

Der Balun und seine Geheimnisse

Teil 1 Theorie

1 Einleitung

Jeder Funkamateurler hat gelernt, beziehungsweise gelesen, dass bei den meisten Antennen zwischen dem koaxialen Speisekabel und dem Antenneneinspeisepunkt ein Balun nötig ist.

Am Sektionsstamm oder ähnlichen Anlässen wird aber ab und zu behauptet, dass ein Balun nicht unbedingt notwendig ist. Diejenigen Personen erzählen dabei, dass sie es ausprobiert hätten, dabei hätten sie wunderbare DX-Funkverbindungen gemacht und das SWR sei auch gut, insofern man die Antennendrähte auf die richtige Resonanz gebracht hat.

Nun, dass der oben erwähnte Om DX gearbeitet hat und das SWR auch stimmt, das bezweifle ich nicht, jedoch weis ich aus Erfahrung, dass eben ein Balun aus verschiedenen weiteren Gründen und Phänomenen zwingend notwendig ist. Alle diese zusätzlichen Eigenschaften und Phänomene zu "lüften" sind Bestandteil dieses Vortrages.

2 Theorie Teil 1

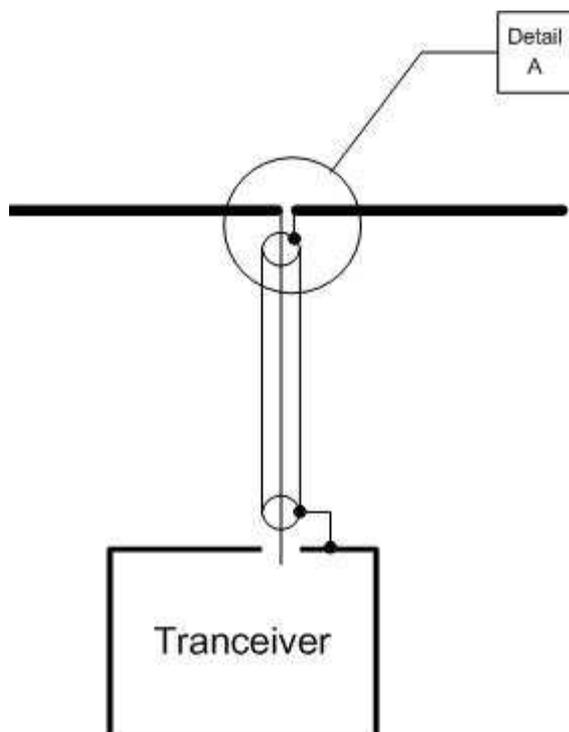


Bild 1

Bild 1 Systematischer Aufbau einer Sendeanlage, mit Tranceiver - Koaxialkabel und der Antenne (Dipol) dargestellt

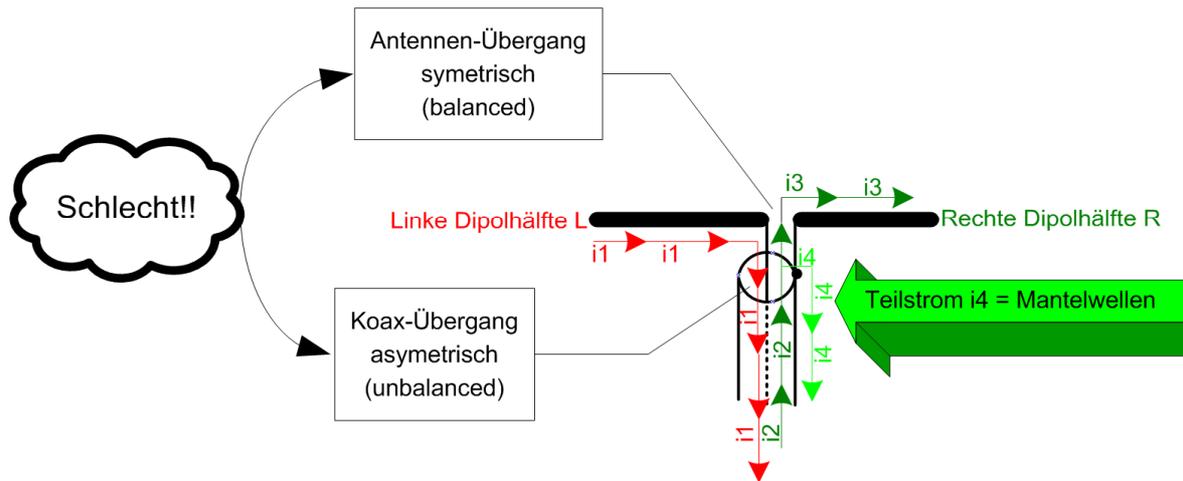


Bild 2, durch den nicht korrekten Übergang, Antenne-Koaxialkabel, entsteht im Sende-Fall sogenannte Mantelströme.

Die entstehenden Mantelströme haben für uns **nur** Nachteile, also müssen wir diesem Phänomen grosse Beachtung schenken.

Nachteile sind:

a.) Das Antennen-Kabel (auch die Koaxialkabel !!) strahlt und verursacht sehr oft Störungen. Es sind das TVI, BCI, elektronische Steuerungen von Heizungen und Lichtenanlagen, etc.

Warum diese Störungen?

Der Strom i_4 (Bild 2 hellgrün) fließt auf der Aussenseite des Koaxialkabels zurück zur Masse des Tranceiver-Gehäuse und weiter über das Netzteil auf den Schutzleiter (gelb-grüner Draht) zu unserer 230V Steckdose. Der Schutzleiter unserer Steckdose ist wiederum mit der Potentialausgleichschiene der Hausinstallation verbunden, wo alle Schutzleiter des 230Volt Stromnetzes entlang geerdet sind. Da aber die die Haus -Erde die Hochfrequenz nicht vollständig ableiten kann, verteilt sich der HF-Strom über die gesamte 230 V Installation des Hauses. Dieser HF-Strom reicht aber aus, um mannigfaltige Störungen in allem möglichen Geräte zu verursachen.

b.) Nun kommt das vielleicht noch wichtigere, nämlich dass wir im Gegenzug von allem oben genannten ebenfalls gestört werden. Denn beim Zustand von Mantelwellen, wirkt der Koaxiale Aussenleiter (Abschirmung) als Teil-Empfangs-Hälfte der rechten Dipolhälfte R (grün).

