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

**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft

**Band:** 41 (1983)

**Heft:** 196

**Artikel:** Primäre Auswertung der solaren Radiomessungen, gezeigt anhand des Riesenbursts vom 3.6.82

**Autor:** Monstein, Chr.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-899234

**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:** 09.12.2025

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

*Astronomische Vereinigung Kreuzlingen, Gruppe für Radioastronomie*

CHR. MONSTEIN

# Primäre Auswertung der solaren Radiomessungen, gezeigt anhand des Riesenbursts vom 3.6.82

Die im ORION 179 [1]) und ORION 182 [2]) beschriebenen Anlagen und Apparaturen in der Sternwarte Kreuzlingen wurden in der Zwischenzeit weiter verbessert und örtlich konzentriert in einem 19 Zoll-Stahlschrank montiert, so dass die Geräte in einer stabilen thermischen Umgebung und hochfrequent störstrahlungssicher untergebracht werden können.

Die Steuerung der Empfangsanlage (Transit - Meridian - Interferometer/Radiometer bei 230 Megahertz) und insbesondere der Messungen übernimmt ein Mikrocomputer mittels eines Mikroprozessors des Typs INTEL-8085 [3]).

Dieser Mikrocomputer kann über einen Fernschreiber des Typs TELETYPE programmiert und gestartet werden. Täglich wird nun ab 0700 Uhr MEZ eine neue Messreihe ausgelöst, indem alle zwei Minuten ein neuer Messwert mit einer Auflösung von 8 Bit (binary digit = Einheit zur Beschreibung des Informationsgehaltes einer Nachricht) in einem RAM (random access memory = Speicher mit wahlfreien Zugriff) abgelegt wird. Nach 255 Messungen, d.h. um 1530 Uhr MEZ werden alle gespeicherten Messwerte mit 110 Baud (nachrichtentechnische Geschwindigkeitseinheit in Zeichenschritte pro Sekunde) sequentiell auf einer Magnetbandkassette im ASCII-Format (American Standard Code for Information Interchange = Bezeichnung eines speziellen Nachrichtenschlüssels) abgespeichert. Diese Kassette wird jeden Monat durch eine leere Kassette ersetzt. Die bespielte Kassette wird beim Autor in Wädenswil auf 5¼ Zoll Floppy-Disketten umkopiert, damit die Daten rascher und einfacher (wahlfrei) bearbeitet werden können.

In Kreuzlingen wird dann, nachdem die täglichen Daten auf Kassette gespeichert worden sind, der ganze Datensatz 25 mal pro Sekunde über einem Digital/Analog-Wandler auf ein Oszilloskop des Typs Nord Mende WSG 326 in der Form eines Interferogramms wie in Abbildung 1 abgebildet. Dieses Bild bleibt erhalten, bis am nachfolgenden Tag eine neue Messreihe ausgelöst wird.

**Primäre Auswertungen**

Die erste Auswertung, d.h. die Darstellung der Messwerte eines bestimmten Tages auf Papier erfolgt ab Floppy-Diskette mit einem CBM 3032-Minicomputer, CBM 2031 Single-Floppydrive, CBM 2022-Printer, Olivetti-Schönschreibdrucker und Heathkit-X-Y-Recorder SR 207. Zusätzlich ist ein Kassettenrecorder mit spezieller Software installiert um die Daten-Kassetten aus Kreuzlingen lesen und damit auf Diskette kopieren zu können. Für sämtliche Auswertungen wurden spezielle BASIC-Programme entwickelt, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll.

Vorerst werden ausschliesslich Gruppenbilder mit 4 bis 10 Tagen pro Blatt gezeichnet mit der Abszisse von 07.00 Uhr MEZ bis 15.30 Uhr MEZ, der Ordinate unterteilt in 4 bis 10 Tage, wobei jeder Tag einzeln calibrierbar ist in Kelvin äquivalenter Antennenrauschtemperatur (Abb. 2).

