

EZNEC und VOACAP

***Erstellen von Typ 11 und Typ 13
Antennenfiles für VOACAP mit
EZNEC***

Christoph Schwärzler, OE1CGS

März 2014

Abstract

VOACAP and some HF propagation prediction software based on VOACAP make use of "Type 11" and "Type 13" antenna formats¹. These allow modelling your very own antenna by providing tables of its gains as a function of elevation or azimuth and elevation. Most NEC based antenna simulation software can provide this type of information. One such program is *EZNEC* written by Roy Lewallen, W7EL². The top versions *EZNEC+* and *EZNEC pro* inherently offer the functionality to generate VOACAP compliant files. However with the simple procedure described in this article and the *R* code attached users of the base and even the demo versions of *EZNEC* can also produce their VOACAP files.

Zusammenfassung

VOACAP und darauf aufbauende Programme zur Ausbreitungsanalyse erlauben die Berücksichtigung eigener Antennen mittels der Antennentypen „Typ 11“ (azimutal symmetrisch) und „Typ 13“ (360°). Diese benötigen den Antennengewinn in 1 Grad Schritten in tabellarischer Form. Zur Erstellung dieser Dateien bieten sich NEC basierte Antennensimulationsprogramme an. Ein verbreitetes Produkt ist *EZNEC* von Roy Lewallen, W7EL. Am einfachsten geht dies in den Versionen *EZNEC+* und *EZNEC pro*, in welchen die Funktionalität zur Erstellung der Dateien bereits eingebaut ist. Aber auch mit der Basisvariante *EZNEC* bzw. sogar mit der Demovariante gelingt die Erzeugung dieser Dateien mit der hier vorgestellten Methode ohne großen Aufwand.

1.) Wozu das Ganze?

Will man sich als Funkamateurliebling oder SWL eingehender mit den Ausbreitungsbedingungen der Kurzwelle beschäftigen, so wird man früher oder später über VOACAP oder seine Derivate stolpern. Ein Teil der Modellierung der Ausbreitungsbedingungen mit dieser Software sind aber natürlich die Sende- und Empfangssysteme und dabei vor allem die benutzten Antennen. Mit der Installation von VOACAP erfolgt zwar auch die Bereitstellung einer ganzen Menge an vormodellierten Antennen und mit der ebenfalls enthaltenen Software HFAnt können auch eigenen Antennen modelliert werden, aber das Ganze hat doch seine Grenzen. Will man wirklich die höchstpersönliche Kurzwellenschleuder und ihre Charakteristik in VOACAP simulieren, so muss man wohl früher oder später zu den Antennen „Typ 11“ oder „Typ 13“ greifen. Diese sind im Prinzip nichts anderes als Tabellen der Antennengewinne in dBi. Der Typ 11 geht dabei von einer rundsym-

metrischen Charakteristik aus und somit müssen nur die 91 Werte des Gewinns von 0 bis 90 Grad Elevation in 1 Grad Schritten angeführt werden. Allgemeiner ist der Typ 13 und daher können hier für alle 360 Grade des Azimuts die Elevationsgewinne von 0 bis 90 Grad, ebenfalls in 1 Grad Schritten angegeben werden. Dazu kommt jeweils noch ein kleiner Header mit Informationen wie Antennenbezeichnung, Typ und Arbeitsfrequenz.

Hätte ich bei der Lizenzierung von *EZNEC* die paar Dollar mehr investiert und *EZNEC+* oder *EZNEC pro* gekauft, gäbe es diesen Artikel gar nicht. Denn mit diesen Versionen kann man ganz einfach aus dem Programm heraus die Antennenfiles in der korrekten Formatierung erzeugen. Hab ich aber nicht, und so musste u.a. Progrämmchen her um diese Files effizient zu generieren. Aber das ist nicht einmal so schwer, denn die Hauptarbeit macht *EZNEC* auch in den einfacheren Versionen und man kann auch bei diesen die Gewinne in eine Datei schreiben lassen. Somit geht es nur noch darum, diese Dateien einzulesen und in das Format zu bringen, das VOACAP auch lesen kann.

2.) Formatierung in *R*

Um die Daten in die Form einer „Typ 11“ oder „Typ 13“ Antennendatei zu bringen habe ich ein einfaches Programm („Pattern“) geschrieben. Der Programmcode ist im Anhang abgedruckt und auch als Datei zum Herunterladen verfügbar³. Als Plattform dient die freie Softwareumgebung *R*, welche im Internet für Windows, Linux und MacOS gratis bereitgestellt wird⁴. Vor Ausführung von *Pattern* muss daher *R* installiert werden.

