

gibt, die Bemühungen für die Anpassung an den Verbraucher über ein Stehwellenverhältnis von 2:1 hinaus zu verbessern, allein um jegliche stehende Welle zum Verschwinden zu bringen in der Hoffnung, dadurch den Wirkungsgrad noch zu erhöhen. Außerdem kann das erzielte, wundervolle Stehwellenverhältnis 1:1, das durch Einstellung einer bestimmten Höhe der Antenne erzielt wurde, immer nur auf einer einzigen Frequenz realisiert werden, weil sofort eine Blindkomponente erscheint, sobald wir uns von der Resonanzfrequenz entfernen. Um auf einer anderen Frequenz dasselbe Stehwellenverhältnis 1:1 erzielen zu können, müßte die Länge des Strahlers neu getrimmt werden, womit der Teufelskreis sich wieder schließen würde. Die weite Verbreitung dieser Ansichten über den Gebrauch von Antennen hat uns schließlich dahin programmiert zu glauben, daß man nur Speiseleitungen einer Länge von $\lambda/2$ ohne Reflektionen betreiben könne und daß man die Antenne nur auf ihrer Resonanzfrequenz betreiben dürfe, um einen perfekten 50-Ohm-Eingangswiderstand ohne Blindkomponente erhalten zu können. Dadurch sind wir im Endergebnis abgeschreckt worden, die tatsächliche Wirkung des Blindwiderstandes im Antennenscheinwiderstand zu verstehen und überhaupt zu lernen, wie eine Leitung jeden Abschlußscheinwiderstand, gleichviel welcher Art, in einer bestimmten und vorausberechenbaren Weise transformiert.

Weil wir uns so haben programmieren lassen, haben die meisten von uns vergessen, daß wir den gewünschten 50-Ohm-Wirkwiderstand am Eingang der Leitung aus dem durch die Leitung transformierten Antennenscheinwiderstand mit Hilfe einer einfachen Anpassungsschaltung am Anfang der Leitung in der Station erzielen können, häufig sogar viel einfacher, als dies am Fußpunkt der Antenne möglich ist. Tatsächlich ist es so, daß in einigen Sendern der Scheinwiderstand, der vom Sender am Eingang der Leitung gesehen wird, für Stehwellenverhältnisse von 2:1 oder höher allein durch Abstimmung des Sendertankkreises für eine optimale Leistungsabgabe angepaßt werden kann. Wenn ein Sender aber nicht ausreichenden Abstimmungsumfang für die Anpassung hat, kann ein getrenntes Gerät für die Anpassung der Speiseleitung zwischen Sender und Leitungsanfang geschaltet werden, das eine viel vernünftigeren Einrichtung zur Anpassung darstellt, als wenn man an der Antenne selbst herumspielt. Wir werden sehen, warum es viele Situationen geben kann, in denen diese Art der Anpassung in Betracht gezogen werden sollte, falls die Fehlanpassung des Verbrauchers Werte von 5:1 und höher erreicht, wenn man sich von der Resonanzfrequenz der Antenne entfernt [5].

Ein weiteres Mißverständnis, das zu der nutzlosen und ungerechtfertigten Überzeugung für die $\lambda/2$ -Speiseleitung führte, besteht darin, daß diese den Antennenwirkwiderstand im Sender wiederholt. Diese Frage betrifft die Wirkung des Blindwiderstandes am Leitungseingang auf die Resonanz des Sendertankkreises, wenn eine Speiseleitung mit Reflexionen unmittelbar durch ein Pi-Filter gespeist wird. Zum Verständnis betrachte man einen Tankkreis, der zuerst mit einem Wirkwiderstand belastet ist und auf Resonanz abgestimmt wird. Wenn dann die Belastung geändert wird in eine solche, die Blindwiderstand enthält, kann durch Neuabstimmung des Tankkreises der reflektierte Blindwiderstand kompensiert werden, wenn die Abstimmelemente des Tankkreises einen ausreichenden Abstimmbereich haben, um den Kreis wieder auf Resonanz bei richtiger Belastung abzustimmen. Dann ist alles in Ordnung. Die Röhren sehen dann wieder eine ordnungsgemäße Belastung mit einem Wirkwiderstand. Das Mißverständnis über diesen Punkt ist dadurch entstanden, daß einige Autoren, die offensichtlich die Wirkung von Resonanzkreisen noch nicht verstanden haben, die Behauptung aufstellen, daß durch das Nachstimmen Blindwiderstand in den Anodenkreis hineingebracht würde, der den Kreis verstimmt und dadurch eine unrichtige Belastung verursacht, die dann den Anodenstrom und die Verlustleistung der Röhre erhöhen. Aber das stimmt einfach nicht! Weitere Einzelheiten über diesen Punkt werden in einem späteren Artikel folgen.