Sobald eine dieser Kurven besondere Merkmale wie beispielsweise ein oder mehrere starke Ausbrüche (Bursts)

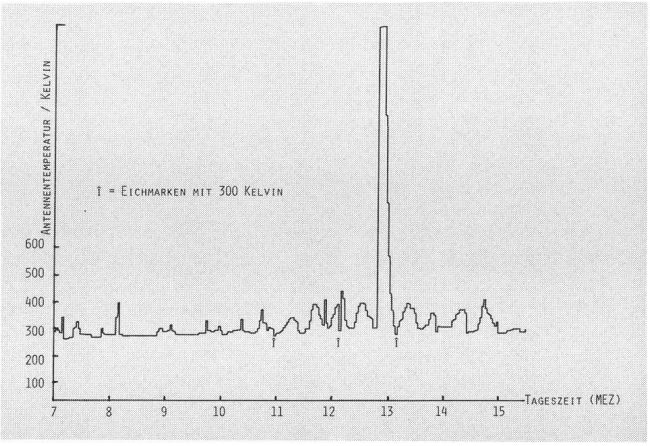



*Abb. 1: Transit-Meridian-Interferometer/Radiometer bei 230 Megahertz in der Sternwarte Kreuzlingen (AVK). Parameter: Bandbreite = 5,5 Megahertz; Integrationszeit = 0,5 Sekunden; Messintervall = 120 Sekunden. Die Basislinie beträgt 11 Wellenlängen in Ost-West-Richtung. Aufnahme: Autor vom 3.6.82.*

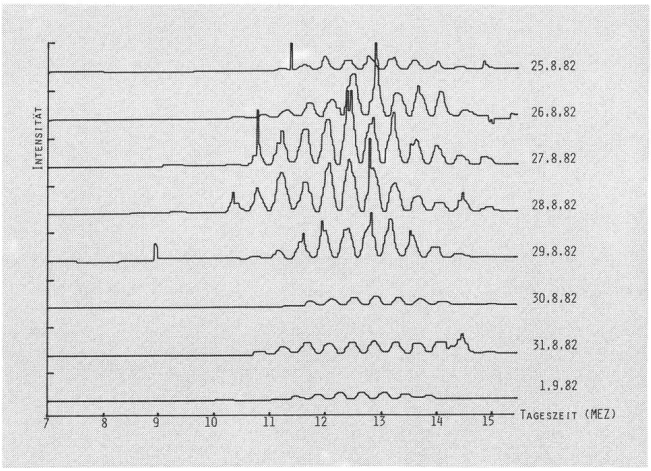



*Abb. 2: Interferometer Sternwarte Kreuzlingen (AVK). Darstellung mehrerer Tage (8) in einem Diagramm um die Entwicklung der aktiven Sonne zu visualisieren. Horizontal die Messzeit von 0700 Uhr MEZ bis 1530 Uhr MEZ, vertikal das Datum und jeweils pro Tag die Radiointensität. Aufnahme: Autor vom 25.8.82 bis 1.9.82.*

*Abb. 3: Numerische Auswertung der Messung vom 3.6.82 in der Sternwarte Kreuzlingen. Horizontal jeweils fünf Messungen im Abstand von zwei Minuten. Vertikaler Abstand 10 Minuten. Oben links die sogenannte Filebezeichnung (Name der Datei auf der Floppy-Diskette). Am Schluss statistische Werte der Intensität eines Tages.*

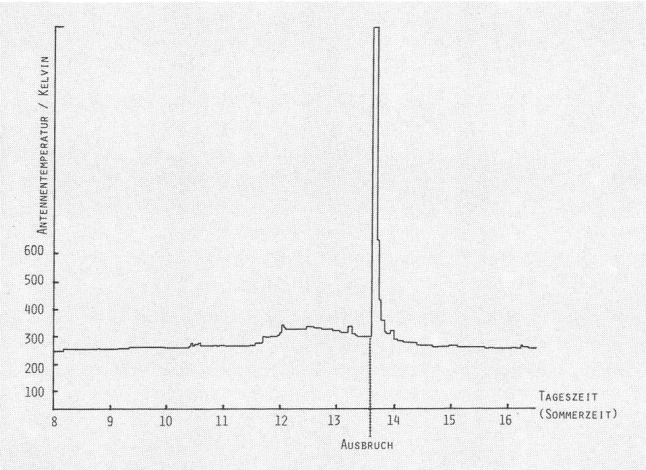



*Abb. 4: Aufnahme mit Einzelantenne an der Station des Verfassers bei der Empfangsfrequenz 230 Megahertz. Die Bandbreite beträgt 220 Kilohertz bei einer Dämpfung von 3dB und die Integrationszeit beträgt 0,5 Sekunden. Alle 120 Sekunden wird ein Messwert abgespeichert. Antenne mit vertikaler Polarisation und 12 dB Gewinn im Meridian der Station. Aufnahme: Autor vom 3.6.82.*

