

Tankkreises mit Blindwiderständen auswirken und evtl. eine Kompensation der Blindkomponenten unmöglich machen, wird in späteren Folgen dieser Serie im einzelnen dargestellt werden.

Reflexions-Gewinn

Jetzt komme ich zu Abb. 3. Sie wurde besonders entwickelt, um den Begriff des „Reflexions-Gewinns“ darzustellen mit dem Ziel, deutlich die Wirkung der falschen Auffassung des Begriffs „Verlust durch Reflexion“ als angeblich verlorener oder in Wärme umgesetzter Leistung zu verstehen. Die Auswirkung allein dieses Mißverständnisses über die Vorgänge auf Speiseleitungen hat geradezu verheerende Folgen gehabt; denn in diesem Mißverständnis ist der Grund für die mittlerweile vorherrschende Krankheit zu suchen, die man am besten wohl als „Kleinst-SWR-Seuche“ bezeichnen kann. Sie ist der Grund, warum so viele Amateure fälschlicherweise glauben, daß es nur durch ein niedriges SWR möglich sei, Leistung in die Antenne zu bekommen.

Dabei wird nämlich übersehen, daß bei einer verlustarmen Speiseleitung, gleichgültig wie hoch das SWR ist, durch den „Reflexionsgewinn“ die Wirkung der Fehlanpassung kompensiert wird, sofern der Sender einen genügenden Abstimmbereich hat und dadurch die richtige Anpassung zwischen Sender und Leitung hergestellt werden kann; denn dann wird die gesamte vom Sender erzeugte Leistung von der Antenne aufgenommen. Wegen dieser „Kleinst-SWR-Seuche“ haben wir uns das Verständnis dafür verbaut (wie in Teil V ausgeführt), daß durch Verringerung des SWR keine irgendwie zu Buch schlagende Vergrößerung der Leistung erzielt werden kann. Wir haben uns weiter die Erkenntnis dafür verbaut, dass allein die Leitungsdämpfung den Schlüssel dafür darstellt, ob das SWR von irgendwie praktischer Bedeutung für den Wirkungsgrad der Antenne ist.

In Abb. 3 gibt die stark ausgezogene Kurve, die als p2 und (1 — p2) bezeichnet ist, den Zustand einer verlustfreien Leitung wieder. Sie stellt gleichzeitig eine genaue Wiedergabe des Nomogramms von K 8 ZVF für „verlorene Leistung“ dar und zeigt zugleich die Werte der Tabelle des genannten Autors für „Reflektierte Leistung“ und für „nutzbare Leistung“. Die Kurve gibt nämlich die reflektierte Leistung p2 im Verhältnis zum SWR an, wenn man die Ordinate von oben nach unten liest, und wenn man von unten nach oben liest, findet man die Werte für diejenige Leistung, die der Sender bei einer Fehlanpassung nur abzugeben vermag, ausgedrückt im Stehwellenverhältnis SWR oder (1 - p2).

Also wenn man die Kurve aufwärts liest, ergeben sich die Werte für die Ausgangsleistung eines Senders, der richtig an den Eingangswiderstand der Leitung (den Wellenwiderstand) angepaßt ist, aber wenn der Verbraucher am Ende der Leitung (also die Antenne) eine Fehlanpassung aufweist. Wenn man in solchem Falle aber, wie früher ausgeführt, diesen Reflexionsverlust durch Kompensation der Blindkomponente (sogenanntes conjugate match) in einen Reflexionsgewinn verwandelt (was in vielen Fällen allein schon durch Nachstimmen des Tankkreises des Senders unbewußt geschieht!), ergibt sich die neue Kurve a = 0,0 dB, die den Fall der richtig angepaßten Antenne darstellt und durch die stark ausgezogene, waagerechte Linie am Kopf der Abbildung 3 dargestellt wird. Und diese Kurve besagt, daß 100% der vom Sender abgegebenen Leistung von der Antenne aufgenommen wird, gleichgültig wie

breiten oder schmalen Amateurbändern. So ist das 40-m-Band sehr schmal, weil es nur 100 kHz umfaßt, und das 10-m-Band recht breit, weil es 1700 kHz beträgt.

