

EME auf 23cm mit Minimalaufwand

Hannes Fasching, OE5JFL

EME ist eine interessante Betriebsart, bei vielen dürfte jedoch die Meinung verbreitet sein, dass man dafür sehr großen Aufwand benötigt.

Im folgenden Artikel möchte ich mit Hilfe der Resultate eigener Versuche zeigen, dass man die stärkeren EME Stationen auf 23cm bereits mit relativ kleinen Antennen und PAs arbeiten kann. Meiner Meinung nach ist zum Einstieg 23cm ein sehr geeignetes Band, da das Hintergrundrauschen sehr niedrig ist, und es mit ON0EME eine Bake gibt, die auf 1296.000 mit einem 3.6m Spiegel und 500W sendet sobald der Mond in Belgien mehr als 10 Grad über dem Horizont steht.

Auf 23cm ist zirkulare Polarisation üblich, Yagis würde ich deshalb gar nicht in Betracht ziehen, da sonst von vorn herein schon einmal 3dB Verlust in Kauf zu nehmen wären. Außerdem ist auf höheren Frequenzen der durch Simulation versprochene Gewinn von Yagis in der Praxis nur schwer zu realisieren.

Ein Parabolspiegel ist zwar optimal, aber es geht sogar noch einfacher!

Die üblichen Hornstrahler, die man als Erreger für Parabolspiegel verwendet, haben einen Gewinn von 8dB bis 10dB. Vor etlichen Jahren hatte ich mir ein W2IMU Feed aus Maschendraht mit 6mm Maschenweite gebaut, um meine Vorverstärker testen zu können. Um auf höheren Gewinn zu kommen, lötete ich einfach einen Konus ans Ende, und kam von ursprünglich 30cm Öffnungsdurchmesser auf 55cm. Mit einem weiteren (aus Transportgründen nur aufgesteckten) Konus erreichte ich 80cm Durchmesser, der Gewinn liegt jetzt bei knapp 19dBi. Die Konstruktion ist sehr unkritisch, Abweichungen im Zentimeterbereich sind kein Problem, im Gegensatz zu Yagis, wo es im GHz Bereich um Zehntelmillimeter geht.

