

## Ergebnisse der 32 GHz Testmessungen vom 9./10.3.1997

W. Reich und E. Fürst

26. März 1997

### Vorgeschichte / aktuelle Situation:

Bis zum Jahr 1992 war in der Sekundärfokus-Kabine ein Drei-Horn-System für Kontinuums-kartierungen bei 32 GHz installiert. Die Hornabstände betragen ca. 2' und 4.3' in AZ-Richtung. An die beiden zirkularen Auskoppelungen waren jeweils ungekühlten Mischer angeschlossen mit Systemtemperaturen zwischen 400 K und 700 K. Die Bandbreite betrug 1.8 GHz. Das System war stabil genug, um im Total-Power Mode betrieben zu werden. „Software Beam Switching“ wurde erfolgreich angewandt. Die Erfassung der linearen Polarisation erfolgte durch wechselseitiges Messen von U und Q, wodurch Empfindlichkeit verloren geht.

Zur Steigerung der Empfindlichkeit des Systems sollten gekühlte HEMT-Verstärker die Mischer ersetzen, das Konzept aber beibehalten werden. Der Ausbau zu einem symmetrischen 3x3 Horn-System ist vorgesehen. Ein Einzelhorn mit gekühlten HEMT-Verstärkern wurde im Herbst 1992 zu Testzwecken eingebaut, konnte aber nicht wie geplant zusammen mit dem Mischer-System betrieben werden, da deren LO-Abstrahlung störte. Das Drei-Horn-System wurde deshalb ausgebaut. Tests mit dem Einzelfeed im Februar 1993 zeigten selbst bei sehr kurzen Scandauern im besten Fall ein um 3.6x höheres Rauschen in TP als in den U/Q Kanälen. Damit wird die exzellente Stabilität des 10-GHz-RX zwar nicht erreicht (Verhältnis von TP-RMS zu U/Q-RMS zwischen 2 und 3), doch werden für das neue Drei-Horn-System Verbesserungen gegenüber dem Einzelfeed durch Ausschluß von Wettereffekten erwartet.

Das neue Empfangssystem wurde im November 1995 eingebaut und ein Kurztest zeigte, daß das System einwandfrei angeschlossen wurde. Probleme mit der maximal zulässigen Last in der APEX-Kabine zwangen aber dazu, den Empfänger sofort wieder auszubauen bis die Verstärkung der Kabinenwände durchgeführt worden war. Dies wurde Anfang 1996 durchgeführt, doch wegen Platzprobleme bei Arbeiten am Multifrequenz-Empfänger erfolgte der Einbau erst im November 1996. Eine Überprüfung am 12.12.96 zeigte, daß das System einwandfrei verkabelt und meßbereit ist. Wegen schlechten Wetters konnte erst am 11.2.97 ein Test von einigen Stunden durchgeführt werden, bei dem sich Fokussierprobleme mit einem Horn (Horn 3) zeigten. Das Verhältnis TP-RMS/U,Q-RMS war ca. 5, also sehr hoch. Es wurde am 27.2.97 die Justage der Hörner mittels Zielfernrohraufsatz überprüft und verbessert. Die exakte Ausrichtung konnte aber noch nicht erreicht werden, da der mögliche Verstellbereich dies momentan nicht zuläßt. Die endgültig korrekte Justage soll in Kürze nachgeholt werden.

Ein astronomischer Kartierungs-Test fand dann bei optimalen Wetterbedingungen am 9./10.3.97 statt, dessen Ergebnisse hier zusammengefaßt werden. Alle 12 Kanäle des Systems arbeiteten einwandfrei. Die Antennendaten sind nur als Zwischenergebnis zu verstehen, da nach der mechanischen Justage eine Neuvermessung nötig ist.

Folgende Ergebnisse wurden bestimmt:

a) Hornabstände und Halbwertsbreite

Es wurden folgende Hornabstände in AZ relativ zum zentralen Horn (= Horn 2, default für OBSE) gemessen: Horn 1: -260°, Horn 3: +120°. Eine Fehlwinkelkorrektur für die AZ-Ausrichtung ist nicht notwendig.

