

OLGA - Optimierung Linearer Gruppenantennen

von Dr. Volker Grassmann, DF5AI, Hannoversche Str. 102, D-3400 Göttingen-Weende

1. EINLEITUNG

OLGA ist ein Public Domain Programm für Funkamateure. Es dient zur Planung von Gruppenantennen, bei denen mehrere einzelne Richtstrahler zusammengeschaltet werden. Ausgehend von dem Strahlungsdiagramm der jeweiligen Einzelantenne wird in Abhängigkeit vom Stockungsabstand und von der Anzahl der zu stockenden Antennen das Diagramm der Antennengruppe berechnet. Auf diese Weise kann der Anwender die geplante Antennenanlage unter verschiedenen Gesichtspunkten optimieren.

Die Berechnung von Antennendiagrammen gestaltet sich sehr schwierig, denn verschiedene physikalische und elektrische Bedingungen und Einflüsse gilt es zu berücksichtigen. Die notwendigen Messgrößen und Parameter stehen dem Benutzer einer kommerziell gefertigten oder selbstgebauten Antenne in den seltensten Fällen zur Verfügung. OLGA orientiert sich daher an idealisierten Voraussetzungen, der Anwender hat im wesentlichen nur das Strahlungsdiagramm der jeweiligen Einzelantenne bereitzustellen (für die Antennenebene, in der die Stockung vorgenommen werden soll). Die von OLGA gefundenen Lösungen stellen daher nur eine erste Näherung an die tatsächlichen Begebenheiten dar. Dennoch eröffnen sich dem Anwender interessante Untersuchungen, die für die Planung einer Antennenanlage wertvoll sein sollten.

OLGA berechnet die Antennendiagramme unter folgenden Voraussetzungen: - die zu stockenden Einzelantennen sind in ihren elektrischen Eigenschaften identisch, - die Einzelantennen sind äquidistant angeordnet, d.h. gleiche Abstände zwischen den Antennen, - die Antennen sind auf einer Linie angeordnet, die senkrecht zur Hauptstrahlrichtung orientiert ist (Querstrahler), - es existieren keine Kopplungen oder Rückwirkungen zwischen den Antennen, - die Antennen werden gleichphasig und mit gleicher Amplitude gespeist.

2. ZUM PRINZIP DER BERECHNUNG

Das Prinzip der Berechnung ist relativ übersichtlich und einfach zu verstehen. Als Anwendungsbeispiel sei die Zusammenschaltung zweier Yagi-Antennen angenommen. Das Strahlungsdiagramm der Yagi-Antenne sei bekannt (OLGA wird stets das Diagramm der elektrischen Feldstärke betrachten). Ein vollständiges Antennendiagramm gibt die räumliche Abstrahlcharakteristik der jeweiligen Antenne an. Zugänglich sind i.a. nur die E- und H- Diagramme, die senkrechte Schnittebenen durch das dreidimensionale Gesamtdiagramm darstellen. In dem Beispiel sei angenommen, dass beide Antennen horizontal nebeneinander angebracht werden, so dass das E-Diagramm heranzuziehen ist. Das Gesamtdiagramm errechnet sich, indem zu jedem Winkel der Feldstärkewert aus dem E-Diagramm (in diesem Beispiel) mit dem jeweiligen Gruppenfaktor multipliziert wird. Der Gruppenfaktor ist das Antennendiagramm einer fiktiven Antennengruppe, die an den Positionen der realen Yagi-Antennen Isotropstrahler annimmt. OLGA kann Ihnen den Gruppenfaktor auch zur Anzeige bringen. Wählen Sie die Anzahl der Antennen zu '2' (Menue PARAMETER, Titel ANZAHL) und beobachten Sie den Gruppenfaktor (unter dem Menue GRAPHIK) für verschiedene Antennenabstände (Menue PARAMETER, Titel ABSTAND)! Falls Sie den Abstand gerade so wählen, dass sich die halbe Wellenlänge ergibt, dann erzeugen Sie z.B. das Strahlungsdiagramm eines Dipols ("Zweipols"). Anm.: die Berechnungen werden erst eingeleitet, wenn Sie unter dem Menue START/ENDE die Funktion BERECHNUNG aufrufen.