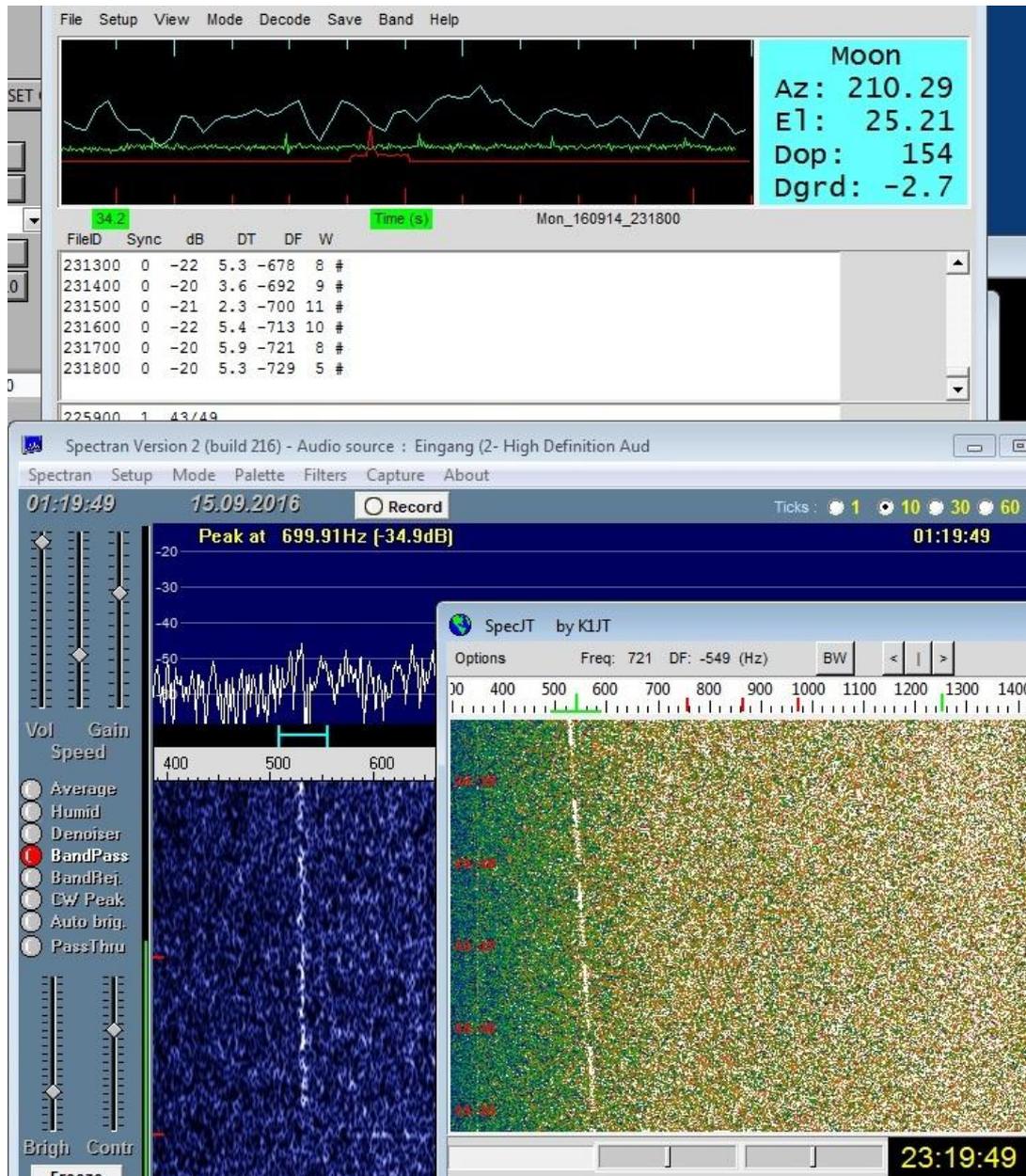


Hornantenne mit 80cm Durchmesser, 2.3m lang

Der W2IMU Hornstrahler hat zwei Ports, zirkular rechtsdrehend für TX, linksdrehend für RX, das passt genau für EME, denn bei Reflexion an der Mondoberfläche kehrt sich die Drehrichtung um. Die Entkopplung zwischen den Ports liegt auch ohne Abgleichmaßnahmen schon bei 20dB, somit muss das Schutzrelais für den Empfangsvorverstärker keine große Leistung aushalten.

Für Empfangsversuche reicht es schon, an den Empfangsport des Horns einen Vorverstärker (Rauschzahl <0.5dB, Durchgangsverstärkung 25...30dB) anzuschließen. Dann tut es jeder Konverter

mit ein paar dB Rauschzahl oder auch ein SDR, vor den man allerdings ein Bandpassfilter schalten sollte. Den Rest macht geeignete Software wie HDSDR, WSJT und Spectran, alles freeware. Mein erster Versuch bestand darin, mit meinem 7.3m Offsetspiegel für EME zu senden und dabei die Leistung soweit zu reduzieren, bis in der Wasserfallgrafik gerade noch ab und zu eine schwache Linie zu erkennen war. Die untere Grenze lag bei nur 10Watt! Die Bedingungen waren allerdings zu diesem Zeitpunkt optimal, das heißt der Mond nahe der Erde und wenig Signalaufspreizung durch Libration. Die Bake ON0EME hat zwar 6dB weniger Antennengewinn, aber dafür um 17dB mehr Leistung. Also war es relativ klar dass der Empfang kein Problem sein sollte. Die Spektrallinie ist auf dem Screenshot in WSJT schön zu erkennen.

