

Computersimulation von Parabolspiegeln

Hannes Fasching, OE5JFL

Kurzfassung: Für die Auswahl der optimalen Erregerstruktur für Parabolspiegel waren bisher nur Daumenregeln verfügbar. Ein Simulationsprogramm (DISHFEED.EXE), das vom Verfasser speziell für EME-Anwendungen entwickelt und in TURBO-PASCAL geschrieben wurde, erlaubt die Bestimmung aller wichtigen Parameter (Gewinn, Wirkungsgrad der Ausleuchtung, Spillover und G/T-Verhältnis) in Abhängigkeit vom f/D-Verhältnis des Spiegels und der verwendeten Erregerstruktur. Voraussetzung ist entweder ein gemessenes Diagramm des Erregers oder die Simulation des Erregers mittels NEC-II. Die erforderliche Rechenzeit beträgt nur einige Sekunden.

Abstract: To find an optimum feed-system for a given parabolic dish or to find the optimum f/D-ratio for a given feed-system is a difficult task, which in the past could be solved only by rules of thumbs. New simulation software (DISFEED.EXE), which has been developed by the author especially for EME-antennas, provides accurate determination of relevant features like gain, aperture efficiency, spillover and G/T-ratio for dish systems. As the single precondition only the measured or simulated pattern of the feed structure chosen is required. Computation time is in the order of seconds.

1. Einführung

Seit einiger Zeit ist das Antennensimulationsprogramm NEC-II auch für den PC als NEC-81 verfügbar. Da man mit NEC-II auch Oberflächen modellieren kann, lag es nahe, dieses auch für die Simulation von Parabolspiegeln mit Erregerstruktur einzusetzen. Für einige Spiegel wurde dieses Verfahren (Methode 1) erfolgreich durchgeführt. Als Vorteile stellten sich dabei heraus:

- Genaue Berechnung des Spiegeldiagramms mit detaillierter Darstellung von Nebenkeulen und Rückdämpfung.
- Nebeneffekte wie Abschattung durch das Feed und Einfluß der Halterungen werden mit berücksichtigt.

Allerdings ergaben sich aus der Praxis einige Nachteile:

- Zur Simulation des Spiegelreflektors sind sehr viele Flächenelemente nötig. Beispielsweise liegt die Grenze für PCs etwa bei einem 6m Spiegel für 70cm. Je nach gewünschter Genauigkeit sind bis

zu 1000 'patches' erforderlich, was eine entsprechend hohe Rechenzeit von einigen Stunden zur Folge hat.

- Jede Änderung erfordert eine komplette Neuberechnung. Die Suche nach dem optimalen f/D ist deshalb sehr mühsam.
- Die Eingabe der gesamten Spiegelgeometrie ist aufwendig.

1. Introduction

For some time the NEC-II antenna simulation software has been available for the PCs as NEC-81. Because it's possible to model surfaces with NEC-II, it was evident that NEC-II could also be used for simulation of parabolic dishes together with their feeding system. For some dishes this was done successfully. (Method 1). Following this approach some advantages became evident. These are:

- Exact calculation of the dish diagram with detailed plotting of sidelobes and backlobes.
- Effects like blocking by the feeding system and influence from the feedsupport can be taken into account.

However practice also showed some disadvantages:

- For simulation of the dish reflector many patches are necessary. This implies an upper limit for a dish size which is about 6 meter diameter for 70cm when running NEC-81 on PCs. Depending on the precision required up to 1000 patches to model the surface of the dish are needed. The consequence is a computation time of several hours.
- Any change in the structure requires a fully new calculation of the whole dish system. For this reason it is very difficult to find the best f/D for a given feed structure.
- Input of the dish geometry to the NEC program is somewhat complicated and time consuming.

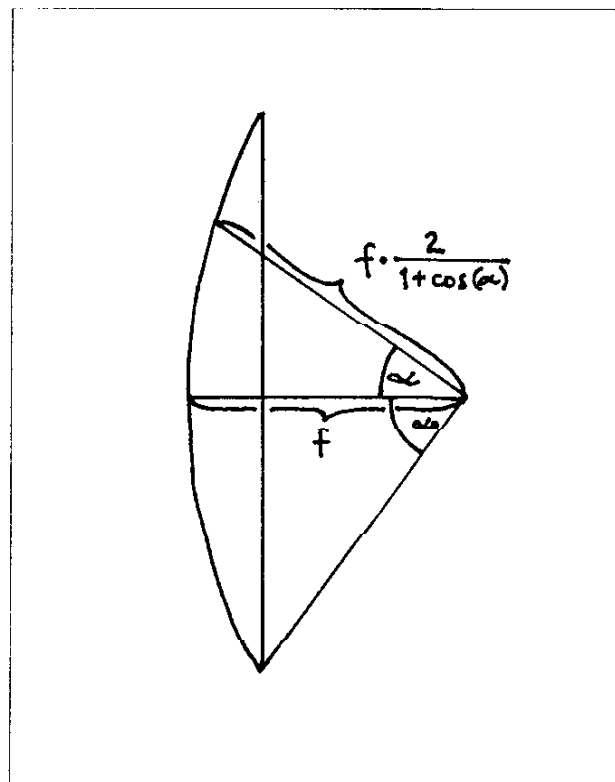
2. Simulationssoftware

Daher wurde eine eigene Software zur Simulation von Parabolspiegeln entwickelt. Dieses Programm (DISHFEED) geht vom Erregerdiagramm aus, das entweder durch NEC - Simulation oder durch Messung gewonnen wird. Folgende Größen werden daraus berechnet und zusätzlich zum E- und H-Diagramm des Feeds in Abhängigkeit vom f/D - Verhältnis des Spiegels grafisch dargestellt:

1. Spiegelwirkungsgrad
2. Überstrahlung
3. Gewinn
4. Systemtemperatur
5. G/T-Verhältnis

Die Vorteile dieser 2. Methode sind:

- Da die für die Simulation des Feeds benötigte Segmentanzahl meistens unter 100 liegt, braucht NEC-81 für die Erstellung des Plotfiles für DISHFEED höchstens einige Minuten, und eine Neuberechnung nach Änderungen ist somit kein Problem mehr.
- Die Darstellung der interessanten Größen Gewinn, Systemtemperatur und G/T in Ab-



Bild/Figure 1: Geometrie eines Parabolspiegels

hängigkeit von f/D ist möglich.

Als Nachteile sind anzumerken:

- Vereinfachungen in der Berechnung bewirken in manchen Fällen zu optimistische Ergebnisse. Bei Beachtung gewisser Richtlinien, auf die noch näher eingegangen wird, spielen diese Ungenauigkeiten jedoch keine wesentliche Rolle.
- Die gegenseitige Beeinflussung von Spiegelreflektor und Feed wird nicht berücksichtigt. Da dieser Effekt hauptsächlich bei relativ kleinen Spiegeln auftritt (Durchmesser $< 5 \lambda$), kann hier zur genaueren Berechnung Methode 1 angewendet werden.

2. Simulation Software

Because of the arguments given above, a new software for simulation of parabolic dishes was developed. This program (DISHFEED) starts from the feed diagram, which is either generated by a NEC-81 simulation or given by diagram measurement. The following values are calculated from this and plotted versus the f/D ratio additional to the plot of E- and H-diagram:

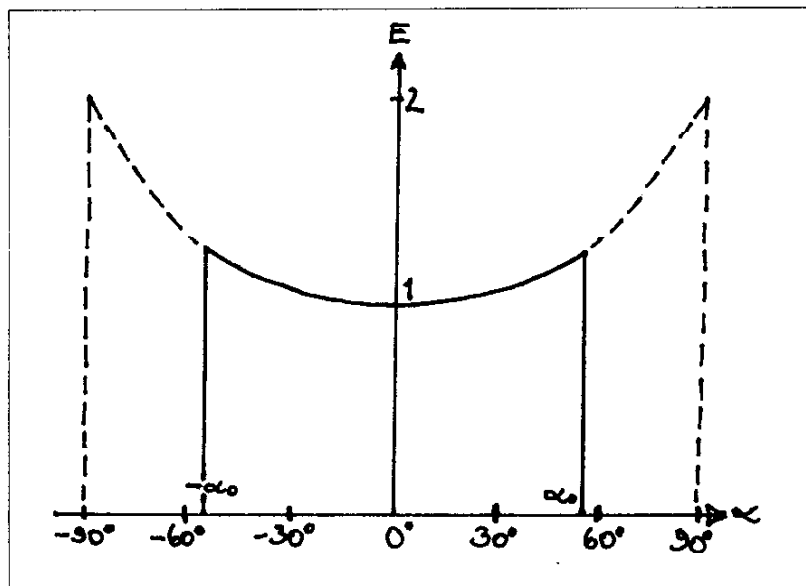
1. Dish efficiency
2. Spillover
3. Gain
4. System temperature
5. G/T

The advantages of this second method are:

- Usually the number of segments needed for simulating the feed alone is below 100. Therefore generation of the NEC-81 plotfile for DISHFEED takes not more than a few minutes and a recalculation after changes in the feed structure is no longer a problem.
- The plotting of the most interesting and valuable features like gain, system temperature and G/T versus f/D is possible.

Some disadvantages should also be mentioned:

- Approximations in the simulation algorithms sometime lead to overoptimistic results. However by avoiding unfavourable combinations (examples will follow later) will reduce the errors to an insignificant size.
- Interaction between the dish reflector and the feed is not be taken into account. This effect happens mainly with relatively small dishes, (with diameters below 5λ). In this case method 1 can be used for exact calculations.



