

Sinngemäß ist für Z_2 der Wellenwiderstand aus d_2 und D festzustellen.

Als Zusammenfassung für die Bestimmung des Multiplikationsfaktors k ist auch die Gleichung

$$k = \left(\frac{\lg \frac{4D^2}{d_1 \cdot d_2}}{\lg \frac{2D}{d_2}} \right)^2 \quad (4.5.)$$

üblich.

Auch beim Doppelschleifendipol wird eine Widerstandstransformation erzielt, wenn sich der Durchmesser d_1 des unterbrochenen Dipols von d_2 der beiden parallelen Halbwellenstücke unterscheidet. Die Zusammenhänge veranschaulichen die Kurven in Bild 4.5.

In Anlehnung an Gl. (4.3.) und Gl. (4.5.) ergeben sich in diesem Fall die rechnerischen Beziehungen aus

$$k = 1 + \left(\frac{2Z_1}{Z_2} \right)^2 \quad (4.6.)$$

und

$$k = \left(\frac{\lg \frac{4D^3}{d_1^2 \cdot d_2}}{\lg \frac{D}{d_2}} \right)^2 \quad (4.7.)$$

Bei allen Schleifendipolen können die nicht unterbrochenen Halbwellenstücke in ihrer geometrischen Mitte geerdet bzw. direkt mit dem metallischen Antennenträger verbunden werden.

4.2. Ganzwellendipole

Einen Dipol, dessen Gesamtlänge elektrisch 1λ beträgt, nennt man *Ganzwellendipol* (Bild 4.6.).

Beide Halbwellenstücke werden gleichphasig im Spannungsbauch erregt. Hohe Spannung bei niedrigem Strom ergibt bekanntlich einen hohen Widerstand, folglich ist die Impedanz im Speisepunkt des Ganzwellendipols verhältnismäßig hoch.

Da die Speisung des Ganzwellendipols in einem Spannungsmaximum erfolgt, spricht man auch von einem spannungsgespeisten Dipol. Der Fußpunktwiderstand R_0 und die Bandbreite sind mehr als beim Halbwellendipol vom Verhältnis λ/d abhängig. Dabei ist die Bandbreite stets größer als die eines $\lambda/2$ -Dipols gleichen Schlankheitsgrades. Die Kurven in Bild 4.7. zeigen den zu erwartenden Fußpunktwiderstand R_0 und den Verkürzungsfaktor V bei Ganzwellendipolen in Abhängigkeit von deren Schlankheitsgrad λ/d .

Der Abstand der beiden Dipolhälften im Speisepunkt XX hat ebenfalls geringfügigen Einfluß auf den Fußpunktwiderstand R_0 . Die Bild 4.7. entnehmbaren Werte für R_0 sind um so genauer, je besser der Abstand XX dem Strahlerdurchmesser d entspricht.

Auch der Verkürzungsfaktor V des Ganzwellendipols unterscheidet sich von dem eines Halbwellendipols gleichen Schlankheitsgrades; der Ganzwellendipol muß stärker verkürzt werden, um in Resonanz zu kommen.

Beispiel

Ein Ganzwellendipol für $f = 150$ MHz entsprechend $\lambda = 200$ cm soll aus 2 cm dickem Rohr gebaut werden. Das Verhältnis λ/d ist demnach $200:2 = 100$. Für einen Schlankheitsgrad von 100 kann aus Bild 4.7. ein Fußpunktwiderstand R_0 von etwa 1100Ω abgelesen werden. Der Verkürzungsfaktor V beträgt bei diesem Schlankheitsgrad 0,87.

Der Ganzwellendipol darf nicht mit dem

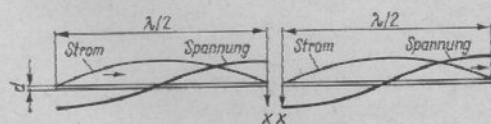


Bild 4.6. Der Ganzwellendipol

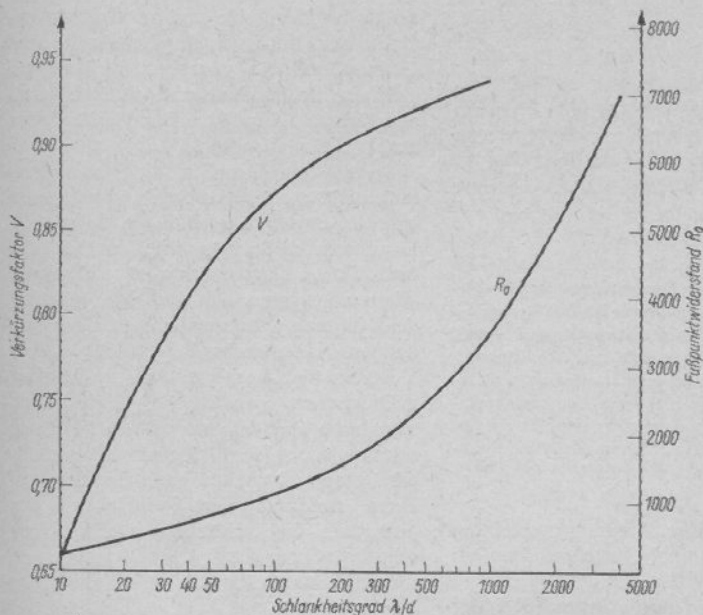


Bild 4.7. Fußpunktwiderstand R_0 und Verkürzungsfaktor V beim Ganzwellendipol in Abhängigkeit vom Wellenlängen/Durchmesser-Verhältnis λ/d (Näherungswerte)