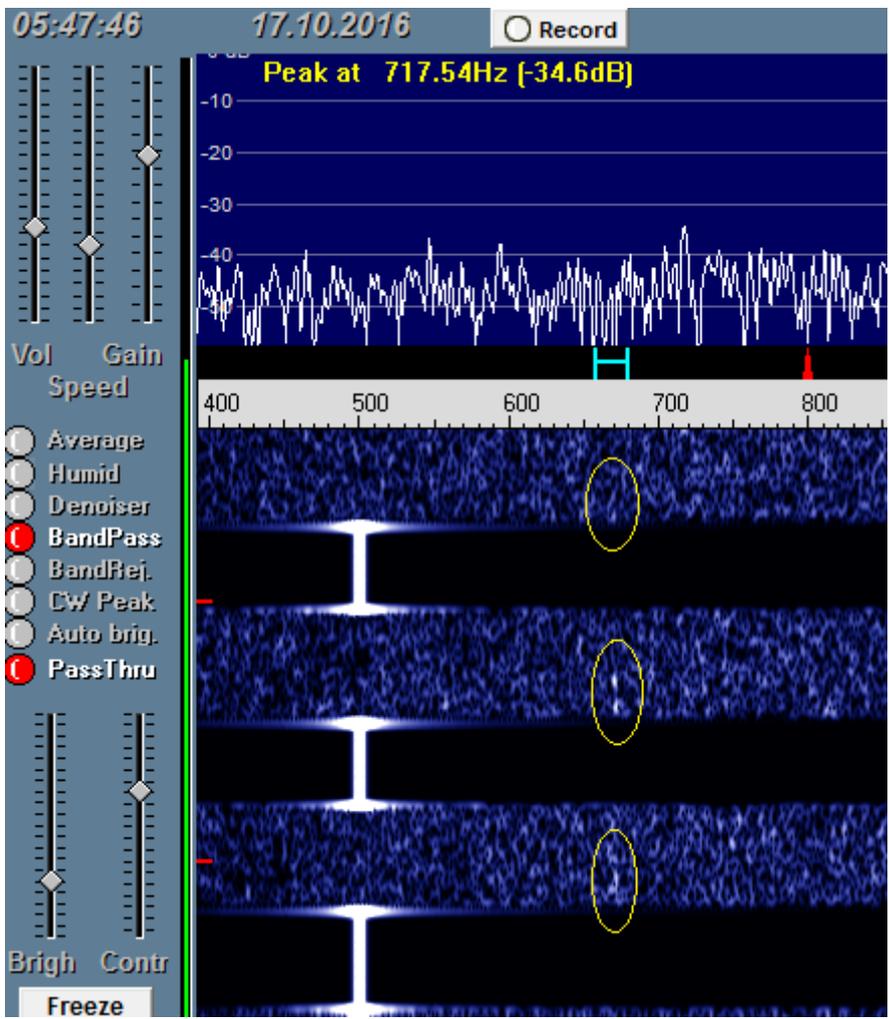


EME Bake ON0EME empfangen mit 80cm Hornantenne

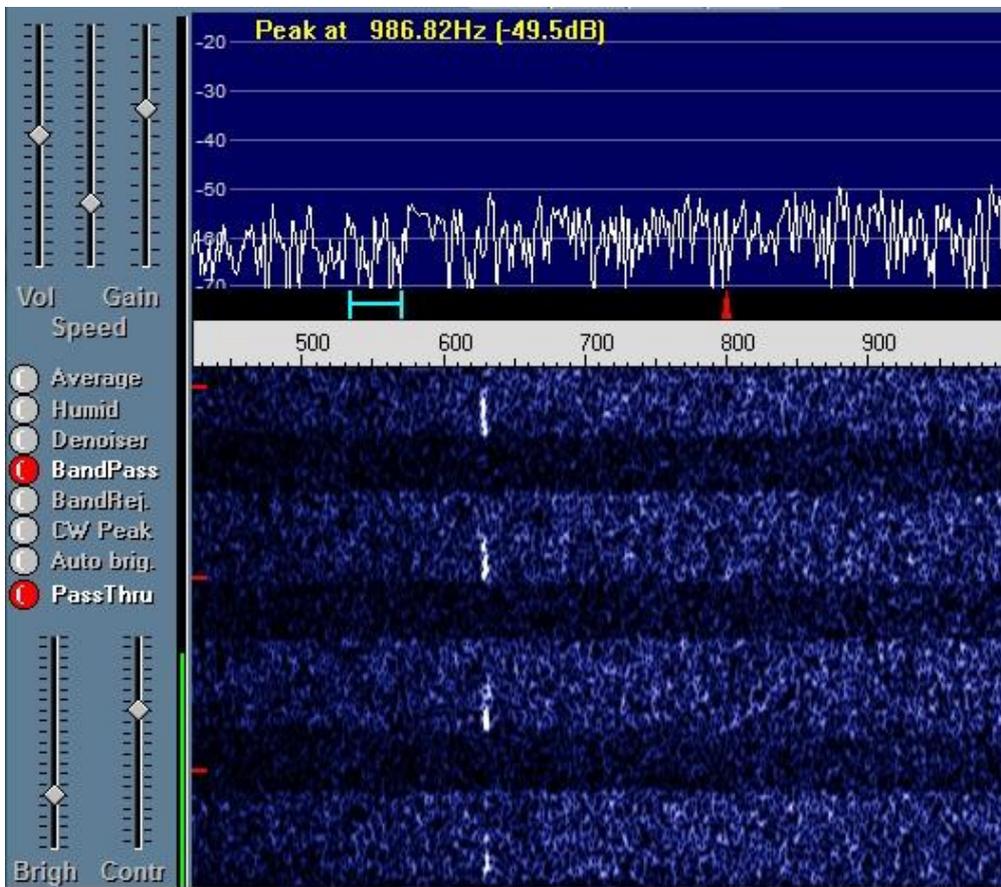
Sogar wenn ich den vorderen Konus entfernte und das Horn nur mehr 55cm Durchmesser hatte (3dB weniger Gewinn), war sie noch einwandfrei da. Das CW der Bake war zwar zu hören, aber höchstens Fragmente der Buchstaben zu entziffern.

