

Auf die Wickeltechnik kommt es an

Warum funktionieren manche Baluns nicht so richtig?

Wolfgang Wippermann, DG0SA

„Bei 3,5 MHz oder 7 MHz geht er noch, aber höher geht dann nichts mehr“, mit diesen Worten drückte mir ein OM den selbstgebauten 1:1-Balun in die Hand. Woran liegt es?

Ich sehe eine saubere Trifilarwicklung, richtig nach Anleitung aus der Literatur verdrahtet, bunte, PVC-ummantelte Schaltlitze 0,5 mm² mit Außenmaß 1,8 mm. Der Kern macht einen guten Eindruck – jedenfalls von weitem.

Wir testeten die Impedanz der Wicklung, indem wir die Viertelwellenresonanz ermittelten. Der Balun wird dazu ohne Lastwiderstand einseitig an den Antennenanalyzer angeschlossen und die Frequenz solange nach oben gekurbelt, bis das Messgerät eine Impedanz von Null anzeigt. Bei uns war das bei 86 MHz.

Dann wird ein Potentiometer angeschlossen und bei der gefundenen Frequenz der SWR-Wert auf „1“ abgestimmt. Der so gemessene Widerstandswert war 500 Ω. Die Impedanz ist dann Wurzel aus 50 × 500 und ergibt 158 Ω. Balune sind Leitungsübertrager. Dieser selbstgebaute Balun geht sicher ganz gut und über einen weiten Frequenzbereich, wenn er auch mit 158 Ω gespeist wird und die Last ebenfalls 158 Ω beträgt.

Der OM war enttäuscht. Immerhin war das saubere Aufbringen der trifilaren Wicklung eine spezielle Übung für die Finger, die irgendwann schmerzten. Und das alles war umsonst? Bei einer späteren Messung mit meiner Stehwellenmessbrücke zuhause kam ich sogar auf einen Wert von über 200 Ω. Für den Einsatz bei 50 Ω ist der Balun viel zu hochohmig. So eingesetzt, wird sich mit wachsender Frequenz die Stehwelle verschlechtern, obwohl der Balun beidseitig 50 Ω sieht. Das bestätigt auch die folgende Messung: Bei 15 MHz wird die Stehwelle schlechter als 3 : 1 (Bild 1).

Ringkern angebohrt

Da ist Verbesserung angesagt, vorher sind jedoch einige kleine Untersuchungen erforderlich. Der Kern mit dem Durchmesser von 43 mm ist hellrosa kunststoffummantelt; zwei kleine Löcher in die Ummantlung gebohrt, gestatten eine Widerstandsmessung mit dem Ohmmeter. Der Messwert beträgt viele MΩ, also habe ich es mit einem Nickel-Zink-Ferrit oder einem Pulverisenkern zu tun.

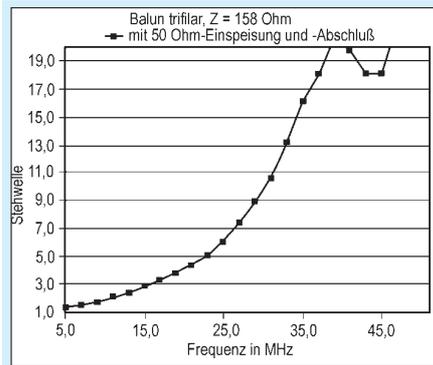


Bild 1: Stehwellenverlauf des Balun bei Abschluss beidseitig mit 50 Ω



Bild 2: Nach DG0SA gewickelter 1:4-Balun, zur Messung vorbereitet

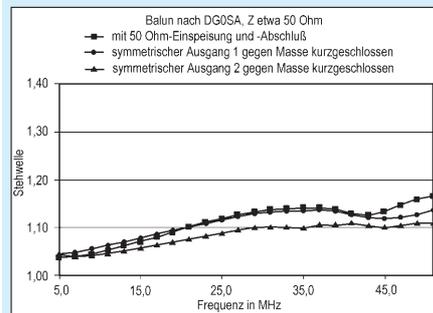


Bild 3: Stehwellenverlauf des DG0SA-Balun 1 : 1 mit korrektem Abschluss und bei Entkopplungstest; Kurzschluss symmetrischer Ausgang gegen Masse

