

Tuner & dessen Wahrheiten

Workshop – Vortrag «Ist ein Symmetrischer Tuner der beste Tuner?»

Version V3, 30.10.23
Hanspeter Blättler HB9BXE

1	Einleitung.....	2
2	Ein Beispiel aus der Praxis.....	2
3	Das Problem der HF-Leistung Messen.....	3
3.1	Eine übliche Station-Einrichtung.....	4
3.2	Wie messe ich HF-Leistung an «nicht - 50 Ω -Ports?».....	4
4	Wir untersuchen folgende Tuner.....	7
5	Die Test-Resultate der einzelnen Tuner.....	8
5.1	Übersicht der aller Mess-Resultate.....	13
5.2	Bemerkungen zu den vorangegangenen Messungen.....	14
6	Ergänzende Erklärungen zu den untersuchten Tuner.....	15
6.1	ATU-100, a.).....	15
6.2	NM-2000, b.).....	15
6.3	MFJ 989C, c.).....	15
6.4	Doppel-L Match, d.).....	15
6.5	Z-Macht, e.).....	15
6.6	Bastel- Matchbox, f.).....	15
6.7	Automatischer-Asymmetrischer, 1kW Tuner, g.).....	16
6.8	Automatischer -Symmetrischer, 1kW Tuner, h.).....	16
7	Reale Praxis-Beispiele.....	16
7.1	Praxis-Beispiel 1.....	16
7.2	Praxis-Beispiel 2.....	17
7.3	Praxis-Beispiel 3.....	17
7.4	Fazit zu den Praxis-Beispielen.....	19
8	Ein weiteres Simulation-Beispiel (kurze Doppel Zepp).....	20
8.1	Die Twistet Multiband Antenne.....	21
8.2	Simulation-Wert auf 80m der Twisted Multiband Antenna.....	22
8.3	Simulation-Wert auf 40m der Twisted Multiband Antenna.....	23
8.4	Simulation-Wert auf 20m der Twisted Multiband Antenna.....	23
9	Schlusswort:.....	24
10	Literatur-Hinweise:.....	24

1 Einleitung

Jeder Funkamateurliebt es wohl so ein Gerät (Tuner) im Einsatz und es wird viel diskutiert, welcher Tuner der Beste ist. In dieser Abhandlung werde ich die verschiedenen Tuner auf ihre Eigenschaften untersuchen, mit dem Fokus auf den besten Wirkungsgrad, also möglichst geringe Verluste, ich will ja die Sendeleistung an/in die Antenne bringen. Im Weiteren werde ich den Wirkungsgrad-Unterschied zwischen einem symmetrischen und einem asymmetrischen Tuner aufzeigen. So auch wann und wo ein solcher zum Einsatz kommt.

Dies zu meinem Artikel «welches ist die beste Matchbox»
[hier den Link](#) PDF

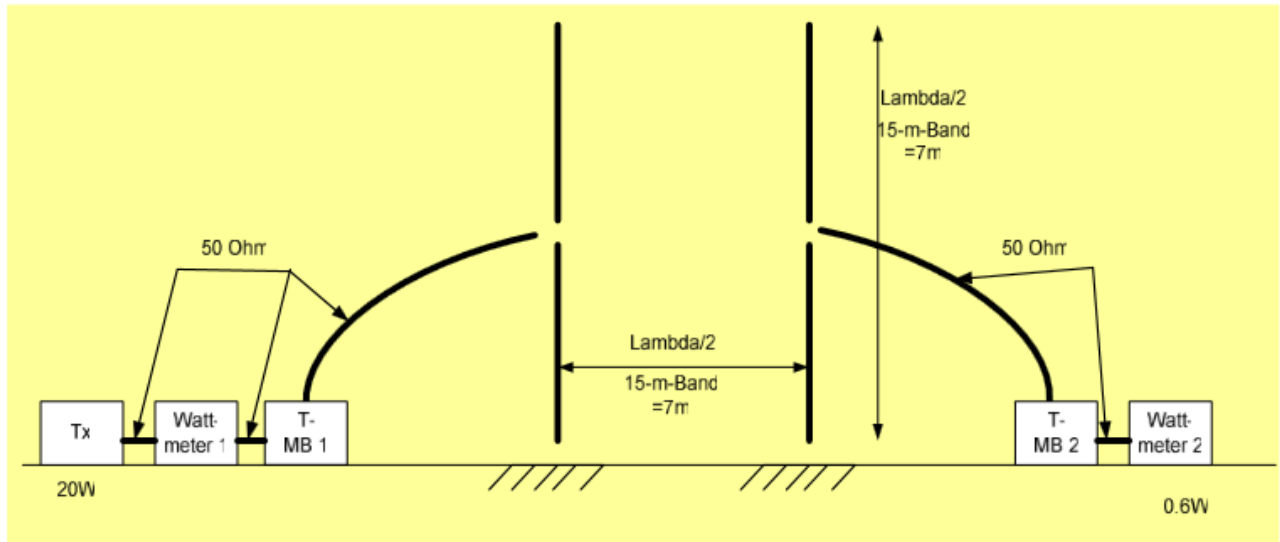


Bild 1.) Prüf-Aufbau zum oben genannten Artikel.

In diesem Artikel untersuchte ich das komplette Antennen-System in sich. Im Bild 1.) links befindet sich der Tx, ein Wattmeter und die zu untersuchende Matchbox. Dann folgt die entsprechenden Antennenzuleitung zum Vertikal-Dipol. Dieser hat eine Höhe von rund 7m, also resonant im 15m Band. Auf der rechten Seite im Bild 1.) sehen wir ein Spiegelbild der kompletten linken Station, nur dass an Stelle des TX ein Wattmeter steht. In dieser Anordnung kommen im rechten Antennen-System 0.6 W von den 20 W des Systems links an, was im Normalfall einen Empfänger wohl zum Schweigen bringt, bzw. zerstört. Nach dem ersten Messdurchgang tauschen wir Wattmeter und Tx gegenseitig aus, und führen die zweite Spiegelmessung durch. Der zweite Messwert beträgt wieder 0.6 W, also haben wir zwei identische Systeme, als Referenz für weitere Untersuchungen von anderen Komplettsystemen. Wenn wir jetzt den Wert von 0.6 W. mit 2 multiplizieren, haben wir die Referenz-Leistung für dieses System, also 1.2 W.

Hier geht es zum detaillierten Bericht [Link](#) (PDF)

In diesem Bericht, «Tuner & dessen Wahrheiten» machen wir quasi dasselbe, nur untersuchen wir den Tuner in sich alleine. Der Messaufbau ist wesentlich einfacher und kann auf dem Labortisch erfolgen.

2 Ein Beispiel aus der Praxis

Wir wollen einen 40m Dipol optimal anpassen.