Vor der Ausführung des Programms muss die (gratis) Software *R* installiert werden.

Im Programmcode selbst ist in der ersten ausführbaren Zeile anzugeben, ob man ein Typ 11 oder Typ 13 Antennenfile erzeugen möchte. Entscheidet man sich für Typ 11 so muss man in der nächsten Zeile noch angeben, von welchem Azimutwinkel die Elevationsgewinne genommen werden sollen. Achtung: Der Winkel muss gegen den Uhrzeigersinn mit dem Nullpunkt auf der positiven x-Achse der Antennendefinition in *EZNEC* erfolgen!

Mit dem Befehl *setwd* wird das Arbeitsverzeichnis definiert, in welchem die Daten von *EZNEC* stehen müssen und in welches das fertige Antennenfile geschrieben wird. Danach liest das Programm die Daten ein. Den Rest des Codes bilden die beiden

Blöcke für eine Typ 11- bzw. Typ 13- Berechnung, abhängig vom Wert der am Programmbeginn definierten Variablen *Type*.

Im Block für den Typ 11 werden zuerst die 91 Antennengewinne in den Vektor *db* eingelesen. Dabei muss der Azimutwinkel invertiert werden, denn VOACAP benutzt im Gegensatz zu *EZNEC* eine Winkeldefinition im Uhrzeigersinn.

ACHTUNG: VOACAP-Antennennfiles definieren den Azimutwinkel rechtsdrehend; EZNEC definiert den Winkel linksdrehend.

Nach einer Formatierung der Daten wird zuerst der Header und dann die Daten selbst in eine Textdatei mit dem Namen *EZNEC_11.ant* in das definierte Arbeitsverzeichnis geschrieben. Auf die Bedeutung der Daten im Header werde ich im Kapitel 3 noch näher eingehen.

Im alternativen Programmblock für den Typ 13 wird zuerst der Header in die Datei mit dem Namen *EZNEC_13.ant* geschrieben. Danach folgt eine Programmschleife für alle 360 Azimutwerte, wobei wiederum die Winkelrichtung invertiert wird. In der Schleife werden jeweils die 91 elevationsabhängigen Werte für den Gewinn formatiert und in die Ausgabedatei geschrieben.

2.) Bedienungsanleitung

Erstellung der EZNEC-Ausgabedatei

Im ersten Schritt muss die Antenne in EZNEC modelliert und getestet werden, worauf ich hier nicht weiter eingehen will⁵. Auf dem Hauptbildschirm (siehe Bild 1) muss für den *Plot Type* die Einstellung *3D* gewählt werden. Bevor die Datei mit den Antennengewinnen erzeugt wird, muss für *Step Size* der Wert von 1 Grad eingetragen werden.

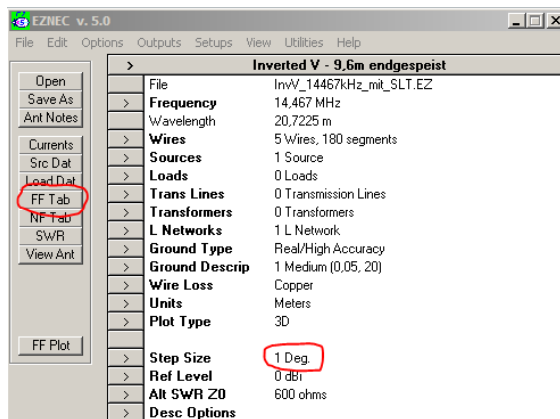


Bild 1: Step Size muss auf den Wert von 1° eingestellt werden und danach der Befehl „FF Tab“ ausgewählt werden

Danach wird der Befehl *FF Tab* ausgewählt, am einfachsten durch einen Mausklick auf den entsprechenden Knopf (siehe Bild 1). Nun öffnet sich ein Dialog mit Einstellungen zum Datenexport. Die vorgegebenen Einstellungen müssen hier beibehalten werden (siehe Bild 2). Sie stellen sicher, dass die Daten in Elevationsblöcken und für sämtliche Richtungen geschrieben werden. Jetzt wird der Befehl mit *OK* ausgeführt.