Eine 80W SSPA lag auch noch herum, also war nichts naheliegender als nun auch einen Senderversuch zu starten. Zum Schutz des Vorverstärkers ist ein CX520 Relais gerade recht, denn die 20dB Isolation zum Sendeport sind dann doch zu wenig. Jedes Stück Koaxkabel vor dem Vorverstärker ist zu vermeiden, das würde zusätzliches Rauschen bewirken!

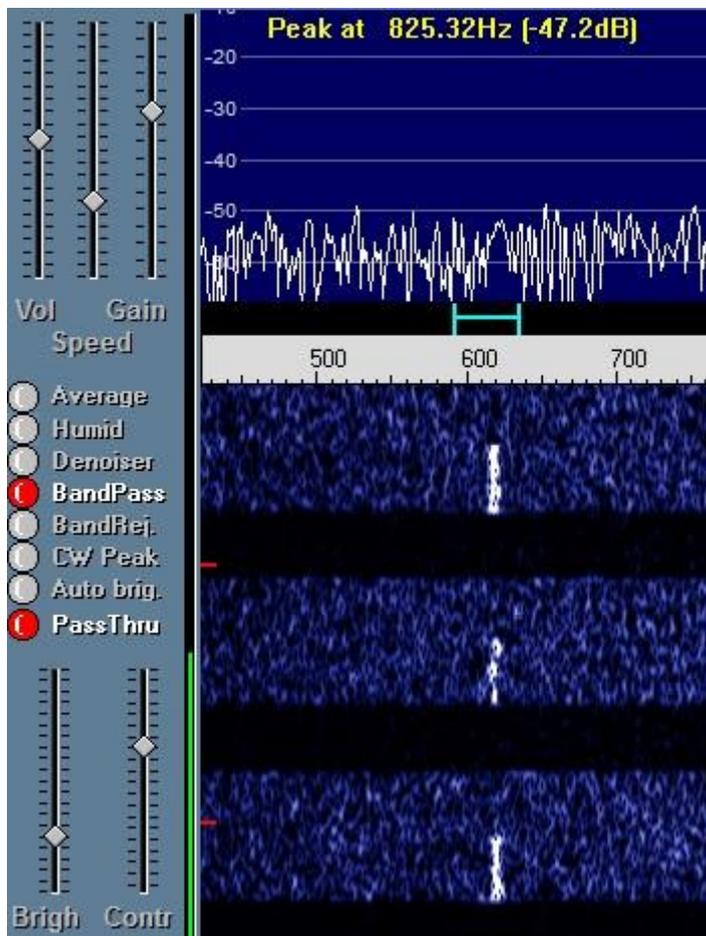
Am EME Spiegel war das 80W Signal mit Hornantenne in CW zu hören, für ein QSO aber wäre es zu schwach. Für WSJT war die Feldstärke aber mehr als ausreichend. Mit meinem 3m Spiegel (ja, wer hat der hat...) war das Signal gerade noch in Spectran zu sehen.



Mondechos: TX mit 80cm Horn und 80W, RX mit 3m Spiegel



Mondechos: TX mit 80cm Horn und 80W, RX mit 7.3m Offset-Spiegel



Mondechos: TX mit 7.3m Offset-Spiegel, RX mit 80cm Horn

Die eigenen Echos aufzunehmen ist zwar durchaus interessant, aber auf die Dauer doch langweilig. Im Herbst läuft ja immer der ARRL EME Contest, also eine gute Gelegenheit ein paar QSOs mit der Ministation zu versuchen. Der mögliche Zeitraum beschränkte sich am 22. Oktober auf drei Stunden, länger war der Mond vom Balkon aus, wo die Antenne aufgebaut war, nicht zu sehen. In WSJT konnte ich zehn Stationen decodieren, immerhin sechs davon arbeiten:

0646 HB9Q (-9 -21), 0658 UA4HTS (-12 -22), 0709 UA3PTW(-13 -19), 0746 RA3AUB(-20 -24), 0811 DF3RU (-20 -?), 0831 OK1KIR (-17 -23).

