

Untersuchungen an Parabolflächenstrahlern.^{x)}

VON

Albert Weißfloch, Berlin

Aufbau und Wirkungsweise der Parabolflächenstrahler.

Nachfolgend wird über den Frequenzgang und die Kompensation des Strahlungswiderstandes von Parabolflächenstrahlern im Gebiet um $\lambda = 14$ cm berichtet.

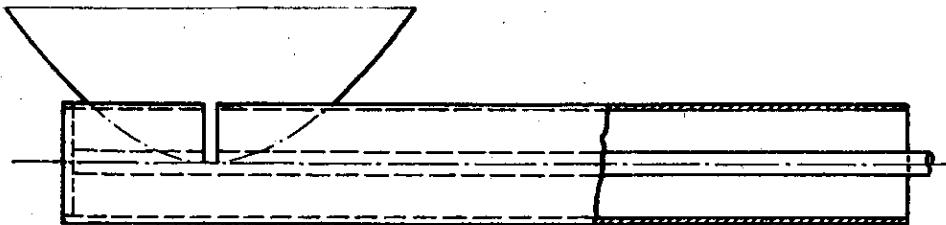


Abb.1 Parabolflächenstrahler (schematisch).

Abb. 1 zeigt schematisch einen solchen Parabolflächenstrahler. Er besteht aus einer konzentrischen Leitung, die an einem Ende durch eine ebene Fläche kurz geschlossen ist. Der Aussenleiter hat in geeigneter Entfernung vom Kurzschluß einen Querschlitz von 2 bis 5 mm Breite, der sich über die Hälfte des Umfanges erstreckt. An dieser Stelle ist am Aussenleiter ein Parabolzylinder als Flächenstrahler angebracht.

^{x)}

Die weiteren Ausführungen des Verfassers auf der Antennentagung erscheinen in dem ZfWB-Bericht unter dem Titel "Ein neues Verfahren zur Breitbandanpassung insbesondere im Dezimeter- und Zentimeterwellengebiet."

Die Wirkungsweise des Strahlers kann man sich wie folgt veranschaulichen: Die Stromfäden, die auf dem ungestörten Aussenleiter parallel zur Achse fließen, werden durch den Querschlitz unterbrochen und auf diese Weise gezwungen, sich als Verschiebungsstrom über den Schlitz fortzusetzen. Dabei treten die Kraftlinien zum Teil in den parabolförmigen Kasten hinaus und regen diesen zur Strahlung an.

Die Messung ergibt, dass der Querschlitz mit Parabolzylinder wie ein ohmscher Serienwiderstand im Aussenleiter von der ungefähren Größe $0,1 Z$ wirkt, wenn Z der jeweilige Wellenwiderstand der homogenen Leitung ist (Abb.2).

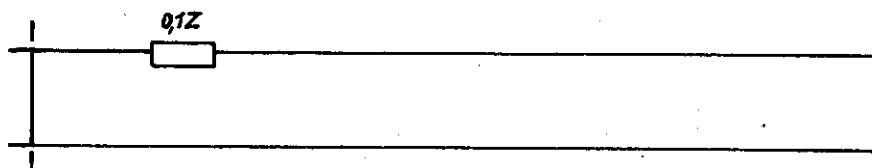


Abb. 2 Ersatzschaltbild zu Abb. 1.

Da die in einem ohmschen Serienwiderstand verbrauchte, in unserem Falle abgestrahlte Leistung durch $J^2 R$ gegeben ist, muß der Strom J an der Stelle des Querschlitzes möglichst groß sein. Man wird diesen daher an einem Ort des Strombauches anbringen, d.h. unmittelbar am Kurzschluß oder ungefähr $\lambda/2$ von ihm entfernt. Wie die Messung zeigt, muß die Entfernung im günstigsten Fall etwas kleiner als $\lambda/2$ genommen werden.

