Cassiopeia A, die stärkste Radioquelle

Autor(en): **Kruspan, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **10 (1965)**

Heft 91

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-900049

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ment en cours au moyen d'un microphotomètre à déviation variable de Chalonge. Elle permettra de mettre en valeur un indice ultra-violet et d'aboutir à un étalonnage approprié des films qui seront utilisés au cours des prochains vols.

CASSIOPEIA A, DIE STÄRKSTE RADIOQUELLE

von E. KRUSPAN, Basel

In den letzten fünfzehn Jahren hat die Radioastronomie grosse Fortschritte erzielt. Auf Radiowellenlängen von einigen Zentimetern bis zu vielen Metern wurde die ganze Himmelskugel durchmustert und Karten mit Linien gleicher Bestrahlungsstärke gezeichnet. Eine solche *Radiokarte* sieht wie eine Höhenkarte eines sehr langen, geradlinig verlaufenden Bergrückens aus, dessen Hänge nach beiden Seiten hin zunächst steil, danach sehr sanft abfallen; auf dem Bergrücken und seltener auf den Hängen ragen rund 500 Gipfel empor.

Der lange *Bergrücken* unserer Radio — Himmelskarte fällt mit dem Milchstrassenband zusammen und wird durch das interstellare Gas der Scheibe unseres Milchstrassensystems erzeugt. Die Strahlung der *Hänge* kommt dagegen aus dem Halo unseres Systems. Die hohen *Gipfel* der Radiokarte entsprechen individuellen *Radioquellen.* Bis heute konnte man in nur rund 100 von ihnen optisch bekannte Objekte erkennen: ihre Radiostrahlung entstammt nicht den Sternen, sondern in rund 50 Fällen den galaktischen hellen Nebeln und in den restlichen rund 50 Fällen den aussergalaktischen Systemen.

Die stärkste Radioquelle am Firmament heisst *Cassiopeia A.* Sie liegt im Milchstrassenband, fast in der Richtung zum schönen gelblichen Stern zweiter Grössenklasse, zu β Cas. Auf der UKW-Frequenz von 100 Megahertz, was der Wellenlänge von 3 Metern entspricht, bestrahlt uns die Cassiopeia A (Cas A) mit rund 200×10^{-24} Watt pro Hertz und Quadratmeter der Auffangsfläche, also zweimal intensiver als der zweitstärkste Radiostrahler Cyg A und rund zehnmal stärker als der bekannte Krebs-Nebel.

Das *optische Bild* der Cas A ist trotz seiner *geringen Helligkeit* sehr interessant. Lang belichtete Aufnahmen, welche *W. Baade* auf rotempfindlichen Platten mit Hilfe des 5-Meter-Spiegels auf dem Mt. Palomar machte, zeigen im *Ringe* angeordnete, strähnenartige *Nebelchen.* Ihre geringe Helligkeit ist nicht verwunderlich, weil die inter-

stellare Materie der Cassiopeia-Richtung eine starke Absorption verursacht. — Der Winkeldurchmesser des ganzen kreisförmigen Gebildes beträgt rund 5 Bogenminuten, die extrem roten Teil-Filamente sind rund 20 Bogensekunden lang.