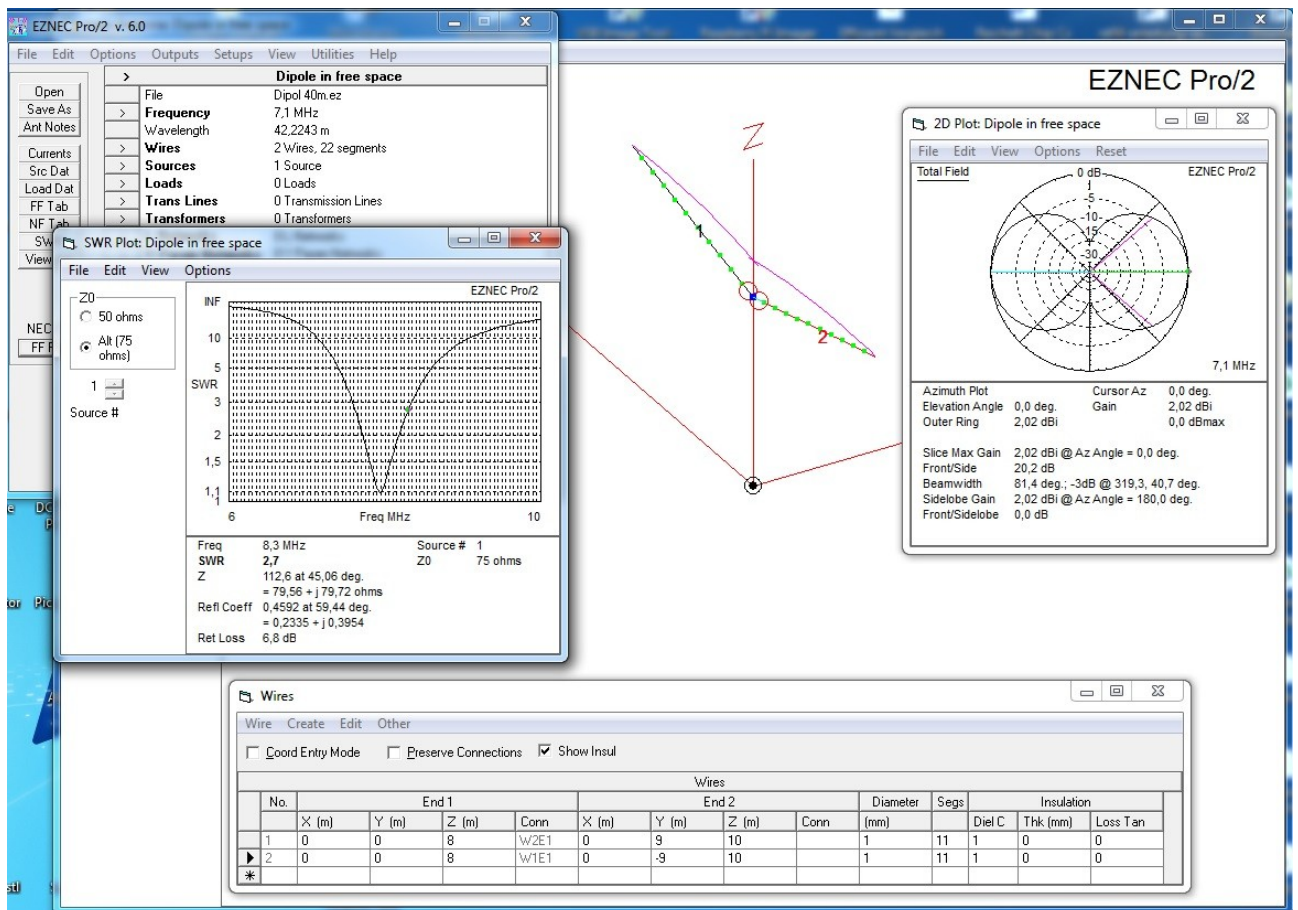


Bild 2.) Die bestehende (zu planende) Antenne hat einen Fusspunktwiderstand von $79.56 + j79.2 \Omega$

Wie wir in Bild 2.) oben entnehmen können, beträgt der Antennen-Fusspunkt-Widerstand $79.56 + j79.2 \Omega$. Beim Betrieb mit einem 75Ω System erhalten wir ein SWR von 2.7. Betreiben wir diesen Dipol aber mit einem 50Ω System, ändert sich die Fusspunkt-Impedanz in die Nähe von $80 + j60 \Omega$.

Wir wissen aus der Literatur und aus Erfahrung, dass nicht 100% der Leistung vom Tx am Fusspunkt der Antenne ankommt. Ein Teil davon geht auf dem Weg vom Tx zum Tuner, über das Antennenkabel und Balun verloren, bzw. wird in Wärme umgesetzt.

Und genau diese Verluste wollen wir im folgenden Beitrag nun in Erfahrung bringen.

3 Das Problem der HF-Leistung Messen

Üblich messen wir ja die Leistung mit einem üblichen Wattmeter mit einer Impedanz von 50Ω

Das ist weitgehend eine korrekte Messung, abgesehen von den doch grösseren Toleranzen.

Weist ein Wattmeter in den Technischen Unterlagen eine Toleranz von $\pm 5\%$ auf, dann sind das eben schon 10% und das ist doch schon viel! Zudem ist bei einem Analogen Instrument die Genauigkeit auf «Full Scale» definiert. Ist der Zeiger nur in der Hälfte des Messwerks, ist die Ungenauigkeit noch grösser.

Aber wie messen wir die Leistung direkt am Fusspunkt der der Antenne, hier haben wir in der Regel nie 50Ω . Und genau hier möchten wir also wissen, wie viel Leistung da noch ankommt, nach dem verlustbehafteten Tuner und Antennen-Zuleitung.

Wir alle kennen ja das Sprichwort «wer misst misst Mist» aber hier habe ich einen weiteren Weg gefunden, die tatsächliche Leistung am Antennen-Fusspunkt zu messen, welcher reproduzierbar ist.

3.1 Eine übliche Station-Einrichtung

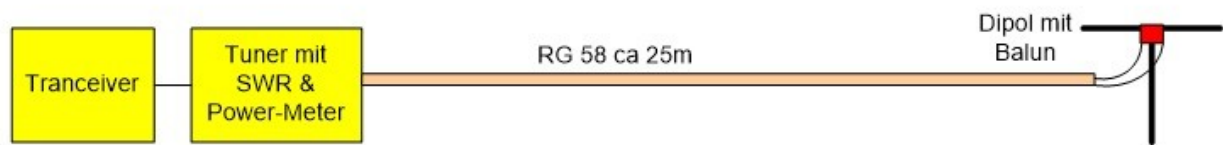


Bild 3.) Eine übliche Stations-Einrichtung, wie wir sie oft antreffen.

Mit dem Tuner können wir einfach die vorliegende Fehlanpassung (siehe Bild 2. Und Text) von $80 + j60 \Omega$ wegstimmen, auf ein SWR von 1:1.0. wunderbar, alles perfekt, wir dürfen zufrieden sein 😊.

Aber uns damit zufriedengeben dürfen wir nicht, wie wir weiter unten sehen werde.

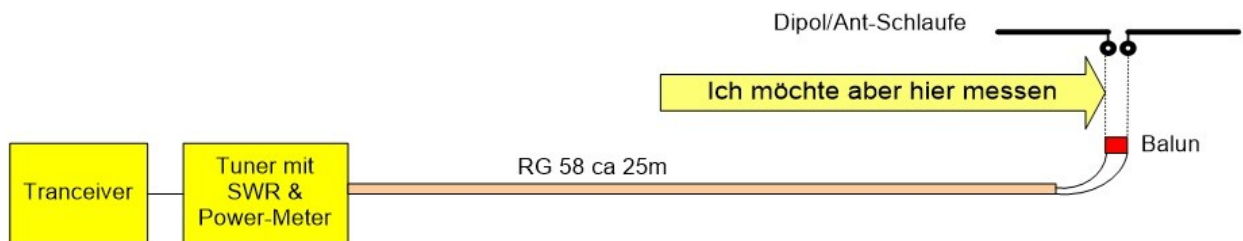


Bild 3.) Eine übliche Stations-Einrichtung, wie wir sie oft antreffen, korrekter Weise mit einem Balun

Wir wollen nun aber erfahren, wie viel Leistung nun wirklich am Antennen - Fusspunkt ankommt und in die Antenne gelangt.

Üblich messen wir ja die Leistung mit einem der vielen üblichen 50Ω Wattmeter, welches sich vorzugsweise an der Station, nach dem Transceiver platziert ist. Das ist weitgehend eine korrekte Messung, abgesehen der oben angesprochenen Toleranz-Anzeigen der Instrumente.

Im Bild 3.) oben haben wir auch korrekterweise am Speisepunkt der Antenne einen Balun eingefügt. Dieser hat folgende drei wichtigen Aufgaben zu erfüllen:

- ein Bindeglied von asymmetrisch auf symmetrisch (quasi ein Adapter von Zoll auf Metrisch)
- ein Transformer von 1:1 oder aber 1:4
- ein Abblocken der Mantelwellen, siehe Beitrag «[der Balun und seine Geheimnisse](#)»

Nun aber die Gretchenfrage, wie viel Leistung fließt wirklich in die Antenne?

3.2 Wie messe ich HF-Leistung an «nicht - 50Ω -Ports?»

Während meinem früheren Studium habe ich mir den Lehrsatz «Energie ist nicht vernichtbar, sondern nur umwandelbar in Licht und Wärme!» gelernt und gemerkt.

Dabei bediene ich mich hier mit Wert des Lichtes, also Messwert Lumen oder eben Lux.

Unser Messwert Lux ist stabiler als diejenige der Wärme, welcher sich ja mit der Zeit thermisch aufschauelt.

