

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** - (1960)  
**Heft:** 70

**Artikel:** Radioastronomie : ein Überblick über ihre Probleme  
**Autor:** Priester, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-900133>

### **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:** 02.02.2025

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

# RADIOASTRONOMIE

## EIN UEBERBLICK UEBER IHRE PROBLEME

*Bericht über den Vortrag vor der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft anlässlich der Generalversammlung 1960 in Winterthur*

Von Privatdozent Dr. W. PRIESTER, Universitätssternwarte, Bonn

In allen Teilen der Welt sind in den letzten Jahren grosse Radioteleskope gebaut worden. Sie dokumentieren sichtbar die erhebliche Bedeutung, die die radioastronomische Forschung in der kurzen Zeit ihrer bisherigen Existenz gewonnen hat.

Das grösste schwenkbare Teleskop steht in Jodrell Bank in der Nähe von Manchester. Seine Antennenfläche besteht aus einem Parabolspiegel von 76 m Durchmesser. Durch seinen gelegentlichen Einsatz bei der Funkbeobachtung der Mondraketen und durch die Radarbeobachtungen künstlicher Erdsatelliten ist es in letzter Zeit häufig in der Tagespresse erwähnt worden. Fertige Pläne für den Bau eines ähnlich grossen Spiegels (64 m Durchmesser) auf der Südhalbkugel der Erde existieren beim Radiophysics Laboratory in Sydney (Australien), während in den USA ein 42 m Spiegel geplant ist. Der zur Zeit zweitgrösste bewegliche Parabolspiegel der Welt steht in Ostberlin, beim Heinrich-Hertz-Institut in Adlershof. Er hat einen Durchmesser von 36 m. Eine Zwillingsanordnung von zwei Spiegelteleskopen mit je 27 m Durchmesser wurde kürzlich für das California Institute of Technology im Owens Valley (Calif.) fertiggestellt. Mit dieser Anordnung wird das bekannte Prinzip des Sterninterferometers aus der optischen in die Radio-Astronomie übertragen. Spiegel von 25 m Durchmesser arbeiten in Dwingeloo (Niederlande), in der Eifel als Aussenstation der Bonner Sternwarte (vergl. Abbildung 1) und beim Naval Research Laboratory in den USA. Die Gesamtzahl der radioastronomischen Observatorien in der Welt ist bereits auf über 60 angewachsen. Sie sind zumeist mit kleineren Spiegelteleskopen oder aber mit zum Teil sehr grossen Spezialantennen (Mehrelement-Interferometer, Mills-Kreuz-Antennen oder Chris-Kreuz-Antennen) ausgerüstet.

Die Anfänge der Radioastronomie reichen in das Jahr 1931 zurück, als der Hochfrequenzingenieur Karl G. Jansky bei der Bell Telephone

