

Es ist allgemein bekannt, daß der Strahlungswiderstand einer kurzen Mobilantenne sehr niedrig ist. Von allen Kurzwellenbändern ist der Strahlungswiderstand am niedrigsten im 80-m-Band, weil die elektrische Länge des Strahlers in diesem Band am kürzesten ist. Abhängig von der genauen Länge der Antenne und anderen Faktoren wird der Strahlungswiderstand einer mittelpunktgespeisten Antenne im 80-m-Band etwa bei 1 Ohm liegen, wie von dem Autor Beirose gezeigt wurde. Die kapazitive Blindkomponente am Anschlußpunkt dieser sehr kurzen Antenne liegt bei —3000 bis —3500 Ohm bei den üblichen 80-m-Antennen, wie von Beirose gezeigt und durch eigene Messungen des Verfassers bestätigt wurde. Dieser Blindwiderstand wird kompensiert durch den gleichgroßen induktiven Blindwiderstand der Spule im Speisungspunkt.

Jedoch ist weiter allgemein bekannt, daß es zwei weitere Sorten von Verlustwiderständen gibt, die bei der Betrachtung solcher kurzen Antennen von erheblicher Bedeutung sind. Diese beiden Widerstände sind der Spulenverlustwiderstand und der Erdungswiderstand. Diese beiden Verlustwiderstände addieren sich zum Strahlungswiderstand und bilden in ihrer Gesamtheit die Ohmsche Komponente des Scheinwiderstandes, der am Antennenanschluß vorhanden ist. Fälschlicherweise glauben aber viele Amateure, daß der Strahlungswiderstand von einem Ohm allein die Ohmsche Komponente des Scheinwiderstandes im Speisungspunkt darstellt, weshalb eine Widerstandsanpassung im Verhältnis 50:1 erforderlich sei, wenn man diese Antenne direkt mit einer Speiseleitung von 50 Ohm Wellenwiderstand speisen will. Tatsächlich addieren sich aber sowohl der Verlustwiderstand der Spule wie auch der Erdungswiderstand zum Strahlungswiderstand und erzeugen dadurch einen Fußpunkt-widerstand, der wesentlich höher ist als im allgemeinen angenommen wird. Allerdings wird er immer noch niedriger bleiben, als der Wellenwiderstand Z_c der üblichen Speiseleitung von 50 Ohm. Weil sich also der Verlustwiderstand der Spule und des Erdungswiderstandes zum Strahlungswiderstand addieren, ist die tatsächliche Fehlanpassung im allgemeinen wesentlich geringer, als gewöhnlich angenommen wird.

Während nun einige Autoren den Verlustwiderstand der Spule als Teil des gesamten Fußpunkt-Scheinwiderstandes erkennen, sind sich nur sehr wenige der Tatsache bewußt, daß auch ein Erdungswiderstand existiert und berücksichtigt werden muß. Mit Ausnahme von Beirose unterlassen es daher fast alle Autoren, diesen Erdungswiderstand in Betracht zu ziehen und bei ihrer Berechnung zu berücksichtigen. Als Beispiel nenne ich den Aufsatz von Swafford mit dem Titel „Improved Coax Feed for Low-Frequency Mobile Antennas“ QST,

Dezember 1951. Das „Mobile-Handbook“, Seite 100 (Cowan Publications, 1. Ausgabe) unterläßt es, den Erdungswiderstand zu berücksichtigen, und macht darüber hinaus noch den Fehler, das als Strahlungswiderstand anzusehen, was tatsächlich die Summe von Strahlungswiderstand und Erdungswiderstand darstellt (indem nämlich 6 Ohm für die Spule im Speisungspunkt und den Widerstand der Autoantenne von den 14 Ohm des gemessenen Fußpunkt-widerstandes abgezogen werden, bleiben 8 Ohm als Differenz übrig, die einfach als Strahlungswiderstand ohne Berücksichtigung eines Erdungswiderstandes behandelt werden). Auf diese Weise wird der

daß das SWR über das gesamte Amateurband so niedrige Werte zeige. Es sollte deshalb jetzt klar sein, und es kann nicht oft genug betont werden, daß ein unerkannter und nicht gewollter Verlustwiderstand in einem Antennensystem ein sehr niedriges SWR verursachen kann, wenn ein solch niedriges Stehwellenverhältnis nicht vorhanden sein darf! Deshalb soll in einem späteren Kapitel die Beziehung zwischen Antennenscheinwiderstand und Stehwellenverhältnis in allen Einzelheiten untersucht werden, damit wir lernen abzuschätzen, was unter den gegebenen Bedingungen als richtiges Stehwellenverhältnis anzusehen ist.