Da das Einzeldiagramm der jeweiligen Antennen mit dem Diagramm einer Punktstrahlergruppe multipliziert wird, ergibt sich sogleich ein wichtiges Ergebnis: bei den Winkelwerten, bei denen die Einzelantenne eine Nullstelle aufweist, wird auch die Gruppenantenne eine Nullstelle hervorbringen. Zusätzlich wird aber auch der Gruppenfaktor weitere Nullstellen einbringen, auch diese werden im Gesamtdiagramm wiedergefunden. D.h. das Diagramm einer Gruppenantenne wird i.a. mehr Nullstellen aufweisen als das der Einzelantenne - und damit auch mehr Nebenkeulen! Während die Nullstellen der Einzelantenne fest vorgegeben sind, variieren die Nullstellen des Gruppenfaktors mit veränderten Abstand. Falls Sie den Abstand der Antennen immer weiter vergrößern, werden die Nullstel-

len des Gruppenfaktors schliesslich in den Bereich der Einzelantennen-Hauptkeule wandern. Die Folge ist, dass die Hauptkeule der Einzelantenne zerschnitten wird: im Gesamtdiagramm erhält man links und rechts von der Hauptstrahlrichtung unerwünscht starke Nebenkeulen über die Sendeenergie in ungewollte Richtungen verloren geht. Man würde also versuchen, den Stockungsabstand so zu wählen, dass eine schmale Hauptkeule mit ausreichend abgesenkten Nebenkeulen entsteht. Für diese Untersuchung steht Ihnen OLGA zur Verfügung.

3. DIE KENNGRÖSSEN

Die Antennendiagramme werden stets als Winkelverteilung der normierten elektrischen Feldstärke behandelt und in linearer Darstellung ausgegeben. Die in den Diagrammen eingetragenen dB-Werte beziehen sich hingegen auf das Leistungsdiagramm (Quadrat der Feldstärke). Daher liegt das "-3dB"-Niveau nicht bei 0.5 (halbe Feldstärke), sondern bei $1/\sqrt{2}$ (halbe Leistung).

Als Öffnungswinkel werden die Lagen der "-3dB"-Punkte bezüglich der Hauptstrahlrichtung bezeichnet.

Als Nebenkeulenunterdrückung wird die Absenkung des grössten Nebenmaximums bezüglich der Hauptkeule bezeichnet. Dieser Wert gibt also immer die schlechteste Nebenkeule an.

Die P(rozent)-Werte geben an, welchen Anteil ein bestimmter Winkelbereich an der gesamten abgestrahlten Leistung besitzt. So bezeichnet der P(3dB)-Wert, wieviel Prozent der Leistung innerhalb des 3dB-Öffnungswinkels abgestrahlt werden. Beachten Sie, dass sich der Öffnungswinkel mit dem Antennenabstand ändert, d.h. dass die P(3dB)-Grösse nicht einen konstanten Öffnungswinkel zum Bezug nimmt.

Daher steht eine zweite P-Grösse zur Verfügung, bei der Sie einen interessierenden Winkelbereich vorgeben können. Diesen sollten Sie nicht zu gross wählen, damit der spezifizierte Winkelsektor innerhalb der Hauptkeule bleibt und nicht Strahlungsanteile der Nebenkeule erfasst. Diese Grösse gibt also an, wieviel Leistung innerhalb eines Winkels von X Grad abgestrahlt wird.

Die Gewinnangaben beziehen sich stets auf einen Isotropstrahler. Die ausgegebenen Werte sind Schätzwerte, die zwar auf Grund bestimmter Überlegungen und Gesetzmässigkeiten berechnet werden, dennoch aber nur eine begrenzte Bedeutung haben. Für die Berechnung des Antennengewinns (zumindest für die Direktivität) müsste das vollständige räumliche (!) Antennendiagramm zur Verfügung stehen. Hingegen sind die Betrachtungen hier nur auf eine Ebene beschränkt, daher ist eine zuverlässige Ermittlung des Antennengewinns nicht möglich. Es wird allerdings angenommen, dass das E-Diagramm der Einzelantenne identisch zum H-Diagramm ist, so dass immerhin noch die Information einer weiteren Ebene berücksichtigt werden kann. Der Gewinn wird z.Z. angenähert durch folgende Schätzformel (siehe Literaturhinweis):