Ganzwellenstrahler verwechselt werden. Beim in der geometrischen Mitte unterbrochenen und dort gespeisten Ganzwellendipol werden beide Halbwellenzweige zwangsläufig *gleichphasig* erregt. Daraus ergibt sich ein Strahlungsdiagramm in der E -Ebene nach Bild 4.8. a. Es ähnelt dem des Halbwellendipols, die beiden Strahlungskeulen sind aber etwas schmaler (Öffnungswinkel rund 65°). Bei einer *nicht unterbrochenen* Ganzwellenantenne dagegen speist man an einem Leiterende ein (sogenannte Zeppelin-Antenne, s. Abschnitt 10.2.1.). In diesem Fall ändert sich die Stromrichtung in der Mitte des Ganzwellenleiters (Bild 4.8. b), und die beiden Halbwellenabschnitte werden *gegenphasig* erregt. Dadurch ist das Richtdiagramm in der E -Ebene nach Bild 4.8. b in 4 Hauptstrahlrichtungen aufgeblättert, wobei die Maxima der Strahlungskeulen jeweils in

Winkeln von 54° zur Strahlerlängsachse auftreten. Während beim Ganzwellendipol mit einem Gewinn von etwa 1,8 dB – bezogen auf einen Halbwellendipol – gerechnet wird, beträgt dieser beim endgespeisten Ganzwellenstrahler nur etwa 1,2 dB.

Einem Halbwellendipol werden die Eigenschaften eines Serienresonanzkreises zugeordnet, dagegen verhält sich der Ganzwellendipol im Resonanzfall und bei Veränderung der Frequenz wie ein Parallelresonanzkreis.

Auf Grund der relativ großen Bandbreite setzt man Ganzwellendipole bevorzugt in Breitbandantennensystemen ein. Dabei könnte der Dipol in den beiden Spannungsminima befestigt und geerdet werden (s. Spannungsverteilung Bild 4.6.). Man verzichtet aber oft auf die Erdung an den Befestigungspunkten und hält den Ganzwellendipol isoliert, um Verluste, die durch

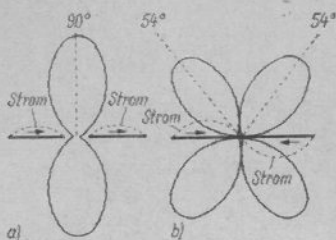


Bild 4.8. Richtdiagramm der E-Ebene und Stromverteilung bei Ganzwellenstrahlern; a - Ganzwellendipol, beide Hälften werden gegenphasig erregt (gleiche Stromrichtung), Hauptstrahlrichtung 90° zur Dipollängsachse, b - Ganzwellenstrahler, nicht unterbrochen (z. B. endgespeist), dadurch gegenphasig erregt (entgegengesetzte Stromrichtung), Hauptstrahlrichtungen 54° zur Strahlerlängsachse

eine ungleichmäßige Spannungsverteilung beim Ganzwellendipol entstehen könnten, zu vermeiden.

Vergrößert man den Abstand XX der beiden Speisepunkte, so wird eine Gewinnsteigerung erzielt. Der Gewinn kann mehr als 3 dB betragen, wenn die Breite der Trennstelle XX in die Größenordnung von 0,2 bis 0,6 λ kommt. Allerdings ist eine Gewinnsteigerung auf diese Art aus mechanischen Gründen kaum möglich.

4.3. Breitbanddipole

Der Eingangswiderstand eines Dipols ist im Resonanzfall ein reiner Wirkwiderstand. Bei Erregung des Dipols mit Frequenzen, die außerhalb seiner Resonanzfrequenz liegen, wird der Eingangswiderstand mit induktiven oder kapazitiven Blindkomponenten beaufschlagt.

Je schlanker ein Dipol, desto schneller wachsen die Blindanteile bei Verstimmung aus der Resonanzfrequenz und desto geringer ist dessen Bandbreite. Deshalb verwendet man Dipole mit kleinem Schlankheitsgrad λ/d (sogenannte »dicke Dipole«), wenn eine große Frequenzbandbreite erzielt werden soll. Dicke Dipole stellt man

als Halbwellendipole und als Ganzwellendipole her. Bezüglich der Bandbreite sind Ganzwellendipole günstiger, weil sie bei gleichem Schlankheitsgrad eine um etwa den Faktor 1,3 größere Bandbreite haben als ein Halbwellendipol.

Beim dicken Dipol ist die Stromverteilung nicht mehr sinusförmig, sondern abgeflacht, etwa wie in Bild 4.9. dargestellt. Der Strom im Speisepunkt nimmt deshalb beim dicken Ganzwellendipol relativ hohe Werte an, woraus sich auch das Absinken des Fußpunktwidestandes bei kleiner werdendem Schlankheitsgrad erklärt.