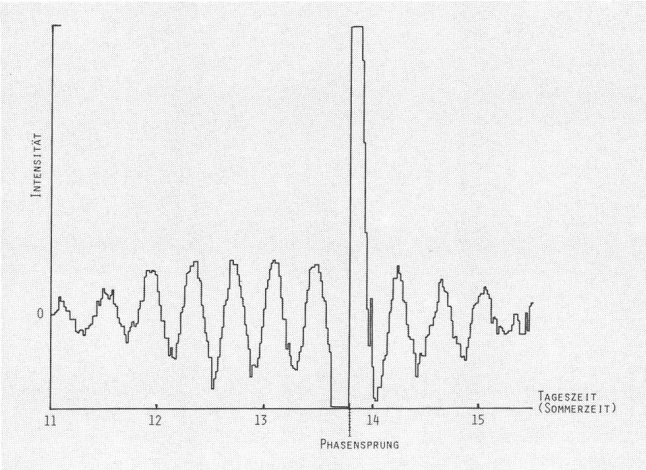


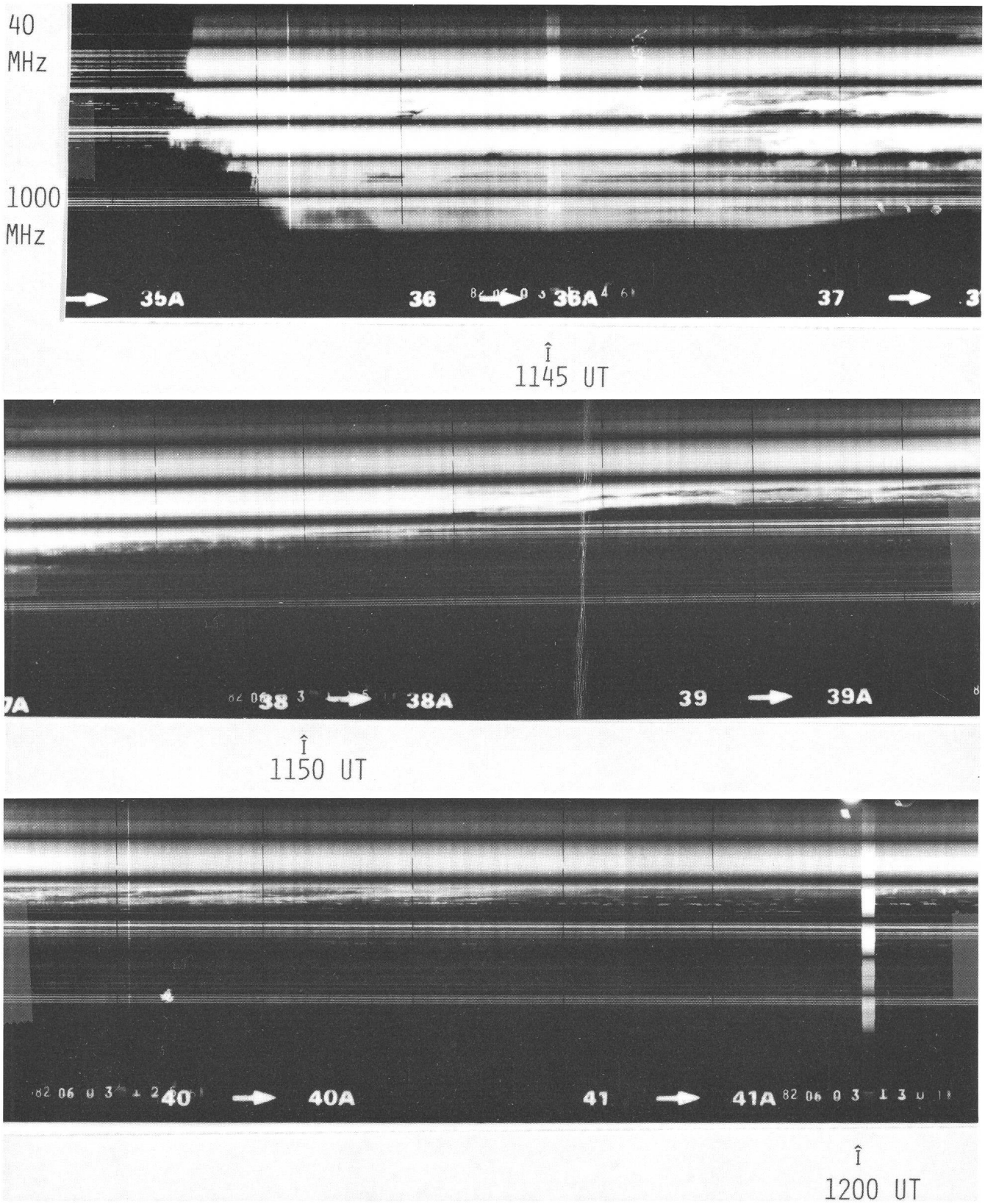

*Abb. 5: Phasengeschaltetes Transit-Meridian-Interferometer/Radiometer mit einer Ost-West-Basis von 11 Wellenlängen. Die Empfangsfrequenz beträgt 144 Megahertz und die Bandbreite etwa 20 Kilohertz. Da der Burstausschlag synchron bzw. phasengleich zu den Interferenzen der ruhigen Sonne verläuft, können wir annehmen, dass die Radioquelle entweder auf der Sonne selbst oder um ein geradzahliges Vielfaches der Auflösung östlich oder westlich des Sonnenmeridians liegt. Aufnahme: Dr. P. Aubry, Ottoberg vom 3.6.82; gezeichnet von Autor.*

zeigt, so wird der entsprechende Tag separat auf einem Blatt Papier gezeichnet (Abb. 1). Auch hier die Abszisse von 07.00 Uhr MEZ bis 15.30 Uhr MEZ und die Ordinate in Kelvin äquivalenter Antennenrauschtemperatur. Einzelheiten in dieser Auswertung können bei Bedarf in gewissen Grenzen zusätzlich vergrössert oder verkleinert gezeichnet werden. Bei

| | MINUTEN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 030682STW | 00 | 02 | 04 | 06 | 08 |
| 0800 | 49 | 51 | 47 | 45 | 59 |
| 0810 | 41 | 43 | 44 | 45 | 44 |
| 0820 | 51 | 52 | 56 | 48 | 44 |
| 0830 | 47 | 44 | 46 | 44 | 44 |
| 0840 | 42 | 43 | 45 | 44 | 45 |
| 0850 | 51 | 45 | 44 | 45 | 44 |
| 0900 | 44 | 44 | 44 | 59 | 69 |
| 0910 | 44 | 46 | 43 | 43 | 46 |
| 0920 | 44 | 46 | 45 | 44 | 45 |
| 0930 | 46 | 46 | 44 | 46 | 44 |