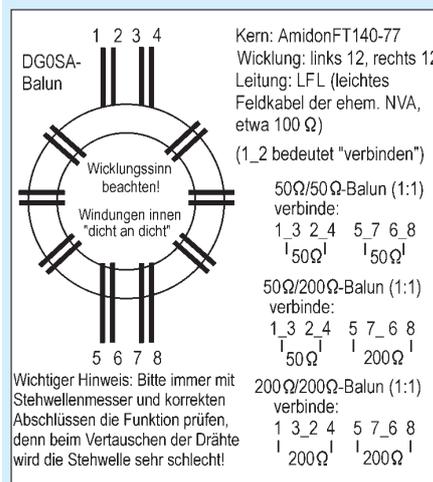


Bild 4: Aufbau, Wicklung und Verdrahtung des DG0SA-Baluns

Die Wicklung wird entfernt und zehn Windungen Schaltlitze aufgetragen, es ergibt sich ein L von 82 μH. Ein Pulverisenkern ist nicht in der Lage, mit nur zehn Windungen 82 μH zu bringen. Es ist also ein Nickel-Zink-Ferrit, ähnlich Amidon FT 140-43, nur eben etwas größer. Die Dimensionierung für 1,8 MHz und 50 Ω erfordert ein L, dessen Blindwiderstand bei dieser Frequenz viermal größer als 50 Ω sein sollte.

Die Spule mit zehn Windungen hat bei 1,8 MHz schon einen Blindwiderstand von 930 Ω, es sind also mindestens fünf Windungen erforderlich. Das gilt für her-

kömmliche Übertrager, aber gilt das auch für Leitungsübertrager? Sicherheitshalber werde ich so viel Windungen auftragen, wie „dicht an dicht“ auf den Kern passen. Da wir es mit Leitungen zu tun haben, ist zu überlegen, wie diese auf 50 Ω zu bringen sind. Zwei sehr dicht verdrehte CuL-Drähte kommen etwa auf 50 Ω. Durch das Verdrehen liegen sie sehr dicht nebeneinander, sodass die Impedanz durch die vergrößerte Kapazität zwischen den Drähten heruntergeht. Aber dann gibt es Probleme mit der Spannungsfestigkeit, denn der Lack auf dem Draht wird mechanisch stark belastet und reißt vielleicht an einigen Stellen. Nehme ich Drähte mit dicker Isolation, z. B. mit Teflon, so gibt es das Beschaffungsproblem und die Gewissheit, dass sich damit keine 50-Ω-Zweidraht-Leitung bauen lässt. Aber hervorragende 100-Ω-Leitungen! Und davon zwei parallelgeschaltet, ergibt eine 50-Ω-Leitung.

Wickeltechnik führt zum Ziel

Nach vielen Versuchen und Messungen habe ich eine Wickeltechnik gefunden, die beste Ergebnisse bringt. Sie sieht vor, eine Leitung auf die linke Kernhälfte und eine mit entgegengesetztem Wickelsinn auf die rechte Kernhälfte aufzuwickeln. Somit liegt Ausgang und Eingang maximal voneinander entfernt, durch den gegenläufigen Wickelsinn hebt sich der magnetische Fluss im Kern im Idealfall auf; beste Entkopplung ist erreicht.

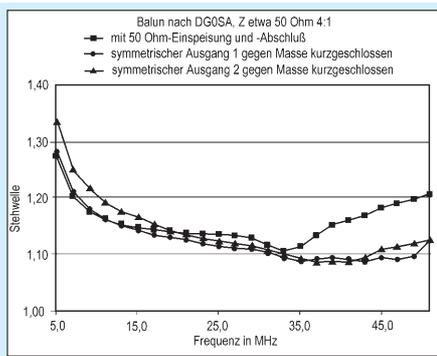


Bild 5: Stehwellenverlauf des DGØSA-Balun 1 : 4 mit korrektem Abschluss und bei Entkoppeltest

Zum Test genügt eine einfache Stegleitung. Ich nehme, weil ich genug davon habe, leichtes Feldkabel der NVA (LFL). Das ist eine blanke Doppel-Litze mit klarer PVC-Umhüllung. In kurzer Zeit ist der DGØSA-Balun mit zweimal elf Windungen der Stegleitung bewickelt. Teflonleitung gibt es übrigens bei Farnell (DL) oder RadioShack (USA), allerdings nur eindrähtige Litze. Stegleitung wäre leichter zu verarbeiten (**Bild 2**).

