Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 54 (1996)

Heft: 276

Artikel: Nachweis des Supernovaüberrestes "Taurus A" im Radiofrequenzbereich bei 435MHz mit Amateurmitteln

Autor: Monstein, Ch.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898148

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: 09.07.2025

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

Nachweis des Supernovaüberrestes «Taurus A» im Radiofrequenzbereich bei 435MHz mit Amateurmitteln

CH. MONSTEIN

Seit Ende 1989 betreiben einige astronomisch interessierte Funkamateure eine radioastronomische Empfangsanlage im Weiler Lütschbach bei 8734 Ermenswil in der Nähe der Strecke Rapperswil-Rickenpass. Die GPS-Koordinaten für Besucher und den Koordinatenrechner lauten : N 47° 15' 3'', E 8° 54' 35'' mit der üblichen Unsicherheit für zivile Anwender. Hauptbestandteil der Anlage ist der weithin sichtbare Parabolspiegel mit 10m Durchmesser, ein Vollspiegel von mehreren Tonnen Gewicht. Der Spiegel ist voll steuerbar wahlweise von Hand oder mit einem PC /1/. Der Spiegel ist auf den Überresten eines Baukrans montiert mit Schleifringen in der Basis für die dreiphasige Stromversorgung. Die Elevation wird mit einer Hydraulik angetrieben und mit einem optischen Winkelcodierer gemessen. Das Azimut wird über einen frequenzwandlergesteuerten Drehstommotor angetrieben und mit einem weiteren optischen Winkelcodierer gemessen. Die exakte Zeit wird dem PC via DCF77 zugeführt. Der Steuer-PC ist ein 486-er mit vorgeschaltetem Azimutrechner, ein Einplatinen-Mikroprozessor. Inzwischen sind verschiedene Programme verfügbar wie z.B. definierte Koordinaten ansteuern durch Eingabe von Elevation und Azimut. Permanente Verfolgung des Mondes oder der Sonne in Echtzeit. Graphische Anzeige der geostationären Satelliten und Darstellung der Istkoordinaten des Teleskops usw. In den vergangenen Jahren haben wir versucht, immer schwächere Quellen nachzuweisen und an die Leistungsgrenzen des Teleskops zu gelangen. Der Betrieb hat angefangen mit Empfangsversuchen von geostationären Satelliten zwischen 1GHZ und 10GHz, gefolgt von EME-Versuchen (Funkverbindungen **E**rde-**M**ond-**E**rde) bei 1296MHz. Etwa 1992 begann die aktive Zeit der Hobbyradioastronomen, indem zuerst die Sonne auf verschiedenen Wellenlängen, Polarisationen, Modulationsarten und Bandbreiten registriert wurde. Dies ist mit einem 10m-Spiegel absolut unproblematisch, da die Sonne genügend thermisches Rauschsignal zur Verfügung stellt, selbst in ruhigen Zeiten ohne Sonnenfleckentätigkeit. Die Sonne ist aber sehr gut geeignet, um das Antennendiagramm kennen zu lernen und damit den Gewinn durch numerische Integration der Haupt- und Nebenkeulen zu bestimmen. Wie wir mit Genugtuung feststellen konnten, erreichen wir reproduzierbar bei 432MHz über 30dB und bei 1296MHz über 39dB Antennengewinn. Nun konnten wir beginnen, auch schwächere Quellen nachzuweisen, beginnend bei Cassiopeia A, einem Supernovaüberrest mit etwa 11'000 FU (flux units) bei Rektaszension 23h 21m und Deklination +58° 33'. Cassiopeia A ist eine dankbare Quelle, ist sie doch als zirkumpolare Quelle jederzeit meßbar, wenn nicht gerade die Sonne in der Nähe steht oder in eine Nebenkeule der Antenne strahlt. Ein Jahr später folgte die weit schwächere Quelle Cygnus A mit 8'100 FU bei Rektaszension 19h 58' und Deklination +40° 36'. Auch Cygnus ist gut nachweisbar sofern die Koordinatenberechnungen stimmen und die Quelle mindestens 20° über dem Horizont steht. Quellen unterhalb etwa 20° Elevation sind kaum oder nicht nachweisbar, weil die Strahlungstemperatur des Bodens mit 300 Kelvin viel zu stark ist. Zudem gibt es beliebig starke Störer aus der näheren Umgebung (Industrie, Telecom, Flugfunk und allgemein elektrische Apparate) auf Horizonthöhe. Nun ist es uns nach etlichen Versuchen endlich auch gelungen, den schwachen Supernovaüberrest Taurus A im Sternbild Stier (Krebsnebel) bei Rektaszension 5h 31' und Deklination +21° 58' mit 1'400 FU nachzuweisen. Dies kann nach jahrelangen ergebnislosen Versuchen als Erfolg verbucht werden.

