

Aufbau einer Breitband-Grossantenne.
=====

H. Kaufmann, Berlin

I. Aufgabe.

Die gestellte Aufgabe bestand in der Umstellung einer schon teilweise fertigen Schmalband-Antennen-Anlage auf Breitbandbetrieb. Für diese Antennenanlage waren dabei folgende Forderungen zu erfüllen :

1. Die Antenne musste auf die vorhandene Tragkonstruktion von 4m Breite und 12m Höhe passen.
2. Die Seitenpeilung war nach dem AN-Verfahren zu verschärfen.
3. Die Höhenpeilung war als Maximumpeilung durch Schwenken der Charakteristik durchzuführen.
4. Als relative Bandbreite war $\pm 14 \%$ gefordert.
5. Die mittlere Wellenlänge lag im unteren Meterwellenbereich.
6. Die Antenne sollte horizontal polarisiert sein.

II. Gesamtaufbau.

Mit dieser Aufgabenstellung war die Antenne in wesentlichen Teilen festgelegt.

Um eine einfache und schnelle Fertigung und hauptsächlich eine schnelle Montage sicherzustellen, wurde für die Gesamtverschaltung der Dipole eine solche mit Kabeln gewählt. Welchen Gewinn diese Verschaltung bietet, erkennt man am besten aus der Angabe, dass in einer Antenne etwa 800 m Kabel hängen, woraus man ermisst, welchen Aufwand es bedeuten würde, wenn man dies mit Rohrleitungen oder Doppelleitungen durchführen wollte. Für die Art der Verschaltung ist das Prinzip verwendet worden, die Längen aller Verbindungsleitungen von jedem Strahler bis zum Speisepunkt genau gleich zu machen, so dass unabhängig von der Wellenlänge stets gleichphasige Erregung aller Einzel-

strahler gewährleistet ist. Im einzelnen sind erst einmal je 4 Dipole durch Doppelleitungen zu einer Vierergruppe zusammengefasst, was sich praktisch bequem so ausführen lässt, dass der mittlere Eingangswiderstand dieser Vierergruppe etwa 70 Ohm beträgt; über eine Symmetrierschleife wird dann an jede Vierergruppe das 70 Ohm-Kabel als Speisekabel angeschlossen. Die sich aus den oben aufgestellten Forderungen und der beschriebenen Verschaltungsart ergebende grundsätzliche Anordnung zeigt Bild 1.

Gesamtanordnung einer Antenne mit elektrischer Höhengschwenkung und AN-Peilschalter

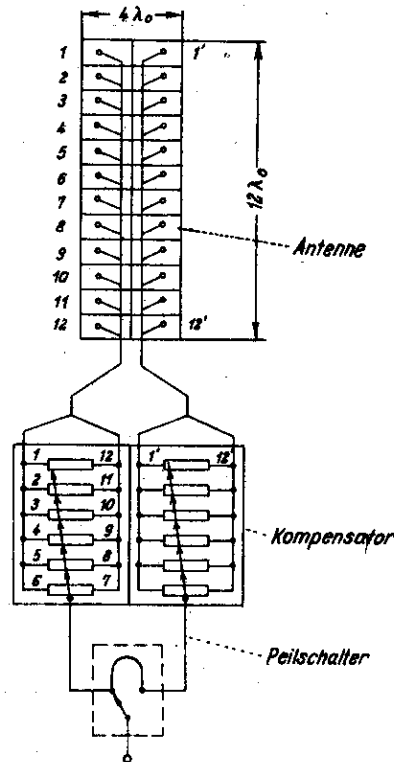


Abb. 1 Gesamtanordnung einer Antenne mit elektrischer Höhengschwenkung und AN-Peilschalter.

Hierin sind die wesentlichen Einzelteile :

1. Vierergruppe mit Symmetrierschleife
2. Kompensator (mit Breitband-Uebertrager $\frac{70}{12}$ Ohm/70 Ohm) zur elektrischen Schwenkung der Vertikalcharakteristik
3. Peilschalter mit Breitband-Uebertrager 35 Ohm/70 Ohm zur Erhöhung der Peilschärfe bei der Seitenpeilung.