Als Phänomen erhalten wir folgende Wirkung, der Strom i_2 splittet sich nämlich in i_3 & i_4 auf.

Das ist nun der Schlüssel zum Geheimnis rund um den Balun. Also wirkt in diesem Falle unser ganze Länge des Koaxialkabels, von der Antenne- durch ganze Stockwerke hindurch- bis zur Station, quasi als zweite / Hilfsantenne und nimmt alle häuslichen Störungen (Homemade-Nois) auf.

c.) Es werden noch weitere Nachteile erwähnt, unter anderem, dass das Abstrahldiagramm der Antenne verfälscht wird. Ein wenig mag das schon stimmen, aber das ist meiner Ansicht nach "ein Haar in der Suppe gesucht" und kann vernachlässigt werden.

Die Lösung, um Mantelwellen zu verhindern ist ganz einfach, wir schalten zwischen das Koaxialkabel und der Antennen-Einspeisung ein "Übergangstück" also ein Balun ein. (siehe Bild 3)

balanced to unbalanced = Balun

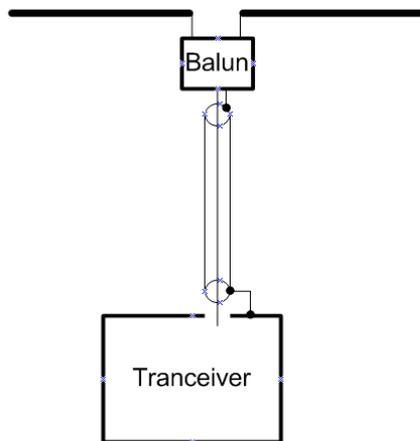


Bild 3 die korrekte Anordnung, mit dem einfügen eines Baluns zwischen Koax-Ende und Antennen-Speisepunkt.

3 Praxis-Beispiel, Unterschied mit & ohne Balun

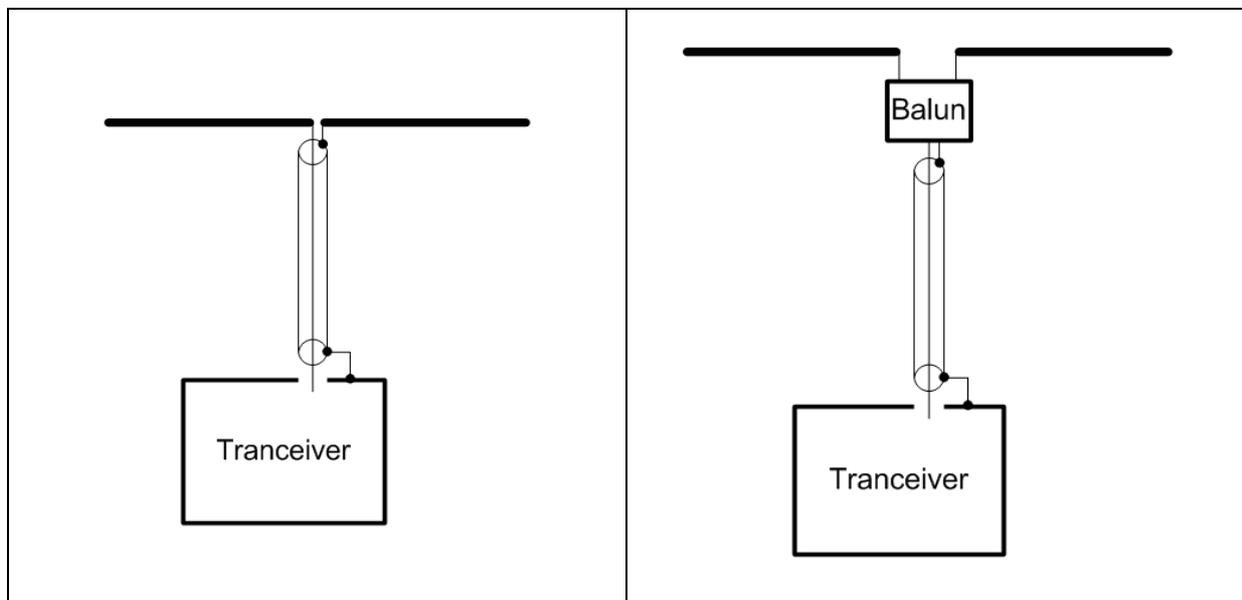


Bild 4 links ohne Balun

Bild 4 rechts mit Balun

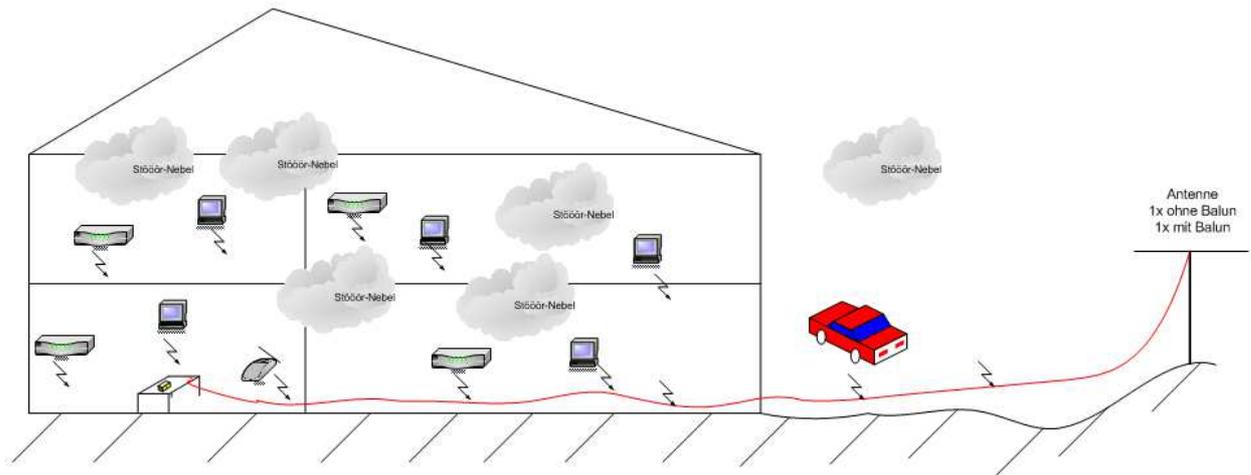


Bild 5 Übersicht Mess-Aufbau (bei Empfangs-Situation) mit Örtlichkeiten einer heutigen realen Umgebung.