3.2.1 Die Eichung unserer Messeinrichtung mittels "Photometrie"

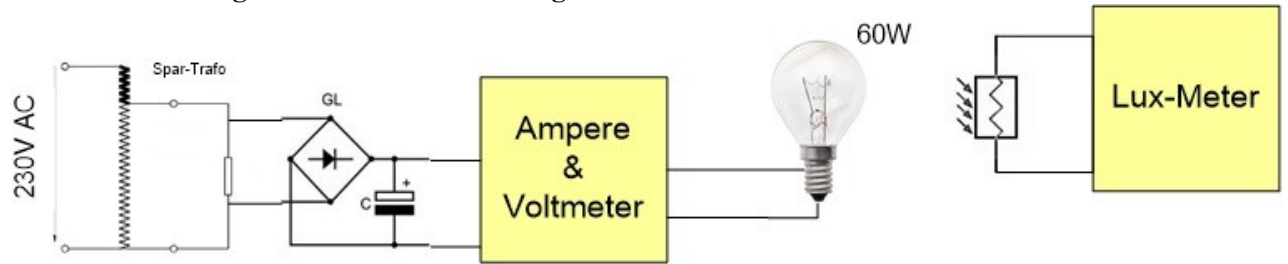


Bild 4.) Wir eichen unsere Mess- Methode "Photometrie" Watt versus Lumen

Hier im Bild links, eignet sich eine alte 60W Glühbirne als Last. Wir verwenden hier einen 230V AC Regler, also einen Spar-Trafo, um die Strom und Spannungsmessung zu erleichtern. Wir machen also aus der Wechselspannung eine Gleichspannung mittels Gleichrichter und Elko.

Eine Leistungsmessung $P_W = U_{DC} \times I_A$ (W) ist viel leichter und verständlicher, als wenn wir U_{AC} verwenden/einsetzen.

3.2.2 Die selbstgebaute Luxmeter Messeinrichtung



Bild 5.) Hier sehen wir das selbstgebaute Luxmeter

Im Bild 5 oben sehen wir das selbstgebaute Luxmeter mit einem Nano V3 Mikrokontroller. Gegenüber der weissen Glühbirne befindet sich der Licht-Sensor. Um reproduzierbare Messresultate zu erhalten, wird die linke graue Box über die Messeinrichtung gestülpt. Diese graue Box ist zusätzlich mit einer reflektierenden Alu-Folie ausgekleidet, um stabil, reproduzierbare Messresultate zu erhalten.

Lux -versus- Watt

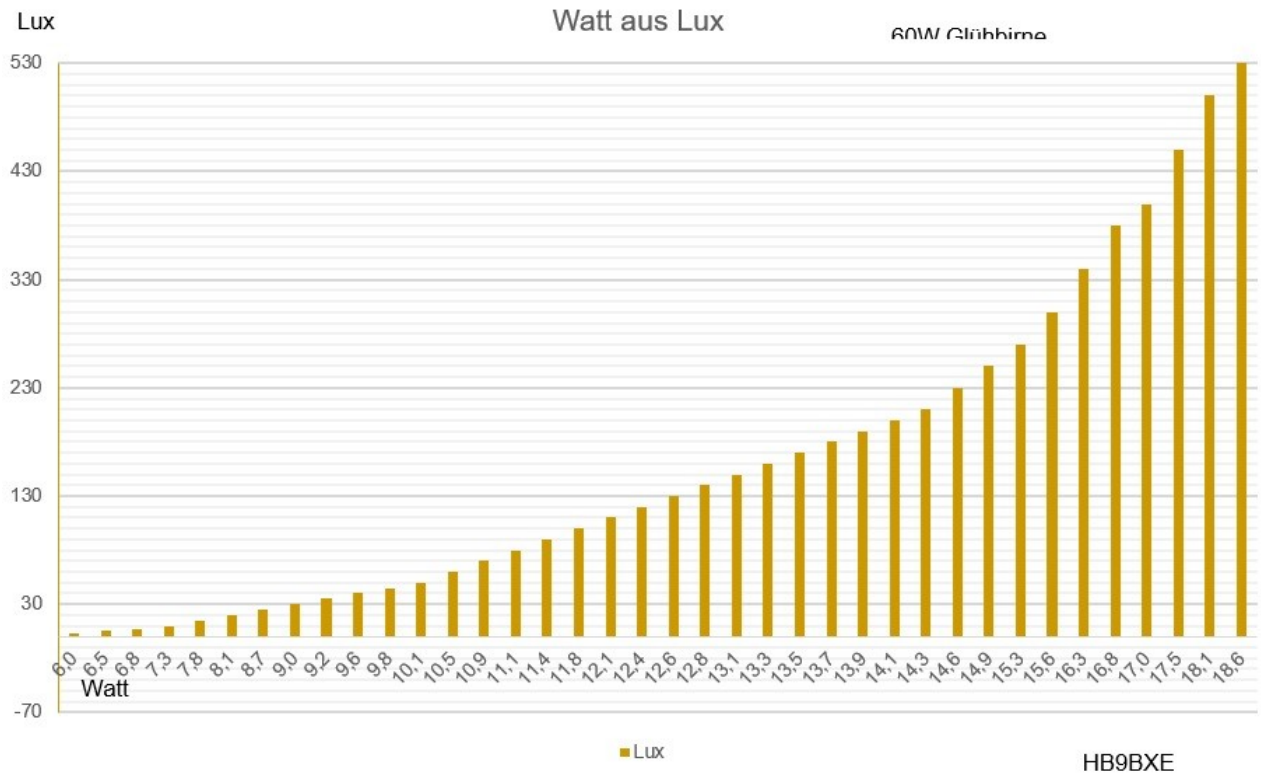


Bild 6.) Zeigt die Kalibrier-Tabelle Lux -versus- Watt

Damit können wir die nachfolgenden Tuner-Lux-Messwerte einfach in Watt umwandeln/ablesen.

Messanordnung der zu untersuchenden Tuner Frequenz 7.1Mhz

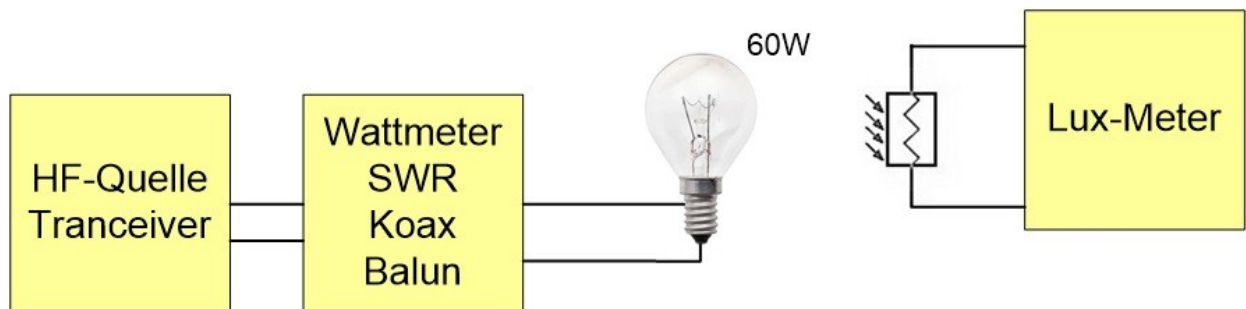

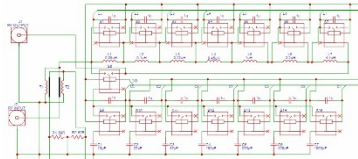

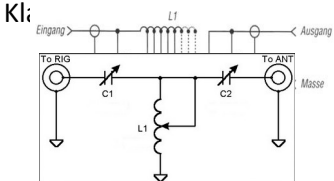


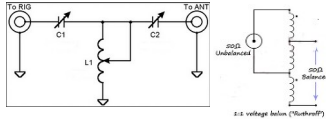

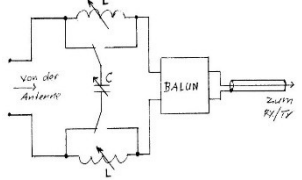

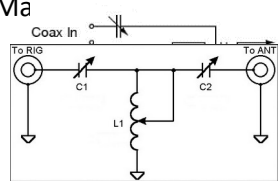
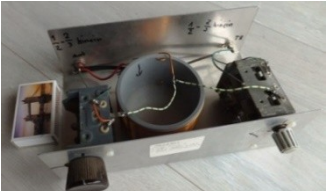
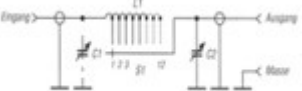



Bild 7.) Die andere Art der HF-Leistung zu messen, mittels der "Photometrie" Methode.

Die nachfolgenden zu untersuchenden Tuner werden wir mit diesem Aufbau messen.

