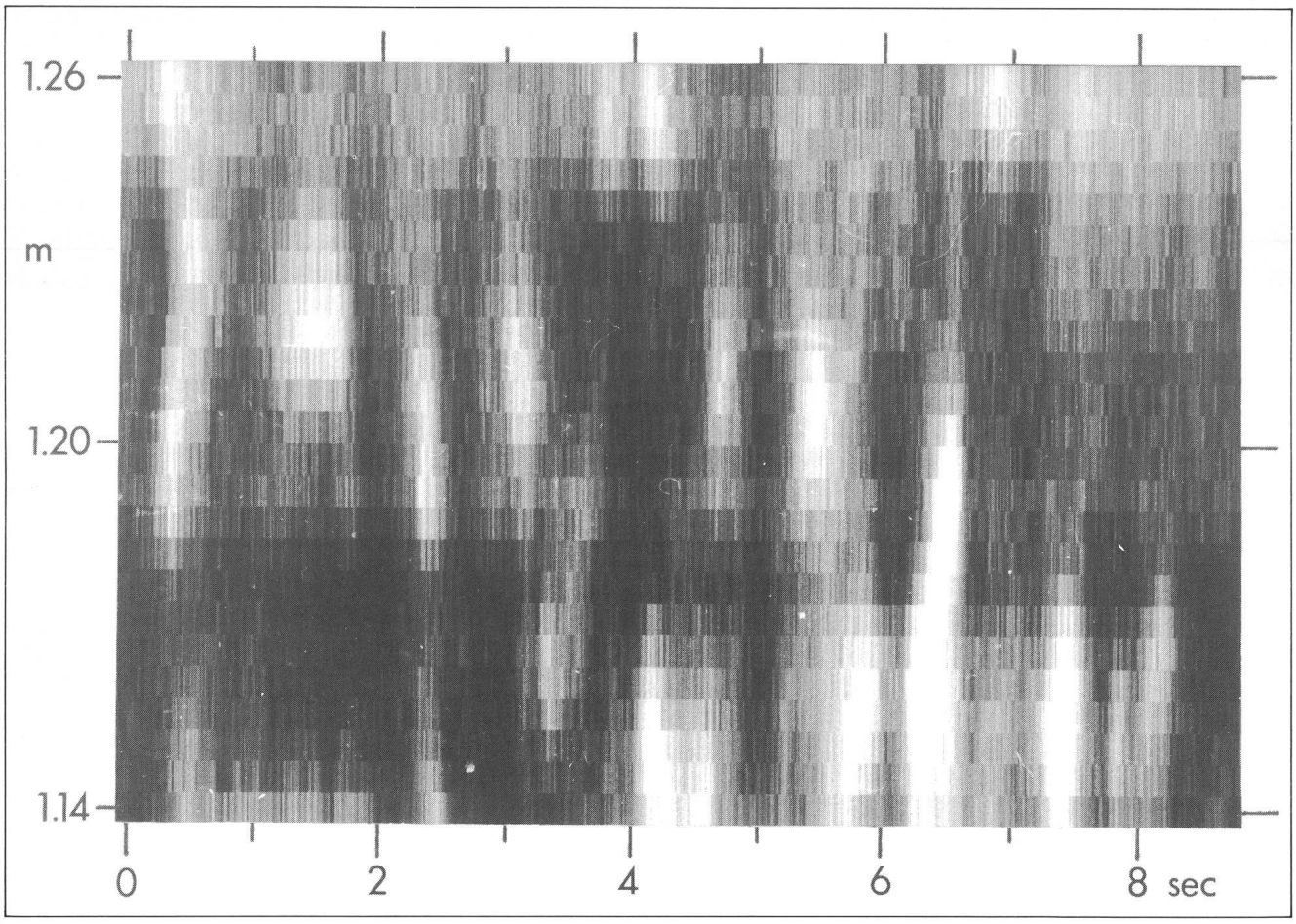
Im Laboratorium kann man Plasmawellen an ihrer Streuwirkung auf elektromagnetische Wellen erkennen. Die Gruppe für Radioastronomie hat erstmals den Versuch unternommen, diese Methode auf ein astronomisches Objekt anzuwenden. Ein solches Radarexperiment ist die einzige Methode zur aktiven Untersuchung der auch in Zukunft für Raumfahrzeuge nicht zugänglichen unteren Sonnenatmosphäre. Als erste Schweizer konnte die Gruppe dazu das grösste Teleskop der Erde, den 300 m Spiegel in Arecibo, Puerto Rico (Bild 1), benutzen. Wahrscheinliche Zentren von Plasmawellen, und damit Energieumwandlung, wurden mit 250 kW Radarleistung bei 12 cm Wellenlänge angestrahlt. Im ersten Experiment 1977 wurde kein Echo gefunden, was auf ein niedriges Wellenniveau schliessen lässt. Der zweite, verbesserte Versuch vom Sommer 1978 wird gegenwärtig ausgewertet.