HB9Q hat einen 10m Spiegel, alle anderen Stationen Spiegeldurchmesser von etwa 6m.

Die letzte halbe Stunde horchte ich noch etwas im CW Bereich und konnte ohne Probleme einige der „big guns“ hören: I1NDP, OZ4MM, OK2DL, G4CCH.

Die Decodiergrenze von WSJT liegt auf 23cm bei -25dB, wenn man kein „deep search“ verwendet. An den Rapporten kann man sehen, dass mit den 80W sogar noch eine Reserve von 1 bis 6dB vorhanden war.

Eine Hornantenne ist einfacher aufgebaut als ein Parabolspiegel, hat auch bei gleicher Öffnungsfläche einen etwas höheren Wirkungsgrad (kein Feed in der Hauptkeule), ist aber bei Durchmessern über 0.5m deutlich unhandlicher.

Der Gewinn eines Parabolspiegels lässt sich einfach mit der Formel $G(\text{dBi})=20 \cdot \log[(D \cdot \pi \cdot f/300)^2 \cdot \eta]$ berechnen. D...Durchmesser f...MHz, η ...Wirkungsgrad (ca. 60% -->0.6).

Mit Hilfe meiner Messungen habe ich versucht eine einfache Formel zu finden, mit der man für 23cm abschätzen kann ob und mit wem mit der bestehenden oder geplanten Ausrüstung über EME ein WSJT, CW oder SSB QSO möglich ist, oder zumindest in der Wasserfallgrafik etwas zu sehen ist.

Basierend auf den Werten Antennengewinn Station A(dBi), Antennengewinn Station B(dBi) und Leistung in dBm ergibt sich ein Summenwert. Zum Beispiel hat ein 3m Spiegel 30dBi, demnach ein 6m Spiegel 36dBi. Beträgt die Sendeleistung an der Antenne 160W, so sind das 52dBm.

In Summe 30dB + 36dB + 52dBm = 118dBm.

Auf 23cm sind folgende Werte notwendig:

(jeweils +/-2dB. Will man auf der sicheren Seite bleiben, nochmals 3dB dazu)

96dBm....Linie in Wasserfallgrafik sichtbar

102dBm....WSJT

112dBm....CW

122dBm....SSB

CW und SSB hängt natürlich auch von den Fähigkeiten des Operators ab. Im oben genannten Beispiel mit dem Ergebnis 118dBm wäre also ein CW QSO kein Problem, in SSB hört man wohl etwas, aber nicht Q5.

Einige Beispiele aus eigener Erfahrung:

Echos in Wasserfallgrafik sichtbar:

7.3m Spiegel, 100mW: $38\text{dBi}+38\text{dBi}+20\text{dBm}=96\text{dBm}$

3m Spiegel, 4W: $30\text{dBi}+30\text{dBi}+36\text{dBm}=96\text{dBm}$

3m Spiegel und 80cm Horn, 80W: $30\text{dBi}+19\text{dBi}+49\text{dBm}=98\text{dBm}$

WSJT:

QSO mit HB9Q 10m Spiegel, OE5JFL 7.3m Spiegel und 200mW, rapport -25:

$41\text{dBi}+38\text{dBi}+23\text{dBm}=102\text{dBm}$

Siehe auch vorher erwähnte QSOs mit der Hornantenne und 80W zu 6m Spiegeln:

$36\text{dBi}+19\text{dBi}+49\text{dBm}=104\text{dBm}$ (Reserve war 1...6dB).

CW (random!)

QSO mit DL0SHF 9m Spiegel, OE5JFL 3m Spiegel und 16W: $40\text{dBi}+30\text{dBi}+42\text{dBm}=112\text{dBm}$

Die Messungen, inklusive diverser Spielereien, waren recht interessant. Auch zumal sich die Vorausberechnungen eigentlich durchwegs in der Praxis bestätigt haben.

Künftig werde ich aber doch wieder lieber mit der großen Anlage EME machen, außerdem ist der Anblick der 2.3m langen Hornantenne aus Drahtgitter auch nicht jedermanns oder eher jeder "fraus" Sache ;-)

Aber vielleicht konnte ich etwas dazu beitragen dass jeder, der eventuell an 23cm EME Interesse hat, abschätzen kann, was für die ersten Versuche (noch) nötig wäre.

Wer sich zusätzlich noch ein paar Audioaufnahmen von Echos anhören möchte, die habe ich auf http://www.qsl.net/oe5jfl/small_stn_eme.htm hochgeladen.

73 de Hannes / OE5JFL