Bild/Figure 2: Ideales Feed-Diagramm

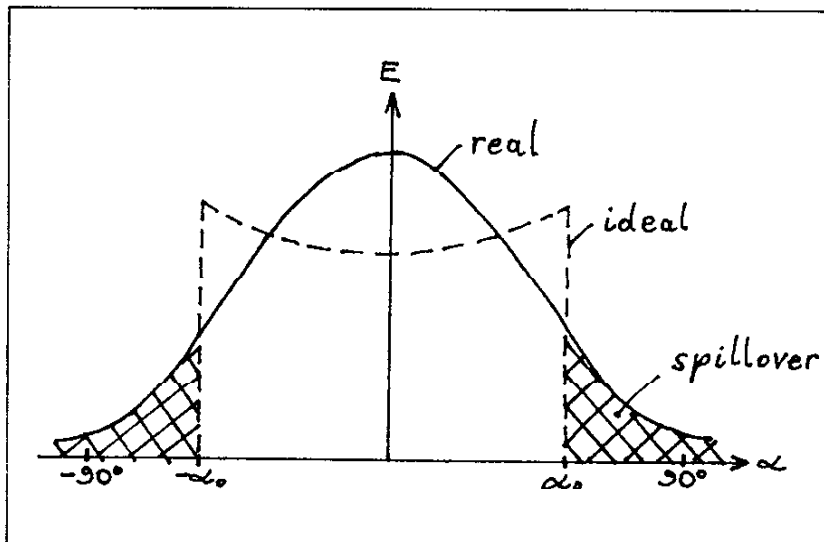
3. Darstellung von E - Diagramm und H - Diagramm

Der Öffnungswinkel, die Unterdrückung von Seitwärts- und Rückwärtsstrahlung und die Symmetrie zwischen E- und H-Diagramm des Feeds lassen erkennen, in welcher Richtung Verbesserungen notwendig oder möglich sind. Beim Programm DISHFEED kann man den Plot dieser Kurven auf zwei Arten erzeugen.

1. Die gemessenen Diagramme werden in 10 Grad Schritten eingegeben. Der Computer stellt die Kurven dar, ermittelt den Gewinn des Feeds und verwendet diese Daten für weitere Berechnungen.

2. NEC-81 simuliert das Feed-Diagramm und erstellt eine Datei mit diesen Daten (Plotfile), deren Format genau angepasst sein muß

(Einzelheiten in DISHFEED.DOC). Diese wird vom Rechner gelesen und die weitere Verarbeitung erfolgt wie bei 1.



Bild/Figure 3: Reales Feed-Diagramm

3. Plotting of E- and H-Pattern

From the beamwidth, supression of sidelobes as well as backlobes and the symmetry between E- and H-diagram we can conclude in which direction improvements are necessary and possible. With the program DISHFEED, you can generate the plot of these curves as follows:

- The measured values of the diagrams are entered into the program. Stepsize for azimuth and elevation is 10 degrees. The program will then produce a plot of the pattern, calculate the gain of the feed antenna and will save the result for later calculations.
- DISHFEED EXE reads a plotfile from the disk. This plotfile can be generated by the NEC-81 simulation program and must have a format, which matches the input data structure of the program (details in DISHFEED.DOC). Further operation is as described in 1.

4. Berechnung von Wirkungsgrad und Überstrahlung

Grundlagen:

Der Flächenwirkungsgrad beträgt bei völlig gleichförmiger Ausleuchtung 100%. Gleichförmige Ausleuchtung ohne Verlust wäre nur mit einem Feed zu erreichen, dessen Diagramm beim Grenzwinkel α_0 (Spiegelrand) abrupt auf Null abfällt, und das die zum Spiegelrand hin durch den größer werdenden Abstand steigende Streckendämpfung durch entsprechende Anhebung kompensiert ($\frac{1}{1 + \cos(\alpha)}$ - Funktion)/Bild 2).

Bei praktisch realisierbaren Erregern reduziert sich der Wirkungsgrad hauptsächlich durch ungleichförmige Ausleuchtung und Überstrahlung des Spiegelrandes (Bild 3).

Die Berechnung des Wirkungsgrades kann durch einen Vergleich der beim realen und idealen Erreger in Haupttrichtung abgestrahlten Leistung erfolgen.

$$\eta = \frac{E_{real} \cdot G_{real}}{E_{ideal} \cdot G_{ideal}} \quad [1]$$

E_{real} , E_{ideal} Feldstärken auf Hauptstrahlrichtung normiert
 G_{real} , G_{ideal} Leistungsgewinn des realen bzw. idealen Feeds

Die Feldstärke wird durch Berechnung des Flächenintegrals ermittelt:

$$E = \int_S E_{refl}(s) ds \quad [2]$$

E_{refl} vom Feed auf der Reflektorfläche erzeugte Feldstärke (Brennweite auf 1 normiert)

Das Feediagramm als rotationssymmetrisch anzunehmen, wäre eine zu grobe Vereinfachung. Um andererseits das NEC - Plotfile zur Dateneingabe des Diagramms nicht zu groß werden zu lassen, wurde als Kompromiß für die Feldstärke der Mittelwert aus E - , H - und 45° Diagramm herangezogen.

Zusammen mit der Streckendämpfung ergibt sich somit:

$$E_{refl}(\alpha) = \frac{E_e(\alpha) + E_h(\alpha) + 2 \cdot E_{45}(\alpha)}{4} \cdot \frac{1 + \cos(\alpha)}{2}$$

oder kurz

$$E_{refl}(\alpha) = \bar{E}(\alpha) \cdot (1 + \cos(\alpha)) \quad [3]$$

Das zugehörige Flächenelement errechnet sich aus folgender Funktion:

$$ds = \sin(\alpha) \cdot \left(\frac{2}{1 + \cos(\alpha)} \right)^2 \quad [4]$$

Somit lautet das zu lösende Integral:

$$E_{real} = \int_{\alpha=0}^{\alpha=\alpha_0} \bar{E}(\alpha) \cdot \frac{2}{1 + \cos(\alpha)} ds \quad [5]$$

Der benötigte Vergleichswert errechnet sich aus:

$$E_{ideal} = \int_{\alpha=0}^{\alpha=\alpha_0} \left(\frac{2}{1 + \cos(\alpha)} \right)^2 d\alpha \quad [6]$$

mit

$$\left(\frac{2}{1 + \cos(\alpha)} \right) = \text{Diagramm des idealen Erregers}$$

Die in der Wirkungsgradformel benötigten Gewinne des realen und idealen Feeds können durch Integration der Strahlerdiagramme bestimmt werden. Wieviel % der Leistung durch Überstrahlung des Spiegel-

randes verlorengel (spillover), wird durch Integration vom Grenzwinkel α_0 bis 180 ermittelt. Dieser Wert ist besonders im Empfangsfall für die Systemtemperatur von Bedeutung.

Sowohl bei der Verwendung eines gemessenen Erregerdiagramms als auch beim Einlesen des NEC-Plotfiles wird nur die Amplitudeninformation verwendet, also ein Phasenwirkungsgrad von 100% angenommen. Bei sauberen Erregerdiagrammen ist der entstehende Fehler vernachlässigbar. Bei gestörten Diagrammen (z.B. angezeigt durch Welligkeit im Amplitudenverlauf) liefert das Programm einen zu guten Wirkungsgrad.

4. Aperture Efficiency and Spillover

Principles:

The aperture efficiency of a reflecting surface is defined as 100% when the illumination of this surface is homogeneous. For a parabolic dish, this homogeneous illumination is only possible when the radiation intensity from the feed structure increases from the centre of the dish to the rim of the dish to compensate for the pathloss. Beyond the limiting angle α_0 (= rim of the dish) the radiation intensity must be zero (no spillover!).

The calculation of efficiency is made by comparison of the power radiated by an ideal feed (homogeneous illumination) and the real feed which has to be analyzed (Eq. [1]).

The field strength in a plane perpendicular to the dish axis (aperture plane) is obtained by calculation of the surface integral [2].

It would be unrealistic to assume that the feed pattern is symmetric under a rotational transform. On the other hand, we cannot provide the full three dimensional pattern of the feed because the NEC-81 plotfile would be too large in this case. For a good tradeoff between accuracy and size of plotfile the mean value of the E- , H- and 45° diagram is taken for all calculations. Together with the pathloss we get equation [3]. The corresponding surface element is obtained from function [4].

Thus the integral to calculate is given by [5]. For comparison with the ideal case we need [6], where

$\frac{2}{1 + \cos(\alpha)}$ resembles the diagram of the ideal feed.

The power gain of ideal and real feed is calculated by integration of the total feed diagram. Integration from α_0 to 180 (rim of the dish to backlobe of feed) shows the loss by spillover. This value is especially important for the system temperature.

Only the amplitude information is taken into account when reading the NEC plotfile or the measured pattern. This means, a phase efficiency of 100% is assumed. With a clean feed pattern the error is negligible and can be discarded. When the pattern is distorted (indicated for instance by ripple in the amplitude pattern) the program DISHFEED will show overoptimistic results.

5. Gewinn , Systemtemperatur und G / T

Der Gewinn ohne Abschattung errechnet sich aus dem Wirkungsgrad:

$$G^* = \eta \cdot \frac{4\pi A}{\lambda^2} \cdot \frac{1}{L_{mesh}} \quad [7]$$

A: Fläche des Spiegels

L_{mesh} : Verlust durch Maschendraht

Die Reduktion des Gewinns infolge der Abschattung durch das Feed (blocking) ist dem Flächenverhältnis Feed/Reflektor und dem Gewinnverhältnis von realem zu idealem Strahler proportional.

$$G = G^* \cdot \left(1 - \frac{F_{feed}}{A} \cdot \frac{G_{real}}{G_{ideal}}\right) \quad [8]$$

Bei kleinem f/D , hohem Feedgain und großer Abschattung liefert diese Formel gegenüber der exakten NEC-II-Simulation (Methode 1) zu schlechte Gewinnwerte. Da eine solche Kombination nicht sinnvoll ist und im Gewinnmaximum der Quotient $\frac{G_{real}}{G_{ideal}}$ typisch bei 2 liegt, wurde folgende Näherung zur Gewinnabschätzung entwickelt:

$$G = \eta \cdot 4\pi A \cdot \frac{1 - 2 \cdot \frac{F_{feed}}{A}}{L_{mesh} \cdot \lambda^2} \quad [9]$$

Für die exakte Berechnung bei großer Abschattung und auch zur Berücksichtigung des Einflusses der Erregerhalterungen muß der komplette Spiegel nach Methode 1 simuliert werden, da DISHFEED von einem ungestörten Erregerdiagramm ausgeht und das in diesem Fall nicht mehr zutrifft.

