

durch unzählige gedruckte Artikel unterstützt worden. Zwei solcher Artikel gehören besonders in diese Kategorie, weil sie ins einzelne gehende Feststellungen treffen, die die irrtümliche Auffassung bestärken, während die Ausführungen in vielen anderen Artikeln lediglich stillschweigend den Irrtum mitmachen. Diese beiden Artikel sind der Aufsatz von K 8 ZVF in der Zeitschrift „CQ“ Juni 1970, Seite 36 und von W 2 AEF in ebenfalls „CQ“ März 1963, Seite 31.

Lassen Sie uns nun eine weitere Analyse des Vorganges der Reflexion bei Anpassung eines Generators machen, bei der zwei wichtige Umstände ans Licht kommen werden, die eine lange Zeit übersehen worden sind. Wenn wir das tun, werden wir nicht nur erkennen, warum die Feststellung in den erwähnten beiden Artikeln über verlorene Leistung falsch ist, sondern auch, warum diese beiden Faktoren so leicht in der Amateurpraxis bei der Verwendung von Koaxial-Speiseleitungen übersehen wurden. Das hat sehr viele Amateure auf den falschen Weg geführt, unbedingt ein niedriges Stehwellenverhältnis anzustreben, aber aus einem falschen Grunde.

Stellen Sie sich eine verlustfreie Speiseleitung vor, die mit einem Verbraucher abgeschlossen ist, der absolut richtig angepaßt ist. Stellen Sie sich weiter eine ideale Anpassung zwischen dem Generator oder Sender und dem Wellenwiderstand der Leitung (Z_c) vor. Unter diesen Voraussetzungen gibt es keine reflektierte Leistung auf der Speiseleitung und deshalb auch keinen Verlust durch Reflexion. Der Generator gibt in diesem Falle diejenige Leistung ab, die definiert wird als „höchstmögliche Leistung durch Anpassung“, und der Verbraucher absorbiert die gesamte abgegebene Leistung. Wenn der Leitungsabschluß jetzt verändert wird und dadurch eine Fehlanpassung zwischen dem Wellenwiderstand Z_c der Leitung und dem Verbraucher am Ende der Leitung entsteht, wird weniger Leistung vom Verbraucher aufgenommen werden.

Der Betrag, um den die absorbierte Leistung sich verringert (verursacht durch die Änderung des Abschlußwiderstandes), ist das Maß für den Verlust durch Reflexion. Da die reflektierte Energie in Richtung auf den Generator zurückfließt, verursacht sie eine Änderung des Widerstandes der Leitung von Z_c in $Z = E/I$ überall längs der ganzen Leitung, wie dies in Teil III festgestellt wurde und in der dortigen Abb. Nr. 4 für ein $SWR = 3,0$ dargestellt wurde. Wenn die reflektierte Welle den Eingang der Leitung erreicht, wird dem Generator ein veränderter Eingangswiderstand der Leitung präsentiert, und zwar eine Änderung des Wellenwiderstandes Z_c in einen neuen Wert, der bestimmt wird durch den E/I -Vektor am Eingang der Leitung. Dieser neue Eingangswiderstand der Leitung hat genau denselben Grad von Fehlanpassung in bezug auf den Wellenwiderstand Z_c , wie sie der Verbraucher am Ende der Leitung gegenüber dem Wellenwiderstand hat, durch den die Reflexion verursacht wird. Folglich ist jetzt die Leitung in genau demselben Grad an den Generator fehlangepaßt und diese Situation wird den Generator automatisch weniger Leistung an die Leitung abgeben lassen.

Diese Minderung der Leistung, die an die Leitung abgegeben wird, hat genau denselben Betrag wie die reflektierte Leistung. Mit anderen Worten, der Verlust durch Reflexion am Verbraucher kann als an den Generator zurückgegeben betrachtet werden. Deshalb ist der Verlust durch Reflexion ein „nondissipative type of loss“ (ein nicht energieverbrauchender Verlust). Dieser Verlust bedeutet nur, daß dem Verbraucher weniger Leistung zur Verfügung gestellt wird, weil der Generator als Folge der Fehlanpassung der Scheinwiderstände nur weniger Leistung abzugeben vermag. Diese Fehlanpassung beim Generator (Sender) ist verursacht durch die Fehlanpassung des Verbrauchers (Antenne) am Ende der Speiseleitung. (Daß dieser Reflexionsverlust nur die Nicht-zur-Verfügung-Stellung der Leistung an den Verbraucher darstellt, wird deutlich, wenn im folgenden gezeigt wird, daß der Verbraucher all die Leistung tatsächlich aufnimmt, die der Generator an die Leitung abgibt).

Denn sobald die reflektierte Leistung am Generator wieder erscheint und dadurch die Fehlanpassung des Generators an die Leitung erzeugt, wird die reflektierte Leistung vollständig zurückreflektiert in Richtung zum Verbraucher. Dadurch wird zu der vom Generator abgegebenen Leistung genau derselbe Betrag hinzugefügt, der vom Generator wegen der Fehlanpassung nicht zur Verfügung gestellt werden kann. Da die vorwärtsfließende Leistung also gleich der vom Generator abgegebenen Leistung plus der reflektier-

ten Leistung ist, bleibt die Gesamtleistung, die den fehlangepaßten Verbraucher erreicht, dieselbe wie zu dem Zeitpunkt, als der Generator noch nicht eine reduzierte Leistung abgab. Der sog. „Verlust durch Reflexion“ ist also genauso groß wie die Verminderung an Generatorleistung wegen Fehlanpassung.