Die HPBW wurde für das zentrale Horn (Horn2) mittels Cross-Scans zu 25.7' x 25.9' (AZxEL) bestimmt. Aus den AZxEL Kartierungen erhält man bei elliptischem Gaussfit Durchschnittswerte für Maximum und Minimum von 27.0' x 24.3'. Die Variationen für die Einzelhörner sind dabei nur gering.

b) Fokusbestimmungen

SFC1: Basierend auf den Test-Messungen vom 27.2.97 und durch unabhängige Beobachtungen am Vormittag des 9.3.97 von W.J. Altenhoff et al. wurde der SFC1 auf -4 gesetzt und im weiteren Verlauf nicht verändert. Es ergibt sich mit dieser Einstellung eine ungefähr symmetrische Verteilung der Nord- / Süd-Nebenkeule. Auf Grund der hier bestimmten Gainkurve muß aber bezweifelt werden, daß dieser Wert zum Maximum der Aperturreffizienz führt.

SFC2: Die Außentemperatur veränderte sich im Verlauf der Beobachtungen stark und sank von 16.2°C um 16h30m (MEZ) auf 2.0°C um 7h am nächsten Morgen. SFC2 veränderte sich von -22.5 (16h30m) auf -19.4 (22h30m) und -20.5 (3h30m). Die korrekte Bestimmung des SFC2 ist wegen der - im momentanen Montagezustand noch vorhandenen - Abhängigkeit der Gain-Faktoren besonders wichtig. Tabelle 1 zeigt die an NGC7027 bestimmten Werte, die bei einer EL zwischen 22° und 31° gemessen wurden.

$\Delta$ SFC2 [mm]	Horn 1 Ch 1	Horn 1 Ch 2	Horn 2 Ch 1 *	Horn 2 Ch 2	Horn 3 Ch 1	Horn 3 Ch 2
+6	1.72	1.39	1.0	0.91	1.30	1.11
+4	1.73	1.48	1.0	0.88	1.29	1.13
+2	1.65	1.36	1.0	0.89	1.17	1.04
0	1.80	1.53	1.0	0.89	1.11	0.97
-2	1.51	1.30	1.0	0.88	1.14	0.98
-4	1.62	1.37	1.0	0.90	1.11	0.98

\* Referenzwert auf 1.0 gesetzt.

SFC3: Dieser Wert wurde nicht geändert.

c) Bestimmung der Gainfaktoren für TP und U/Q:

Die bestimmten Faktoren werden - sofern sie sich nach abgeschlossener Justage der Hörner nicht geändert haben - im File „ketmap.master“ und „ketal9.master“ auf /local/nod/master abgelegt. Individuelle der Gainfaktoren können nach Kopie der Files auf die eigene Directory selbst vorgenommen werden. Die aufgelisteten Gainfaktoren für die Polarisation wurden noch nicht optimiert, sind aber gut brauchbar (siehe d)).

## Gainfaktoren für die Masterfiles:

	H1				H2				H3			
	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4
9./10.3.97 Mittelwert	1.718	1.418	1.51	1.51	1.*	0.999	0.94	0.94	1.264	1.097	1.10	1.10
rms	0.033	0.025	-	-	0.000	0.009	-	-	0.020	0.016	-	-

\* Referenz

### d) Bestimmung der Polarmeterkorrekturen (PARA-Files):

Die Auswertung mehrerer Beobachtungen von 3C286 am 11.2.97 bei verschiedenen parallaktischen Winkeln ergab für die PARA-Files für alle drei Hörner das gleiche Ergebnis: Ch3 = -U, Ch4 = Q, Winkelkorrektur =  $-45^\circ$ . Mit diesen Werten wurden auch die 3C286 Beobachtungen am 9./10.3.97 reduziert.

3C286	PA[°]	%	Winkel
#9195 EL 22°	-43	11.8	35.7
#9201 EL 40°	-48	11.4	38.8
#9224 EL 67°	24	13.8	33.9
#9227 EL 59°	40	14.0	35.5
Mittelwert		12.75	36.0
Soll-Werte		12.3	33

Es zeigt sich die bereits von 2.8 cm Beobachtungen her bekannte Variation der %-Polarisation mit dem parallaktischen Winkel. Für präzise Polarisationsbeobachtungen muß dieser Effekt berücksichtigt werden. Die Polarisationskala muß im Mittel um 4%, der Winkel um  $-3^\circ$  korrigiert werden.

Es wurde die instrumentelle Polarisation auf NGC 7027 zu 0.7% bestimmt. Eine weitere Messung auf SGR A bei EL=8.2° zeigte einen Polarisationsgrad von 1.0%. Das sind sehr gute Werte.

