

# Testbericht UHF-Empfänger

8./12. Oktober 1998

O. Lochner, E. Fürst

## 1 Einführung

Der neue UHF-Empfänger ist als Zweikanalsystem aufgebaut. Das neue Blockdiagramm ist in Abb.1 dargestellt. Im Vergleich zum alten System fällt u.a. die veränderte Einspeisung der Kalibration auf. Möglich Verstärkungsschwankungen in der ersten Verstärkerstufe werden nicht kalibriert.

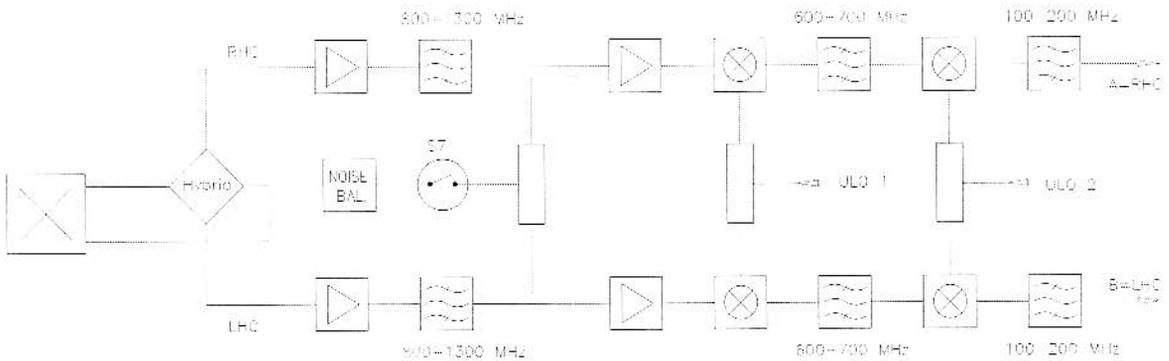


Abb.1

## 2 Beobachtungsprogramm

Die Beobachtungen wurden am 8. Oktober tagsüber und am 12. Oktober 1998 in der Zeit von 15 - 6 UT durchgeführt. Die verwendete Bandbreite war 2 MHz. Da die Messung auch Aussagen über die Polarisation beinhalten sollte, wurde auch die Quelle 3C286 beobachtet. Im Gegensatz zur Messung vom 8. Dezember 1997 lag diesmal keine vorherige Bestimmung der Kalibrations-Temperatur vor. Um aus den neuen Messungen diese Temperatur abzuleiten, wurde auf die Ergebnisse der Flächeneffektivität der alten Messungen zurückgegriffen.

### 2.1 Aufistung der Einzelbeobachtungen

Alle nachfolgenden Messungen wurden mit einer Bandbreite von 2 MHz durchgeführt. Die nachfolgenden Tabellen 1 und 2 listen alle Messungen.

<i>Scan</i>	<i>Quelle</i>	<i>Frequenz</i> [MHz]	<i>Flußwert</i> [Jy]	<i>Meßart</i>
3167	3C286	1222	15.7	Cross
3168	3C286	1222	15.7	Cross
3169	3C286	1222	15.7	Map
3170	3C286	1135	16.3	Cross
3171	3C286	1135	16.3	Cross
3172	3C286	1135	16.3	Map
3173	3C286	1027	17.1	Cross
3174	3C286	1027	17.1	Cross
3175	3C286	863	18.8	Cross
3177	3C286	863	18.8	Cross
3178	3C286	1222	15.7	Cross
3179	3C286	1222	15.7	Map
3180	3C295	1222	25.3	Cross
3181	3C295	1222	25.3	Map
3182	3C295	1260	24.8	Cross
3183	3C295	1260	24.8	Map
3184	3C295	1135	26.1	Cross
3185	3C295	1135	26.1	Map
3186	3C295	1022	27.3	Cross
3187	3C295	1022	27.3	Map
3188	G116	1022	—	Map
3189	3C48	863	22.4	Cross
3190	3C48	863	22.4	Cross
3191	3C48	863	22.4	Map
3192	S147L	863	—	Map
3193	S147B	863	—	Map
3194	S147L	863	—	Map
3195	S147B	863	—	Map
3196	3C138	863	—	Cross
3197	3C138	863	—	Map
3198	S147L	863	—	Map
3199	S147B	863	—	Map
3200	3C286	863	18.8	Cross
3201	3C286	863	18.8	Cross
3202	3C286	863	18.8	Map
3203	3C286	863	18.8	Cross ♣
3204	3C286	863	18.8	Map ♣
3205	3C286	863	18.8	Map ♣
3206	3C286	863	18.8	Map