Dabei steht die Antenne abseits vom grössten Häuslichen Störnebel, aber das Koaxialkabel ist umgeben von vielen verschiedenen Störquellen. Es ist ein Irrtum, dass die fälschlicherweise benannte Abschirmung, eine Abschirmung für den Störnebel ist. Davon können / dürfen wir uns gleich überzeugen.

Ausrüstung:

Tranceiver / Empfänger FT817

Frequenz 14 MHz USB

Antenne, ein Dipol für ungefähr 14MHz

Koaxialkabel durch die Räumlichkeiten, ins freie wo weniger Störnebel herrscht.

Ziel des Test:

Wir messen den Haus-Störpegel am FT 817, einmal mit Balun und einmal ohne Balun.

Mit diesem Test können wir uns alle überzeugen, dass ein Balun (nicht jeder Balun tut das) die Haus-Internen Störungen kalt lässt und dadurch DX-Empfang wieder möglich ist. Das Thema, welche Baluns sind echte Baluns, das werden wir im Abschnitt 5 näher erfahren.

Resultat: folgt, die Zuhörer/Zuschauer werten aus!!

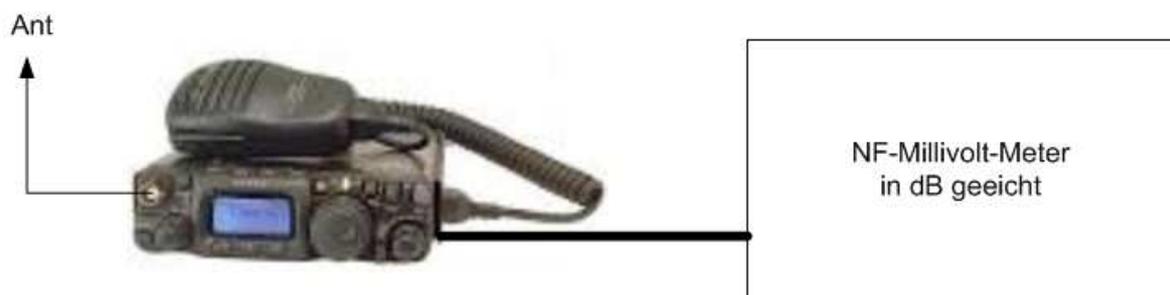


Bild 6 Mess-Aufbau zur Ermittlung der Störgrösse

Messaufbau und Resultate (gemessen am 25. September 2013, Gersag Emmen)		Rauschpege I in dB		
Tranceiver	ATT in dB	RG 58 ca 25m	50 Ohm Abschluss	Eichung 0 dBm
Tranceiver	ATT in dB	RG 58 ca 25m	Koax -Ende offen	+ 3dB
Tranceiver	ATT in dB	RG 58 ca 25m	Dipol ohne Balun	+33 dB
Tranceiver	ATT in dB	RG 58 ca 25m	Dipol mit Balun W3DZZ	+16dB
Tranceiver	ATT in dB	RG 58 ca 25m	Dipol mit Balun DJ2UT	+11dB
Tranceiver	ATT in dB	RG 58 ca 25m	Dipol mit Reisert- Balun WJ1R	+32 dB
Tranceiver	ATT in dB	RG 58 ca 25m	Dipol mit Guanella- Balun+ MW-Sperre/ BXE	+4dB