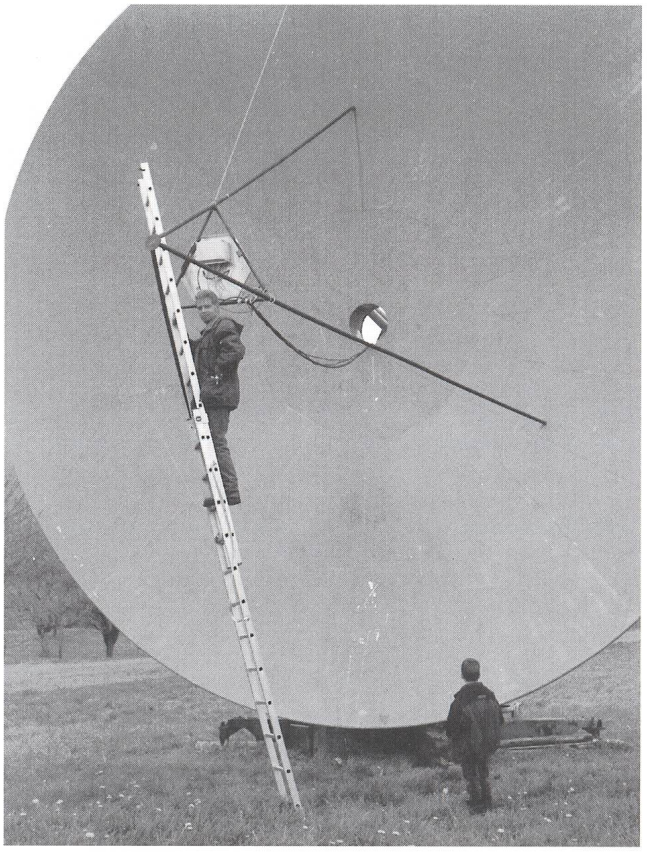

Bild 1: Autor mit Sohn bei der Montage des Feeds und des Vorverstärkers am 10m-Parabolspiegel im Frühjahr 1996. Der Focus befindet sich circa 5m über Grund und ist daher nur mit einer Leiter erreichbar.

Das Empfangssystem ist sehr einfach aufgebaut, es besteht aus dem 10m-Spiegel, in dessen Focus eine VHF-Yagiantenne (very high frequency) montiert ist. Unmittelbar nach der Antenne folgt ein GaAs-FET (Galliumarsenid-Feldeffekttransistor) Vorverstärker des Typs LNA-435 von der Firma SSB. Das so verstärkte Rauschsignal gelangt dann über einige Meter Koaxialkabel RG-213 in den drehbaren Messraum auf einen Kommunikationsempfänger AR3000. Dieser Empfänger ist auf 435,000MHz eingestellt in der Betriebsart WFM (wide FM

mit 180KHz Bandbreite). Das 40MHz – Zwischenfrequenzsignal gelangt über ein einstellbares, dreidekadiges Dämpfungsglied auf einen multiplizierenden Demodulator, bestehend aus einem S042P mit nachgeschaltetem Differenzverstärker und Integrator. Das etwa um den Faktor 100 verstärkte und während 200msec integrierte Signal gelangt nun einerseits auf ein Digitalmultimeter und andererseits auf eine im Steuer-PC eingebaute 12-Bit Analog-Digitalwandlerkarte PCL-712 von Advantech. Der Steuer-PC speichert die Antennenkoordinaten zusammen mit der Zeit und der gemessen Signalspannung auf dem Harddisk ab. Die gespeicherten Datenfiles können anschließend auf einem anderen PC ausgewertet werden z.B. mit Math-CAD, Excel oder ähnlichen Programmen.