4 Wir untersuchen folgende Tuner

Nr.	Bild	Typ/Schema	Bemerkungen
a			ATU-100 ,by N7DDC Solche Tuner finden wir jeweils in unseren Transceiver eingebaut.
b		Kl: 	MN-2000 Drake, 2 kW Ein wirklich alter Tuner der Drake Line Nur noch auf dem Flohmarkt erhältlich
ca Koax		Klassischer T-Network Tuner	MFJ 989C Versa Tuner 3Kw Ein Flaggschiff unter den Tuner symmetrischen Ausgang wie auch asymmetrisch
cb Ba- lance		 Klassischer T-Network Tuner	MFJ 989C Versa Tuner 3Kw Ein Flaggschiff unter den Tuner symmetrischen Ausgang wie auch asymmetrisch
d			Doppel-L-Matchbox 100W Eigenbau HB9BXE Das ist ein echter symmetrischer Tuner, auf mehreren Expeditionen erfolgreich eingesetzt.
d		Z-Ma 	Z-Match 100W HB9BXE Eine altbekannte und sehr tolerante Tuner-Art, mit der wirklich alles mit einem SWR 1:1.0 angepasst werden kann.
f		Klassischer T-Network Tuner 	Bastel T-Network Tuner Ein interessantes Selbstbauprojekt aus der Bastelkiste
g		L-Glied, LP oder HP schaltbar	Asymmetrischen, automatischer Tuner, 1KW, der abgesetzt bei der Antenne platziert wird. Steuergerät ist bei der Station stationiert.

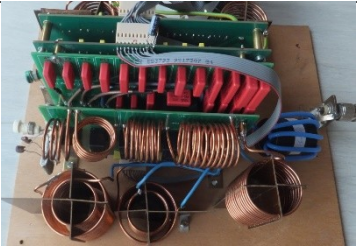
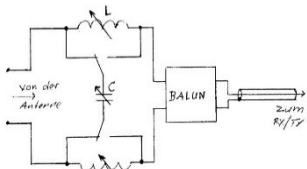
h		<p>D b</p> 	<p>Symmetrischen, automatischen Tuner, 1kw, der abgesetzt bei der Antenne platziert wird. Steuergerät ist bei der Station stationiert.</p>
---	---	---	--

Tabelle 1.) die verschiedenen Tuner / Tuner-Arten werden auf den Wirkungsgrad hin überprüft.

5 Die Test-Resultate der einzelnen Tuner

Test-Objekt a.)



Bild 8.) unser Test-Objekt a, den ATU-100 ,by N7DDC

$P_{in} = 10 \text{ W}$
 Lux an der Load = 12
 Entspricht einer Leistung = 7.2 W
 Wirkungsgrad = 72%

Test-Objekt b.)



Bild 8.) unser Test-Objekt b.) MN-2000

$P_{in} = 10 \text{ W}$
 Lux an der Load = 22
 Entspricht einer Leistung = 8.3 W
 Wirkungsgrad = 83%

Test-Objekt ca.) Sym Ausgang



Bild 9.) unser Test-Objekt ca.) MFJ Versa Tuner 989C, Symmetrischer- Ausgang

$P_{in} = 10 \text{ W}$
Lux an der Load = 3
Entspricht einer Leistung = 6.0 W
Wirkungsgrad = 60%

Test-Objekt cb.) Koax Ausgang



Bild 10.) unser Test-Objekt cb.) MFJ Versa Tuner 989C, Koax- Ausgang

$P_{in} = 10 \text{ W}$
Lux an der Load = 14
Entspricht einer Leistung = 7.2 W
Wirkungsgrad = 72%

Test-Objekt d.)



Bild 11.) unser Test-Objekt d.) Doppel-L Symmetrisch-Matchbox, by HB9BXE

$P_{in} = 10 \text{ W}$
Lux an der Load = 20
Entspricht einer Leistung = 8.2 W
Wirkungsgrad = 82%

Test-Objekt e.)



Bild 12.) unser Test-Objekt e.) Z-Match, 100W by HB9BXE

$P_{in} = 20 \text{ W}$ (hier genügen 10 W nicht für eine Messung, daher 20 W)
Lux an der Load = 39
Entspricht einer Leistung = 9.6 W
Wirkungsgrad = 48%

Test-Objekt f.)



Bild 13.) unser Test-Objekt f.) Bastel Pi-Matchbox HB9BXE

$P_{in} = 10 \text{ W}$

Lux an der Load = 20

Entspricht einer Leistung = 8.1 W

Wirkungsgrad = 81%

Test-Objekt g.)



Bild 14.) unser Test-Objekt g.) Automatischer Tuner L-Glied by HB9BXE

$P_{in} = 10 \text{ W}$

Lux an der Load = 20

Entspricht einer Leistung = 8.1 W

Wirkungsgrad = 81%

Test-Objekt h.)

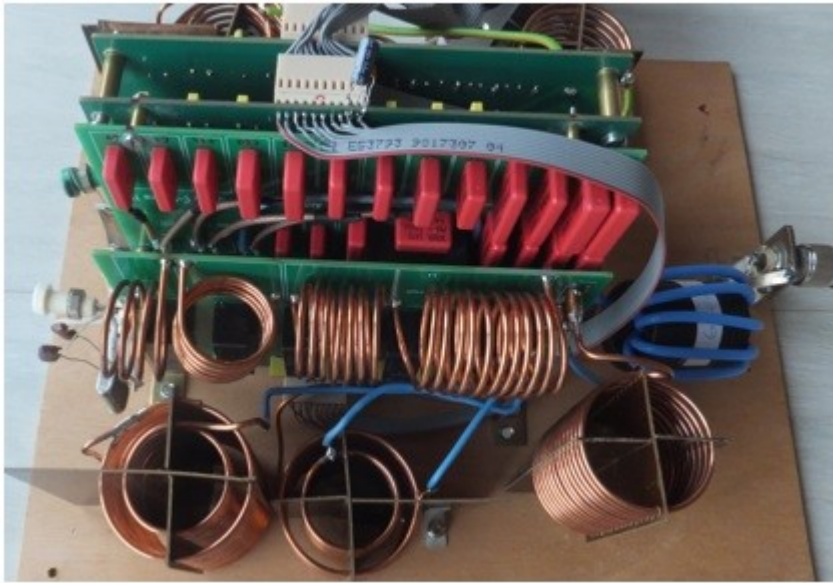

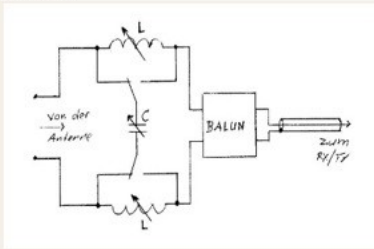

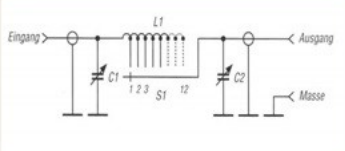

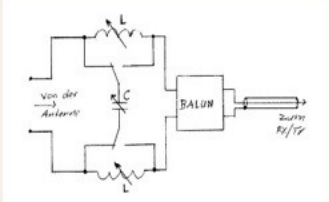

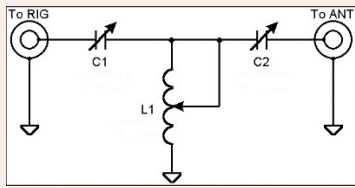

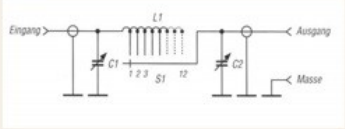

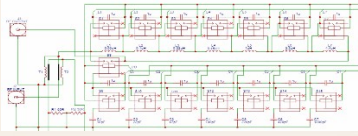


Bild 15.) unser Test-Objekt h.) Automatische, echte, symmetrische Matchbox by HB9BXE
P_{in} = 10 W
Lux an der Load = 24
Entspricht einer Leistung = 9 W
Wirkungsgrad = 87%

5.1 Übersicht der aller Mess-Resultate

Platz	Nr.	Bild	Schema	Wirkungsgrad %
1	h			87%
2	b			83%
3	d			81%
Platz	Nr.	Bild	Schema	Wirkungsgrad %
4	f			81%
5	g			81%
6	a			75%


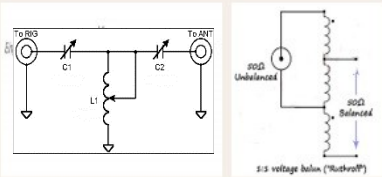

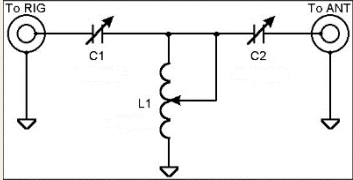

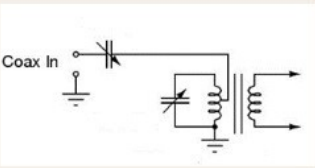
Platz	Nr.	Bild	Schema	Wirkungsgrad %
7	cb Balance			60%
8	ca Koax			72%
9	d			48%

Tabelle 2

5.2 Bemerkungen zu den vorangegangenen Messungen

Die Messwerte der einzelnen Tuner sind Mittelwerte aller vorangegangenen Messungen, als der Vortrag bei HB9ZG, Vortrag HB9LU und ca. 10 Testläufe bei mir zu Hause. Die kleinen Unterschiede stammen vermutlich daher, dass sich die Temperatur unserer Last, die Glühbirne, über die längere Test-Phase, wohl erhöht.

