

# Welche Antennenanpassung?

Autor HB9BXE

1	Welches ist die beste Antennenanpassung (Matchbox)? .....	2
1.1	Beweggründe zu diesem Bericht.....	2
2	Definition und Aufgabe der Matchbox .....	4
2.1	Bezeichnung .....	4
2.1	Die Aufgabe der Matchbox .....	4
3	Übersicht über die am meisten verwendeten Matchboxen.....	5
3.1	T-Match.....	5
3.2	Fuchskreis.....	6
3.3	Die Z-Match .....	6
3.4	Doppel-L-Match.....	7
3.5	Viertelwellen-Stichleitung .....	8
4	Die verschiedenen Anpassschaltungen im Vergleich <i>Z-Match/T-Match/Fuchskreis/Doppel-L-Match/Stichleitung</i> .....	9
4.1	Vergleich im Feldversuch .....	9
4.2	Die benutzten Mess- und Prüfmittel.....	9
4.3	Anordnung der folgenden Feld-Versuche .....	10
4.4	Feld-Versuch T-Matchbox 50 Ohm zu T-Machbox 50 Ohm .....	10
4.5	Feld-Versuch Z- Match 50 Ohm zu T-Machbox 50 Ohm .....	11
4.6	Feld-Versuch Z- Match 50 Ohm zu Z- Match 50 Ohm .....	11
4.7	Feld-Versuch Z- Match 300 Ohm zu Z- Match 50 Ohm .....	12
4.8	Feld-Versuch Z- Match 300 Ohm zu Z- Match 300 Ohm .....	12
4.9	Feld-Versuch T- Matchbox 300 Ohm zu Z- Match 300 Ohm .....	13
4.10	Feld-Versuch T- Matchbox 300 Ohm zu T- Matchbox 300 Ohm .....	13
4.11	Feld-Versuch LL- Match 300 Ohm zu T- Matchbox 300 Ohm.....	14
4.12	Feld-Versuch LL- Match 300 Ohm zu LL- Match 300 Ohm .....	14
4.13	Feld-Versuch Fuchskreis zu LL- Match 300 Ohm.....	15
4.14	Feld-Versuch Fuchskreis zu Fuchskreis.....	15
4.15	Feld-Versuch Viertelwellen-Stichleitung zu Fuchskreis.....	16
4.16	Feld-Versuch $\lambda/4$ -Stichleitung zu $\lambda/4$ -Stichleitung.....	17
4.17	Feldversuch-Zusammenfassung/Übersicht .....	17
5	Anmerkungen & Ergänzungen.....	17
5.1	Viertelwellen-Stichleitung .....	17
5.2	Z-Match.....	18
5.3	Doppel-L-Match.....	18
5.4	T-Match.....	18
6	Zusammenfassung.....	18
7	Schlusswort .....	19
8	Literatur-Verzeichnis .....	19

# 1 Welches ist die beste Antennenanpassung (Matchbox)?

Man liest und hört sehr viel über die, manchmal geheimnisvolle, Box. Wen ich als Leser einer Zeitschrift einen Artikel darüber lese, dann komme ich sehr oft zum Schluss, dass die beschriebene Matchbox nun doch die beste ist. Oft werden als Qualitätsmerkmal die gearbeiteten DX-Stationen herangezogen, was aber aus meiner Sicht keinen reellen Vergleich darstellt. Mit diesem Bericht möchte ich die Geheimnisse durch praktische Versuche und Gegenüberstellungen etwas lüften.

## 1.1 Beweggründe zu diesem Bericht

Was sind die Beweggründe, dass ich mit diesem Thema etwas genauer befasse?

Für meine kleine 2004-Expedition zum Kilimandscharogipfel und mit anschliessender Aktivität von Sansibar, AF032, suchte ich jeweils die Optimalste Antennen- Konfiguration.

Nebst einer wirkungsvollen Antenne braucht es eben auch eine möglichst optimale Anpassung. Für die Aktivität vom Kilimandscharogipfel aus musste diese hinsichtlich des Gewichtes und eines schnellen Aufbaus einfach sein. Als Favorit stellte sich dann einen vertikalen Halbwellenstrahler für 15 m und als Anpassung eine Lambda/4 Stub- Stichleitung heraus. Mehr dazu im folgenden Artikel in der Beschreibung der Versuche.

Auf Zanzibar jedoch plante ich von 80 m bis 10 m QRV zu sein. Wie immer auf einer Expedition, ist das Gewicht ein grosses Thema. So wählte ich als Antenne die „Stromsummen-Antenne“, auch "verlängerte Windom- Antenne" genannt. [1] Eine solche Antenne ist sehr leicht im Gewicht und diese lässt sich beliebig verlängern, so dass man einen Gewinn in die gewünschte Richtung erhält. Nun galt es bei den Vorbereitungen einen geeigneten Koppler zu finden, beziehungsweise zu bauen. Bis anhin hatte ich mich ausschliesslich mit den klassischen Pi- und T-Filter - Anpassungen und dem Fuchskreis beschäftigt. Zurzeit macht aber die Z-Match Furore. So entschloss ich mich, selber ein solcher Z-Match (Anpassschaltung) für 80m-10m zu bauen, da sie leicht ist.

Mein erstes Exemplar stand nun da auf dem Tisch, und funktionierte auch auf Anhieb. Es liess sich, wie überall beschrieben, leicht ein SWR von 1:1 herstellen.

So weit so gut, eigentlich hätte ich mein Ziel erreicht, die Z-Match ist leicht und funktioniert fabelhaft. Doch ich habe in einem Artikel über die Z-Match auch gelesen, dass diese einen schlechten Wirkungsgrad haben.

Es ist wohl mein Charakter, wenn ich etwas Neues angehe, dann will ich auch wissen dass es funktioniert und auch warum es funktioniert. Deshalb habe ich den Wirkungsgrad meiner neuen Z-Match-Box folgendermassen näher untersucht:

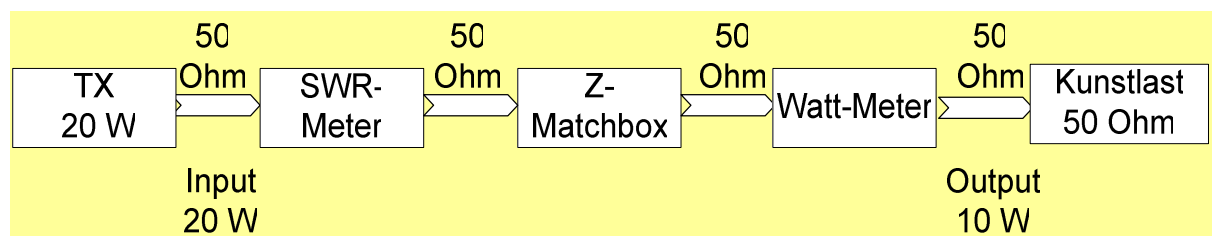


Bild 1 Messung an der Z-Match (21 MHz)

Wie in Bild 1 gezeigt, geht offenbar irgendwo etwas von der Leistung verloren. Sind die Verluste nun in der Z-Match zu suchen, oder in der übrigen Schaltung? Oder stimmt allenfalls das SWR-Meter oder das Watt-Meter (Leistungsmessung) nicht?

Eine Antwort finden wir im nächsten Versuch, Bild 2

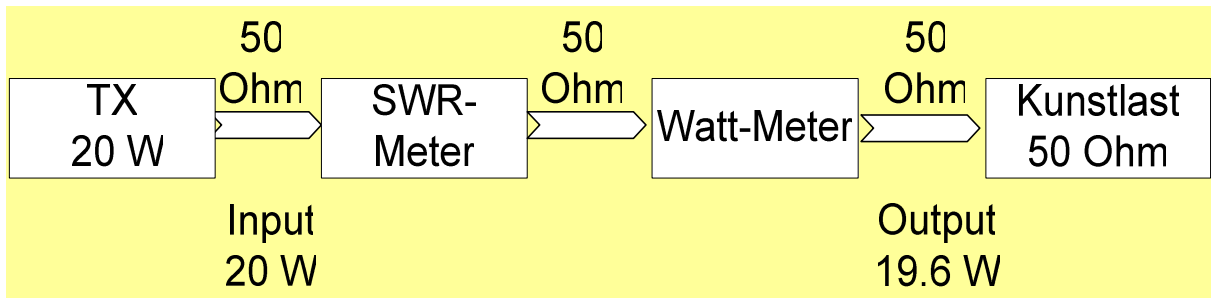


Bild 2 Überprüfungen der Messanordnung (21 MHz)

Wie Bild 2 zeigt, sind die Verluste in dieser Beschaltung, also ohne die Z-Matchbox, mit 0.4 W sehr gering. Das heisst, die Verluste sind also in der Z-Matchbox selbst zu suchen. Aber wo zum Teufel genau geht denn die Leistung verloren? Nachfolgend einige Erklärungen:

Wen man in der Fachliteratur nachliest, sind die Verluste in einem Schwingkreis immer grösstenteils in der Spule zu finden. Als Kondensator in einer Matchbox benutzen wir ja üblicherweise einen Luft-Drehkondensator, der ein hohes Q besitzt und somit auch sehr verlustarm ist.

Ein altes und einfaches physikalisches Gesetz lautet: Energie kann nicht vernichtet werden, sondern nur umgewandelt werden. Also die Differenz zwischen Eingang und Ausgang muss sich irgendwo in der Schaltung in Wärme umwandeln.

So bauen wir die nächste Testschaltung nach Bild 3 auf.