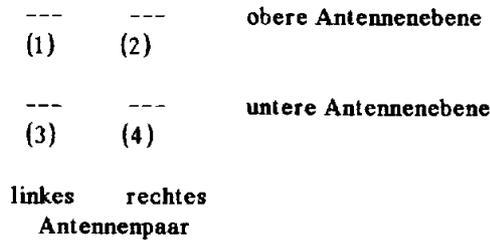
$$G = \frac{41253}{\text{Phi} * \text{Theta}}$$

wobei Phi und Theta für die Öffnungswinkel einer idealisierten Antenne stehen. Die beiden Winkel werden im Programm durch eine numerische Integration der Diagramme gewonnen. Phi ist das Integral des Leistungsdiagramms der Einzelantenne, Theta der Integralwert für das Gesamtdiagramm. Integriert werden die Feldstärkequadrate von 0 bis $2 * \text{Pi}$. Die Graphik wird mit einem Fragezeichen versehen, sollte die Nebenkeulenunterdrückung grösser -13dB werden. Nochmals: die von OLGA angegebene Gewinnwerte sind erste Schätzungen und von geringer Qualität!

4. WEITERE HINWEISE ZUM GEBRAUCH

Bis jetzt wurde nur die Berechnung relativ einfacher Antennenstrukturen betrachtet. Es besteht jedoch die Möglichkeit, kompliziertere Antennenverteilungen zu berücksichtigen. Nehmen wir an, Sie planen eine 2*2 Antennengruppe, d.h. jeweils zwei Antennen in der horizontalen und zwei in der verti-

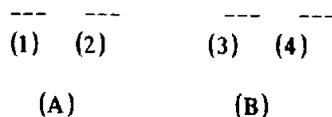
kalen Ebene:



Zunächst werden nur zwei Antennen behandelt, z.B. die obere Antennenebene (Antennen 1 und 2) oder z.B. das linke Antennenpaar (Antenne 3 und 4). Optimieren Sie die jeweilige Anordnung und speichern Sie diese "neue" Antenne ab. Diese Zweier-Konfiguration kann nun für die nächste Berechnung als "Einzelantenne" aufgefasst werden. Falls Sie zu Beginn die obere Antennenebene untersuchten, die Antennen 1 und 2 also zu einer Antenne zusammenfassten, so können Sie nun die untere Ebene, bestehend aus den Antennen 3 und 4, als zweite Einzelantenne betrachten und diese beiden Konstruktionen vertikal stocken. Bitte beachten Sie für dies Beispiel: die Antennen 1 und 2 wurden horizontal gestockt, die neuen "Einzelantennen" aber vertikal. Hier sollte also sowohl das E- als auch das H-Diagramm der realen Einzelantenne Berücksichtigung finden.

Auf diese Weise können relativ komplizierte Anordnungen analysiert werden. Z.B. ist es denkbar, eine Antennenzeile zu konstruieren, bei der vier Antennen nebeneinander angebracht sind, die äusseren beiden aber andere Stockungsabstände aufweisen als die inneren beiden Antennen.

Falls Sie derartige Untersuchungen von "synthetischen Einzelantennen" vornehmen, sollten Sie den berechneten Antennengewinn ignorieren. Es wurde ja im 3.Kapitel ausgeführt, dass die Gewinnberechnung gleiche Öffnungswinkel in den beiden senkrechten Antennenebenen voraussetzt. Diese Bedingung ist bei der Synthese nicht mehr erfüllt. Im obigen Beispiel hätte die Konstruktion der Antennen 1 und 2 einen kleinen horizontalen Öffnungswinkel, während in der vertikalen der vergleichsweise grosse Öffnungswinkel der realen Einzelantenne beibehalten bleibt. Noch ein Hinweis: die Stockungsabstände der synthetisierten Antennen sind u.U. nicht mehr die geometrischen Abstände benachbarter Antennen. Beispiel: vier Antennen werden zusammengeschaltet, die äusseren beiden werden jeweils als Einzelantenne aufgefasst. In der unten stehenden Abbildung setzt sich die Antenne A aus den realen Einzelantennen 1 und 2 zusammen, die rechte Antenne aus den Einzelelementen 3 und 4. Bei der horizontalen Zusammenschaltung ist nun die Strecke s als Abstand anzugeben (also nicht der Abstand der Antennen 2 und 3).