4 Theorie Teil 2

4.1 Der ideale Dipol

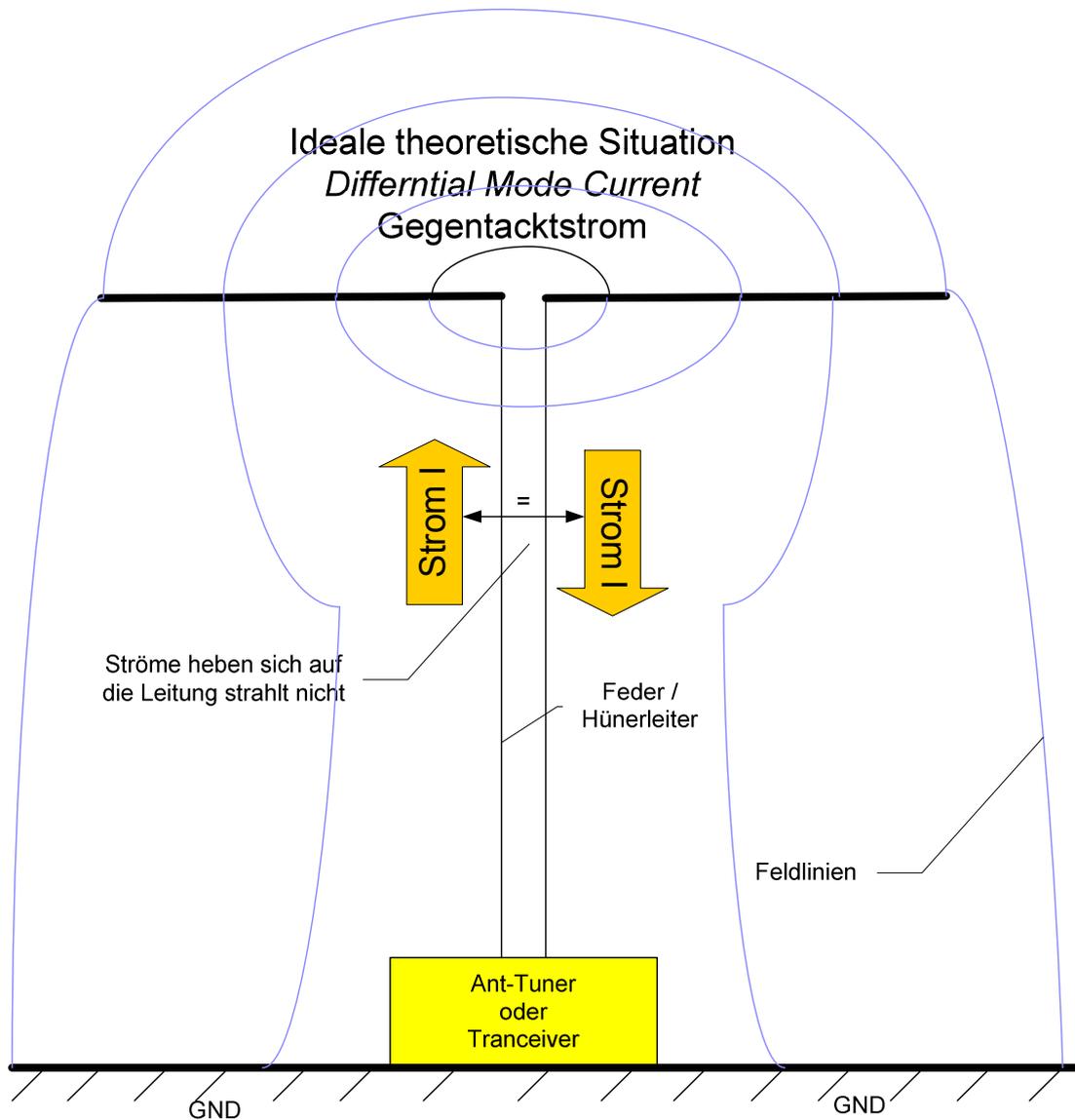


Bild 7 Different Mode Current, die Ideale Situation

Im Bild 7 sehen wir die Lehrbuch-übliche Situation eines Dipols. Als Speiseleitung ist eine Feederleitung / Hünerleiter enthalten, im Grunde genommen kann es sich auch um ein Koaxialkabel handeln, wenn ein Balun zum Einsatz kommt. Was dabei bemerkenswert ist, ist dass die Speiseleitung (Feederleitung / Hünerleiter) nicht strahlt, sondern nur der Dipol.

4.2 Der Dipol in der Realität

In der Realität aber ist nichts Symmetrisch, z. B. Schräges Gelände, Common -Mode

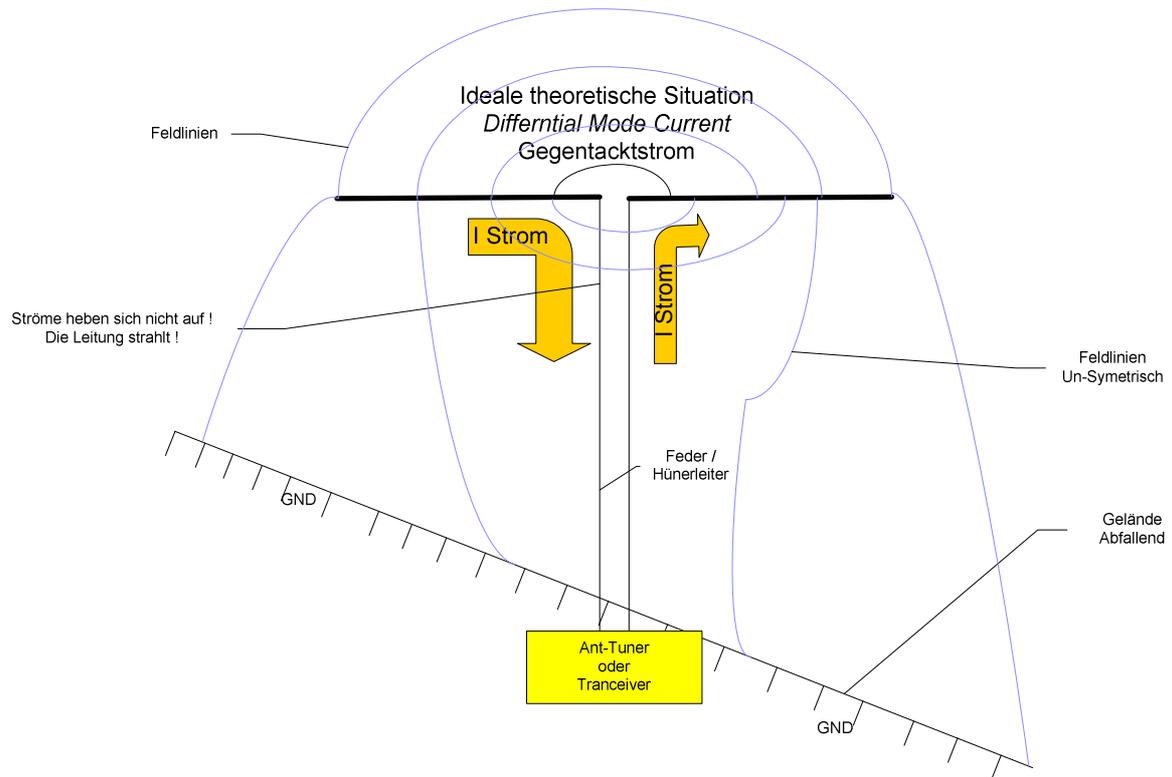


Bild 8, Schräges Gelände bringt Un-Symmetrie ins System und erzeugt ein Gleichtakt-Strom (Mantelstrom) auf der Speiseleitung. Egal ob einer Hünerleiter oder einem Koaxialkabel.