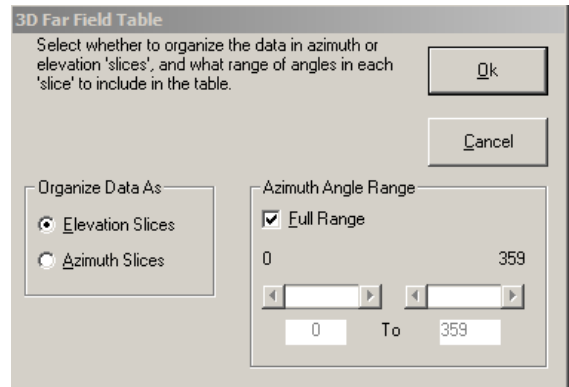


Bild 2: Im Dialogfeld 3D Far Field Table werden die hier angezeigten, vorgegebenen Einstellungen unverändert übernommen und der Befehl mit „Ok“ ausgeführt

Nach wenigen Momenten wird eine Tabelle mit den Daten auf dem Bildschirm angezeigt. In 360 Blöcken für die jeweilige Richtung werden für alle Elevationen in 1°-Schritten die V- und H-Feldstärken sowie in der letzten Spalte der Antennengewinn in dB gegenüber dem isotropen Strahler angeführt. Wir werden später für den hier beschriebenen Zweck nur an diesen Werten interessiert sein. Der Gewinn für 0° beträgt dabei immer -99,99 dBi und derjenige für 90° ist geometriebedingt für alle Richtungen gleich.

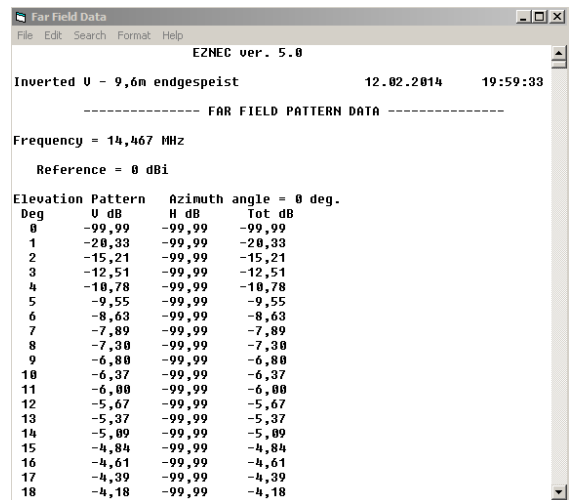


Bild 3: Beispiel für die Ausgabe der Daten durch den Befehl „FF Tab“

Als nächstes werden diese Daten durch den Befehl *File/Save as...* unter dem Namen *Elevation slices.txt* in demjenigen Verzeichnis abgespeichert, das als

Arbeitsverzeichnis im Formatierungsprogramm *Pattern* definiert wurde (siehe Kapitel 1.). Dabei muss unbedingt dieser Name benutzt werden, damit die Datei später erkannt wird.

Formatierung der Datei

Nun wird das Programmpaket *R* gestartet und der Code *Pattern* geladen. Im Code selbst wird die Variable *Type* auf den gewünschten Wert (11 oder 13) gesetzt. Für den Typ 11 wird zudem im Code der Wert der Variablen *Grad* gesetzt, das ist der Azimutwinkel bei welchem das Elevationsprofil der Antennengewinne gelesen wird. Dies ist natürlich bei einem perfekten Rundumstrahler egal, nachdem aber zumeist doch kleine Unterschiede bestehen, kann damit das gewünschte Profil eingestellt werden.

Nach der Definition der Variablen im Code wird das Programm ausgeführt. Dies dauert von einem Typ 11 nur Bruchteile einer Sekunde, bei einem Typ 13 File kann dies in Abhängigkeit vom Zugriff auf das benutzte Speichermedium auch einige Sekunden benötigen.

Nach Beendigung des Programms befindet sich im Arbeitsverzeichnis entweder eine Datei *EZNEC_11.ant* oder *EZNEC_13.ant*. Diese Dateien können nun direkt von *VOACAP* verarbeitet werden. Dazu müssen sie nur in das Verzeichnis kopiert werden, das *VOACAP* bei seiner Installation für die Antennenfiles angelegt hat.

3.) Weitere wichtige Einstellungen

Bevor mit diesen Antennenfiles jedoch *VOACAP*-Simulationen der Ausbreitungsbedingungen gerechnet werden empfiehlt es sich, eine Kontrolle der Dateien durchzuführen. Dies geht sehr einfach mit dem Programm *HFAnt*, das bei der Installation von *VOACAP* mitinstalliert wird. Damit können die Gewinne in den erzeugten Dateien visualisiert werden. Bild 4 zeigt ein Beispiel für eine schlecht angepasste Inverted V Antenne.