III. Breitband-Vierergruppe.

Die ersten Versuche für diese Vierergruppe, die eigentliche Breitband-Antenne, wurden mit einer Anordnung¹⁾ unternommen, bei der die Blindkomponenten jeden Dipols durch Kompensationsleitungen im Innern herabgesetzt werden. Da diese Versuche aber zeigten, dass Fertigung und Abgleich der erforderlichen Dipole nicht ganz einfach sind, so wurde diese Anordnung zugunsten einer zweiten verlassen, die bei einfachstem Aufbau Ergebnisse zeitigte, wie sie bei der ersten Anordnung zwar erwartet, auf Anhieb aber nicht erreicht werden konnten.

Der benützte Dipol war ein um 33 % verkürzter λ -Dipol mit einem Schlankheitsgrad $l_A/d = 8,8$ (Eingangswiderstand in der Bandmitte etwa 310 Ohm). Die Zusammenschaltung zur Vierergruppe zeigt Bild 2.

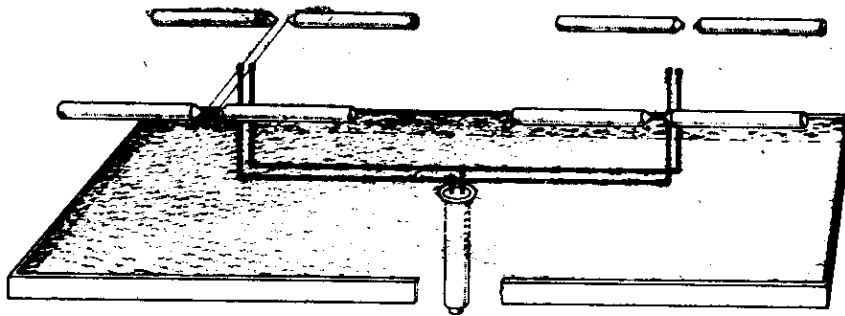


Abb.2 Vierergruppe

1) Diese Kompensationsanordnung wurde uns von Herrn Prof. Zinke empfohlen, der uns auch bei ihrer Dimensionierung mit freundlichem Rat unterstützte.

Hierbei ist die Wahl der Wellenwiderstände der Verbindungsleitungen so getroffen, dass möglichst fortgesetzte Anpassung erreicht wird, d.h. also die der Symmetrierschleife zunächst liegende Leitung hatte ein $Z = 140$ Ohm, die auf die zweite Verzweigung folgende hatte 295 Ohm an Stelle 280 Ohm, da die Dipole festlagen und diese letzte Leitung für die genaue Anpassung des Dipoleingangswiderstandes verwendet werden muss. - Soweit zeigt die Anordnung nichts besonders bemerkenswertes. Wichtig ist aber nun der Reflektorabstand, und zwar erwies es sich als beträchtlich günstiger, ihn nicht, wie üblich, gleich einer Viertelwelle zu machen, sondern etwas grösser zu wählen. Es wurde bei unseren Versuchen schliesslich auf $0,29 \lambda_0$ eingestellt.

Die Symmetrierschleife bietet nichts neues, doch ist hierbei zu bemerken, dass die symmetrische Leitung sehr sorgfältig als 70 Ohm-Leitung ausgeführt sein muss, was aber durch Einpacken in Calit auch konstruktiv einwandfrei zu lösen ist. Die bei Verstimmung gegenüber der Bandmitte auftretenden Blindkomponenten der Symmetrierschleife sind bei kleinen Verstimmungen unbedeutend, bei grösseren Verstimmungen aber wirken sie den von der Vierergruppe allein herrührenden Blindkomponenten entgegen, so dass hierdurch die Anpassung an den Bandkanten verbessert wird. Bei den zahlreichen Welligkeitsmessungen an dieser Gruppe zeigte sich, dass man sehr viel Wert auf eine sichere Abstandshalterung der Leitungen und auf eine gute Ausbildung des Dipolkopfes legen muss. Hierbei werden die aus Hartgewebe bestehenden Abstandshalter dazu benützt, um durch passende Wahl ihrer Breite und damit der in der Leitung konzentriert liegenden Kapazität die "Welligkeitskurve" noch weitgehend "auszubügeln". Die Messungen wurden meist an einem 25 m langen Kabel ausgeführt, wie es zur Anschaltung jeder Vierergruppe an das entsprechende Kompensatorende (vgl. Bild 1) dient.