Wenn der Widerstand $0,1 \Omega$ nachträglich an den Wellenwiderstandswert Z der Leitung angepasst werden muß, ist eine ziemlich starke Transformation nötig. Man kann den dämpfenden Widerstand des Querschlitzes aber auch anders erhöhen. Mein anscheinlich ist es einleuchtend, daß nicht alle Stromfäden, die durch den Querschnitt unterbrochen werden, sich als Verschiebungstrom über ihm fortsetzen, sondern sie werden zum Teil seitlich ausbiegen und an der nicht unterbrochenen Hälfte des Außenleiters am Schlitz vorbei fließen. Dieses Ausweichen der Stromfäden kann erschwert werden, indem man in der Nähe der Enden des Querschlitzes von ihm ausgehende Längsschlitz anbringt (Abb.3).

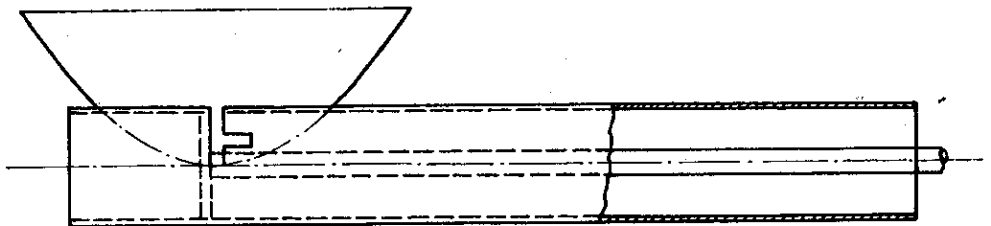


Abb. 3 Parabolflächenstrahler mit Längsschlitz.

Bei einer geeigneten Länge derselben - es ergab sich ungefähr $\lambda/8$ - stellt sich dann tatsächlich nahezu eine fortschreitende Welle auf der Zuführungsleitung ein.

Frequenzabhängigkeit des Widerstandes und Kompensation.

Abb. 4 zeigt die Frequenzabhängigkeit des Widerstandes eines Parabolflächenstrahlers für verschiedene Län-

gen der Längsschlitzes. Es sind die gemessenen, auf die Stelle des Querschlitzes bezogenen Impedanzwerte in der komplexen Zahlenebene für einen Frequenzbereich von $\pm 5\%$ aufgetragen.

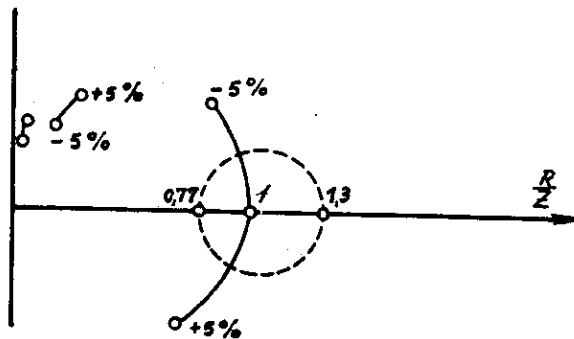


Abb. 4 Frequenzgangkurven für Parabolflächenstrahler mit verschieden langen Längsschlitzes.

Die kürzeste Ortskurve ergab sich bei einem Strahler ohne Längsschlitzes. Die etwas längere gehört zu einem Strahler mit Längsschlitzes der Länge 10 mm und die längste Ortskurve zu Längsschlitzes der Länge 17 mm. Wie man sieht, läßt sich durch eine entsprechende Länge der Längsschlitzes für die mittlere Frequenz tatsächlich Anpassung erreichen.

Was die Frequenzabhängigkeit des Widerstandes anbelangt, wäre es ein Irrtum zu glauben, die kürzeren Ortskurven bedeuten auch eine geringere Frequenzabhängigkeit. Für diese kürzeren Ortskurven wäre es nämlich zunächst nötig, sie mindestens für die mittlere Frequenz in den Wellenwiderstandswert zu transformieren. Selbst wenn diese Transformation keine zusätzliche Frequenzabhängigkeit bringen würde, gilt ganz allgemein, dass das Verhältnis der