Die Messung an der Stehwellenmessbrücke ist überzeugend: Von 5 MHz – weiter geht mein Messsender nicht herunter – bis 50 MHz bleibt die Stehwelle unter 1 : 1,2. Mit dem Antennenanalyzer wird die Eignung auch für 1,8 MHz festgestellt. Die Balunwirkung wird getestet, indem ein symmetrischer Ausgang mit Masse verbunden wird. Es zeigt sich keine wesentliche Änderung der Stehwelle. Auch beim anschließenden Kurzschluss des zweiten symmetrischen Ausgangs nicht, wobei der erste Kurzschluss zu lösen ist. Zur Prüfung eigener Baluns verwende man bitte diese Methode.

Der DGØSA-Balun ist sehr effektiv, viel effektiver als das „Ausgangsmodell“ des befreundeten OMs. Dass die Stehwelle vom Idealwert doch noch etwas abweicht, liegt daran, dass das LFL auf dem Kern nicht genau 100 Ω hat, sondern 106 Ω. Aber das ist dann auch egal (**Bild 3**).

Durch reines Umlöten der Anschlüsse auf einer Seite kann auch ein 4 : 1-Balun hergestellt werden.

Zum Nachbau noch einige Hinweise: Es eignen sich auch Mangan-Zink-Ferrite

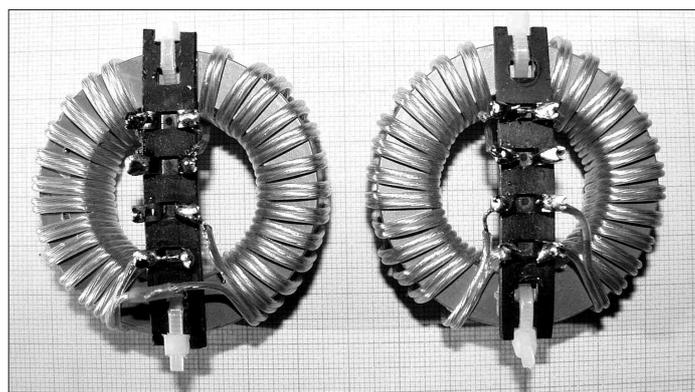


Bild 6: Jeweils ein 1 : 1- und ein 1 : 4-Balun auf Siemens N30-Kern mit 50 mm Durchmesser (Lieferant: Oppermann) Foto: DL9GTI

wie die Kerne von Amidon FT XX-77, die Maniferkerne mit messbarem Gleichstromwiderstand oder Siemens-Matsushita Kerne N30. Man muss nur aufpassen, dass sie nicht zu warm werden. Die viel verwendeten Pulvereisenkerne, z. B. Amidon T XX-2 usw., sind eher für schmalbandige Baluns geeignet. Sie sind jedoch unempfindlicher gegen Überlastung. Die Wickeltechnik des DGØSA-Balun ist simpel, aber trotzdem kann man Fehler machen, deshalb aufpassen beim Wickeln, dass der Wickelsinn stimmt – er ist für die hohe Entkopplung zuständig. Die Zusammenschaltung zum 1 : 1-Balun stellt auch keine Hürde dar, geprüft wird, ob kein gleichstrommäßiger Durchgang zwischen den Anschlussklemmen vorliegt. Dagegen muss beim 1 : 4-Balun dieser Durchgang an beiden Anschlusseiten feststellbar sein (**Bild 4**).

Wer Balun will, muss wickeln

Freudiges Ende: Der OM hat nach dem Schema Bild 4 eigenständig einen DGØSA-Balun hergestellt und als 1 : 4-Version verdrahtet. Der Aufbau ging ziemlich schnell. Zwar taten die Finger danach weh, aber es hat sich gelohnt (**Bild 5**).