Das Ergebnis lässt sich dahin zusammenfassen, dass es mit der geschilderten Anordnung möglich ist, ein Band von $\pm 22,5 \%$ mit einem Wellenverhältnis $m = 1,20$ zu bewältigen. Ergänzend sei noch gesagt, dass sich für das oben geforderte Band ein Wellenverhältnis $m = 1,12$ erzielen liess (Bild 3).

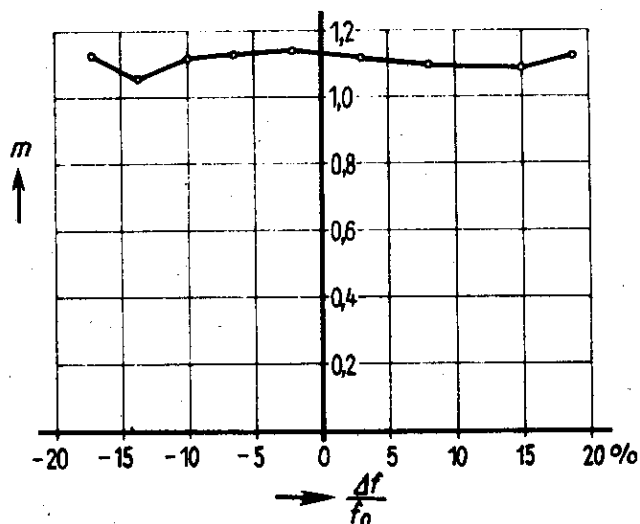


Abb.3 Wellenverhältnis der Vierergruppe gemessen an 25 m langem Kabel.

Ueber die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Vierergruppen in der Gesamtantenne sind die Untersuchungen noch im Gange, doch lässt sich schon sagen, dass zumindest bei gleichphasiger Erregung benachbarter Vierergruppen die Strahlungskopplung stets eine Herabsetzung des Wellenverhältnisses der Gesamtantenne gegenüber der einzelnen Vierergruppe bewirkt.

Auf diese Weise erhält man also eine Antenne, die so einfach aufgebaut ist, dass sie auch von einer Grossfertigung leicht aufgenommen werden kann, wenn die festgelegten Toleranzen eingehalten werden, die durch den Versuch ermittelt wurden. Dabei besitzt der Aufbau noch den grossen Vorteil, dass alle Teile so beschaffen sind, dass man durch lineare Vergrösserung oder Verkleinerung leicht zu anderen Wellenbereichen übergehen kann, wenn ein Bereich erst einmal durchentwickelt ist.

Dennoch soll hier nicht verfehlt werden, vor übertriebenen Hoffnungen hinsichtlich der Welligkeit zu warnen. Wenn auch anzustreben ist, die Antenne möglichst gut zu machen, darf man sich doch für die Geräteseite nicht darauf verlassen,

eine gute Antenne, sagen wir mit 10 % Welligkeit, vorzufinden. Es können leicht Bedingungen eintreten, wie Verschmutzungen, Rauhreif oder Vereisung, die ohne weiteres ein Ansteigen um 20 % oder gar mehr in der Welligkeit bewirken können.

IV. Angaben über Einzelteile.

1. Kabel.

Die verwendeten Kabel wurden einschliesslich Steckern angeliefert und waren auf gleiche elektrische Länge mit $\pm 2,5$ cm Genauigkeit abgeglichen. Die Welligkeit eines solchen etwa 25 m langen Kabels, das mit einem 70 Ohm-Widerstand abgeschlossen war, lag im ganzen Bandbereich unter 4 %. Dabei ist zu bedenken, dass die Genauigkeit der Meßgeräte etwa ebenso gross ist. Auch eine Prüfung der Stecker wurde vorgenommen, indem kurze, unter sich gleich lange, mit Steckern versehene Kabelstücke zusammengeschaltet wurden und in der Resonanzwellenlänge (d.h., wo alle in den Steckern auftretenden Fehler sich gerade addieren können) gemessen. Es ergab sich für 12 Steckerpaare ein Fehler = 10 %.