Durch Kalibration des in Abb. 2 gezeigten Signales mittels des einstellbaren Dämpfungsgliedes kann das Rauschmass F' direkt abgelesen werden durch weg- und wieder zugschalten von 0,1dB. Allerdings ist die Signaländerung von ±0,1dB viel größer als die Signaländerung verursacht durch Taurus A. Da keine dB-Werte unter 0,1dB zur Verfügung stehen, wird das Rauschmass linear interpoliert. Das so ermittelte Rauschmass F' beträgt als Mittelwert von 3 Durchgängen etwa 0,47dB. Daraus läßt sich die Rauschzahl F bestimmen durch

$$F = 10^{\frac{F'}{10db}} = 10^{\frac{0,47db}{10db}} = 1,115 \quad (1)$$

Aus dieser graphisch/mathematisch bestimmten Rauschzahl kann nun die Rauschtemperatur der Antenne oder kürzer die Antennentemperatur Ta berechnet werden. Dabei gilt nach Kraus /2/

$$Ta = (F-1) \cdot T0 \quad 2)$$

Am Messtag, den 10. August 1996 um 14:00 Uhr MESZ betrug die Außentemperatur mindestens 29°C, d.h. die Referenztemperatur To beträgt somit 273 Kelvin + 29 Kelvin = 302 Kelvin. Diese Referenztemperatur To eingesetzt in (2) ergibt eine Antennentemperatur von circa 34 Kelvin (siehe Abb. 3), dies mit einer Unsicherheit von etwa ±3 Kelvin je nach Sonneneinstrahlung. Die mit der geringen Antenntemperatur verbundene Empfangsenergie kann berechnet werden durch Multiplikation mit der Boltzmann-Konstante k.

$$W = k \cdot Ta = 1,38 \cdot 10^{-23}\ Ws/K \cdot 34K = 4,8 \cdot 10^{-22}\ Ws \quad (3)$$

Diese aus dem Kosmos empfangene, unvorstellbar geringe Energie kann auf Grund der bekannten Bandbreite B=180KHz des Empfangssystems in eine elektrische Leistung P umgerechnet werden, nämlich

$$P = W \cdot \Delta f = k \cdot Ta \cdot \Delta f = k \cdot \mathrm{Ta} \cdot \mathrm{B} = 8.6 \cdot 10^{-17} \quad (4)$$

Man versuche sich einmal diese Leistung vorzustellen, sie beträgt ausgeschrieben gerade nur:

P = 0,000'000'000'000'000'086 Watt!

Um die Qualität der Empfangsanlage und damit der Messung selbst zu prüfen ist es notwendig, die gemessene Antennentemperatur in eine für Vergleiche geeignete normierte Größe umzurechnen. Dazu verwendet man im Allgemeinen den Begriff Fluß (flux) S. Der Fluß S ist nicht direkt bestimmbar, denn man benötigt dazu die effektive Empfangsfläche Ae der Antenne, welche *nicht* identisch ist mit der geometrischen Fläche bzw. Apertur Ag. In den Anfangsjahren haben wir, wie oben erwähnt, mit derselben Anlage mehrere Sonnendurchgänge registriert und die dabei gespeicherten Antennendiagramme numerisch integriert. Diese numerischen Integrationen führen direkt zum Antennengewinn G in dB (dezibel) bzw. zum Richtfaktor D als Absolutzahl. Der hierbei berechnete Mittelwert für G beträgt 30,4dB bei 435MHz.

