

Kurzdipol für alle Bänder von 1,8 bis 30 MHz

Optimale Anpassung durch Antennenstrommessung



Zur Person

Alfred Klüß, DF2BC
Jahrgang 1957, Amateurfunkgenehmigung seit 1975
Gelernter Kfz-Elektriker, Funkoffizier und Indus-

triakaufmann, seit elf Jahren freiberuflicher Autor und Lektor
Besondere Interessen: die Betriebsart Telegrafie, alles rund um das Thema Drahtantennen und das 160-m-Band trotz eingeschränkter Antennenmöglichkeiten
Weitere Hobbys: Fahrrad-Ferntouren sowie eine sechsjährige Tochter und deren Mutter

Anschrift:
Isarstraße 24
26802 Moormerland
alfred.kluess@t-online.de

Alfred Klüß, DF2BC

Extrem niedrige Impedanzen und hohe kapazitive Blindanteile kurzer Antennen sind eine Herausforderung bei der Anpassung. Das SWR allein ist kein zuverlässiger Indikator, erst durch die Erfassung der zusätzlichen Messgröße „Antennenstrom“ lässt sich der Antennenkoppler optimal einstellen.

Wenn das Grundstück und damit der Platz für Antennen mit rund 300 m² begrenzt ist, muss man sich etwas einfallen lassen, um auf allen Kurzwellenbändern QRV zu sein.

Lösungsmöglichkeiten

Kommerzielle Produkte bieten da wenig Brauchbares, und mit einem der zahlreichen Produkte aus dem Bereich der „Antennen-Esoterik“ ist man für viel Geld immer noch „angenehm leise“. Zielsetzung war daher eine selbst gebaute unauffällige Drahtantenne für alle KW-Bänder mit noch akzeptablem Wirkungsgrad auf 160 und 80 m. Es ging darum, mit einer kleinen Antenne noch so gut wie möglich rauszukommen oder mit der Alternative des völligen

Verzichts auf die unteren Bänder leben zu müssen. Koaxgespeiste Antennen kommen da nicht infrage, da im unteren Frequenzbereich die Anpassung infolge der Schmalbandigkeit kaum in den Griff zu bekommen ist.

Endgespeiste Drahtantennen sind bei einer Viertelwellenlänge und kürzer stromgespeist und erfordern eine gute HF-Erdung, die sich selten realisieren lässt. Mit Behelfserdungen, wie Dachrinnen, Wasserleitungen und Heizungsrohren, bleibt der Wirkungsgrad erschreckend weit unten. Außerdem hat man mit vagabundierender Hochfrequenz zu kämpfen, die Stationsmasse ist unmöglich frei von HF zu bekommen. Unsymmetrisch gegen Erde stromgespeiste Drähte sind also auch nichts für beengte Platzverhältnisse!

Bleibt letztendlich nur der per Zweidrahtleitung gespeiste Dipol übrig. Er bietet eine weitestgehende Erdunabhängigkeit, universellen Multibandbetrieb und im Gegensatz zu koaxgespeisten Sperrkreisantennen einen unkomplizierten Abgleich.

Praktische Überlegungen

Bei kleinen Grundstücken stellt sich kaum die Frage nach der Dimensionierung von Strahlerhälften und Hühnerleiterlänge. Der Dipol wird auf die Länge der maximal möglichen Spannweite zugeschnitten, die Hühnerleiter auf die erforderliche Länge bis zur Einführung ins Haus abgelängt – und fertig!

Der hier beschriebene Dipol hat eine Spannweite von 2 × 7 m (**Bild 1 und 2**), die Hühnerleiter ist 5,5 m lang und führt annähernd senkrecht nach unten zur Dachrinne, denn ein senkrechter Weg zur Dachgaube ist nicht möglich. Die letzten drei Meter vom Endpunkt der Hühnerleiter bis zur Station führt eine 300-Ω-Bandleitung mit Abstand über das Dach (**Bild 3**). Dieser Richtungswechsel in der Leitungsführung ist sicher nicht optimal, aber durch die örtlichen Gegebenheiten erforderlich.