Computergesteuertes Spektrometer

Plasmawellen können auch durch Streuung an Regionen von dichterem Gas Radiowellen erzeugen, die als sogenannte Radioausbrüche oder «Rauschstürme» beobachtet werden (Bild 2). Zur Untersuchung dieser Strahlung hat die ETH Zürich letztes Jahr das modernste Sonnenspektrometer der Erde, *«Ikarus»*, fertiggestellt. Es misst die Intensität der Radiostrahlung und die Orientierung der zugehörigen elektrischen und magnetischen Felder (Polarisation) bei 900 Wellenlängen zwischen 30 cm und 3 m. Das neuerdings bei Gränichen im Aargau stationierte Instrument wird gänzlich von einem Minicomputer gesteuert, der ferner noch die Antenne positioniert, eicht und weitere Aufgaben erledigt. Die gleichzeitige Messung von Radarecho und Radioausbruch durch Arecibo und *Ikarus* liefert eine obere bzw. untere Grenze der Intensität der Plasmawellen.

Röntgenstrahlung

Radio- und Radarmethoden können den Ort der Energieumwandlung schlecht oder überhaupt nicht lokalisieren. Als nächster Schritt ist daher geplant, nach indirekten Indizien von Plasmawellen (z.B. erhöhte Temperatur) in räumlich auflösbaren Strahlungen zu suchen. Die Gruppe für Radioastronomie wird 1980 mit dem NASA-Satelliten *Solar Maximum Mission* die Röntgenstrahlung (1—10 Å) der Sonne beobachten können. Es muss jener Ort gefunden werden, welcher das gleiche zeitliche Verhalten hat wie die gleichzeitig beobachtete Radiostrahlung. Gelingt das, so könnte man den Zusammenhang zwischen der Energie spei-



Spektrogramm eines «Rauschsturms» vom 5. September 1978 (Ikarus-Beobachtung). Erhöhte Strahlungsintensität ist hell dargestellt mit Wellenlänge in der vertikalen, Zeit in der horizontalen Achse.

chernden, grossräumigen Struktur des Magnetfeldes (sichtbar in Röntgenbild) und der räumlich begrenzten Energieumwandlungszone (zeitlich erfassbar mit Radiomethoden) schaffen.

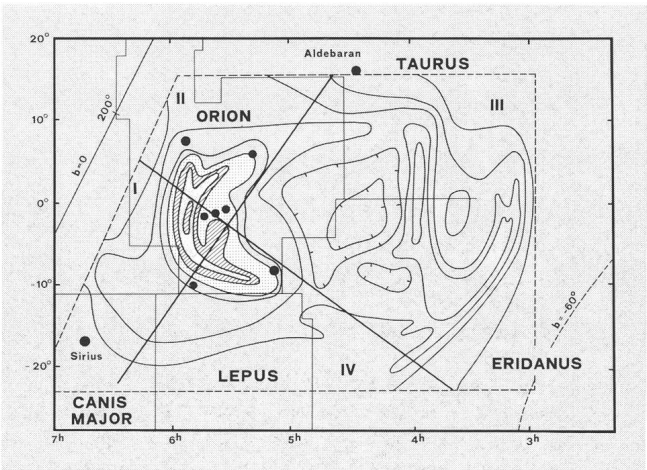
Freisetzung magnetischer Energie ist sicher nicht auf die Sonne beschränkt. Sie findet auch im kleineren Mass im irdischen Magnetfeld statt und ebenfalls bei anderen Sternen (z.B. vom Typ UV Ceti), oft noch in viel grösserem Umfang und viel häufiger als bei der Sonne. Im Zusammenhang mit der Erforschung solarer Eruptionen werden auch verwandte, typisch astrophysikalische Phänomene, wie Teilchenbeschleunigung, Strahlungsprozesse und Druckwellen studiert.