Niedriges SWR aus falschem Grund

Wir haben einen derartigen Fall des „niedrigen SWR aus falschem Grunde“ schon insoweit besprochen, als in der Praxis (oft ganz

unbewußt) die vollständig angepaßte Antenne nur auf der Frequenz der Eigenresonanz ihres Strahlers betrieben wird. Ein anderer falscher Grund für ein möglichst niedriges SWR besteht darin, daß das niedrige SWR der Speiseleitung als das einzige Kriterium für die Strahlungsqualität einer Antenne über einen größeren Frequenzbereich angesehen wird. Oder mit anderen Worten, daß man durch ein niedriges SWR glaubt, in den siebten Himmel gekommen zu sein, aber bei einem hohen SWR sich der Lächerlichkeit preisgibt.

Das ist eine eindeutig fehlerhafte Anwendung des SWR, weil es Fälle gibt, in denen es gerade umgekehrt ist, daß nämlich ein hohes SWR ein Zeichen für einen guten Wirkungsgrad der Antenne in einem bestimmten Frequenzband darstellt. Die Gründe dafür werden in Kürze dargestellt. Als Folge dieser Fehlanwendung des SWR werden häufig gute Antennen als schlecht abgelehnt, weil ein relativ hohes SWR auftritt, und umgekehrt werden schlechte Antennen als „gut“ eingestuft, nur weil das SWR verhältnismäßig niedrig bleibt.

In den meisten Fällen ist die alleinige Verwendung des SWR für die Beurteilung des Wirkungsgrades einer Antenne völlig verfehlt, weil das SWR lediglich den Grad der Fehlanpassung zum Ausdruck bringt, nicht aber ein Maß für die Wirksamkeit der Antenne als Strahler ist, m.a.W. nicht den Wirkungsgrad der Antenne anzeigt!

Jedoch werden wir sofort sehen, wie eine relative Änderung des SWR auf einen niedrigeren oder höheren Wert als den Ursprungswert für die betreffende Antenne als korrekt anzusehen war, einen Hinweis dafür geben kann, daß irgendwie in dem Gesamtsystem eine Änderung stattgefunden hat. Diese Änderung könnte möglicherweise die Strahlungseigenschaft der Antenne beeinflussen.

Die übliche Vertikal-Antenne (ground plane) mit zwei bis vier Gegengewichten (übrigens eine unzureichende Anzahl für einen guten Wirkungsgrad der Antenne als Strahler!) oder gar nur mit einer vergrabenen Wasserleitung oder einer in den Boden geschlagenen Stange als Erdung ist z.B. einer der Fälle, bei denen ein SWR, das niedriger als normal über einen bestimmten Frequenzbereich bleibt, ein klares Anzeichen für einen schlechten Strahlungswirkungsgrad der Antenne bedeutet. Umgekehrt wird eine Verbesserung des Erdungssystems durch Hinzufügen einer ausreichenden Zahl von Gegengewichten davon begleitet sein, daß eine auffällige Erhöhung des SWR innerhalb desselben Frequenzbereiches zu verzeichnen ist, obwohl durch die Verbesserung des Erdungssystems der Strahlungswirkungsgrad der Antenne auf annähernd 100% gestiegen ist! Dieser Anstieg des SWR wird nennenswert höher sein als normalerweise erwartet.

Mit einem ausreichenden Erdungssystem ist das SWR über den gesamten Frequenzbereich berechenbar, weil ein Verbraucher mit einem Scheinwiderstand $R + jX$ ein bestimmtes SWR verursacht für eine vorgegebene Antenne und weil wir ferner ungefähr die Größe des Antennenscheinwiderstandes für jede gewünschte Frequenz kennen ([6], [7], [8] und [9], Seite 3-1).

Aber wenn das Erdungssystem ungenügend ist, besteht ein unbekannter Widerstand für die Verluste im Erdreich, der sich zu dem bekannten Antennenscheinwiderstand addiert. Dadurch wird das SWR verändert auf einen niedrigeren Wert, der aber nicht berechenbar ist. Jedoch neigen wir ohne diese Erkenntnis dazu, über das niedrigere SWR glücklich zu sein, ohne zu untersuchen, ob wir diejenigen SWR-Werte messen, die bei den gegebenen Dimensionen des Systems vorhanden sein müßten! Dies ist eine äußerst wichtige Feststellung, die wir ganz klar verstehen müssen, wenn wir Fehldeutungen der Werte des SWR vermeiden wollen in dem Bemühen, die von der Antenne abgestrahlte Leistung auf ihr Optimum zu bringen.

Es wird uns helfen, diese Feststellung zu verstehen, wenn wir ein klares physikalisches Bild davon haben, wie die Verluste im Erdwiderstand bei einer Ground-Plane-Antenne entstehen. Es scheint nämlich so zu sein, daß wir bei dieser Frage einem weiteren Mißverständnis unterliegen, und zwar bezüglich des Verhaltens des Stromes und des elektrischen Feldes bei einer Ground-Plane-Antenne. Die meisten von uns kennen die Erdungstechniken für Blitzableiter, wie z.B. Metallstangen oder Metallrohre, die tief in den Erdboden hineingetrieben werden und dadurch einen hervorragenden niedrigen Erdungswiderstand für den Blitzstrom aufweisen. Jedoch ist es den meisten unbekannt, daß diese Technik völlig ungeeignet ist, um eine gute