4.2.1 Der Dipol in der Realität

In der Realität aber ist nichts Symmetrisch, z. B. Haus und Antennenbefestigung, Common Mode

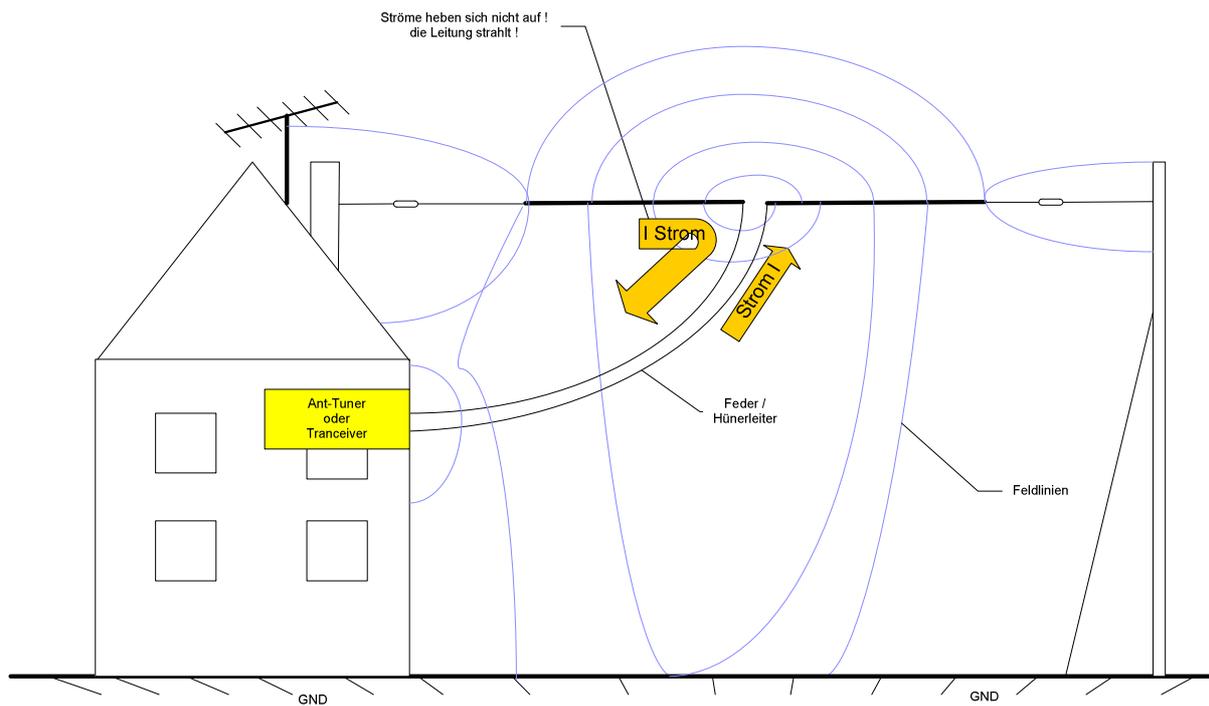


Bild 9, Die Befestigungen des Dipols bringen Un-Symmetrien ins System und erzeugen einen Gleichtakt-Strom (Mantelstrom) auf der Speiseleitung. Egal ob bei einer Hünerleiter oder einem Koaxialkabel.

Zudem verursachen die Ausgleichs-Ströme auf der Speiseleitung vielerlei Art-Störungen im Haus.

4.3 Entstehung von Gleichtakt-Strömen und Mantelwellen

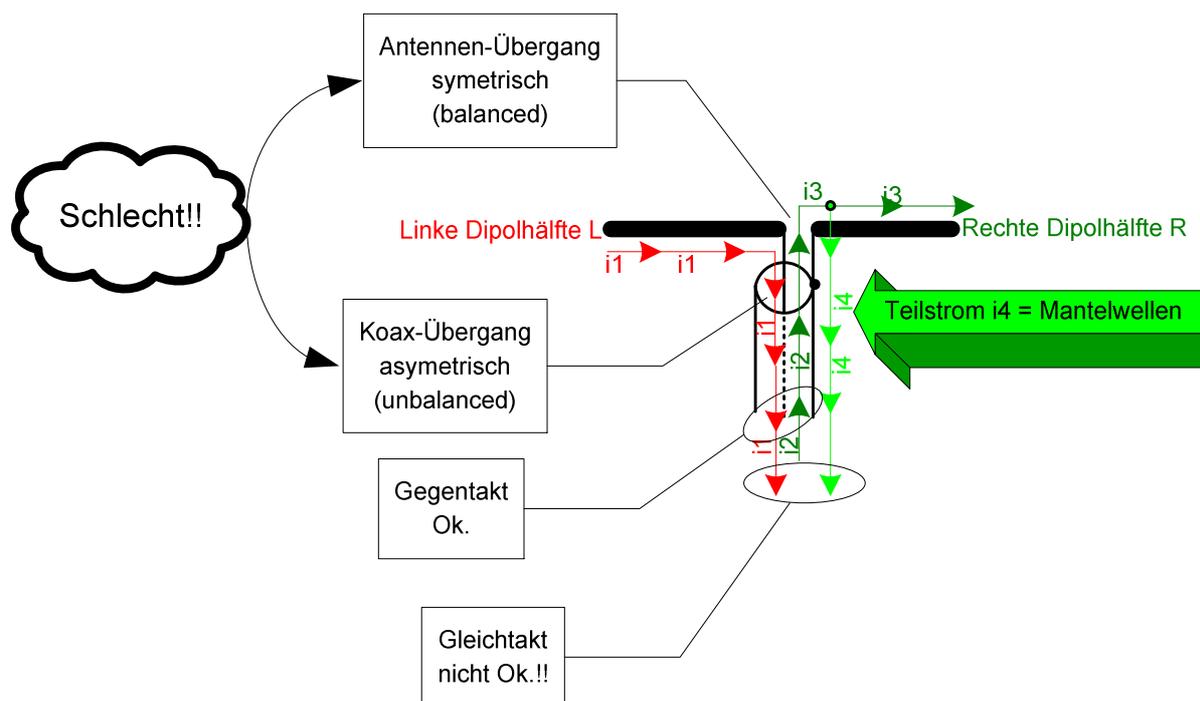


Bild 10, Entstehung des Gegentakt-Stroms (erwünscht) und der Gleichtakt-Strom (unerwünscht)

Gleichtakt- bzw. Mantelströme entstehen primär durch unterschiedliche Potentiale zwischen symmetrischen und unsymmetrischen Systemen und sind nichts anderes als dadurch provozierte Ausgleich -Ströme.

Das Bild 10 zeigt einen Dipol, der direkt (ohne Symmetrisierung) an ein Koaxialkabel angeschlossen ist. Die Sendeenergie fließt als Strom i_1 (Innenleiter) und Strom i_2 (Innenseite der Koaxabschirmung) zur Antenne.

Im Idealfall (optimale Symmetrie) ist i_1 mit i_2 identisch, es fließt kein Strom auf der Aussenseite der Koaxialabschirmung.