Systemtemperatur:

Zur Bestimmung der Systemtemperatur werden Vorverstärkerrauschen, Kabel , Maschendraht und Relaisverluste und die von der Antenne aus Hauptkeule und Nebenkeulen aufgenommene Temperatur berücksichtigt.

$$T_{sys} = T_A + (L - 1) \cdot 290 + L \cdot T_{RX} \quad [10]$$

mit

$$T_A = T_{mesh} + T_{spill} + \frac{(T_{ml} + T_{bl})}{L_{mesh}} \quad [11]$$

L: Leitungs- u. Relaisverlust

T_{RX} : Vorverstärkertemperatur

Temperaturbeiträge:

Reflektor-Maschengitter: $T_{mesh} = \frac{290 \cdot (L_{mesh} - 1) \cdot (1 - spill)}{L_{mesh}}$

Überstrahlung d. Reflektors: $T_{spill} = spill \cdot (0.6 \cdot 290 + 0.4 \cdot T_{sky})$

Antennenhauptkeule: $T_{ml} = T_{cs} \cdot (1 - spill) \cdot (1 - block)$

Nebenkeulen durch Abschattung: $T_{bl} = block \cdot (0.4 \cdot 290 + 0.6 \cdot T_{sky})$

mit

spill Überstrahlungsverlust

T_{sky} mittlere Himmelstemperatur (400K auf 144 und 40k auf 432)

T_{cs} Temperatur des kalten Himmels (200K auf 144 und 20K auf 432)

block Abschattung durch Erreger

Durch Überstrahlung und Abschattung entstehen Nebenkeulen. Während der Temperaturbeitrag durch Überstrahlung besonders bei hoher Elevation hauptsächlich vom Erdboden kommt, werden durch die Ab-

schattung vorwiegend die Nebenkeulen um die Hauptkeule herum angehoben. Zur Ermittlung der Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Anteile wurden mehrere Spiegel mit unterschiedlichem f/D und blocking mit NEC simuliert. Für eine angenommene Elevation der Antenne von 45° , T_{CS} bis zu 20° um die Hauptkeule herum, mittlerer Himmelstemperatur für den Rest des Himmels und 290K für den Erdboden ergaben sich nach Integration durchschnittlich folgende Aufteilungen:

- durch Überstrahlung: 60% vom Erdboden, 40% von T_{sky}
- durch Abschattung: 40% vom Erdboden, 60% von T_{sky}

Je nach Elevation der Antenne und Wahl der Antennenparameter erhält man andere Aufteilungen, die gewählten Werte sollten als der in der Praxis wahrscheinlichste Fall gesehen werden.

Das Verhältnis G/T_{sys} gibt Auskunft über die Leistungsfähigkeit der Anlage bei Empfang und macht einen diesbezüglichen Vergleich verschiedener Stationen möglich.

5. Gain, System Temperature and G/T

The gain without blocking is obtained from the equation for the efficiency [7].

Reduction of gain because of blocking of the mainlobe by the feed is proportional to the ratio $\frac{F_{feed}}{A}$ and is also proportional to the gain ratio of real feed to ideal feed [8].

Under the conditions of low f/D , high feed gain and high blocking, this approximation gives lower gain than the full NEC-81 simulation. Because this condition makes no sense in practical cases and the ratio $\frac{G_{real}}{G_{ideal}}$ is always around 2 in the gain maximum, the approximation [9] is used for the calculation of gain.

This simplified version results in a good agreement with NEC-81 even with such unusual combinations as mentioned above.

For exact calculation in the case of large blocking and also when you want to include the influence of the feed support, the complete dish must be simulated following method 1 because, using DISHFEED means that a feed diagram is assumed without any distortion, which does not hold true in this case.

System Temperature:

The system temperature calculation uses preamplifier noise, cable-, mesh- and relay losses and the noise temperature picked up by the antenna from mainlobe and sidelobes [10].

Temperature Factors:

$$\begin{aligned} \text{Mesh:} & \quad T_{mesh} = \frac{290 \cdot (L_{mesh} - 1) \cdot (1 - spill)}{L_{mesh}} \\ \text{Spillover:} & \quad T_{spill} = spill \cdot (0.6 \cdot 290 + 0.4 \cdot T_{sky}) \\ \text{Principal Beam:} & \quad T_{ml} = T_{CS} \cdot (1 - spill) \cdot (1 - block) \\ \text{Sidelobes by Blocking :} & \quad T_{bl} = block \cdot (0.4 \cdot 290 + 0.6 \cdot T_{sky}) \end{aligned}$$

with

spill	Spillover-Loss
T_{sky}	Mean Skytemperature (400K auf 144 , 40k auf 432 und 10K auf 1296)
T_{CS}	Cold Sky Temperature(200K auf 144, 20K auf 432 und 5K auf 1296)
block	Blocking by Feed

Sidelobes are also increased by spillover and blocking. The contribution to system temperature caused by spillover is particularly from ground noise, especially at high elevation. With increased blocking the energy drawn out from the mainlobe increases mainly the sidelobes surrounding the mainlobe. To calculate the contributory factors several dishes with different f/D ratio and blocking were simulated with NEC-81. With the conditions of an elevation of 45°, T_{cs} up to 20° around the mainlobe, average sky temperature for the rest of the sky and 290K for the ground, integration of the temperature showed the following average distribution:

- Spillover: 60% from earth, 40% from T_{sky}
- Blocking: 40% from earth, 60% from T_{sky}

The chosen factors are valid for the most likely situation in use with amateur dishes. Other elevations or different distributions may give different results.

Information about receiving performance of the system is shown by the ratio G/T_{sys} . This value offers the possibility of comparison with other stations.

6. Vergleich einiger Simulationsergebnisse von DISHFEED und NEC

1. 3.3m Spiegel, f/D=0.45, 70cm, Dual-Dipole 0.3m² blocking
2. 4m Spiegel, f/D=0.5, 70cm, NBS (Dual-Dipole, 0.5m² Refl.)
3. 5m Spiegel, f/D=0.5, 70cm, NBS Feed
4. wie 3., außer 1m² blocking
5. 6m Spiegel, f/D=0.5, 70cm, NBS Feed
6. 6m Spiegel, f/D=0.42, 70cm, NBS Feed
7. 6m Spiegel, f/D=0.36, 70cm, Quad Feed
8. 8m Spiegel, f/D=0.5, 70cm, NBS Feed *

Table 1

Fall	Gain [dBD]		Ta [K]	
	DISHFEED	NEC-II	DISHFEED	NEC-II (45°/90° EL.)
1.	21.7	21.85	51	58/62
2.	23.55	23.67	51	48/56
3.	25.6	25.67	48	48/52
4.	25.45	25.2	47	47/50
5.	27.25	27.22	46	47/55
6.	27.1	27.13	38	36/40
7.	27.05	27.17	43	40/42
8.	29.85	29.69	45	46/53

Die für NEC angegebenen Antennentemperaturen wurden mit Hilfe des Programms ANTTEMP aus dem NEC Plotfile errechnet und gelten nur bei ideal dichtem Reflektorgitter.

* Ein 8m Spiegel ist mit NEC nur mit verminderter Genauigkeit zu simulieren, da bei max. 1000 patches deren Fläche nicht mehr ausreichend klein gewählt werden kann.

Ergebnisse

23 cm und 13 cm :

Das W2IMU Horn ist für Spiegel mit einem f/D von 0.45 ... 0.6 die beste Wahl. Für ein $f/D < 0.4$ ist das VE4MA Horn vorzuziehen. Bei f/D Werten zwischen 0.4 und 0.45 gibt es auch eine optimale Lösung, nämlich den Spiegel soweit vergrößern, bis das VE4MA-Horn paßt!

70 cm :

Das altbewährte Dual-Dipole-Feed dürfte, von Ausnahmefällen abgesehen, hier nach wie vor die beste Lösung sein, wenn das f/D zwischen 0.4 und 0.6 liegt. Bei eher flachen Spiegeln ($f/D=0.6$) kann man eine Anpassung erreichen, indem man die Dipole enger zum Reflektor setzt und den Stockungsabstand erhöht. Weiters lassen sich Wirkungsgrad und Spillover verbessern, wenn man die Reflektorplatte auf ca. 2×2 λ vergrößert. Bei Spiegeln mit weniger als 8m Durchmesser bringt jedoch die erhöhte Abschattung eventuell mehr Verluste mit sich, als der Mehrertrag durch größeren Wirkungsgrad ausmacht. Dies ist auch der Grund, warum das Dipol-Ring-Feed trotz sehr hohem Wirkungsgrad nur bei großen Spiegeldurchmessern merklich besser abschneidet als das Dual-Dipole-Feed. Außerdem läßt es sich schlechter mit einem 23cm Horn kombinieren. Für $f/D=0.4$ ist eine Anordnung Ring- oder Quadelement mit Reflektorplatte empfehlenswert.

Zu beachten ist, daß für EME-Anwendungen die wichtigste Größe einer Antenne das G/T-Verhältnis ist und nicht der Gewinn*. Das maximale G/T liegt bei kleinerem f/D als das Gewinnmaximum. Es verschiebt sich umso weiter zu kleinerem f/D , je rauschärmer der Vorverstärker ist, da dann die durch Überstrahlung verursachte Temperatur einen höheren relativen Anteil an T_{sys} hat und die Überstrahlung ja mit kleinerem f/D abnimmt. Der Mindergewinn im Sendefall wird bei Wahl des G/T - Maximums einige Zehntel dB nicht übersteigen.