Adresse des Autors:
Dr. A. Benz, Gruppe für Radioastronomie, ETH Zürich, Hochstrasse 58, CH-8044 Zürich

Möglicher Überrest alter Supernova-Explosionen in der Richtung von Orion und Eridanus

H. U. FUCHS

In der Gegend von Orion und Eridanus kann man einige riesige Strukturen in verschiedenen Wellenlängenbereichen beobachten. Riesig muss man sie schon nennen, da sie sich über 35° in Deklination und 3^h in Rektaszension erstrecken. Da gibt es einmal die Orion OB-Assoziation (ein Haufen junger Sterne im Orionnebel) mit einer dazugehörigen kalten und dichten Molekülwolke ($5 \cdot 10^4$ Teilchen/cm³, 2000 Sonnenmassen; KUTNER et al., 1977), die den Orionnebel in zwei Teile zu schneiden scheint. Man nimmt an, dass dies eine Gegend aktiver Sternentstehung ist. Östlich der Gürtelsterne des Orions erstreckt sich sodann Barnards Nebel (Barnard's loop), der im optischen Bereich beobachtet werden kann (Hα-Licht). Am westlichen Ende des uns interessierenden Gebietes finden wir weit ausgestreckte, schwache Hα-Filamente. REYNOLDS und OGDEN (1979) haben nun gezeigt, dass die dritte der Strukturen — die Filamente — mit den beiden ersten zusammenhängt. Optische Untersuchungen haben diesen Zusammenhang aufgeklärt. Bisher hatte man zwar die Orionassoziation, die dazugehörige Molekülwolke und Barnards Nebel miteinander in Verbindung gebracht. Die offensichtliche Wechselwirkung zwischen der Molekülwolke und Barnards Nebel hat KUTNER et al. dazu veranlasst, die Wirkung einer grossen Schockfront in jener Gegend zu sehen. Nach ihrer Ansicht soll die Schockwelle für die Sternentstehung in der Molekülwolke und in ihrer Nähe verantwortlich sein. (Eine von mehreren Theorien über die Sternentstehung nimmt an, dass Schockwellen Wolken im interstellaren Medium zum Kollaps anregen). Nun zeigen REYNOLDS und OGDEN, dass die drei eingangs erwähnten Strukturen vermutlich eine riesige, zusammenhängende Schale expandierender Materie bilden. Äusserst wahrscheinlich sind mehrere Supernova-Explosionen für dieses Phänomen verantwortlich.

Fig. 1 zeigt die optischen Beobachtungen von REYNOLDS und OGDEN, die wir im weiteren besprechen werden. Von ihren Messungen erhielten sie die Kontourkarte der Hα-Intensität, die in eine Sternkarte der betroffenen Gegend eingezeichnet wurde. Man sieht einen Teil der Struktur, den halbschalenförmigen Barnards Nebel, nahe der Ebene der Milchstrasse. Die andere Seite der Schale, die Filamente in Eridanus, erstrecken sich bis 50° südlich des galaktischen Äquators (dies erklärt die Tatsache, dass früher die Filamente als Phänomene hoher galaktischer Breite mit viel kleinerer Entfernung als die der Orionassoziation interpretiert wurden). Die erste Frage richtet sich natürlich danach, ob diese einzelnen Teile wirklich zusammenhängen. Tatsächlich zeigen die Beobachtungen, dass Phänomene, die man dort im optischen und im Radiobereich beobachten kann, zusammengehören. Radiale Geschwindigkeiten optischer und radioastronomischer Strukturen stimmen im ganzen Gebiet überein. Auch findet man, dass beide Teile, der östliche und westliche, von der gleichen Quelle ionisiert werden. Die gemessene Temperatur von etwa 8000° K erlaubt die Erklärung, dass die Ionisationsenergie (in Form von Photonen mit einer Energie von mehr als 13.6 eV, der Wasserstoffionisationsenergie) von heissen O-Sternen der Orionassoziation stammt. Die gesamte Hα-Strahlung kann auf diese Weise erklärt werden. Erstens reicht die UV-Strahlung der Assoziation aus für die beobachtete Hα-Strahlung. Und zweitens — und dies deutet direkt auf die Assoziation als den Ursprung der Energie — ist die totale Hα-Energie genau dieselbe in jedem der vier Quadranten, die in Fig. 1 eingezeichnet sind. Der Ursprung der Quadranten ist die Assoziation.

Wenn man einmal annimmt, dass die verschiedenen Strukturen zusammengehören, dann kann man versuchen, die Masse und die Energie der Materie in der Schale zu berechnen. Wichtig ist, die Entfernung abzuschätzen. Die Orionassoziation ist etwa 460 pc entfernt. Allerdings zeigen