Alle Messungen wurden einfachheitshalber mit 7.1 MHz durchgeführt, ansonsten wird der Vortrag langweilig. Bei anderen Frequenzen sind aber die Tendenzen genau gleich, so meine Messungen zu Hause.

Wir haben alle Tuner an derselben Last $85.2 + j66.8 \Omega$, also unserer 60 W Glühbirne getestet. Ändert man die Last mit ihren komplexen Widerständen, ergeben sich nur marginale Messwert-Änderungen.

In diesem Test-Beispiel mussten alle zu testenden Tuner eben diese Last möglichst verlustfrei anpassen. Sollte es Nachbauer geben, welche eine andere Last benutzen, wird es sicher abweichende Messresultate geben, aber ich bin überzeugt, dass die Tendenz der einzelnen Tuner gleichbleibt.

Als Transceiver wurde hier ein FT857, mit einem nachfolgenden Daiwa CN-410m Wattmeter, eingesetzt.

5.2.1 Wo entstehen die Verluste hauptsächlich im Tuner/Matchbox?

Eine Rollspule weist immer höhere Kontakt-Verluste auf als geschaltete. Der mechanische Aufbau dazu hat mehrere Kontakt-Stellen, man führe nur einmal den Rollen-Kontakt vor Augen. Auch die nicht genutzten Windungen führen bei einer Rollspule zu zusätzlichen Verlusten.

Des Weiteren tragen alle verwendeten Elemente im Tuner für Verluste bei.

Je nach der Güte der einzelnen Elemente, wie der Induktivitäten L, der Kondensatoren C, Schalter und Leitungen.

6 Ergänzende Erklärungen zu den untersuchten Tuner

6.1 ATU-100, a.)

Dieser ist ein klassischer asymmetrischer Tuner, bei welchem die Cs und Ls mit Relais geschaltet werden. Solche Tuner befinden sich auch in unsern KW Geräten. Die kleinen Transceiver, welche einen eingebauten Tuner haben, entsprechen genau diesem Typ.

6.2 NM-2000, b.)

Dies alte Matchbox von Drake wurde in den 70-er Jahren entwickelt und gebaut. Diese sind von bester HF-Qualität und für militärische Anwendung gebaut. Dieser Typ findet man nur noch auf dem Flohmarkt, aber auch bei Secondhand -Händler.

6.3 MFJ 989C, c.)

Dieser Tuner ist sehr verbreitet und beliebt, verspricht er doch ein Leistungsvermögen von 3kW. Alle User, schätzen die einfachen und übersichtlichen Tune-Einstellungen. Er verfügt über zwei asymmetrische- und ein Symmetrischen Ausgang. Letzteres wird wohl ausschlaggebend für einen Erwerb eines MFJ 989C sein.

6.4 Doppel-L Match, d.)

Hier handelt es sich um einen echten symmetrischer Tuner. Je nachdem, wo sich das C befindet, am Eingang des Tuners, ergibt sich einen Hochpass (HP), so am Ausgang des Tuners ein Tiefpass (TP). Da nur wenige Bauelemente mit deren Verlusten beteiligt sind, besitzt dieser Tuner einen hohen Wirkungsgrad.

6.5 Z-Macht, e.)

Die Schaltung des "Z-Match" ist schon länger bekannt und beliebt, weil sie unkompliziert aufzubauen und leicht abzustimmen ist. Zudem kommt man mit zwei Abstimmeelementen aus.

6.6 Bastel- Matchbox, f.)

Das Design ist ein klassischer T-Network Tuner, das aus einer Induktivität mit Abgriffen und zwei Dreh-Kondensatoren besteht. Der Aufbau bedingt allerdings eine isolierte Montage der Dreh-Kondensatoren. Besitzt die Induktivität eine hohe Güte, ist auch der Wirkungsgrad gut.

6.7 Automatischer-Asymmetrischer, 1kW Tuner, g.)

Bei dieser Schaltung wird ein L-Glied zur Anpassung benutzt. Ein L-Glied hat den Vorteil, dass es sehr variabel und eindeutig in der Abstimmung ist, wenige Bauteile bedarf und eine hohe Effizienz besitzt. Gerade die eindeutige Abstimmung sorgt dafür, dass nur eine bestimmte Kombination aus 'L' und 'C' für ein gutes SWR bei gleichzeitiger, verlustarmer Leistungsübertragung vorhanden sein kann. Das ist bei Tunern in T- oder PI-Konfiguration niemals der Fall!

Der Tuner befindet sich in der Nähe der Antenne, somit entstehen kaum Verluste auf der Antennenzuleitung vom Tuner zur Antenne.

Das Steuergerät befindet sich bei der Station, wobei vom Steuergerät eine Steuerkabel (24-adrig) zum Tuner führt. Als Steuergerät benutze ich die Schaltung von [DLOHDA](#) PDF, Bausatz und Mikrokontroller können hier [Link](#) erworben werden.

6.8 Automatischer -Symmetrischer, 1kW Tuner, h.)

Bei dieser Schaltung, werden zwei L-Glied zur Anpassung an die Zweidrahtleitung benutzt. Wie schon oben erwähnt, Ein L-Glied hat den Vorteil, es sehr variabel und eindeutig in der Abstimmung ist, wenige Bauteile bedarf und eine hohe Effizienz besitzt. Gerade die eindeutige Abstimmung sorgt dafür, dass nur eine bestimmte Kombination aus 'L' und 'C' für ein gutes SWR bei gleichzeitiger verlustarmer

Leistungsübertragung vorhanden sein kann. Das ist bei Tunern in T- oder PI-Konfiguration niemals der Fall. Der Tuner befindet sich ebenfalls wie oben in der Nähe der Antenne, somit entstehen kaum Verluste auf der Antennenzuleitung vom Tuner zur Antenne.

Das Steuergerät befindet sich bei der Station, wobei vom Steuergerät ein Steuerkabel (24-adrig) zum Tuner führt. Als Steuergerät benutze ich die Schaltung von [DLOHDA](#) PDF, Bausatz und Mikrokontroller können hier [Link](#) erworben werden.

7 Reale Praxis-Beispiele

7.1 Praxis-Beispiel 1

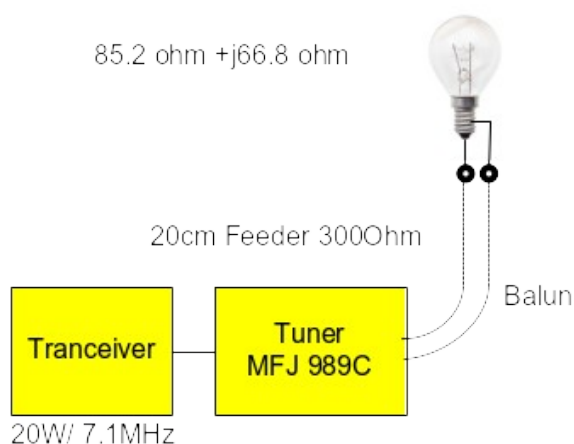


Bild 16.) Schema wie wir alle Tuner zuvor auf dessen Wirkungsgrad geprüft haben.

Von den 20W sind nur noch 14.9 W in der Last umgesetzt worden. 5.1 W wurden im Tuner vernichtet.