| 0940 | 45 | 45 | 44 | 44 | 44 |
| 0950 | 49 | 51 | 49 | 46 | 48 |
| 1000 | 49 | 50 | 54 | 47 | 46 |
| 1010 | 44 | 45 | 46 | 46 | 46 |
| 1020 | 44 | 44 | 44 | 47 | 45 |
| 1030 | 44 | 44 | 48 | 46 | 46 |
| 1040 | 47 | 57 | 47 | 49 | 46 |
| 1050 | 48 | 50 | 49 | 53 | 47 |
| 1100 | 44 | 47 | 47 | 49 | 46 |
| 1110 | 48 | 50 | 49 | 50 | 49 |
| 1120 | 58 | 47 | 46 | 48 | 46 |
| 1130 | 45 | 47 | 46 | 49 | 51 |
| 1140 | 57 | 64 | 52 | 52 | 47 |
| 1150 | 52 | 49 | 48 | 43 | 48 |
| 1200 | 47 | 49 | 50 | 52 | 54 |
| 1210 | 56 | 58 | 59 | 59 | 54 |
| 1220 | 53 | 47 | 45 | 46 | 48 |
| 1230 | 51 | 49 | 57 | 64 | 68 |
| 1240 | 65 | 63 | 58 | 55 | 51 |
| 1250 | 71 | 52 | 49 | 53 | 59 |
| 1300 | 61 | 66 | 68 | 47 | 77 |
| 1310 | 69 | 54 | 50 | 49 | 50 |
| 1320 | 51 | 56 | 62 | 67 | 69 |
| 1330 | 69 | 65 | 61 | 57 | 56 |
| 1340 | 55 | 49 | 50 | 255 | 255 |
| 1350 | 255 | 255 | 192 | 134 | 97 |
| 1400 | 72 | 61 | 50 | 44 | 53 |
| 1410 | 57 | 58 | 63 | 66 | 69 |
| 1420 | 65 | 62 | 65 | 59 | 52 |
| 1430 | 49 | 48 | 49 | 52 | 54 |
| 1440 | 54 | 58 | 62 | 62 | 58 |
| 1450 | 46 | 53 | 50 | 50 | 50 |
| 1500 | 50 | 51 | 52 | 52 | 57 |
| 1510 | 58 | 61 | 62 | 64 | 62 |
| 1520 | 63 | 59 | 45 | 49 | 47 |
| 1530 | 48 | 50 | 50 | 55 | 59 |
| 1540 | 67 | 71 | 62 | 59 | 58 |
| 1550 | 55 | 52 | 50 | 56 | 45 |
| 1600 | 47 | 45 | 47 | 48 | 50 |
| 1610 | 50 | 50 | 51 | 50 | 51 |
| 1620 | 50 | 46 | 46 | 48 | 51 |