Auf der Diskette sind folgende Files:

DISHFEED.EXE	Simulations-Programm, ablauffähig auf Rechnern mit und ohne Coprozessor
DISHFEED.DOC	Kurzbeschreibung, Hinweise zur Erstellung des NEC - Plotfiles
HERC.BGI	Grafiktreiber für Hercules Grafik
EGAVGA.BGI	Grafiktreiber für VGA Grafik
ANT.DAT	diverse (einstellbare) Antennenparameter
ZOOMCOPY.COM	Druckerprogramm für Hercules - Grafik
PZP.*	Druckerprogramm für VGA - Grafik
ANTTEMP.EXE	Antennentemperatur (von Elevation abhängig) aus NEC - Plotfile

und einige abgespeicherte Bilder :

DD70.PIC	Dual - Dipole - Feed für 70cm
70BIGREF.PIC	wie DD70, Reflektorplatte $2 \times 2 \lambda$
D_RING.PIC	Dipol - Ring - Feed
W2IMU.PIC	Feedhorn nach W2IMU
VE4MA.PIC	Feedhorn nach VE4MA
QUAD.PIC	Quad mit Reflektorplatte

* Die Empfängerempfindlichkeit ist durch Rauschen begrenzt, dagegen die Sendeleistung nur durch die verfügbare Leistung des Lichtnetzes!

DISH6M70.PIC mit NEC simulierter 6m Spiegel für 70cm

mit den zugehörigen *.NEC - Files, aus denen die Geometrie abzulesen ist und die als Hilfe zur Erstellung von eigenen, passenden Strukturen dienen können.

6. Comparison between some simulation results of DISHFEED und NEC

1. 3.3m Dish, $f/D=0.45$, 70cm, Dual-Dipole $0.3m^2$ blockingarea
2. 4m Dish, $f/D=0.5$, 70cm, NBS (Dual-Dipole, $0.5m^2$ Reflector)
3. 5m Dish, $f/D=0.5$, 70cm, NBS Feed
4. as 3. but $1m^2$ blocking area
5. 6m Dish, $f/D=0.5$, 70cm, NBS Feed
6. 6m Dish, $f/D=0.42$, 70cm, NBS Feed
7. 6m Dish, $f/D=0.36$, 70cm, Quad Feed
8. 8m Dish, $f/D=0.5$, 70cm, NBS Feed *

The antenna temperatures you see above (Table 1) for the NEC simulation were calculated with the program ANTTEMP from the NEC plotfile. These temperatures are only valid for an ideal loss less mesh.

Conclusion:

23 cm and 13 cm :

The W2IMU horn is the best choice for a dish with a f/D between 0.45 to 0.6 . For $f/D < 0.4$, the VE4MA horn is preferable. There is also an optimal solution for dishes with f/D between 0.4 and 0.45. Increasing the dish size will give a good match to the VE4MA horn!

70 cm :

The 'good old' Dual-Dipole-Feed is still the best solution for this band, leaving aside some special cases such as very low f/D . It will work well with $f/D = 0.4 .. 0.6$. When using a flat dish ($f/D=0.6$), you can improve efficiency by moving the dipoles closer to the reflector plane and increasing the stacking distance. Another possible way to improve efficiency and reduce spillover is to increase the size of the reflector plane up to $2 \times 2 \lambda$. However using a dish smaller than may be 8m, the increased blocking can cause more losses than gain through higher efficiency. This is also the reason why the Dipole-Ring-Feed is only better than the Dual-Dipole-Feed when it is used together with a very large dish. Also you cannot combine it easily with a horn for 23cm. For $f/D=0.4$, a ring or quad element in front of a reflector plane will show good performance.

It is obvious that the most important value for EME is the G/T ratio and not gain alone. The maximum for best G/T will be found at a lower f/D than that for the gain maximum. Also with lower noise figure of the preamp it's shifted down to lower f/D . The reason is that with lower noise from the preamplifier, the noise contribution from spillover becomes more significant and spillover decreases with lower f/D . To choose the f/D for maximum G/T will not cost you more than some tenth of a dB of gain, which is relevant for the transmit case only.

On the diskette you will find following files:

DISHFEED.EXE Simulation-Program, runs w/ and w/o Math-Processor

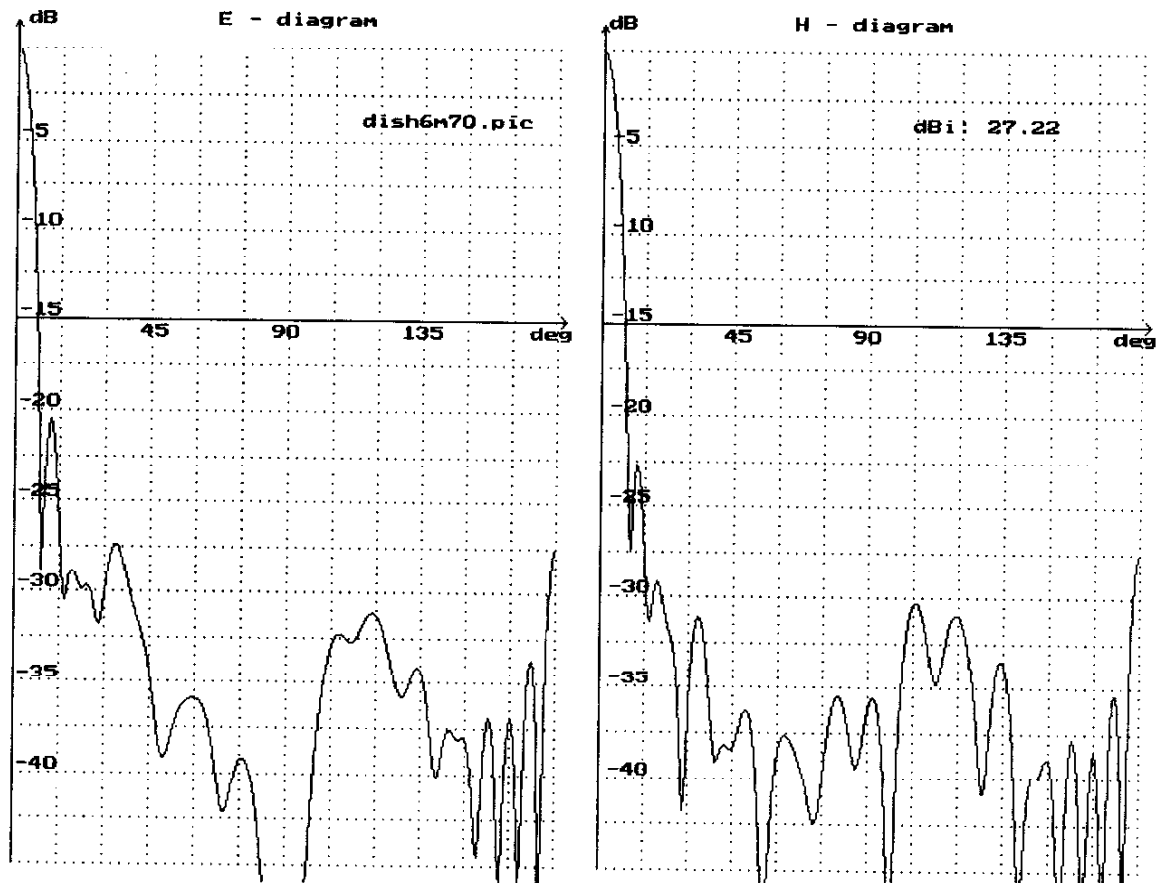
* *A dish with 8m diameter can be simulated with NEC with reduced accuracy only, because with a maximum number of 1000 patches their area can not be small enough any more.*

DISHFEED.DOC	Documentation
HERC.BGI	Driver for Hercules
EGAVGA.BGI	Driver for VGA
ANT.DAT	Parameterfile
ZOOMCOPY.COM	Print-Program for HERCULES
PZP.*	Print-Program for VGA
ANTTEMP.EXE	Calculation of T_A from NEC-Pattern

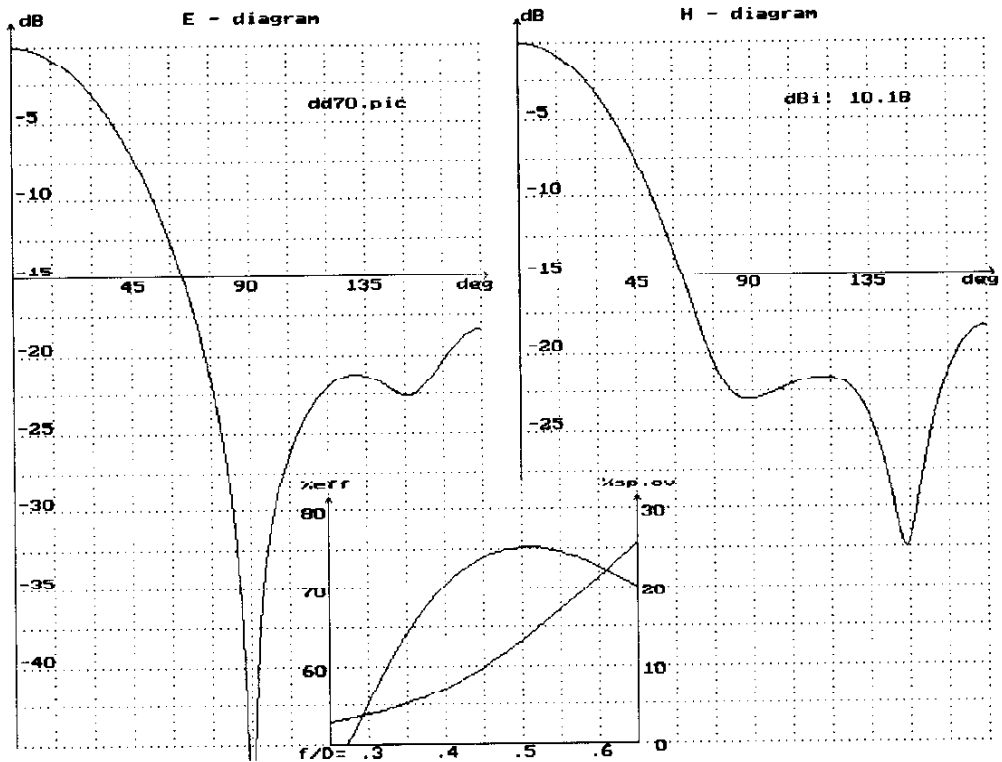
and some stored pictures :