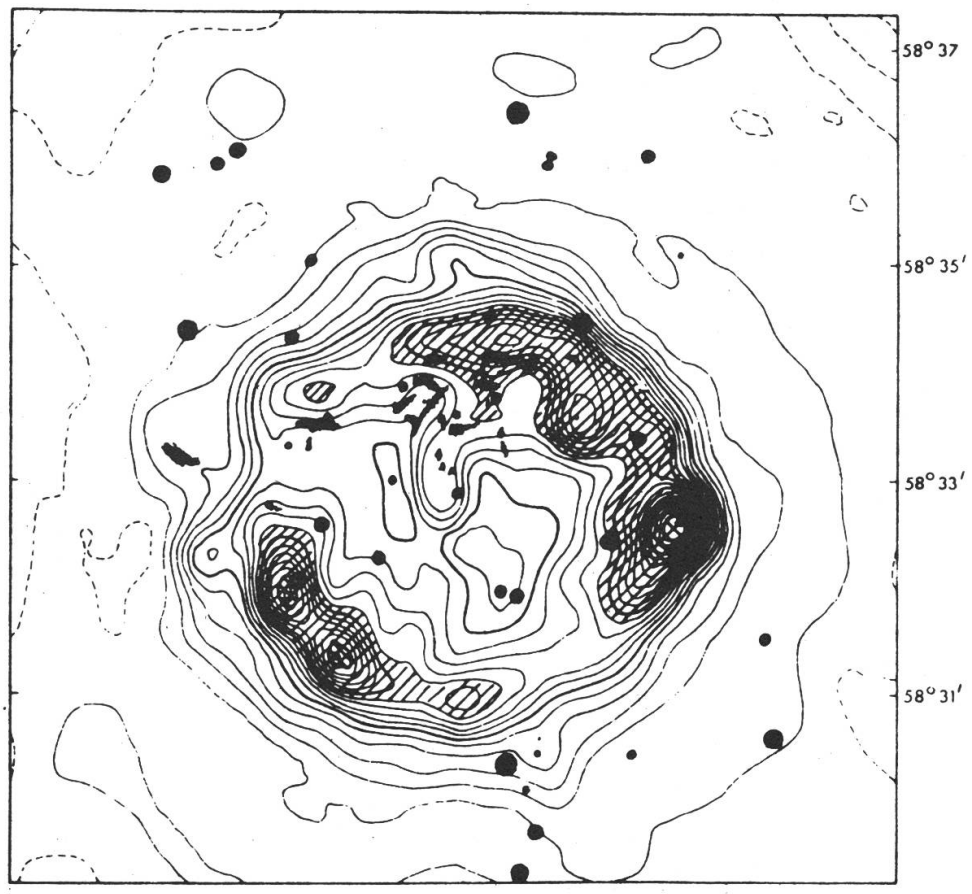
Trotz der Schwäche der Cas A konnten ausgezeichnete *Spektren* photographiert werden. Sie zeigen *Emissionslinien* des Wasserstoffs und des ionisierten Sauerstoffs sowie des Stickstoffs wie bei vielen hellen galaktischen Nebeln; zwischen den Linien findet man fast kein Kontinuum. Das Studium der Liniengestalt führt auf eine hohe Elektronen-Dichte von rund 1000 Elektronen pro Kubikzentimeter, die beinahe 20 000 Grad heiss sind. Im Gegensatz zu den meisten hellen galaktischen Nebeln findet man in der Umgebung der leuchtenden Filamente keinen geeigneten Stern, durch dessen ultraviolette Strahlung der Nebel optisch angeregt werden könnte. Die notwendige *Energie* der optisch leuchtenden Materie wird vielmehr aus den Zusammenstössen der leuchtenden Gasatome mit den im Nebel elektromagnetisch beschleunigten Ionen gewonnen.

Das Spektrum verrät ausserdem riesige *Ausdehnungsgeschwindigkeiten* des Nebels von rund 7400 km/sek. Seitliche Bewegungen sind als *Eigenbewegungen* von einigen Zehnteln Bogensekunden beobachtbar. Die Geschwindigkeiten sind so gross, dass man — ein astronomisch seltener Fall — die Veränderung der Filamente nicht in «astronomischen» Zeiten, sondern während eines Menschenalters verfolgen kann. — Aus den Radialgeschwindigkeiten und den Eigenbewegungen kann man die *Entfernung* der Cas A zu rund 11 000 Lichtjahren berechnen. Das kreisförmige Gebilde hat einen Durchmesser von rund 10 Lichtjahren und beherbergt rund eine Sonnenmasse, was zehnmal mehr ist als die Masse des Krebsnebels.

Die rasch auseinanderfliehenden Strähnen der Cas A sind offensichtlich Reste eines *Sternausbruches*. Mit Hilfe der grossen Expansionsgeschwindigkeit findet man, dass sich die Explosion *im Jahre 1702 A. D.* ereignete. In diesem Jahr findet man leider keinen Bericht über den Ausbruch eines Sternes, obgleich damals besonders die französichen Astronomen aufmerksam beobachtet haben. Dies ist nicht überraschend, weil zur Zeit des Maximums die scheinbare visuelle Helligkeit des explodierten «neuen» Sternes kaum die fünfte Grössenklasse übertraf.