♣ = Verwendung des 21-cm Polarimeters

Tab.1: Auflistung aller Messungen am 12. Oktober 1998

<i>Scan</i>	<i>Quelle</i>	<i>Frequenz</i> [MHz]	<i>Flußwert</i> [Jy]	<i>Messart</i>
2816	3C286	1222	15.7	Cross
2817	3C286	1222	15.7	Map
2818	3C286	1222	15.7	Map 2° off
2819	3C286	1135	16.3	Cross
2820	3C286	1135	16.3	Map
2821	3C286	1135	16.3	Map 2° off
2822	3C286	1027	17.1	Cross
2823	3C286	1027	17.1	Map
2824	3C286	1027	17.1	Map 2° off
2828	3C286	863	18.8	Cross
2829	3C286	863	18.8	Map

Tab.2: Auflistung aller Messungen am 8. Oktober 1998

### 3 Auswertung der Cross-Scans

Ziel der Auswertung der Cross-Scans war die Ermittlung der Temperatur der Kalibration. Wie oben erwähnt wurde dabei auf die alten Messungen zurückgegriffen, d.h. der Wert für  $T_A/S$  wurde übernommen. Es ergibt sich folgende Tabelle 3a:

<b>Scan</b>	<b>Frequenz</b> [MHz]	<b><math>T_a/S</math></b> [K/Jy]	$T_{Cal-1}$ [K]	$T_{Cal-2}$ [K]	$T_{Cal-1}^*$ [K]	$T_{Cal-2}^*$ [K]
2828	1222	1.27	12.5	12.0	12.6	12.1
3168	1222	1.27	11.1	10.3	11.2	10.4
2822	1135	1.38	12.3	10.5	11.4	9.7
3171	1135	1.38	12.2	11.3	11.4	10.5
2819	1027	0.90	8.6	7.8	12.2	11.1
3174	1027	0.90	8.5	7.2	12.1	10.2
2816	863	0.94	10.1	9.3	13.8	12.7
3177	863	0.94	10.9	10.3	14.8	13.9

Tab.3a:  $T_{Cal-1}$  bzw.  $T_{Cal-2}$  sind die Temperaturwerte berechnet aus dem Kanal 1 bzw. Kanal 2. Werte mit Index \* siehe Text

In der Tabelle fallen die niedrigen Werte bei 863 und 1027 MHz auf. Es muß daran erinnert werden, daß die Werte auf der Auswertung der *Cross – Scans* des alten Systems (Testbericht vom 03.12.1997) basieren. Bei dieser Auswertung wurde eine konstante Temperatur der Kalibration angenommen. Diese Annahme führte zu einer Abnahme des Flächenwirkungsgrades bei eben diesen Frequenzen. Ein Vergleich mit *hot-cold* Messungen am neuen System (Abschnitt 3.1) zeigt, daß die Übereinstimmung bei hohen Frequenzen gut, bei 863 und 1027 MHz aber weniger gut ist. Offenbar war die Annahme konstanter Temperatur im Testbericht von 03.12.1997 nicht richtig. Wenn wir annehmen, daß der Flächenwirkungsgrad im Bereich 863 und 1027 MHz ähnlich ist wie bei den übrigen Frequenzen, so läßt sich ein Mittelwert von  $\eta_A = 45\%$  und für  $T_A[K]/S[Jy]$  ein Wert von 1.28 bestimmen. Die damit berechneten  $T_{Cal}$ -Werte sind in Tab.3 mit dem Index \* versehen. Der Mittelwert von  $T_{cal}$  ist ca. 11.9 K.

### 3.1 *hot-cold* Messung der Temperatur der Kalibration

Um eine Eichung des UHF-Empfängers durchführen zu können, wurden spezielle Abschlüsse entwickelt und gebaut. Die bei den gewünschten Frequenzen erreichten Anpasswerte der Kombination Erreger-Abschluß sind in Tab.3b unter  $PRL_{hot}$  und  $PRL_{cold}$  aufgeführt. Zum Vergleich ist auch die Anpassung des Erregers am Himmel mit angegeben.

f	[MHz]	863	1022	1135	1222	1300
$PRL_{sky}$	[dB]	8	13	18	30	13
$PRL_{hot}$	[dB]	6	24	33	14	11
$PRL_{cold}$	[dB]	12	11	15	15	12
$T_{e1}$	[K]	65	50	57	61	95
$T_{e1}$	[K]	63	51	57	62	94
$T_{cal-1}$	[K]	15.0	13.1	12.9	12.9	16.1
$T_{cal-2}$	[K]	13.7	11.4	11.3	12.0	15.3
$T_{cal-1}^*$	[K]	14.3	12.2	11.4	11.9	
$T_{cal-2}^*$	[K]	13.3	10.7	10.1	11.3	

Tab3b: *hot-cold* Eichung. Zum Vergleich die Werte von  $T_{cal-1}^*$  und  $T_{cal-2}^*$  aus Tab.3a.