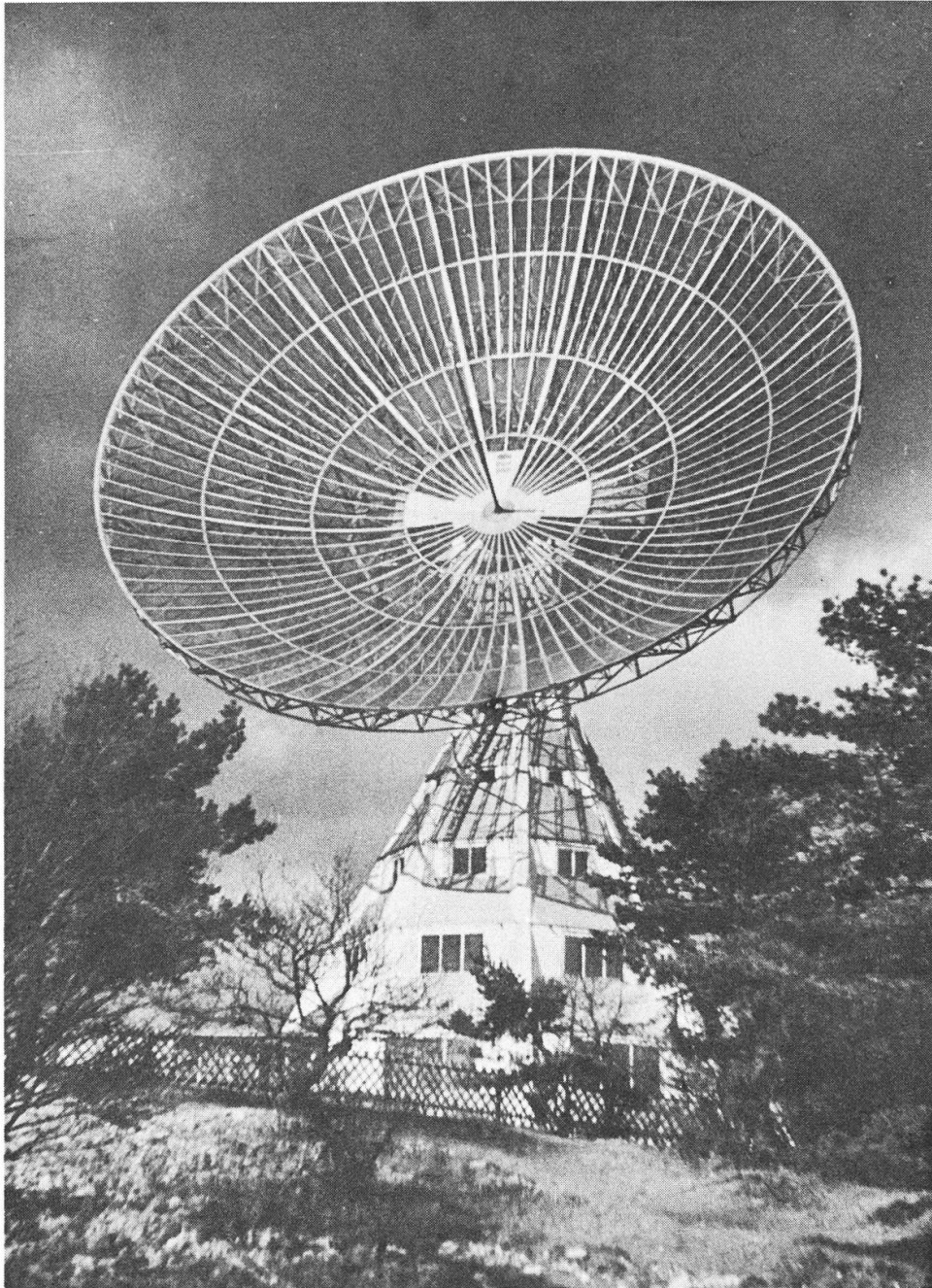


Abbildung 1 - Das Radioteleskop der Universitäts-Sternwarte Bonn auf dem Stockert bei Münstereifel (Photo: Dr. W. Priester).

Company systematische Versuche über das atmosphärische Störrauschen anstellte. Er beobachtete auf einer Station in der Nähe von Holmdel im Staate New Jersey mit einer Richtantenne auf 14,6 m Wellenlänge. Hierbei entdeckte er ein tageszeitliches Ansteigen des Störpegels, wobei das Maximum an jedem folgenden Tage jedoch um jeweils 4 Minuten früher eintrat. Das Störrauschen war also offenbar mit der scheinbaren

Rotation des Sternhimmels (Rotationszeit 23h 56m) korreliert. Es gelang Jansky bereits den Bereich des Sternhimmels anzugeben, aus dem der Hauptbeitrag dieser kosmischen Meterwellenstrahlung kommt: das Sternbild Sagittarius (Schütze). In dieser Richtung liegt das Kerngebiet unseres Milchstrassensystems (vgl. Abbildung 2).