Länge einer Ortskurve zu ihrem mittleren Abstand von der imaginären Achse bei frequenzunabhängigen Transformationen nicht geändert wird. (Exakter ausgedrückt, gilt nämlich, dass der Wert des Integrals $\int \frac{|dR|}{\text{Reall. v. } R}$ über die Länge einer Ortskurve erstreckt, sich bei frequenzunabhängigen Transformationen nicht ändert, was weniger präzise ausgedrückt, obige Aussage bedeutet).^{X)} Unter Berücksichtigung der eben erwähnten Tatsache ergibt sich, dass alle drei Ortskurven in Wirklichkeit ungefähr die gleiche Frequenzabhängigkeit zeigen.

Eine grössere Reihe von Versuchen mit verschiedenen breiten Schlitten, verschiedenen Kastenformen, verschiedenen Wellenwiderständen usw. ergab zwar verschiedene Ortskurven, aber alle zeigen etwa die gleiche Frequenzabhängigkeit in obigem Sinne.

Zur Frequenzgangkompensation in erster Näherung wurde ein Innenleiter wie in Abb. 5 angewandt.

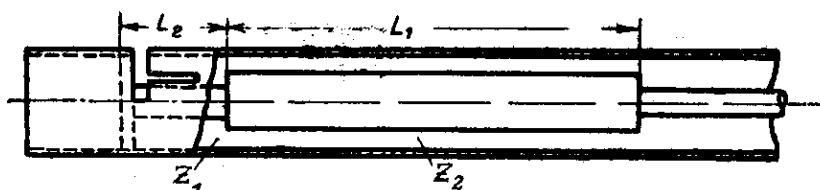


Abb. 5 Parabolflächenstrahler mit Transformationsglied zur Frequenzgangkompensation.

Von der Kurzschlußebene aus hat der Innenleiter zunächst den Wellenwiderstand $Z_1 = 76 \Omega$ über eine Länge

^{X)} Diese Tatsache folgt aus einem in A. Weisfloch, "Die Wirkleistungsverluste in linearen Vierpolen...", EMT 19 (1942), 259, bewiesenen Satz.

von $L_1 = 32 \text{ mm}$ ($\sim \lambda/4$). Schließt man jetzt einen Innenleiter von kleinerem Wellenwiderstand $Z_2 = 35 \Omega$ an, wobei die Länge $L_2 = 137 \text{ mm}$ ($\sim \lambda$) ausmacht, so ist am Ende dieser Leitung die Ortskurve zusammengeschnürt, wie es Abb. 6 zeigt.

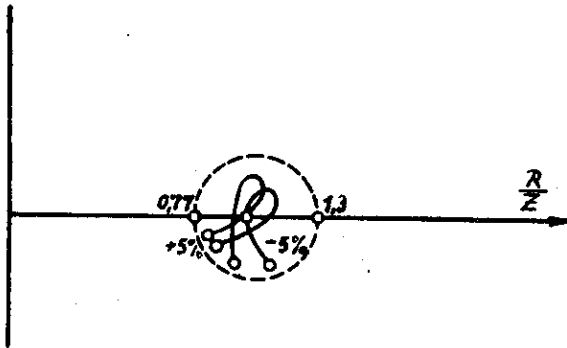


Abb. 6 Nach Abb. 5 kompensierter Frequenzgang für zwei Strahler.

Die beiden gezeichneten Kurven sind für 10 gemessene Strahler die äussersten Grenzkurven, deren Abweichung ein Bild der Fabrikationstoleranzen gibt. Dabei sind die Schlitze mit Lehren hergestellt, da für den grösseren Frequenzbereich die schmalen Schlitze in ihrer Breite nur um weniger als 0,1 mm voneinander abweichen dürfen.

Die Entstehung der Ortskurve von Abb. 6 kann man sich am üblichen Leitungsdiagramm klarmachen. Die Wirkungsweise geht auch aus dem Bericht des Verfassers "Ein neues Verfahren zur Breitbandanpassung insbesondere im Dezimeter- und Zentimeterwellengebiet" hervor, der als ZWB-Bericht getrennt erscheinen wird.