Ohne Symmetrisierung wirkt die äussere Abschirmung des Koaxkabels wie ein Stück geerdeter Antennendraht, der am Speisepunkt leitend mit Arm der rechten Dipolhälfte verbunden ist. Es fließen hochfrequente Gleichtaktströme (i_4 auf dem Aussenmantel des Koaxkabels. Man nennt sie deshalb auch Mantelwellen.

Der Strom i_4 (Bild 2 hellgrün) fließt auf der Aussenseite des Koaxialkabels zurück zur Masse des Tranceiver-Gehäuse und weiter über das Netzteil auf den Schutzleiter (gelb-grüner Draht) zu unserer 230V Steckdose. Der Schutzleiter unserer Steckdose ist wiederum mit der Potentialausgleichschiene der Hausinstallation verbunden, wo alle Schutzleiter des 230Volt Stromnetzes entlang geerdet sind. Da aber die die Haus -Erde die Hochfrequenz nicht vollständig ableiten kann, verteilt sich der HF-Strom über die gesamte 230 V Installation des Hauses. Dieser HF-Strom reicht aber aus, um mannigfaltige Störungen in allem möglichen Geräte zu verursachen.

5 Was muss ein Balun können? (alle, 1:1, 1:4, etc.)

- Gegentaktströme durchlassen (alle Bauarten)
- Gleichtaktströme sperren (Sperrglied, Current Balun, Strom-Balun, Mantelwellensperre)
- Gleichtaktströme ableiten (Symmetrieglied, voltage balun, Spannungs-Blaun)

6 Nicht jeder Balun ist ein Balun, Praxis-Beispiel auf dem Messtisch

6.1 Prüfung SWR

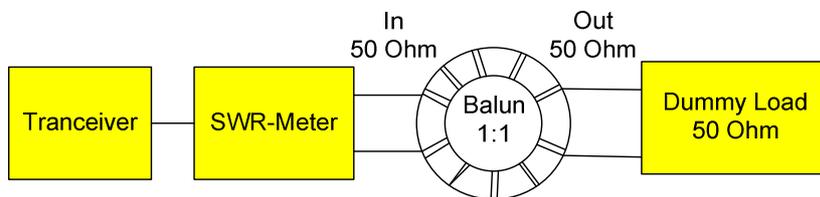


Bild 11, SWR-Prüfung Balun 1:1

In der Regel ist das die einzige Prüfung welche der Durchschnitt-Amateur durchführt, durchführen kann. Wichtig ist dass man nicht nur bei einer Frequenz misst, sondern bei allen Frequenzen wo er zum Einsatz kommen soll.

6.2 Prüfung Übersetzungs-Verhältnis

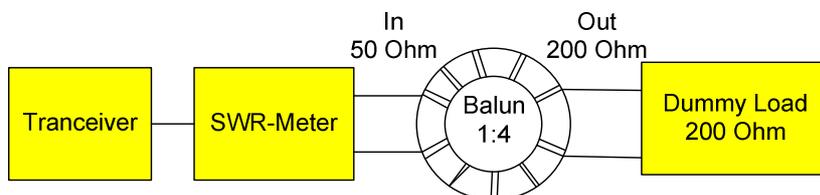


Bild 12, SWR-Prüfung Balun 1:2

In der Regel ist das eine der wenigen Prüfungen welche der Durchschnitt-Amateur durchführt, durchführen kann. Wichtig ist dass man nicht nur bei einer Frequenz misst, sondern bei allen Frequenzen wo er zum Einsatz kommen soll.

6.3 Trenn-Test-Prüfung mit Netzwerk-Tester

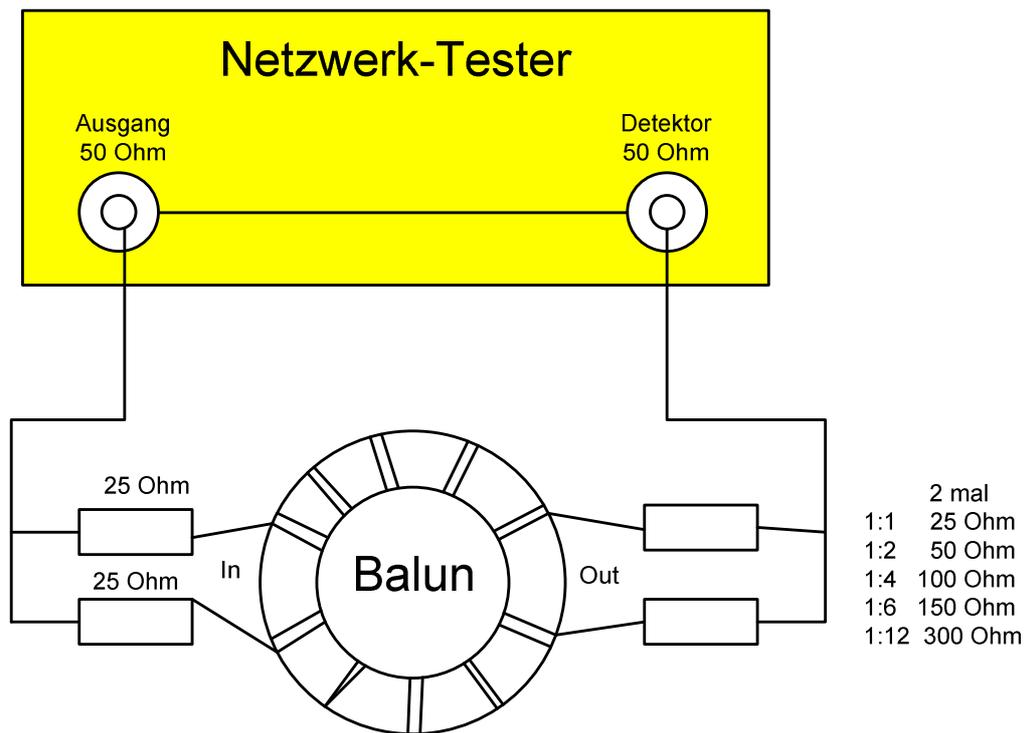


Bild 13, Mess- Andordnung Trenntest (Sperrern des Gleichtaktstrom) mit einem Netzwerk-Tester

