

# Eine andere Betrachtungsweise über Reflexionen auf Speiseleitungen: Niedriges SWR aus falschem Grund

Von M. Walter Maxwell, W 2 DU / W 8 KHK

Übersetzung aus QST, Dezember 1974, S. 11 ff. von Walther Kawan, DL 1 UU, Cranachstr. 81, 2000 Hamburg 52

(3. Teil; Fortsetzung aus cq-DL 2/76, Seite 48)

Teil V dieser Serie schloß mit der Feststellung, daß beim Betrieb eines Senders, wenn Ankopplung durch konjugiert komplexe Scheinwiderstände verwendet wird, um das Optimum an Leistung durch eine Leitung an den Verbraucher zu bringen, die Anpassung lediglich in einer Richtung gegeben ist, nämlich vorwärts. Der Generator (Sender) ist an die Leitung angepaßt. Aber wenn man rückwärts in die Generatorankopplungsschaltung während aller Zeitpunkte zurückblickt, in der der Generator aktiv Leistung durch die konjugiert komplexe Ankopplung an die Speiseleitung abgibt, ist die Speiseleitung völlig fehlangepaßt.

Diese Eigenschaft der konjugiert komplexen Anpassung kann dadurch gezeigt werden, daß man Widerstandsmessungen in jeder der beiden Richtungen von jedem beliebigen Punkt der Speiseleitung aus macht. Diese Messungen werden einen Widerstand  $R + jX$  anzeigen, wenn man in die eine Richtung blickt, und einen gleichgroßen Widerstand aber mit umgekehrten Vorzeichen,  $R - jX$  in der entgegengesetzten Richtung. (Der sich errechnende Netto-Blindwiderstand von Null, den man aus diesen beiden komplexen Widerständen erhält, beweist, daß das System in Resonanz ist!) Aber diese Messungen können nicht ausgeführt werden, während der Generator aktiv ist. Der Sender muß vielmehr abgeschaltet und ersetzt werden durch einen passiven Widerstand, der in seiner Größe dem optimalen Belastungswiderstand entspricht. In diesem Falle wird der Widerstand, der jetzt die Speiseleitung am Senderende abschließt, sich als eine Belastung mit einem Wirkwiderstand zeigen, wenn man den Widerstand in Richtung zum Sender hin mißt.

Die Tatsache, daß Leistung in dem Widerstand verbraucht wird, der als Ersatz des Generatorwiderstandes während der Messung gebraucht wird, ist für die irrtümliche Schlußfolgerung verantwortlich, daß die Senderleistung, die in Richtung zum Generator zurückreflektiert wird, in ähnlicher Weise im Generatorwiderstand (oder „im Innenwiderstand des Generators“) in Wärme umgesetzt würde. Jedoch solange der Generator Leistung erzeugt, stellt sein Innenwiderstand niemals einen Wirkwiderstand (Belastungswiderstand) für diejenige Leistung dar, die von dem falsch angepaßten Verbraucher reflektiert wird, mit dem die Leitung abgeschlossen ist. Das ist so wegen des Zusammenwirkens zwischen der im Sender erzeugten Welle, der vom Verbraucher reflektierten Welle und der sich aufhebenden Welle, wie dies im einzelnen im Teil IV beschrieben wurde. Die Leitung ist also völlig fehlangepaßt, wenn man in Richtung zum Sender blickt.

Auf der anderen Seite wird bei Labortätigkeit der Sender gewöhnlich in beiden Richtungen angepaßt. Der Sender wird von der Speiseleitung isoliert durch ein Dämpfungsglied oder einen Span-

nungsteiler, durch dessen Einfügung ein Verlust von rund 20 dB erzeugt wird und das denselben Widerstand wie der Senderausgang und der Wellenwiderstand  $Z_c$  der Leitung hat. In diesem Falle sieht der Generator (die Endröhre) eine Anpassung in Richtung auf das Dämpfungsglied, und umgekehrt sieht die Leitung ebenfalls eine Anpassung, wenn man von der Leitung aus in Richtung des Dämpfungsgliedes blickt. Das ist so, weil das Dämpfungsglied beide Sorten der Leistung absorbiert und in Wärme umsetzt, wie eine mit Verlusten behaftete Leistung, und zwar sowohl die vorwärtsfließende, wie auch die reflektierte Leistung, so daß im Endergebnis nur ca. 1/100 der erzeugten Leistung den Verbraucher (die Antenne) erreicht. Weil alle bei einer Fehlanpassung reflektierte Energie auch auf 1/100 ihres ursprünglichen Wertes während der Rückkehr zum Generator abgeschwächt wird, besteht das Ergebnis darin, daß der Anteil der reflektierten Leistung, der an die Leistungsquelle (den Generator) zurückgelangt, ungefähr 40 dB abgeschwächt ist oder nur noch 1/10000 derjenigen Leistung ausmacht, die ursprünglich vom Generator geliefert wurde. Diese Abschwächung tritt ein, wenn der Belastungswiderstand eine totale Reflexion hervorruft, weil die Schaltung entweder kurz geschlossen oder geöffnet ist. Und die reflektierte Leistung ist natürlich noch wesentlich geringer, wenn die Leitung in der Praxis durch Wirkwiderstände abgeschlossen ist, die die Energie teilweise verbrauchen. Der Anteil der reflektierten Leistung, der also den Generator wieder erreicht, ist völlig zu vernachlässigen unter dem Gesichtspunkt, daß er sich zu der Quellenenergie addiert und dadurch den Anpassungswiderstand der Leitung verändern könnte. Deshalb erscheint für alle praktischen Anwendungen das Dämpfungsglied für den Generator entweder wie eine unendlich lange Leitung oder wie eine Leitung, die eine ideale Anpassung ( $R = Z_c$ ) besitzt.

Deshalb erhält man beides, eine konstante Belastung des Generators und eine konstante Eingangsspannung auch bei sich änderndem Ausgangswiderstand der Leitung, so daß allen Erfordernissen für Versuchsaufbauten Genüge getan ist.

Daher ist es verständlich, daß diese beiden Formen der Anpassung durcheinander gebracht werden. Diese Verwechslung kann uns zu der falschen Ansicht verleiten, daß reflektierte Energie auch im Falle eines Senders verbraucht wird und verloren geht, wenn dieser Teil der Leistung zum Sender (der Leistungsquelle) zurückkommt.

## Reflected Versus „Lost“ Power

(Reflektierte und tatsächlich verlorene Leistung)

Diese fehlerhafte Betrachtung der reflektierten Leistung ist weit verbreitet, durch Unterhaltungen im Äther immer wieder genährt und