### e) Erste Vermessung des Antennendiagramms:

Ein Feld von 12' x 4' wurde um 3C273 herum aufgenommen (Fig. 1). Die Elevation betrug 41°. Der Dynamikbereich der restaurierten Karte beträgt ca. 27 dB. Die ersten Nebenkeulen liegen bei einem Niveau von 13.6dB mit Ausnahme der nördlichen Nebenkeule, deren Niveau bei 11.2dB liegt. Es sind noch Änderungen nach erfolgten endgültiger Justage in der Nebenkeulenstruktur zu erwarten. Außerdem gibt es eine starke Abhängigkeit von OFC1. Die Strukturen entlang der AZ-Richtung sind Resteffekte der Restauration, die noch verringert werden können.

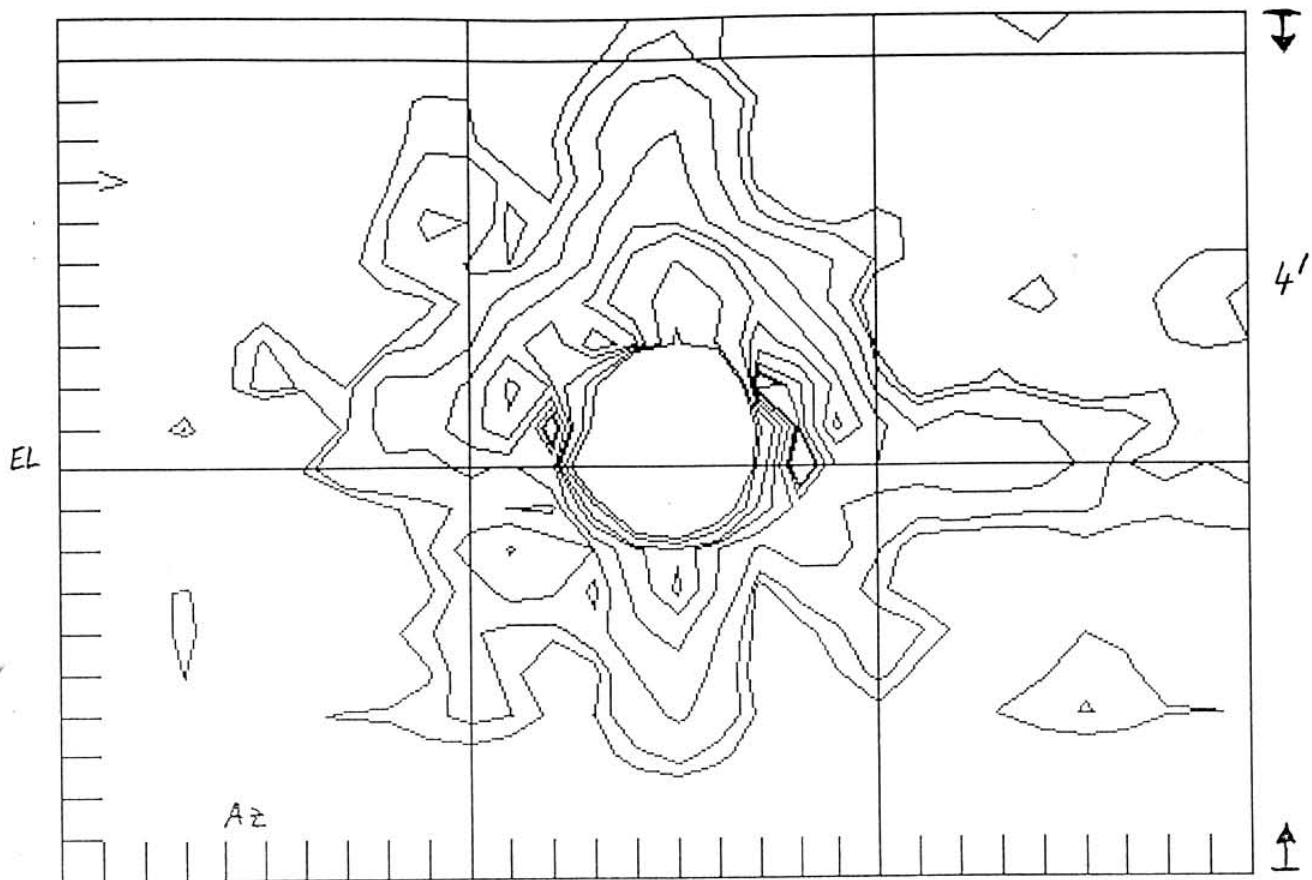


Fig. 1.: Antennendiagramm an 3C273. Konturen : 10, 12, 13, 15, 17, 20, 23, 27 dB vom Peak.