DD70.PIC	Dual - Dipole - Feed for 70cm
70BIGREF.PIC	as DD70, Reflector $2 \times 2 \lambda$
D_RING.PIC	Dipol - Ring - Feed
W2IMU.PIC	Feedhorn W2IMU
VE4MA.PIC	Feedhorn VE4MA
QUAD.PIC	Quad with reflector
DISH6M70.PIC	6m dish for 70cm, simulated with NEC

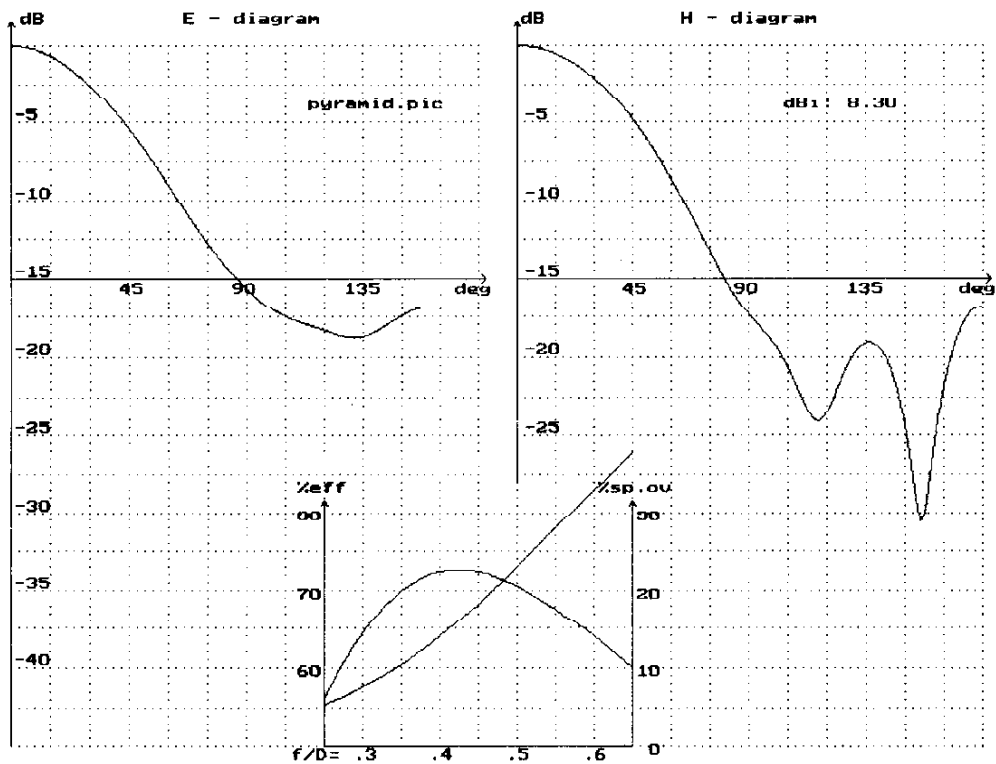
with the corresponding *.NEC - files. From these, the geometry can be seen and may help you assembling your own suitable structures.



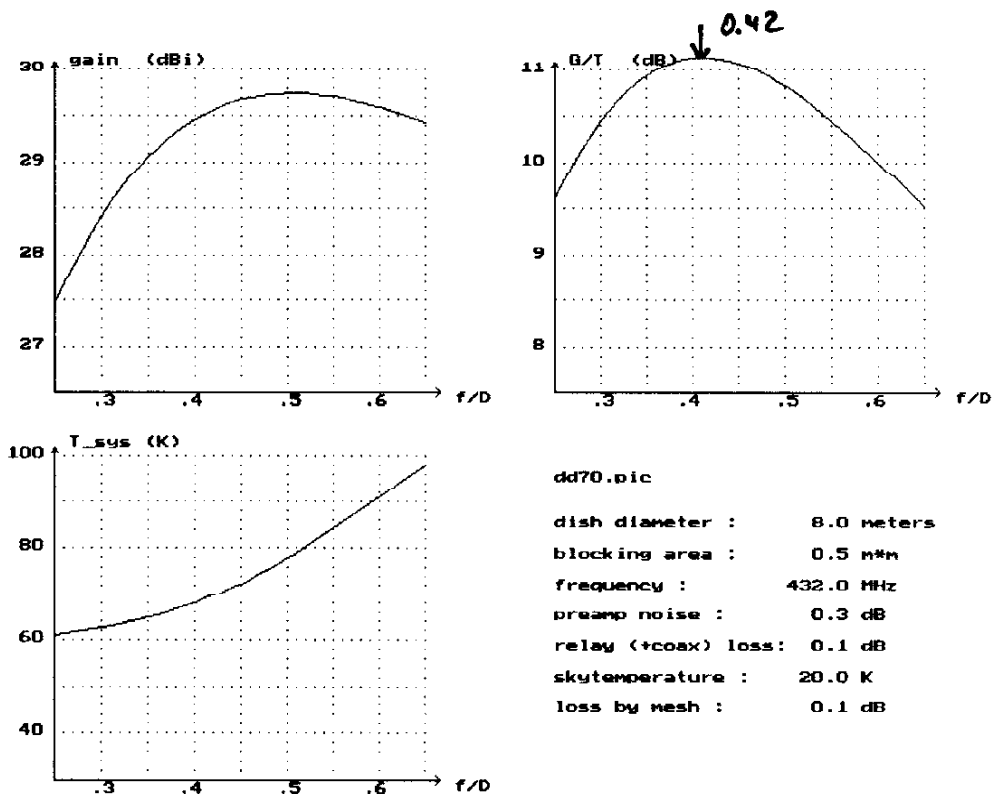
Bild/Figure 4: NEC-II Simulation for 6m Dish ($f/D=0.5$)



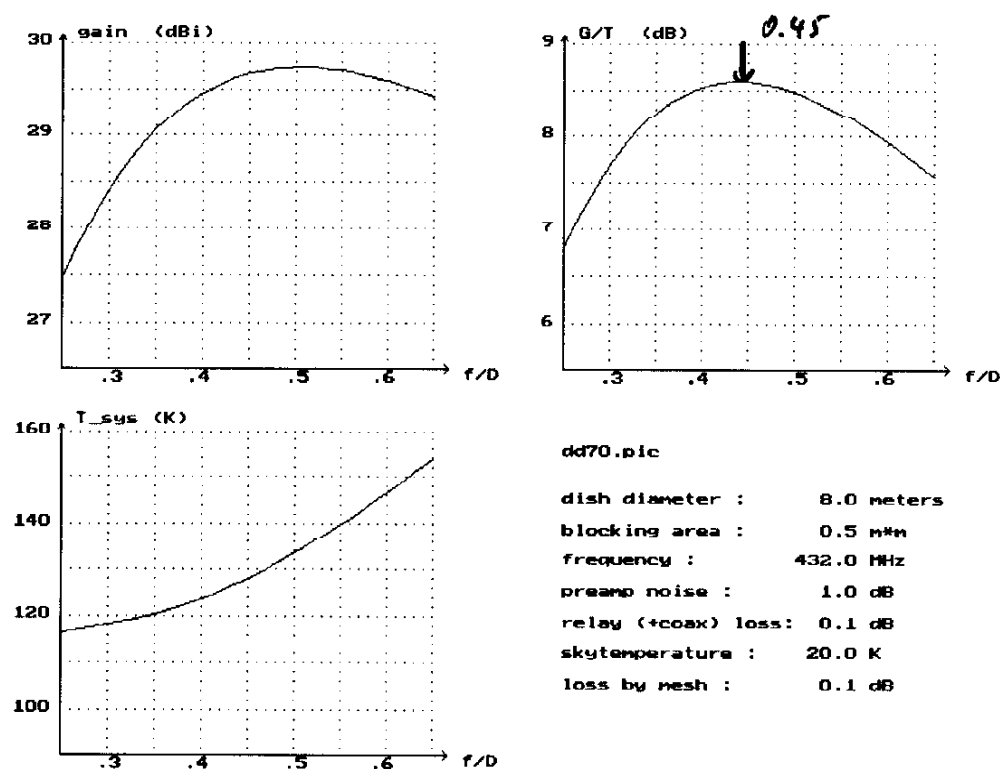
Bild/Figure 5: Dual-Dipole (NBS) Feed: Primary Pattern