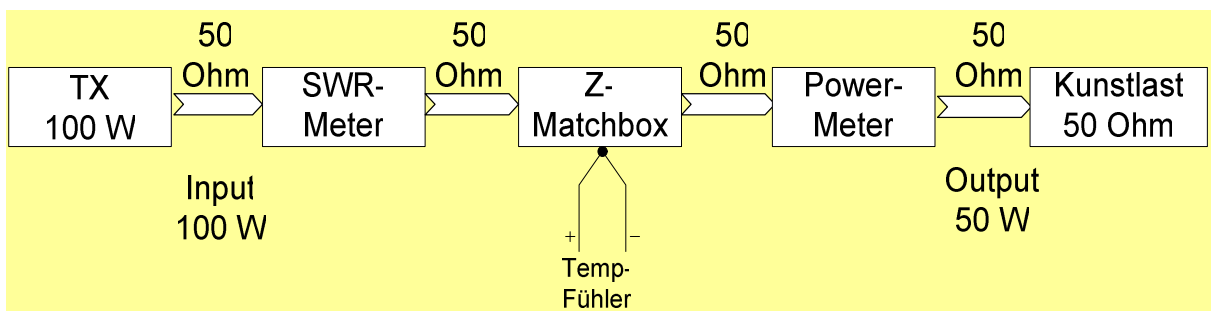


Bild 3 Verluste ausfindig machen

Wie Bild 3 zeigt, speist man die ganze Schaltung während ca. 1 Minute mit 100 W und prüft anschliessend mit den Fingern (bitte zuerst TX ausschalten), oder einem Laser- Thermometer, ob die Spule oder andere Elemente sich erwärmt haben. In unserem Beispiel, ist die Spule richtig heiss geworden. Ist der Draht etwa zu dünn gewählt, oder wirkt sich der Skin -Effekt dermassen stark aus? Natürlich gibt man nicht so schnell auf, und so habe ich eine neue Spule mit etwas dickerem Draht hergestellt und diese anschliessend stark versilbern lassen.



Bild 4

Im Bild 4 sehen wir die neu versilberte Spule, Drahtdurchmesser 2 mm Cu.

Gespannt messen wir, um wie viel sich der Verlust verringert. Die Enttäuschung nach der Messung ist gross: Der Verlust ist zwar etwas geringer, aber der Wirkungsgrad mit etwa 55 % ist für mich immer noch sehr unbefriedigend.

Im nächsten Abschnitt gehen wir etwas mehr ins Detail.

## **2 Definition und Aufgabe der Matchbox**

### **2.1 Bezeichnung**

In diesem Beitrag bezeichne ich das Gerät, das die Aufgabe hat, den Senderausgang an das Antennensystem anzupassen, als "Matchbox". Weitere gebräuchliche Bezeichnungen für dieses Gerät sind etwa Antennenkoppler, Tuner, Antennenanpassgerät usw.

Matchbox und Tuner ist der Englische Begriff.

Antennenkoppler und Anpassgerät ist der Deutschsprachige Begriff.

Alle oben genannten Begriffe meinen dasselbe und erfüllen schlussendlich die gleiche Aufgabe, nämlich den Senderausgang an das Antennen-System anzupassen.

In diesem Beitrag wähle ich den zurzeit am häufigsten Begriff „die Matchbox“

### **2.1 Die Aufgabe der Matchbox**

Die Matchbox ist ein Gerät aus konzentrierten Schaltelementen (L und C) für die Anpassung des Wellenwiderstandes der Speiseleitung an das Gerät (den Sender, oder an den Empfänger) oder an den Antenneneingang.

Die Matchbox hat die Aufgabe, möglichst viel Energie vom Generator (Sender) zum Verbraucher (Antenne) zu bringen. Die grösstmögliche Wirkleistung wird dann übertragen, wenn die Impedanzen von Generator und Verbraucher gleich gross sind. Dies wird dadurch erzielt, dass die Impedanzen, also die Blindwiderstände von Generator und Verbraucher transformiert werden, und die Blindwiderstände dabei gegenseitig kompensiert werden. Dann erhalten wir das gewünschte Stehwellenverhältnis auf der Leitung von 1:1.

### 3 Übersicht über die am meisten verwendeten Matchboxen

#### 3.1 T-Match

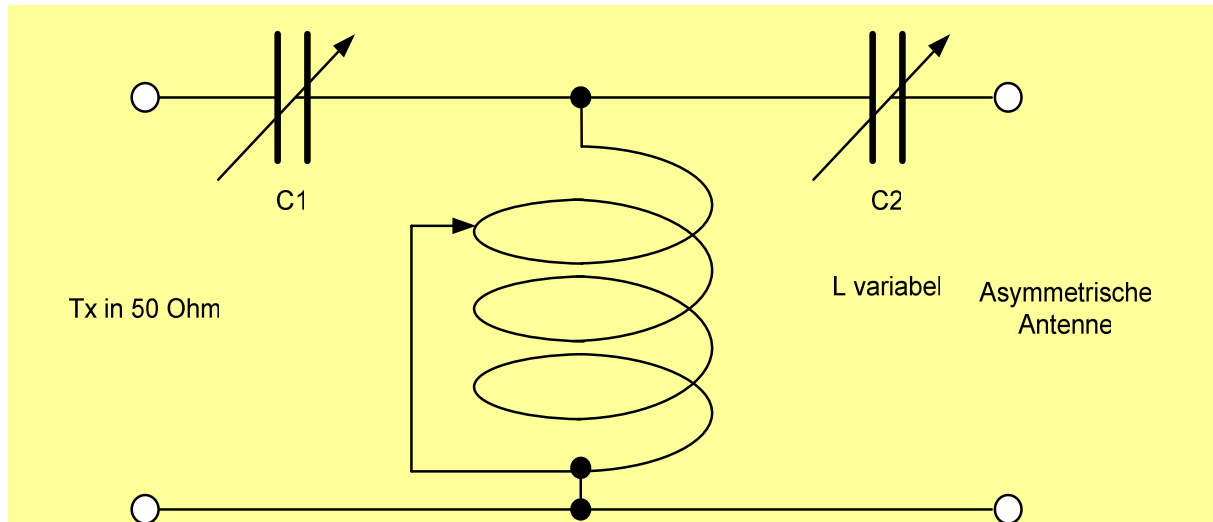


Bild 5 zeigt das Schema der T-Matchbox, **T-MB1** und **T-MB2**, in der asymmetrischen Anwendung, also antennenseitig wie auch senderseitig mit 50- Ohm- Koaxkabel gespeist. Ich habe für diese Messaufgaben bewusst zwei grosse Matchboxen dieses Typs gewählt, um mögliche Verluste klein zu halten. Die Verluste bei kleineren Ausführungen sind in der Regel etwas grösser.

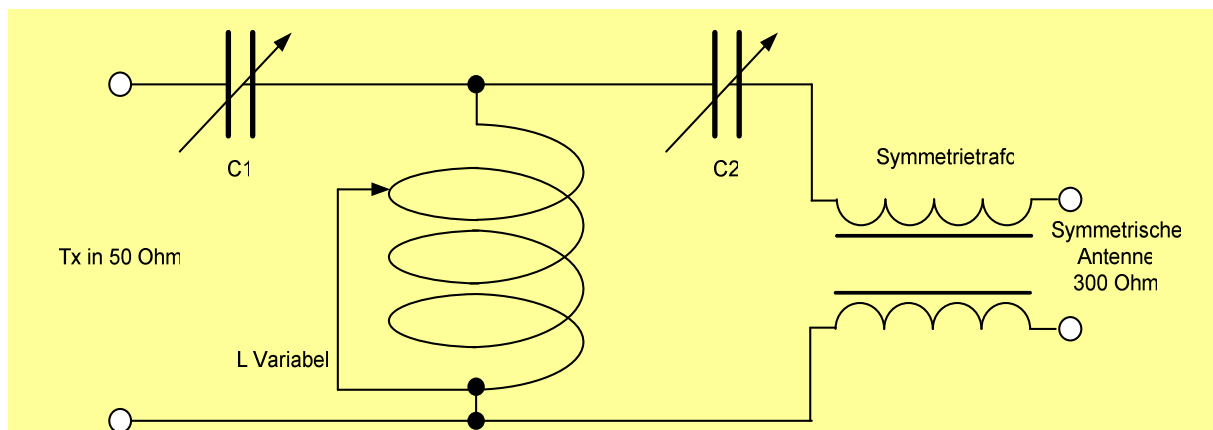


Bild 6 zeigt das Schema der T-Matchbox, **T-MB1** und **TMB2**, in der symmetrischen Anwendung, also senderseitig mit 50 Ohm und antennenseitig mit 300 Ohm Feeder-Flachbandleitung gespeisen.