MINIMUM : 41
MAXIMUM : 255
MITTELWERT: 55.7411765

*Abb. 6: Spektrogramme der solaren Radiostrahlung zwischen etwa 40 und 1000 Megahertz. Zeitraum der Aufnahme von 1142 UT (Universal Time) bis 1200 UT. Aufnahme 3.6.82 Dr. H. Urbarz, Institut für solare Radioastronomie der Universität Tübingen, Aussenstelle Weissenau. Die Mikrowellenausbrüche sind gegenüber den Meterwellen etwa eine halbe Minute verzögert.*



Einzelereignissen bietet sich zudem eine numerische Darstellung wie in Abb. 3 dar, wo alle 255 Messwerte in Fünfergruppen dezimal dargestellt werden. Der Messwertebereich erstreckt sich dabei von 0 bis 255 entsprechend den 8 Bit Auflösung des Analog/Digital-Wandlers [4]).

Anhand einer calibrierten Rauschtreppe können diesen Zahlenwerten konkrete Werte der Antennenrauschtemperatur zugewiesen werden. Diese numerischen Auswertungen dienen meist dazu den Ost-West-Radiodurchmesser der Sonnenkorona zu bestimmen, auf die in einem späteren Artikel näher eingegangen werden soll.

**Vergleich**

Spezielle Ereignisse, wie jenes vom 3.6.82, das nach offiziellen Angaben bei unseren Empfangsfrequenzen einen Radiofluss von 98 000 SFU (Solar Flux Unit = Solare Radio-Flusseinheit; 1 SFU = $10^{-22}$ Watt pro Quadratmeter und Hertz = 10 000 Jansky [Jy]) erzeugte, werden unter den Amateur-Radioastronomen meistens mit den Aufnahmen anderer Stationen verglichen.

Zur Erinnerung, der solare Radiofluss der ruhigen Sonne beträgt bei 230 Megahertz etwa 16 SFU [5]).

Der Ausbruch von 3.6.82 war demzufolge etwa 6000 mal stärker als die Strahlung der ruhigen (normalen) Sonne!

Geeignete Aufzeichnungen für Vergleichszwecke sind beispielsweise die des Transit-Meridian-Radiometers des Autors in Wädenswil (Abbildung 4).

Dieses Instrument besteht aus einer vertikal polarisierten YAGI-Einzelantenne, ausgerichtet auf den Meridian-Durchgang der Sonne.

Das Empfangsgerät, eine Eigenentwicklung, ist ein DICKE-Radiometer mit getasteter und verzögerter Regelung im Referenzzweig. Ein Mikrocomputer besorgt ebenfalls wie in Kreuzligen die Steuerung der Anlage und die Speicherung der Messwerte auf Tonbandkassette.

Eine weitere Vergleichs-Station ist diejenige von Dr. P. AUBRY, Ottoberg, ein sogenanntes phasengeschaltetes Transit-Meridian-Interferometer/Radiometer bei 144 Megahertz (Abbildung 5) und ein azimutal nachgeführtes Radiometer bei 430 Megahertz. Ein weiterer Amateur-Radioastronom arbeitet in der BRD auf der Frequenz 613 Megahertz, so dass amateurseitig beinahe das gesamte Radiospektrum erfasst wird.

