

stand getrennt werden können, das Stehwellenverhältnis beeinflussen. Diese nicht vorausberechenbaren Verluste verändern das SWR von einem vorausberechenbaren Wert, der sich aufgrund bekannter Daten für Antennenscheinwiderstände ergibt, in einen unvorherberechenbaren Wert, der gewöhnlich niedriger liegt ([12], Seite 82).

Wenn die Wirkwiderstandskomponente des echten Scheinwiderstands der Belastung (z. B. Antenne) niedriger ist als der „Minimum-SWR-Wirkwiderstand“, wie er sich für eine beliebige Blindkomponente des echten Scheinwiderstandes der Belastung ergibt, wird ein zusätzlicher Wirkwiderstand (z. B. Verluste im Erdreich), der zu der Belastung hinzukommt, das SWR kleiner werden lassen als der Wert, der sich mit der Belastung allein ergibt. Diese Feststellung gilt solange, bis der gesamte Wirkwiderstand (z. B. bestehend aus den unvermeidlichen Ohmschen Verlusten der Antenne und den vermeidbaren Verlusten des Erdwiderstandes) gleich dem „Minimum-SWR-Wirkwiderstand“ wird. Wird dann noch mehr Wirkwiderstand hinzugefügt, wird das SWR wieder anfangen zu steigen.

Diese Feststellung gilt insbesondere für Vertikal-Antennen von einer Viertel-Wellenlänge und kürzer. Mit dem Vorstehenden ist der Beweis erbracht, warum der „Erdwiderstand“ solcher Antennen, der den Wirkungsgrad der Antenne verschlechtert, gleichzeitig das SWR verkleinert und damit nach der landläufigen Auffassung eine Verbesserung anzeigt! Dies kommt also daher, weil der Anteil des Wirkwiderstandes einer solchen Antenne im allgemeinen kleiner als der Wellenwiderstand der üblichen Speiseleitungen (Koax-Kabel von 50–75 Ohm) ist, während der „Minimum-SWR-Wirkwiderstand“ immer gleich Z_c oder größer als Z_c ist.

Das Vorhandensein von Blindwiderstand im Antennenscheinwiderstand bringt einen weiteren Punkt von Bedeutung ans Tageslicht, um die Beziehung zwischen SWR und Antennenwirkungsgrad richtig zu verstehen. Wie schon früher festgestellt, hängt die Schnelligkeit, mit der das SWR steigt, wenn die Arbeitsfrequenz sich von der Eigenresonanzfrequenz der Antenne entfernt, von der Änderung des Antennenscheinwiderstandes im Speisepunkt der Antenne ab. Diese Änderung des Scheinwiderstandes im Speisepunkt hängt wiederum von der Güte Q der Antenne ab. Den größten Einfluß auf das Q der Antenne hat wiederum die Größe der Kapazität zwischen den beiden Dipolhälften (obwohl die Ground-Plane-Antenne im allgemeinen als „Monopol“ bezeichnet wird, kann sie elektrisch wie ein Dipol betrachtet werden, weil die untere Hälfte des Dipols nur das Spiegelbild der oberen Hälfte ist, jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen). Diese Kapazität des Dipols wird bestimmt durch das Verhältnis der Strahlerlänge L zum Durchmesser D .

Das Verhältnis L/D [9] bei den üblichen Drahtantennen ist sehr hoch mit der Folge einer niedrigen Kapazität des Dipols und somit einer hohen Güte Q , die ihrerseits eine außerordentlich schnelle Änderung des Scheinwiderstandes der Antenne verursacht, wenn die Arbeitsfrequenz sich von der Eigenresonanz der Antenne entfernt. Das ist der Grund, warum ein Dipol aus einem einzelnen Draht eine schmalbandige Antenne darstellt. Jedoch kann man Maßnahmen treffen, um die Antenne breitbandig zu machen, indem man ihre Kapazität erhöht, dadurch das Q mindert und damit die Schnelligkeit der Änderung des SWR herabsetzt. Eine dieser Maßnahmen besteht z. B. darin, daß man das L/D -Verhältnis durch Verwendung einer Reuse, bestehend aus vielen einzelnen Drähten, herabdrückt oder daß man vom Speisepunkt aus viele Drähte fächerförmig ausgehen läßt.

SWR-Werte im Verhältnis zur Frequenz können deshalb nur dann wertvolle Hinweise geben, wenn sie unter Berücksichtigung der Bandbreite von verschiedenen Strahlern gemessen wurden. Auch muß dabei jeder zusätzliche Verlust durch (Ohmsche) Wirkwiderstände ausgeschaltet oder auf ein Minimum beschränkt werden, um keine unbekannt Variablen einzuführen. Macht man dies nämlich nicht, können diese unbekannt Variablen verschiedenartige Fehler bei den Werten des SWR für die verschiedenen Versuchsanordnungen herbeiführen. Dadurch können die verschiedenen Ergebnisse der Versuchsreihe wertlos werden. Wenn man verschiedene Dipole mit etwa gleichgroßem Q mißt, darf sich die Schnelligkeit, mit der sich das SWR im Verhältnis zur Frequenz ändert, nicht nennenswert unterscheiden, solange nicht wirkliche Schritte unternommen wurden, um

eine Antenne breitbandig und damit die Güte Q niedrig zu machen! Das gilt auch für sogenannte „Inverted V“-Antennen. Sobald sich daher ein auffallender Unterschied im Stehwellenverhältnis zeigt, ohne daß echte Schritte unternommen wurden, um die Bandbreite der Antenne zu erhöhen, ist dies mit Sicherheit ein Hinweis auf eine Fehlerquelle, die gesucht werden muß! Die Ursache kann z. B. in einem ungewollten Ohmschen Verlustwiderstand liegen, der beseitigt werden muß.