5. VOLLSTÄNDIGE ÜBERSICHT UEBER DIE FUNKTIONEN

DATEI

LADEN: mit dieser Funktion wird eine Antennendatei mit den Diagrammwerten in den Rechner geladen.

SPEICHERN: die momentan dargestellte Gruppenantenne wird als neue Datei einer Einzelantenne abgespeichert.

ÜBERNEHMEN: falls durch SPEICHERN eine neue Einzelantenne angefertigt wurde, kann diese nun auch als Einzelantenne im Programm berücksichtigt werden. Die Funktion ÜBERNEHMEN ist äquivalent zum EinLADEN der synthetisierten Einzelantenne.

PARAMETER

WELLENL./FREQ.: die mit OLGA durchzuführenden Untersuchungen könnten im Prinzip unabhängig von der jeweiligen Wellenlänge oder Frequenz vorgenommen werden. Antennenabstände müssten dann nicht in Meter sondern in Wellenlängen angegeben werden. Davon wurde aus praktischen Gesichtspunkten Abstand genommen. Daher ist die Wellenlängen-Angabe vom Benutzer einzugeben.

ANZAHL [N]: Anzahl der zu stockenden Einzelantennen. An Stelle der Mausbedienung (über das Pull-down-Menue) kann auch der Buchstabe 'N' auf der Tastatur gedrückt werden.

ABSTAND [A]: zur Eingabe des Stockungsabstandes in Meter. Diese Funktion ist nur für die Darstellung des Gruppenfaktors und des Gesamtdiagramms vorgesehen, vergleiche mit dem Menue GRAPHIK.

ABSTRAHLWINKEL [W]: zur Festlegung eines Winkelsektors für die P(X Grad)-Grösse. Diese Kennzahl zeigt an, wieviel Leistung in einem bestimmten Winkelbereich (um die Hauptkeule) abgestrahlt wird. Falls der Wert zu gross gewählt wird, so dass Anteile der Nebenkeule einfließen (d.h. wenn im angegebenen Winkelbereich eine Nullstelle des Diagramms auftritt), wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

STOCKUNG VON/BIS [S]: nur für die Funktion OPT.ABSTAND im GRAPHIK-Menue. Hier wird ein Intervall für den Stockungsabstand vorgegeben, siehe unten bei OPT.ABSTAND.

GRAPHIK

EINZELANTENNE [E]: die nächste Bedienung der Funktion BERECHNUNG (Menue START/ENDE) stellt die momentan im Speicher befindliche Einzelantenne dar.

GRUPPENFAKTOR [F]: die nächste Bedienung der Funktion BERECHNUNG (Menue START/ENDE) zeichnet das Gruppendiagramm (Feldstärke-Diagramm der Punktstrahler). Die Anzahl der Strahler und die Abstände werden im Menue PARAMETER angegeben.

GESAMTDIAGRAMM [G]: die nächste Bedienung der Funktion BERECHNUNG (Menue START/ENDE) berechnet das Gesamtdiagramm der Antennengruppe (Produkt aus den Darstellungen bei EINZELANTENNE und GRUPPENFAKTOR). Die Anzahl der Einzelantennen und deren Abstände wird im Menue PARAMETER eingegeben.

OPT.ABSTAND [O]: die nächste Bedienung der Funktion BERECHNUNG (Menue START/ENDE) untersucht den geschätzten Gewinn, den Öffnungswinkel (3dB-Punkte), die Nebenkeulenunterdrückung und die prozentualen Abstrahlungen als Funktion des Stockungsabstandes. Das Stockungsintervall wird im Menue PARAMETER angegeben.

OPTIONEN

POLARKOORD. [P] und KART.KOORD. [K]: Wahl der Koordinatensysteme, in denen die Antennendiagramme dargestellt werden sollen.