Wie schon vermutet, steigt die Stehwelle auch bei niedrigeren Frequenzen an. Sein Antennenanalyzer zeigte für 1,8 MHz den Wert 2 : 1 an. Dasselbe tat er dann bei 100 MHz. Dazwischen war der Zeiger auf 50 Ω wie festgeklebt. Er war begeistert. Meine Messung zeigte auch sehr gute Werte. Das beweist, die Angst vor dem Spulnwickeln ist eigentlich unbegründet. Auch ohne teure Messtechnik ist Brauchbares zu erreichen.

Ob diese Methode zur Herstellung von 1 : 1- und 1 : 4-Balunen (**Bild 6**), d. h. die Verwendung nur eines Kernes mit der speziellen Wickeltechnik schon irgendwie geschützt ist, entzieht sich meiner Kenntnis. Jedenfalls wünsche ich allen Nachbarn viel Erfolg und möchte nur die gewerbliche Nutzung von meiner Zustimmung abhängig machen. Bei Fragen und Problemen bitte kurze E-Mail.

Wolfgang Wippermann, DGØSA
Lerchenweg 10
18311 Ribnitz-Damgarten
wwippermann@t-online.de
www.qsl.net/dg0sa

Hat ein Vari-Cap Einfluss auf die Signalbandbreite?

Bei der grundsätzlichen Betrachtung des häufig eingesetzten kapazitätsdiodenabgestimmten Oszillators (VCO), bin ich auf eine Frage gestoßen, die ich zur Diskussion stellen möchte: Die Kapazität einer Kapazitätsdiode wird durch die anliegende Spannung in Sperrichtung bestimmt. Bei einem Oszillator setzt sich diese aus der Abstimmgleichspannung U_{Abst} und der überlagerten und nicht zu vernachlässigenden Schwingspannung U_{Osz} zusammen (**Bild 1a und 1b**). In den Bildern a und b wurde die restliche Oszillatorschaltung weggelassen.

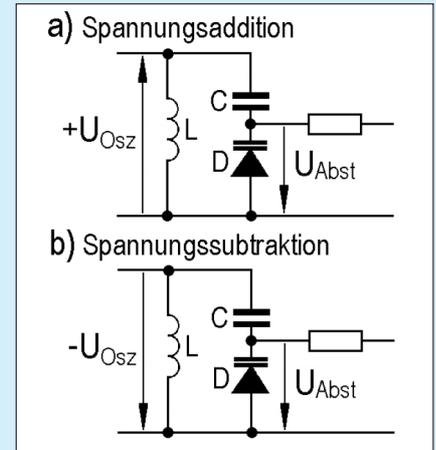


Bild 1

Der Kondensator C trennt die Diode galvanisch vom übrigen Schwingkreis. Am Kondensator C fällt ein Teil von U_{Osz} ab. In den Bildern a und b wurde unterstellt, dass $C \gg C_{Diode}$ ist.

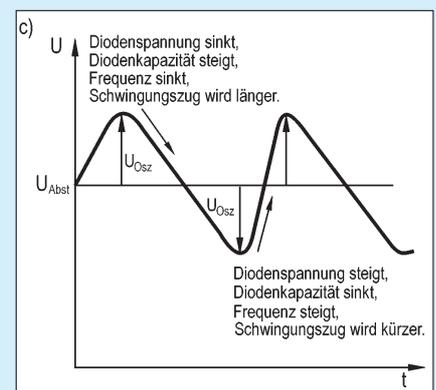


Bild 2

In diesem Fall kann man $U_C \sim 0$ setzen. Die Diodenkapazität ändert sich entsprechend der resultierenden Spannung. Wie das **Bild 2** andeutet, müsste sich ein asymmetrischer Schwingspannungsverlauf einstellen, der, da er von der idealen Sinusform abweicht, zusätzliche Signalbandbreite erzeugt. Ist die Überlegung richtig oder falsch?

Lutz Henning, DK8JH
Lessingstr. 44, 45772 Marl
dk8jh@dar.cde