Reflektierte Leistung und Stehwellenverhältnis

Lassen Sie uns nach diesem Exkurs zu unserem Hauptanliegen zurückkehren, warum wir uns aus falschen und wertlosen Gründen an dem „SWR 1:1“ berauschen. Wie schon früher gezeigt, beruht dies Mißverständnis hauptsächlich auf dem vorherrschenden, aber irrtümlichen Gedanken, daß jede Herabsetzung des SWR und damit auch der auf der Speiseleitung reflektierten Leistung eine im gleichen Verhältnis erhöhte Strahlungsleistung der Antenne erzeugt. Der Irrtum bei dieser Überlegung ist die falsche Annahme, daß, wenn die Leistung reflektiert wurde, sie deshalb nicht von der Antenne aufgenommen und abgestrahlt werden kann und daß deshalb diese reflektierte Leistung im Sender in Wärme umgesetzt und deshalb verloren wird.

Diese Annahme ist in doppelter Hinsicht falsch. Richtig ist vielmehr, daß wegen der Schaltungsmaßnahmen, die zur Ankopplung des Senders an die Speiseleitung dienen, die gesamte Leistung, die einmal in die Speiseleitung hineingelangt ist, von der Antenne aufgenommen wird. (Mit Ausnahme der Ohmschen Verluste in der Leitung, die aber bei nicht zu langen Leitungen vernachlässigbar klein sind!)

Dies ist sogar auch dann noch der Fall, wenn der Verbraucher, also die Antenne, an den Wellenwiderstand der Leitung fehlangepaßt ist ([18]). Die vollständige Aufnahme der gesamten vom Sender abgegebenen Leistung tritt auch bei Fehlanpassung der Antenne ein, weil die durch die Fehlanpassung reflektierte Leistung erhalten bleibt, da sie am Senderausgang (wegen totaler Fehlanpassung!) wiederum reflektiert, m.a.W. zur Antenne „zurückreflektiert“ wird.

Lassen Sie uns deshalb für einen Augenblick eine verlustlose Leitung im Lichte der obigen Feststellungen betrachten. In diesem Falle ergibt sich aus der unterstellten Verlustfreiheit der Leitung, daß alle an die Leitung abgegebene Leistung auch in den Verbraucher gelangen muß, weil eine verlustfreie Leitung keine Leistung absorbieren kann. Dann kann aber auch durch Reflexion eines Teils der durch konjugiert komplexe Scheinwiderstände benutzt wird, um das Optimum an Leistung durch eine Leitung zum Verbraucher (die Antenne) abzugeben, besteht eine „Anpassung nur in einer Richtung“, nämlich vorwärts. Die Serie wird fortgesetzt. Zwischenzeitlich bringen wir jedoch einen Bericht über den Stand der Diskussion in den USA zur Veröffentlichung des Maxwell'schen Artikels, ggf. auch Äußerungen aus dem Leserkreis der cq-DL.

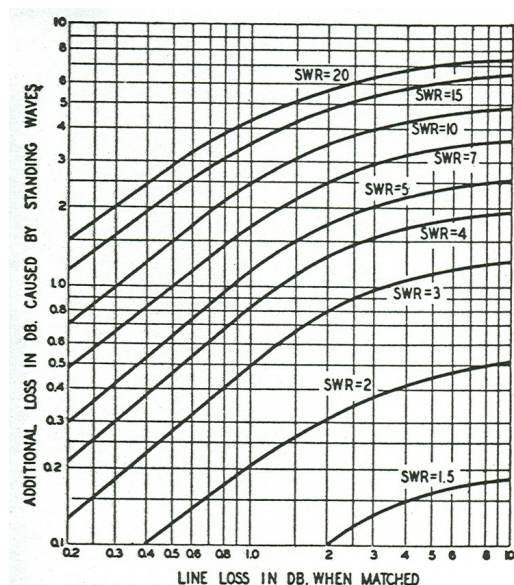


Abb. 2. - Anstieg der Leitungsverluste bei Vorhandensein von stehenden Wellen (SWR-Werte am Antennenfußpunkt). Um bei einer Leitung mit einem Stehwellenverhältnis größer als 1 die Gesamtverluste zu erhalten, muß man zuerst den Verlust in dB für die vorliegende Leitung und deren Länge für die gegebene Frequenz unter der Voraussetzung feststellen, daß sie ideal (1:1) angepaßt wäre. Man suche diesen Wert auf der waagerechten Achse und gehe von hier aus senkrecht nach oben bis zu der Kurve, deren SWR-Wert dem vorhandenen SWR entspricht. Der zugehörige Wert in dB auf der vertikalen Achse ergibt den gesuchten Wert für die zusätzlichen Verluste durch das Vorhandensein von Stehwellen.