Es ergibt sich eine erstaunlich gute Übereinstimmung der mit *hot-cold* ermittelten Kalibrationen  $T_{cal-n}$  mit den astronomisch bestimmten Werten  $T_{cal-n}^*$  aus Tabelle 3a (Mittelwerte sind in den beiden letzten Zeilen von Tabelle 3b aufgelistet). Dabei ist jedoch zu beachten, daß besonders bei 1022 MHz die Annahme eines konstanten Flächenwirkungsgrades den Wert von  $T_{cal}$  beeinflusst. Die theoretische Berechnung der zu erwartenden Empfängertemperatur  $T_e$  ergab unabhängig von der Empfangsfrequenz 46 K.

Die Abweichung kann mit der mäßigen Anpassung vor allem an den Bandrändern erklärt werden. Bei 1300 MHz machen sich zusätzlich Verluste des Erregers (G 10 Substrat) bemerkbar.

Die Systemtemperaturen  $T_{sys}$  sollten erfahrungsgemäß um ca. 20 K höher liegen als die mit *hot-cold* ermittelten  $T_e$  Werte (siehe auch Abschnitt 5).

## 4 Auswertung der Kalibrationskarten

Die Auswertung der Kalibrationskarten ergab durchgehend für alle untersuchten Frequenzen ein Verhältnis  $T_B(K)/S(Jy) = 2.08 \pm 0.13$ . Die Halbwertbreiten in Abhängigkeit von der Frequenz zeigt Tabelle 4.

Frequenz[MHz]	HPBW[arcmin]
1260	10.6
1222	10.6
1135	11.5
1022	12.5
863	14.5

Tab.4 Die Halbwertsbreiten als Funktion der Frequenz

## 5 Auswertung der Map auf einem "Blank"-Feld

"Blank"-Felder von  $2^\circ \times 2^\circ$  Größe wurden bei verschiedenen Frequenzen (siehe Tab.2) vermessen. Bei der verwendeten Bandbreite von 2 MHz ergab sich dabei unabhängig von der verwendeten Frequenz ein rms-Wert von ca. 60 mJy/beam bezogen auf eine Integrationszeit von 1 sec. Gemäß Abschnitt 3 entspricht das einem Temperaturwert von  $\Delta T = 0.077 \text{ K}$ . Gemäß der Radiometerformel

$$\Delta T = \frac{T_{sys}}{\sqrt{\Delta\nu \tau}}$$

ergibt sich eine Systemtemperatur von  $T_{sys} = 110 \text{ K}$ .

In der Bandmitte (ca. 1000 MHz) ist  $T_{sys}$  um ca. 20% kleiner und an den Bandrändern um ca. 10% größer anzusetzen. Da in Abschnitt 3 die Temperatur der Kalibrierung bestimmt wurde, kann diese auch zur Ermittlung von  $T_{sys}$  dienen. Gemäß  $T_{sys} = T_{Cal} * Sig/Cal$  ergibt sich z.B. für den *Scan* 3188 (Tab.1, Elevation  $72^\circ$ ) ein Wert von  $\approx 90 \text{ K}$ . Bei beiden Methoden ist ein kleiner Beitrag von externen Störungen nicht auszuschließen. Darin mag auch die Erklärung für den Unterschied gegenüber dem Wert von  $T_{sys}$  aus Abschnitt 3.1 liegen. Der Empfänger ist aber in dem derzeitigen Zustand um ca. einen Faktor 2 besser als das vor einem Jahr getestete System.

## 6 Auswertung von sonstigen Feldern

Um die Eigenschaft des neuen UHF-Empfängers im Hinblick auf astronomisch nutzbare Feldmessungen zu untersuchen, wurden zwei größere Felder bei zwei verschiedenen Frequenzen untersucht.