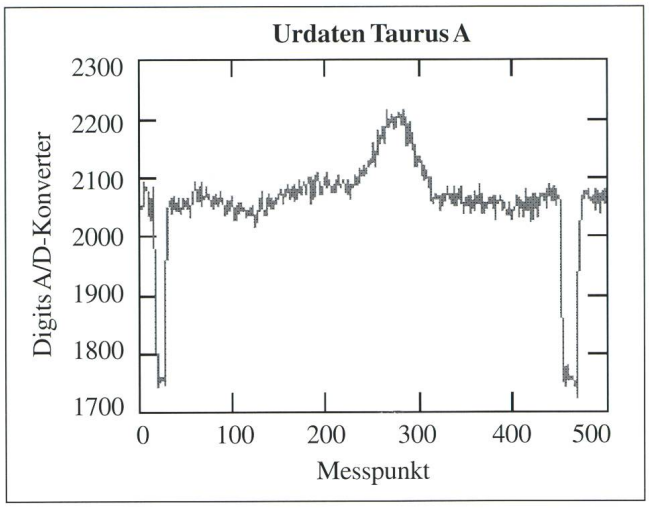

Bild 2: Urdaten der Messung vom 10. August 1996 um 14:00 MESZ. Eingeblendet zu Beginn und am Schluss die Zusatzdämpfung von 0,1dB in der 40MHz Zwischenfrequenzstufe.

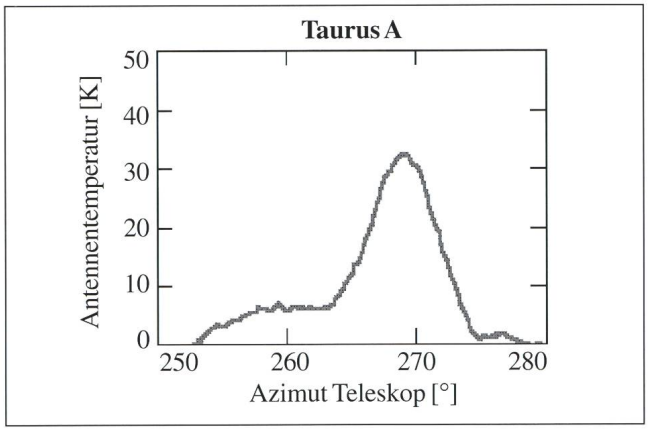

Bild 3: Gefiltertes und kalibriertes Antennensignal in Kelvin äquivalenter Antennenrauschtemperatur über dem Azimut des Radioteleskops zum Zeitpunkt der Messung.

Dieser Wert stimmt übrigens sehr gut überein mit Faustformeln für Parabolspiegel, welche aus der Literatur bekannt sind. Die Unsicherheit im Gewinn beträgt maximal ±0,8dB. Ebenso stellt man fest, dass die Halbwertsbreite der Keule mit 5° exakt mit formalen Schätzungen übereinstimmt. Der Richtfaktor bei 435MHz beträgt also umgerechnet 1096. Mit Kenntnis dieses Wertes läßt sich nun die effektive Apertur Ae berechnen zu

$$Ae = \frac{D \cdot \lambda^2}{4 \cdot \pi} = \frac{1096 \cdot (3 \cdot 10^8 m / \sec / 435MHz)^2}{4 \cdot \pi} = 41,5m^2 \quad (5)$$

Der Vergleich mit der geometrischen Apertur Ag = pR^2 = $78,5m^2$ zeigt, dass der Wirkungsgrad h, also das Verhältnis von Ae zu Ag etwa h = 0,53 bzw. h = 53% beträgt. Dieser Wert ist nicht schlecht, wird doch die Hälfte der empfangenen Energie physikalisch bedingt wieder in den Raum zurückgestrahlt. Nun läßt sich endlich der Radiofluss S berechnen, wobei nach Kraus /2/ gilt

$$S = \frac{k \cdot Ta}{Ae} = \frac{k \cdot Ta \cdot 4 \cdot \pi}{D \cdot \lambda^2} = 1,154 \cdot 10^{-23} \frac{Ws}{m^2} = 1154FU \quad (6)$$