2. Breitband-Uebertrager 35 Ohm/70 Ohm.

Der Breitband-Uebertrager 35 Ohm/70 Ohm wurde als $\lambda_0/4$ -Leitung mit einer zur Kompensation der bei Verstimmung auftretenden Blindkomponenten dienenden Saugleitung gebaut. Die Messung der Welligkeit ergab auf Anhieb eine Kurve, die Bild 4 zeigt. Dabei wurde als Abschluss ein T-Stück verwendet, das durch 70 Ohm-Widerstände abgeschlossen war. Derartige T-Stücke werden an Stelle des Peilschalters eingebaut, um für Meßzwecke die Gesamtantenne ohne Schielen strahlen zu lassen.

3. Peilschalter.

Dieser Peilschalter besteht aus einem T-Stück, an das mittels Steckverbindung zwei 70 Ohm-Kabel und der Breitbandübertrager, der von 35 auf 70 Ohm transformiert, angeschlossen werden. Eine 70 Ohm-Umwegleitung verbindet die beiden

70 Ohm-Enden, an die abwechselnd das 35 Ohm-Ende durch einen Relais-Antrieb gelegt wird. Diese Anordnung konnte auf eine Welligkeit unter 5 % gebracht werden, gemessen in Verbindung mit dem erwähnten 35 Ohm/70 Ohm-Uebertrager.

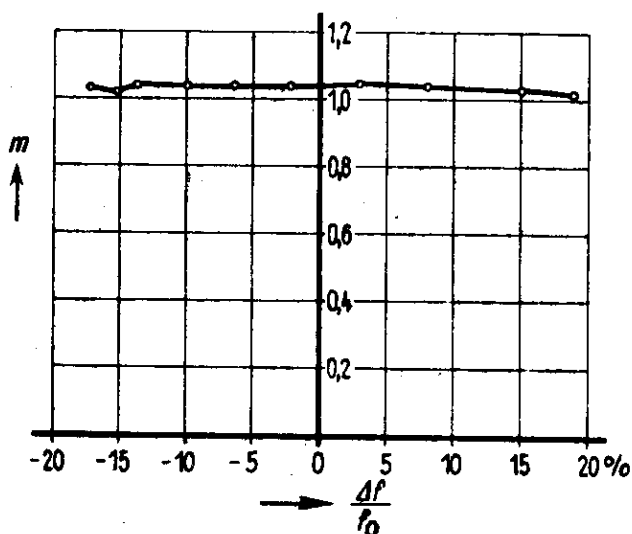


Abb.4 Wellenverhältnis des Uebertragers 35/70.

Zusammenfassung.

Wenn einmal die bisherigen Erfahrungen und Ergebnisse beim Bau dieser Antenne zusammengefasst werden dürfen, so scheint es wesentlich, schon bei der Planung grösste Rücksicht auf Fertigung und Montage zu nehmen. Wege, die theoretisch die besten sind, kommen mitunter bei grossen Stückzahlen und nur durchschnittlich geschulten Aufbautrupps gar nicht in Frage. Bei der geschilderten Anlage handelt es sich, woran man sich als Fernmeldetechniker nicht so leicht gewöhnen kann, eigentlich bezüglich der Montage um eine grobe Schlosserarbeit, und das Ziel war, eine solche Anlage möglichst ohne Hilfsstellung durch Ingenieure aufzustellen. Hierzu aber sind Konstruktionen nötig, bei denen kritische Toleranzen schon durch die Fertigung

auch bei grossen Stückzahlen gesichert sind und keines Abgleichs beim Aufbau bedürfen. Wenn schliesslich berücksichtigt wird, dass ein grosser Teil der Anlagen an der Küste stehen wird, so dass besonders harte Wetterbedingungen zu erwarten sind, und Korrosionssicherheit und Schüttelfestigkeit hier wesentliche Konstruktionsforderungen darstellen, so sieht man, dass aus diesen Rücksichten auf Fertigung und Montage sich zwangsläufig für die Entwicklung und Konstruktion die Forderung nach möglichst grosser Einfachheit für alle dem Wetter ausgesetzten Teile ergab.