<i>Scan-No.</i>	<i>Name</i>	<i>Zentrum-l</i>	<i>Zentrum-b</i>	<i>Ausdehnung</i>	<i>Scanrichtung</i>	<i>Frequenz</i>
3188	G116	$116^\circ$	$+1^\circ$	$5^\circ \times 4^\circ$	<i>b</i>	1022 MHz
3192	S147	$180^\circ$	$-1.5^\circ$	$5^\circ \times 5^\circ$	<i>l</i>	863 MHz
3193	S147	$180^\circ$	$-1.5^\circ$	$5^\circ \times 5^\circ$	<i>b</i>	863 MHz
3194	S147	$180^\circ$	$-1.5^\circ$	$5^\circ \times 5^\circ$	<i>l</i>	863 MHz
3195	S147	$180^\circ$	$-1.5^\circ$	$5^\circ \times 5^\circ$	<i>b</i>	863 MHz
3198	S147	$180^\circ$	$-1.5^\circ$	$5^\circ \times 5^\circ$	<i>l</i>	863 MHz
3199	S147	$180^\circ$	$-1.5^\circ$	$5^\circ \times 5^\circ$	<i>b</i>	863 MHz

Bei allen Karten wurde eine Integrationszeit von 1 sec und eine Bandbreite von 2 MHz gewählt. Die Daten wurden entsprechend den herkömmlichen Methoden bei Kontinuumsmessungen ausgewertet. Das Resultat für die Quelle S147 ist in Abb.2 dargestellt.

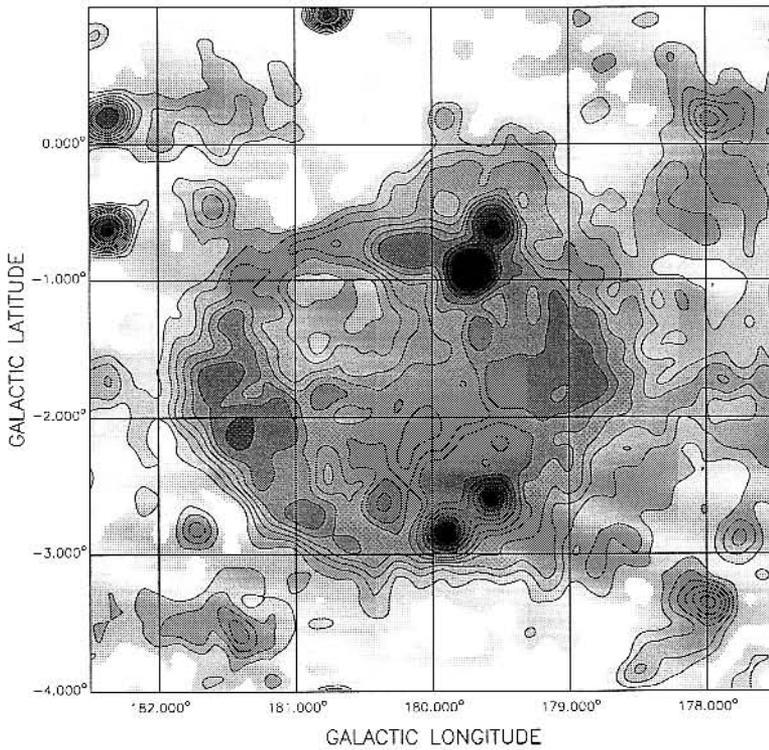


Abb.2 S147 bei 863 MHz: Die Konturen sind bei 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250 mJy/beam

In Bereichen ohne sichtbare Emission kann der rms-Wert für eine Integrationszeit von 6 sec bestimmt werden. Es ergibt sich ca. 30 mJy/beam, was in etwa der Erwartung entspricht. Die Eichung der Karte wurde an Hand der stärksten vier Quellen im Bereich des Überrestes überprüft. Die Flußdichten dieser Quellen sind sehr genau bekannt (Fürst et al., 1982, A&A 115, 428). Die Übereinstimmung liegt innerhalb eines Bereiches von wenigen Prozenten. Die Integration der Karte und die Ermittlung der Gesamtflußdichte von S147 ergibt  $82 \pm 9 Jy$ . In Abb.3 ist das Spektrum dargestellt. Im Bereich um 1 GHz ist das Spektrum durch den neuen Wert jetzt besser definiert.