In der zur Verfügung stehenden Literatur /3-4/ ist für Taurus A der Flusswert bei 400MHz angegeben zu 1230 Jansky mit einem Spektralindex von n=0,27. Damit läßt sich der bei 435MHz zu erwartende Flusswert näherungsweise berechnen.

$$S(\lambda) = S(\lambda_0) \cdot \left[\frac{\lambda}{m}\right]^n = 1230 Jansky \cdot 0{,}69^{0.27} = 1113 Jansky \quad (7)$$

Ein doch überraschendes Ergebnis, stimmt es doch bis auf 4% mit dem gemessenen Wert von 1154 Jansky (6) überein. Es überrascht umso mehr, wenn man weiß, wieviele Meßfehler, unbekannte Verluste und Fehlanpassung das Leben erschweren können. Nun, das nächste Ziel ist bereits gefaßt und erste Versuche sind bereits gelaufen. Es geht darum zu versuchen, die nächst schwächere Quelle Virgo A, eine ferne Galaxie bei Rektaszension 12h 28' und Deklination +12° 40' mit 970 FU, zu registrieren. Falls dies positiv verläuft, können wir daran denken, uns mit den interessanten, aber extrem schwachen Pulsaren auseinanderzusetzen.

Ansprechadressen für Besucher und Spender:

1) Direktion: LÉON KÄLIN, Lütschbachstrasse 10, 8734 Ermenswil, TF: 055 282 3443
2) Software: Dr. P. AUBRY, Oberhalden, 8561 Ottoberg, TF: 071 620 0517, e-mail: paubry@access.ch
3) Elektronik, Auswertungen und Öffentlichkeitsarbeiten: CHRISTIAN MONSTEIN, Wiesenstrasse 13, 8807 Freienbach, TF: 055 410 4514, e-mail: cmonstein@access.ch

Literaturnachweis:

/1/ CHRISTIAN MONSTEIN, *Amateur-Radioastronomie, Sonne-Mond-Korrelations-Interferometer zur Messung der Lichtgeschwindigkeit c im Vakuum,* ORION 268, Juni 1995, Seite 109.

/2/ JOHN D. KRAUS, Ph. D., *Radio Astronomy*, McGraw-Hill Book Company, New York 1966, ISBN 07-035392-1.

/3/ G. W. SWENSON, JR., *An Amateur Radio Telescope*, Pachart Publishing House, Tucson 1980; ISBN 0-912918-06-3.

/4/ DAVE HEISERMANN, *Radio Astronomy for the Amateur*, Tab Books USA 1975, ISBN 0-8306-4714-7.

CHRISTIAN MONSTEIN
Wiesenstrasse 13
CH-8807 Freienbach

Spiegelschleifen ist wieder in!

Dem einen oder anderen Leser mag interessieren, was sich im **SAG-Yoloteam** derzeit tut. Ist es noch aktiv oder sind seine Aktivitäten langsam eingeschlafen?

Mittlerweile sind eine ganze Reihe Instrumente fertiggestellt und im Einsatz. Sie konnten auch kritisch mit anderen Teleskopoptiken verglichen werden. Die Bilanz fällt in jeder Hinsicht positiv aus. Die Yolo-Optik erwies sich als so exzellent, dass sich bereits mehrere Teamkollegen an den Schliff und Bau eines zweiten und sogar dritten Yolo's gemacht haben. Einerseits wünschte man sich etwas grössere Instrumente, andererseits kleine, handliche Teleskope, für die Reise und den einfachen Transport an abgelegenere Orte mit günstigen Beobachtungsbedingungen. Bei unserer ersten Baureihe handelte es sich, mit einer Ausnahme, um Instrumente mit 150 mm Öffnung. Der Tubus eines 150 mm Yolo's ist bereits recht gross und liegt mit zugehöriger Montierung etwa an der Grenze bequemer Transportierbarkeit. Ein 130 mm Yolo ist dagegen viel leichter und handlicher und weist immer noch eine beachtliche Öffnung auf. Trotz dem heute weit verbreiteten «Öffnungsgigantismus» sollte man bedenken, dass ein 1:12 Yolo mit 130 mm Öffnung, mit einem 130 mm Refraktor klassischer Ausführung vergleichbar ist. Ein «Reise-Yolo» ist bereits fertig und der Bau von weiteren ist geplant.