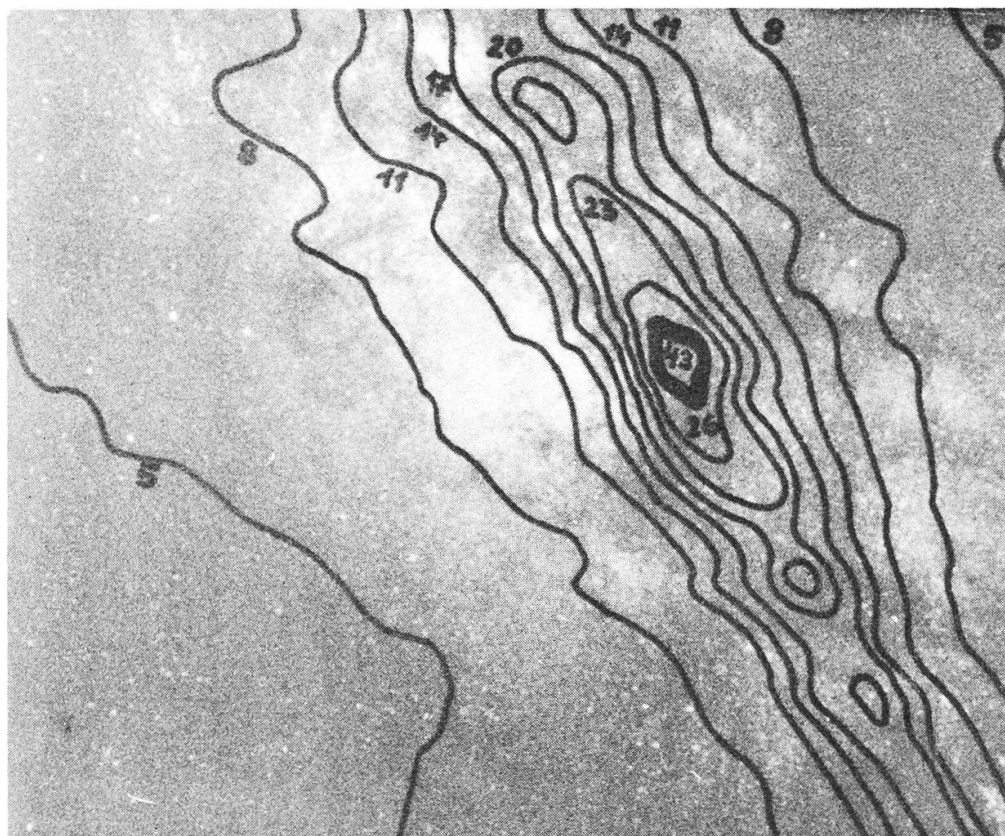


Abbildung 2 - Ausschnitt aus der Milchstrasse im Bereich der Sternbilder Sagittarius und Scorpius nach einer photographischen Aufnahme der Mt. Wilson und Mt. Palomar Observatorien. Eingezeichnet wurden die Kurven gleicher Strahlungsintensität der Radiowellen von 0,75 m Länge (400 MHz) nach den Messungen von McGee und Bolton in Sydney. Die Zahlen geben die Intensität der Strahlung in Strahlungstemperaturen an (Einheit: 10 Grad Kelvin). Die Radiowellen stammen zumeist aus grösseren Raumtiefen als die leuchtenden Gaswolken auf der photographischen Aufnahme, da die Radiowellen das Gas-Staub-Gemisch in der Milchstrasse ungehindert durchdringen.

Heute liegen etwa zwei Dutzend Teildurchmusterungen der Sphäre im Wellenlängenbereich von 10 cm bis 33 m vor. Ihre Isophotekarten zeigen deutlich die überwiegend galaktische Herkunft der Radiostrahlung.