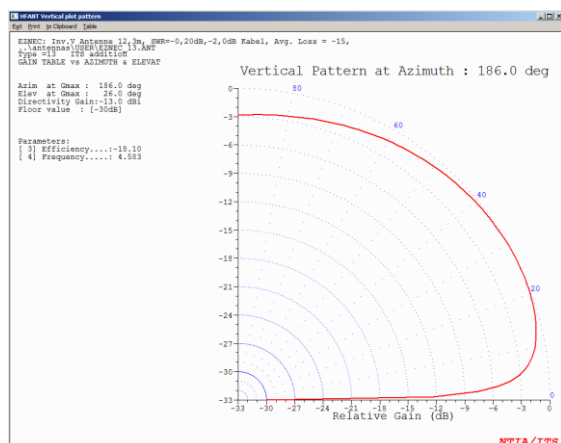


Bild 4: Kontrolle der erzeugten Files mit *HFAnt*

Damit kann sehr leicht beurteilt werden, ob die Dateien auch das Antennenverhalten wiedergeben, das vom betrachteten System zu erwarten ist.

Besondere Aufmerksamkeit muss beim Typ 13 der Antennenorientierung gewidmet werden. Hier kann es leicht zu Fehlern und dadurch verursachten Simulationsproblemen kommen. Dabei geht es um das Zusammenwirken der x/y-Orientierung in *EZNEC* und der Einstellungen in *VOACAP* (Azimut control bzw. „Point at“). Allen Antennen sollten in *EZNEC* so modelliert werden, dass die Hauptstrahlrichtung mit der positiven x-Achse zusammenfällt. Für schwenkbare Antenne, die im Betrieb zur Gegenstation ausgerichtet werden, muss dann in *VOACAP* nur die Option „Point at“ gewählt werden. Für fix installierte Antennen mit Richtcharakteristik muss in *VOACAP* der Azimutwinkel manuell so gewählt werden, dass die simulierte Abstrahlcharakteristik mit der realen übereinstimmt. Dies sollte auf jeden Fall in den Simulationsergebnissen genau kontrolliert werden.

Die Dateien *EZNEC_11.ant* und *EZNEC_13.ant* können mit jedem Texteditor betrachtet und modifiziert werden. Beide Typen weisen im Header die Werte *Max Gain dBi* und *Efficiency (for IONCAP)* auf. Standardmäßig nehmen beide den Wert 0 an. Diese Werte haben einen ganz erheblichen Einfluss auf die Simulationsergebnisse in *VOACAP* (irreführenderweise gilt dies auch für *Efficiency* nicht nur in *IONCAP*). Leider ist es sehr schwer Interpretationen und Empfehlungen für diese Größen zu bekommen.

Ich habe daher selbst deren Auswirkungen auf *VOACAP* untersucht und bin zu unten angeführten Empfehlungen gekommen, freue mich aber gerade in diesem Bereich über Kommentare und Anregungen.

Max Gain dBi

Diese Variable wirkt auf sämtliche Antennengewinnwerte im Sinne eines Offsets und modifiziert daher im Ergebnis alle berechneten Werte von *RXGAIN* bzw. *TXGAIN* in *VOACAP* um den angegebenen Wert. Diese Variable wirkt jedoch nicht auf den simulierten Rauschpegel. Da *EZNEC* die Gewinne bereits relativ zum isotropen Strahler (also in dBi wie von *VOACAP* benötigt) ausgibt, muss hier keine Veränderung vorgenommen werden, der Wert 0 kann also prinzipiell beibehalten werden.

Ich benutze diese Variable dennoch um Kabel- und Anpassungsverluste des Systems zu berücksichtigen. So kann man durch die Wahl eines Wertes von -3.0 einen 50%-igen Leistungsverlust

des Signals auf dem Weg vom bzw. zum Radio berücksichtigen.

Efficiency (for IONCAP)

Wie bereits erwähnt wirkt diese Variable nicht nur in IONCAP sondern auch in VOACAP und zwar im Sinne einer Dämpfung für den Rauschpegel. Der Signalpegel ist von diesem Parameter nicht betroffen.

Ich wähle diesen Wert entsprechen der Summe aus den o.a. Kabel- und Anpassungsverlusten sowie dem Average Gain der Antenne. Diesen erhält man in EZNEC, wenn man *FF Plot* mit dem *Plot Type* „3D“ startet. Der Wert wird am unteren Rand des Hauptfensters sowohl als relativ als auch in dB angezeigt. Der dB-Wert findet Eingang in die Antennendatei.