Eine Exklusivität ist der von L. HOVALD geschliffener 130 mm Zweispiegel «*Yolo-Aplanat*». Diesem liegt ein *Schwarzschildsystem* mit einem «komadeformierten» Sekundärspiegel zu Grunde. Ein «Komoid» ist eine Art Sattelfläche. Es zeigt sich, dass man als Amateur durchaus auch sehr komplizierte, nicht rotationssymmetrische Spiegelformen mit optischer Güte herstellen kann. Es gilt dabei das allgemeine Prinzip: *Was sehr genau messbar und kontrollierbar ist, ist auch mit den Händen sehr genau machbar!* Spass an der Sache, Fingerspitzengefühl und etwas Geduld braucht es für eine so komplexe Optik schon.

Bei den grösseren Instrumenten handelt es sich um 200 mm Yolo's. Diese erfordern allerdings eine stationäre Aufstellung. Neben diesen ist noch von B. KÜCHLER ein 300 mm *Trischiefspiegler* vom *Buchroeder-Typ* in Bau. Auch Planspiegel für Mess- und Kollimationszwecke wurden in unserer Gruppe geschliffen, eine einfache Spiegelschleifmaschine gebaut und Messeinrichtungen perfektioniert. Um keine falschen Vorstellungen zu evozieren; all dies braucht es im Grunde für die Herstellung eines guten Yolo's nicht. Selbstverständlich werden alle diese Projekte und Arbeiten bei den regelmässigen Zusammenkünften unseres Teams diskutiert und ein ständiger Erfahrungsaustausch findet untereinander statt.

Wer einmal realisiert hat, dass man sich als Amateur durchaus eine exzellente Teleskopoptik selber machen kann, die in ihrer Art am Markt nicht erhältlich ist und auch erfahren hat, dass die Sache reizvoll ist und Spass macht, der lässt nicht mehr so schnell davon ab.

«Spiegelschleifen ist daher wieder in»!

Mittlerweile haben sich die Aktivitäten des Yolo-Teams herumgesprochen und auch die Abbildungsqualität der Yolo-Optik. Es liegen bereits einige Anmeldungen für ein zweites Yolo-Team vor. Interessenten werden aber immer noch gesucht, denn in einer effizienten Arbeitsgruppe sollten mindesten 10-15 Teilnehmer mitwirken. Wer in einem weiteren Yolo-Team mittun möchte, der möge sich bei H. G. ZIEGLER, Ringstr. la, CH-5415 Nussbaumen melden.

Es sei hier noch eine Information gebracht: Das Yolo-Team hat die Rohscheiben für die Spiegel aus «Duran» oder «Zerodur» bei der *Schott-Schleiffer AG,* in *CH-8714 Feldbach* bezogen. Man hat uns mitgeteilt, dass diese Spiegelrohlinge bei der *Schott-Schleiffer AG* ab Jahresende, wegen zu geringer Nachfrage, nicht mehr geführt werden. Zudem sind die Preise nicht kostendeckend. Man muss in naher Zukunft nicht nur in Deutschland bestellen, sondern auch da mit massiven Preisaufschlägen rechnen. Wer vor hat, selber Spiegel zu schleifen oder im neuen Yolo-Team mitmachen will, der tut gut daran, sich noch rasch bei *Schott-Schleiffer* mit Spiegelrohlingen einzudecken.

H. G. ZIEGLER