Wenn jetzt eine Einrichtung zur Kompensation der Blindwiderstände (conjugate match) irgendwo auf der Leitung eingefügt wird, ggf. auch an deren Anfang, wird die reflektierte Welle daran gehindert, über diese Einrichtung hinaus in Richtung des Generators weiter zu fließen, wie dies in Teil IV auseinandergesetzt wurde. Als Folge davon wird der Leitungswiderstand zwischen dieser Einrichtung und dem Generator nicht mehr durch die reflektierte Welle beeinflusst und behält deshalb seinen Wellenwiderstand Z_c . Als Folge davon sieht der Generator auch keine Fehlanpassung mehr und gibt deshalb die „höchstmögliche Leistung durch Anpassung“ an die Speiseleitung ab. Die Einrichtung zur Kompensation der Blindwiderstände erzeugt also eine Art negative Reflexion, die üblicherweise als „Reflexions-Gewinn“ bezeichnet wird und genauso groß ist, wie der sog. „Verlust durch Reflexion“. Gewinn und Verlust heben sich auf, und es geht nichts verloren.

Damit wird aber gleichzeitig nachgewiesen, daß die gesamte vom Generator gelieferte Leistung vom Verbraucher aufgenommen wird, gleichgültig ob mit oder ohne Reflexions-Gewinn! Der Unterschied besteht allein darin, daß der Generator nur weniger Leistung abzugeben vermag, solange nicht durch den „Reflexions-Gewinn“ (durch Kompensation der Blindwiderstände) der Zustand der vollständigen Anpassung zwischen Generator und Leitung wiederhergestellt ist.

Deshalb ist jetzt die Frage zu stellen: Wie vereinbart sich diese Feststellung mit dem Nomogramm von K 8 ZVF, in dem die reflektierte Leistung als „verlorene Leistung“ bezeichnet wird, und mit der Tabelle für „nutzbare Leistung“ in dem Artikel der „Knight SWR Indicator Review“? Dazu ist folgendes zu sagen. Das Nomogramm verwandelt lediglich das Stehwellenverhältnis SWR wieder in reflektierte Leistung p^2 , die vom Stehwellenmeßgerät tatsächlich nur gemessen wird und nur durch die Art der Skalenkonstruktion in SWR umgewandelt wird. Wie in Teil III behandelt wurde, ist p^2 das Maß für „Reflexionsverlust“ oder reflektierte Leistung. Wie bereits festgestellt, ist die reflektierte Leistung genau gleich der Minderung der vom Sender abgegebenen Leistung, die sich unmittelbar errechnet aus dem Verhältnis des Wellenwiderstandes Z_c der Leitung und dem Scheinwiderstand Z_L des Verbrauchers. Die reflektierte Leistung ist das Quadrat des Spannungs- oder Strom-Reflexions-Koeffizienten p aus der Gleichung 1 Teil III (dort Abbildung 4). Aber man muß sich dabei immer bewußt bleiben, daß es eine Blindleistung ist, weil sie ggf. (nämlich bei entsprechenden Schaltungsmaßnahmen) an den Verbraucher abgegeben wird, wie dies in Teil IV und V ausgeführt wurde.

(Der nächste Absatz befaßt sich mit dem zweiten erwähnte Aufsatz und erläutert die darin enthaltenen Fehler. Die Einzelheiten sind ohne Kenntnis des Artikels dem Verständnis nur schwer zugänglich und deshalb weggelassen.)

Also die beiden Punkte, die für das Verständnis bisher fehlten, sind:

1. Das Verstehen der Vorgänge bei „Reflexionsverlust“ und „Reflexionsgewinn“ und
2. die Entdeckung, daß die reflektierte Leistung am Generatorausgang (Senderausgang) ihrerseits total „zurückreflektiert“ wird, und zwar gleichgültig, ob mit oder ohne Reflexionsgewinn.

Damit ist bewiesen, daß die Informationen von K 8 ZVF und W 2 AEF nichts aussagen über „verlorene Leistung“, sondern nur über den „Reflexionsverlust“, d.h. über denjenigen Anteil der Leistung, der vom Sender nicht abgegeben werden kann, solange nicht durch die Kompensation der Blindwiderstände (conjugate match) für einen „Reflexionsgewinn“ gesorgt wird, weil dadurch der Sender in die Lage versetzt wird, seine höchstmögliche Leistung durch Anpassung abzugeben. Wie bei früherer Gelegenheit mehrfach festgestellt wurde, wird die „Kompensation der Blindwiderstände“ automatisch erreicht, entweder (häufig unbewußt!) durch richtige Abstimmung des Tankkreises für den neu entstandenen Leistungswiderstand E/I , oder (bewußt) durch Verwendung eines Abstimmgerätes zur Lei-