f) 16-fache Kartierung eines „Blank“-Fields zur Empfindlichkeitsbestimmung :

Ein  $14' \times 2'$  (AZxEL) großes Feld mit einer schwachen Quelle (ca. 2 mJy) im Zentrum wurde insgesamt 16x kartiert ( $v = 12'/\text{Minute}$ , 1 sec Integrationszeit pro  $12''$  Mapelement). Die EL ändert sich während der Beobachtungen von  $40^\circ$  auf  $65^\circ$ . Die Einzelmessungen wurden standardmäßig reduziert und in AZ/EL schrittweise addiert (WADDSC). Zusätzlich wurden die Einzelkarten mit PRESSE (Sofue und Reich, 1979, AAS, 38, 251) zur Beseitigung restlicher Wettereffekte bzw. Instabilitäten ( $>$  einige Sekunden) behandelt, was eine deutliche Verbesserung ausmacht. Die gemittelten Ergebnisse sind als Funktion der Integrationszeit für beide Methoden aufgelistet. Die schwache Quelle kann auch bei 16 Überdeckungen nicht nachgewiesen werden.

Alle Angaben des Rauschens sind in mJy/beam:

WADDSC	1 Karte ( $\tau = 1$ sec)	4 Karten ( $\tau = 4$ sec)	16 Karten ( $\tau = 16$ sec)
I	23.3	11.7	6.7
U	3.05	1.48	0.69
Q	3.18	1.60	0.78
PRESSE			
I	16.8	8.4	4.0
U	2.43	1.22	0.61
Q	2.43	1.26	0.61

Das hier bestimmte RMS verringert sich mit der Wurzel der Integrationszeit. Das hohe Verhältnis des Rauschens der korrelierten Signale U/Q zum Total-Power-Signal I zeigt Instabilitäten an. Das Rauschen für U/Q entspricht den Erwartungen an das System.

### g) Gainkurve

Es wurden vier Messungen (Cross-Scans) an 3C286 und eine Messung an SGR A für eine grobe vorläufige Bestimmung der Gainkurve des Teleskops benutzt. (Es gibt einen genehmigten Beobachtungsantrag zur Bestimmung der Gainkurve bei 32 GHz von Altenhoff et al.)

EL	8.2°	20.8°	38.8°	60.1°	67.7°
Units/mJy	16.8	21.4	22.2	19.0	17.6
Extinktion 9%	27.4	30.0	25.4	21.0	19.3

Demnach liegt das derzeitige Maximum der Flächeneffizienz bei Elevationen, die ca. 10° bis 15° zu niedrig sind. Der Gewinnabfall bei hohen EL ist beträchtlich.

### h) Mondmessungen

Eine Mondmessung (Cross-Scan), die von W.J. Altenhoff und J. Schmidt, am 14.3.97 bei EL=54° durchgeführt wurde (Fig. 2), zeigt im Vergleich zu den Mondmessungen von 1989 keine wesentlichen Veränderungen. Die Flächeneffizienz muß noch bestimmt werden (1989: 23%). Demnach ist kein signifikanter Errorbeam (Coma-Lobe) bei 32 GHz vorhanden, wie er vor dem Ersatz des Subreflektors 1986 zu beobachten war.