Die erste Gesamtkarte des Himmels ist bei 1,5 m Wellenlänge aus den Messungen von C.W. Allen und C.S. Gum in Australien und F. Dröge und W. Priester in Kiel gewonnen worden (vgl. Abbildung 3). Die rapide Entwicklung der Hochfrequenztechnik im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte führte auch für die Radioastronomie zu einer sprunghaften Entwicklung ihrer Forschungsbereiche. Im Jahre 1942 gelang es englischen Radarbeobachtern unter Führung von John S. Hey, die bei einer starken Eruption auf unserer Sonne entstehende Meterwellenstrahlung nachzuweisen. Im gleichen Jahre konnte J. Southworth in den USA bei 3 cm Wellenlänge die normale thermische Radiostrahlung der Sonne beobachten. Im Jahre 1946 war es wiederum J.S. Hey, der zusammen mit S.J. Parsons und J.W. Phillips den ersten punktförmigen Radiostrahler am Himmel im Sternbild Schwan (Cygnus) zwischen den Sternen Gamma und Delta Cygni entdeckte. Nach ihrem Ort am Himmel erhielt diese Radioquelle die Bezeichnung Cygnus A.

Einen weiteren entscheidenden Fortschritt bildete dann die Entdeckung der Linienstrahlung des interstellaren Wasserstoffgases bei 21,1 cm Wellenlänge (1420 MHz) im Jahre 1951 nahezu gleichzeitig in den USA, den Niederlanden und in Australien. Bereits im Jahre 1944 hatte der damalige Astronomiestudent H. C. van de Hulst (heute Professor für Theoretische Astronomie an der Universität Leiden und derzeitiger Präsident von COSPAR) auf Grund theoretischer Überlegungen vorausgesagt, dass bei 1420 MHz eine Spektrallinie beobachtbar sein müsse, die von den neutralen Wasserstoffatomen aus den Spiralarmen unseres Milchstrassensystems ausgesendet wird.

Die Durchlässigkeit der Erdatmosphäre für Radiowellen erlaubt Beobachtungen der kosmischen Radiostrahlung im Bereich von etwa 1 cm Wellenlänge (30 000 MHz) bis etwa 30 m (10 MHz). Die untere Grenze entsteht durch die Molekülabsorption in der Erdatmosphäre, die Wellen unterhalb 1 cm nicht mehr durchlässt. Erst im Bereich der optischen Wellenlängen wird die Atmosphäre wieder durchsichtig. Die obere Wellenlängengrenze des Radiofensters der Erdatmosphäre wird durch die Reflektion der Ionosphäre bewirkt. Durch sie werden die von aussen her einfallenden Strahlen in das Weltall zurückgebrochen.

## DIE RADIOQUELLEN

Seit der Entdeckung der Radioquelle Cygnus A sind vor allem durch die Beobachtungen von M. Ryle und Mitarbeitern in Cambridge (Eng-