### 3.2 Fuchskreis

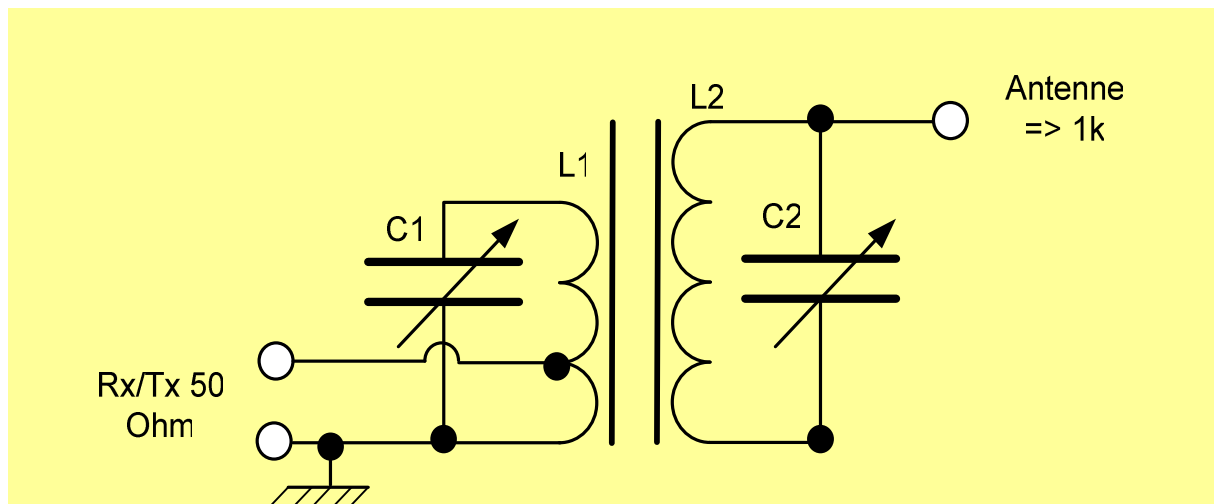


Bild 7 zeigt den Fuchskreis. Im Prinzip ist es ein zweikreisiges Bandpass-Filter mit einer hohen Güte. Nebst der Impedanz-Transformation weist der Fuchskreis eine hervorragende Bandpasseigenschaft auf: Beim Senden unterdrückt er Oberwellen, und beim Empfangen wirkt er als schmalbandiges Bandpassfilter. Wichtig ist dabei, dass der antennenseitige Schwingkreis, bestehend aus L2 und C2, nicht direkt geerdet werden darf. Um statische Ladungen abzuleiten, benutzt man am besten eine HF-Drossel vom kalten Ende der L1-C2 Kombination gegen Erde. (hier im Bild 7 nicht eingezeichnet) Im Weitern ist zu beachten, dass in L2 sehr hohe Schwingkreisströme fließen daher muss der Draht einen möglichst hohen Querschnitt aufweisen, etwa das doppelte und mehr, wie in jener in L1.

### 3.3 Die Z-Match

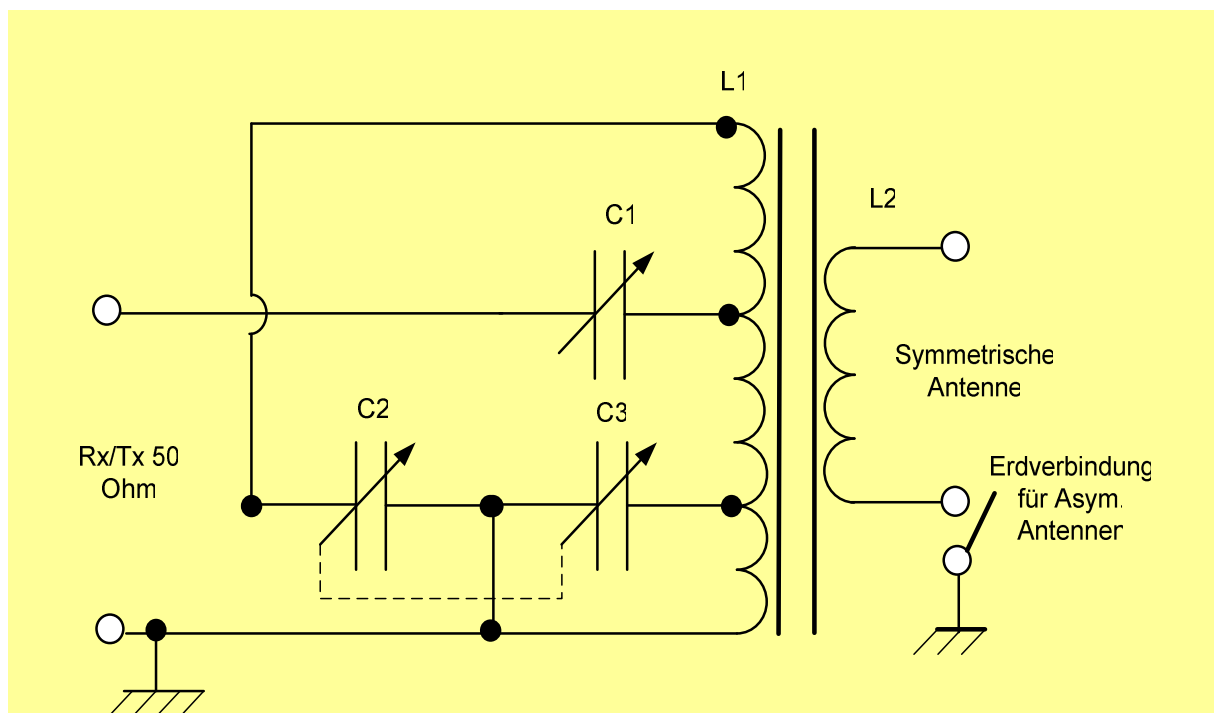


Bild 8 zeigt das Schaltbild der Z-Match

L1 und L2 werden als Luftspulen, aber oder auch auf Ringkernen hergestellt. Luftspulen sind allemal verlustärmer, dafür sind sie auch grösser. Da diese Schaltung ohne variables L auskommt, wird diese Anordnung sehr oft für automatische Anpassgeräte angewendet. C1 bis C3 werden in diesem Falle durch Fest-Kondensatoren gebildet und mittels Relais gesteuert.

### 3.4 Doppel-L-Match

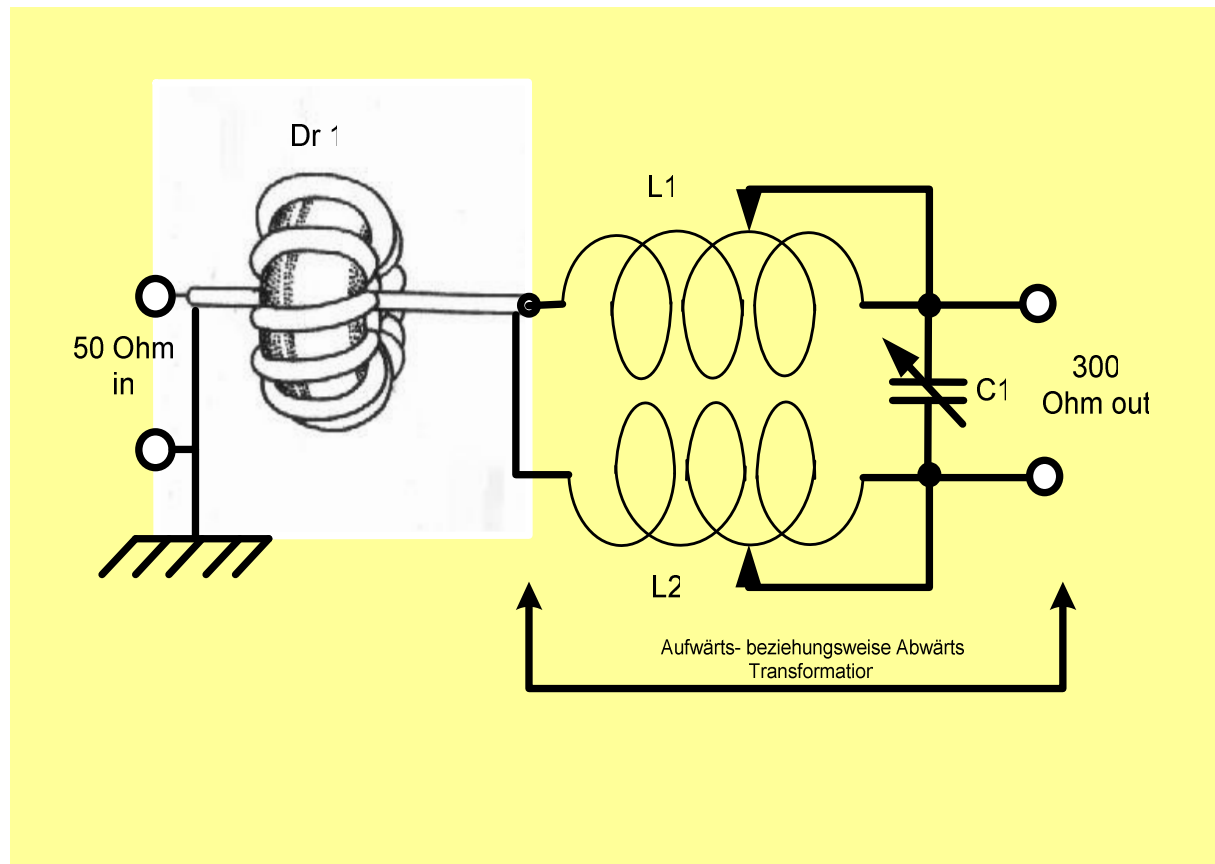


Bild 9 zeigt die Doppel-L- Matchbox

Bei dieser Schaltung geht es nebst der Symmetrisierung nur darum, die Reaktanzen zu kompensieren. Im Gegensatz zur Z-Match stellt diese Schaltung keinen eigentlichen Schwingkreis dar, und somit sind die Verluste auch wesentlich kleiner. Die Dr1 besteht aus einem Ringkern, bewickelt mit einem dünnen Koaxialkabel. Diese Drossel wirkt als Mantelwellensperre, das heisst sie verhindert, dass der Mantel des Koaxkabels als gegen Erde erregter Strahler wirkt.