ANALYSIEREN [U]: bei aktivierter Funktion (Markierung durch ein Häkchen) werden bestimmte Kenngrößen aus den Antennendiagrammen errechnet. Im abgeschalteten Zustand werden die Diagramme nur gezeichnet, nicht aber einer weiteren Analyse unterworfen.

LOESCHEN [L]: Bei eingeschalteter Funktion wird vor einer Berechnung der Bildschirm gelöscht. Falls für bestimmte Untersuchungen überlagerte Diagramme gezeichnet werden sollen, ist diese Funktion abzuschalten.

START/ENDE

BERECHNUNG [X]: die oben gelisteten Funktionen leiten noch keine Berechnungen ein. Dazu ist diese

Funktion aufzurufen (wahlweise den Buchstaben X -eXecute- auf der Tastatur drücken).

PROG.BEENDEN: Rückkehr ins Desktop.

6. ERSTELLEN EINER ANTENNENDATEI

Die Eintragungen einer Antennendatei bestehen aus folgenden Angaben:

1.Zeile: eine Kurzbeschreibung des Antennentyps (in Anführungszeichen, max.25 Buchstaben) 2.Zeile: Frequenzangabe (in MHz) und der von Ihnen vermutete Gewinn in dBiso. Letztere Angabe hat keinen Einfluss auf die Berechnungen, soll Ihnen aber auf den Graphiken zur Verfügung stehen
weitere Zeilen: Winkelwert, elektrische Feldstärke

Sie sollten bestrebt sein, möglichst viele Stützstellen für das Antennendiagramm anzugeben. Insbesondere sollte die Hauptkeule genügend Datenpunkte aufweisen, ferner sollten alle Nullstellen des Antennendiagramms enthalten sein. Falls ein symmetrisches Antennendiagramm vorliegt, genügt die Spezifizierung einer Hälfte.

Winkelangaben: falls Sie das Diagramm vollständig angeben können, beginnen Sie bei -180 Grad und enden Sie bei +180 Grad. Bei halben Diagrammen können Sie wählen: von -180 Grad bis 0 Grad oder von 0 Grad bis +180 Grad. Wichtig: die jeweiligen 180-Grad- Werte müssen unbedingt vorhanden sein, ebenso der 0 Grad-Wert. Feldstärke : Geben Sie die Werte im linearen Mass an (keine dB- Werte!). Das absolute Strahlungsmaximum muss sich bei 0 Grad befinden. Die Werte müssen jedoch nicht normiert sein (der Wert "1" bei 0 Grad), das Programm nimmt die Normierung selbstständig vor, geben Sie also z.B. cm-Werte einer Abbildung ein.

Eine Antennendatei können Sie mit einem Texteditor anfertigen oder auch programmgesteuert anfertigen. Folgendes Listing bietet eine Lösung für GfA-BASIC:

```
filename$="Parabeam.ant"
antennentitel$="Parabeam XYZ"
freq=144.3
gewinn=13
datenpaare%=88
```

```
OPEN "o",#1,filename$
WRITE #1,antennentitel$
WRITE #1,freq,gewinn
FOR i%=1 TO datenpaare%
READ winkel,feld
WRITE #1,winkel,feld
NEXT i%
CLOSE #1
DATA -180,0.23
DATA -178,0.183
usw.
```

Am besten Sie schauen in eine bereits vorhandene Datei (im Desktop Datei mit Doppelklick wählen und 'Anzeigen' aufrufen). Vergessen Sie nicht, Ihre neu geschaffenen Daten in den OLGA.ANT Ordner zu transferieren. Bei der Weitergabe des Programms müssen Sie die von Ihnen erstellten Dateien selbstverständlich nicht löschen (Veränderungen an den Public Domain Programmen sind i.a. nicht gestattet) - die nachfolgenden Anwender werden es Ihnen danken.

7. LITERATUR

ANTENNEN I,II,III (Adolf Heilmann), BI Hochschultaschenbücher,

Band 140, 534, 540, Mannheim 1970

Eine Programmkopie kann bei DUBUS angefordert werden gegen: Einsendung einer 3.5" zweiseitig formatierten Diskette für ATARI ST und Rückumschlag mit ausreichendem Porto.