Bild 1:
Eine 5,5 m
lange Hühnerleiter
speist den Dipol
mit einer Spannweite
von 14 m



Bild 3: Endpunkt der Hühnerleiter an der Dachrinne
und Übergang auf eine 300-Ω-Flachbandleitung



Bild 4: Anschlusspunkt im Shack
unter der Fensterbank mit
Überspannungs-Feinschutz
und Antennenstrom-Instrument

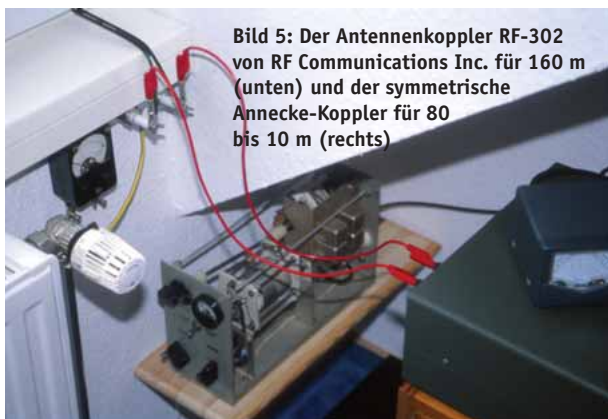


Bild 5: Der Antennenkoppler RF-302
von RF Communications Inc. für 160 m
(unten) und der symmetrische
Annecke-Koppler für 80
bis 10 m (rechts)



Bild 2: Die enger gesetzten Spreizer
direkt unterhalb des Mittelisolators
verhindern ein Verdrehen der Leiter

Bild 4 zeigt den Anschlussort im Shack. Wie gut oder schlecht das Ganze dann vor allen Dingen im unteren Frequenzbereich funktioniert, ist eine Frage der Anpassung – und jetzt fängt es an interessant zu werden, denn an dieser Stelle kann man viel falsch machen.

Kopplereinstellungen

Bei der Abstimmung des Antennenkopplers ist das SWR als einziges Kriterium zur Beurteilung des Wirkungsgrades von Anpassschaltung und Antenne nur wenig, allenfalls indirekt geeignet. Leistungsanpassung ist Voraussetzung dafür, dass der Sender seine volle Leistung abgeben kann. Immer wieder hört man auf den Bändern: „Ich habe hier ein SWR von 1,0, und 100 W vorlaufende Leistung gehen raus auf die Antenne“. Schön wär's! Abgesehen davon, dass eine verkürzte Antenne zwangsläufig einen unvermeidbar geringen Wirkungsgrad hat, hängt alles Weitere von den konstruktionsbedingten Verlusten des Antennenkopplers und der optimalen Einstellung seiner Bedienelemente ab!

In der Praxis sieht es meist so aus, dass durch mehr oder weniger systematisches Verdrehen der Bedienelemente eine Einstellung gefunden wird, aus der ein minimales SWR resultiert. Damit wiegen sich viele OM in dem Glauben, der „Job“ wäre getan. Dass dem nicht so ist, offenbart erst die gleichzeitige Messung des Antennenstroms am Kopplerausgang.

Dass sich mit ganz unterschiedlichen Einstellungen am Koppler, viel L und wenig C oder wenig L und dafür mehr C bei unterschiedlicher Bandbreite ein

SWR von 1 einstellen lässt, hat sicherlich schon jeder festgestellt, der des Öfteren einen Antennenkoppler bedient. Durch die fehlende Messmöglichkeit des Antennenstroms entgeht einem dabei jedoch die Tatsache, dass bei den verschiedenen Einstellmöglichkeiten gravierende Unterschiede im Antennenstrom bestehen.

Dass die Einstellung mit dem geringst nötigen L zu wählen ist, steht fast in jeder Bedienungsanleitung eines Antennenkopplers, denn die Verluste liegen hauptsächlich in der Spule!

Durch das Aufspüren der optimalen L- und C-Werte des Kopplers lässt sich der Antennenstrom gegenüber der ungünstigsten Konstellation nämlich vervielfachen – und damit natürlich auch das Signal!