Anhang: Programmcode von "Pattern"

```
#####
#### Umwandlung der Antenna Pattern Files von EZNEC in ein ####
#### VOACAP Antenna File vom #####
#### 1) Typ 11 = Azimuthal symmetrisches, tabellarisches #####
#### 2) Typ 13 = Tabellarisches Format #####
#### #####
#### Das EZNEC File muss als "Elevation slices" #####
#### mit 1 Grad als Inkrement gespeichert werden. #####
#### #####
#### Christoph Schwaerzler, OE1CGS 2014 #####
#####

Type = 13
Grad = 180 # Nur Typ 11: Winkel zwischen EZNEC X-Achse und Gegenantenne (Uhrzeigersinn)

setwd("H:/DIVERSES/Amateurfunk/Antennen/VOACAP")
frequency = read.table("Elevation slices.txt", header = FALSE, dec=",", skip=6, nrows=1)
data = read.table("Elevation slices.txt", header = FALSE, dec=",", skip=10, fill=TRUE)
frequency = frequency[1,3]
TotdB = as.numeric(sub("",".",data$V4))

if (Type == 11) {
#### Type 11 File erzeugen
za = 183*(360-Grad)%360+3
ze = 183*(360-Grad)%360+93
db = TotdB[za:ze]
db=format(db,nsmall=2)
write("EZNEC: type 11 gain table versus Elevation Angle", file="EZNEC_11.ant")
write(" 3      3 parameters", file="EZNEC_11.ant", append = TRUE)
write(" 0.00 [ 1] Max Gain dBi..:", file="EZNEC_11.ant", append = TRUE)
write(" 11 [ 2] Antenna Type..: 91 values gain in elevation angle follows", file="EZNEC_11.ant", append = TRUE)
write(" 0.0 [ 3] Efficiency (for IONCAP)", file="EZNEC_11.ant", append = TRUE)
write(db, file="EZNEC_11.ant", ncolumns = 10, append = TRUE)
}

if (Type == 13) {
#### Type 13 File erzeugen
write("EZNEC: type 13 360 degree gain table", file="EZNEC_13.ant")
write(" 4      4 parameters", file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
write(" 0.00 [ 1] Max Gain dBi..:", file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
write(" 13 [ 2] Antenna Type..: 360 * 91 gain values follow", file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
write(" 0.0 [ 3] Efficiency (for IONCAP)", file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
write(paste(frequency, " [ 4] Frequency"), file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
for (Grad in 0:359){
za = 183*(360-Grad)%360 + 3
ze = 183*(360-Grad)%360 + 12
db = TotdB[za:ze]
db=formatC(db,digits=2,width=6,format="f",flag="#")
b=paste(" ",Grad)
if (Grad < 100) {
b=paste(" ",b)}
if (Grad < 10) {
b=paste(" ",b)}
b=paste(b," ",db[1],db[2],db[3],db[4],db[5],db[6],db[7],db[8],db[9],db[10])
write(b, file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
for (Zeile in 2:9){
za = 183*(360-Grad)%360 + (Zeile-1)*10 + 3
ze = 183*(360-Grad)%360 + (Zeile-1)*10 + 12
db = TotdB[za:ze]
db=formatC(db,digits=2,width=6,format="f",flag="#")
b=paste(" ",db[1],db[2],db[3],db[4],db[5],db[6],db[7],db[8],db[9],db[10])
write(b, file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
}
za = 183*(360-Grad)%360 + (10-1)*10 + 3
db = TotdB[za]
db=formatC(db,digits=2,width=6,format="f",flag="#")
b=paste(" ",db[1])
write(b, file="EZNEC_13.ant", append = TRUE)
}
}
}
```

¹ Siehe z.B. <http://www.antennex.com/shack/Aug07/type-13.pdf>

² <http://www.eznec.com/>

³ <http://www.oelcgs.at/code/Pattern.R>

⁴ „R“ kann unter dieser URL heruntergeladen werden: <http://cran.r-project.org/>

⁵ Zur Modellierung in EZNEC findet sich auch im WWW sehr viel Information. Einen guten Anfang stellt das Benutzerhandbuch von EZNEC dar, wovon auch eine deutsche Übersetzung, bereitgestellt von Eike Barthels, DE3ML existiert. Weitere gute Einstiege sind „How to Start Modeling Antennas using EZNEC“ von Greg Ord, W8WWV und eine große Menge von Beiträgen von L.B. Cebik, W4RNL SK wie z.B. „A Beginner’s Guide to Modeling with NEC“.