7.2 Praxis-Beispiel 2

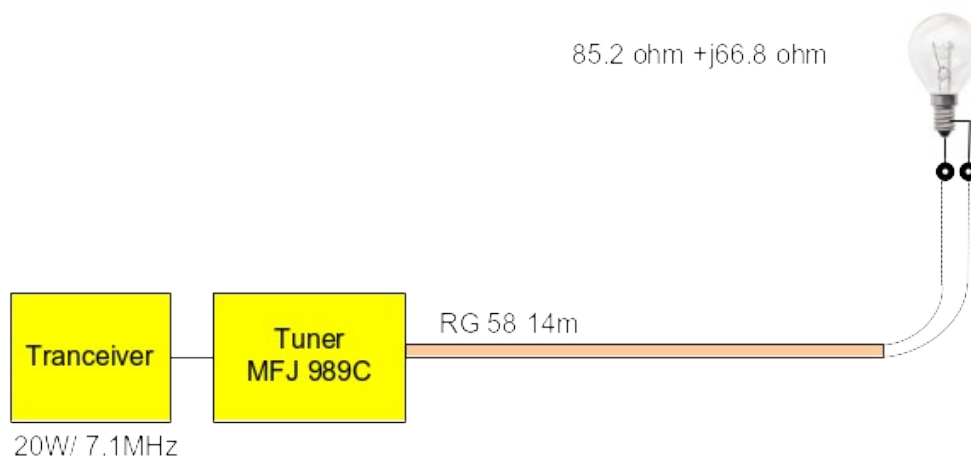


Bild 17.) Eine übliche Stations-Einrichtung, nach dem Tuner folgt ein Koaxialkabel zur Last/Ant.

Hier testen wir eine übliche Stations-Anlage, wie oft in der Literatur beschrieben. Natürlich liegt an Stelle der Glühbirne eine Antenne. Jeder Antennen-Einspeisepunkt hat nicht genau 50Ω , sondern auch Blindanteile und ist somit mehr oder weniger weit weg von der idealen 50Ω Impedanz. Aber dazu ist ja ein Tuner vorgesehen, wie im Bild 17.) oben dargestellt.

Merkwürdigerweise sind die Einstellungen am Tuner aber nicht die gleichen wie in Bild 16.) ☹

Zudem sind von den 20W sind nur noch 10.3 W in der Last umgesetzt worden.

9.7W wurden im Tuner vernichtet!

7.3 Praxis-Beispiel 3

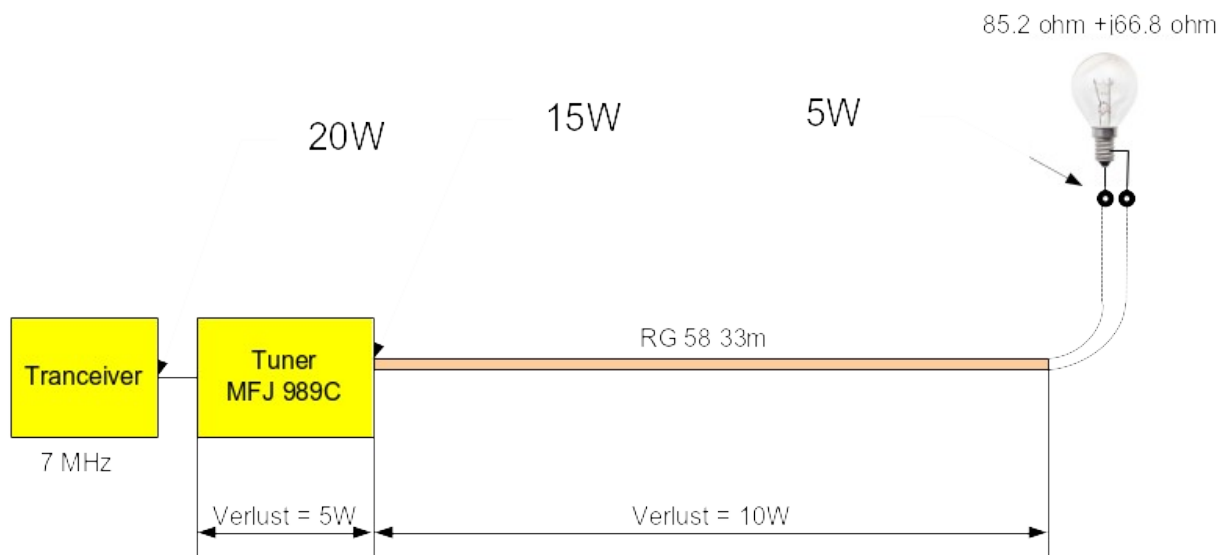


Bild 17.) hier erweitern wir das Koaxialkabel von 14m auf 33m

Merkwürdigerweise sind die Einstellungen am Tuner wiederum nicht die gleichen, wie oben.

Von den 20 W kommen nur gerade noch 5 W in der Last an!

Wo und wie viel Leistung vernichtet werden, zeigt das Bild oben.

Wir stellen fest, dass der grösste Verlust in der 33 m langen Antennenzuleitung entsteht.

Nachfolgend wollen wir die Situation mit dem 33m langen Koaxialkabel simulieren.

7.3.1 Simulation Praxis-Beispiel 3

Bild 18.) Wir simulieren die 33m lange Antennen-Zuleitung mit RG58

Wir sehen bei dieser Simulation, dass Theorie und Praxis doch sehr Nahe liegt mit den 4.45 dB Verlust.

7.3.2 Bestätigung-Beispiel 3

Bild 19.) Der Online Rechner bestätigt, dass die Verluste im 33m RG58 eben etwa Minus 4.4dB sind

7.3.3 RG213 an Stelle des RG58 bei Beispiel 3

Eingabe:	<input type="radio"/> Spannung	<input checked="" type="radio"/> Leistung	Rücksetzen
Eingang	<input type="text" value="15"/>	Wert 1	Berechne Wert 1
Ausgang	<input type="text" value="9.645"/>	Wert 2	Berechne Wert 2
Pegeländerung	<input type="text" value="-1.92"/>	dB	Berechne dB

Bild 20.) an Stelle des RG58 setzen wir ein RG 213 ein

Wie erwartet lohnt es sich für eine fest installierte Antennenanlage zu Hause ein hochwertiges Koaxial-Kabel einzusetzen.

Der **Unterschied** von RG213 mit -1.92 dB und RG58 mit -4.45 dB beträgt doch **2.53 dB**.

7.4 Fazit zu den Praxis-Beispielen

- Jedes Stück Kabel wirkt als Transformations-Element
- Daher ist es wichtig, dass diese von hoher Güte sind
- Daher ist es wichtig, dass diese möglichst kurz sind
- Daher gehört der Tuner so nahe wie möglich an den Antennen-Eingang!

8 Ein weiteres Simulation-Beispiel (kurze Doppel Zepp)

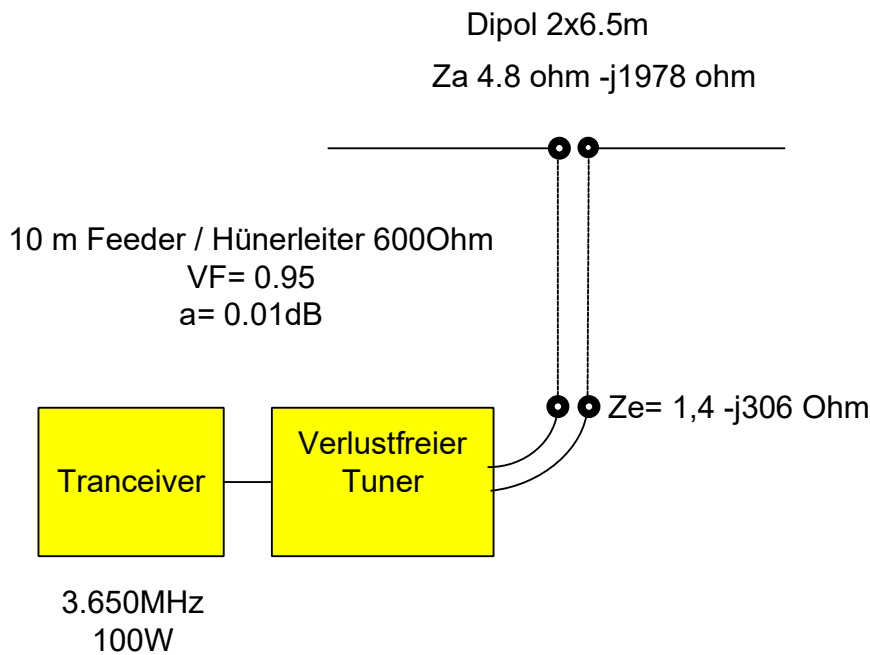


Bild 21.) Eine in der Literatur verbreitete kurze Doppel Zepp

Diese 2x6.5m lange Doppel Zepp Antenne wird in vielen QRP-Foren beschrieben und ist beliebt bei Outdoor – Aktivitäten. Bei dieser Multiband-Antenne lässt sich der Band-Bereich von 80m bis 10m abstimmen. Nun, das Sprichwort «SWR gut- alles Gut» haben ja auch schon gehört. Daher wollen wir hier einmal diese Antenne mit dem Simulation - Tool «Kabelrechner» Walter DL1JWD simulieren, ob es sich lohnt, eine solche zu bauen.