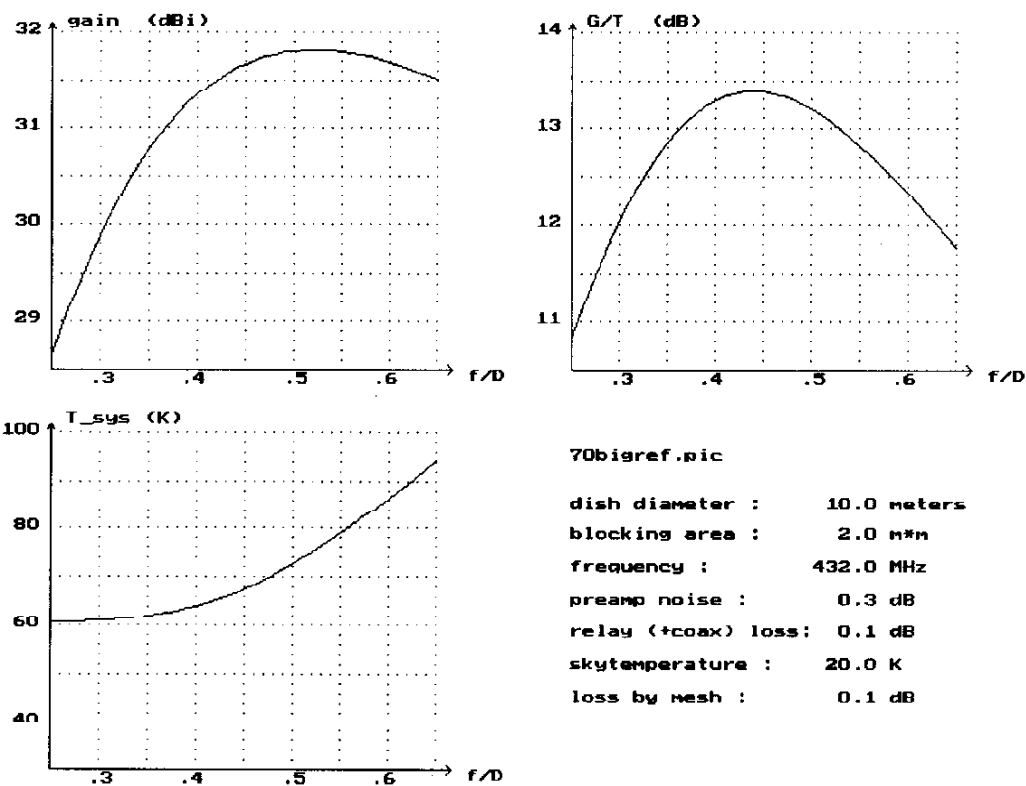
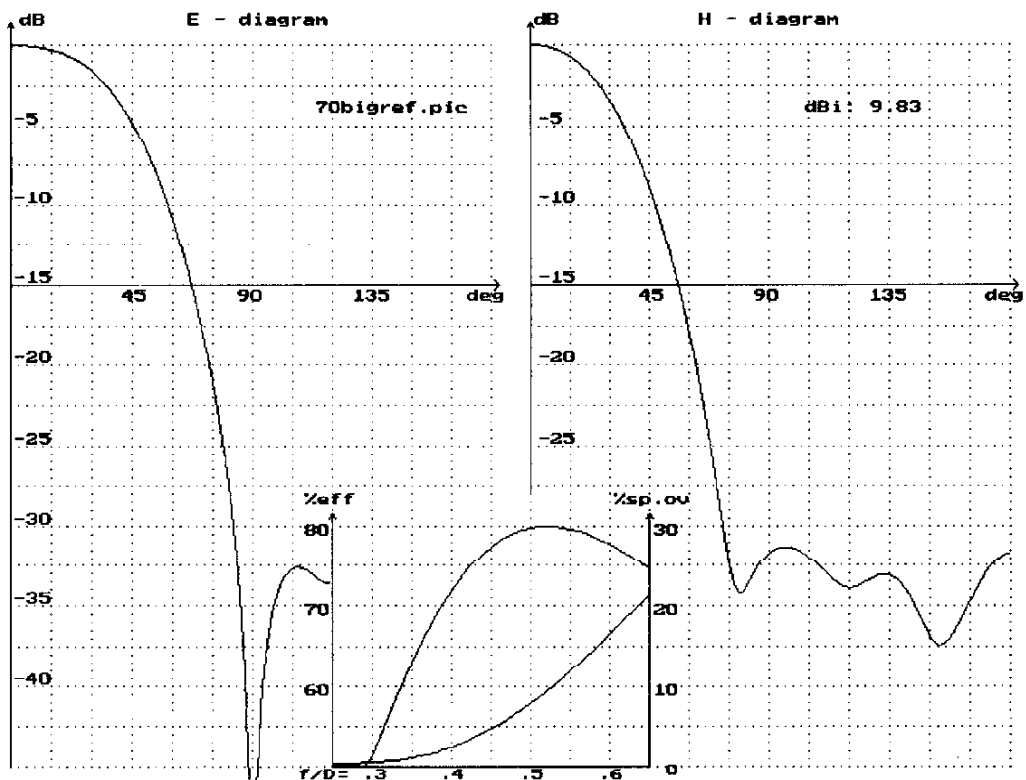
Bild/Figure 6: Pyramidal Horn on 1296MHz: Primary Pattern



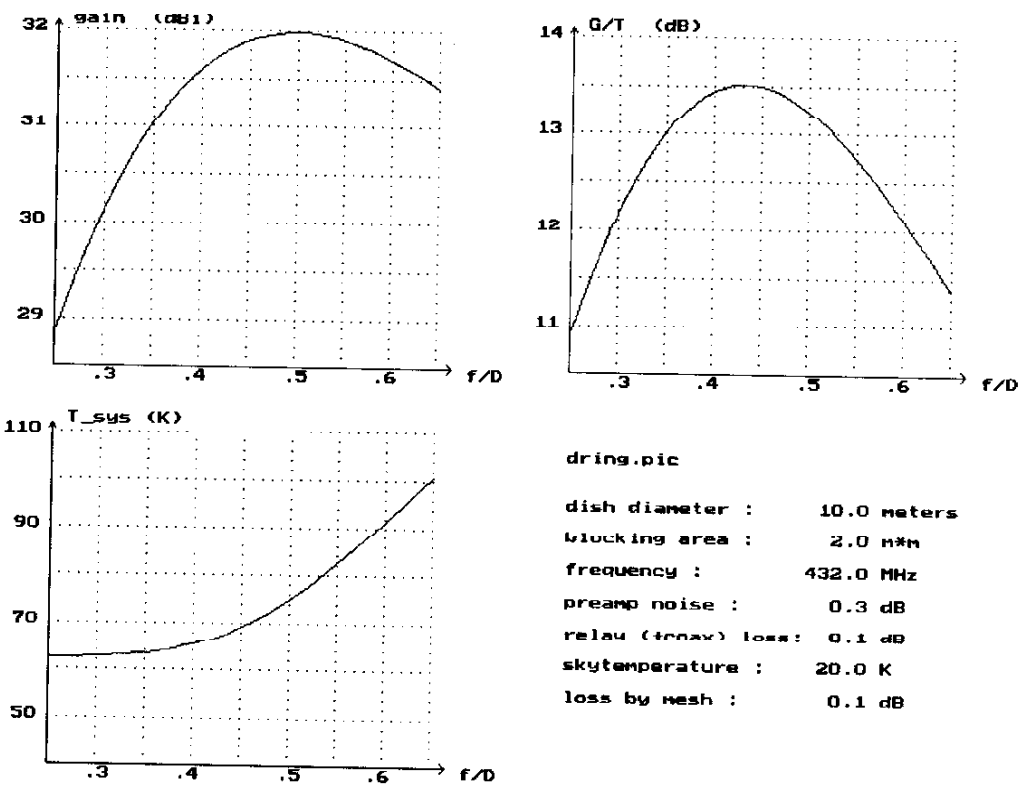
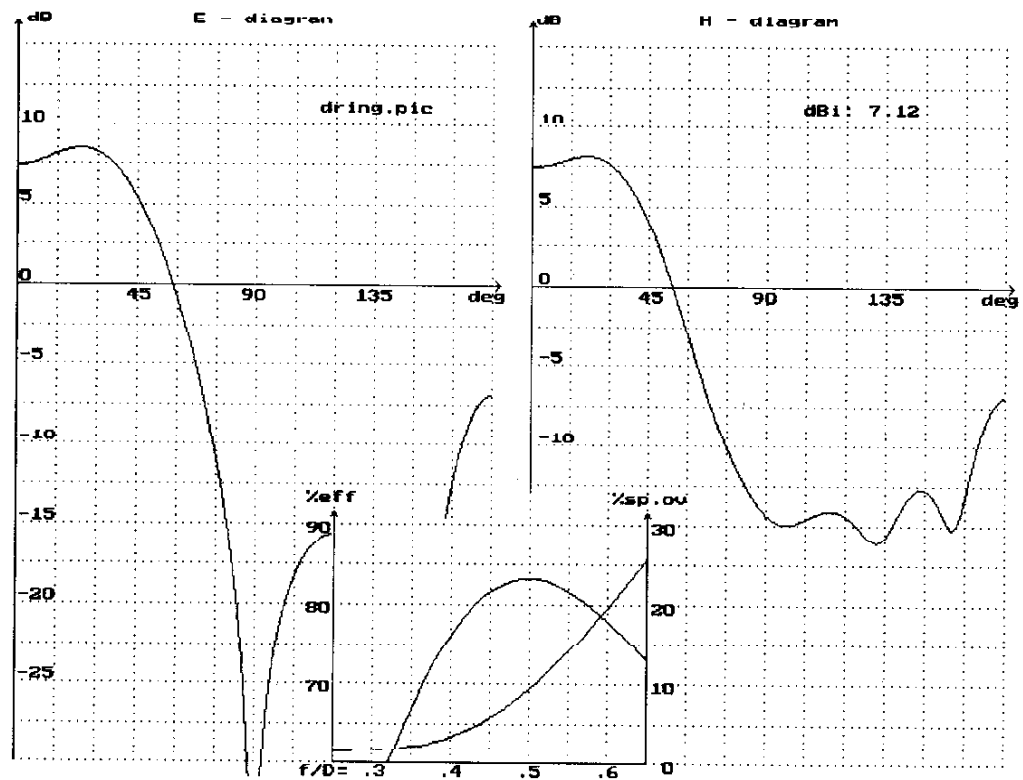
Bild/Figure 7: 8m Dish with NBS-Feed and 0.3dB LNA