Antennenstrommessung

An der vorgestellten kurzen Antenne erfolgten Messungen mit einem HF-Amperemeter älterer Bauart. Es verfügt über einen in 100-mA-Schritten ablesbaren Messbereich bis 4 A und arbeitet mit einem Thermoumformer.

Die Zweidrahtleitung wurde am Anschluss im Shack kurzgeschlossen, um das ganze Gebilde auf 160 m gegen eine Behelfserdung aus Heizungsrohrinstallation, Dachrinne und Wasserleitung vorerst als T-Antenne zu betreiben. Mit einem größeren unsymmetrischen T-Glied-Koppler ließen sich lediglich unter Ausnutzung der gesamten Induktivität der Rollspule und optimaler Einstellung der Drehkondensatoren ein SWR von 1,0 erreichen und bei 100 W Sendeleistung 1,5 bis 2,0 A Antennenstrom erzielen. Der Koppler arbeitete folglich schon am Grenzbereich seiner Möglichkeiten! Ein Strom in der Leitung vom Koppler zum Erdanschluss war nicht messbar.

Bei „symmetrischem“ Betrieb über den eingebauten 1:4-Balun ging gar nichts mehr, da dieser die niedrige Impedanz und den extrem hohen kapazitiven Blindanteil nicht verarbeiten kann. Dafür meldeten sich unüberhörbar die ersten Spannungsüberschläge im Koppler.

Zum Glück war auch ein kommerzieller unsymmetrischer Antennenkoppler zur Hand, ein RF-302 von RF-Communications Inc. (später Harris). Dieser ist mit zwei Rollspulen und schaltbaren Festkondensatoren speziell für den „Profifunk“ an extrem kurzen Antennen ausgelegt, so u.a. im militärischen

Mobilfunk und an Bord von Schnellbooten der australischen Küstenwache. Beim Betrieb des Dipols als T-Antenne (Anschluss wie zuvor beschrieben) floss nach experimentell ermittelter optimaler Einstellung ein Antennenstrom von maximal 2,5 A. Dies ist schon etwas mehr als zuvor mit dem T-Glied-Koppler, was wohl auf die für kurze Antennen geeignetere Schaltung des RF-302 (Bild 5) zurückzuführen ist. In der Erdleitung war wiederum kein Stromfluss mit dem HF-Amperemeter nachweisbar. Die Signalrapporte im 160-m-Band lagen allesamt deutlich unter S9.

Die Lösung

Also eins war klar, die Behelfserdung blieb auf 160 m das ausbremsende Element dieser Antennenkonstruktion!

Nun ging es an die eigentlich naheliegende Lösung, den vollkommen unsymmetrischen Betrieb als T-Antenne gegen Erde aufzugeben und dafür als Gegengewicht das andere „Bein“ des Dipols zu benutzen. Dazu wurde die vom Haus abgewandte, freier hängende Dipolhälfte mit der dazugehörigen Seite der Zweidrahtleitung an den heißen Ausgang des Kopplers angeschlossen. Der andere Anschluss der Zweidrahtleitung mit der zum Dachfirst zugewandten Dipolhälfte wurde am Koppler auf Masse gelegt. Mit dieser Beschaltung arbeitet der Dipol eher als L-Antenne mit Gegengewicht.

Nach erneuter Suche der optimalen Kopplereinstellung und stetig steigendem Antennenstrom dauerte es nicht lange, bis noch weit vor Erreichen der 100-W-Transceiverleistung der Zeiger des HF-Amperemeters mit lautem Klicken an den „Poller“ schlug: Also ein Antennenstrom von deutlich über 4 A. Die Konstellation „unsymmetrischer Koppler direkt auf symmetrische Antenne“ erlaubte also den höchsten Antennenstrom! Jetzt zeigte sich auch, dass in der als Gegengewicht benutzten Dipolhälfte ein Strom von 1,3 A floss.