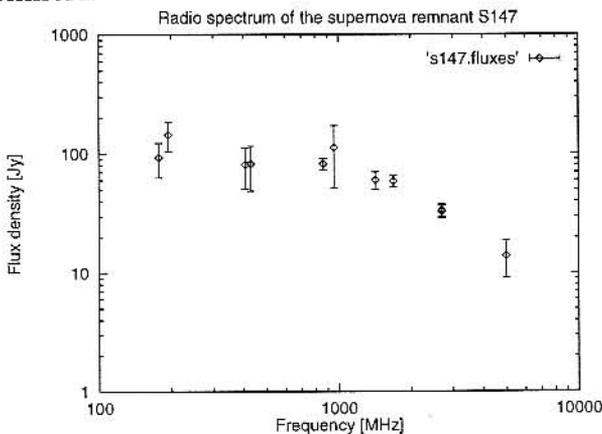


Abb.3 Das Radiospektrum von S147

Abb.4 zeigt das Gebiet um  $l=116^\circ$ ,  $b=+1^\circ$  aufgenommen bei einer Frequenz von 1022 MHz. Es ist ausschließlich eine Überdeckung. Daher sind einzelne "Scan-

Effekte" auch nach der Auswertung noch sichtbar. Der rms-Wert in der Karte ist ca. 60 mJy/beam.

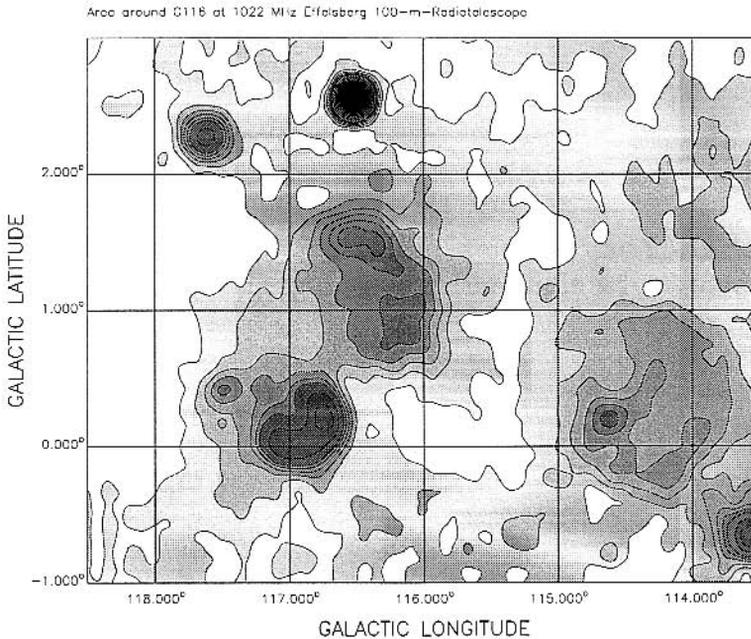


Abb.4 Feld um  $l=116^\circ$ ,  $b=+1^\circ$  bei 1022 MHz  
Konturen: 0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2500, 3000, 3500,  
4000, 4500, 5000 mJy/beam

**Schlußfolgerung:** Es ist durchaus möglich, mit dem neuen UHF-Empfänger reguläre Kontinuumsmessungen durchzuführen. Die Wahl der jeweiligen Frequenz ist zwar oft (wie im Falle S147) astronomisch bedingt, muß sich jedoch auch nach den jeweiligen Störsituationen richten. Vorschläge an das PKE sollten angeregt werden.

## 7 Polarisation

Wie aus Abb.1 hervorgeht, ist das neue System so angelegt, daß ausgehend von einem gekreuzten Dipol über ein Hybrid die rechts- und linkszirkuläre Wellenkomponente erzeugt wird. Mittels eines ZF-Polarimeters werden die linearen Komponenten U und Q erzeugt. Die Polarisation kann nicht wie sonst üblich über einen Phasenschieber abgeglichen werden. Interne Phasenverschiebungen können also nicht eliminiert werden. Erschwert werden Polarisationsmessungen durch eine frequenzabhängige, instrumentelle Polarisation. An der unpolarisierten Quelle 3C295 wurden folgende Werte gemessen:

Frequenz (MHz)	Instrumentelle Polarisation (%)
1260	4.9
1222	5.3
1135	4.3
1022	4.1
863	3.3

Polarisationsmessungen verlangen also eine Korrektur für die instrumentelle Polarisation wie sie etwa von Uyaniker et al. (A&A. 1998 in press) vorgeschlagen wurde. Bezogen auf 1 sec Integrationszeit ergibt sich in den U- und Q-Karten ein rms-Wert von ca. 40 mJy/beam, d.h. die polarisierte Intensität ist mit demgleichen Fehler behaftet wie die Gesamtintensität.