Die detaillierteste *Radio-Karte* der Cas A, welche kürzlich in der Zeitschrift «Nature» (205, 4978) veröffentlich wurde, verdanken wir den Cambridger Radioastronomen M. Ryle, B. Elsmore und A. Neville. Die Beobachtungsdaten wurden mit Hilfe von drei interferometrisch verbundenen, paraboloidischen 20 m-Radioteleskopen erhalten; zwei davon befinden sich in einer festen Entfernung in der Ost-West-Linie,

während das dritte auf einer 800 m langen Eisenbahnschiene in der Mittelsenkrechten zu den zwei festen frei beweglich ist. Das *Auflösungsvermögen* dieses Interferometers auf der Wellenlänge von 21.3 cm ist für radioastronomische Verhältnisse ungewöhnlich stark: es beträgt 30 Bogensekunden und ist einem Radioteleskop mit einem Durchmesser von 1.5 km äquivalent.



Die Radioquelle Cas A. — Neben den optisch beobachteten Filamenten zeigt die Karte radioastronomisch festgestellte Linien gleicher Bestrahlungsstärke.

Unsere Radiokarte zeigt — neben den eingezeichneten, optisch beobachteten Filamenten — Linien gleicher 21.3 cm-Bestrahlungsstärke (Abbildung). Man sieht, dass auch das Radio-Objekt runde Struktur mit Verdichtungen aufweist; sein Durchmesser ist dem optischen Durchmesser gleich.

Beobachtungen der *spektralen Energieverteilung* belehren uns, dass die Cas A — ähnlich wie die Supernova-Reste Tycho 1572 und Kepler 1604 — auf hohen Frequenzen von 10 000 MHz viel weniger als auf tieferen Frequenzen von 100 MHz ausstrahlt: bei diesen drei Radioquellen ist die spektrale Bestrahlungsstärke der 0.8-ten Potenz der

Frequenz umgekehrt proportional. Der «spektrale Index» beträgt 0.8. [Beim Krebsnebel 1054 sowie beim Schleier-Nebel im Cygnus (20 000 v. Chr?) ist sie dagegen nur der 0.3-ten Potenz umgekehrt proportional.] Dieser Befund bekräftig die Hypothese des *Supernova-Restes von Cas A*.

Welcher *Strahlungs-Mechanismus* kann die Radio-Strahlung der Cas A erklären? Es ist sicher, dass die strahlenden Teilchen nicht nach dem Gesetz von Planck strahlen. Es bleibt nur die Ausstrahlung infolge der beschleunigten Bewegungen elektrischer Teilchen: schon seit mehr als fünfzig Jahren ist es in der theoretischen Physik bekannt, dass *beschleunigt* bewegte Teilchen überall im Raume elektromagnetische Strahlungsenergie erzeugen. Wie kommt aber die Beschleunigung zustande? Es ist sicher, dass sie nicht — wie beim Orionnebel — von hyperbolischen Vorübergängen der Elektronen an den positiv geladenen Kernen herrührt. Die Radiostrahlung der Cas A entstammt vielmehr der Beschleunigung der sehr schnellen («relativistischen») Teilchen durch die im Nebel vorhandenen *elektromagnetischen Felder*. Eine solche Strahlung wird *Synchrotron-Strahlung* genannt.

Es ist merkwürdig, dass die Radio-Strahlung der Cas A pro Jahr um rund 1% *abnimmt*. Diese rasche Abnahme kann nach *Sklovsky* erklärt werden, wenn man annimmt, dass die Supernova 1702 sehr schnelle elektrische Teilchen sowie das magnetische Feld erzeugte. Wenn man weiter postuliert, dass die magnetische Feldstärke umgekehrt proportional zum Quadrat des Radius des Nebels und die Energie der Teilchen umgekehrt proportional zum Radius selbst abnimmt, kann man eine allerdings 2%-ige, jährliche Abnahme herleiten.

Allgemeine Rechnungen zeigen, dass Nebel mit einem grossen Spektralindex — wie Tycho 1572, Kepler 1604 und Cas A — zeitlich rascher schwächere Radiostrahler werden, während Nebel mit einem kleinen Spektralindex — wie der Krebsnebel und der Schleiernebel im Cygnus — mit ihrer Radiostrahlung haushälterischer umgehen, so dass sie nach dem Ausbruch noch längere Zeit sichtbar sind.

Adresse des Verfassers:

Dr. Emil Kruspan, Astronomische Anstalt, Venusstrasse 7, 4102 Binningen-Basel.

DIE DEFINITION DER ZEITEINHEIT

Oft wird in Physik- und populären Astronomie-Büchern noch folgende alte Definition der Zeiteinheit angegeben: die Sekunde ist 1/86400 des mittleren Sonnentages. Der mittlere Sonnentag steht in