Für einen Betrieb von 80 m bis 10 m eignen sich etwa folgende Werte:

- |         |  |
|---------|--|
| Dr 1    | 250 $\mu$ H (wie oben beschrieben)                       |
| L1 & L2 | 7 $\mu$ H (Luftspule oder Ringkernspule mit Anzapfungen) |
| C1      | 500 pF (Drehko mit genügend breitem Luftspalt)           |

### 3.5 Viertelwellen-Stichleitung

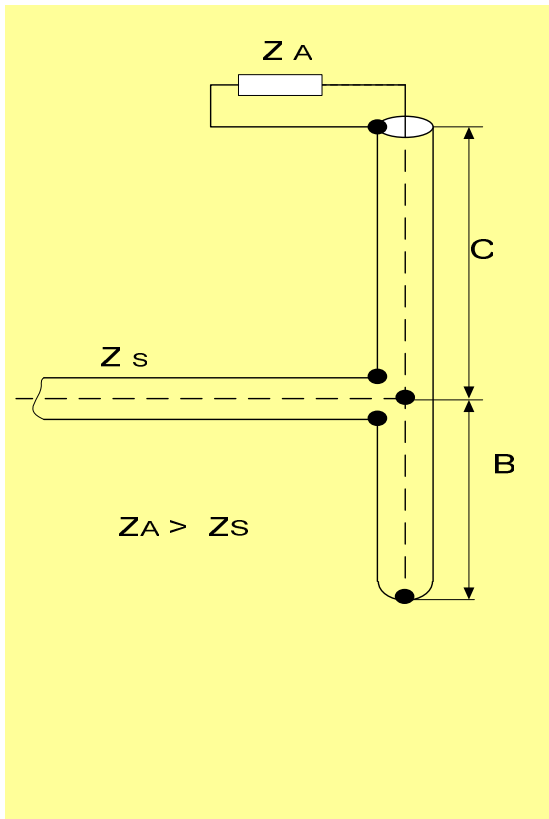


Bild 10 zeigt die Viertelwellen-Stichleitung

$Z_A$  stellt im Bild die Antennenimpedanz dar, die bei endgespeisten Halbwellenstrahlern grösser als 1000 Ohm ist. Die Impedanzen der Koaxialkabelstücke B und C müssen gleich sein. Die Länge des Koaxialkabel  $Z_s$  zum Transceiver kann beliebig sein und beträgt üblich 50 Ohm. Die Stub-Länge B beträgt etwa  $0.034\lambda$  und die Länge C zum Antennenende etwa  $0.216\lambda$ .

Nähere Beschreibung siehe [2] [3] und [7]



## 4 Die verschiedenen Anpassschaltungen im Vergleich *Z-Match/T-Match/Fuchskreis/Doppel-L-Match/Stichleitung*

### 4.1 Vergleich im Feldversuch

Mit möglichst realitätsnahen Feldversuchen habe ich die Vergleiche folgendermassen überprüft.

### 4.2 Die benutzten Mess- und Prüfmittel

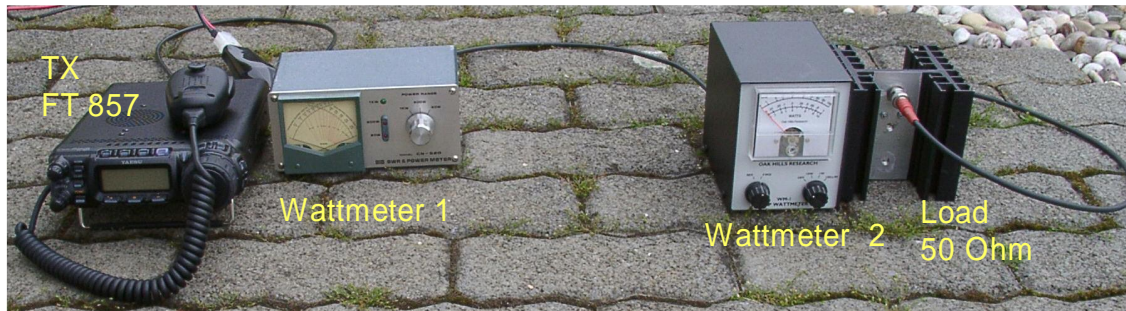


Bild 11 zeigt die benutzten Mess- und Prüfmittel

Legende: die fett gedruckten Begriffe werden in den folgenden Bildern verwendet.

- **Tx** ist ein FT 857 von Yaesu, Power jeweils 20 W in FM Mode. Ein Klebeband am Mikrofon erlaubte mir einen dauernden Träger.
- **Wattmeter 1**, von DAIWA, Model CN-620, Messbereich 20 W
- **Wattmeter 2**, von OAK, Model WM1, Messbereich 1W. Das WM1 habe ich zuvor mit einem BIRD-Wattmeter verglichen, um etwaige Messfehler auszuschliessen. Das WM1 stimmt übrigens erstaunlich gut. Als Last benutze ich einen 50 Ohm Lastwiderstand mit einer Belastbarkeit von 100 W bei 0-2 GHz.
- **50 Ohm Koax** Kabel RG58 von Suhner, Länge 7 m (Matchbox-Antenne)
- **300 Ohm Feeder**, weisses Fernseh-Flachbandkabel, Länge 7 m (Matchbox-Antenne)

### 4.3 Anordnung der folgenden Feld-Versuche

Die beiden Antennen sind immer identisch in einem Abstand von  $\Lambda/2$  aufgebaut. Der Strahler besteht aus einer Teflon-Isolierten Litze, 18x 0.12mm. Die Länge beträgt immer 6.98m, in beiden Fällen, als Mitten gespeister Dipol und Endgespeister Dipol. Der Abstand vom Dipolende zum Boden beträgt immer ein paar Zentimeter.

Beim Mitten gespeisten Dipol, habe ich die Zuleitung möglichst rechtwinklig zur Antenne weggeführt, etwa so wie im Bild 12 ersichtlich.

Als Antennemast kamen zwei Karbon-Masten zum Einsatz. Zur Befestigung dieser beiden Maste, habe ich im Abstand von 7m zwei kleinen Holzpfählen in den Boden gerammt und mit Kunststoffbändern die Karbonmasten daran befestigt.

### 4.4 Feld-Versuch T-Matchbox 50 Ohm zu T-Machbox 50 Ohm

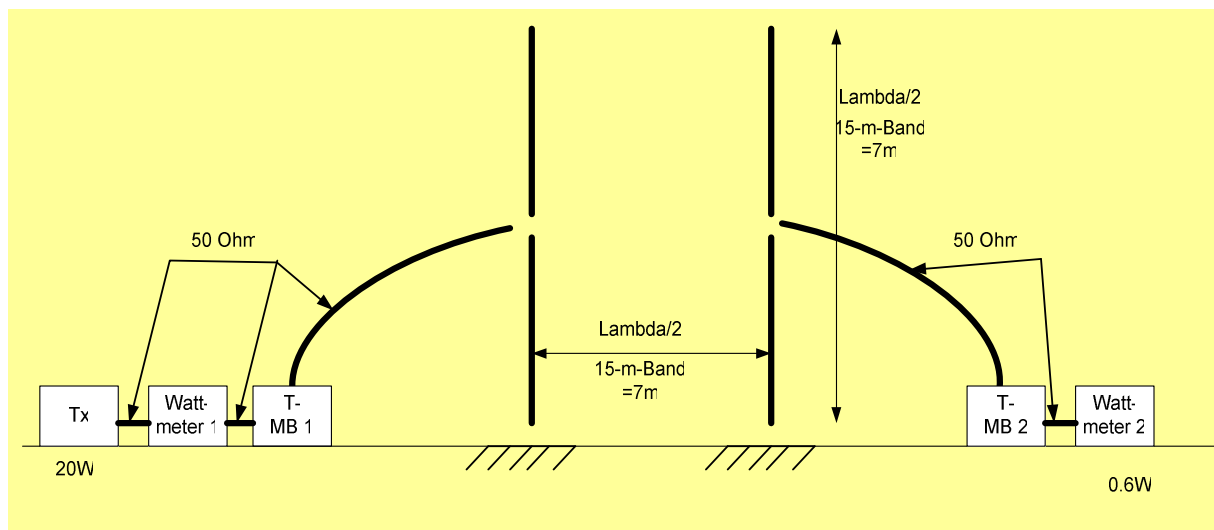


Bild 12, Feld-Versuch 1, Input 20 W-Output = 0.6W

Feld-Versuch mit zwei Stück T-Matchboxen.

T-MB1 ist ein MFJ-989C, belastbar bis 1Kw, mit 50 Ohm und balnced 300 Ohm Anschluss.  
T-MB2 ist eine home brew Matchbox, gleich aufgebaut wie der MFJ-989C, mit 50 Ohm und balnced 300 Ohm Anschluss, Belastbarkeit jedoch für  $>1Kw$ .

#### 4.5 Feld-Versuch Z- Match 50 Ohm zu T-Machbox 50 Ohm

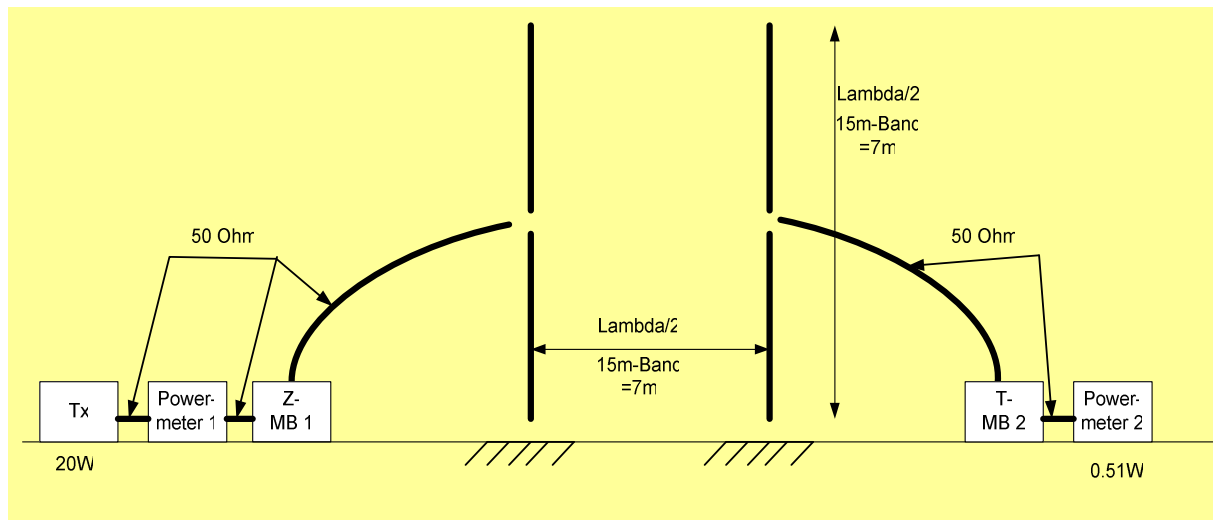


Bild 13, Feld-Versuch 2, Input 20 W-Output = 0.51 W

Feld-Versuch mit einmal Z-Matchbox Z-MB1 auf der Sende-Seite und der T-MB2 auf der Empfangsseite. Hier bestätigt sich, dass ein Z-Match grössere Verluste aufweist als die T-Matchbox.