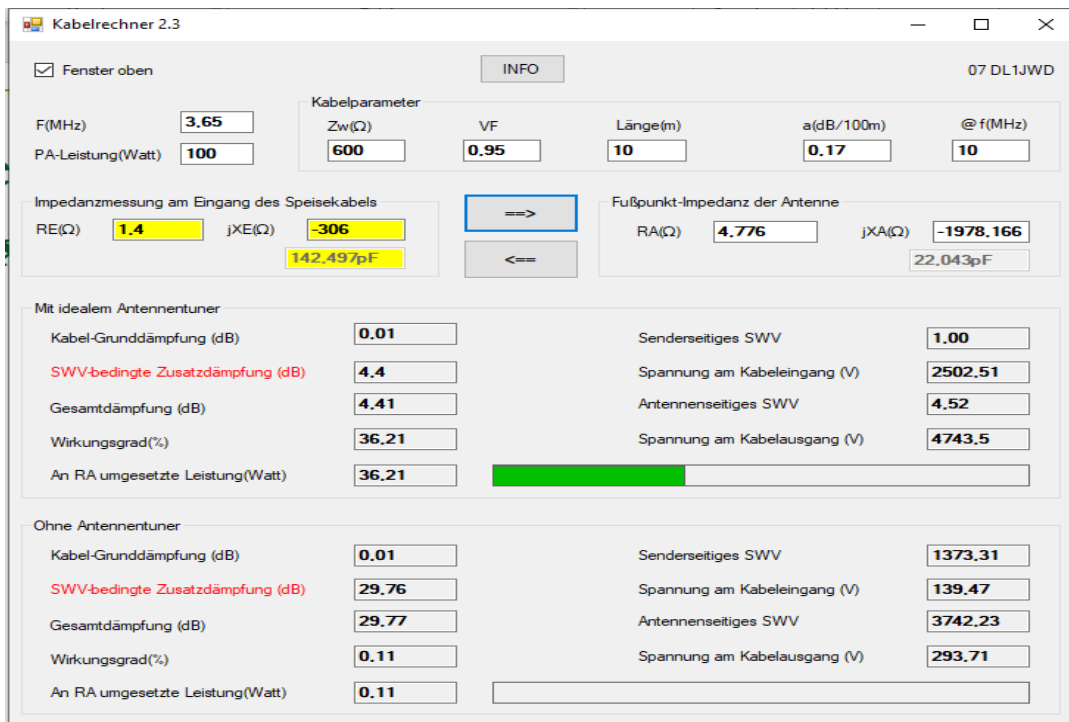


Bild 22.) Resultat der Doppel Zepp 2x6.5m, auf 80m

Um eindeutige Ergebnisse über die Antenne zu erhalten, setzen wir hier einen verlustfreien Tuner ein. Von den 100 W kommen gerade noch 36.12 W in die Antenne, rund 64W werden in der 600Ω Feeder Leitung vernichtet. Zu erwähnen ist, die hier eingesetzte 600Ω Feeder Leitung ist von höchster Güte!

8.1 Die Twistet Multiband Antenne

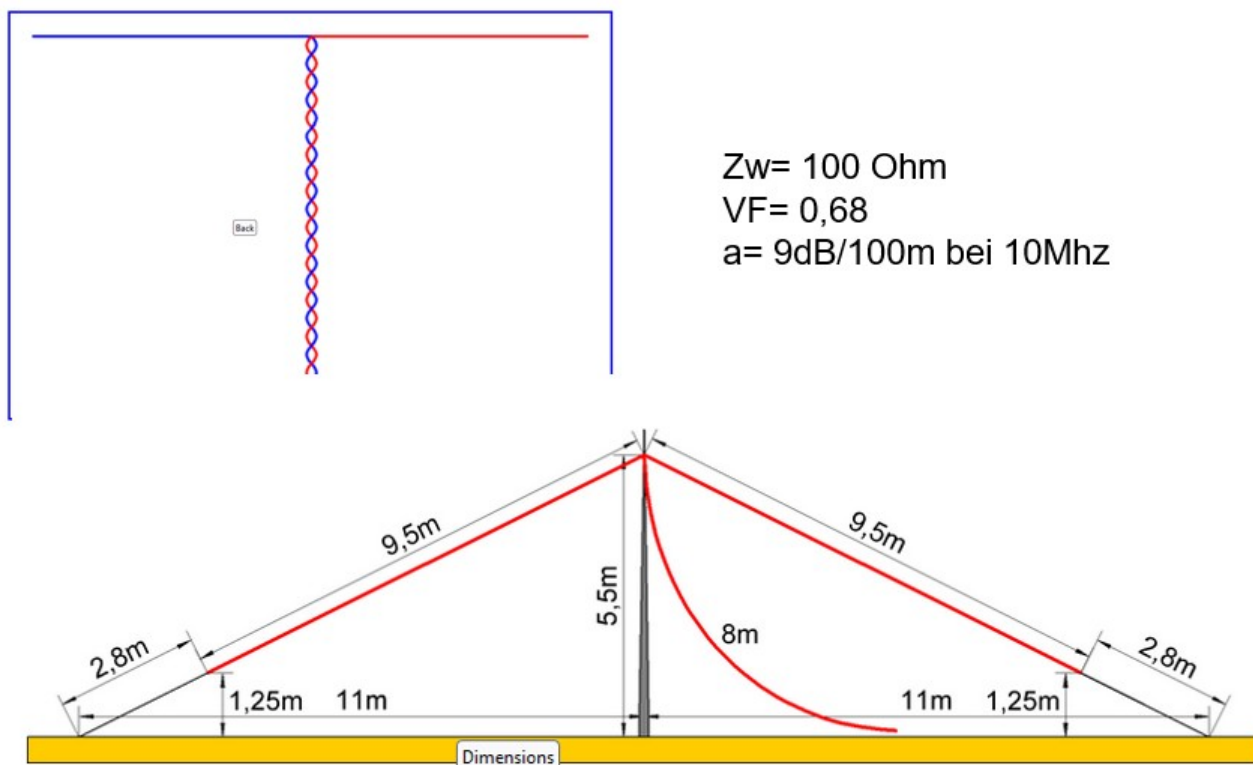
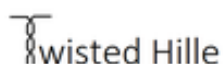


Bild 23.) Die Twistet Multiband-Antenne mit dessen Abmessungen.

Bei der Twistet Multiband-Antenne handelt es sich um die genau gleiche Antenne, wie die oben erwähnte Doppel Zepp Antenne. Nur verwendet der kommerzielle Hersteller an Stelle der teuren und aufwendigen Hühnerleiter eine mit zwei Litzen verdrehte Antennen- Zuleitung mit der Länge von 8m.

8.1.1 Bezugsquelle der Twistet Multiband-Antenne



Twisted Hille

Bausatz für eine Twisted Hille Antenne 80-10m.

Für Portabelbetrieb. Passt z.B. ideal in die Bereitschaftstasche für den Elecraft KX2 oder auch nur in die Hosentasche, hi...

Zum Betrieb ist ein Tuner und ggf. ein Balun erforderlich (nicht im Lieferumfang).

Der Bausatz beinhaltet die vorabgelängte und mit Mittestück versehene Antenne, Wahlweise Bananenstecker 2mm (für QRP-Project Balun 1:4) oder 4mm (für sonstige Baluns, ZM4, usw.), Schrumpfschlauch.

2mm Bananenstecker: 19,90 €

19,90 €

In den Warenkorb

Bild 24.) die Bezugsquelle, für welche sich keine selbst bauen können.