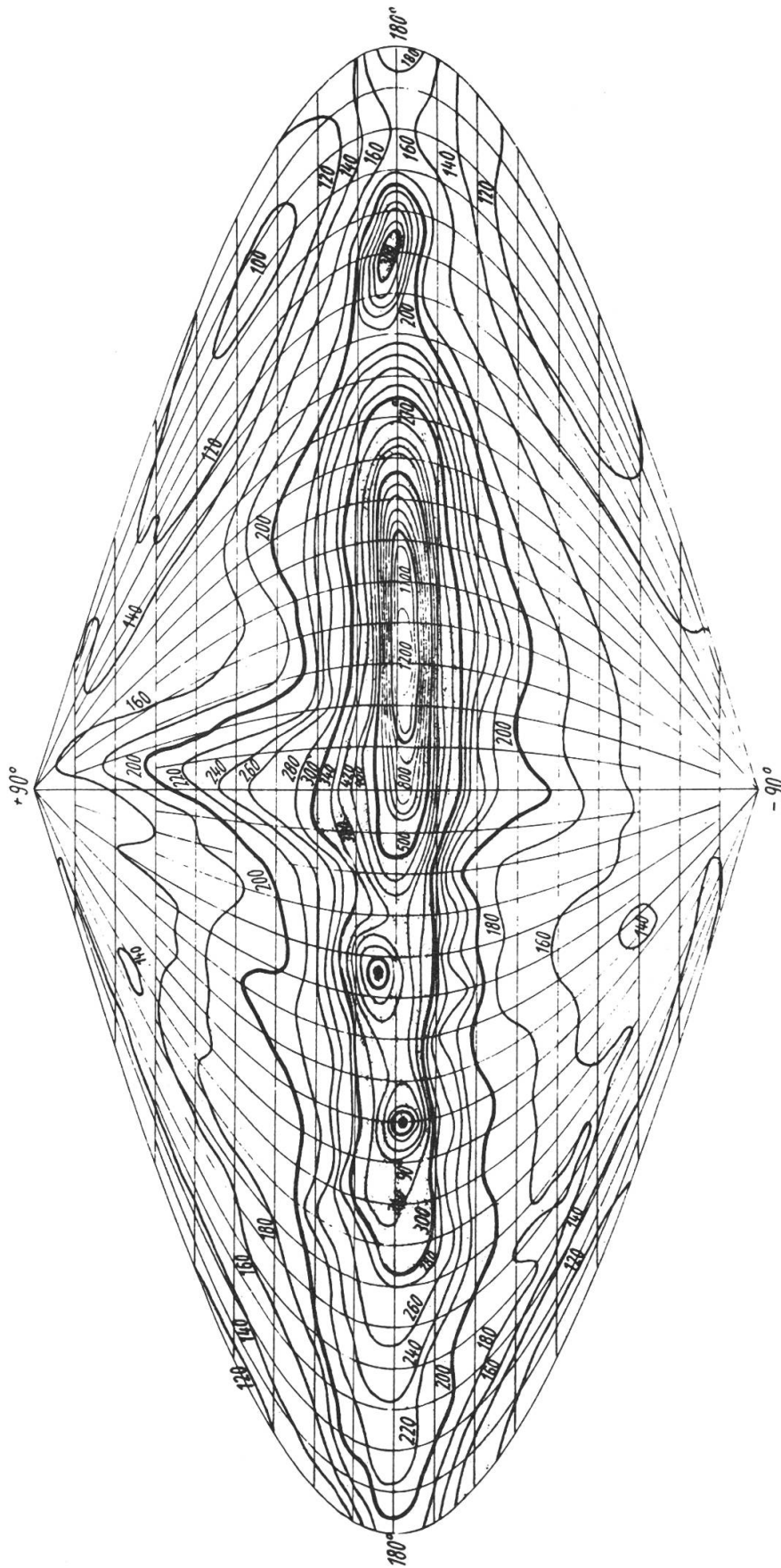


Abbildung 3 - Karte der Strahlungstemperaturen der 200 MHz-Strahlung aus den Messungen von C. W. Allen und C. S. Gum am Südhimmel und F. Dröge und W. Priester am Nordhimmel. (Galaktische Koordinaten).

land) und B. Y. Mills in Sydney (Australien) über 2000 Punkte an der Sphäre festgestellt, die eine intensive Radiostrahlung aussenden. Die meisten dieser Radioquellen besitzen Ausdehnungen von weniger als eine Bogenminute Winkeldurchmesser; es gibt aber auch einige, deren Flächenausdehnung an der Sphäre etwa der Vollmondfläche entspricht. Aus der Verteilung der Radioquellen an der Sphäre folgt, dass ein direkter physischer Zusammenhang zwischen den isolierten Radioquellen und der von Jansky entdeckten allgemeinen Radiostrahlung der Milchstrasse nicht besteht. Allerdings konnte bisher nur ein kleiner Teil der über 2000 Radioquellen mit optisch bekannten Himmelsobjekten identifiziert werden.