#### 4.6 Feld-Versuch Z- Match 50 Ohm zu Z- Match 50 Ohm

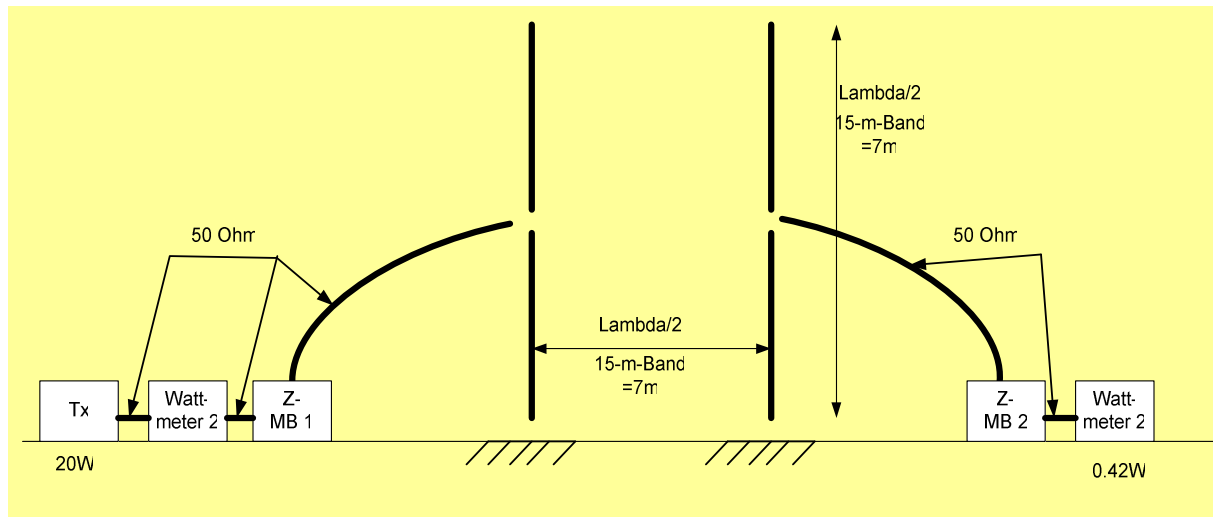


Bild 14, Feld-Versuch 3, Input 20 W-Output = 0.42 W

Feld-Versuch mit zweimal Z-Matchbox Z-MB1 auf der Sende- und Empfangsseite.

Bei diesem Versuch bestätigt sich, dass die Z-Match-Konfiguration gegenüber der T-MB Konfiguration mit 0.18 W unterlegen ist.

In der Literatur ist zu entnehmen, dass die Z-Match bei niederohmiger Anpassung grössere Verluste aufweist, als bei hochohmiger Anpassung. Die nächsten zwei Feldversuche 4 und 5 sollen dies Bestätigen.

#### 4.7 Feld-Versuch Z-Match 300 Ohm zu Z-Match 50 Ohm

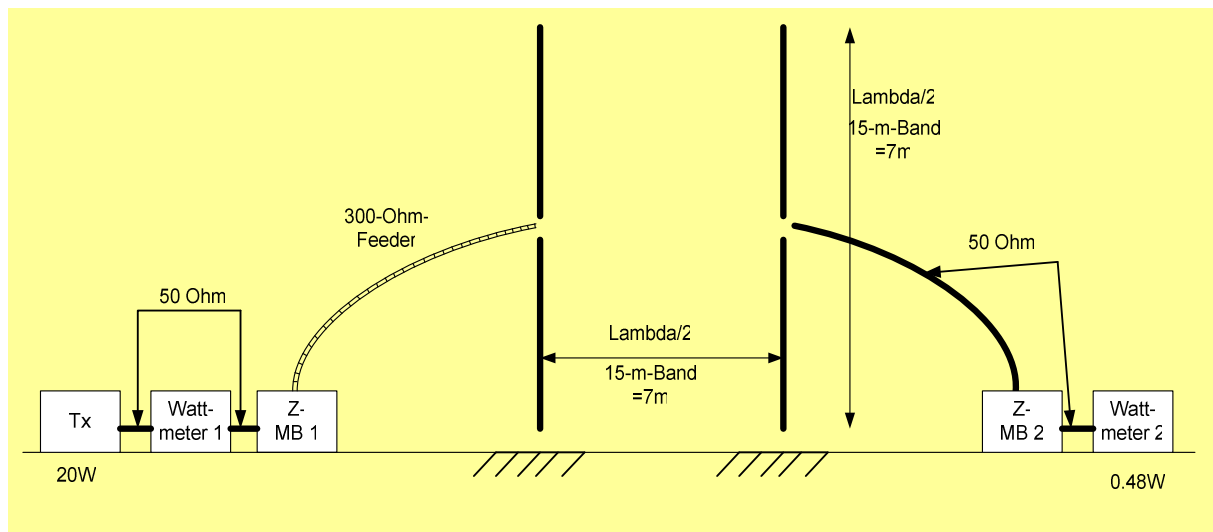


Bild 15, Feldversuch 4, Eingangsleistung 20 W Ausgangsleistung 0.48 W

Im Feldversuch 4 können wir feststellen, dass die Speisung mit einem 300-Ohm-Feederkabel weniger Verluste aufweist als die Speisung mit dem 50-Ohm-Koaxialkabel. Ob nun die kleineren Verluste auf die vorher erwähnte 300-Ohm-Anpassung zurück zu führen sind, oder ob das Feederkabel weniger Verluste aufweist, als das Koaxialkabel, habe ich nicht untersucht. Tatsache ist jedenfalls, dass ein Feederkabel sicher weniger verlustbehaftet ist als ein Koaxialkabel.

#### 4.8 Feld-Versuch Z-Match 300 Ohm zu Z-Match 300 Ohm

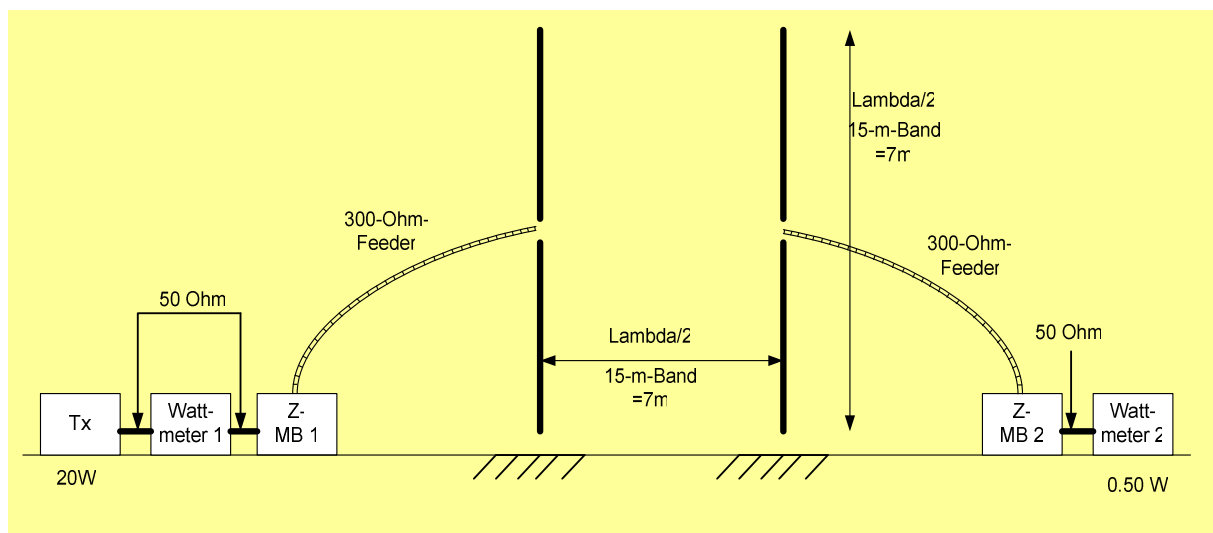


Bild 16, Feld-Versuch 5, Input 20 W-Output 0.50 W

Hier im Feld-Versuch 5 können wir feststellen, dass die Speisung mit einem 300 Ohm Feeder-Kabel auf beiden Seiten tatsächlich weniger Verluste aufweist als mit 50 Ohm Koaxialkabel.