Besteht der Breitbanddipol aus dicken, zylindrischen Röhren oder Stäben, entsprechend Bild 4.9., so weisen die Querschnittsflächen der Stäbe am Speisepunkt eine große Kapazität gegeneinander auf. Beim Anschluß der Speiseleitung tritt außerdem eine plötzliche starke Querschnittsänderung auf. Deshalb werden die dicken Elementstäbe gewöhnlich am Speisepunkt konisch verjüngt, wie Bild 4.10. a zeigt, und man erhält dadurch definierte Anschlußpunkte für die Speiseleitung.

Häufig behält man die konische Struktur über die ganze Antennenlänge bei, und es entsteht daraus der *Doppelkegeldipol* (Bild 4.10. b). Bei ihm wird der Fußpunktwidestand aus der Größe des Winkels θ abgeleitet und läßt sich aus Bild 4.11. ersehen. Wegen der großen Bandbreite solcher Dipole ist die Bemessung des Verkürzungsfaktors V nicht besonders kritisch. Deshalb wird oft mit einem Mittelwert von $V = 0,73$ gerechnet.

Kleineren Windwiderstand und geringeres Gewicht bietet ein skelettförmiger Aufbau mit möglichst vielen Einzelstäben nach Bild 4.10. c. Die Eigenschaften des Doppelkegeldipols bleiben auch bei diesem verein-

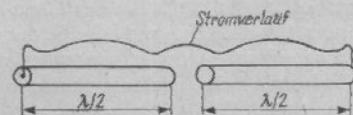


Bild 4.9. Die Stromverteilung bei einem dicken Ganzwellendipol

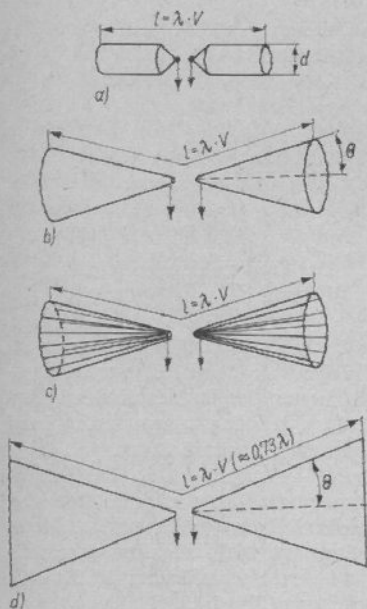


Bild 4.10. Die Varianten von Breitbanddipolen; a - dicker Ganzwellendipol aus zylindrischen Stäben, am Speisepunkt konisch verjüngt, b - Doppelkegelganzwellendipol, aus Blechkegeln hergestellt, c - Skelettförmigkeit eines Doppelkegelganzwellendipols, aus einzelnen Stäben hergestellt, d - Flächendipol in Schmetterlingsform

fachten Aufbau erhalten. Schließlich kann man von der voluminösen Kegelform ganz abgehen und die Dipole nur flächig gestalten. Um definierte Anschlußpunkte für die Speiseleitung zu erhalten, stellt man Flächendipole vorwiegend mit dreieckförmigen Flügeln (s. Bild 4.10. d) her. Man nennt sie deshalb auch *Schmetterlingsdipole*. Sind die Flächen aus engmaschigem Drahtgeflecht oder aus gelochten Blechen gebildet, so werden Windwiderstand und Gewicht gemindert, ohne daß sich die Antenneneigenschaften merkbar verschlechtern. Auch beim Ganzwellenschmetterlingsdipol rechnet man mit einem durchschnittlichen Verkürzungsfaktor V von 0,73. Breitbandflächenantennen werden in Abschnitt 26.1. ausführlicher beschrieben.

Bei den aufgeführten Breitbanddipolen beträgt die von den Abmessungen abhängige relative Bandbreite b etwas zwischen 0,5 und 0,8 f_0 . Zur Definition der relativen Bandbreite b siehe Abschnitt 3.1.4. und Gl. (3.3.).

Bei den aufgeführten Breitbanddipolen beträgt die von den Abmessungen abhängige relative Bandbreite b etwas zwischen 0,5 und 0,8 f_0 . Zur Definition der relativen Bandbreite b siehe Abschnitt 3.1.4. und Gl. (3.3.).

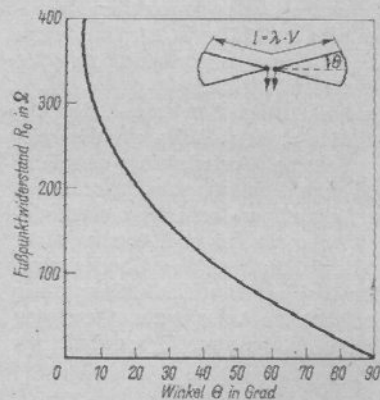


Bild 4.11. Der Fußpunkt-widerstand R_0 eines Doppelkegeldipols in Abhängigkeit vom Winkel θ