Durch die Untersuchungen von W. Baade und R. Minkowski mit dem optischen 5-m-Spiegel des Mt. Palomar Observatoriums wissen wir z. B. dass die starke Radioquelle im Sternbild Schwan durch die Kollision zweier grosser Sternsysteme entstanden ist. Sie befinden sich in einer Entfernung von 200 Millionen Lichtjahren. Die Sternsysteme durchdringen einander mit einer Relativgeschwindigkeit von rund 500 km/sec. Durch den Zusammenprall wird die zwischen den Sternen schwebende gasförmige Materie zur Emission einer Radiostrahlung mit kontinuierlichem Spektrum angeregt. Der hierbei wirksame physikalische Prozess ist zur Zeit noch Gegenstand der Forschung. Aus statistischen Untersuchungen über die Häufigkeit der Kollisionen zwischen den Sternsystemen können wir schliessen, dass der grösste Teil der beobachteten Radioquellen auf derartige «Verkehrsunfälle» im Weltall zurückzuführen ist. Da sich diese zumeist in Entfernungen abspielen, die ausserhalb der Reichweiten unserer optischen Fernrohre liegen, wird es zugleich auch verständlich, weshalb nur wenige Radioquellen mit optisch bekannten Objekten identifiziert werden konnten. Neben diesen Kollisionsquellen empfangen wir aber auch Radiostrahlung von Sternsystemen, die unserer Milchstrasse näher benachbart sind (z. B. Andromeda-Nebel). Hierbei handelt es sich nach Art und Intensität um die gleiche Radiostrahlung wie die allgemeine Strahlung unserer Milchstrasse.

Aber auch in unserem Sternsystem gibt es Objekte mit starker Radioemission. Es handelt sich hier um Gasnebel mit hohen inneren Turbulenzgeschwindigkeiten und um die Ueberreste von Fixstern-Explosionen (Supernovae). Der markanteste Vertreter dieser Art ist der Krebs-Nebel im Sternbild Stier. Wie wir aus chinesischen Annalen wissen, ist an dieser Stelle am 4. Juli des Jahres 1054 n. Chr. ein extrem heller Stern aufgeflammt, der mehrere Monate lang sogar bei Tage zu erkennen war.

Heute sehen wir im Fernrohr an dieser Stelle eine Gaswolke von etwa krebsförmiger Gestalt, die mit einer Geschwindigkeit von 1100 km/sec expandiert.



Abbildung 4 - Spiralnebel M 101 im Sternbild Grosser Bär. (Aufnahme Mt. Wilson und Mt. Palomar Observatorien). Wie durch die radioastronomische Beobachtung bei 21,1 cm Wellenlänge gezeigt wurde, besitzt unser Milchstrassensystem einen ähnlichen Aufbau wie der abgebildete Spiralnebel.



## DIE 21-cm-STRAHLUNG DES INTERSTELLAREN WASSERSTOFFGASES

Seit der Entdeckung dieser Strahlung im Jahre 1951 sind vor allem an der radioastronomischen Abteilung der Sternwarte Leiden die spektralen Intensitätsverteilungen im 21-cm-Band an zahlreichen Stellen der Milchstrasse untersucht worden. Es handelt sich bei dieser Emission um einen Sprung zwischen zwei Hyperfeinstruktur-Zuständen der Wasserstoffatome, die den grössten Anteil an der chemischen Zusammensetzung des interstellaren Gases haben. Da die natürliche Bandbreite dieser Spektrallinie sehr schmal ist, lassen sich aus den beobachteten Frequenzverschiebungen direkt die Geschwindigkeiten der interstellaren Gaswolken ermitteln (Doppler-Effekt). Diese Relativgeschwindigkeiten gegenüber unserem Beobachtungsort sind weitgehend durch die differentielle Rotation der Milchstrasse bedingt. Aus Beobachtungsrichtung und gemessener Geschwindigkeit lassen sich die Entfernungen der Gaswolken ermitteln, da das Rotationsgesetz der Milchstrasse aus optischen Beobachtungen hinreichend bekannt ist. Aus den vorliegenden Messungen ergab sich eine spiralförmige Anordnung der Gaswolken. Unser Milchstrassensystem ist also offensichtlich ein Spiralnebel ganz ähnlich den zahlreichen weit entfernten Spiralnebeln, die von photographischen Aufnahmen allgemein bekannt sind (vgl. Abbildung 4).