Wir sprechen also auch von der „Breite eines Amateurbandes“, und weil unsere Antennen im allgemeinen für ein bestimmtes Amateurband konstruiert werden, sollen sie nach Möglichkeit auf allen Frequenzen dieses Amateurbandes auch als Strahler gut funktionieren. Wenn man nun die Ausführungen von Maxwell unter diesem Gesichtspunkt im Zusammenhang ansieht, dann wollte er offensichtlich an der fraglichen Stelle zum Ausdruck bringen, daß es auf allen Kurzwellenbändern möglich ist, die üblichen Antennen unter Verwendung von Koaxkabeln auf allen Frequenzen des betreffenden Bandes erfolgreich und ohne nennenswerte Verluste zu speisen. Diese Möglichkeit erkennt man aber nur, wenn man sich darüber klar geworden ist, daß unter gewissen Umständen auch ruhig ein Stehwellenverhältnis von 5:1 und mehr in Kauf genommen werden kann, weil das Stehwellenverhältnis nichts darüber aussagt, ob die Antenne selbst als Strahler gut funktioniert oder nicht.

Maxwell braucht also das Wort „Bandbreite“ im Sinne der „Breite des Frequenzbandes einer Antenne“, das sich bei Verwendung einer koaxialen Speiseleitung erfolgreich ausnutzen läßt. Die Kritik von W 6 ZWK wegen des angeblich falschen Gebrauchs des Wortes „Bandbreite“ ist also unberechtigt, weil sie das in Wirklichkeit von Maxwell behandelte Thema verfehlt hat.

2. Die zweite von W6ZWK angegriffene These Maxwells ist dessen Behauptung, daß man die erforderliche Anpassung der Antenne an die Speiseleitung gar nicht in der frischen Luft oder gar in lebensgefährlicher Position auf einem Antennenmast vorzunehmen braucht, sondern daß dies in der Station des Amateurs am Anfang der Speiseleitung geschehen kann. Dazu meint Parker als erstes, daß diese These natürlich stimmt, sofern die Verluste in der Leitung gering seien und es dem Amateur nicht auf Schnelligkeit und Handlichkeit in der Bedienung ankomme, ferner solange er nicht auf eine Begrenzung in der Abstimmung und Belastung seiner Endstufe zu achten brauche und es ihm nicht auf etwas mehr oder weniger herumvagabundierende Hf in seinem Shack ankomme.

Von den drei angeführten Nachteilen, die man angeblich in Kauf nehmen muß, ist die letzte Behauptung offensichtlich falsch. Der W 6 ZWK leitet diese Behauptung daraus her, daß Maxwell angeblich die Verwendung von offenen Lecherleitungen für die Speiseleitung der Antenne verlange. Das ist aber gar nicht der Fall, sondern die Lecherleitung als eine in den 30er Jahren beliebte Speiseleitung wird nur als ein Beispiel erwähnt, bei dem man schon früher mit stehenden Wellen auf der Speiseleitung gearbeitet habe (also absichtlich ein hohes Stehwellenverhältnis erzeugt!) und trotzdem die Antenne vorzüglich zum Strahlen brachte.

Daß nämlich Maxwell seine Betrachtungen keineswegs auf offene Speiseleitungen beschränkte, sondern diese genauso gut für Koaxialkabel gelten, ergibt sich z.B. aus seinen Ausführungen in cq-DL1/76, Seite 3, Spalte 2 oben. Dort trifft Maxwell ausdrücklich die Feststellung, daß das Auftreten von stehenden Wellen im Inneren der Koaxialleitung keineswegs bedeutet, daß auf dem Außenleiter des Koaxialkabels sich vagabundierende Hochfrequenz bildet, wie der Satz ergibt:

„Eine stehende Welle als Folge einer Fehlanpassung kann sich auf der Außenseite des Kabels nicht entwickeln.“ Wenn aber das nicht der Fall ist, kann auch keine vagabundierende Hochfrequenz über den Außenmantel des Kabels in den Shack des Amateurs gelangen. In diesem Punkt scheint mir daher Parker ein echter Irrtum unterlaufen zu sein.