Bei wirklich besonderen Ereignissen, wie jenes vom 3.6.82 haben wir die Möglichkeit auf die Radio-Spektrogramme des solaren Radiospektrografen [6]) von Dr. H. URBAZ, Universität Tübingen, Aussenstelle Weissenau zuzugreifen (Abbildung 6). Mit unseren Aufzeichnungen können wir zwangsläufig nur auf diskreten Frequenzen messen, die Information des Spektrums ist dabei unvollständig. Im Spektrogramm sieht man «auf einen Blick» das spektrale Verhalten eines Bursts, und man kann diesen überhaupt erst mittels des Spektrums klassifizieren. Der Frequenzbereich reicht hier von etwa 40 Megahertz bis 1 Gigahertz (1000 Megahertz). Die Zeitauflösung beträgt einige Sekunden, so dass das dynamische Verhalten studiert werden kann...

Aus unseren Aufzeichnungen können dann andererseits Anhaltswerte für die Intensität des Radioflusses gewonnen werden, die im Spektrum vielfach nicht so deutlich bzw. ungenau herausgelesen werden können.

**Weitere Auswertungen**

Vielfach interessiert uns die zeitliche Entwicklung eines solaren Bursts oder allgemein eines aktiven Gebietes auf der Sonne über mehrere Tage betrachtet. (Abbildung 7).

Dazu besteht die Möglichkeit, die Daten quasidreidimensional (z.B. in Kavalierspersperspektive) darzustellen. Hierbei interessierte uns insbesondere das Nicht-Zeichnen der verborgenen Linien im Diagramm, ... ein besonders delikates Softwareproblem für Amateure. In der Abszisse haben wir hier ebenfalls die Messzeit, nach «hinten» das Datum in Tagesintervallen und nach «oben» die Radiointensität. Sowohl die apparativen Einrichtungen, als auch die Auswerte-Software werden laufend verbessert und erweitert, so dass demnächst weitere Publikationen in dieser Richtung zu erwarten sind.

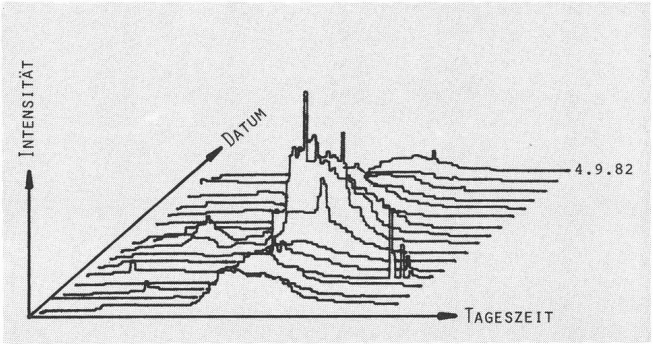



*Abb. 7: Kavalierperspektivische Darstellung mehrerer Einzelmessungen an der Station des Verfassers in Wädenswil. Horizontal die Messzeit von 0700 Uhr MEZ bis 1530 Uhr MEZ, vertikal das Datum bzw. die Intensität. Vergleiche Bild Nummer 2 aus der Sternwarte mit denselben Aufnahmetagen. Aufnahme: Autor vom 20.8.82 bis 4.9.82.*

Der Vorteil dieser astronomischen Tätigkeit besteht darin, dass die meisten Arbeiten im warmen und trockenen Büro oder in der Stube durchgeführt werden können. (Eine wahrlich faule und verwöhnte «Brut», diese Hobby-Radioastronomen...).

*Literatur:*

1) ORION Nr. 179, August 1980. CHR. A. MONSTEIN: Radioastronomie als Hobby.
2) ORION Nr. 182, Februar 1981. CHR. A. MONSTEIN: Amateurradioastronomie.
3) MCS-85 User's Manual, September 1978. INTEL Corporation, 3065 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95051.
4) Teledyne Semiconductor General Description of the Monolithic CMOS A/D Converter 8700. 1300 Terra Bella Avenue, Mountain View, California 94043.
5) J. S. HEY, Das Radiouniversum; Einführung in die Radioastronomie, Verlag Chemie Weinheim 1974.
6) H. W. URBARZ, Radiospektrographie und Interferometrie in der Aussenstelle Weissenau. (Der neue Breitbandspektrograph zur Registrierung von solaren Bursts). Mitteilung des Astronomischen Institutes der Universität Tübingen, Aussenstelle Weissenau Nr. 96.

*Adresse des Verfassers:*
Christian Monstein, Dipl. Ing. (FH), Wiesenstrasse 13, 8807 Freienbach/SZ.