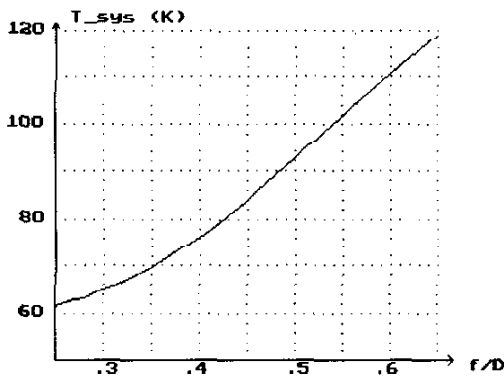
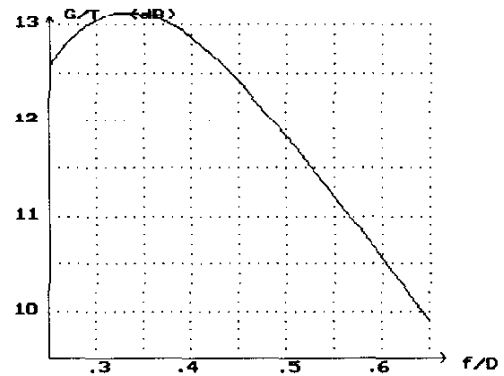
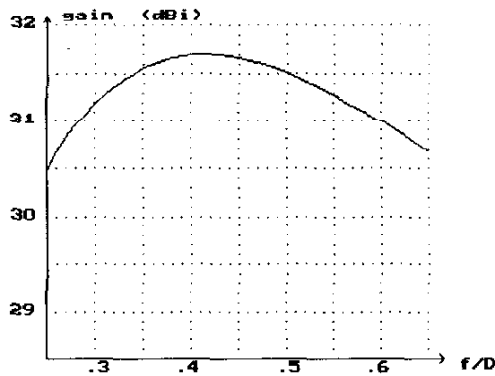
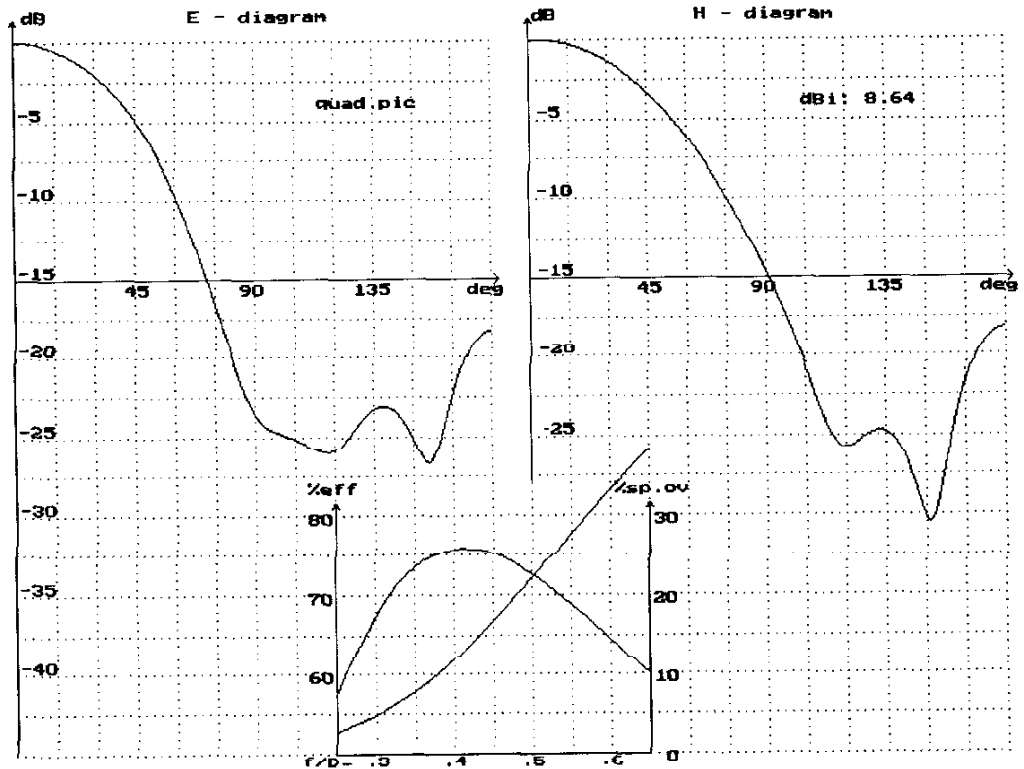
Bild/Figure 8: 8m Dish with NBS-Feed and 1.0dB LNA



Bild/Figure 9: NBS-Feed for 432 with 1.4x1.4 m reflector



Bild/Figure 10: Dipole-Ring Feed for 432 (Large Reflector)



quad.pic

dish diameter : 10.0 meters

blocking area : 1.0 m*m

frequency : 432.0 MHz

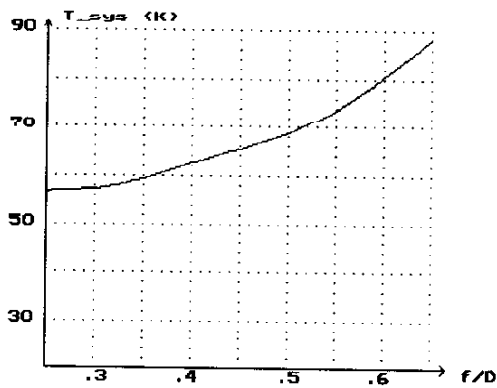
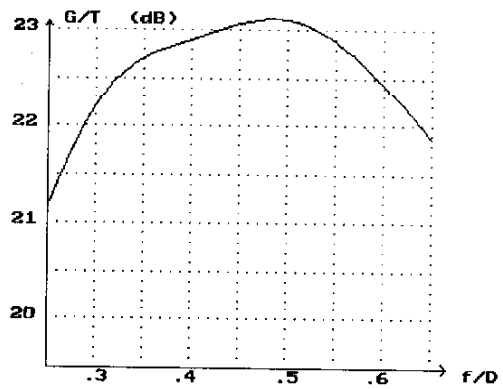
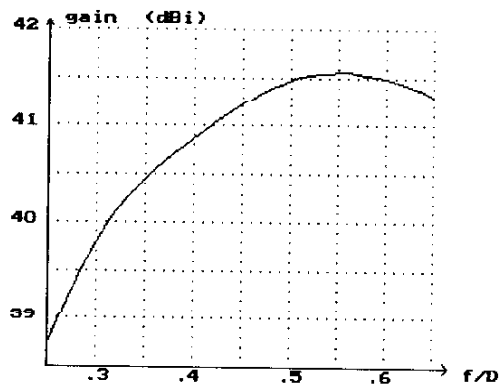
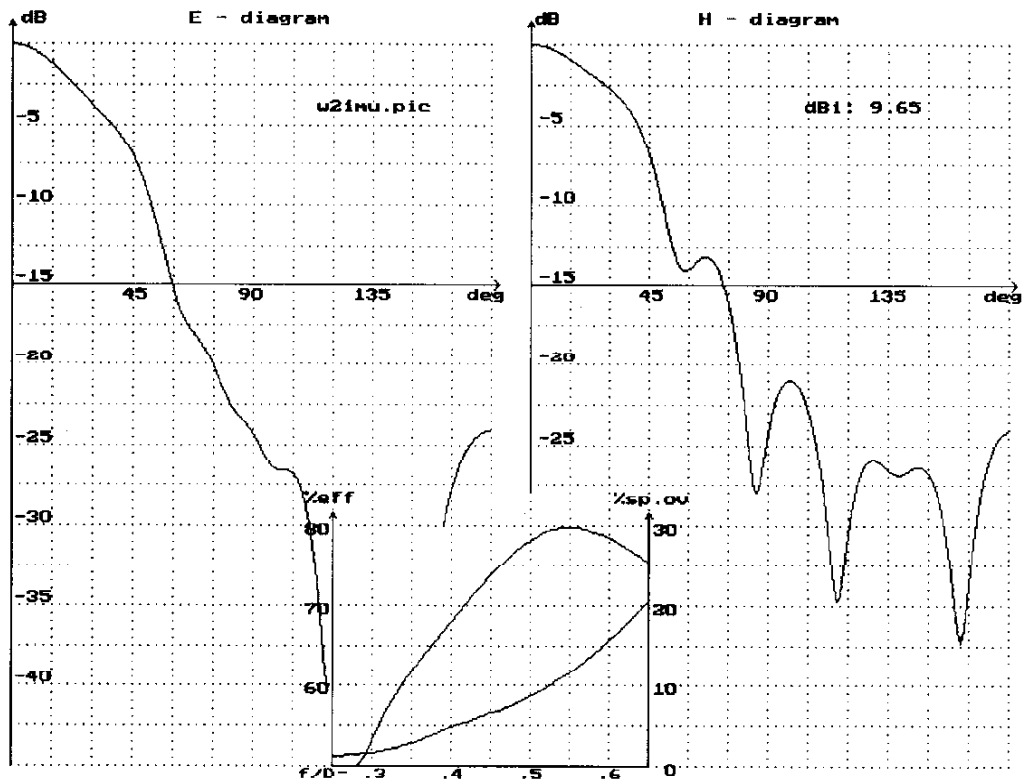
preamp noise : 0.3 dB