Literatur

- [1] McCoy, "Is a Balun Required?" QST, December, 1968, p. 29.
- [2] Hall and Kaufmann, "The Macromatcher, An RF Impedance Bridge for Coax Lines," QST, January, 1972, p. 14.
- [3] Brown, Lewis, and Epstein, "Ground Systems as a Factor in Antenna Efficiency," Proceedings of the IRE, June 1937, p. 753. [Note: Discusses ground resistance vs. number of radials - a classic work on which FCC Standards for a-m broadcast ground Systems are based.]
- [4] Smith, "Getting the Most Into Your Antenna," QST, July 1952, p. 21.
- [5] Leo, "An Impedance-Matching Method," QST, December 1968, p. 24.
- [6] Brown and Woodward, "Experimentally Determined Impedance Characteristics of Cylindrical Antennas," Proc. of the IRE, April, 1945, p. 257.
- [7] King, Theory of Linear Antennas, pp. 169-176, Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.
- [8] King and Blake, "The Self-Impedance of the Symmetrical Antenna," Proc. of the IRE, July, 1942, p. 335.
- [9] Jasik, Antenna Engineering Handbook, McGraw-Hill, New York.
- [10] Seveck, "The Ground-Image Vertical Antenna," QST, July, 1971, p. 16.
- [11] Seveck, "The W2FMI Ground-Mounted Short Vertical," QST, March, 1973, p. 13.
- [12] Laport, Radio Antenna Engineering, McGraw-Hill, New York.
- [13] Smith and Johnson, "Performance of Short Antennas," Proc. of IRE, October, 1947, p. 1026.

Anwendung dieser Erkenntnisse unsere Möglichkeiten bei der Konstruktion unserer Geräte ausweitet. Es wird außerdem empfohlen, daß der Leser sich noch einmal die Zahlen des Wirkungsgrades bei den beiden Beispielen von Satellitensendern auf Seite 37 ins Gedächtnis zurückruft und ferner die Beispiele für die 80- und 40-m-Di-pole von Seite 40 mit der Abb. 3 vergleicht. Besonders aufschlußreich dürfte das Beispiel des Satelliten aus dem NAVSAT-Programm sein, bei dem trotz eines Anteils der reflektierten Leistung von 66% nur ein tatsächlicher Leistungsverlust von 1,15 dB vorhanden war!

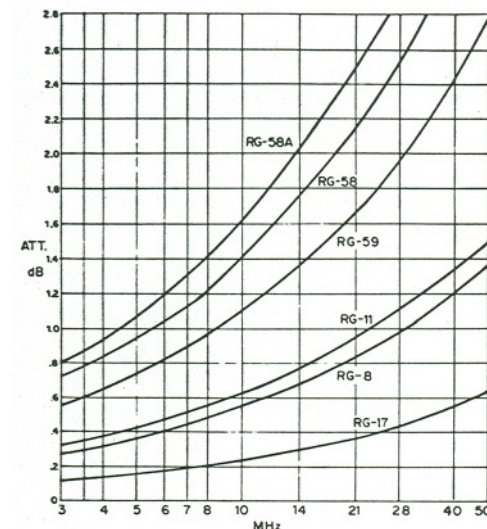


Abb. 4. Dämpfung in dB bei 100 Fuß für verschiedene Koaxkabel

Die Abb. 4 gibt zusätzliche Werte von Leitungs-dämpfungen, die es gestatten, die Werte der Abb. 3 auf andere Speiseleitungen und Frequenzen auszudehnen. Die Abb. 4 kann dann noch durch weitere Daten ergänzt werden, die sich im ARRL-Handbuch und im Antenna-Book finden.

Strahlungswiderstand

In Teil II dieser Serie besagt die Feststellung Nr. 26, daß kein ins Gewicht fallender Anteil an Leistung gespart werden kann, wenn man eine Anpassungseinrichtung zwischen der Speiseleitung und dem Antennenfußpunkt einer Mobilantenne auf allen Kurzwellenbändern von 80 bis 10 m verwendet. Die Feststellung 27 besagt sogar, daß bei Fehlen einer solchen Anpassungseinrichtung mehr Leistung von mittelpunktgespeisten Mobilantennen abgestrahlt wird, wenn sie bei Resonanz statt eines niedrigen ein hohes SWR aufweisen. Die Überlegungen, die diesen beiden Feststellungen zugrundeliegen, werden ebenfalls weitgehend mißverstanden, weshalb jetzt der geeignete Zeitpunkt gekommen ist, diese beiden Feststellungen zu verdeutlichen, weil diese Gedanken ebenfalls unter die Kategorie des „niedrigen SWR aus falschem Grund“ fallen.