8.2 Simulation-Wert auf 80m der Twisted Multiband Antenna

Kabelrechner 2.3 07 DL1JWD

Fenster oben INFO

F(MHz) PA-Leistung(Watt)

Kabelparameter

Zw(Ω)	VF	Länge(m)	a(dB/100m)	@ f(MHz)
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0.68"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="10"/>

Impedanzmessung am Eingang des Speisekabels

RE(Ω) jXE(Ω)

==>

Fußpunkt-Impedanz der Antenne

RA(Ω) jXA(Ω)

<==

Mit idealem Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	<input type="text" value="0.43"/>	Senderseitiges SWV	<input type="text" value="1.00"/>
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	<input type="text" value="25.52"/>	Spannung am Kabeleingang (V)	<input type="text" value="260.45"/>
Gesamtdämpfung (dB)	<input type="text" value="25.96"/>	Antennenseitiges SWV	<input type="text" value="783.26"/>
Wirkungsgrad(%)	<input type="text" value="0.25"/>	Spannung am Kabelausgang (V)	<input type="text" value="445.15"/>
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	<input type="text" value="0.25"/>		

Ohne Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	<input type="text" value="0.43"/>	Senderseitiges SWV	<input type="text" value="20.13"/>
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	<input type="text" value="32.96"/>	Spannung am Kabeleingang (V)	<input type="text" value="110.63"/>
Gesamtdämpfung (dB)	<input type="text" value="33.4"/>	Antennenseitiges SWV	<input type="text" value="7732.06"/>
Wirkungsgrad(%)	<input type="text" value="0.05"/>	Spannung am Kabelausgang (V)	<input type="text" value="189.2"/>
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	<input type="text" value="0.05"/>		

Bild 25.) Wirkungsgrad auf 80m der Twisted Multiband Antenne

Von den 36.12W in Bild 22.) kommt praktisch nichts mehr an, der Wirkungsgrad liegt bei 0.25%. Daher sehen wir in der Grafik oben auch keine grüne Balken-Anzeige.

8.3 Simulation-Wert auf 40m der Twisted Multiband Antenna

Kabelrechner 2.3 07 DL1JWD

Fenster oben INFO

F(MHz) PA-Leistung(Watt)

Kabelparameter

Zw(Ω)	VF	Länge(m)	a(dB/100m)	@ f(MHz)
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0.68"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="10"/>

Impedanzmessung am Eingang des Speisekabels

RE(Ω) jXE(Ω)

==> Fußpunkt-Impedanz der Antenne

RA(Ω) jXA(Ω)

<==

Mit idealem Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	<input type="text" value="0.61"/>	Senderseitiges SWV	<input type="text" value="1.00"/>
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	<input type="text" value="12.06"/>	Spannung am Kabeleingang (V)	<input type="text" value="117.24"/>
Gesamtdämpfung (dB)	<input type="text" value="12.66"/>	Antennenseitiges SWV	<input type="text" value="35.55"/>
Wirkungsgrad(%)	<input type="text" value="5.42"/>	Spannung am Kabelausgang (V)	<input type="text" value="363.81"/>
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	<input type="text" value="5.42"/>		

Ohne Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	<input type="text" value="0.61"/>	Senderseitiges SWV	<input type="text" value="8.78"/>
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	<input type="text" value="16.41"/>	Spannung am Kabeleingang (V)	<input type="text" value="71.06"/>
Gesamtdämpfung (dB)	<input type="text" value="17.01"/>	Antennenseitiges SWV	<input type="text" value="167.69"/>
Wirkungsgrad(%)	<input type="text" value="1.99"/>	Spannung am Kabelausgang (V)	<input type="text" value="220.61"/>
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	<input type="text" value="1.99"/>		

Bild 26.)

8.4 Simulation-Wert auf 20m der Twisted Multiband Antenna

Kabelrechner 2.3 07 DL1JWD

Fenster oben INFO

F(MHz) PA-Leistung(Watt)

Kabelparameter

Zw(Ω)	VF	Länge(m)	a(dB/100m)	@ f(MHz)
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0.68"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="10"/>

Impedanzmessung am Eingang des Speisekabels

RE(Ω) jXE(Ω)

==> Fußpunkt-Impedanz der Antenne

RA(Ω) jXA(Ω)

<==

Mit idealem Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	<input type="text" value="0.85"/>	Senderseitiges SWV	<input type="text" value="1.00"/>
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	<input type="text" value="2.74"/>	Spannung am Kabeleingang (V)	<input type="text" value="237.5"/>
Gesamtdämpfung (dB)	<input type="text" value="3.59"/>	Antennenseitiges SWV	<input type="text" value="3.42"/>
Wirkungsgrad(%)	<input type="text" value="43.71"/>	Spannung am Kabelausgang (V)	<input type="text" value="230.1"/>
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	<input type="text" value="43.71"/>		

Ohne Antennentuner

Kabel-Grunddämpfung (dB)	<input type="text" value="0.85"/>	Senderseitiges SWV	<input type="text" value="11.32"/>
SWV-bedingte Zusatzdämpfung (dB)	<input type="text" value="7.99"/>	Spannung am Kabeleingang (V)	<input type="text" value="129.75"/>
Gesamtdämpfung (dB)	<input type="text" value="8.85"/>	Antennenseitiges SWV	<input type="text" value="22.17"/>
Wirkungsgrad(%)	<input type="text" value="13.04"/>	Spannung am Kabelausgang (V)	<input type="text" value="125.71"/>
An RA umgesetzte Leistung(Watt)	<input type="text" value="13.04"/>		

Bild 27.)

9 Schlusswort:

Mit diesem Beitrag wollte ich persönlich erfahren, ob ein symmetrischer Tuner immer besser ist als die üblichen asymmetrischen Tuner, was man oft in der Antennen - Literatur liest. Mit diesen Messungen hier, kann ich bestätigen, dass ein symmetrischer Tuner in Sachen Wirkungsgrad wirklich die besten Resultate aufweist.

Allerdings ist der Aufwand für einen symmetrischer Tuner sehr hoch. Der Bauteile – Aufwand ist nahe doppelt so hoch wie bei einem asymmetrischen Tuner. Wohl daher finden wir kaum solche symmetrischen Tuner auf dem Markt.

Was bei einem symmetrischen Tuner aber ganz bedeutend auffällt ist, nicht nur der Verlust im Tuner selbst, sondern, dass sich ein symmetrischer Tuner in der Regel Nahe der Antenne befindet. Das bedeutet, dass die oft längere Antennenzuleitung absolut stehwellenfrei ist, also nicht als Transformations-Glied wirkt. In diesem Beitrag haben wir erfahren, dass wenn ein Koaxialkabel als Transformation-Glied wirkt, wirken muss, mit sehr grossen Verlusten behaftet wird. Ein RG58 ist da wohl immer die schlechteste Wahl, mit einem RG213 und besseren Kabel, kann man schon viel mehr Leistung an die Antenne bringen. Daher habe ich noch eine kurze Lektion Antennen-Kabel-Simulation am Ende des Vortrages/Workshop angefügt.

Es lohnt sich also, einmal seine bestehende Antenne-Anlage mit einem solchen Programm zu simulieren. Oder aber wenn man ein neues Antennen-Projekt plant, zuvor die möglichen Lösungen mit einem solchen Simulations-Programm zu simulieren.

Ein Simulation-Programm liefert nicht ein hundertprozentiges Resultat, aber die Richtung stimmt ganz bestimmt☺.

Ich wünsche euch viel Spass und Erfolg beim Weiterentwickeln eurer Stations-Anlage.

Vy 73 de hb9bxh hans-peter

10 Literatur-Hinweise:

Der optimale Tuner, ein Symmetrischer Tuner, Einsatz und Erfolg unter 5H1BP AF-032.

<https://hb9bxh.ch/hamradio/expeditions/5h1bp-kilimanjaro-zansibar-iota-af-032/>

https://hb9bxh.ch/Expedition/5H1BP/5H1PB%20Kilimanjaro_e.pdf

<https://hb9bxh.ch/Expedition/5H1BP/Bericht%20QRV%20vom%20Kilimanjaro%20Funk.pdf>

Kabel-Rechner von KV5R <https://kv5r.com/ham-radio/coax-loss-calculator/>

Welche Matchbox ist wohl für mich die Beste? <https://hb9bxh.ch/pdf/Welche%20Match-Box.pdf>

Simulation Tool Walter DL1JWD <https://dl1jwd.darc.de/>

Der Balun und seine Geheimnisse HB9BXE <https://hb9bxh.ch/Antenna/Baumapfe%20HB9LU-Balun%20V3.pdf>

Die Stromsummen Antenne DL1VU <https://hb9bxh.ch/pdf/Die%20Stromsummenantenne.pdf>