#### 4.9 Feld-Versuch T- Matchbox 300 Ohm zu Z- Match 300 Ohm

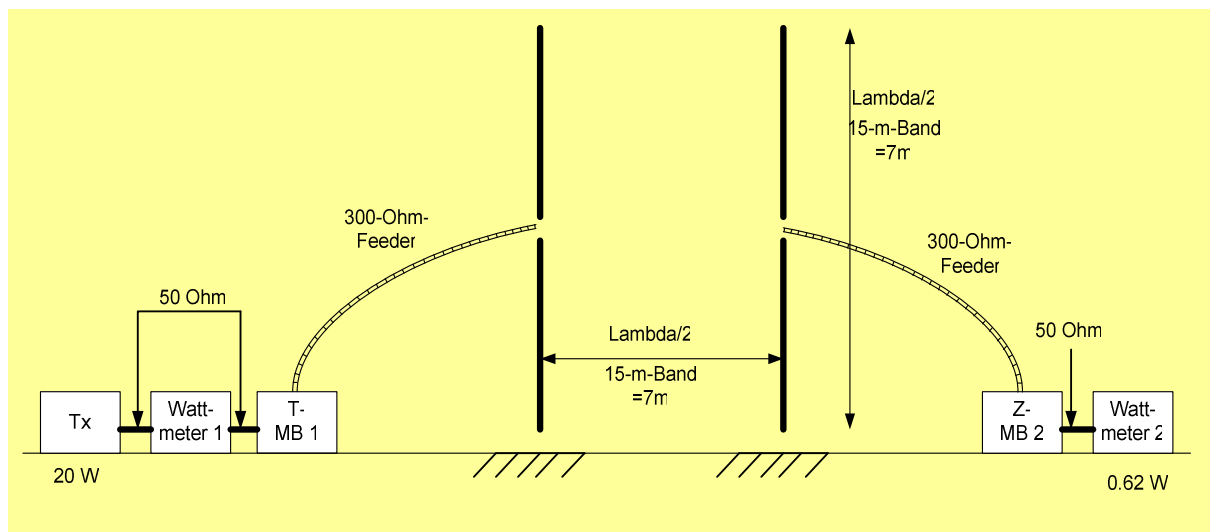


Bild 17, Feld-Versuch 6, Input 20 W-Output 0.62 W

Mit diesem Feld-Versuch 6 wollen wir untersuchen, was für ein Unterschied besteht zwischen Koaxialkabel-Speisung und Feederspeisung. Sendeseitig mit der T-Matchbox, Empfangsseitig mit der Z-Matchbox. Tatsächlich ist der Verlust beim Feeder-Kabel geringer, aber mit 0.02 W nicht gravierend. (siehe Bild 12)

#### 4.10 Feld-Versuch T- Matchbox 300 Ohm zu T- Matchbox 300 Ohm

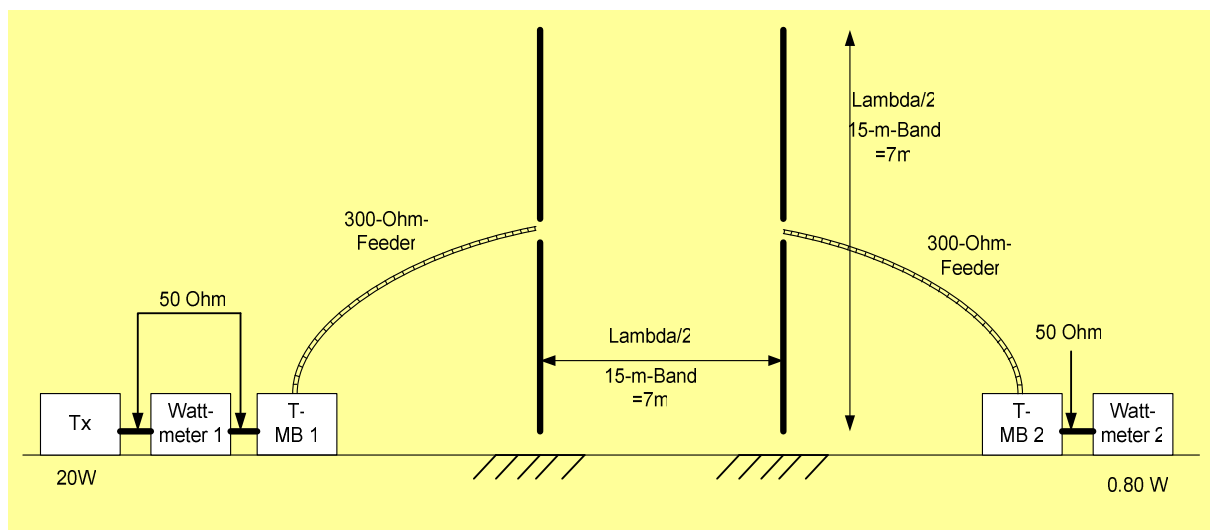


Bild 18, Feld-Versuch 7, Input 20 W-Output 0.8 W

Dieser Feldversuch 7 ist direkt mit dem Feld-Versuch 1 (Bild 12) zu vergleichen. Im Versuch 1 mit Koaxialkabel gespeist und hier im Versuch mit 300 Ohm-Feeder-Kabel. Feld-Versuch 1 ergibt auf der Empfangsseite 0.6 W und dieser Feld-Versuch 7 ergibt 0.8 W.

Ganz eindeutig steht fest, dass die Z-Match-Konfiguration von Feldversuch 3, gegenüber dieser T-Matchbox Konfiguration mit 50% unterlegen ist. Anders ausgedrückt, benutzen beide Station eine Z-Match, wird die Hälfte der Hochfrequenzleistung in der Z-Match verbraten.

#### 4.11 Feld-Versuch LL- Match 300 Ohm zu T- Matchbox 300 Ohm

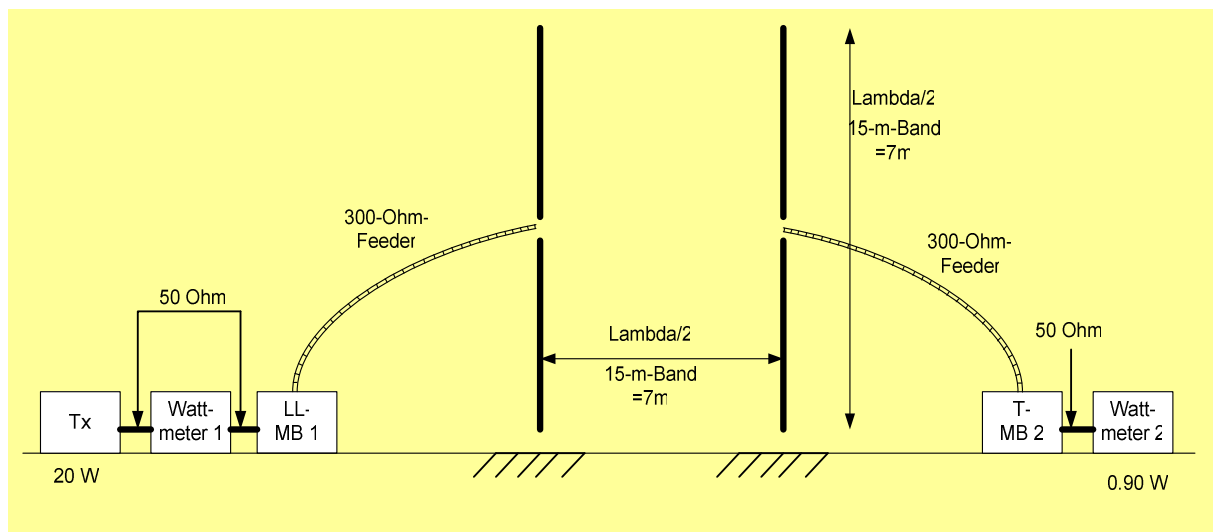


Bild 19, Feld-Versuch 8, Input 20 W-Output 0.9 W

Mit diesem Feld-Versuch 8 wollen wir untersuchen, wie hoch die Verluste bei der Doppel L-Matchbox ausfallen. Tatsächlich ist der Verlust geringer.

#### 4.12 Feld-Versuch LL- Match 300 Ohm zu LL- Match 300 Ohm

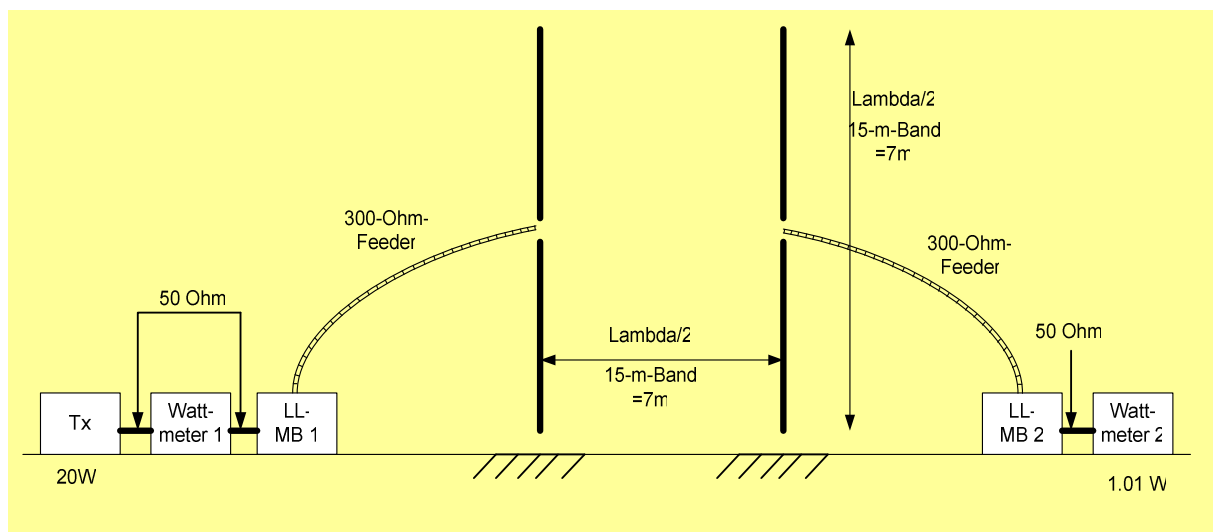


Bild 20, Feld-Versuch 9, Eingangsleistung 20 W, Ausgangsleistung 1.01 W

Dieser Feldversuch 9 bestätigt wie im Versuch vorher, dass die Doppel-L-Matchbox die Verlustärmste aller in diesem Beitrag geprüften Schaltungen ist. Um es vorab zu nehmen, es ist auch abschliessend die Verlustärmste Matchbox.