relay (+coax) loss: 0.1 dB

skytemperature : 20.0 K

loss by mesh : 0.1 dB

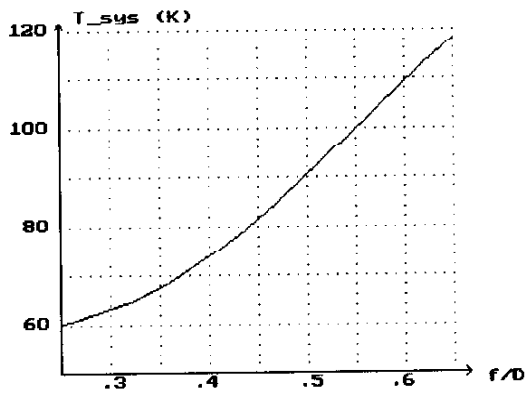
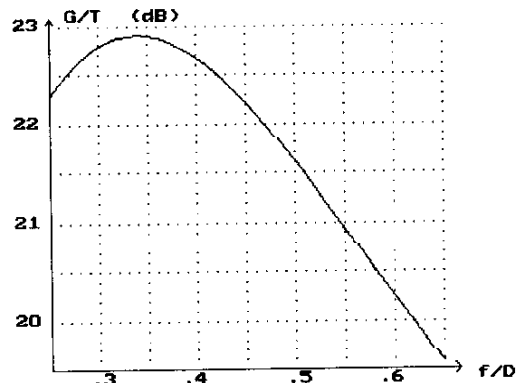
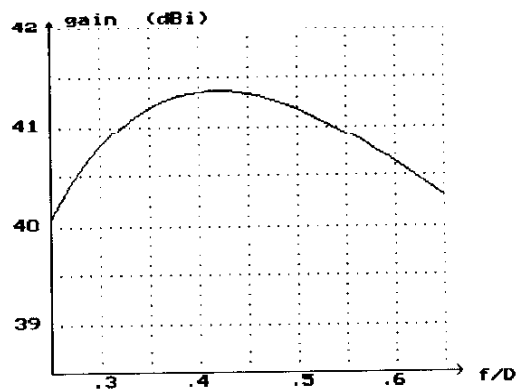
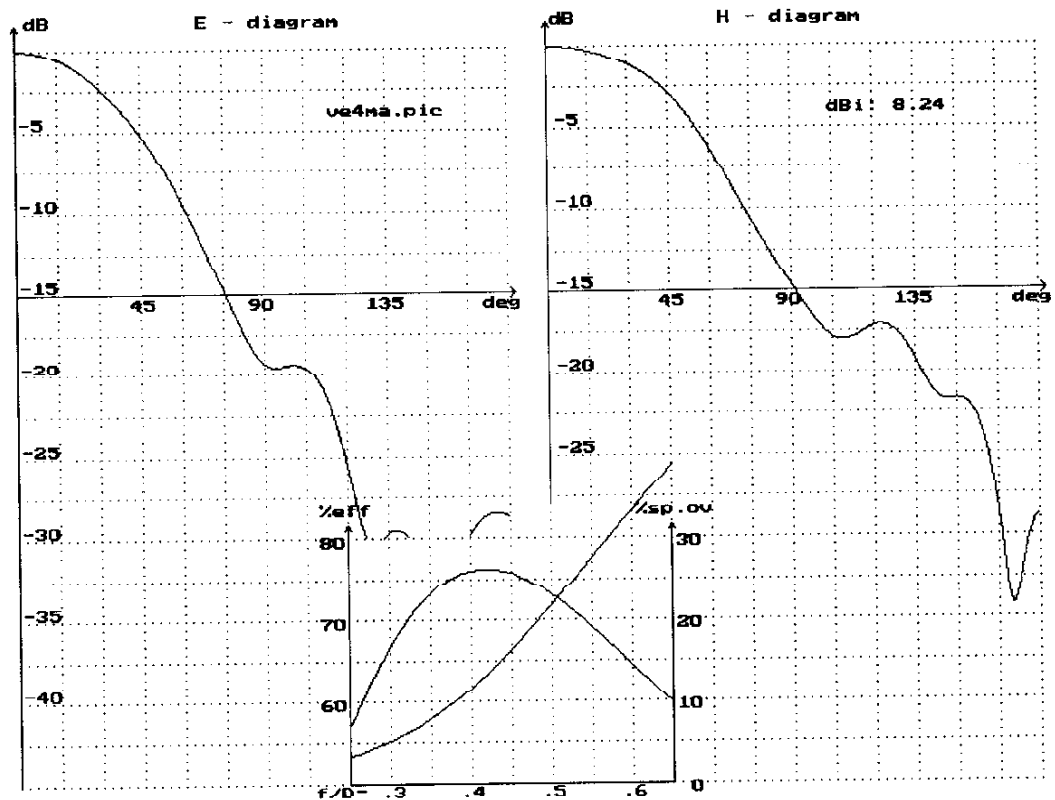
Bild/Figure 11: Quad-Fced for 432 (1mx1m Reflector)



w2imu.pic

dish diameter :	10.0 meters
blocking area :	0.1 m*n
frequency :	1296.0 MHz
preamp noise :	0.5 dB
relay (+coax) loss:	0.1 dB
skytemperature :	5.0 K
loss by mesh :	0.1 dB

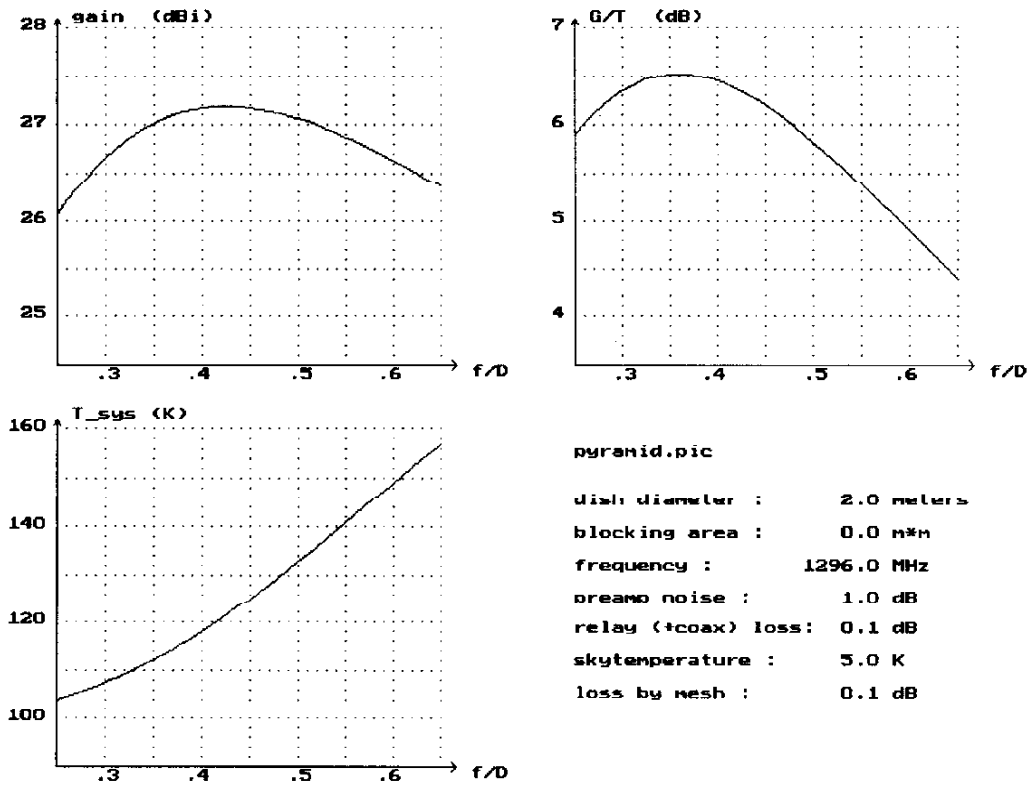
Bild/Figure 12: W2IMU-Feedhorn for 1296 MHz



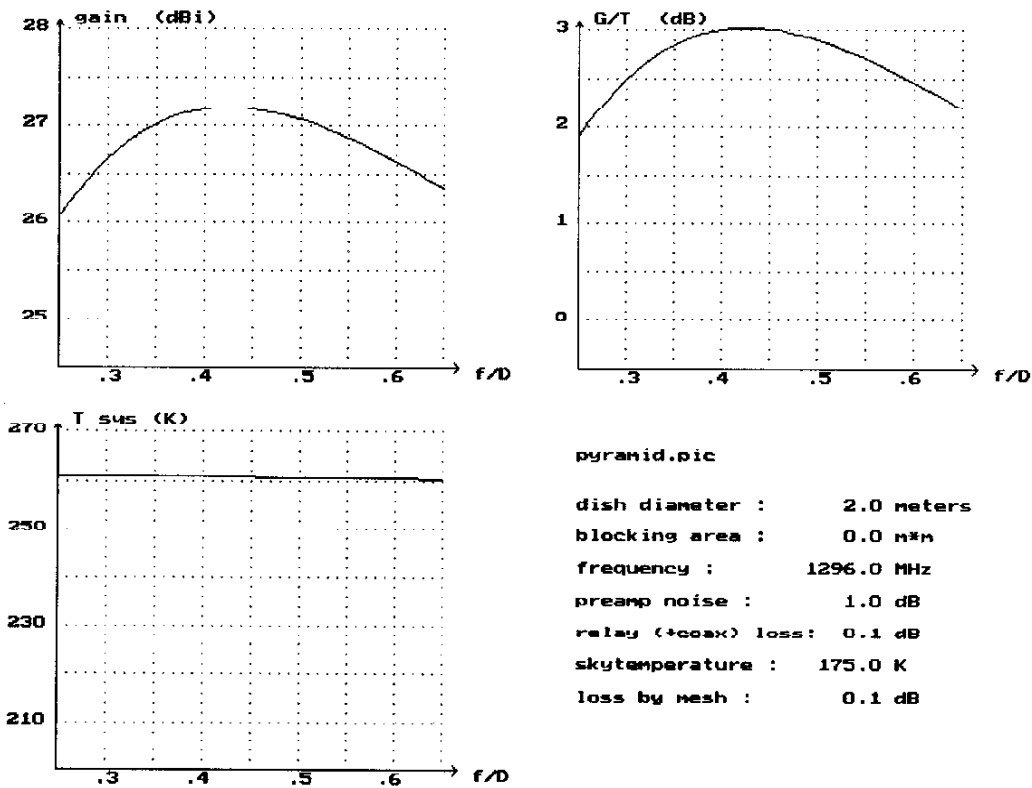
ve4ma.pic

dish diameter :	10.0 meters
blocking area :	0.1 m*m
frequency :	1296.0 MHz
preamp noise :	0.5 dB
relay (+coax) loss:	0.1 dB
skytemperature :	5.0 K
loss by mesh :	0.1 dB

Bild/Figure 13: VE4MA-Feedhorn for 1296



Bild/Figure 14: Pyramidal Horn - Dish Pointed to Sky



Bild/Figure 15: Pyramidal Horn - Dish Pointed to Earth