Ein guter Balun weist eine Einfüge-Dämpfung (Gleichtaktstrom) von >20dB auf.
Folgende Korrekturen müssen dabei berücksichtigt werden:

- Balun 1:1 vom Ergebnis 2.0 dB korrigieren, also vom gemessen Wert abzählen
- Balun 1:2 vom Ergebnis 2.8 dB korrigieren, also vom gemessen Wert abzählen
- Balun 1:4 vom Ergebnis 4.2 dB korrigieren, also vom gemessen Wert abzählen
- Balun 1:6 vom Ergebnis 5.4 dB korrigieren, also vom gemessen Wert abzählen
- Balun 1:9 vom Ergebnis 6.9 dB korrigieren, also vom gemessen Wert abzählen
- Balun 1:12 vom Ergebnis 8.4 dB korrigieren, also vom gemessen Wert abzählen

6.4 Ein paar Mess-Resultate der mitgebrachten Baluns

NWT 4 Linux & Windows 25 September 2013, 21:21

Startfrequenz: 1.000000 MHz; Endfrequenz: 49.999993 MHz; Schrittweite: 122.807 kHz

Messpunkte: 400; Zwischenzeit: 0 uSek

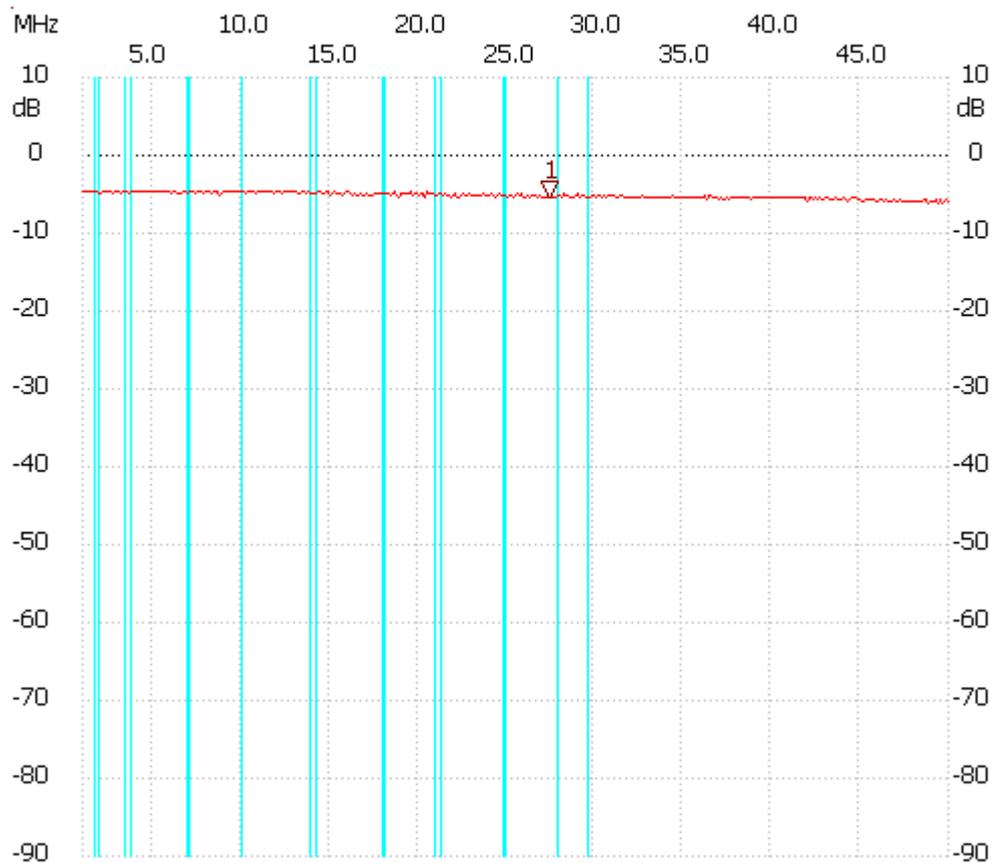


Bild 13, Messresultat eines Amidon Antenna Balun Kit

Kommerzieller Toroid Balun Kit, Power 2kW, gem ARRL Data Book 1976, gebaut als 1:4 Balun (Besitzer HB9BXE) SWR, Breitbandigkeit und Dämpfung sind absolut perfekt, aber leider ist die Gleichtakt-Dämpfung mit schlussendlich nur 3dB absolut ungenügend.

Startfrequenz: 1.000000 MHz; Endfrequenz: 49.999993 MHz; Schrittweite: 122.807 kHz