Aus diesem Grund nehmen wir später diese Konfiguration als Bezug, also 1 W für 100%.

#### 4.13 Feld-Versuch Fuchskreis zu LL- Match 300 Ohm

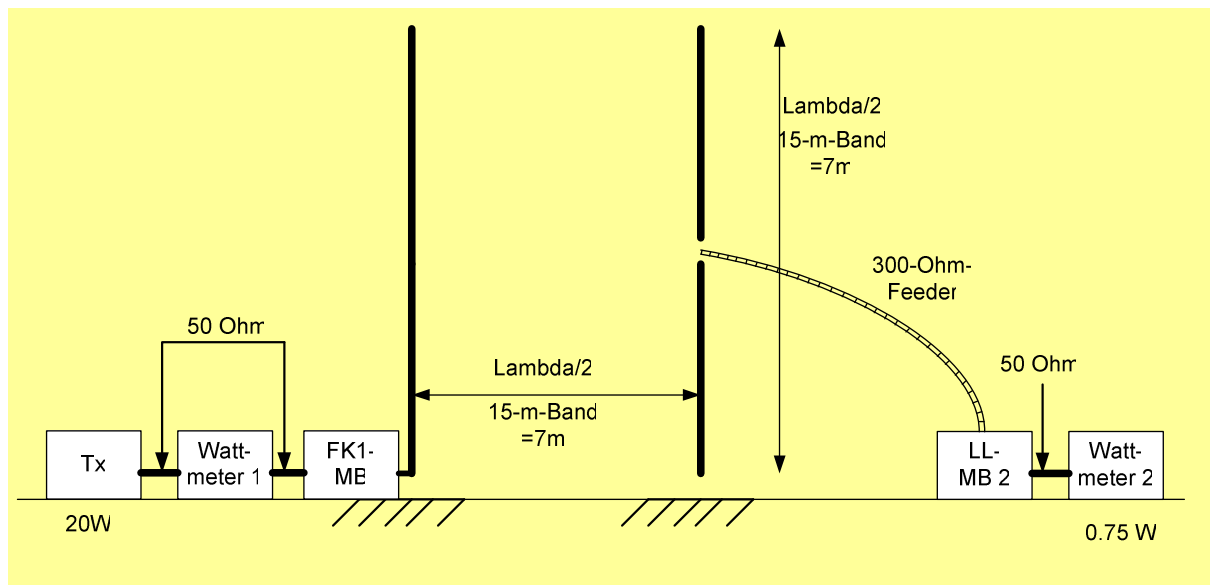


Bild 21, Feld-Versuch 10, Input 20 W-Output 0.75 W

Bei diesem Feldversuch wollen wir den Fuchskreis untersuchen. Dabei benutzen wir sendeseitig den Fuchskreis 1, dieser ist direkt am unteren Dipolende angeschlossen. Wie erwartet sind die Verluste im Fuchskreis grösser als in der Doppel-L-Matchbox.

#### 4.14 Feld-Versuch Fuchskreis zu Fuchskreis

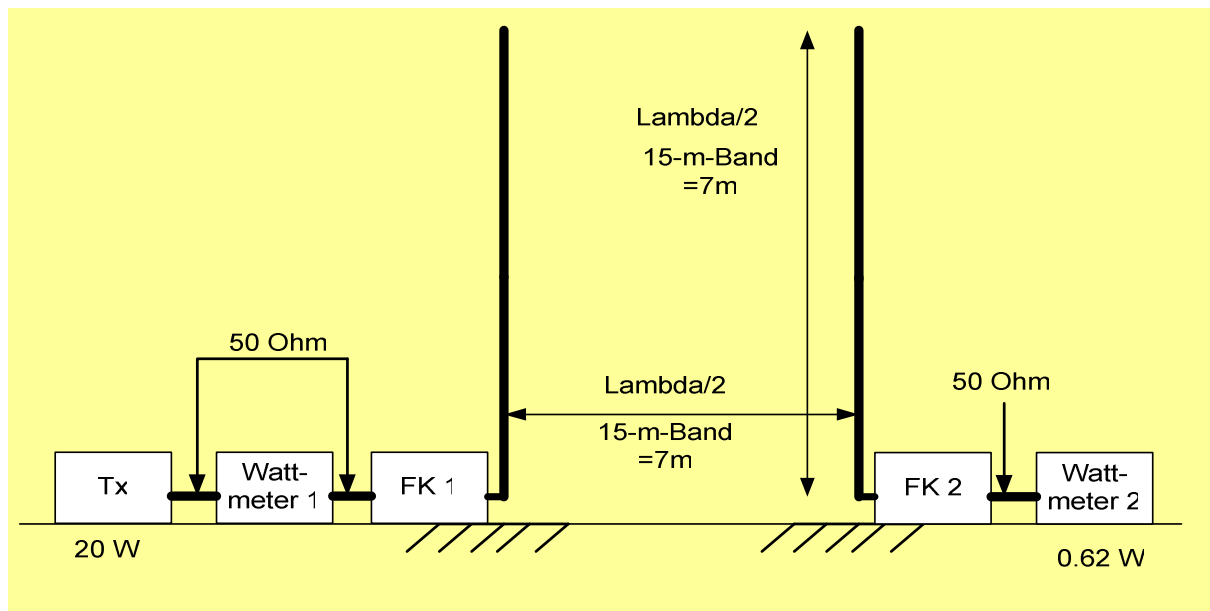


Bild 22, Feld-Versuch 11, Input 20 W-Output 0.62 W

Bei diesem Feldversuch 11 benutzen wir sendeseitig wie auch empfangsseitig einen Fuchskreis. Der Verlust ist zwar grösser als bei der Doppel-L-Konfiguration, aber besser als bei der Z-Match-Konfiguration.

Ausgehend dem Feldversuch 9 als Basis, weist der Fuchskreis einen Wirkungsgrad von 62 % auf, hingegen der Z-Match nur 42%.

#### 4.15 Feld-Versuch Viertelwellen-Stichleitung zu Fuchskreis

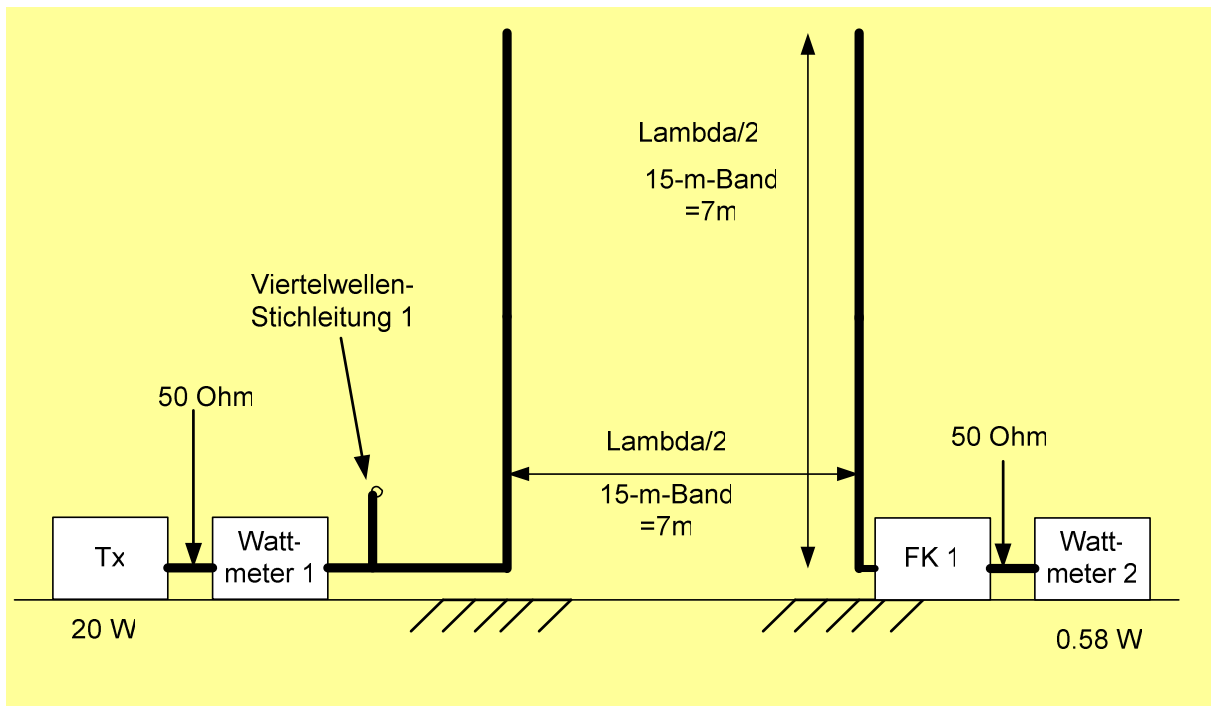
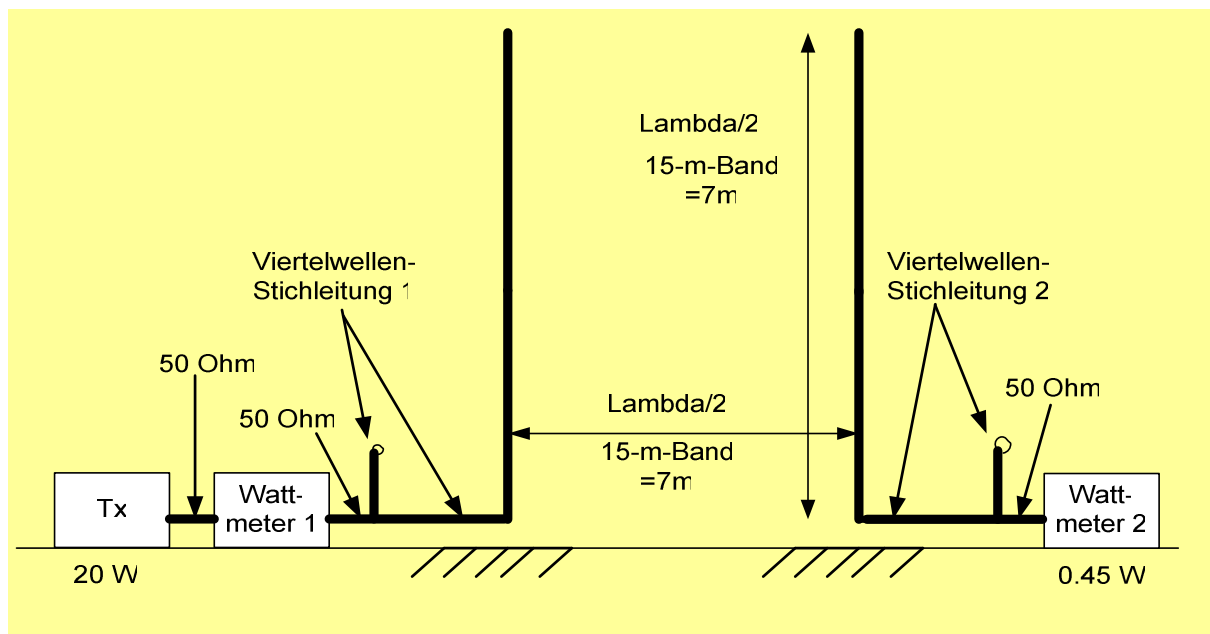