Die wohl bedeutsamste Entdeckung gelang in letzter Zeit bei der Untersuchung der Verteilung des neutralen Wasserstoffgases im Kerngebiet der Milchstrasse mit dem 25-m-Teleskop in Dwingeloo. Das Spektrum der 21-cm-Linie in Richtung der Radioquelle Sagittarius A, der wahrscheinlichen Kernquelle unserer Galaxis, zeigt eine starke Absorption mit einer Doppler-Verschiebung, die einer Bewegung einer Wasserstoffwolke von  $-53$  km/sec (d. h. auf uns zu) entspricht. Auf Grund des allgemeinen Rotationsgesetzes der Milchstrasse dürfte diese Geschwindigkeit in dieser Beobachtungsrichtung nicht auftreten. Man spricht daher von einer «verbotenen» Geschwindigkeit. Die Absorptionslinie konnte inzwischen auch mit dem Bonner 25-m-Spiegel bestätigt werden. Eine Untersuchung der gesamten Kernregion durch W. Rougoor zeigt, dass es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Spiralarm handelt, der neben seiner normalen Rotationsbewegung zugleich eine Fluchtbewegung vom galaktischen Zentrum mit rund 50 km/sec ausführt. Die Herkunft der hierfür erforderlichen Energie ist zur Zeit noch ungeklärt.

## DIE RADIOSTRAHLUNG DER SONNE

Die Sonne emittiert sehr verschiedene Arten von Radiostrahlung. Da Vorgänge auf der Sonne wegen ihrer geringen Entfernung direkt beobachtet werden können, hat die gleichzeitige Ueberwachung der Sonne mit Radio- und Lichtteleskopen interessante Aufschlüsse über die Radiostrahlung erzeugenden physikalischen Prozesse geliefert und zahlreiche Zusammenhänge zwischen Eruptionen auf der Sonne und Vorgängen in der Ionosphäre und im Magnetfeld der Erde aufgedeckt.

Die solare Radiostrahlung enthält eine ständig vorhandene ruhige Komponente, die im wesentlichen aus der thermischen Strahlung der Sonnenkorona besteht. Die Korona ist eine Gashülle mit einer Temperatur von rund  $10^6$  Grad Kelvin. Zu Zeiten hoher Sonnenaktivität überlagert sich der ruhigen Strahlung eine Komponente mit starken Intensitätsschwankungen, die sogenannte gestörte Strahlung. Hierbei kann die Spitzenintensität das Mehrtausendfache der ruhigen Komponente erreichen. Die Erscheinungsformen der gestörten Strahlung sind sehr mannigfaltig. Sie reichen von einzelnen Strahlungsstößen, deren Dauer nur einen Bruchteil einer Sekunde beträgt, bis zu Strahlungstürmen, die sich gelegentlich über mehrere Tage erstrecken und häufig mit starker Nordlichttätigkeit auf der Erde korreliert sind.

Im Dezimeterwellenbereich (speziell zwischen 10 und 40 cm) wird eine langsam variable Komponente der solaren Radiostrahlung beobachtet, deren Herkunft auf thermische Emission aus Koronakondensationen zurückgeführt wird. Unter diesen versteht man Gebiete der Sonnenkorona, in denen Temperaturen bis zu  $10^7$  Grad Kelvin auftreten. Diese Kondensationen dürften nach den Untersuchungen von G. Elwert auch der Entstehungsherd der zusätzlichen solaren Röntgenstrahlungsemission sein. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, dass zwischen den Schwankungen der solaren 20-cm-Strahlung und den Schwankungen in der Umlaufzeit-Abnahme der künstlichen Erdsatelliten auffällige Parallelen bestehen, wie der Verfasser kürzlich nachweisen konnte und inzwischen von L.G. Jacchia an weiterem Material bestätigt werden konnte. Es würde jedoch zu weit führen, hier auf die zum grossen Teil noch offenen Probleme der solar-terrestrischen Beziehungen einzugehen.

(Dieser Aufsatz entstand unter auszugsweiser Benutzung des Kapitels «Radioastronomie» von W. Priester in «Kleines Radar-Handbuch», Verkehrs- und Wirtschafts-Verlag GmbH, Dortmund 1958.)