Messpunkte: 400; Zwischenzeit: 0 uSek

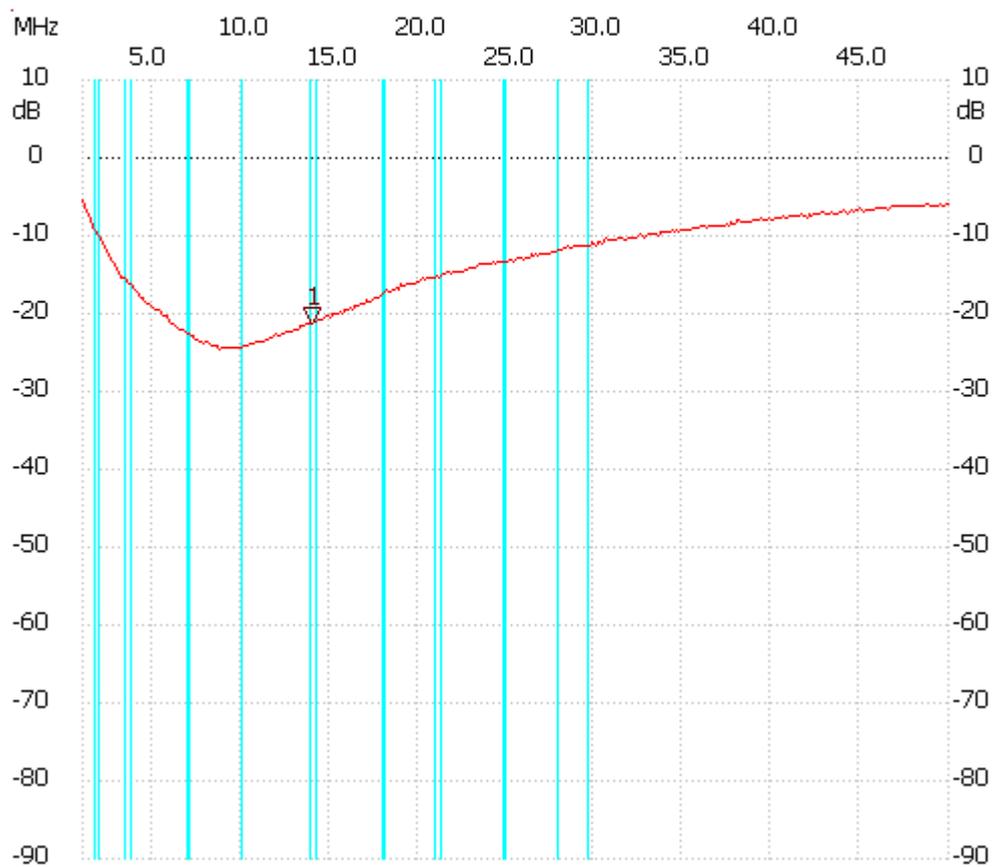


Bild 14, Mess-Resultat Balun Type BL2 Wiedband by Elekraft, Wideband 1:1 & 1:4 Switchabel, 250W
Besitzer Johann HB9JCB. Im Bereich 7MHz bis 14 Mhz erfüllt dieser Balun die Forderung einer
Gleichtakt-Dämpfung = grösser 20dB.

Startfrequenz: 1.000000 MHz; Endfrequenz: 49.999993 MHz; Schrittweite: 122.807 kHz

Messpunkte: 400; Zwischenzeit: 0 uSek

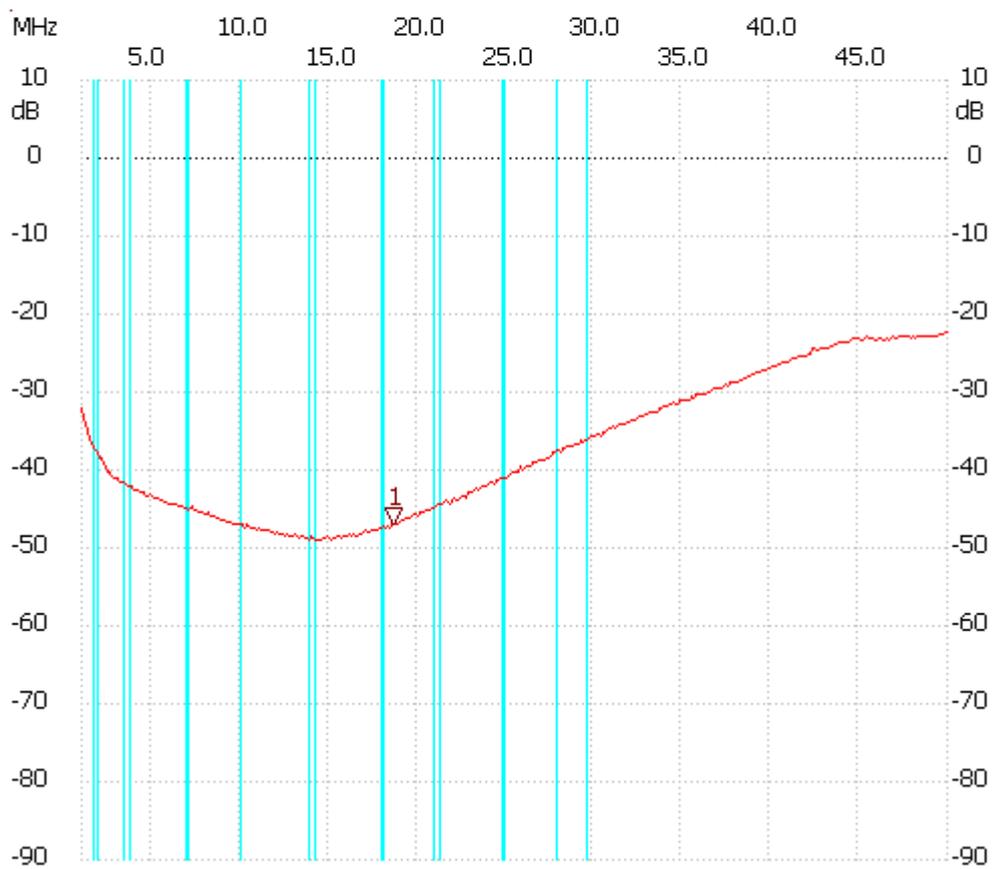


Bild 15, Mess-Resultat Balun Type Maxy Core von DX-Engineering USA, Power bis 10kW, Besitzer Serge HB9MCF

Dieser Balun erwies die besten Resultate an diesem Mess-Abend und verdient den Namen Balun, denn die Minimal geforderte Gleichtakt-Dämpfung = grösser 20dB wird bei weitem übertroffen.

7 Schluss-Bemerkung

In namhafter Literatur findet man Hinweise, die nicht ganz korrekt dargelegt werden.

Auch Prominente und Kommerzielle können / dürfen sich einmal "irren".

Daher gilt die Weisheit, probiere es selbst aus, in deiner Umgebung, mit deinen Mitteln, denn die Hochfrequenz ist oft so komplex, dass es oft nur wenige klare und verständliche Aussagen gibt.

Zum Balun zurück, als Punkt auf dem "i" aber kann ich hiermit aus Erfahrung sagen, einen Balun ist zwingend notwendig!

Vor allem dass **du** selbst nicht von den vielen billigen Schaltnetzteilen und Fernseher gestört wirst.

8 Literaturhinweise

Baluns: What They Do And How They Do It, by Roy W. Lewallen, W7EL,

<http://www.eznec.com/Amateur/Articles/Baluns.pdf>

Baluns richtig verstehen by Wolfgang Wippermann DG0SA, www.dg0sa.de

More On The 1:1 Balun by Jerry Sevick W2FMI, CQ April 1994

Coaxial Transmitting Chokes by Jim Brown K9YC, <http://audiosystemsgroup.com>

Hans-Peter Blättler HB9BXE