

Leistung kein Verlust eintreten, sondern die gesamte Leistung muß vom Verbraucher aufgenommen werden. Offensichtlich kann deshalb auch keine Leistung übrig bleiben, die im Sender in Wärme umgesetzt wird. Wendet man diesen Gedanken auf eine tatsächliche Leitung an, die einen Dämpfungsfaktor hat, dann müssen alle Leistungsverluste allein den Strom- und Spannungsverlusten zugeschrieben werden, die durch die Ohmschen Verluste in der Leitung bedingt sind. Diese Dämpfungsverluste sind unvermeidlich und sind auch dann vorhanden, wenn ideale Anpassung bestehen würde. Die einzigen zusätzlichen Leistungsverluste, die dem Stehwellenverhältnis oder der Reflexion zugeordnet werden können, bestehen in dem Dämpfungsverlust, den die reflektierte Welle erleidet, wenn sie von der Antenne zum Senderausgang zurückwandert. Dieser Anteil an Leistungsverlust ist außerordentlich gering im Kurzwellenbereich, wenn gute, verlustarme Leitungen Verwendung finden; denn die reflektierte Leistung erleidet nur denselben Bruchteil an Dämpfungsverlust, den die vorwärts zur Antenne fließende Energie ebenfalls erleidet.

Wie früher gezeigt wurde, wird die gesamte reflektierte Leistung wenn sie zum Anfang der Leitung zurückkehrt, zum Bestandteil der „Vorwärtsleistung“, die wieder in Richtung zur Antenne fließt. Ein anderer Weg, um den Zusammenhang zwischen SWR und reflektierter Leistung zu erläutern, besteht darin, daß die auf der Leitung vorwärtsfließende Leistung die Summe der von der Röhre abgegebenen und der reflektierten Leistung ist, weshalb die in der Leitung fließende „Vorwärtsleistung“ größer ist, als die von der Röhre abgegebene Leistung, wenn das SWR größer wird als 1:1. Deshalb werden für eine gegebene Leistung der Energiequelle die Ohmschen Verluste etwas höher in dem Teil einer Leistung, in dem der momentane Wert der Leistung größer ist als die von der Röhre abgegebene Energie, und zwar einfach aus dem Grunde, weil der durchschnittliche Strom und die durchschnittliche Spannung auf der Leitung etwas höher geworden sind.

Wir lernen also aus dieser Diskussion über die unrichtige Anwendung des SWR, daß vom Standpunkt des Wirkungsgrades bei der Betrachtung des Stehwellenverhältnisses nur der Anteil des Verlustes durch Dämpfung in der Leitung zu berücksichtigen ist. Aus diesem Grunde können wir ein höheres Stehwellenverhältnis dann in Kauf nehmen, wenn die Dämpfung durch die Leitung niedrig ist, während wir bei hoher Dämpfung in der Leitung die Grenze für das Stehwellenverhältnis niedriger ansetzen müssen, wenn wir den Gesamtverlust durch Ohmsche Widerstände in der Leitung auf einen bestimmten Wert beschränken wollen. Die exakte Beziehung zwischen SWR und verlorener Energie, die durch das Stehwellenverhältnis für verschiedene Werte der Leitungsdämpfung entstehen, sind graphisch in der Abb. 2 wiedergegeben, die aus dem ARRL Handbuch und dem Antennabook entnommen ist. Aus dieser Abbildung können wir leicht erkennen, daß der Betrag des tatsächlichen Leistungsverlustes in scharfem Widerspruch zu demjenigen Betrag steht, der fehlerhafterweise als Verlust angesehen wird, weil zu Unrecht angenommen wird, daß eine Verminderung des SWR oder der reflektierten Leistung unmittelbar zur Folge habe, daß eine gleichhohe Abnahme der Verluste im gesamten System eintrete.

Es entbehrt nicht eines großen Maßes von Ironie, daß diese verschiedenen Mißverständnisse über das Wesen der Reflexion eine falsche Interpretation und Verwendung des SWR hervorgerufen haben. Die Ironie besteht darin, daß die richtigen Gründe, weshalb das SWR berücksichtigt werden sollte (und die vorstehend behandelt wurden) fast immer übersehen werden durch die falsche Anwendung des Begriffes SWR, während die von den Amateuren verwendeten Ankopplungsmethoden zwischen Sender und Antenne gar nicht solche Verluste aufkommen lassen, wie sie befürchtet werden.

Ein Teil dieser widersinnigen Gedankengänge entstand bei den Amateuren wie auch bei Ingenieuren aus der unterschiedlichen Bedeutung des Begriffes „angepaßter Generator“; denn für einige von ihnen bedeutet dies nur die Anpassung „in einer Richtung“, während die anderen darunter die Anpassung „in beiden Richtungen“ verstehen. Bei einem Sender, bei dem üblicherweise eine Ankopplung

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.

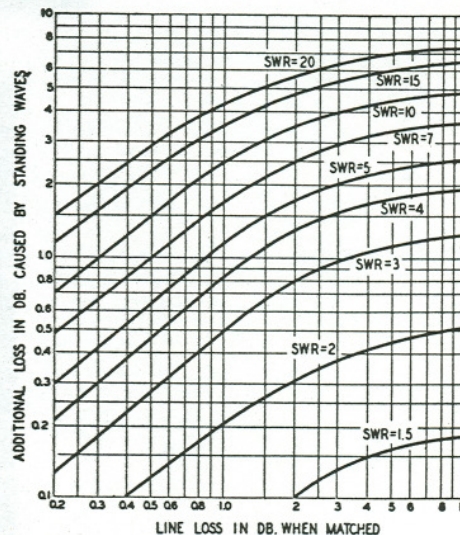


Abb. 2. – Anstieg der Leitungsverluste bei Vorhandensein von stehenden Wellen (SWR-Werte am Antennenfußpunkt). Um bei einer Leitung mit einem Stehwellenverhältnis größer als 1 die Gesamtverluste zu erhalten, muß man zuerst den Verlust in dB für die vorliegende Leitung und deren Länge für die gegebene 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.
- [14] Kraus, Antennas, McGraw-Hill, New York.
- [15] Jordan, Electromagnetic Waves and Radiating Systems, p. 415, Prentice-Hall, New York.
- [16] Hall, "Accuracy of S.W.R. Measurements," QST, November 1964, p. 50.
- [17] Fayman, "A Simple Computing SWR Meter," QST, July, 1973, p. 23.
- [18] Anderson, "SWR's Significance," CQ, October, 1970, p. 8.