Der Verfasser hat wiederholt Publikationen über das SWR von verhältnismäßig einfachen Antennen gelesen, bei denen es einfach unmöglich war, daß ein so niedriges SWR für den beschriebenen Frequenzbereich vorhanden sein konnte. Das Q der beschriebenen Antenne war einfach zu hoch und mußte deshalb zu einem höheren SWR an den Enden des Frequenzbereiches führen. Es gibt zwei mögliche Erklärungen für diesen Widerspruch. Entweder wurden die Messungen mit einem falsch anzeigenden SWR-Meter vorgenommen (viele dieser Instrumente zeigen zu geringe Werte an ([16], [17]), oder aber es bestanden, wie vorstehend für die Ground-Plane-Antenne gezeigt, unbekannt Fehler irgendwo in dem Antennensystem, weil zusätzliche, aber vermeidbare Verlustwiderstände vorhanden waren, die den Gütefaktor der Antenne herabsetzten.

Aber diese Artikel wurden veröffentlicht, weil die beschriebenen Antennen den Eindruck erweckten, daß sie ein „verbessertes Stehwellenverhältnis“ aufwiesen. Wie häufig preisen Amateure ihre neue Antenne mit der einzigen Begründung, daß das SWR über das gesamte Amateurband so niedrige Werte zeige. Es sollte deshalb jetzt klar sein, und es kann nicht oft genug betont werden, daß ein unerkannter und nicht gewollter Verlustwiderstand in einem Antennensystem ein sehr niedriges SWR verursachen kann, wenn ein solch niedriges Stehwellenverhältnis nicht vorhanden sein darf! Deshalb soll in einem späteren Kapitel die Beziehung zwischen Antennenscheinwiderstand und Stehwellenverhältnis in allen Einzelheiten untersucht werden, damit wir lernen abzuschätzen, was unter den gegebenen Bedingungen als richtiges Stehwellenverhältnis anzusehen ist.

Reflektierte Leistung und Stehwellenverhältnis

Lassen Sie uns nach diesem Exkurs zu unserem Hauptanliegen zurückkehren, warum wir uns aus falschen und wertlosen Gründen an dem „SWR 1:1“ berauschen. Wie schon früher gezeigt, beruht dies Mißverständnis hauptsächlich auf dem vorherrschenden, aber irrtümlichen Gedanken, daß jede Herabsetzung des SWR und damit auch der auf der Speiseleitung reflektierten Leistung eine im gleichen Verhältnis erhöhte Strahlungsleistung der Antenne erzeugt. Der Irrtum bei dieser Überlegung ist die falsche Annahme, daß, wenn die Leistung reflektiert wurde, sie deshalb nicht von der Antenne aufgenommen und abgestrahlt werden kann und daß deshalb diese reflektierte Leistung im Sender in Wärme umgesetzt und deshalb verloren wird.

Diese Annahme ist in doppelter Hinsicht falsch. Richtig ist vielmehr, daß wegen der Schaltungsmaßnahmen, die zur Ankopplung des Senders an die Speiseleitung dienen, die gesamte Leistung, die einmal in die Speiseleitung hineingelangt ist, von der Antenne aufgenommen wird. (Mit Ausnahme der Ohmschen Verluste in der Leitung, die aber bei nicht zu langen Leitungen vernachlässigbar klein sind!)

Dies ist sogar auch dann noch der Fall, wenn der Verbraucher, also die Antenne, an den Wellenwiderstand der Leitung fehlangepaßt ist ([18]). Die vollständige Aufnahme der gesamten vom Sender abgegebenen Leistung tritt auch bei Fehlanpassung der Antenne ein, weil die durch die Fehlanpassung reflektierte Leistung erhalten bleibt, da sie am Senderausgang (wegen totaler Fehlanpassung!) wiederum reflektiert, m. a. W. zur Antenne „zurückreflektiert“ wird.

Lassen Sie uns deshalb für einen Augenblick eine verlustlose Leitung im Lichte der obigen Feststellungen betrachten. In diesem Falle ergibt sich aus der unterstellten Verlustfreiheit der Leitung, daß alle an die Leitung abgegebene Leistung auch in den Verbraucher gelangen muß, weil eine verlustfreie Leitung keine Leistung absorbieren kann. Dann kann aber auch durch Reflexion eines Teils der