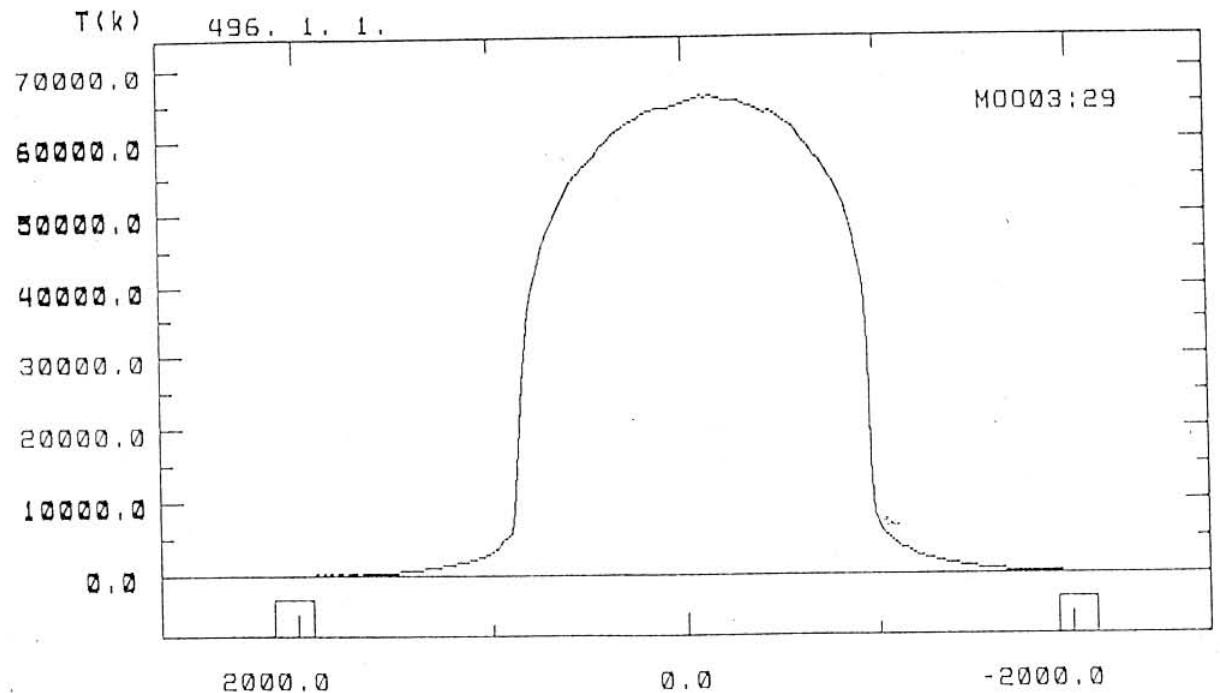


Fig. 2a: Mondmessung aus dem Jahr 1989 (EL=8.7°).

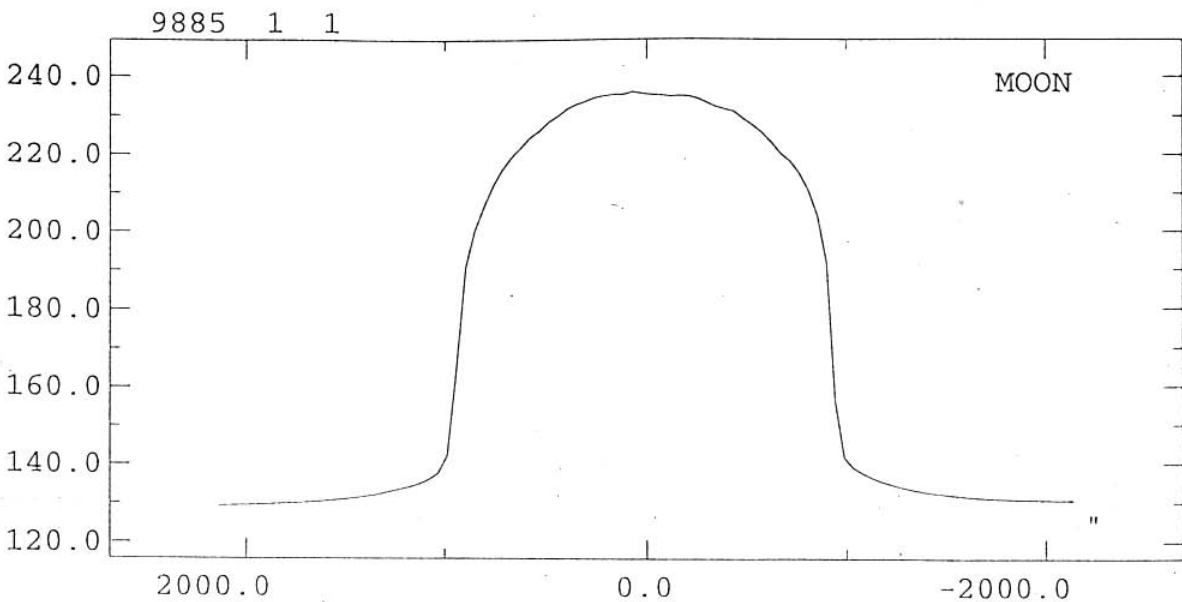


Fig. 2b: Aktuelle Mondmessung.

i) Eichquellen:

Flüsse und lineare Polarisation wurden für einige Quellen relativ zu 3C286 bestimmt. Bis auf NGC 7027 sind alle weiteren Quellen variabel. NRAO 530 erlebt gerade einen besonders intensiven Flare.

Quelle	Fluß [Jy]	% - Polarisati- on	Polarisations- winkel
3C286*	2.15	12.3	33
3C48	0.98	7.7	97
3C138	0.98	11.8	165
NGC7027	5.6	-	-
NRAO530	11.0	2.5	56