Bild 23, Feld-Versuch 12, Input 20 W-Output 0.58 W

Bei diesem Feldversuch 12 benutzen wir sendeseitig eine Viertelwellen Stichleitung (Bild10) und Empfangsseitig einen Fuchskreis. Im Vergleich mit dem Feldversuch stellen wir fest, dass die Viertelwellen Stichleitung geringfügig mehr Verluste aufweist als der Fuchskreis.



## 4.16 Feld-Versuch $\lambda/4$ -Stichleitung zu $\lambda/4$ -Stichleitung



Bild, 24 Feld-Versuch 13, Input 20 W, Output 0.45W

Bei diesem Feldversuch 13 benutzen wir Sendeseitig wie auch Empfangsseitig je eine Viertelwellen Stichleitung zur Anpassung an den Vertikaldipol. Also man spricht hier von einer Endspeisung (englisch endfedded), wie auch beim Fuchskreis.

## 4.17 Feldversuch-Zusammenfassung/Übersicht

Wie sehen nun die Verluste der verschiedenen Anpass-Systemen untereinander aus?

Als Basis nehmen wir das Verlustärmste Anpass-System, die Doppel-L Matchbox mit 100%

- Doppel-L (Basis) 100%
- T-Matchbox , Feeder gespiesen 81%
- Fuchskreis 62%
- T-Matchbox, Koaxgespiesen 61%
- Z-Machtbox, Feeder gespiesen 50%
- Viertelwellen-Stichleitung 45%

Diese Messwerte beinhalten der Wirklichkeit entsprechend immer zwei komplette Antennensysteme, also so wie es auch in der Realität vorkommt.

## 5 Anmerkungen & Ergänzungen

Nachfolgend einige Anmerkungen und Ergänzungen zu einzelnen Anpasssystemen:

### 5.1 Viertelwellen-Stichleitung

Prinzip:

Ein Halbwellenstrahler wird an einem Ende über einen Viertelwellentransformator aus Koaxialkabel gespeist. Der Mittelleiter ist mit dem Strahlerende verbunden; antennenseitig ist der Mantel nicht angeschlossen. Am andern Ende des Koaxtrafos sind Mantel und Seele kurzgeschlossen. Bei etwa 13.6% vom Kurzschlussende entfernt ist ein käuflicher UHF-T

Adapter eingebaut. An diesem Punkt beträgt die Impedanz 52 Ohm. Hier wird ein Koaxkabel beliebiger Länge zum Transceiver angeschlossen. [2]

Wie die Auswertung zeigt, ist die Viertelwellen-Stichleitung doch sehr Verlustbehaftet. Dies rührt daher, dass diese Viertelwellen-Stichleitung einen Schwingkreis darstellt, welcher vom Aufbau her ein eher schlechtes Q hat. Wenn man ein möglichst verlustarmes Kabel wählt, dann steigt dem entsprechend auch der Wirkungsgrad.

Wählt man zum Beispiel ein RG58, dann sind die Verluste schon recht hoch. Die Verluste der Koax -Viertelwellen-Stichleitung sind auf den tieferen Frequenzbändern höher, weil sie stark von der Kabellänge abhängen.

Jedenfalls ist eine solche Viertelwellen-Stichleitung, bestehend aus einem qualitativ gutem Koaxkabel, gleich gut wie die sagemumwobene Z-Match, mit dem Vorteil, dass wir am Antennen-Ende einspeisen können. [3] [7]

## **5.2 Z-Match**

Prinzip:

Das Anpasssystem des Z-Match besteht meistens aus einem Balun und zwei gekoppelten Drehkondensatoren. Es wird weder eine Rollspule noch ein keramischer Umschalter benötigt. Rollspule wie auch keramische Schalter sind heute nicht mehr einfach zu beschaffen, was die Z-Match zum heutigen Zeitpunkt aktuell macht. Im Weiteren lässt sich der Z-Match durch ihren einfachen Aufbau sehr leicht fernsteuern. So kann das Anpassgerät direkt am Antenneneingang platziert werden, was eine angepasste Speisung mit Koaxkabel ermöglicht, und mittels Koaxkabel die Station verbindet. [4]

Uwe, DL4AC hat in einem Beitrag den Wirkungsgrad einer Z-Match untersucht, die dazugehörige Auswertung ist erhältlich unter [5]

## **5.3 Doppel-L-Match**

Prinzip:

Die Doppel-L-Match ist ausschliesslich dazu geeignet, symmetrische Antennen mit einer beliebig langer Speiseleitung zu betreiben. Ein Einsatz für unsymmetrische Antennen, z.B. mit Koaxspeisung, ist nicht vorgesehen, bzw. auch nicht möglich. [4]

## **5.4 T-Match**

Prinzip:

Die T-Matchbox besteht aus einer Kombination zweier einzelner C-Glieder, wie sie gerne zur Impedanz-Anpassung in der Elektronik verwendet werden. Üblicherweise werden die heutigen T-Matchboxen mit zwei seriellen Drehkos und einer Rollspule gegen Masse aufgebaut. Dies ergibt eine Hochpass-Anordnung. Vertauscht man die beiden C-Glieder mit zweier Rollspulen, erhalten wir einen Tiefpass, der die Oberwellenstrahlung unterdrückt. Da heute Rollspulen schwierig zu erhalten sind, hat sich eben der T-Match mit zwei Drehkondensatoren und einer Rollspule durchgesetzt.

# **6 Zusammenfassung**

Nachfolgend meine Antwort auf die von mir anfangs gesellte Frag „welche ist die beste Matchbox“.

Im Grunde genommen spielt es keine Rolle, welche Matchbox man wählt. Viel Wichtiger ist es, dass man eine wirkungsvolle Antenne wählt, die in die gewünschte Richtung strahlt.

Wo und wie man die Antenne einspeist, hat nur sekundärer Einfluss. Das beweist mein Experiment vom Kilimanjaro. Hier benutzte ich einen vollwertigen vertikalen Halbwellenstrahler, mit dem hier diskutierten Anpass-System, der Viertelwellen-Stichleitung mit nur 45 % Wirkungsgrad.

Eine ähnliche Erfahrung habe ich 1993 mit dem Fuchskreis gemacht, als ich während meiner Velofahrt von Luzern nach Palma de Mallorca, täglich in der Mittagspause mit 1W auf 40m erfolgreich QRV war. Siehe Oldman 5/94 [6] QRP - Verbindungen sind keine „nur Zufallsverbindungen“. Auch dieses Experiment von 1993 bestätigt mir die oben erwähnte Aussage, dass es wichtig ist eine optimale Antenne zu benutzen, wobei die Anpassung eine untergeordnete Rolle spielt, auch wenn diese Verlustbehaftet ist.

## 7 Schlusswort

Diese in diesem Beitrag ermittelten Messresultate stellen sicher keine 100% Messergebnisse dar, aber sicher zeigen sie eine eindeutige Tendenz auf. Im weiteren möchte ich mit der Veröffentlichung dieses Beitrages weitere Amateure zu eigenen Feldversuchen ermuntern, denn nur so erhält man die Bestätigung, welche Matchbox für die einzelne Anwendung die beste ist.

Ein grosses Dankeschön geht an Urs Hadorn, HB9ABO, für die Mitgestaltung dieses Beitrages.

## 8 Literatur-Verzeichnis

[1] Stromsummenantenne, CQ DL 1987 10/621 Karl Hille, DL1VU

[2] Ein Praxisbericht zum  $\lambda/4$  – Koaxialtransformator, Oldman 01/-/05, Urs Hadorn HB9ABO

[3] Beschrieb der Kili-Antenne von HB9BXE

[www.hb9lu.qrv.ch/content/beilagen/antennensystem-hb9bx-e-kilimanjaro.pdf](http://www.hb9lu.qrv.ch/content/beilagen/antennensystem-hb9bx-e-kilimanjaro.pdf)

[4] Endgespeiste Antenne, Oldman 12/04, Max Rügger HB9ACC

[5] Z-Match Wirkungsgradtabelle von Uwe, DL4AC

[www.g-qrp-dl.de/Service/Download/download.html](http://www.g-qrp-dl.de/Service/Download/download.html)

[6] QRP - Verbindungen sind keine „nur Zufallsverbindungen“ Oldman 5/94, Hans-Peter HB9BXE