Die ersten Rückmeldungen einiger Gegenstationen aus dem norddeutschen Raum im Umkreis von 150 bis 200 km lagen jetzt bei maximal S9⁺⁵ dB.

Der vollsymmetrische Annecke-Koppler bringt auf 80 m und den höheren Bändern einen Strom von deutlich mehr als 4 A auf die Antenne, wobei die Beträge in beiden Leitern der Zweidrahtleitung nahezu gleich sind, also Symmetrie herrscht. Was eigentlich erstaunlich ist, da der Verlauf der



Bild 6:
Hier ist die Hühnerleiter direkt zur Dachgaube geführt



Bild 7:
Endpunkt der Hühnerleiter am Fensterrahmen

Speiseleitung mit den letzten Metern 300-Ω-Bandleitung nicht gerade einem räumlich symmetrischen Aufbau entspricht.

Da sich im vergangenen Winter die Bandleitung über der Dachhaut durch Schnee- und Eisansatz als nicht so optimal erwies, wurde die 5,5 m lange Hühnerleiter direkt im Bogen zur Dachgaube geführt. Es stellte sich heraus, dass es auf 160 m mit nur geringfügig reduziertem Antennenstrom genauso gut funktionierte. Der symmetrische Betrieb als Dipol von 80 bis 10 m blieb von dieser Maßnahme ohnehin unberührt.

Schlussbetrachtungen

Die Abstimmung der Antennenanpassung über den Antennenstrom war auf jeder Seefunkstelle an Bord das übliche Verfahren. Leider ist dieses Know-how im Amateurfunk in Vergessenheit geraten. Neben der Messung von HF-Strömen über einen Thermoumformer waren früher auch Hitzdraht-Ampere-meter und die Glühlämpchenmethode üblich. Heutzutage geschieht die Ermittlung eher über einen Messstromwandler.

Zahlreiche Versuche und Messungen haben gezeigt, was man braucht und was man tun muss, um mit einer einzigen kurzen Dipolantenne im gesamten Kurzwellenbereich QRV zu werden und dabei die unteren Bänder zumindest in CW mit noch guten Resultaten „mitzunehmen“.

Längst nicht alle Schaltungskonzepte von Antennenanpassgeräten sind für extrem niedrige Impedanzen und die hohen kapazitiven Blindanteile kurzer

Antennen geeignet. So stößt auch die beliebte T-Glied-Hochpassschaltung schnell an ihre Grenzen. Mit unterschiedlichen Antennenkopplern lassen sich unter sonst gleichen Bedingungen recht unterschiedliche Antennenströme erzielen. Am Antennenstrom-Höchstwert kann man somit direkt ablesen, ob die Schaltung gut oder schlecht arbeitet. Natürlich war dies nicht die Vorstellung einer neuen „Wunderantenne“, sondern lediglich die „Wegbeschreibung“, eine eigentlich viel zu kurze Antenne über die Anpassung mithilfe des Kriteriums „Antennenstrom“ zu optimieren. Klar, mit einem ausgewachsenen 160-m-Dipol kann man auf diese Ergebnisse mindestens 20 dB drauflegen. Dennoch sind viele Funkamateure immer wieder erstaunt, dass man mit so wenig Antennenaufwand auch noch im 160-m-Band mit Signalen bis zu S9 mitmischen kann. Auf 160 und 80 m eine gute Behelfsantenne, ist so ein Dipol von 40 bis 10 m, symmetrisch gespeist, eine vollwertige Antenne.

Die natürlichen Umgebungseinflüsse und die Erdverhältnisse lassen sich kaum oder nur mit großem Aufwand verändern. Wenn sich die Antenne aus räumlichen Gründen nicht vergrößern lässt, ist der sozusagen optimale Arbeitspunkt des Antennenkopplers „das einzige Rad, an dem wir drehen können“. Erst danach wäre noch eine zusätzliche Leistungserhöhung sinnvoll – und nicht umgekehrt!

Bleibt die abschließende Frage: Wann gibt es am Amateurfunkmarkt den ersten kommerziell hergestellten Antennenkoppler, der den Antennenstrom messen kann?