Aber auch das Argument von Parker dürfte nicht stimmen, daß die schnelle Bedienung beeinträchtigt werde, wenn man das „Wegstimmen der Blindkomponente“ (conjugate match) im Stationsraum vornimmt. Wenn man dieses Wegstimmen der Blindkomponente am Fußpunkt der Antenne (also am Ende der Leitung unmittelbar an der Antenne) vornimmt, dann gestattet dies nur die Ausnutzung der Antenne für einen bestimmten engen Frequenzbereich. Das ist aber genauso der Fall, wenn man das Wegstimmen der Blindkomponente am Anfang der Leitung, also unmittelbar beim Sender vornimmt. Hat man dort für eine bestimmte Frequenz die Abstimmung einmal richtig eingestellt, dann kann man die Frequenz innerhalb bestimmter enger Grenzen variieren, die genauso groß sind, wie wenn man die Abstimmung am Antennenfußpunkt durchgeführt hätte. Solange man sich auf diese geringe Frequenzvariation beschränkt, braucht man auch nichts nachzustimmen, wenn das conjugate match am Anfang der Speiseleitung vorgenommen wurde.

Aber der große Vorteil bei der Durchführung der Anpassung im Shack besteht eben darin, daß man auch auf weiter abliegenden Frequenzen die Anpassung ganz schnell durchführen und die Antenne auf solcher weiter abliegenden Frequenz zum Strahlen mit voller Leistung bringen kann, was nicht möglich wäre, wenn man die Anpassung am Fußpunkt der Antenne vorgenommen hätte, weil man dort im Augenblick nichts ändern kann. Mangels Abgleichmöglichkeit würde man die Antenne nur mit einem entsprechend hohen Leistungsverlust zum Strahlen bringen können.

Hat man aber nach dem Konzept von Maxwell die Anpassung auf immer weiter abliegenden Frequenz einmal vorgenommen, dann kann man wiederum einen gewissen engen Frequenzbereich um die neu eingestellte Frequenz herum beliebig benutzen, ohne daß man die Anpassung neu abzustimmen braucht. Es scheint mir also ganz klar, daß das Konzept von Maxwell gegenüber dem von W 6 ZWK keine Nachteile, sondern echte Vorteile mit sich bringt, weshalb auch dieses Argument Parkers nicht durchgreift.

Und was schließlich das dritte, vorstehend angeführte Argument angeht, daß das Konzept Maxwells nur solange funktioniere, als man nicht auf Begrenzungen in der Abstimmung und Belastung der Endstufe zu achten brauche, so sehe ich insoweit keinen Nachteil des Konzepts von Maxwell. Denn solange man sich innerhalb des engen Frequenzbereiches bewegt, der bei Abstimmung am Fußpunkt der Antenne überstrichen werden kann, ergibt sich genauso wenig eine Überlastung der Endstufe, wenn man diese Abstimmung am Anfang der Leitung im Shack vorgenommen hatte. Erst für weiter abliegende Frequenzen kann eine so starke Verstimmung eintreten, daß die Endstufe überlastet würde. Aber auf solcher weiter abliegenden Frequenz könnte man nach dem Konzept Parkers sowieso nicht arbeiten!

In einem späteren Aufsatz, der im Dezember-Heft 1974 der QST erschienen ist, befaßt sich Maxwell darüber hinaus mit dem Problem des beschränkten

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 Monogramm 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 Monogramm 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 erwähnten 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 Leitungsanpassung, wenn der Sender-Tankkreis keinen genügenden Abstimmbereich hat, um durch seine Abstimmung allein die Anpassung zu erzielen. Wie der Tankkreis die „Kompensation der Blindwiderstände“ zustande bringt und welche Effekte durch zu schwache oder zu feste Ankopplung auftreten und wie sich schließlich eine Belastung des